

Neumann, Karl-Heinz; Wiewiorra, Lukas; Baischew, Dajan; Kroon, Peter

**Research Report**

## Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten: Auswirkungen für die digitale Souveränität Europas

WIK-Consult Bericht

**Provided in Cooperation with:**

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH, Bad Honnef

*Suggested Citation:* Neumann, Karl-Heinz; Wiewiorra, Lukas; Baischew, Dajan; Kroon, Peter (2022) : Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten: Auswirkungen für die digitale Souveränität Europas, WIK-Consult Bericht, WIK-Consult GmbH, Bad Honnef

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/253716>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten

## Auswirkungen für die digitale Souveränität Europas

Schlussbericht

Autoren:  
Dr. Karl-Heinz Neumann  
Dr. Lukas Wiewiorra  
Dajan Baischew  
Peter Kroon  
unter Mitarbeit von  
Philipp Thoste

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, 28.02.2022

## Impressum

WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik-consult.com](mailto:info@wik-consult.com)  
[www.wik-consult.com](http://www.wik-consult.com)

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer-Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 329 763 261

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Executive Summary</b>	<b>VII</b>
<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
Ziel und Scope der Studie	1
Forschungsansatz	3
Aufbau der Studie	4
<b>1 Entwicklungen und Trends im IP-Verkehr</b>	<b>6</b>
1.1 Verkehrswachstum	6
1.2 Struktur des Verkehrs	8
1.2.1 Dienste, die das Verkehrswachstum treiben	8
1.2.2 Symmetrie/Asymmetrie des Verkehrs	13
1.2.3 Konzentration des Verkehrs	15
1.2.4 Peering vs. Transit-Verkehr	17
1.2.5 Die Entscheidung zwischen Peering und Transit	19
1.3 Verkehr über IXP	22
1.4 Regionalisierung des Verkehrs	27
1.5 CDN-Verkehr	28
<b>2 Entwicklungen bei Preisen und Kosten</b>	<b>30</b>
2.1 Kostentrends	30
2.1.1 Was sind die relevanten Kosten von Peering?	30
2.1.2 Was sind die relevanten Kosten bei Transit?	30
2.1.3 Die Kosten der Komponenten	31
2.2 Preis- und Abrechnungsprinzipien für IP-Verkehr	33
2.2.1 Exkurs: Fallstudie Südkorea	37
2.3 Preistrends bei Transit	40
2.4 Preistrends bei Peering	43
2.4.1 Peering Policies	43
2.4.2 Settlement-free vs. Paid Peering	49
2.4.3 Preistrends bei Private Peering	50

2.5	Preistrends bei CDNs	51
2.6	Preistrends bei Public Peering	51
<b>3</b>	<b>Marktposition der Marktakteure</b>	<b>53</b>
3.1	Zahlungsströme und Abhängigkeiten	53
3.2	Die Position der Akteure im Markt	57
3.2.1	Endnutzer-ISPs	57
3.2.2	Backbone-ISP	58
3.2.3	CAPs	60
3.2.4	CDNs	62
3.2.5	Betreiber von IXPs	65
<b>4</b>	<b>Zentrale Einflussfaktoren der Marktentwicklung</b>	<b>68</b>
4.1	Technologische Veränderungen	68
4.2	Veränderung der Netzstrukturen	68
4.3	Kosten- und Preisentwicklung	70
4.4	Verkehr und Dienste	71
4.5	Geänderte gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen	71
<b>5</b>	<b>Relatives Machtgefüge</b>	<b>75</b>
5.1	Geschäftsmodelle und strategische Positionierung der Akteure	75
5.2	Streitfälle zu IP-Interconnection in Europa	77
5.2.1	Streitfälle zwischen ISPs	77
5.2.2	Streitfälle zwischen ISPs und CAPs	79
5.3	Veränderung des relativen Machtgefüges der Akteure	82
5.3.1	CDN vs. ISP	82
5.3.2	CDN vs. CAP	82
5.3.3	CAPs vs. ISPs	83
5.3.4	Cloud-Anbieter vs. ISP	86
<b>6</b>	<b>Auswirkungen auf die digitale Souveränität Europas</b>	<b>88</b>
6.1	Einführung	88
6.2	Digitale Souveränität im Überblick	89
6.3	Erkenntnisse zur digitalen Souveränität aus der Umfrage der IRG-Mitglieder und den Interviews	91

6.4	Auswirkungen für europäische Anbieter von Inhalten und Anwendungen	93
6.5	Auswirkungen auf europäische Anbieter in den Bereichen Transit, Peering, CDNs und IXPs	97
6.5.1	Auswirkungen auf europäische Transitdienstleister	97
6.5.2	Auswirkungen auf europäische Peering-Parteien	100
6.5.3	Auswirkungen auf europäische Anbieter von CDNs	101
6.5.4	Auswirkungen auf europäische IXPs	102
6.6	Auswirkungen auf europäische Cloud-Anbieter	103
6.7	Auswirkungen auf europäische Endverbraucher	109
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>
	<b>Anhang 1: Auswertung der Online-Befragung der IRG-Mitglieder</b>	<b>120</b>
	<b>Anhang 2: Online Fragebogen</b>	<b>123</b>
	<b>Anhang 3: Glossar</b>	<b>131</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1–1:	Datenvolumen des globalen IP-Verkehrs der Verbraucher von 2017 bis 2022, nach Region	6
Abbildung 1–2:	Entwicklung des Datenvolumens vor und während der Corona-Pandemie anhand eines ISPs und ausgewählter IXPs	7
Abbildung 1–3:	Zusammensetzung des globalen Datenverkehrs und Apps, Mai 2020	9
Abbildung 1–4:	Treiber des Verkehrswachstums	11
Abbildung 1–5:	Nutzung audiovisueller Dienste nach Anbieter im Zeitraum 2015 bis 2020 (Anteil der Befragten, welche den Dienst im letzten Monat benutzt haben)	11
Abbildung 1–6:	Datenraten für SD, HD und UHD Auflösungen und globaler Anstieg der 4K TV Geräte	12
Abbildung 1–7:	Nachgefragte Breitbandprodukte nach Bandbreitklassen von 2016 bis 2021	13
Abbildung 1–8:	Asymmetrie des Verkehrs zwischen Inbound und Outbound Traffic für die wichtigsten ISPs in Frankreich zwischen 2012 und 2020	14
Abbildung 1–9:	Entwicklung des Upload-Datenverkehrs im Vergleich zur ersten Januarwoche 2020 und das Down-Upload-Verhältnis jeweils von Oktober 2019 bis Februar 2021	15
Abbildung 1–10:	Quelle des Endnutzerverkehrs der wichtigsten ISPs in Frankreich (Ende 2020)	16
Abbildung 1–11:	Veränderung von Peering und Transit der wichtigsten ISPs in Frankreich (nach Inbound Traffic Volumen)	18
Abbildung 1–12:	Aufschlüsselung des Verkehrs zu den Kunden der wichtigsten ISPs in Frankreich nach Zusammenschaltungsart (Ende 2020)	19
Abbildung 1–13:	Peering vs. Transit	19
Abbildung 1–14:	Peering vs. Transit vs. Paid Peering	20
Abbildung 1–15:	Anzahl an verbundenen Netzwerken pro europäischer IXP, 2020	23
Abbildung 1–16:	DE-CIX Frankfurt Traffic in den Jahren 2017 bis 2021 (in Tbit/s)	24
Abbildung 1–17:	AMS-IX Amsterdam kumulierter Datenverkehr (pro Monat in Exabytes)	24
Abbildung 1–18:	Verkehrswachstum über 10 Jahre bei den Euro-IX-Mitgliedern	25
Abbildung 1–19:	Globaler CDN Verkehr 2017-2022	29
Abbildung 2–1:	Gewichteter Median 10 GigE IP Transit Preise in Europa, 2015-2018	41
Abbildung 2–2:	Gewichteter Median der 10-GigE-IP-Transitpreise und dreijähriger CAGR-Rückgang in den wichtigen Standorten der Welt, Q2 2019 (2016-2019)	42

Abbildung 2–3:	Gewichteter Median von 10 GigE und 100 GigE IP Transit Preisen und 2018-2021 CAGR-Rückgang an wichtigen globalen Standorten	42
Abbildung 2–4:	Entwicklung des Anteils von Paid Peering bei den wichtigsten 4 ISPs in Frankreich	50
Abbildung 3–1:	Reaktion von Interconnection-Partnern auf eine Preiserhöhung oder Degradierung von Transit	54
Abbildung 3–2:	Zweiseitige Zahlungsströme	56
Abbildung 3–3:	Zahl und Verteilung der nicht erreichbaren AS der Top 12-Betreiber	60
Abbildung 4–1:	Globale IP Transit-Erlöse (2013-2020)	69
Abbildung 5–1:	Marktanteile IaaS, PaaS und gehostete private Cloud-Dienste in Europa (2020)	87
Abbildung 6–1:	Von den europäischen NRA betrachtete Dimensionen der digitalen Souveränität	91
Abbildung 6–2:	Seekabelkartendaten 2017	94
Abbildung 6–3:	Unterseekabelkartendaten 2020	94
Abbildung 6–4:	Geschätzte Marktanteile im europäischen Cloud-Markt 2021	103
Abbildung 6–5:	Europäische Abhängigkeit nach Technologiebereichen 2022	105
Abbildung 6–6:	Gewünschte Aspekte beim Kauf von Cloud-Diensten - weltweit 2020	105
Abbildung 6–7:	Größte Sicherheitsbedenken bei Cloud-Diensten - weltweit 2021-2022	106
Abbildung 6–8:	Zusammensetzung der GAIA-X-Datenallianz 2021	108

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Preisentwicklung der Peering-relevanten Netzelemente LER und LSR	32
Tabelle 2-2:	Preisentwicklung bei Übertragungssystemen	33
Tabelle 2-3:	Peering Policies der größten ISPs in den Niederlanden	45
Tabelle 2-4:	Peering-Details der größten ISPs in den Niederlanden	45
Tabelle 2-5:	Peering-Details großer ISPs und CAPs in Deutschland	47
Tabelle 2-6:	Peering Policies großer ISPs und CAPs in Deutschland	48
Tabelle 2-7:	Peering-Preise wichtiger europäischer IXPs	52
Tabelle 3-1:	Hierarchiefreie Erreichbarkeit für die Top 20 Netze (Sept. 2015-Sept. 2020)	59
Tabelle 5-1:	Weltweite Marktanteile bei IaaS Public Cloud-Diensten 2019-2020 (in Mio.USD)	87





## Executive Summary

1. Aufsetzend auf der Analyse von IP-Interconnection durch BEREC in 2017 sollen in dieser Studie die Markt- und Wettbewerbsentwicklungen in diesem Markt in den letzten fünf Jahren näher aufgearbeitet und auch die sich abzeichnenden Trends der nächsten Jahre identifiziert werden. Die Studie basiert auf einer umfassenden Analyse der relevanten Literatur, Auswertungen der Peering DB, Interviews mit ausgewählten Stakeholdern, einer Online-Befragung der IRG-Mitglieder und Interviews mit ausgewählten NRAs.

## Entwicklungen und Trends im IP-Verkehr

2. Das Wachstum des IP-Verkehrs bleibt anhaltend. Der von BEREC beobachtete Trend sinkender jährlichen Wachstumsraten hat sich in einen Trend stabiler jährlicher Wachstumsraten von 22% in Westeuropa und 27% in Mittel- und Osteuropa gewandelt.
3. Die COVID-19-Pandemie hat einen relativ plötzlichen Anstieg des IP-Verkehrs verursacht. Dieser exogene Schock verursachte innerhalb Tagen Verkehrssteigerungen von 20 bis 30% mit einer großen Streuung in und zwischen den Ländern. Es gibt Indikationen für eine Normalisierung der jährlichen Wachstumsraten auf höherem Niveau. Allerdings lässt sich die Nachhaltigkeit dieser Trends gegenwärtig noch nicht verlässlich abschätzen.
4. Treiber des Verkehrswachstums sind nach wie vor Videostreaming- und jetzt auch Cloud-Dienste. Zwar macht der Verkehrsanteil von Videostreaming in 2020 nicht 80% aus, wie BEREC in 2017 erwartete, doch wird ein Anteil von ca. 80% des Verkehrs von den drei Segmenten Video, Soziale Medien und Videospiele erreicht. Durch die Umstellung auf Standardauflösung (SD) während der Pandemie wurde das Wachstum des Videostreamingverkehrs vorübergehend gebremst. Ansonsten gehen wir weiter von einem überdurchschnittlichen Wachstum des Verkehrs von Videostreaming aus.
5. Auch wenn der Anteil der Kunden, die symmetrische Breitbandprodukte nachfragen, (auf niedrigem Niveau) ständig steigt, hat die Asymmetrie des Verkehrs zunächst weiter zugenommen. Durch die Pandemie hat sich hier jedoch eine Trendwende eingestellt. Infolge der Home Office-Nutzungen und insbesondere durch den drastischen Anstieg (+300%) bei Videokonferenzen ist die Asymmetrie des Verkehrs von ca. 1:10 auf ca. 1:9 zurückgegangen. Die Nachhaltigkeit dieser Trendumkehr muss sich noch erweisen.
6. Der Internetverkehr hat sich weiter und stärker auf wenige Quellen konzentriert. Inzwischen machen 5-6 Player deutlich mehr als 50% des Verkehrs aus.

7. Infolge der weiter zunehmenden Vermaschung des Internets hat das direkte bilaterale Peering weiter zugenommen. Damit hält die Verlagerung von Transit-Verkehr zu Peering-Verkehr an. Transit steht auch durch die starken Verschiebungen zum On-Net CDN-Verkehr unter Druck, der stärker als Verkehrsaustausch über Peering und Transit zunimmt.
8. Auf einer (rein) finanziellen Ebene sind Peering und Transit vergleichbare Interconnection-Produkte. Während Transit im Kern variable (Verkehrs-) Kosten verursacht, entstehen für Peering (sprung)-fixe (Investitions-) Kosten, die damit degressiv pro Mbps verlaufen. Peering, via eine direkte Anbindung zwischen Parteien, weist aber ein deutlich besseres (und messbares) Qualitätsprofil auf als Transit,<sup>1</sup> allerdings bei einem geringeren Leistungsumfang (nur Routen innerhalb des anderen Netzwerks). Damit sind Peering und Transit keine perfekten Substitute und komplementär zueinander einsetzbar. Ob Peering und Transit austauschbare Interconnection-Produkte sind, kann nicht generell, sondern nur im Einzelfall entschieden werden. Die Wettbewerbsverhältnisse bei Peering und Transit sind miteinander verwoben. Ein Peering-(Teil-)Markt funktioniert dann und solange als Wettbewerbsmarkt, wie ISPs zwischen verschiedenen Transit-Anbietern wählen können, und somit der Transit(teil)markt kompetitiv ist. Nur wenn substituiert werden kann, stellt das Ausweichen auf Transit eine valide Alternative dar, wenn die Peeringverhandlungen stocken. Wegen der qualitativen Vorteile gilt aber in jedem Falle, dass Peering eher ein Substitut für Transit ist, als dass Transit ein Substitut für Peering ist, wenn es um die Erreichbarkeit der Kunden eines bestimmten ISP-Netzes geht.
9. Anders als von BEREC in 2017 erwartet, hat die relative Bedeutung des Verkehrsaustauschs über Internet Exchange Points (IXP) nicht zugenommen, sondern abgenommen, trotz weiter wachsenden Verkehrs. In Deutschland wird noch ca. 25% (oder weniger) des Verkehrs über den DE-CIX ausgetauscht. Dennoch bleibt die Bedeutung der IXPs für das Funktionieren des Internets zentral. Vor allem kleinere Akteure sind auf das Public Peering an IXPs angewiesen. IXPs sind in den letzten Jahren stärker dem Wettbewerbsdruck durch Rechenzentrumsdienstleister ausgesetzt, die ihren Nutzern neben klassischer Kollokation auch kostengünstige Möglichkeiten zur bilateralen Interconnection über Cross-Connects anbieten können.
10. Die bereits von BEREC konstatierte Tendenz zu einer stärkeren Regionalisierung des IP-Verkehrs hat sich noch weiter verstärkt. Die immer stärkere Abwicklung des Verkehrs über (On-Net) Content Distribution Network (CDN) Server hat diesen Trend maßgeblich getrieben.

---

<sup>1</sup> BEREC (2012a): "If two operators mutually agree to exchange traffic on a peering basis this induces lower latency than traffic which otherwise would have to be routed via a transit provider before being handed over to the peer. Peering may also allow ISPs to have greater control over the routing path and performance of traffic. If a poor performance path is preferred by the routing protocols, an alternative path can be configured."

11. Eine immer stärkere Bedeutung gewinnt der CDN- und hier insbesondere der On-Net CDN-Verkehr. Global hat er sich von 2017 bis 2020 nahezu verdreifacht und wird sich nach Expertenschätzungen bis 2022 noch einmal verdoppeln. On-Net CDN-Verkehr geht zu Lasten von Peering- und Transit-Verkehr.

### **Entwicklungen bei Preisen und Kosten**

12. Die Kosten der Netzkomponenten, die für Peering und Transit eingesetzt werden, sinken weiter stetig. Die messbare Preisentwicklung bei Transit- und bei IXP-Leistungen scheint dem Grad der Kostensenkung bei den Netzkomponenten zu entsprechen.
13. Für IP-Interconnection dominiert nach wie vor der Bill&Keep-Ansatz. Die Abgeltung von Transit und Peering, soweit dies entgeltlich erfolgt, erfolgt kapazitätsbasiert am Point of Interconnection (POI). Es ist kein ISP in Europa bekannt, der für den Internetverkehr verkehrsabhängige Netzentgelte erhebt.
14. Als bislang einziges Land hat Südkorea dem Anliegen von Telcos entsprochen und auf gesetzlicher Basis das Sending Party Network Pays (SPNP)-Abrechnungsprinzip eingeführt. Zunächst wurden nur ISPs verpflichtet, Verkehr untereinander entgeltlich als Transit auszutauschen. In der Folge wurden auch CAPs verpflichtet, Netzentgelte an ISPs zu entrichten. Die Implementierung der neuen Regeln war und ist in Korea stark umstritten und wird z.T. noch vor Gericht ausgegtragen. Betroffen waren zunächst vor allem nationale CAPs. Große CAPs weichen aus oder zahlen. Marktbeobachter berichten von einem Rückgang der Diversität bei Online-Inhalten und erwarten steigende Preise für Endnutzer für Content, sowie geringere Netzinfrastrukturinvestitionen. Die Qualität für Endnutzer geht zurück.
15. Der Trend zu sinkenden Transitpreisen hat sich kontinuierlich fortgesetzt. Kostete das Mbps an Transit-Verkehr 2015 noch 0,63 US\$, sind es heute weniger als 0,20 USD und in vielen Fällen auch weniger als 0,10 USD. In den letzten Jahren sind die Preise durchschnittlich um 20% p.a. gesunken. Sinkende Preise waren und sind getrieben durch technischen Fortschritt und Wettbewerb im Transit-Markt sowie durch Peering und On-Net CDN. Nach wie vor streuen die Preise stark um die jeweiligen Durchschnitte. Kleinere Marktakteure partizipieren weniger an dem niedrigen Marktpreisniveau.
16. Die Peering Policy von ISPs und CAPs ist nur begrenzt transparent. Viele CAPs betreiben eine offene Peering Policy und haben nur geringe Voraussetzungen für ein Peering, das im Übrigen in aller Regel settlement-free ist. Viele ISPs haben eine deutlich restriktivere Peering Policy, mit vielen Voraussetzungen an eine Reihe von Parametern. Die Deutsche Telekom peert grundsätzlich nur mit Tier 1-Backbone-Betreibern. Sie bietet CAPs nur Transit an und lässt auch keine On-Net CDN Server zu.

17. Unsere Analyse der PeeringDB-Datenbank für den deutschen Markt hat zu folgenden Erkenntnissen über das Peering-Verhalten wichtigen ISPs und CAPs geführt:
  - Die CDNs von Akamai und Facebook verfügen jeweils über mehr Peering-Standorte als die Deutsche Telekom und auch über ein höheres ausgewiesenes (ein- und ausgehendes) Verkehrsvolumen.
  - Auch regionale ISPs mit relativ geringem Verkehrsvolumen verfügen über eine große Zahl von Peering-Standorten.
  - Telefonica Deutschland und Akamai weisen überraschend einen ausgeglichenen Verkehr aus. Andere deutsche Netzbetreiber haben einen vorwiegend eingehenden Datenverkehr, was in der asymmetrischen Kundenstruktur (vorwiegend „konsumierende“ Endnutzer) begründet ist.
  - Zwar bevorzugen die meisten Anbieter von Peering mehrere Übergabepunkte, doch nur wenige machen dies zur Voraussetzung von Peering.
  - Unter den ISPs und CAPs, welche im deutschen Peering Markt aktiv sind, verlangt nur die Deutsche Telekom ein bestimmtes Verhältnis von Inbound- und Outbound-Verkehr.
18. Nach wie vor liegen keine Daten (mit Ausnahme zu Frankreich) über das Verkehrsvolumen von Paid Peering vor. Nach Aussage der CAPs soll dies in Europa die Ausnahme sein. Auch die verkehrsabhängigen Preise von Paid Peering sind wenig transparent. Sie scheinen zwischen wenigen Cent pro Mbps bis zu einigen Euro zu streuen. Jedenfalls sollen sie unter den Preisen für Public Peering liegen.
19. Nach einem von ACM durchgeführten und von uns aktualisierten Preisvergleich schwanken die monatliche 10 GE/Gbps-Portpreise bei wichtigen europäischen IXPs um einen Durchschnitt von 611€ und für einen 100 GE/Gbps Port von 3.035€

### **Marktposition der Akteure**

20. Zentrales Asset der Endnutzer-ISPs im Verhältnis zu den CAPs ist und bleibt das Teilnehmernetz und damit der Netzzugang zu den Endkunden über deren Breitbandanschluss. Trotz eigenen TV/VoD- und Cloud-Geschäfts stehen die ISPs nur begrenzt im Wettbewerb zu den CAPs bzw. haben, soweit sie in unmittelbarem Wettbewerb stehen, die schwächere Wettbewerbsposition. Dies wird etwa bei Cloud-Diensten deutlich.
21. Infolge der abnehmenden Hierarchie und zunehmenden Vermaschung des Internets sowie des zunehmenden Auf- und Ausbaus eigener internationaler Backbones durch die großen CAPs kommt das Geschäftsmodell der Transit-Anbieter und das Transit-Geschäft selbst zunehmend unter Druck. Direktes Peering substituiert verstärkt Transit. Vor allem aber CDNs und speziell On-Net CDNs substituieren das Geschäft der Backbone ISPs. Bereits in 2016 entfiel ein größerer Anteil an internationaler Backbone-Kapazität auf CAPs als auf Internet Backbone Provider.

Die großen CAPs müssen heute nur noch einen geringen Teil der Autonomen Systeme (AS)<sup>2</sup> über Transit erreichen.

22. CAPs haben in den letzten Jahren noch einmal ihre Investitionen in Transport- und Delivery-Infrastruktur gesteigert, um Verkehr effizienter abzuwickeln, die Abhängigkeit von anderen zu vermindern, mehr Flexibilität für eigene Kapazitätsaufrüstungen zu gewinnen und um die Qualität ihrer Leistungserbringung gegenüber dem Endkunden zu verbessern. Insbesondere durch ihre Investitionen in die Delivery-Infrastruktur von CDNs machen sie sich wesentlich stärker unabhängig von den Netzinvestitionsentscheidungen der ISPs. In unserer Einschätzung sind On-Net CDNs Ausdruck einer effizienten Gesamtoptimierung der Hosting-, Transport-, Content Delivery- und Zugangsnetzinfrastruktur. Der Netzzugang, den der ISP bereitstellt, verbleibt als letztes Bottleneck, über das CAPs keine Kontrolle haben. Es sind aber keine Entwicklungen erkennbar, dass sie auch in diese Wertschöpfungsebene integrieren. Nur von Google sind einige kleinere eigene Glasfaserpilotprojekte in den USA bekannt.
23. CAPs betreiben eine offene Peering Policy, verlangen selbst keine Entgelte für Peering und zahlen nach eigenen Aussagen selbst nur in Ausnahmefällen.<sup>3</sup> Die Interaktion der Netze ist heute – jedenfalls durch einen großen Teil der Akteure – intensiv und kooperativ ausgestaltet, sodass vor allem angesichts der dynamischen CDN-Entwicklung die Frage der Zahlung von Netzentgelten relativ an Bedeutung verloren zu haben scheint. Es bleibt abzuwarten, wie intensiv aktuelle Policy-Initiativen zur Frage der Zahlung von Netzentgelten an ISPs durch die CAPs weiterverfolgt werden.
24. Im CDN-Markt haben sich in den letzten Jahren wesentliche Verschiebungen ergeben. Alle großen CAPs betreiben heute eigene CDNs und stützen sich kaum noch auf das Angebot spezialisierter CDN-Anbieter ab. Netflix' CDN Open Connect liefert sogar (annähernd) 100% des Verkehrs und der Inhalte von Netflix. Die Integration der CDN-Funktion und die volle Kontrolle über das eigene CDN hat für die großen CAPs offenbar die Resilience-Vorteile einer Multi-Vendor Strategie dominiert. Spiegelbildlich bedeutet diese Tendenz zu Inhouse-CDNs auch, dass sich das CDN-Geschäft spezialisierter CDN-Anbieter weniger stark entwickelt hat als der CDN-Verkehr insgesamt. Ohne dass dies im letzten transparent ist, gibt es deutliche Hinweise darauf, dass die Internetzugangsanbieter und Carrier kein erfolgreiches eigenes CDN-Geschäft haben entwickeln können. Demgegenüber haben einige der großen CAPs auch ein eigenes (erfolgreiches) kommerzielles CDN-Geschäft entwickelt.

---

<sup>2</sup> Wikipedia: Ein autonomes System ist dann ein System, das sich anderen autonomen Systemen so präsentiert, als hätte es nur einen einzigen inneren Routing-Plan, um ein beständiges Bild davon abzugeben, welche Ziele (z. B. andere Netzwerke) durch dieses System erreicht werden können.

<sup>3</sup> Es gibt keine einheitliche Definition; eine offene Policy bedeutet in der Regel, dass jeder peeren kann, bei einer selektiven Policy gibt es (meistens öffentliche) Kriterien, die zu erfüllen sind. Parteien mit einer restriktiven Policy nehmen nur wenige Peering Parteien an.

25. Die IXP-Betreiber haben als Austauschknotten für IP-Verkehr relativ an Bedeutung verloren. Stattdessen übernehmen sie für die großen Akteure (CAPs, ISPs) immer mehr die Rolle eines Back-up oder Resilience-Betreibers. Sie decken Verkehrs-Peaks ab, übernehmen überraschende Verkehrslast und übernehmen Verkehr beim Ausfall privater Peeringverbindungen. Die IXPs stellen sich auf die Markttrends und -veränderungen durch folgende strategische Anpassungen ein:
- Auf- und Ausbau eigener regionaler/lokaler Knoten,
  - Gewinnung neuer Kunden durch Direktanschaltung großer Unternehmen,
  - Entwicklung eines eigenen Cloud-Geschäfts,
  - stärkere Internationalisierung des eigenen Geschäfts.

### **Einflussfaktoren der Marktentwicklung**

26. Die für Peering und Transit bedeutsamsten technologischen Veränderungen stehen im Zusammenhang mit den CDNs. Ihre dezentrale Lokation und ihre Leistungsfähigkeit haben die Struktur des Internetverkehrs nachhaltig verändert. Hier sind weitere Entwicklungsfortschritte auf Basis künstlicher Intelligenz absehbar, die die Nutzung von CDNs noch attraktiver werden lassen. CAPs arbeiten auch mit Telcos und Equipment-Herstellern bei der Weiterentwicklung von Netztechnologien zusammen, z.B. bei SDN-Vermittlungsplattformen.
27. Der massive Auf- und Ausbau eigener Backbone- und Delivery-Infrastrukturen durch die CAPs hat die weltweite Gesamtarchitektur des Internets und die Struktur der IP-Interconnection nachhaltig verändert. Die Architektur ist vermaschter geworden und weniger hierarchisch. Die Tier1-Betreiber werden dadurch immer mehr zu Resilience- und Back-up-Anbietern.
28. Für die Kosten wesentlicher Elemente der Hosting-Transport- und Delivery-Infrastruktur des Internets gilt nach wie vor Moore's Law. Mit jeder neuen Generation von Equipment sinken die Kosten pro Einheit erheblich. Weiterhin werden die relevanten Produktlebenszyklen immer kürzer. Diese Dynamik generiert weiter zunehmende Skalenerträge. Dies schafft Wettbewerbsnachteile für kleinere ISPs/CAPs.
29. Das nachhaltige Wachstum des Internetverkehrs prägt weiter die Dynamik der Architektur des Internets. Bei den Diensten geht der größte Einfluss von den weiter überproportional wachsenden Videostreaming- und Cloud-Diensten aus. Dabei war die Architektur des Internets elastisch genug, um die plötzlichen Pandemie bedingten Verkehrssteigerungen ohne erkennbare größere Störungen zu bewältigen.

30. An den gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für die IP-Interconnection hat sich in den letzten Jahren relativ wenig geändert (mit Ausnahme Südkorea). Bis auf Südkorea ist der Markt für Interconnection in allen Ländern unreguliert, d.h. in Bezug auf die Bedingungen der Interconnection. Es hat allerdings in einigen wenigen Fällen Streitfälle zwischen Marktbeteiligten und hierbei teilweise Interventionen von NRAs in dieses Primat der privatautonomen Verhandlungen der Marktakteure gegeben. Indirekt besteht auch ein Zusammenhang zwischen den seit 2015 in der EU geltenden Regeln zur Netzneutralität und der Wholesale-Sphäre, denn eine Unterbrechung von Interconnection auf der Wholesale-Ebene kann auch dazu führen, dass Endnutzer nicht alle Destinationen des Internets erreichen, mit nachhaltigen Implikationen für die Netzneutralität.
31. In zwei Fusionskontrollentscheidungen hat die EU Kommission durch entsprechende Auflagen deutlich gemacht, dass sie (potentiellem) Missbrauch bei Peering und Transit entgegentritt, der sich aus einem integrierten Geschäftsmodell von ISP- und Inhaltegeschäft ergibt.

### **Streitfälle zu IP-Interconnection**

32. Es gab in Europa im Untersuchungszeitraum nur wenige Fälle einer unmittelbaren regulatorischen Intervention in die Peering- und Transit-Märkte. Dies wird auch durch die IRG-Befragung bestätigt. Der bekannteste Fall ist die langwierige Peering-Auseinandersetzung zwischen dem Backbone ISP Init7 und dem Telco Incumbent Swisscom in der Schweiz. Dies mag auch auf die fehlende Transparenz von Interconnection-Auseinandersetzungen zurückzuführen sein.
33. In dem Init7/Swisscom-Fall wurde im April 2020 höchstrichterlich die Sichtweise der Schweizer Wettbewerbsbehörde bestätigt, dass Swisscom zu Lasten von Init7 seine marktbeherrschende Position beim Peering ausgenutzt habe. Weiterhin stellte das Bundesverwaltungsgericht fest, dass IP-Transit kein Substitut zu Peering sei und eine Verkehrsasymmetrie kein Preiskriterium für Peering sein könne. Es ist jetzt an der Regulierungsbehörde kostenorientierte Preise für Peering festzulegen.
34. Ein spektakulärer Fall von Turbulenzen im Internetverkehr ereignete sich durch eine Re-Routing-Entscheidung von T-Mobile NL. T-Mobile zog sich im Oktober 2019 vom IXP AMS-IX zurück und routete den gesamten Verkehr über Deutschland. Dadurch waren viele kleine Online-Anbieter, aber auch Städte und Gemeinden vom Verkehrsaustausch abgeschnitten. Anders als die großen CAPs konnten sie nicht auf Peering-Verträge ausweichen. Nach heftigen öffentlichen Reaktionen stellte T-Mobile den alten Zustand wieder her.



## Wie hat sich das relative Machtgefügt der Akteure verändert?

35. Das Verhältnis von CDNs zu ISPs hat sich in den letzten Jahren signifikant verändert. Dies gilt sowohl für vertikal integrierte Inhouse-CDNs der großen CAPs als auch für die kommerziellen CDNs. Während CDNs vor 10 Jahren ihren Verkehr mit ISPs über Netzgrenzen (Peering oder Transit) austauschten, überwiegt inzwischen der On-Net-Austausch, bei dem die Cache-Server der CDNs unmittelbar im Netz der ISPs kolloziert sind. Nur wenige ISPs lassen den On-Net-Datenaustausch nicht zu und tauschen den Verkehr weiter über Netzgrenzen und POIs aus. Allerdings bieten die CAPs On-Net Caching nur bei einem Mindestvolumen des Datenaustausches mit einem ISP an. Insofern hat sich das Interconnection-Profil zwischen CDNs und ISPs völlig verändert. Neben Qualitätsgewinnen, gibt es Effizienzgewinne von On-Net Caching (weniger Datenverkehr). Diese treffen sowohl für CAPs/CDNs (weniger Verkehr im Backhaul) als auch für ISPs (weniger Verkehr im Kernnetz) zu.
36. CAPs haben sich vor 10 Jahren noch im großen Stil der Dienste von (reinen) CDNs bedient. Dies hat sich grundlegend insofern gewandelt, als die großen CAPs alle die Wertschöpfungsstufe der CDNs integriert haben, das heißt, sie betreiben für die Abwicklung ihres Verkehrs alle ein eigenes und auf ihre jeweiligen Bedürfnisse optimiertes CDN. Insofern hat sich die Kundenstruktur und daher auch das transportierte Datenvolumen von reinen CDNs geändert. Gleichzeitig haben einige CAPs ein eigenes Geschäft im Bereich der CDN und Cloud-Dienste aufgebaut. Insofern hat sich die Wertschöpfung auch hier in Richtung der CAPs verschoben.
37. Die Investitionen der CAPs in eigene Backbones und in dezentral lokalisierte (On-Net-) CDNs hat die klassische zweiseitige Marktbeziehung im Verhältnis von ISPs und CAPs für große Teile des Marktes nachhaltig verändert. Die Netze der ISPs sind nicht mehr die unilaterale Plattform, über die die CAPs ihre inhaltsbasierten Dienste an den Endnutzer bringen. Die CAPs verfügen inzwischen für wesentliche Elemente der Transportwertschöpfungskette über eigene (Netz-) Plattformen. Im On-Net CDN-Modell werden (Teile) der Netzplattform kooperativ geplant und erbracht. Trotzdem bleiben ISPs verantwortlich für die Endnutzerqualität inklusive dem Management der Cache Server von CAPs in ihren Netzen. Die signifikanten Investitionen der CAPs in eine eigene Netzinfrastruktur hat zwar nichts am Zugangsmonopol der ISPs für ihre Endnutzer geändert, aber die CAPs haben so die Endnutzerqualität ihrer Dienste steigern können. Man kann diese Verschiebung interpretieren als eine Verschiebung von Wertschöpfung von den ISPs zu den CAPs. Gleichzeitig ist dadurch aber auch die Beziehung von CAPs und ISPs kooperativer geworden. Sie entscheiden jetzt stärker gemeinsam über die Qualität der Leistungserbringung. Für große ISPs, die kein On-Net Caching zulassen, hat sich dagegen wenig am klassischen Modell des zweiseitigen Marktes geändert.

38. Besonders dynamisch hat sich in den letzten fünf Jahren das Cloud-Geschäft entwickelt. Die großen Cloud-Provider bieten Cloud-Services nicht nur Geschäftskunden, sondern auch großen CAPs wie Netflix, Apple und Spotify an. Sie sind für wesentliche Teile des IP-Verkehrs verantwortlich. Sie stützen sich weitgehend auf eigene Backbones ab und fragen nur begrenzt Transitleistungen von Backbone-ISP nach. Das Angebot von Cloud Leistungen durch Cloud Provider für Geschäftskunden steht in unmittelbarem Wettbewerb zu Cloud Leistungen der ISPs. Der Public-Cloud-Markt wird von Amazon, Google, IBM und Microsoft dominiert.
39. Die großen Cloud-Provider haben den Backbone-ISP ein Stück weit den Rang als das Rückgrat des Internets abgelaufen. Sie haben über ihre vernetzte Infrastruktur wesentlich zur Vermaschung und flacheren Hierarchie des Internets beigetragen. Sie können mit ihren eigenen Netzen die Tier 1-ISP wesentlich umgehen und sind von diesen im hohen Maße unabhängig. Diese zunehmende Interkonnektivität weniger großer Netze hat zum Rückgang der Transiterlöse der Tier 1-Betreiber beigetragen. Die großen Cloud-Provider haben von den Backbone-Betreibern die Rolle als zentrale Verkehrsträger des Internets übernommen.



## Einleitung

### Ziel und Scope der Studie

Das Internet wurde ursprünglich als dezentrales Netzwerk konzipiert, welches durch seine Struktur gegen Störungen und Ausfälle resistent ist. Aufgrund der vermaschten Topologie können Datenpakete durch das Netzwerk über unterschiedliche Routen zum Ziel gelangen. Die einzelnen Netzwerkkomponenten (z.B. Router, Switches) sind dabei darauf ausgelegt, möglichst autonom zu agieren, Datenpakete der Reihe nach abzuarbeiten und zum performantesten nachgelagerten Netzwerkknoten weiter in Richtung Ziel zu befördern.

Die Qualität einer Datenübertragung im Internet ist daher durch die Kapazität an Netzübergabe- und Knotenpunkten maßgeblich beeinflusst. Je weniger Übergabepunkte und Kapazität zwischen Netzwerkabschnitten bestehen, desto weniger mögliche Routen zwischen Quelle und Senke bestehen für einen Datenstrom. Insbesondere in Zeiten weiter steigender Übertragungsvolumina steigt in diesem Fall zunächst die Anfälligkeit einer Datenübertragung durch mögliche Kapazitätsengpässe zu Stoßzeiten oder bei Ausfällen. Dem stehen aber geringere Ausfallrisiken durch eine stärkere Vermaschung des Internets gegenüber.

Die Verbindung zwischen Netzen (Autonome Systeme) unterschiedlicher Betreiber erfolgt sowohl durch Peering-Vereinbarung als auch über Transit-Verbindungen. Kommerzielle Transitanbieter bieten ihren Kunden Zugriff auf bzw. Erreichbarkeit für das gesamte Internet. Im Gegensatz dazu wird durch Peering nur wechselseitiger Datenaustausch zwischen den Netzen der beteiligten Parteien (und deren dort jeweils angeschlossenen Kunden) gewährt. Um Transitkosten zu vermeiden und/oder die Qualität der Netzzusammenschaltung (Interconnection) durch Peering zu erhöhen, können sich Netzbetreiber sowohl an öffentlichen Internetknotenpunkten, aber auch direkt untereinander zusammenschalten (peeren). Eine bilaterale „Settlement-Free“/„Bill-and-keep“ Peering-Vereinbarung basiert üblicherweise auf der Voraussetzung, dass das Verkehrsvolumen zwischen ein- und ausgehendem Datenverkehr zwischen den beiden Partnern ausgewogen ist und für den Verkehrsaustausch daher kein Entgelt fließt.

Mit der Beliebtheit von „Over-the-top“-Diensten im Audio- und Videostreamingbereich erzeugen insbesondere Endkunden einen immer asymmetrischeren Datenfluss zwischen den Netzen ihrer ISP und deren Interconnection-Partnern, welche diese Inhalte vornehmlich durchleiten. Zu den populären Inhalte- und Diensteanbietern (CAPs) gehören insbesondere Netflix, Google und Facebook, welche einen Großteil des Datenverkehrs zu Endkunden ausmachen.

Die steigende Asymmetrie kann dazu führen, dass die Voraussetzungen für Settlement-Free Peering auch bei wirtschaftlich gleichgewichtigen Partnern immer seltener erfüllt sind. Sogenanntes „Paid-Peering“ hat sich mittlerweile am Markt als Option etabliert,

um Asymmetrien in den wirtschaftlichen Vereinbarungen zwischen Netzwerkbetreibern abzubilden. Im Fall von Paid Peering werden die Kosten für das Peering vornehmlich dem Partner auferlegt, welcher mehr in das Netz seines Interconnection-Partners einspeist als ihm selbst zugeleitet wird. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, für das direkte Peering eine monetäre Kompensation zu verlangen, die über den Kosten der eigentlichen Interconnection (Zuleitung, Server, Switches, Miete, Strom etc.) liegt. Dies kann darin begründet sein, dass die Verbindung durch die direkte Zusammenschaltung ein höheres Qualitätsniveau (Jitter, Delay, Packet-Loss) erreicht, als dies über einen in der betreffenden Region verfügbaren Transitprovider möglich wäre. Zudem führt direktes Peering zu einer Reduktion der Transitkosten für beide Anbieter, da nur noch der residuale Datenverkehr, welcher nicht über Peering abgewickelt werden kann, über einen Transitprovider geleitet werden muss. Außerdem kann die unmittelbare Zusammenschaltung mit hoher Qualität die Einbindung eines vom CAP unabhängigen Content Distribution Networks (CDN) weniger relevant oder sogar überflüssig machen. Je größer ein CAP ist, desto eher integriert er sich daher entlang der Wertschöpfungskette. So etablieren CAPs ihre eigenen Hosting-Kapazitäten, entwickeln eigene Netzinfrastruktur oder betreiben selber ein CDN.

CDN-Betreiber speichern als Intermediäre populäre Inhalte von CAPs in geografisch verteilten Serverarchitekturen und minimieren so die Distanz zwischen Endkunden und dem Speicherort der Inhalte. Damit reduziert sich ebenfalls die bei der Datenübertragung zum Endkunden relevante Übertragungsstrecke, womit eine Vielzahl von (potentiell ausgelasteten) Knotenpunkten und Übertragungswegen vermieden und die Übertragungsqualität erhöht werden kann.

In diesem Spannungsfeld identifizierte der letzte BEREC Report zu IP-Interconnection von 2017 im Vergleich zu der Vorgängerstudie von 2012 folgende Trends in der Branche:

- Die übertragenen Datenvolumina haben, getrieben durch die Beliebtheit von OTT-Angeboten aus dem Streamingsegment, weiter zugenommen.
- Der Markt setzt immer stärker auf die Nutzung von CDNs, die Zusammenschaltung an Internetknotenpunkten und direkte Interconnection.
- Die Preise für Transit und CDN-Dienstleistungen sind im gleichen Zeitraum weiter gefallen.
- Die relative Relevanz von Transit im Gegensatz zu den anderen verfügbaren Optionen hat daher abgenommen.
- Im Gegensatz dazu hat Paid Peering im Beobachtungszeitraum deutlich an Bedeutung zugenommen.

Diese Entwicklungen führen dazu, dass die ehemals dezentrale Struktur des Internets zunehmend durch wenige bilaterale Beziehungen auf der Netzwerkebene und zentrale Intermediäre (insb. CDN-Dienste) auf den darüber liegenden logischen Netzwerkschich-

ten geprägt sind. Da sich jedoch die weltweit größten Websites und Dienste um einige wenige große Infrastrukturanbieter gruppieren, können kommerzielle Dispute zwischen Interconnection-Partnern und Ausfälle von CDN-Infrastrukturen weitreichende Auswirkungen für die Erreichbarkeit und erfahrene Qualität von Internetangeboten für Konsumenten haben.

Vor dieser Ausgangslage hat die Bundesnetzagentur die vorliegende Studie beauftragt. In dieser Studie sollen zunächst die Prognosen und ökonomischen Schlussfolgerungen der BEREC Studie zur IP-Zusammenschaltung (2017)<sup>4</sup> aufgegriffen, validiert und um weitere Untersuchungsgegenstände, insbesondere um Aspekte der Digitalen Souveränität ergänzt werden. Insbesondere sollen die Markt- und Wettbewerbstrends in diesem Markt in den letzten fünf Jahren näher aufgearbeitet werden und auch die sich abzeichnenden Trends der nächsten Jahre identifiziert werden.

## **Forschungsansatz**

Neben der Auswertung einer Reihe von Studien, die das WIK mit direktem und indirektem Bezug zum Thema durchgeführt hat, liegen dieser Studie folgende Forschungsaktivitäten zugrunde:

- Literaturlauswertung,
- Interviews mit ausgewählten Stakeholdern,
- Gezielte Auswertung von Teilen der PeeringDB-Datenbank,
- Online-Befragung europäischer NRAs über die Plattform der Independent Regulators' Group,
- Interviews mit ausgewählten NRAs.

In unsere Desk-Research und Literaturlauswertung haben wir einschlägige öffentlich zugängliche Berichte, Studien, Veröffentlichungen von Behörden und Institutionen sowie wissenschaftliche Veröffentlichungen einbezogen, soweit sie nach 2017 erschienen sind. Insgesamt haben wir mehr als 100 Dokumente ausgewertet.

Um unsere vorläufigen Einschätzungen zu validieren, um vertiefende Hinweise in einem insgesamt informellen und intransparenten Umfeld und Einschätzungen und Bewertungen für das Marktgeschehen wichtiger Akteure zu gewinnen, haben wir Interviews mit Vertretern ausgewählter Stakeholder geführt. Dabei wurden Interviews mit Facebook, Google, Netflix, Init7, Deutsche Telekom und DE-CIX geführt. In den Interviews haben uns Experten aus jeweils unterschiedlichen Unternehmensbereichen zur Verfügung gestanden. Immer waren Experten dabei, die für die Unternehmensnetze und die Inter-

---

<sup>4</sup> BEREC (2017).

connection mit anderen Netzen verantwortlich waren. Zum Teil wurden uns von den Interviewpartnern weitergehende schriftliche Dokumente zur Verfügung gestellt.

Nur selektiv haben wir Daten der komplexen PeeringDB ausgewertet. Unser besonderer Auswertungsfokus lag hierbei auf dem Peering und der Peering Policy für den deutschen Markt.

Um ein breites europäisches Spektrum zur IP-Verkehrsentwicklung, zu den Preistrends, vor allem aber über IP-Interconnection-Disputes und die Beteiligung von Regulierungsbehörden zu gewinnen, haben wir eine Online-Befragung (mit insgesamt 45 Fragen) unter allen Mitgliedern der IRG durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Befragung sind im Anhang zu dieser Studie dargestellt und ansonsten unmittelbar in die Studie eingeflossen.

Zur Vertiefung ausgewählter Aspekte der Stellungnahmen einzelner IRG Mitglieder haben wir im Nachgang zur Online-Befragung vertiefende Interviews mit der niederländischen Regulierungs- und Wettbewerbsbehörde ACM und der finnischen Behörde Traficom geführt.

## **Aufbau der Studie**

In den ersten beiden Kapiteln steht die Entwicklung der Marktverhältnisse im Vordergrund. Im Kapitel 1 zeichnen wir die Entwicklung des Verkehrs in den Dimensionen Wachstum, Dienste, Symmetrie, Konzentration, Peering vs. Transit, Regionalisierung sowie über bestimmte Anbietergruppen nach.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Zeitraum ab 2020 durch das COVID-19 Pandemiegeschehen maßgeblich beeinflusst wurde. Dies bedeutet, dass durch wiederkehrende Phasen von Lockdowns, Verpflichtungen zu Home-Office und allgemeine Kontaktbeschränkungen das Verbraucherverhalten bei der Internetnutzung maßgeblich beeinflusst wurde. Dies impliziert, dass jüngere Entwicklungen im Verbraucherverhalten nicht notwendigerweise als Trend, sondern vielmehr als exogener Schock zu betrachten sind. Bei einer Extrapolation basierend auf historischen Daten der jüngeren Vergangenheit ist es daher fraglich, ob die Jahre 2020/21 einen zuverlässigen Blick in die weitere Entwicklung der Interconnection-Märkte ermöglichen. Auch wenn davon auszugehen ist, dass Telearbeit und Videostreaming im Vergleich zu der Phase vor der Pandemie auf einem vergleichsweise hohen Niveau verbleiben werden, ist hier in absehbarer Zeit zunächst mit einem rückläufigen Trend zu rechnen.

Im Kapitel 2 widmen wir uns den Preisen und den Preistrends für die verschiedenen Formen der IP-Interconnection. Hier gehen wir auch auf aktuelle Entwicklungen bei Preis- und Abrechnungsprinzipien ein.

In Kapitel 3 gehen wir der Marktposition wichtiger Akteursgruppen und ihren Determinanten nach. Wir beleuchten ihre Beweggründe, in eigene Infrastrukturen zu investieren und zwischen den verschiedenen Formen der Interconnection zu wählen. Im Rahmen eines Stakeholder-Ansatzes werden die Abhängigkeiten untereinander und Zahlungsströme zwischen den am Verkehrsaustausch beteiligten Akteursgruppen und ihre strategischen Entwicklungen beleuchtet.

In Kapitel 4 arbeiten wir die zentralen Einflussfaktoren der Marktentwicklung heraus. Welche Faktoren treiben die festgestellten Entwicklungen auf den Peering- und Transitmärkten? Wir untersuchen den Beitrag technologischer Änderungen, von Veränderungen der Netzstrukturen, von Preisen und Kosten, von Verkehr und Diensten sowie von geänderten gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

In Kapitel 5 steht die Analyse der festgestellten Verschiebungen im relativen Machtgefüge der wesentlichen Akteursgruppen und Market Playern im Vordergrund. Hat sich die relative Marktmacht so verändert, dass sich das Marktgleichgewicht bei Transit und Peering geändert hat? Wir arbeiten auch kurz die vorliegenden und von uns erhobenen Erkenntnisse zu Disputes über IP-Interconnection auf.

In Kapitel 6 geben wir einen Überblick über die relevanten Dimensionen von digitaler Souveränität und erörtern die spezifischen Auswirkungen der beschriebenen Entwicklungen auf den IP-Peering- und Transitmärkten auf digitale Souveränität.



# 1 Entwicklungen und Trends im IP-Verkehr

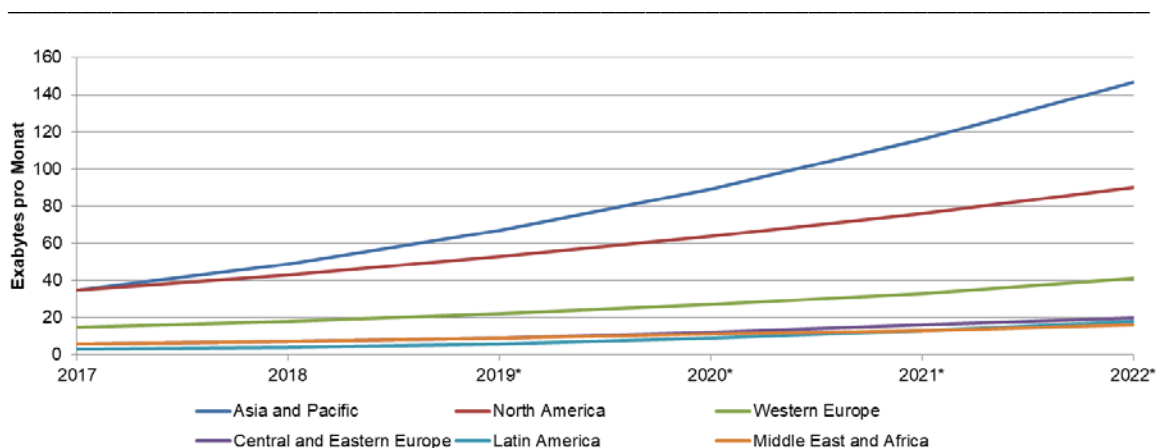
## 1.1 Verkehrswachstum

Im BEREC Report<sup>5</sup> 2017 wurde festgestellt, dass das (Festnetz-)Internet-Verkehrsvolumen seit 2012 weiter zugenommen hat, allerdings mit einer rückläufigen jährlichen Rate von etwa 20% für Westeuropa und 27% für Mittel- und Osteuropa (CAGR 2015-2020).

Aktuelleren Studien zufolge steigt der globale Datenverkehr über das Internet (Festnetz) weiter an. Cisco prognostiziert eine jährliche CAGR zwischen 2017 und 2022 von 27%. Ein besonders starker Anstieg wird in der Region Lateinamerika erwartet, mit einer jährlichen CAGR von fast 43% über die Jahre 2017-2022. Ebenso wird ein besonders starker Anstieg in der Region Asien und Pazifikraum erwartet, dort wird eine jährliche CAGR von 33% über die Jahre 2017 bis 2022 geschätzt. Der rückläufige Anstieg setzt sich in Europa nicht fort, die Wachstumsrate stagniert. Für den gleichen Zeitraum liegt der Anstieg des Verkehrsvolumens in der Region Westeuropa bei 22% (jährliche CAGR), in Mittel- und Osteuropa bei 27% (jährliche CAGR) (Abbildung 1–1).<sup>6</sup>

Somit setzt sich der im BEREC Report<sup>7</sup> 2017 festgestellte Trend des wachsenden Datenverkehrs global, mit aber nicht mehr sinkenden, sondern eher konstanten Wachstumsraten für Europa zunächst fort.

Abbildung 1–1: Datenvolumen des globalen IP-Verkehrs der Verbraucher von 2017 bis 2022, nach Region



Quelle: Cisco VNI 2018 (2019), <https://www.statista.com/statistics/267199/global-consumer-internet-traffic-by-region/>. \*Prognose.

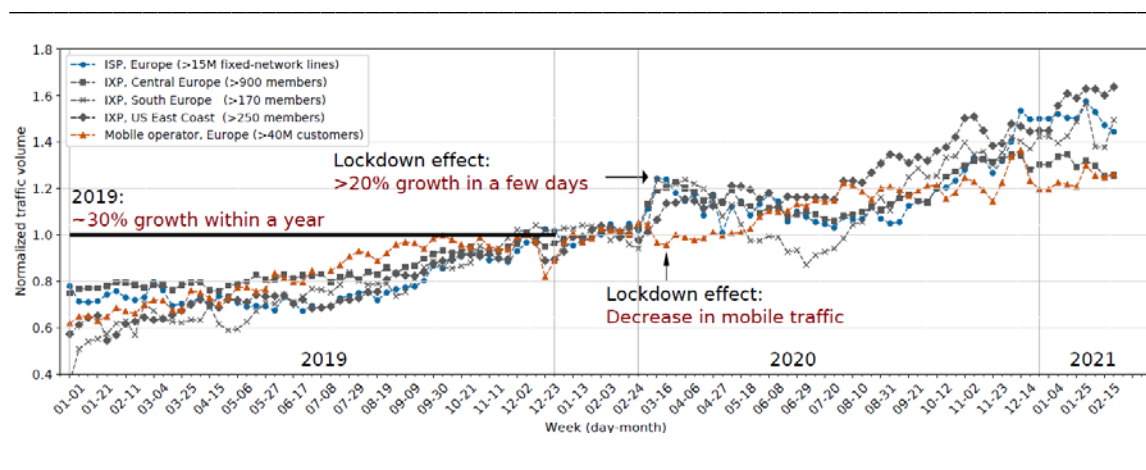
<sup>5</sup> BEREC (2017).

<sup>6</sup> Cisco (2019).

<sup>7</sup> BEREC (2017).

Dieser relativ stetige und stabile Wachstumstrend hat durch die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Implikationen der COVID-19-Pandemie einen exogenen Schock erfahren. Durch Einschränkungen des öffentlichen Lebens während der COVID-19-Pandemie kam es zu einem plötzlichen und unvorhersehbaren Wandel im Verhalten der Nutzer, der auch die Art und Weise verändert hat, wie Internetprodukte konsumiert und genutzt werden. Ein plötzlicher Anstieg des Datenverkehrs wird aus der Abbildung 1–2 ersichtlich, welche einen Lockdown-Effekt des Datenverkehrs von über 20% innerhalb weniger Tage darstellt. Dieser Effekt kann auch am DE-CIX in Frankfurt im Frühjahr 2020 in Abbildung 1–15 beobachtet werden. Eine gegenteilige Auswirkung ist beim dargestellten Mobilfunkbetreiber zu beobachten (Abbildung 1–2), dessen Verkehrsaufkommen in Folge der Lockdown-Maßnahmen sinkt.

Abbildung 1–2: Entwicklung des Datenvolumens vor und während der Corona-Pandemie anhand eines ISPs und ausgewählter IXPs



Quelle: Feldmann et al. (2021, S. 3).

Feldmann et al. (2021) beschreiben über den gestiegenen Datenverkehr hinaus sowohl eine Verschiebung des üblichen Verhaltens hin zu einer gleichmäßigeren Nutzung über den Tag wie auch eine Verschiebung der vorwiegend genutzten Dienste. Insbesondere letzteres hat einen Einfluss auf die Peering-Thematik, da mit gesteigener Relevanz von Videokommunikationsdiensten der Upload eine größere Relevanz erlangt hat.

Eine weitere Studie über die Auslastung der Facebook-Server aus dem Jahr 2020 zeigt, dass die Pandemie zuerst einen starken Anstieg des Verkehrsaufkommens verursachte, der jedoch nur auf einen kurzen Zeitraum beschränkt war. Auf diesen Anstieg folgte eine Phase mit erhöhtem, aber stabilem Verkehrsvolumen. Der anfängliche Verkehrsanstieg wies regionale Unterschiede auf, sowohl was den Zeitpunkt als auch was das Wachstum betrifft, Dies ist auf die unterschiedlichen Lockdown-Regime und -Zeitpunkte zurückzuführen.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Böttger et al. (2020), S. 1.

In der Befragung der IRG-Mitglieder berichten die weitaus meisten von einem Anstieg des IP-Verkehrs in ihrem Land (91%); 73% berichten sogar von einem starken Anstieg.

Die COVID-19-induzierte Steigerung des Internet-Verkehrs wird auch an den Verkehrszahlen für Frankreich deutlich. In seiner regelmäßigen Berichterstattung über die Entwicklung des Internets meldet ARCEP eine Steigerung des (Inbound-)Verkehrs von Ende 2019 auf Ende 2020 um 50,4%.<sup>9</sup> Im Jahr davor lag die Steigerungsrate noch bei 29%.<sup>10</sup>

Die Deutsche Telekom berichtet auch von hohen Wachstumsraten des IP-Verkehrs bis 2020 (von 2018 auf 2019 habe die Wachstumsrate in Deutschland etwa 20% betragen). Danach ist das Wachstum stabil, was erklärt wird mit einer inzwischen eingetretenen relativen Marktsättigung bei Streaming-Diensten. Der in Frankreich eingetretene Verkehrsschub durch COVID-19 lässt sich in Deutschland nach Beobachtungen der Deutsche Telekom so nicht beobachten. Zwar sei der Verkehr in Q4/2019 noch stark angestiegen; im März 2020 ging der Verkehr jedoch infolge der Breton-Initiative zur Reduzierung der Auflösung bei Videodiensten (von HD auf SD) wieder zurück. Die klassischen saisonalen Verkehrsmuster scheinen den COVID-19-Einfluss wieder zu dominieren.

## 1.2 Struktur des Verkehrs

### 1.2.1 Dienste, die das Verkehrswachstum treiben

Der BEREC Report von 2017 stellt fest, dass der zunehmende Datenverkehr weitgehend von Videostreaming-Diensten getrieben wurde; erwartet wurde für Westeuropa ein Anstieg dieses Anteils von 66% im Jahr 2015 auf voraussichtlich 83% im Jahr 2020. Außerdem wurde erwartet, dass der Internetverkehr über Mobil- und WiFi-Geräte an Bedeutung gewinnt und von 62% im Jahr 2015 auf 78% im Jahr 2020 ansteigt.<sup>11</sup>

Videostreaming nimmt in der Tat weiterhin einen erheblichen Teil des IP-Traffics ein. Ein Anteil von Videostreaming am gesamten IP-Traffic von 80% wurde jedoch nicht erreicht. Berechnungen von Sandvine<sup>12</sup> zufolge liegt der im Mai 2020 gemessene Anteil des globalen Videostreaming-Segmentes bei 57,64%, mit den globalen Datentraffic-Spitzenreitern YouTube (15,94%) und Netflix (11,42%) an erster und zweiter Stelle der Dienste, die global am meisten Traffic für sich beanspruchen. Hinzukommt, dass die meisten großen Video-Streaming-Dienste (einschließlich YouTube und Netflix) während der COVID-19-Pandemie ihre reguläre Streaming-Auflösung auf Standard-Definition (SD) umgestellt haben, um einer möglichen Überlastung der Netze entgegen zu

---

<sup>9</sup> ARCEP (2021), S. 41.

<sup>10</sup> ARCEP (2021), S. 33.

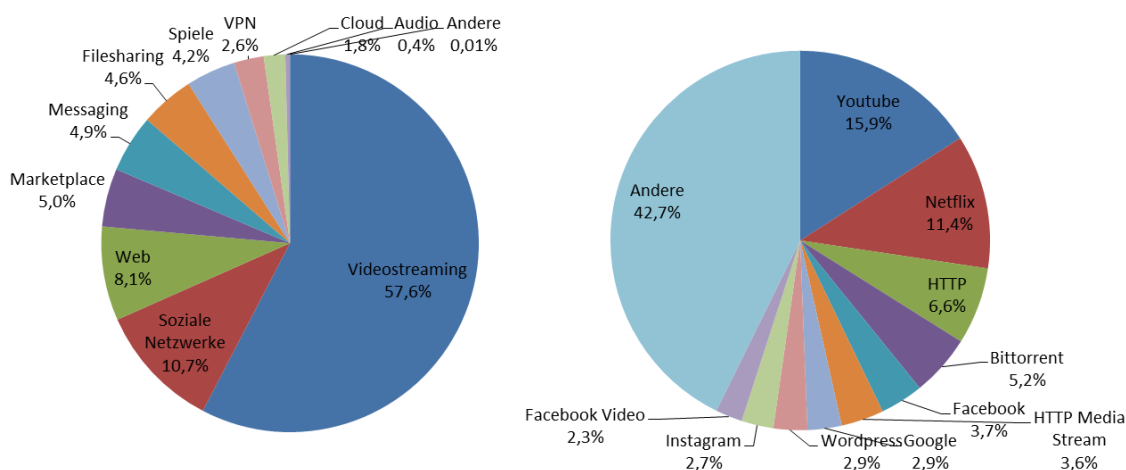
<sup>11</sup> BEREC (2017).

<sup>12</sup> Sandvine (2020), S. 6.

wirken, so dass diese Zahl für beide Streaming-Dienste höher gewesen wäre, wenn es diese Anpassung nicht gegeben hätte.<sup>13</sup> Die Segmente Video, Social Sharing (enthält neben Sozialen Medien z.B. auch in der Cloud gespeicherte Bilder und Videos) und Videospiele beanspruchen nach der Studie von Sandvine (2020) zusammen genommen ungefähr 80% des gesamten Datenverkehrs für sich.

Videospiele selbst nehmen nur den siebten Platz im globalen Ranking der Segmente ein, jedoch gab es in dieser Kategorie mit fast 48,11% den stärksten Anstieg im Vergleich zu 2019. Obwohl es sich bei dem anfänglichen Anstieg des Spieledatenverkehrs um Download-Verkehr handelte, nahm der interaktive Spielverkehr, einschließlich Cloud-Gaming-Diensten, wie GeForce Now und Stadia, während des Beobachtungszeitraums zwischen 2019 und Mai 2020 zu, getrieben vom veränderten Konsumentenverhalten zu Beginn der COVID-19 Pandemie.<sup>14</sup>

Abbildung 1–3: Zusammensetzung des globalen Datenverkehrs und Apps, Mai 2020



Quelle: Sandvine (2020), S. 6f. Die Daten des Global Internet Phenomena Report 2020 stammen von über 500 Festnetz-, Mobilfunk- und WiFi-Betreibern weltweit. Der Bericht enthält keine signifikanten Daten aus China oder Indien; die Daten repräsentieren jedoch 2,5 Milliarden Abonnenten und damit ein statistisch signifikantes Segment der Internetbevölkerung (Sandvine (2020), S. 1).

Vor YouTube, welches in der Vergangenheit der gemessen am Datenverkehr beliebteste Dienst im mobilen Internet war, hat sich während der COVID-19 Pandemie Netflix im Festnetz als Nummer Eins Dienst etabliert.

Die große Relevanz von steigenden Verkehrsvolumina für Videodienste zeigt sich auch im Bericht der ARCEP, welche einen Anteil von zusammen 50% des Verkehrs von französischen ISPs den Firmen Netflix, Google, Akamai und Facebook zuschreibt.<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Sandvine (2020), S. 7.

<sup>14</sup> Sandvine (2020), S. 6.

<sup>15</sup> ARCEP (2021), S. 45.

Diese Firmen sind entweder selber als CAP im Bereich Videodienste tätig (Netflix, Google mit Youtube, Facebook in Teilen mit Facebook- und Instagram-Videos) oder sind wie Akamai als CDN an der Verteilung von Videodiensten mittelbar beteiligt.

Der Anstieg im Videostreaming Segment wird durch die steigende Adaption von Videostreaming mit hoher Auflösung und eine steigende Anzahl an hochauflösenden TV-Geräten getrieben. Im Vergleich zu Videos in Standard-Auflösung (SD), welche ungefähr 2 Mbit/s an Datenrate beanspruchen, benötigen hochauflösende Videoinhalte (HD) 5 bis 7,2 Mbit/s und ultrahochauflösende Videoinhalte (UHD) 15 bis 18 Mbit/s, was einer Verneunfachung gegenüber SD entspricht.<sup>16</sup> Dies ist vergleichbar mit den Angaben seitens Netflix, die für ihre Dienste 3 Mbit/s (SD), 5 Mbit/s (HD) und 25 Mbit/s (UHD) als Empfehlung für Verbindungsgeschwindigkeiten angeben.<sup>17</sup> Gleichzeitig geht Cisco von einer jährlichen CAGR zwischen den Jahren 2018 und 2023 von 27% bei hochauflösenden 4K TV-Geräten aus, was den Anstieg des zukünftigen Verkehrsvolumens weiter treiben dürfte (s. Abbildung 1–6).

Auch das regelmäßige Monitoring der Nutzung von OTT-Diensten durch das WIK zeigt die stetige Zunahme der internetbasierten Videonutzung.<sup>18</sup> In 2020 nutzten 45% der Befragten in mindestens 61% der Zeit internetbasierte Videodienste und nur 22% nutzten allein die traditionelle Wiedergabe von Video. Abbildung 1–5 zeigt die Entwicklung der Nutzung audiovisueller Dienste nach Anbieter im Zeitraum 2015 bis 2020. In diesem Zeitraum hat sich etwa die Nutzung von Netflix mehr als versechsfacht.

Videostreaming als wesentlicher Treiber wird auch durch die IRG-Befragung für diese Studie bestätigt. Für 73% war dieser Dienst der wichtigste Treiber für das Verkehrswachstum (s. Abbildung 1–4). Mit deutlichem Abstand folgen Cloud-Dienste und das Kundenwachstum.

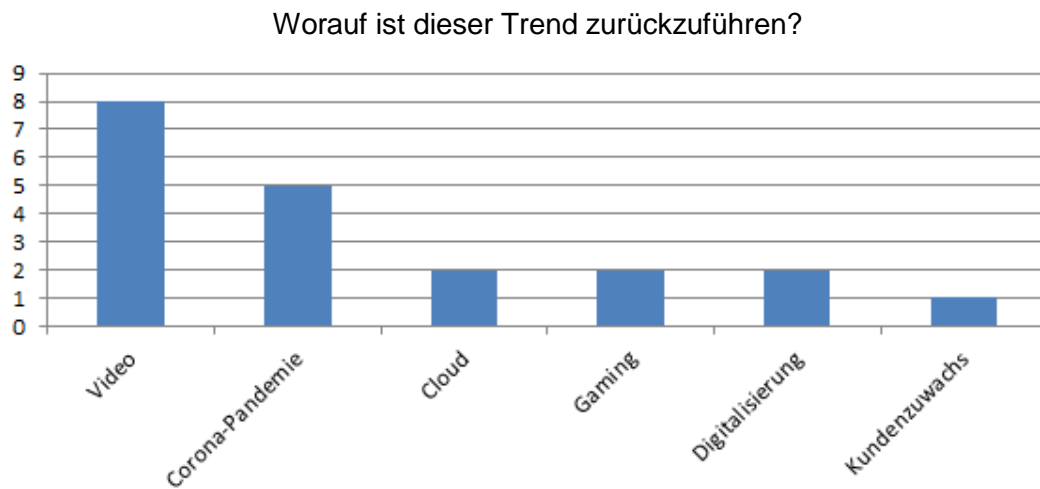
---

<sup>16</sup> Cisco (2020), siehe auch Abbildung 1-6.

<sup>17</sup> <https://help.netflix.com/de/node/306>.

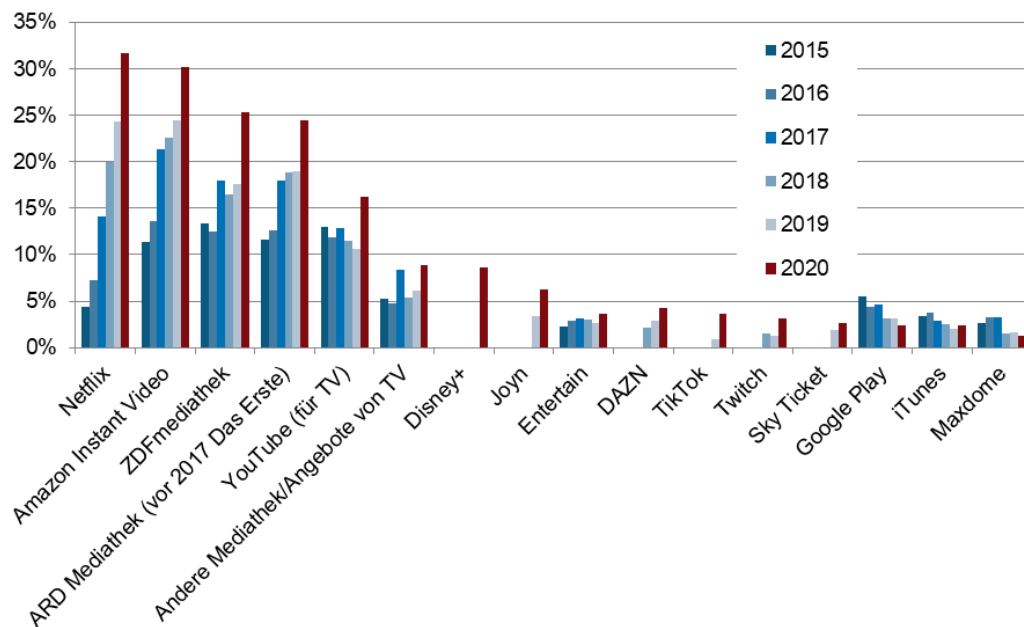
<sup>18</sup> Daten basieren auf einer jährlichen WIK-Befragung im Zeitraum 2015 bis 2020.

Abbildung 1–4: Treiber des Verkehrswachstums



Quelle: WIK-IRG-Online Befragung.

Abbildung 1–5: Nutzung audiovisueller Dienste nach Anbieter im Zeitraum 2015 bis 2020 (Anteil der Befragten, welche den Dienst im letzten Monat benutzt haben)

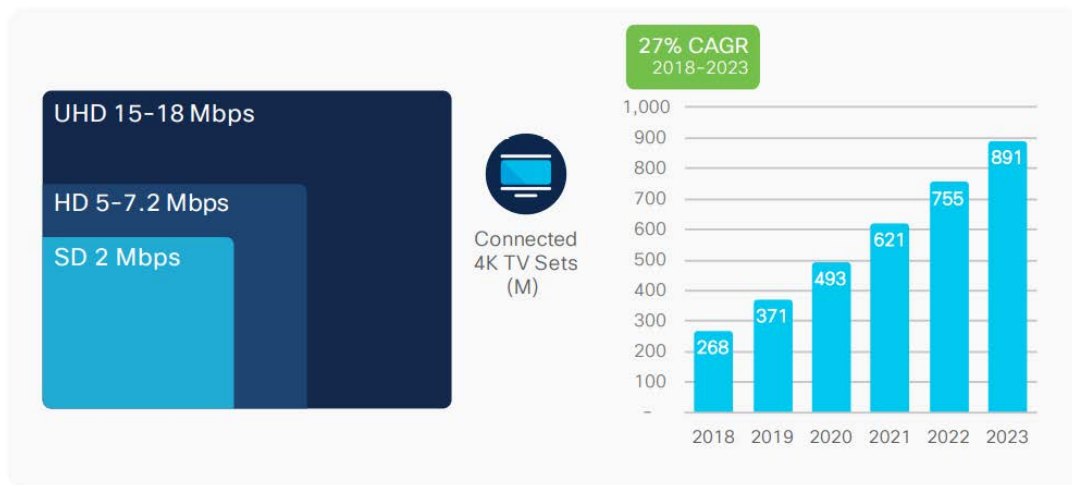


Quelle: Daten basieren auf einer jährlichen WIK-Befragung im Zeitraum 2015 bis 2020.

Gleichwohl ist ein Ende an innovativen Videoangeboten nicht in Sicht. Die nächste Generation von 360 Grad Videos mit 8K Auflösungen, 90 Bildern pro Sekunde und mehr, High Dynamic Range (HDR) Inhalten und Stereoskopie (räumlicher Eindruck von Tiefe) benötigen 50 bis 200 Mbit/s im Download. Darüber hinaus werden für sogenannte 6-DoF Videos, also Videos, in denen sich der Betrachter in sechs Freiheitsgraden bewegen kann, 200 bis 5000 Mbit/s benötigt.<sup>19</sup> Allerdings macht parallel dazu die Codec-Entwicklung weitere Fortschritte, so dass für eine höhere Auflösung relativ weniger Bandbreite benötigt wird. Effiziente Formate zur Speicherung von Videoinhalten (Codecs) ermöglichen es CAPs, ihre Videoinhalte bei gleicher Auflösung ohne nennenswerten Qualitätsverlust durch Kompression in immer kleineren Dateien zu speichern, was sich als Effekt wiederum auf die übertragenen Datenvolumina überträgt.

Fernkonnektivität und –interaktion durch holografische Kommunikation oder virtuelle Realität (vgl. Metas [ehem. Facebook] Metaverse-Pläne), zusammen mit allen menschlichen sensorischen Eingabeinformationen („Internet of Senses“), werden die Datenraten weiter vorantreiben. Mehrere Kameras zum Filmen aus verschiedenen Ansichten für holografische Kommunikation erfordern Datenraten in der Größenordnung von Terabit(s) pro Sekunde.<sup>20</sup> Daher ist davon auszugehen, dass mit einer Verfügbarkeit dieser Technologien auf dem Massenmarkt die Nachfrage nach Bandbreiten weiter wachsen wird. Insofern gehen wir weiter von einem starken Wachstum der Verkehrsnachfrage durch Videostreaming aus.

Abbildung 1–6: Datenraten für SD, HD und UHD Auflösungen und globaler Anstieg der 4K TV Geräte



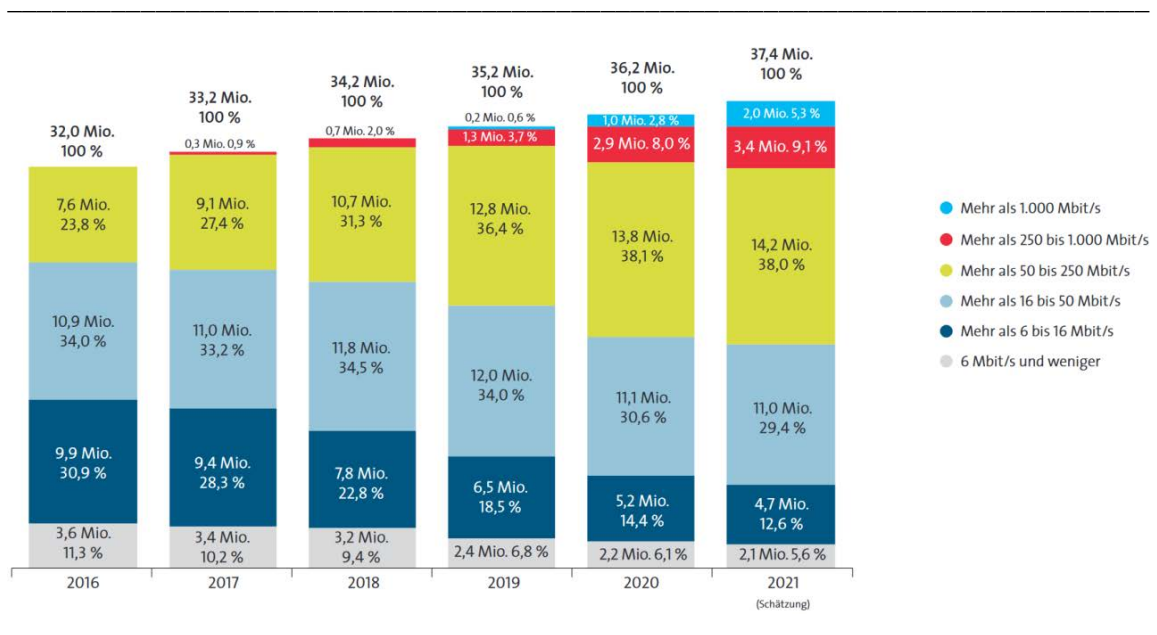
Quelle: Cisco (2020).

<sup>19</sup> Qualcomm (2018), S. 10.

<sup>20</sup> Calvanese Strinati et al. (2019), S. 3.

Das Wachstum des Verkehrs und die gestiegenen Anforderungen der Verbraucher zeigen sich dementsprechend auch in der Nachfrage nach Breitbandprodukten höherer Breitbandklassen. So stieg nach der Marktanalyse 2021 des VATM der Anteil der nachgefragten Breitbandprodukte mit Breitbandgeschwindigkeiten von 50 Mbit/s und mehr zwischen 2017 und 2021 von 28,3% auf 52,4%. Insbesondere der Anteil nachgefragter Gigabit-Produkte erfährt ein großes Wachstum.

Abbildung 1–7: Nachgefragte Breitbandprodukte nach Bandbreiteklassen von 2016 bis 2021



Quelle: Marktstudie 2021 des VATM und der DialogConsult (2021), S. 18.

### 1.2.2 Symmetrie/Asymmetrie des Verkehrs

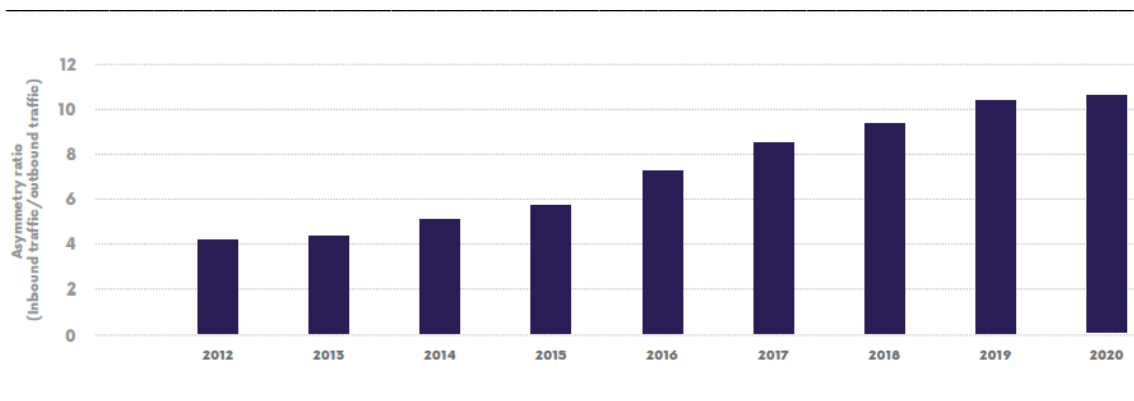
Das Verhalten und das Nutzungsprofil von Internetnutzern hat seit jeher zu asymmetrischen Verkehrsströmen geführt. Entsprechend diesem Nutzungsverhalten dominieren nach wie vor asymmetrische Zugangsprodukte den Markt. Nur ein geringer, wenn auch wachsender, Anteil der Breitbandkunden – i.d.R. Geschäftskunden – fragt heute symmetrische Zugangsprodukte nach. In diesem Zusammenhang berichtet die OECD (2020) in ihrer Marktübersicht, dass die Bedeutung weniger asymmetrischer Breitbandprodukte zunimmt.

Dieses Nachfrageverhalten hat seine Spiegelung in den aggregierten Verkehrsströmen. Es liegen jedoch nach wie vor nur wenige Untersuchungen und Quellen vor, die ein repräsentatives bzw. vollständiges Bild über das Ausmaß der Asymmetrie des Verkehrs generieren.



In Frankreich ist eine wachsende Asymmetrie von Up- und Download-Verkehr über die Jahre beobachtbar. Inbound versus Outbound Traffic stehen in Frankreich im zweiten Halbjahr 2020 ungefähr im Verhältnis 11 zu 1. Der Anteil an Inbound Traffic ist seit Beginn der Messungen in 2012 kontinuierlich von 1:4 auf 1:11 gestiegen (siehe Abbildung 1–8). Doch zeigt sich am aktuellen Rand eine andere Tendenz. Während der Outbound-Verkehr in Frankreich im ersten Halbjahr 2020 um 36% gestiegen ist, stieg der Inbound-Verkehr nur noch um 26%.<sup>21</sup>

Abbildung 1–8: Asymmetrie des Verkehrs zwischen Inbound und Outbound Traffic für die wichtigsten ISPs in Frankreich zwischen 2012 und 2020



Quelle: ARCEP (2021).

Ähnliche Größenordnungen über die Relation von Inbound und Outbound Traffic sind für einen nicht namentlich genannten europäischen ISP mit 15 Millionen Kunden beobachtbar. Der untere Teil der Abbildung 1–9 zeigt eine Asymmetrie mit einem Faktor von 9,8 vor der COVID-19-Pandemie. Zugleich zeigt sich der in Abschnitt 1.1 beschriebene Anstieg von ausgehendem Datenverkehr im Rahmen der COVID-19-Pandemie aufgrund der Nutzung von weniger asymmetrischen Diensten wie Videokonferenzen gegenüber den stark asymmetrischen Verkehrstreibern der Videostreaming-Dienste. Mit der Verlagerung von Bürotätigkeiten ins Home Office gewann diese Thematik insbesondere unter Peering-Gesichtspunkten an Bedeutung. Videokommunikation bedingt hier noch unmittelbarer eine niedrige Latenz, und führt zu einem weniger asymmetrischen Verhältnis von eingehendem und ausgehendem Verkehr. So fanden Feldmann et al.<sup>22</sup>, dass mit dem 300-prozentigem Anstieg der Nutzung von Videokommunikationsdiensten auch eine über den normalen Anstieg des Verkehrs hinausgehende Steigerung von 18% des ausgehenden Verkehrs einherging. In Folge dieser Steigerung sinkt auch der Inbound/Outbound-Faktor von 9,8 auf 9,0 im Zeitraum von Oktober 2019 bis Februar 2021. Diese Entwicklung als Folge der COVID-19-Pandemie steht im leichten Gegensatz zur bisherigen Beobachtung, dass Videostreaming-Dienste, als sehr

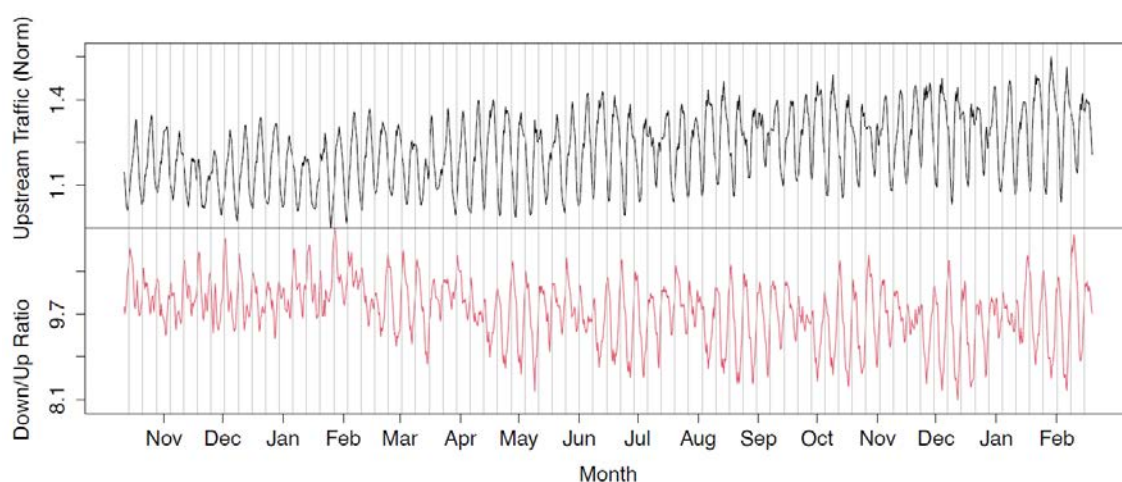
<sup>21</sup> ARCEP (2021), S. 42.

<sup>22</sup> Feldmann et al. (2021), S. 5.

asymmetrische Dienste, einen zunehmenden Anteil am globalen Verkehrsaufkommen auf sich vereinen. Es bleibt jedoch abzuwarten, welches Nutzungsverhalten und damit Verhältnis nach Beendigung der COVID-19-Pandemie zu erwarten ist.

Auch Google berichtet, dass die Asymmetrie des Verkehrs infolge der COVID-19-Pandemie etwas zurückgegangen ist. Dienste mit hohem Upload-Verkehr (z.B. Video-Conferencing) sind in dieser Zeit relativ stärker gewachsen als andere Dienste.

Abbildung 1–9: Entwicklung des Upload-Datenverkehrs im Vergleich zur ersten Januarwoche 2020 und das Down-Upload-Verhältnis jeweils von Oktober 2019 bis Februar 2021



Quelle: Feldmann et al. (2021), S. 5.

### 1.2.3 Konzentration des Verkehrs

Der Internetverkehr ist hinsichtlich seines Ursprungs/seiner Quelle relativ stark konzentriert. BEREC 2017 macht diesen Trend an der Zahl der Netze fest, auf die 50% des Verkehrs entfallen. In 2007 waren dies mehrere 1.000, in 2009 150 Netze und in 2013 35 Netze. Obwohl globale Daten für den zu erwartenden Fortgang der Verkehrskonzentration nur vereinzelt vorliegen, gibt es deutliche Hinweise für eine weitere Konzentrationszunahme.

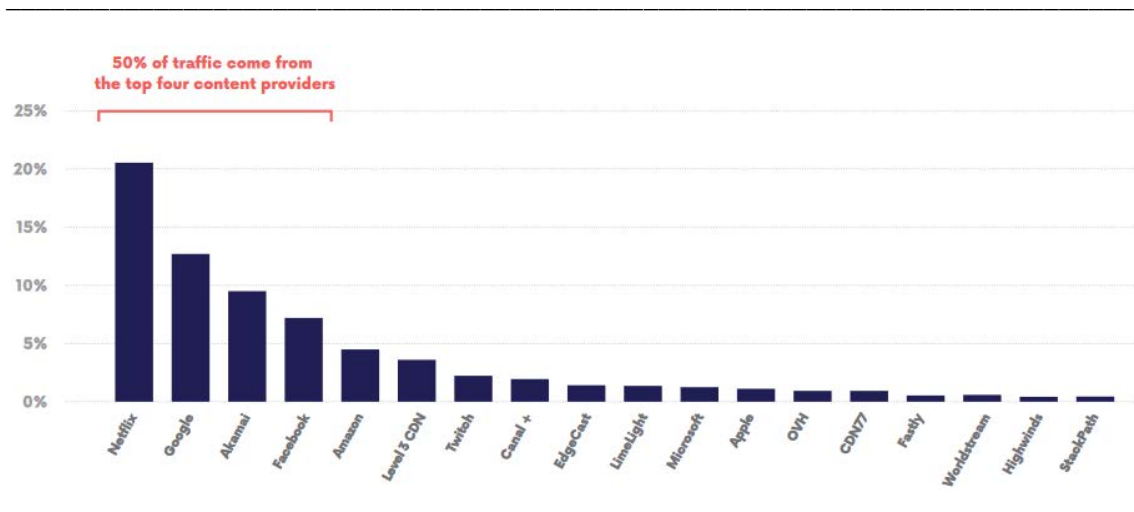
Schlinker et al. Berichten, dass in 2017 10 AS für 70% des Verkehrs verantwortlich waren. In 2007 waren für diesen Verkehrsanteil noch mehrere 1.000 AS verantwortlich.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Schlinker et al. (2017), S. 1.

Auch die Deutsche Telekom berichtet über eine starke Zunahme der Konzentration des Verkehrs auf wenige Player.<sup>24</sup> So macht der CDN-Verkehr inzwischen einen Anteil von 60-70% aus. Dieser entfällt ganz überwiegend auf Google (YouTube), Netflix und Amazon Prime. Zwar gibt es immer wieder neue relevante Player als Verkehrsquelle, wie in den letzten Jahren etwa Tik-Tok, doch nimmt die Konzentration des Verkehrs auf 5-6 Player ständig zu.

Auch ARCEP berichtet, dass Ende 2020 mehr als 50% des Inbound-Verkehrs der wichtigsten französischen ISPs auf die vier Provider Netflix, Google, Akamai und Facebook entfällt.<sup>25</sup> Die Konzentrationskurve in Abbildung 1–10 wird danach deutlich flacher. Diese Firmen sind entweder selber als CAP im Bereich Videodienste tätig (Netflix, Google mit Youtube, Facebook in Teilen mit Facebook- und Instagram-Videos) oder sind wie Akamai als CDN an der Verteilung von Videodiensten mittelbar beteiligt.

Abbildung 1–10: Quelle des Endnutzerverkehrs der wichtigsten ISPs in Frankreich (Ende 2020)



Quelle: ARCEP (2021).

Eine geringere Konzentration der Herkunft des globalen Datenverkehrs zeigt die Sandvine (2020)-Studie, die den Verkehr von über 500 Festnetz-, Mobilfunk- und WiFi-Betreibern weltweit (allerdings ohne Indien und China) erfasst. (s. Abbildung 1–3).

<sup>24</sup> „Fünf Internet-Konzerne verursachen 50 Prozent des gesamten Datenverkehrs in Deutschland, acht über 80 Prozent.“, <https://www.welt.de/wirtschaft/article231167253/Telekom-Chef-Timotheus-Hoettges-Deutschland-steckt-in-einer-Umsetzungskrise.html>

<sup>25</sup> ARCEP (2021), S. 45.

#### 1.2.4 Peering vs. Transit-Verkehr

IP-Transit wird primär von Netzen genutzt, um andere Netze zu erreichen, für die zu hohe Kosten für den Ausbau des eigenen Netzes an Lokationen entstehen, an denen eine direkte Zusammenschaltung möglich wäre. Dies gilt etwa für ein Netz, das nur innerhalb nationaler Grenzen tätig ist. Solche (rein) nationalen Netze benötigen einen Transit Provider, um alle anderen Netze des Internets zu erreichen. Typischerweise geht mit dem Wachstum von Netzen einher, dass sie sich mit mehr Netzen direkt zusammenschalten. Nach Einschätzung von Facebook können ISPs in Europa heute den (weitaus) größten Teil ihres Verkehrs innerhalb des Landes erreichen, so dass ihre Abhängigkeit von Transit deutlich reduziert ist.

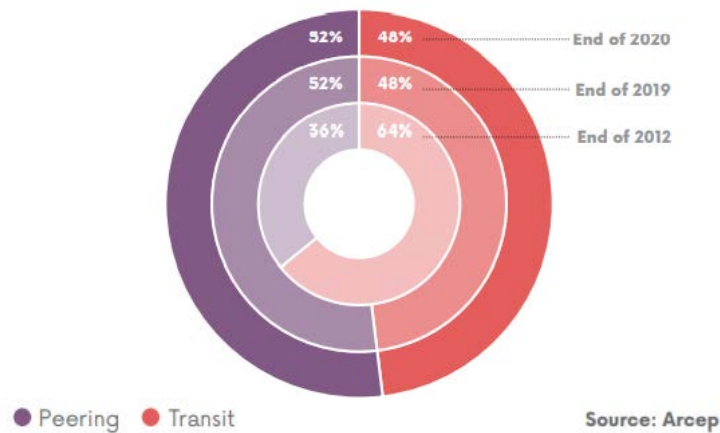
Es liegen nur wenig öffentlich verfügbare Informationen über die Aufteilung des Interconnection-Verkehrs zwischen Transit und Peering sowie zwischen Public und Private Peering vor. BEREC erwartete 2017, dass die relative Bedeutung von Public Peering über IXPs zunehmen würde.<sup>26</sup> Hinsichtlich der relativen Bedeutung von Transit bezog sich BEREC nur auf die Beobachtungen eines relativen Rückgangs von Transit zu (Private) Peering in Frankreich.

Dieser Trend hat sich in Frankreich in den letzten Jahren fortgesetzt. Der Anteil von Interconnection über (Private) Peering hat stetig weiter zugenommen. Lag der Anteil von Transit in 2012 noch bei 64%, waren es in 2020 nur noch 48%. Allerdings hat es in 2020 keine weitere Anteilsverschiebung gegeben (s. Abbildung 1–11). ARCEP führt diese Entwicklung gegen den Trend auf die Substitution von Teilen des Peering-Verkehrs durch Verkehr von On-Net CDNs zurück.

---

<sup>26</sup> BEREC (2017), S. 11.

Abbildung 1–11: Veränderung von Peering und Transit der wichtigsten ISPs in Frankreich (nach Inbound Traffic Volumen)



Quelle: ARCEP (2021), S. 44.

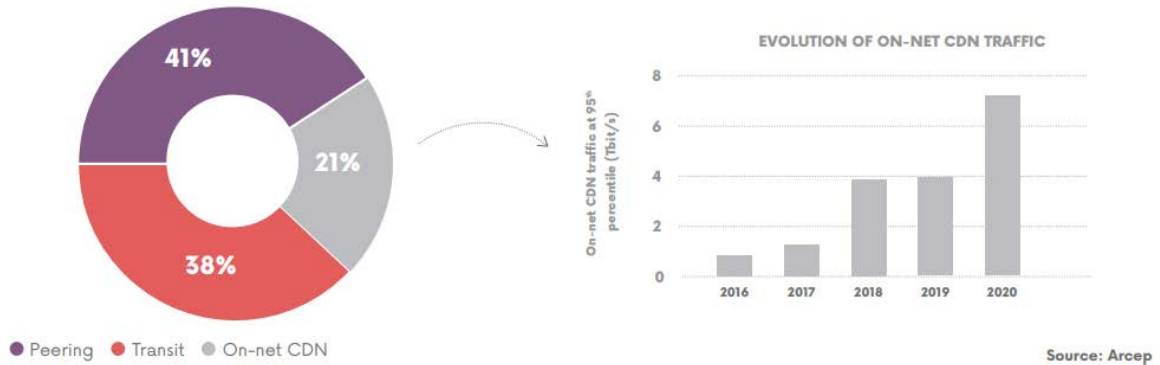
Diese Anteilsverschiebung geht im Wesentlichen auf den Anstieg von Peering-Kapazitäten zwischen ISPs und den großen CAPs zurück.

Relativ unbedeutend ist in Frankreich nach wie vor das Public Peering. Nur 2,9% des gesamten Inbound-Verkehrs entfiel Ende 2020 auf Public Peering.

Deutliche Verschiebungen haben sich im Jahr 2020 im Verhältnis On-Net CDN-Verkehr sowie Transit und Peering ergeben. Der On-Net CDN-Verkehr hat sich in 2020 nahezu verdoppelt (+82%) und ist damit wesentlich stärker als Peering und Transit gestiegen. Der Anteil dieses Verkehrs ist damit von 17% auf 21% gestiegen (s. Abbildung 1–12). ARCEP führt diese Verschiebung auf die geänderte Nutzung des Internets in der COVID-19-Pandemie zurück, nämlich die verstärkte Nutzung von VoD-Diensten, die sich stark auf On-Net CDNs in den ISP-Netzen abstützen.

Auch die Deutsche Telekom berichtet von einer relativen Abnahme des Transit-Verkehrs. Die Deutsche Telekom macht heute weniger Transitgeschäfte im Ausland als noch vor einigen Jahren. Das Transit-Geschäft konzentriert sich in Europa und Osteuropa auf Länder, in denen die Deutsche Telekom auch selbst als Endkunden-ISP tätig ist. Insbesondere in den asiatischen Märkten sei kein belastbares Geschäftsmodell mit Transit möglich.

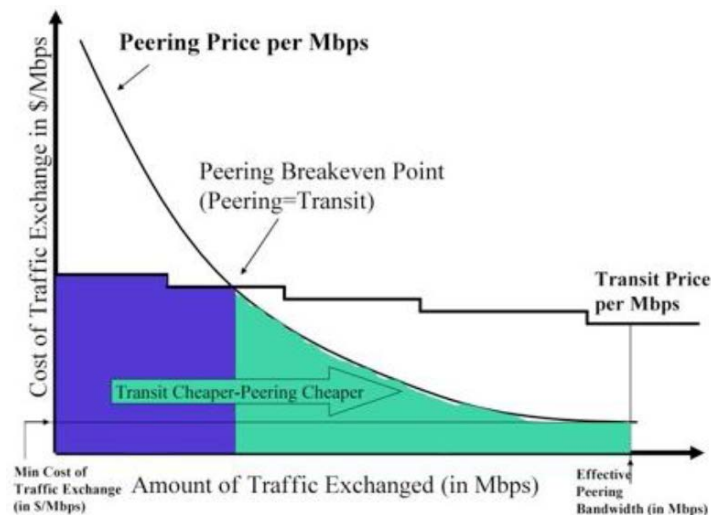
Abbildung 1–12: Aufschlüsselung des Verkehrs zu den Kunden der wichtigsten ISPs in Frankreich nach Zusammenschaltungsart (Ende 2020)



### 1.2.5 Die Entscheidung zwischen Peering und Transit

Die Entscheidung bei der Wahl von Peering oder Transit zum Interconnection mit anderen Autonomen Systemen folgt sowohl Kosten-/Preis- als auch Qualitätsüberlegungen und –unterschieden zwischen beiden Interconnectionformen.

Abbildung 1–13: Peering vs. Transit

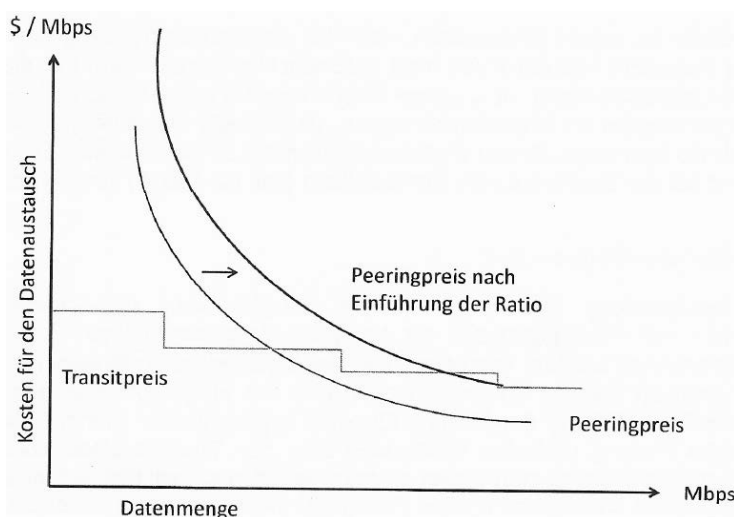


Soweit die Entscheidung zwischen Peering und Transit bei dem Interconnection zwischen zwei spezifischen Netzen durch Kosten-/Preisüberlegungen determiniert ist, erfolgt sie auf Basis eines Opportunitätskostenkalküls. Transit verursacht im Kern variable Kosten (pro Mbps), wohingegen, die Kosten des Peerings im Kern fixe Kosten sind und damit einen degressiven Verlauf pro Mbps aufweisen (s. Abbildung 1–13). Auf der finanziellen Ebene sind beide Interconnection-Produkte daher zunächst substitutiv. Die Entscheidung zwischen Peering und Transit folgt neben direkten Kostenüberlegungen auch Netzplanungsüberlegungen.<sup>27</sup> Transit verursacht Transportkosten, aber erspart (eigene) Netzinvestitionen. Peering verlangt die direkte Zusammenschaltung der Netze beider Partner. Dies ist verhältnismäßig einfach, wenn die Netze räumlich beieinander liegen. Über größere Entfernungen hinweg entstehen auch für Peering höhere Transportkosten, z.B. durch die Unterhaltung eines eigenen europaweiten Backbone.

Die in Abbildung 1–13 dargestellte Kostenfunktion des Peerings (für jeden Peering-Partner) zeigt einen stark degressiven Verlauf. Dies erklärt sich daraus, dass alle relevanten Kostenelemente wie Erschließung, Hardware und Räumlichkeiten fixe Kosten darstellen. Genauer gesagt, sind sie sprungfix bezogen auf die Kapazität der Schnittstelle. Die Kosten pro Mbps sinken daher stark mit der ausgetauschten Datenmenge.

Durch Paid Peering erhöhen sich für jedes beliebige Datenvolumen die Stückkosten für das zahlende Unternehmen. Die dargestellte Kurve in Abbildung 1–14 verschiebt sich daher nach außen und folglich der relevante Schnittpunkt ebenfalls. Daher ist für den Übergang von Transit auf Paid Peering aus Sicht des zahlenden Peering-Partners ein höheres Übertragungsvolumen notwendig.

Abbildung 1–14: Peering vs. Transit vs. Paid Peering



Quelle: WEKO (2014).

<sup>27</sup> Siehe BEREC (2012), S. 23.

Eine direkte Netzanbindung über Peering generiert im Allgemeinen eine bessere Qualität für eine end-to-end-Verbindung als eine indirekte Anbindung über Transit. Bei Transit ist die Zahl der AS-Hops um mindestens 1 höher als bei Peering, was zur Folge hat, dass die Route für den Transitkunden unattraktiver wird. Der BGP-Path-Selection-Algorithmus präferiert automatisch andere vorhandene Pfade, dadurch sinkt das transportierte Volumen. Außerdem entstehen Paketverzögerungen (latency und jitter), und die Antwortzeiten verlängern sich. Weiterhin tritt mit einer größeren Wahrscheinlichkeit ein Paketverlust auf, weil es in der größeren Zahl von Netzen, die durchlaufen werden müssen, mit einer größeren Wahrscheinlichkeit Verkehrsüberlastsituationen geben kann, die zum Verwerfen von Datenpaketen führen. Dies gilt sowohl in der Upstream-Richtung, mehr jedoch noch in der Downstream-Richtung, weil die Antwort i.d.R. mehr Volumen als die Anfrage beinhaltet.

Die Studie von Ahmed et al. (2017) hat die Qualitätsunterschiede von Transit und Peering quantitativ abgeschätzt. Sie haben dazu umfangreiche Qualitätsmessungen als Application Layer Latency Messungen für 510.000 Kunden in 900 ISP-Netzen und Multi-Homed CDN Server in 33 IXPs weltweit durchgeführt. Generell wiesen dabei Peering-Pfade eine höhere Qualität auf als Transit-Pfade. Peering-Pfade hatten geringere Ausbreitungsverzögerungen für mehr als 95% der AS. Dies ist die unmittelbare Folge der kürzeren Pfadlängen. Weiterhin hatten Peering-Pfade in mehr als 50% der AS geringere Warteschlangenverzögerungen.

Weiter stellten die Autoren fest, dass sich bei Peering-Pfaden eine Verbesserung der End-to-End-Latenz um 5% gegenüber Transit-Pfaden für mehr als 91% der AS ergibt. Demgegenüber ermittelten sie nur für 2% der AS eine Verbesserung der Latenz um 5% bei Transitpfaden. Peering-Pfade wiesen eine Verbesserung bei der Ausbreitungsverzögerung von mindestens 5% für 95% der AS auf. Peering-Pfade weisen bei 57% der AS mindestens 5% weniger Warteschlangenverzögerung auf als Transit-Pfade.

Für Tier 2-ISPs ist es typisch, dass sie sowohl Peering- als auch Transitbeziehungen zu anderen ISPs unterhalten. Peering wird zur Senkung von Durchschnittskosten und zur Erhöhung der Interconnection-Qualität eingesetzt. Transit erhöht den Zugang zu allen Regionen des Internets. Vor diesem Hintergrund sind Peering und Transit bis zu einem bestimmten Grade substitutiv zueinander. Aber sie sind keine perfekten Substitute und für bestimmte Verbindungen nicht austauschbar. In jedem Fall sind Peering und Transit komplementär zueinander.

Transit kann auch als alternative Lösung für Interkonnektivität angesehen werden, falls die (ökonomischen und vertraglichen) Voraussetzungen für Peering nicht erfüllt sind. Ein solcher Back-up ist naturgemäß auch im Fehlerfall (Ausfall des Peerings) ein vorübergehender Ersatz, sofern die Kapazitäten dies zulassen.

Ob Peering und Transit austauschbare Interconnection-Produkte sind, kann nicht generell, sondern nur im Einzelfall entschieden werden. Die Frage der Substitutionalität



hängt von der Kunden- und Netzstruktur des Interconnection-Partners ab. In jedem Falle gilt: Die Wettbewerbsverhältnisse bei Peering und Transit sind miteinander verwoben. Ein Peering-(Teil-)Markt funktioniert dann und solange als Wettbewerbsmarkt, als ISPs zwischen verschiedenen Transit-Anbietern wählen können, und somit der Transit(teil)markt kompetitiv ist. Allgemein gilt, dass eine Peeringverbindung im Hinblick auf das Kriterium Erreichbarkeit nur ein partielles Substitut für eine Transitverbindung darstellt, da Peering nur die Konnektivität zwischen zwei bestimmten Netzbetreibern (und deren Kunden) gewährleistet und nicht die Konnektivität mit dem gesamten Internet. Eine vollständige Substitution von Transit durch Peering kann daher nur durch den Aufstieg zu einem Tier-1 Provider erreicht werden, was mit weitreichenden Investitionen und einem hohen Zeitaufwand verbunden ist. Im Gegensatz dazu kann mit Blick auf die Qualität der Verbindung zu einem bestimmten Netzbetreiber Peering eher als ein Substitut für Transit angesehen werden als umgekehrt, da Transit üblicherweise nicht das Qualitätsniveau einer direkten Zusammenschaltung (Peering) erreichen kann.

### 1.3 Verkehr über IXP

Der BEREC 2017 Report stellt in Bezug auf Internetknotenpunkte (IXPs) fest, dass multilaterales Peering, also Peering mit mehr als zwei Parteien, wie es bei einem IXP der Fall ist, bereits 2011 die dominantere Vorgehensweise gegenüber bilateralem Peering ist. Daher wurde 2017 erwartet, dass die Nutzung von IXPs in den kommenden Jahren noch weiter an Bedeutung gewinnen wird, da die Entwicklungsländer zu diesem Trend aufschließen werden. Der Bericht stellte außerdem fest, dass das über die größten europäischen Internet Exchange Points (IXP) in London, Amsterdam und Frankfurt ausgetauschte Verkehrsvolumen stetig zunimmt. BERECs Schlussfolgerung war, dass das nicht gewinnorientierte IXP-Modell ein effizienter Weg für IP-Interconnection ist.

Die Entwicklung der letzten fünf Jahre hat die seinerzeitigen Einschätzungen und Erwartungen über die relative Bedeutung des Public Peering über IXPs nicht uneingeschränkt bestätigt und unterstützt. Zwar ist der an IXPs ausgetauschte Verkehr weiter wie erwartet gestiegen. Doch gibt es Hinweise darauf, dass der Verkehrsaustausch über bilaterales Private Peering relativ zu Lasten des multilateralen Peerings über IXPs zugenommen hat. Insofern hat die relative Bedeutung von IXPs für den Verkehrsaustausch abgenommen. Dies ist auch die Schlussfolgerung von ACM in ihrer Marktanalyse von 2021.<sup>28</sup> Auch am Beispiel des DE-CIX in Frankfurt wird deutlich, dass die Verkehrsabwicklung hier nicht mit dem Gesamtmarkt mitgewachsen ist. Während vor mehr als 10 Jahren hier noch mehr als 50% des IP-Verkehrs in Deutschland abgewickelt wurden, sind es nach Schätzung des DE-CIX heute (nur noch) 25% oder weniger.

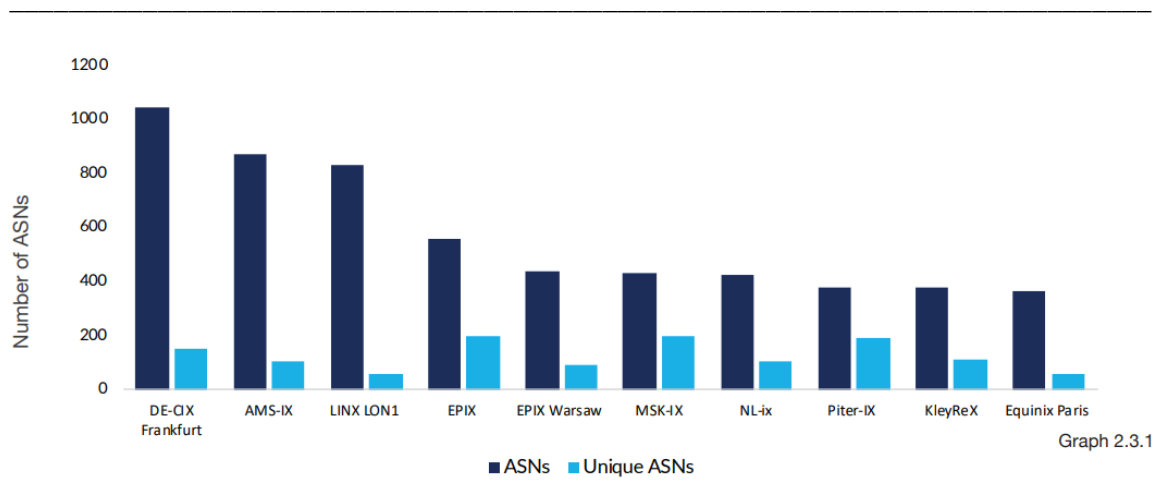
---

<sup>28</sup> ACM (2021), S. 19f.

Zunächst ist festzustellen, dass die Anzahl der in Betrieb befindlichen IXPs in Europa in den letzten 10 Jahren um 87,5% gestiegen ist, nämlich von 136 im Jahr 2010, auf 255 im Jahr 2020.<sup>29</sup>

Bezüglich der Gesamtzahl der gelisteten ASNs und der Anzahl der unique ASNs<sup>30</sup> in der Euro-IX-Region Ende 2020 bietet Abbildung 1–15 einen Überblick. Zu sehen ist, dass DE-CIX Frankfurt mit 1043 ASNs die Top Ten anführt, gefolgt von AMS-IX mit 870 ASNs. Außerdem geht aus den Daten hervor, dass der IXP mit den meisten unique ASNs EPIX mit Sitz in Polen ist, gefolgt von MSK-IX und Piter-IX, beide mit Sitz in Russland.

Abbildung 1–15: Anzahl an verbundenen Netzwerken pro europäischer IXP, 2020



Quelle: Euro-IX (2020, S. 7).

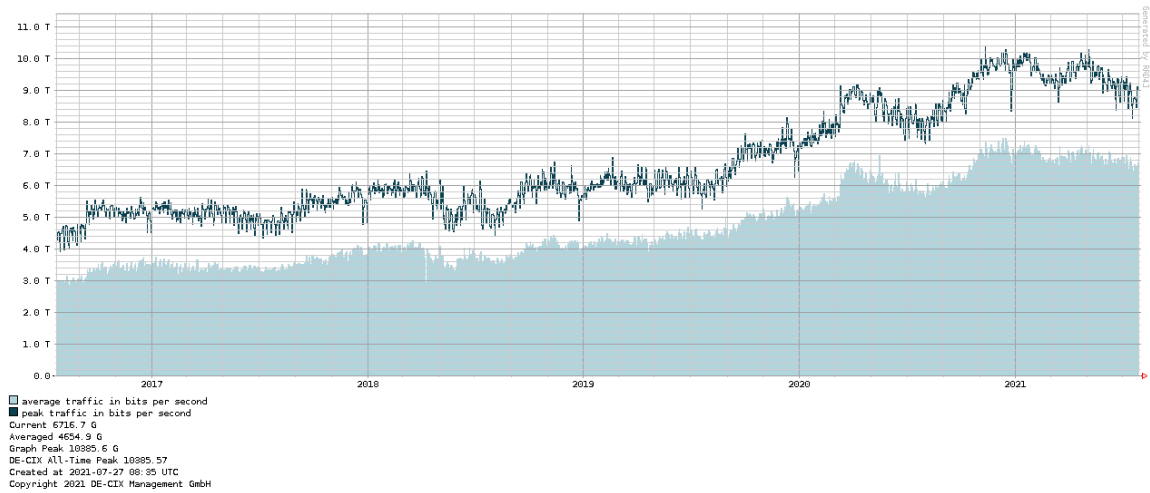
Beispielhaft zeigen wir im Folgenden die Entwicklung der Verkehrsvolumina an den zwei für Europa wichtigen Internetknoten von Frankfurt und Amsterdam.

Abbildung 1–16 zeigt die Entwicklung des durchschnittlichen Datenverkehrs und des Datenverkehrs zu Stoßzeiten am Frankfurter Internetknotenpunkt (DE-CIX) in den Jahren von 2017 bis 2021. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass sich dieses Volumen insbesondere seit 2019 deutlich gesteigert hat. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 29%.

<sup>29</sup> Euro-IX (2020), S. 6.

<sup>30</sup> Dies sind ASNs, die in der gesamten Euro-IX-Region nur an einem bestimmten IXP angeschlossen sind.

Abbildung 1–16: DE-CIX Frankfurt Traffic in den Jahren 2017 bis 2021 (in Tbit/s)



Quelle: DE-CIX (2021).

Abbildung 1–17 zeigt den kumulierten Datenverkehr des AMS-IX Standortes Amsterdam, der größte nichtkommerzielle Internet-Knoten nach Datenverkehr der Welt. Der Datenverkehr an diesem Standort ist zwischen 2017 und 2021 jährlich um 19,3% gewachsen (CAGR), was in etwa den globalen IP Traffic Berechnungen für Mitteleuropa von Cisco zwischen den Jahren 2017 bis 2022 entspricht (jährliche CAGR von etwa 22%, siehe Abschnitt 1.1).

Abbildung 1–17: AMS-IX Amsterdam kumulierter Datenverkehr (pro Monat in Exabytes)

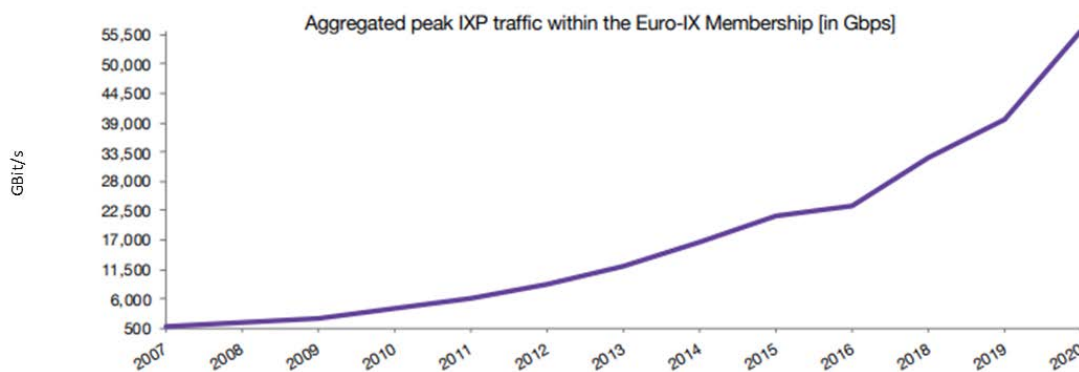


Quelle: AMS-IX (2021), Werte für jährliche CAGR stammen aus September 2017 und 2021.

Ein im Vergleich zum gesamten IP-Verkehr eher unterdurchschnittliches Wachstum zeigen auch die Daten über alle Euro-IX-Mitglieder. Danach ist der aggregierte Peak-Traffic der Euro-IX-Mitglieder zwischen 2017 und 2020 nur um jährlich 21,93% (CAGR) gewachsen. Im Zeitraum 2010 bis 2020 lag das durchschnittliche Wachstum noch bei 27,15%.<sup>31</sup>

Die weitaus meisten der von uns befragten IRG-Mitglieder berichten, dass in ihrem Land der Incumbent Telco an einem (oder mehreren) IXP vertreten ist. Dabei bleibt offen, mit welcher Kapazität und mit wem sie dort Verkehr austauschen.

Abbildung 1–18: Verkehrswachstum über 10 Jahre bei den Euro-IX-Mitgliedern



Hinweis: Die durchschnittliche Anzahl der IXPs, von denen Daten gesammelt wurden, betrug 56. Dazu gehören Euro-IX-Mitglieder und "Unterm Mitglieder", d. h. andere IXPs oder PoPs, die von deren Mitgliedern in Europa betrieben werden, wie z. B. LINX Manchester, Netnod Gothenburg usw. Das aggregierte Spitzenverkehrsvolumen wird durch die Erhebung öffentlich zugänglicher Verkehrsstatistiken von Euro-IX berechnet. Mitglied IXPs. Die Daten wurden in 12-monatigen Zeiträumen von Januar bis Dezember eines jeden Jahres erfasst und variierten von je nach den verfügbaren Daten von einem Monat zum anderen (Euro-IX (2020), S. 10).

Quelle: Euro-IX (2020), S. 10.

In Frankreich hat der Public Peering-Verkehr traditionell einen relativ geringen Stellenwert im Vergleich zu Private Peering und Transit. Trotz starken absoluten Wachstums ist der Anteil des Public Peering in 2020 dort auf einen Anteil von nur 2,9% (nach 3,1% in 2019) weiter zurückgegangen.<sup>32</sup>

Es bleibt festzustellen, dass Public Peering weiterhin einen zentralen Stellenwert für das Funktionieren des Internets hat. Doch bleibt auch festzustellen, dass die relevanten Marktteilnehmer ihm einen unterschiedlichen Stellenwert für ihren Verkehrsaustausch beimessen. Große Verkehrsträger wenden sich eher vom Public Peering ab (bzw. wenden sich ihm nicht zu). So war die Deutsche Telekom traditionell nie am DE-CIX in

31 Euro-IX (2020), S. 10.

32 ARCEP (2021), S. 41.

Frankfurt angeschlossen. Inzwischen ist sie dort mit einer relativ geringen Kapazität von 20 Gbit/s angebunden, gibt jedoch eine restriktive Peering Policy an.<sup>33</sup>

Private Peering hat sowohl für große CAPs als auch für große ISPs eine Reihe von Vorteilen. Es ist ab einem bestimmten Volumen nicht nur kostengünstiger als Transit, es erlaubt auch ein besseres Monitoring der Qualität des Verkehrs. Die Skalierung der Interconnection bei steigender Endnutzernachfrage ist gleichmäßiger darstellbar.

Anders stellt sich die Lage für kleinere Marktakteure mit geringerem Datenvolumen dar. Public Peering erfordert für sie geringere Fixkosten der Netzzusammenschaltung als Private Peering. Public Peering erlaubt ihnen somit, bei einem geringeren Datenvolumen die qualitativen Vorteile von Peering gegenüber Transit in Anspruch zu nehmen.

IXPs sind in den letzten Jahren aber auch stärker einem Wettbewerbsdruck durch Rechenzentrumsdienstleister ausgesetzt. Diese bieten ihren Kunden neben klassischer Kollokation kostengünstige Möglichkeiten zum bilateralen Interconnection über Cross-Connects an und substituieren so Dienste, die sonst IXP anbieten. Sind mehrere Partner bereits an einem Rechenzentrum kollokiert, ist es für den Rechenzentrums-Betreiber relativ leicht, diesem Kunden zusätzlich ein Cross-Connect am gleichen Standort anzubieten. Dieses Geschäftsmodell kombiniert die Vorteile der Many-to-Many-Interconnectionmöglichkeit an einem Standort mit den Vorteilen der bilateralen Interconnection.

Je mehr Partner IXP verlassen, desto eher nimmt die Rolle und relative Marktstärke von Rechenzentren zu. Sowohl ACM<sup>34</sup> als auch ARCEP<sup>35</sup> berichten in ihren aktuellen Marktanalysen von der neuen Rolle von Rechenzentren als Interconnectionanbieter für IP-Verkehr im unmittelbaren Wettbewerb zu IXP. ACM erwartet in der langen Frist eine noch stärkere Rolle der Rechenzentren. Im Vergleich zu IXP können sie Verbundvorteile zwischen Kollokation und Interconnection auch preispolitisch hebeln und gegen IXP ausspielen. ACM berichtet auch von Befürchtungen im Markt, dass die Diversität der IXP im Markt vor allem zu Lasten der kleineren Marktakteure leiden könnte.<sup>36</sup>

In der Literatur finden sich auch Hinweise darauf, dass eine abnehmende relative Bedeutung der IXP für Verkehrsaustausch aus der endogenen Dynamik des Internets selbst folgt. So haben Böttger et al. (2019) anhand historischer Daten der öffentlichen und freiwilligen, im ITK-Umfeld aber rege benutzten, Peering-Datenbank PeeringDB in Kombination mit Routing-Pfaden zwei Beobachtungen gemacht. Die aufkommenden IXP verringerten die Abhängigkeiten der AS' von Tier 1-Providern und sorgten somit zu einer „Abflachung“ des hierarchisch geprägten Internets. Dabei wurde die Notwendigkeit von Transit-Volumen verringert und die Pfade verkürzt, was für kleinerer AS' zu

---

<sup>33</sup> PeeringDB (2021a).

<sup>34</sup> ACM (2021), S. 25f.

<sup>35</sup> ARCEP (2021), S. 38f.

<sup>36</sup> ACM (2021), S. 27.

einer größeren Erreichbarkeit insbesondere von „Hyper-Giants“ führte. Die Verdreifachung der IXPs und angeschlossenen Netzwerke führte jedoch nur zu einem Anstieg der erreichbaren IP-Adressen bis zu einem Niveau von 80%, seither stellen Böttger et al. eine Stagnation fest. Ebenso finden die Autoren eine Bewegung großer, zentraler AS' weg vom öffentlichen Peering an IXPs hin zum privaten Peering, während für kleinere AS' öffentliches Peering eine große Rolle spielt. Hieraus schließen die Autoren, dass die hierarchische Natur des Internets, unter Berücksichtigung der Relevanz von öffentlichem Peering, Bestand habe. Einschränkend ist anzumerken, dass die Analyse ohne Berücksichtigung der Volumina stattfand.

#### 1.4 Regionalisierung des Verkehrs

In der IP-Interconnection Studie von 2012 konstatierte und erwartete BEREC einen zunehmenden Trend zur Regionalisierung des IP-Verkehrs.<sup>37</sup> Dafür maßgeblich wurde die Funktionsweise (lokaler) CDNs und räumlich verteilter Caching Server, der Trend zum Peering ohne Beteiligung von Tier 1-Backbone-Betreibern und der hohe Anteil national produzierten Contents angeführt. Weiterhin berichtete BEREC von einem zunehmenden Trend zur Originierung des Verkehrs innerhalb einer Region. In 2017 berichtete BEREC von einem zunehmenden Anteil der Interconnection nationaler Netze untereinander.<sup>38</sup>

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Hinweisen der Bestätigung des Trends einer zunehmenden Regionalisierung des Verkehrs. Doan et al. zeigen diesen Trend an der zunehmenden Marktbedeutung von CDNs.<sup>39</sup> Content Caches sind innerhalb von sechs IP-Hops erreichbar. Dies kann die IP-Pfadlänge um 40% bei IPv4 und um 50% bei IPv6 reduzieren. Je mehr CDNs ausgelagerte Inhalte in die (ISP-)Netze oder an IXPs bringen, desto kürzer werden die Wege im Netz und desto regionaler wird der Verkehr gehalten.

Auch die Interviews haben diesen nachhaltigen Trend deutlich unterlegt. Ein großer ISP legt dar, dass der IP-Verkehr immer lokaler wird. Der transatlantische Verkehr und der Transitverkehr haben anteilig deutlich abgenommen. Die lokale/regionale Verkehrsübergabe (von CDNs) sei primär durch Low-Latency-Anforderungen getrieben. Dies wird eindrucksvoll von der CDN-Übergabe von Netflix in Deutschland unterlegt.<sup>40</sup> Netflix übergibt seinen Verkehr an fünf regionalen Standorten an das Netz der Deutschen Telekom. Insgesamt betreibt Netflix an insgesamt 117 Standorten in Deutschland seine Cache Server und kann so den Verkehr direkt an regionale und (große) lokale ISPs übergeben.

---

<sup>37</sup> BEREC (2012), S. 35.

<sup>38</sup> BEREC (2018), S. 39.

<sup>39</sup> Doan et al. (2021), S. 2.

<sup>40</sup> Als Open Connect Appliances (OCA) werden die CDN (Cache) Server von Netflix bezeichnet, welche zur Bereitstellung eines On-Net CDNs von ISPs in ihre Netze integriert werden können.

Auch die Verkehrsstruktur der Deutschen Telekom unterlegt zum einen die hohe Konzentration des Verkehrs auf wenige Kunden und zum anderen die starke Regionalisierung/Lokalisierung des Verkehrs. Der Verkehr der Top 15 Kunden wird zu 70% in Deutschland übergeben.

Das Investitionsverhalten der CAPs unterlegt nicht unbedingt einen Trend zur zunehmenden Regionalisierung des Verkehrs. In einem Vergleich der Perioden 2011-2013 einerseits und 2014-2017 andererseits stellte Analysys eine Steigerung der Investitionen der CAPs in Nordamerika um  $\pm 190\%$ , in Europa aber nur um  $+68\%$  fest.<sup>41</sup> Der Löwenanteil dieser Investitionen entfällt auf Hosting.

## 1.5 CDN-Verkehr

CAPs nutzen für die optimierte Verbreitung ihrer Inhalte häufig CDNs, welche durch die dezentrale lokale Vorhaltung von Daten die Wege verkürzen. Hier unterscheiden Ahmed et al. (2017) zwei übliche Strategien: Enter-Deep und Bring-Home. Mit der Enter-Deep-Strategie ist die Verwendung zahlreicher kleinerer Server direkt in den Netzen der ISPs gemeint, sogenannte On-Net CDNs, wodurch der globale Footprint vergrößert und die Wege zu ihren Kunden minimiert werden. Bring-Home bezeichnet den Ansatz, sich an wichtigen strategischen Knotenpunkten wie IXPs oder Rechenzentren mit großen Kapazitäten zu positionieren, an denen via Peering eine Zusammenschaltung mit vielen ISPs stattfindet. Als Beispiel für die erste Strategie nennen Ahmed et al. den CDN Akamai, der mehr als 325.000 Server in über 1.400 Netzwerken betreibt.<sup>42</sup> Limelight hingegen betreibt Server an 135 Standorten und ist mit rund 1000 ISPs verbunden.<sup>43</sup> Ferner führen sie Google und Netflix an, deren Strategie eine Mischung von sowohl Enter-Deep wie auch Bring-Home ist. Aus diesen beiden Möglichkeiten der lokalen Vorhaltung von Inhalten über CDNs kann sich eine unterschiedliche Notwendigkeit und Abhängigkeit von Peering-Verträgen ergeben.

Die ökonomische Bedeutung von CDNs nimmt stetig zu. Dies gilt allerdings nicht für das klassische kommerzielle CDN Geschäft, sondern nur für On-Net CDN. In 2017 erwartete BEREC einen Anstieg des Anteils des CDN-Verkehrs am gesamten globalen Internet-Verkehr von 45% in 2015 auf 64% in 2020,<sup>44</sup> vor allem getrieben durch die Zunahme von Videostreaming-Verkehr. Eigene CDN sind zwar nur für die großen CAPs eine ökonomische Option. On-Net CDNs oder Cache Server werden jedoch eine immer verbreitetere Marktrealität. Dies wird an Daten für Frankreich deutlich.<sup>45</sup> Dort hat sich der Anteil des On-Net CDN-Verkehrs bei den vier größten ISPs von 11% in 2016 auf 21% in 2020 nahezu verdoppelt. Der breitere Einsatz von On-Net CDNs wird auch da-

---

41 Abecassis et al. (2018), S. 3.

42 Akamai (2021a).

43 Limelight (2021).

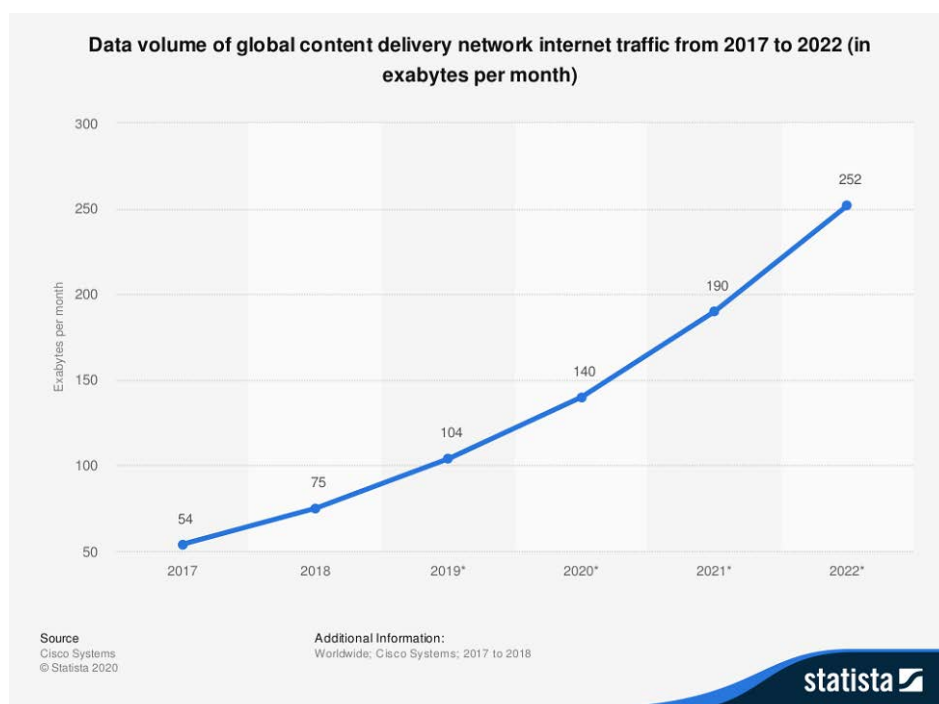
44 BEREC (2017), S. 8.

45 ARCEP (2021), S. 44f.

ran deutlich, dass die Untergrenze für im On-Net CDN gespeicherte Daten in 2016 noch zwischen 8 und 25 Abrufen lag, in 2020 aber nur noch zwischen 5 und 11 Abrufen.<sup>46</sup> Der besonders starke Anstieg des CDN-Verkehrs in Frankreich in 2020 war primär durch das geänderte Nutzungsverhalten während der COVID-19-Pandemie bedingt.

Abbildung 1–19 zeigt die Entwicklung des globalen CDN-Verkehrs seit 2017. Der Verkehr hat sich von 54 Exabytes pro Monat bis 2020 fast verdreifacht auf 140 Exabytes und wird sich nach dieser Schätzung bis 2022 noch einmal fast verdoppeln. Dies entspräche einem CAGR von 18,9% in dieser Gesamtperiode.

Abbildung 1–19: Globaler CDN Verkehr 2017-2022



Quelle: Cisco Systems (2019) in Statista (2021).

Nach der Analyse des Internetverkehrs von Labovitz (2019) wird 90% des Internetverkehrs von Privatkunden über CDNs geliefert. Ofcom schätzte, dass in 2017 83% des Festnetzverkehrs von CDNs geliefert wurde.<sup>47</sup>

Bei den großen CAPs variieren die Anteile des über CDN abgewickelten Verkehrs stark. Während Netflix (nahezu) 100% seines Verkehrs über das eigene CDN abliefern, sind dies bei Google (nur) gut 50%.

<sup>46</sup> Dadurch dass Daten mit geringerer Abrufintensität in CDN Server gespeichert werden, steigt insgesamt die Nutzung von On-Net CDNs.

<sup>47</sup> Ofcom (2017).



## 2 Entwicklungen bei Preisen und Kosten

### 2.1 Kostentrends

#### 2.1.1 Was sind die relevanten Kosten von Peering?

Um Peering-Verkehr auszutauschen und Interconnection zu betreiben, müssen beide Partner auf ihrer Seite der Verkehrsübergabeschnittstelle je einen (oder mehrere) Ports auf einem Router bereitstellen. Diese Ports haben jeweils eine Kapazität von 1 Gbps, 10 Gbps oder 100 Gbps. Je nach auszutauschender Verkehrsmenge werden mehrere Ports eingesetzt. Bei einem Kapazitätsbedarf von mehr als 1 Gbps ist der Einsatz eines 10 Gbps Ports typischerweise kostengünstiger als der Einsatz von zwei 1 Gbps Ports. Ebenso gilt, dass ein 100 Gbps Port kostengünstiger ist als zwei 10 Gbps Ports.

Unabhängig von der Symmetrie oder Asymmetrie des Austauschs von Peering-Verkehr muss die Kapazität der Übergabeschnittstelle auf beiden Seiten gleich groß sein. Andernfalls würde die direkte Zusammenschaltung auf dem Link-Layer Protokoll technisch nicht funktionieren. Die Interconnection-Kosten der direkten Zusammenschaltung sind für beide Peering-Partner gleich hoch.

Die Kosten eines 10 Gbps Ports bewegen sich in einer Größenordnung von wenigen Tausend Euro (~ 3.000 EUR). Hierbei gilt, dass ein 100 Gbps Port nicht zehnmal so viel kostet wie ein 10 Gbps Port, sondern nur etwa das Doppelte (Stand 2020). Die Kosten hängen vom Preis- und Servicemodell des Herstellers und von der nachgefragten Menge ab.

In absoluter Höhe sind die Kosten des Peerings damit für beide Peering-Partner (annähernd) gleich oder symmetrisch. Die Kosten des Peerings stellen bei jedem Partner fixe, genauer gesagt sprungfixe Kosten dar, die bezogen auf den ausgetauschten Datenverkehr einen degressiven Verlauf haben. Die Kosten für Peering sind primär durch die Kosten für Router und Ports und die Verbindung beider Router getrieben.

#### 2.1.2 Was sind die relevanten Kosten bei Transit?

Anders als bei Peering sind die relevanten Kosten des Transits nicht symmetrisch auf die Interconnection-Partner verteilt. Dem Transit-Nachfrager entstehen zunächst ähnliche Kosten für die Interconnectionschnittstelle wie bei Peering.

Neben den Kosten der Interconnection mit dem Transit-Nachfrager entstehen dem Transit-Anbieter jedoch weitere Zusatzkosten. In Abhängigkeit vom Verkehrsvolumen des Transit-Nachfragers hat er eine größere Interconnectionkapazität zu seinen Peering-Partnern darzustellen. Diese sind verursacht durch den Verkehr seiner Transit-

Nachfrager. Verursachungsgerecht sind diese Zusatzkosten den Transit-Nachfragern zuzurechnen. Weiterhin entstehen ihm Datentransportkosten in seinem Netz für die Durchleitung des Transit-Verkehrs. Natürlich ist für den Transit-Service nur der Teil des Datentransports kostenrelevant, der nicht von Endkunden des Transit-Anbieters nachgefragt wird, sondern von Endkunden in anderen ISP-Netzen.

Der Datentransport des eigentlichen Transitverkehrs durch das Netz des Transitanbieters erfolgt vom Dateneintritt an einem Zusammenschaltungspunkt bis zum Austritt an einem anderen Zusammenschaltungspunkt. Diese Zusammenschaltungspunkte können an einem Standort des Transitanbieters gelegen sein, oder aber an zwei räumlich getrennten Standorten. Im zweiten Fall wird der Verkehr durch das Kernnetz des Transitanbieters geführt, an dem alle derartigen Zusammenschaltungspunkte als Punkte hoher Verkehrskonzentration angeschlossen sind. In den Fällen, in denen die Transitverbindungen zu nationalen oder internationalen Interconnection-Standorten geführt werden, sind die entsprechenden Kapazitätsanteile des Transitverkehrs dieser Anbindungen für eine Kostenallokation maßgeblich.

Damit sind die Kosten für Transit im Gegensatz zu Peering neben den Kosten für Router und Ports zusätzlich durch Transportkosten und Kosten für Switches bestimmt.

### 2.1.3 Die Kosten der Komponenten

Aus internationalen Befragungen von Herstellern und Netzbetreibern liegen dem WIK Beobachtungen über die Preisentwicklung von Netzelementen vor, die relevant für die technische Verarbeitung von Peering und Transit sind. Die Aufgabe des Peerings übernimmt dediziert der Label Edge Router (LER), der als Schnittstelle in andere Netze, zu CAPs und zum eigenen Netz dient und somit an jedem Peering-Standort vorgehalten werden muss. Dieser Verkehr wird in Form von IP-Paketen durch den LER identifiziert, mit einem sog. „Label“ versehen und für den Transit an einen Label Switch Router (LSR) übergeben, was den Delay des transportierten Verkehrs signifikant reduziert. Diese LSR führen neben dem Transit-Verkehr vor allem große Mengen des weiteren Verkehrs des Netzes und werden somit nicht ausschließlich für den Transit eingesetzt. Somit gilt der LER als maßgeblicher Kostenfaktor beim Peering, während der Transit nur teilweise kostentragend für den LSR ist.

LER und LSR bestehen jeweils aus Schnittstellenkarten (Linecards) und Gehäusen für Linecards (Plug-in-Unit oder PIU). PIUs und Linecards müssen gemäß der Anforderung an die Übertragungskapazität dimensioniert und aufeinander abgestimmt sein. Die beiden Netzelemente sind also Komplemente. So sind die kostenbestimmenden Eigenschaften der einzelnen PIU die maximale Verkehrskapazität, sowie die Anzahl der Slots für Linecards. Für die Preise von Linecards sind ebenfalls die Verkehrskapazität und die Anzahl beschaltbarer Ports (zuzüglich einer Reserve, die Netzbetreiber vorhalten müssen) wesentlich. Da eine PIU i.d.R. mit einer Mehrzahl von Linecards bestückt wird,

sind Preisentwicklungen der Linecards von erhöhter Relevanz für Netzbetreiber. Tabelle 2-1 fasst die Beobachtungen der Preistrends der vergangenen Jahre zusammen und zeigt insgesamt den rückläufigen Trend der Preisentwicklung von PIU und Linecards sowohl für LER als auch LSR.

Tabelle 2-1: Preisentwicklung der Peering-relevanten Netzelemente LER und LSR<sup>48</sup>

		LER		LSR	
		2016-2018	2018-2020	2016-2018	2018-2020
	<b>PIU</b>	-8% bis -40%	-19%	-4% bis + 14%	-33%
<b>LC</b>	<b>10GE</b>	-55% bis -70%	-11%	-48% bis -71%	-37%
	<b>100GE</b>	-29% bis -34%	-11%	-20% bis -25%	-37%

Quelle: WIK Research.

Ein besonders deutlicher Preisrückgang kann demnach bei den 10GE (Gigabit Ethernet)-Schnittstellenkarten beider Netzelemente, LER und LSR, beobachtet werden. Somit können auch Netze vom allgemeinen negativen Preistrend profitieren, die aufgrund ihrer Größe weniger Skalenvorteile besitzen. Die Einkaufspreise des LER haben sich im Zeitraum von 2016-2018, je nach Portanzahl, um 55% bis 70% reduziert, was einer jährlichen Rate von -18% bis -23% entspricht. Für den LSR reduzierten sich die Preise der 10GE Linecards im selben Zeitraum jährlich zwischen 16% bis 24%. Während die rückläufige Preisentwicklung im LER zwar anhält, sich aber abzuschwächen scheint, beobachten wir im LSR einen Fortgang des signifikanten negativen Preistrends.

Neben den reinen Einkaufspreisen für die relevanten Netzelemente spielen auch Skaleneffekte für Netzbetreiber eine relevante Rolle für die Stückkosten. Erhöht sich der Verkehr des Netzes, erhöht sich der Kostenteiler für das Netzelement. Die tatsächlichen Kosten von großen und kleinen Netzbetreibern können sich demnach unterschiedlich darstellen und entwickeln. Es sei angemerkt, dass die Übergabe zwischen zwei Netzen gleich dimensioniert ist, also gleiche Kapazitäten auf beiden Seiten der Zusammenschaltung vorgehalten werden müssen, und somit die Kosten in absoluter Höhe des Peerings zwischen zwei Netzen weitestgehend identisch sind.

Bei der Kostenträgerschaft des LSR, der nur teilweise Aufgaben des Transit erfüllt, sind vor allem andere Verkehre des Netzes relevant für Dimensionierung und somit auch für die Stückkostenberechnung.

Nachgelagerte Kostenrelevanz besitzen darüber hinaus die Netzelemente des Session Border Controllers als Steuerungs- und Netzkontrollinstrument und Domain Name Server, worüber jedoch keine Preistrendbeobachtungen vorliegen.

<sup>48</sup> Bandbreiten ergeben sich aufgrund der Abfragemethode aus Preistrends verschiedener Konfigurationen von PIUs bzw. Linecards.

Der Transport im Backbone des Netzes, in welchem über Glasfasern und Wellenlängen Signale über weite Distanzen transportiert werden müssen, also auch Verkehr, der über Peering und Transit ins Netz gelangt, wird durch Multiplexer-Systeme abgewickelt, sog. ROADM-OTN-Systeme (Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer/Optical Transport Network). Bei großen Distanzen ist der Einsatz von Repeatern möglich, die das Signal in der Übertragung zwischen zwei Punkten verstärken. Für diese Übertragungssysteme liegen belastbare Werte lediglich für den Zeitraum von 2018 – 2020 vor, für welche sich ebenfalls ein teilweise deutlicher Preisrückgang feststellen lässt.

Tabelle 2-2: Preisentwicklung bei Übertragungssystemen

ROADM-OTN	
2018-2020	
PIU	-39%
Linecard	-58%
Repeater	-55%

Quelle: WIK Research.

Während die Preise für die PIU zwischen 2018 und 2020 im Mittel jährlich um 13% zurückgingen, lag der Preisrückgang für Linecards und Repeater gar bei 19% bzw. 18%. Dieser Trend lässt sich ebenfalls im Aggregationsnetz beobachten, in welchem vorrangig DWDM-Systeme zum Einsatz kommen. Dort verringerten sich die Kosten für PIUs im selben Zeitraum um 24% und 27% für Linecards. Insgesamt lässt sich demnach auch für Transportsysteme eine rückläufige Preisentwicklung für Netzbetreiber erkennen.

## 2.2 Preis- und Abrechnungsprinzipien für IP-Verkehr

IP-Interconnection erfolgt auf der oberen Ebene traditionell und auch heute noch auf der Basis von Transit- und Peering-Vereinbarungen und einem Bill&Keep-Ansatz, bei dem der Zugangsbetreiber/ISP keine Zahlungen auf der Wholesale-Ebene für die Terminierung des Verkehrs erhält. Der Access Provider deckt seine Kosten auf der Endkundenebene durch den Verkauf von Konnektivität zum weltweiten Internet an seine Endnutzer. Dieses Abrechnungsmodell folgt dem Verursacherprinzip. Internetverkehr ist durch Endnutzer verursacht; Sie rufen Daten/Informationen, die von CAPs vorgehalten und angeboten werden ab. Peering- und Transitverkehr entsteht als Ergebnis, wenn das von CAPs bereitgestellte Angebot von Endnutzern abgerufen wird. Peering Partner wickeln diesen Verkehr untereinander meistens unentgeltlich nach dem Bill&Keep Prinzip ab. Für ergänzendes Paid Peering und für Transit erfolgt die Abgeltung auf Basis der am POI bereitgestellten Kapazität. Diese Kosten sind unabhängig davon, von wo der Verkehr abgeht und wo er terminiert.

Demgegenüber erfolgt die Abrechnung von Sprachverkehr nach dem Prinzip des "Calling Party's Network Pays (CPNP)". Nach diesem Abrechnungs-Prinzip zahlt das Netz des den Verkehr auslösenden Nutzers auf der Wholesale-Ebene ein Terminierungsentgelt an den Netzbetreiber des angerufenen Nutzers. Da die Terminierungsleistung monopolistisch erbracht wird, wird sie typischerweise reguliert, um eine Überpreisung der im Monopol erbrachten Leistung zu verhindern.

Es hat wiederholt Forderungen von Telcos gegeben, auch für den Austausch von Internet-Verkehr das Abrechnungsprinzip eines Ende-zu-Ende Sending Party Network Pays (SPNP) einzuführen und für den Internetverkehr verkehrsabhängige Netzentgelte (für die Terminierungsleistung) zu erheben. In Europa erfolgte zuletzt ein entsprechender Vorstoß durch die im ETNO organisierten Telco Incumbents in 2012.<sup>49</sup> ETNO führte in seinem Positionspapier als Antwort auf die entsprechende BEREC-Konsultation<sup>50</sup> aus, dass Peering-Vereinbarungen nicht kostenlos seien, da sich Peering-Partner den Verkehr nur dann gegenseitig nicht in Rechnung stellen, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt würden. Daher seien die Verkehrsquoten in Peering-Vereinbarungen wichtig, weil sie die Kosten der beteiligten Parteien widerspiegeln. Kommt es zu einem starken Ungleichgewicht des Verkehrs zwischen zwei Parteien, sei die solide Grundlage für ein Settlement-free Peering nicht mehr gegeben. Die Folge einer fortgesetzten abrechnungsfreien Zusammenschaltung sei, dass der Partner der eine geringere Verkehrsmenge in das andere Netz sendet, negative Auswirkungen in Form höherer Kosten als sein Gegenüber zu tragen hätte. Daher sollte nach der Auffassung von ETNO in einem solchen Fall nicht mehr von einem abrechnungsfreien Peering ausgegangen werden.

Diesem Ansatz ist BEREC in 2012 entgegengetreten<sup>51</sup> und hat sich für eine uneingeschränkte Beibehaltung der traditionellen Abrechnungsprinzipien bei IP-Interconnection ausgesprochen. Obwohl die Bedeutung von Paid Peering im Beobachtungszeitraum dieser Studie deutlich an Bedeutung zugenommen hat, soll dies nach Aussage der CAPs in Europa die Ausnahme sein. Es ist uns darüber hinaus kein Beispiel eines ISP/Incumbent Telco in Europa bekannt, eigenständig SPNP einzuführen.

In der letzten Zeit hat es erneut Initiativen gegeben, für die Einführung von SPNP zu argumentieren und zu werben. Die CEOs von 13 europäischen Telekommunikations-Incumbents schlugen in einer gemeinsamen Erklärung vom 29.11.2021<sup>52</sup> eine neue Balance zwischen den globalen Technologiegiganten und dem digitalen Ökosystem in Europa vor. Konkret verlangen sie in der Erklärung eine „faire“ Beteiligung der CAPs an den Netzkosten, um die weiteren Netzinvestitionen (der ISPs) (mit)zuzufinanzieren.

---

<sup>49</sup> ETNO (2012a).

<sup>50</sup> ETNO (2012b), S. 14.

<sup>51</sup> BEREC (2012b).

<sup>52</sup> ETNO (2021).

Auch der frühere Leiter der österreichischen Regulierungsbehörde Georg Serentschy hat die Einführung von Transitgebühren als möglichen Ansatz in diesem Kontext vorgeschlagen.<sup>53</sup> Videostreaming als Killer-Applikation und die COVID-19 Pandemie hätten den Investitionsbedarf der Telcos entsprechend gesteigert. Serentschy verortet die Diskussion um Transitgebühren allerdings im Kontext einer möglichen Digitalsteuer. Aus seiner Sicht sollte eine Digitalsteuer so gestaltet sein, dass sie Investitionen in die Infrastruktur fördert. Transitgebühren stellen dabei aus seiner Sicht eine mögliche Umsetzungsform einer Digitalsteuer dar. Für ihn ist dabei aber weiterhin die Frage offen, wie eine Art regulierte Transitgebühr für die Telekommunikationsunternehmen gestaltet werden könnte und welches Marktversagen solch eine Regulierung rechtfertigen würde.

Als bisher einziges Land hat Südkorea einen Abrechnungsmechanismus eingeführt, der vom „Bill&Keep“ abweicht. In 2016 wurde hier das SPNP-Abrechnungsprinzip verpflichtend für den Internet-Verkehr von ISPs untereinander gesetzlich vorgeschrieben. Weiterhin wurden in 2020 (große) CAPs gesetzlich dazu verpflichtet, an die ISPs Netzentgelte für die Terminierung von Verkehr in deren Netz zu zahlen. Die gesetzlichen Regelungen in Korea, die darauf folgenden Interconnection Disputes sowie die marktlichen Implikationen sind im Exkurs in Abschnitt 2.1.1 näher beschrieben.

CAPs betrachten an ISPs zu zahlende Netzentgelte als Renten für ISPs. CAPs führen eine Reihe von Argumenten gegen die Einführung von Netzentgelten für das Peering mit ISPs an.<sup>54</sup> So wird von CAPs vorgebracht, ISPs hätten weder Anreize noch Pflichten, die Einnahmen aus Interconnectionentgelten zum Ausbau von Netzkapazität oder zur Reduzierung der Endnutzer-Entgelte zu verwenden. Ebenso könnten sie zum Kauf von Content, für M&A-Aktivitäten oder einfach zu Ausschüttungen an die Shareholder verwendet werden.

Dieses Argument wird unterstützt durch Nikkhah und Jordan (2021), die den Effekt von Paid Peering-Gebühren auf Internetzugangspreise und Consumer Surplus modelltheoretisch untersucht haben und daraus wohlfahrtstheoretische Implikationen für den Streit zwischen ISPs und CAPs um Netzentgelte abgeleitet haben. ISPs argumentieren, dass die Erhebung von Netzentgelten keinen Einfluss auf ihre Gewinne hat, da Peering-Entgelte in Form niedriger Zugangspreise an Endkunden weitergereicht werden. Im Rahmen ihres zweiseitigen Marktmodells arbeiten Nikkhah und Jordan allerdings heraus, dass beide Positionen nicht zutreffend sind. Bei Paid Peering werden zwar die Preise für den Premium-Preisplan auf der Endkundenseite gesenkt, aber für den Basisplan erhöht. Die dadurch induzierte Nachfrageverschiebung erhöht den Gewinn des ISP. Insofern werden nicht die gesamten Erträge aus Peering an die Endkunden weitergereicht. Hinsichtlich der Konsumentenrente finden die Autoren, dass diese eine unimodale Funktion der Paid Peering-Gebühr ist. Die Gebühr, die die Konsumentenrente maximiert, hängt dabei von den Preiselastizitäten der Nachfrage nach Breitbandzu-

---

53 Serentschy (2021).

54 So etwa Netflix (2021), S. 29ff.

gängen und nach Videostreaming ab. Bei realistischen Annahmen zu diesen Elastizitäten wird die Konsumentenrente maximiert, wenn Paid-Peering-Gebühren deutlich niedriger sind als diejenigen, die den ISP-Gewinn maximieren. Dieses Ergebnis bedeutet aber nicht, dass ein Settlement-free Peering in jedem Fall die Konsumentenrente maximiert. Der optimale Peering-Preis hängt von den inkrementellen Kosten des ISP pro Videostreaming-Kunde ab. Je nach Höhe dieser Kosten kann der Preis für direktes Peering negativ, null oder positiv sein.

Auch wenn die Ergebnisse dieser Analyse von der Parametrisierung abhängen, geben die Ergebnisse wichtige Policy-Hinweise. Kritisch bleibt anzumerken, dass ein monopolistischer ISP zugrunde gelegt ist und somit der Einfluss des Wettbewerbs zwischen ISPs nicht abgebildet ist. Ebenso nicht abgebildet ist Transit als mögliches Substitut zu (hohen) Peering-Entgelten.

Die Erhebung von Netzentgelten könnte *cet. par.* eine Doppelzahlung für den gleichen Verkehr sein, wenn Endkunden bereits mit ihren Flatrates für den Verkehr bezahlt haben, den sie bei CAPs abrufen. Entgelte können aber grundsätzlich auch von zwei Seiten eingenommen werden, sofern eine Überzahlung vermieden wird. Eine wichtige Frage ist deshalb, ob mit der Zahlung von Netzentgelten durch ISPs von CAPs eine Erhöhung der Einnahmen angestrebt wird oder eine Umverteilung (Endkundenentgelte können sinken und/oder Investitionen können steigen).

Als weiteres Argument wird von den CAPs angeführt, dass die Zahlung von Netzentgelten die Möglichkeiten für CAPs beschränken, in eine (CDN) Infrastruktur zu investieren, welche den Content näher an den Endkunden bringt.<sup>55</sup> Auch für ISPs kann dies ggf. zu Mehrkosten führen: Falls sich ein CAP entscheidet, den Verkehr über andere Netze zu routen, bei denen er keine Netzentgelte zahlt, kann dies für einen ISP bedeuten, dass ihm nicht nur Einnahmen aus Netzentgelten entfallen, sondern dass er ggf. sogar (zusätzliche) Transitentgelte zu zahlen hat.

Schließlich stellen sich CAPs auf den Standpunkt, dass Netzentgelte eine Ausnutzung des Terminierungsmonopols durch ISPs wären, für die es *de-facto* keine marktliche Kontrolle gibt. Je nach Reaktion der CAPs auf eine Entgelterhebung könnten sich für die Nutzer Einschränkungen bei der Wahl von Content bzw. CAPs ergeben. Dies gilt insbesondere, wenn CAPs nicht in der Lage oder willens wären, diese Entgelte zu bezahlen.

In unserer Einschätzung kann der Wettbewerb der ISPs um Endkunden hier Grenzen setzen, jedoch hängt dies von der Bereitschaft der Endkunden ab, ihren ISP zu wechseln. Es ist davon auszugehen, dass Endkunden häufiger CAPs wechseln als ihren ISP. Zwar können sich CAPs grundsätzlich dem Zwang zur Zahlung von Netzentgelten dadurch entziehen, dass sie alternative Routen zum direkten Peering mit einem ISP

---

<sup>55</sup> Netflix (2021a), S. 7.

z.B. über Transit suchen, de-facto sind diese Ausweichmöglichkeiten jedoch – auch in unserer Einschätzung – begrenzt. Häufig kontrollieren ISPs alle Routen in ihr Netz und bestimmen Kapazität und Preis für alle Routen. Bei einem Re-Routing des Contents können etwa die Transitzkapazitäten an den Netzübergängen nicht ausreichen, die neu induzierten (großen) Verkehrsmengen aufzunehmen. Im Ergebnis gäbe es Verstopfung und einen drastischen Rückgang der Qualität für den Endkunden. So bestünde der Weg für ISPs, einen CAP dazu zu bringen Netzentgelte zu zahlen, darin, alle alternativen Routen (durch Transit ISPs) in das Netz des ISPs zu „verstopfen“ (d.h. unterdimensioniert zu lassen). Solche restriktiven Interconnection-Policies würden zu einer schlechteren Endnutzer-Qualität für alle nicht direkt angeschlossenen CAPs führen. Zum anderen würden die CAPs vor die Alternative gestellt, entweder Netzentgelte zu zahlen oder die Netzverstopfung und Qualitätsverschlechterung hinzunehmen.

Eine solche Ausnutzung des Terminierungsmonopols zur Erhebung von Netzentgelten könnte unserer Einschätzung nach auch den Wettbewerb auf dem Content-Markt verzerren. Dabei stehen viele ISPs bei Videostreaming im direkten Wettbewerb mit CAPs, entweder als Kabelnetzbetreiber oder als Telcos mit einem eigenem IPTV-Angebot. Jede Verschlechterung des TV-/Video-Angebots von Wettbewerbern stärkt das eigene TV-/Video-Angebot von ISPs. Die Schaffung (oder Erhaltung) von Engpässen an den Netzübergängen stellt deshalb den größten Hebel für ISPs dar, Netzentgelte zu erzwingen. Eine weiterführende Diskussion dieser Thematik im Kontext des relativen Machtgefüges zwischen den verschiedenen Playern findet sich in Kapitel 5.1 dieser Studie.

In der Literatur wird darüber hinaus eine Reihe von Fällen dokumentiert, in denen dieses Vorgehen beobachtet worden ist.<sup>56</sup> Die Entwicklungen in Korea infolge der Einführung von SPNP und von Netzentgelten für CAPs zeigen, dass die oben genannten möglichen Effekte auch tatsächlich im Markt beobachtet werden können.

### 2.2.1 Exkurs: Fallstudie Südkorea

In 2016 wurde in Südkorea auf Basis einer gesetzlichen Regelung die Verpflichtung zum Sending Party Network Pays (SPNP)-Abrechnungsprinzip für IP-Transit eingeführt. Das Gesetz verpflichtete die drei koreanischen Tier 1-ISPs zur Abrechnung von Transitentgelten untereinander gemäß dem SPNP-Prinzip. Zuvor hatten die ISPs ihren Verkehr untereinander settlement-free ausgetauscht. Im Gegensatz zu anderen Teilen Asiens lässt sich in Südkorea nicht der Trend fallender Transitpreise beobachten. Nach Angaben von Telegeography waren 2021 die Transitpreise in Seoul 8,3-mal so hoch wie in Paris und 4,8-mal so hoch wie in New York.<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Lyons (2018), S. 240ff.

<sup>57</sup> Miller (2021).



In der Folge verlangten die ISPs auch Netzentgelte von den CAPs. Manche koreanische CAPs reduzierten daraufhin die Qualität ihrer Videodienste, um Netzentgelte zu sparen. Korea Telecom (KT) versuchte, auch die SPNP-Kosten auf Facebook zu überwälzen. Facebook reagierte mit der Abschaltung seiner Cache Server im Netz von KT und der Herstellung der ursprünglichen Verkehrsrouten. Dadurch wurde der Zugang zu Facebook für Endkunden anderer ISPs, die bisher über diese Cache Server bedient wurden, verlangsamt. SK Broadband (SKB), ein weiterer großer ISP, versuchte in 2019 Netzentgelte von Netflix zu erheben. Als Netflix sich weigerte, rief SKB die Regierung um eine mediale Intervention an, die dies ablehnte. Im November 2019 beantragte SKB eine Entscheidung der Korea Communications Commission (KCC), Netflix zu Verhandlungen über Netzentgelte zu zwingen.<sup>58</sup>

Nachdem die Regulierungsbehörde einen Rechtsstreit gegen Facebook zu der Frage, ob Leistungen eines Cache Servers auch über ISP-Netzgrenzen hinaus eingesetzt werden können, verloren hatte, traf der Gesetzgeber im Mai 2020 eine weitere Gesetzesänderung zur Sache. Im Rahmen einer Änderung des TKG wurden CAPs zu „service stabilization measures“ verpflichtet. Im Kern wurden große inländische und ausländische CAPs dabei dazu verpflichtet, Netzentgelte an die ISPs zu entrichten. Verpflichtet sind CAPs, die eine durchschnittliche tägliche Nutzerzahl von mehr als 1 Millionen haben oder deren Verkehr mehr als 1% des Gesamtverkehrs in Korea ausmacht. Weiterhin wurde den CAPs die Verantwortung für einen verlässlichen Zugang zu ihrem Content auferlegt. Anders als in Südkorea gilt im Rest der Welt diese Verpflichtung für die ISPs. Auch diese Gesetzesänderung war heftig umstritten. Open Net Korea und eine Reihe anderer Verbände sahen darin neben einer Verletzung etablierter Prinzipien des Verkehrsaustausches im Internet eine Verletzung des Grundsatzes der „Freedom of Speech“, da ein Sprecher nun für die Verbreitung seiner Rede bezahlen müsse.<sup>59</sup>

Der Streit um die Netzentgelte wird inzwischen auch vor Gericht ausgetragen. Im April 2020 beantragte Netflix, gerichtlich festzustellen, dass keine Verpflichtung zur Verhandlung von Netzentgelten und keinerlei Verpflichtung zur Zahlung von Netzentgelten bestehe.<sup>60</sup> Der District Court von Seoul wies am 25. Juni 2021 beide Anträge von Netflix ab. Obwohl das Gericht die Zahlspflicht von Netflix feststellte, verwies das Gericht die Parteien bei der Entgeltfestlegung selbst explizit auf die privatautonome Verhandlungspflicht).

Nachdem sich Netflix weiter weigerte, über Netzentgelte zu verhandeln, erhob SKB Klage vor dem District Court, um Netflix explizit zur Zahlung von Netzentgelten zu ver-

---

58 Siehe Kwang et al. (2021), Chambers and Partners vom 5. Juli 2021.

59 Open Net Korea (2020).

60 Siehe Kwang et al. (2021), Chambers and Partners vom 5. Juli 2021.

pflichten.<sup>61</sup> SKB verlangte von Netflix eine Zahlung in Höhe von 22,9 Mio.USD für 2020.

Neben Netflix weigert sich Google, Netzentgelte zu zahlen. Demgegenüber zahlen inzwischen Amazon, Apple und Facebook Netzentgelte an SKB.

Kritiker der neuen Politikentwicklung zum Internet, wie etwa Park und Nelson<sup>62</sup>, heben hervor, dass dadurch der Wettbewerb zwischen ISPs in Korea (weiter) geschwächt werde und die Kosten der Konnektivität für alle Nutzer in Korea ansteigen würden. Zu beobachten sei bereits ein Rückzug von CAPs vom koreanischen Markt und eine Verschlechterung der Qualität ihrer Leistungen. Betroffen seien vor allem auch koreanische CAPs. Sie könnten die höheren Kosten für das Hosting ihres Contents in Korea nicht tragen. Sie wanderten entweder aus oder würden von großen ausländischen CAPs vom Markt verdrängt. Als Ergebnis dieser Änderung erwarten Park und Nelson einen Rückgang an Investitionen in die Netzinfrastruktur und eine Verlangsamung der digitalen Transformation in Korea. Es gibt die Vermutung, dass auch aus diesen Gründen neue Seekabelprojekte wie Google's Apricot, Facebook's Echo sowie Bitfrost nicht mehr in Korea anlanden.<sup>63</sup>

Infolge dieser Implikationen ist die gesetzliche Regelung in Korea stark unter Druck. Open Net Korea und 13 andere NGOs sehen darin eine Verletzung der Netzneutralität.<sup>64</sup> Sie appellieren an den zuständigen Minister, das Gesetz zu revidieren und hierbei insbesondere die SPNP-Regel wieder abzuschaffen. Hervorgehoben wird dabei auch ein Verlust an Content-Diversität in Korea, da kleine und mittlere CAPs in Korea sich ins Ausland zurückziehen würden, um die Zahlung von Netzentgelten im Inland zu vermeiden, und Kunden schließlich auf ausländische CAPs zurückgreifen.

Abecassis und Kende argumentieren und leiten ab, dass die Einführung von Netzentgelten durch das Abrechnungsprinzip SPNP höhere Kosten und mehr Latenz für koreanische Endnutzer bei dem Konsum von Inhalten und Diensten bewirkt.<sup>65</sup> Nationale CAPs hosten ihren Content typischerweise in Korea und mussten bislang nur für Konnektivität an ihren ISP zahlen. Nachdem diese ISPs nun für die Lieferung der Inhalte der CAPs an andere ISPs Zahlungen zu leisten haben, könnten diese Gebühren an die CAPs weitergegeben werden. Damit würden sich deren Kosten im Vergleich zu CAPs, die in nicht regulierten Märkten hosten erhöhen. Abecassis und Kende vermuten daher, dass nationale CAPs beschließen könnten ihre Inhalte von außerhalb des Landes zugänglich zu machen. Dies könnte ihre Marktposition weiter schwächen.

---

<sup>61</sup> Lee (2021).

<sup>62</sup> Park & Nelson (2021).

<sup>63</sup> Google (2021a), Facebook (2021).

<sup>64</sup> Open Net Korea (2020).

<sup>65</sup> Abecassis & Kende (2020).

Bereits die zweite gesetzliche Regelung von 2020 schien eine erste Reaktion auf die eingetretenen Marktimplikationen gewesen zu sein. Durch das Einziehen einer Größenschwelle wurde klargestellt, dass nur mittlere und größere CAPs zur Zahlung von Netzentgelten verpflichtet sind.

Die großen internationalen CAPs haben demgegenüber mehr Optionen. Sie könnten sich direkt mit jedem ISP in Korea zusammenschalten, um so (Transit-) Zahlungen zwischen den ISPs zu vermeiden. Sie könnten auch Content für Korea außerhalb von Korea verfügbar machen, wo koreanische ISPs ihn abholen müssten.

Tatsächlich haben sich einige CAPs entschieden, Verkehr für Korea nur außerhalb von Korea auszutauschen (in Asien oder den USA). Hierdurch haben sich sowohl die Transitzkosten für ISPs als auch das Risiko für eine schlechtere Qualität der Dienste erhöht.

### 2.3 Preistrends bei Transit

Die Bezahlung für Transit erfolgt üblicherweise auf Basis der in Mbps gemessenen Peak-Capacity, die nachgefragt wird. I.d.R. bestimmt die höhere Bandbreite beider Verkehrsrichtungen den Preis für den Transit-Dienst. Zunehmend erfolgt auch eine Abrechnung als „metered“ Wholesale-Service ohne Berücksichtigung der Verkehrsrichtung. Oft erfolgt eine Messung auf Basis des 95<sup>th</sup> Percentils, um das zu bezahlende Verkehrsvolumen zu bestimmen. Hierbei wird der Verkehr in 5-Minuten-Intervallen gemessen. Am Ende der Abrechnungsperiode (typischerweise ein Monat) werden die Messergebnisse sortiert, die Top 5% des Verkehrs werden ignoriert und das 95%-Perzentil wird herangezogen.

In seiner Studie von 2017 hat BEREC einen stetigen Trend zur Preissenkung bei den Transit-Preisen identifiziert. In 2015 sanken die Transitpreise sogar um 33%.<sup>66</sup> Im Zeitraum 1998 bis 2012 waren die Transitpreise jahresdurchschnittlich sogar um 36% gesunken. Der absolute Preis für Transit lag in 2015 bei 0,63 USD pro Mbps.

Sinkende Preise waren und sind getrieben durch technologischen Fortschritt und Wettbewerb im Transit-Markt. Weiterhin kommt Transit immer stärker durch Peering- und CDN-Dienste unter Druck. Der Trend zu sinkenden Transitpreisen hat sich fortgesetzt mit allerdings niedrigeren Raten.

Viele Marktteilnehmer gehen davon aus, dass der Preistrend bei Transit getrieben ist durch den technologischen Fortschritt, der Equipment mit höheren Bandbreiten zu niedrigeren Kosten bereitstellen lässt.

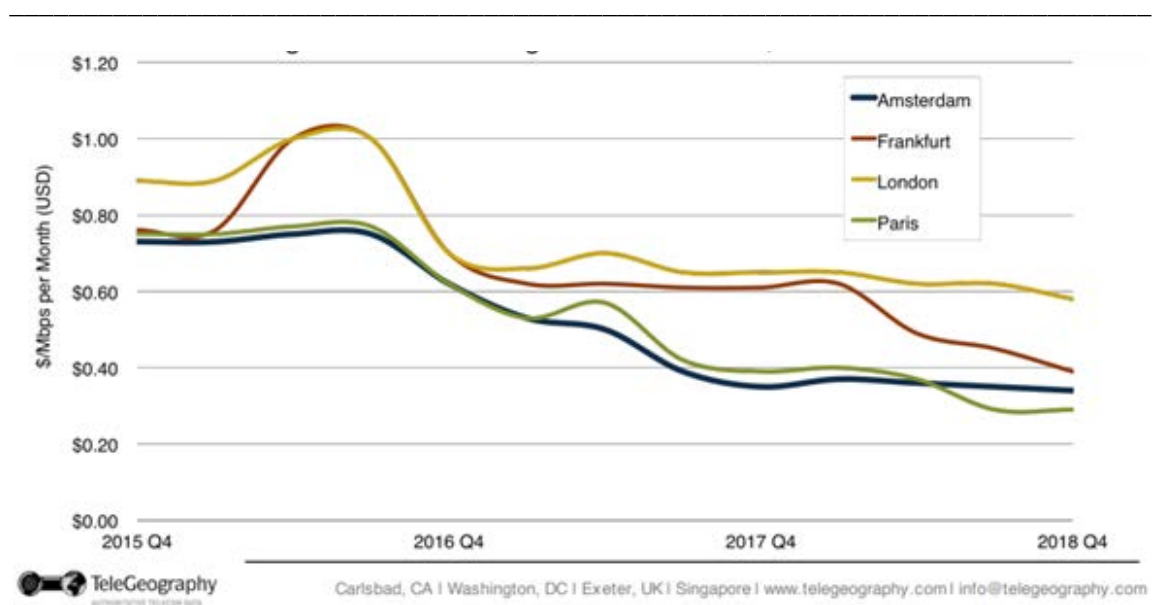
---

<sup>66</sup> Siehe BEREC (2017), S. 8.

In einer Reihe von Märkten fielen die 10-GigE-Preise (Gigabit-Ethernet) zwischen dem zweiten Quartal 2018 und dem zweiten Quartal 2021 jährlich um 18%. In einer vergleichbaren Stichprobe von 100-GigE-Port-Preisen fiel der Preis im selben Zeitraum um 30%.<sup>67</sup>

Einer Studie von TeleGeography zufolge waren die jüngsten Preisrückgänge in den Schwellenländern am stärksten, wo die bisherigen Preise vergleichsweise hoch waren, insbesondere in Lateinamerika. Ebenso sinken die Preise in den etablierten globalen Hubs weiter.<sup>68</sup>

Abbildung 2–1: Gewichteter Median 10 GigE IP Transit Preise in Europa, 2015-2018



Quelle: Hjembo (2019), S. 45.

Für den Standort Frankfurt lässt sich ein jährlicher Preisrückgang (CAGR) von ca. 18% zwischen 2015 bis 2021 beobachten (gewichteter Median 10 GigE IP-Transitpreis).<sup>69</sup>

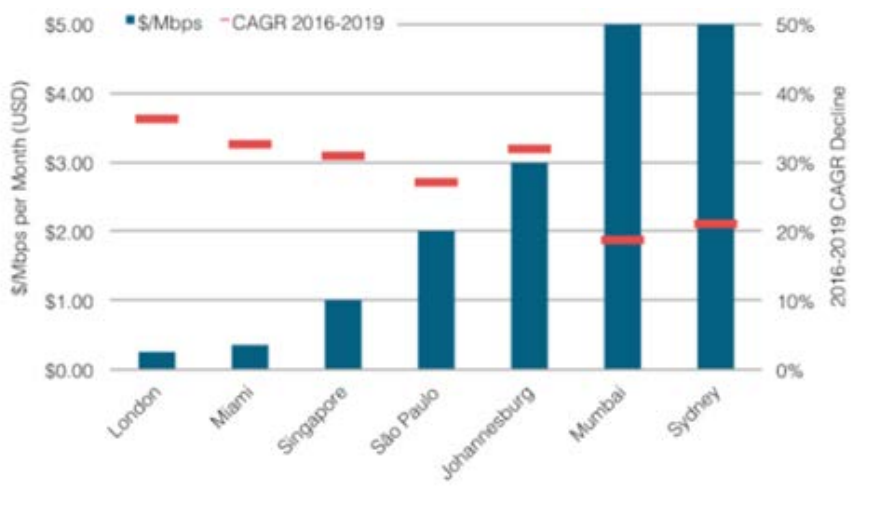
Der IP-Transitpreis ist in den wichtigsten Hubs zwischen 2016 und 2019 jährlich um 20 bis 40% gefallen (siehe Abbildung 2–2), über einen Zeitraum von 2018-2021 etwa um 20% (siehe Abbildung 2–3). Singapur, Miami, London sind in beiden Zeitperioden abgebildet. An diesen Standorten hat sich somit der Preisrückgang in den letzten drei Jahren verringert gegenüber der Zeitperiode 2016-2019.

<sup>67</sup> Coll (2021b).

<sup>68</sup> Coll (2021b).

<sup>69</sup> Eigene Berechnungen basierend auf Hjembo (2019) und Reilly (2019).

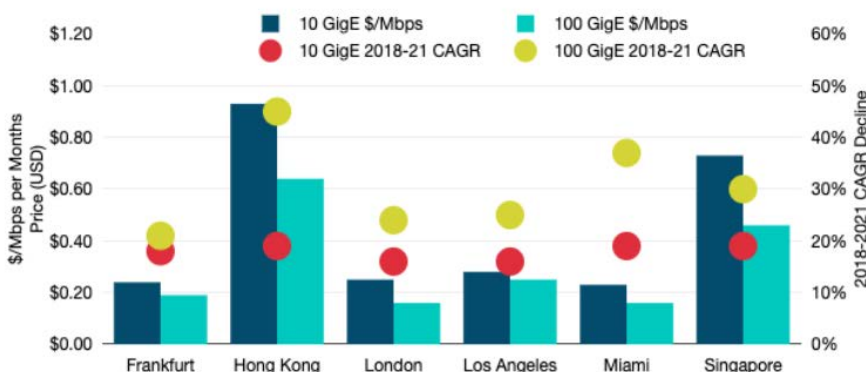
Abbildung 2–2: Gewichteter Median der 10-GigE-IP-Transitpreise und dreijähriger CAGR-Rückgang in den wichtigen Standorten der Welt, Q2 2019 (2016-2019)



Hinweis: Jede Spalte stellt den gewichteten Median des monatlichen Preises pro Mbit/s in der aufgeführten Stadt dar. Die Linie stellt den prozentualen Rückgang des gewichteten Medianpreises, berechnet als dreijährige durchschnittliche jährliche Wachstumsrate. Die Preise sind in USD angegeben und schließen lokale Zugangs- und Installationsgebühren aus. 10 Gigabit Ethernet (10 GigE) = 10.000 Mbit/s.

Quelle: Reilly (2019).

Abbildung 2–3: Gewichteter Median von 10 GigE und 100 GigE IP Transit Preisen und 2018-2021 CAGR-Rückgang an wichtigen globalen Standorten



Notes: Each column represents the weighted median monthly price per Mbps in the listed city. The circle represents the percentage decline of the weighted median price calculated as a three year compound annual growth rate. Prices are in USD and exclude local access and installation fees. 10 Gigabit Ethernet (10 GigE) = 10,000 Mbps and 100 Gigabit Ethernet (100 GigE) = 100,000 Mbps

Source: TeleGeography

© 2021 PriMetrica, Inc.

Quelle: Coll (2021b).

Darüber hinaus ist hervorzuheben, dass die öffentlich verfügbaren Transitpreise Durchschnittswerte darstellen. Die individuell und bilateral verhandelten Preise weisen eine erhebliche Streuung auf. So berichtet ARCEP, dass verhandelte Einzelpreise in Frankreich in einer Spannbreite von weniger als 0,1 € und mehreren Euro pro Mbps und Monat lagen.<sup>70</sup> ACM hebt hervor, dass kleinere Marktakteure weniger von den Preissenkungen partizipierten als die Größeren.<sup>71</sup> Sie zahlen einen relativ höheren Preis für ihre geringere Bandbreite. Dies folgt zum einen aus höheren Transitpreisen selbst als auch von geringeren Skalenvorteilen. So ist eine 100 GE/Gbit/s Schnittstelle nur etwa 10-mal so teuer wie eine 1 GE/Gbit/s-Schnittstelle.

Die Deutsche Telekom berichtet von einem Transitpreisniveau von etwa 10 Cent. Große CAPs zahlen sogar weniger als 5 Cent. Die Deutsche Telekom versucht, dem Trend fallender Preise entgegenzutreten, in jedem Falle aber die Preise nicht stärker absinken zu lassen als durch das gleichzeitig steigende Verkehrsvolumen kompensiert werden kann. Damit wird versucht, den Umsatz durch Transit annähernd konstant zu halten. Strategisch erfolgt dies über die Positionierung des eigenen Produkts als Premiumprodukt. Trotz Beachtung des Diskriminierungsfreiheitsgebots bei den Preisen streuen diese in einem relevanten Ausmaß. Teil der Preismodelle sind auch Rabatte, die an Vertragslänge, Verkehrsmengen, Abnahmeverpflichtungen und der Zahl der Übergabepunkte ansetzen. Der Durchschnittspreis der Deutschen Telekom für Transit liegt derzeit bei 20 Cent.

Somit bleibt festzuhalten, dass der Trend fallender Transitpreise wie erwartet angehalten hat. Transit kostet in Europa heute weniger als ein Drittel des Preises von 2015. Allerdings hat sich die Geschwindigkeit der Absenkung verlangsamt.

## 2.4 Preistrends bei Peering

### 2.4.1 Peering Policies

Der Abschluss von Peering-Vereinbarungen erfolgt i.d.R. auf der Basis einer in einem öffentlich zugänglichen oder einem vertraulichen Dokument niedergelegten Peering Policy eines ISPs oder eines CAPs. Die Peering Policy beschreibt, unter welchen Voraussetzungen und Bedingungen der Marktakteur Peering anbietet. Die genauen Peering Policies sind nur in wenigen Fällen öffentlich bekannt.

Peering Policies können offen und einheitlich oder selektiv sein. Weiterhin können Peering Policies mehr oder weniger restriktiv sein. Sie können hohe oder niedrige Hürden für diese Form der Interconnection aufbauen. Es gibt auch (relevante) Akteure, die über

---

<sup>70</sup> ARCEP (2021), S. 45.

<sup>71</sup> ACM (2021), S. 16.

keine (einheitliche) Peering Policy verfügen oder überhaupt kein Peering anbieten. In jedem Fall definiert eine Peering Policy einen unilateralen Akt.

Typische Voraussetzungen, unter denen Marktakteure Peering eingehen, sind:

- Strikter Verkehrsaustausch zwischen zwei AS;
- Implementierung dezidierter Bandbreiten für den Verkehrsaustausch;
- Mindestmenge des auszutauschenden Verkehrs bzw. Mindestkapazität der Interconnectionschnittstelle;
- Anforderungen an die Größe des internationalen Backbones des Partners;
- Zahl der Verkehrsübergabepunkte;
- Routingvorgaben;
- Vorgaben an das Verhältnis von Inbound- und Outbound-Verkehr;
- Verbot des gleichzeitigen Transits.

In manchen Fällen verlangen ISPs ein bestimmtes Verhältnis von Inbound- und Outbound-Verkehr für Settlement-free Peering und verlangen Paid Peering bei Abweichungen. Streitbefangen sind in vielen Fällen Änderungen unilateraler Peering Policies bei bestehenden Peering-Beziehungen.<sup>72</sup>

In ihrer Marktanalyse von 2021 beschreibt ACM die Peering Policies der wichtigsten ISPs in den Niederlanden. Diese sind dargestellt in Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4. Nach diesen Angaben haben die kleineren ISPs tendenziell eine offenere Peering Policy als die größeren. Im Vergleich zu 2015 ist die Peering Policy restriktiver geworden. Obwohl für ACM die Business Logik großer Akteure nachvollziehbar ist, Peering nur mit großen Partnern zu betreiben, entstehen dadurch Markteintrittsbarrieren für neue (bzw. kleine) CAPs, CDNs, kleine ISPs und Hosting Provider, solange bis sie groß genug sind, um vergleichbare Verkehrsmengen zu liefern. Diese Nachteile für kleinere CAPs und CDNs hängen auch von der Art des Contents an, den sie erbringen.

---

<sup>72</sup> Siehe hierzu z.B. den in Abschnitt 5.2.1.1 beschriebenen Interconnectionstreit zwischen Init7 und Swisscom.

Tabelle 2-3: Peering Policies der größten ISPs in den Niederlanden

Company	Multiple locations	Ratio requirement	Contract requirement
KPN	Desired	Yes	Yes
GTT (formerly KPN International)	Required - international	Yes	No
VodafoneZiggo	Not required	No	No
VodafoneZiggo	Preferably	Yes	Yes
Liberty Global <sup>73</sup>	Required - international	Yes	Yes
T-Mobile	Required - EU	Yes	Yes
T-Mobile	Not required	Yes	No
Deutsche Telekom	Required - international	Yes	Yes
Delta Fiber Nederland (Zeelandnet)	Desired	No	Private only
Delta Fiber Netherlands (CAIW)	Preferably	No	Private only

Quelle: ACM (2021), S. 15.

Tabelle 2-4: Peering-Details der größten ISPs in den Niederlanden

Company	Network number	Number of peering locations in the Netherlands	Locations: local, regional, global	Traffic level	Public peering where?
KPN	AS1136	6 ( <i>public peering</i> )	regional	1-5 Tbps; mostly <i>inbound</i>	<i>Peering via NL-IX and R-IX only</i>
GTT (formerly KPN International)	AS286	3 ( <i>public peering</i> ) 10 ( <i>private peering</i> )	global	1-5 Tbps; mostly <i>inbound</i>	<i>Peering through AMS-IX NL-IX, R-IX,</i>
VodafoneZiggo	AS33915	2 ( <i>public peering</i> ) 9 ( <i>private peering</i> )	Europe	50-100 Gbps, mostly <i>inbound</i>	<i>Peering via AMS-IX</i>
	AS9143		regional	5 Tbps; mostly <i>inbound</i>	
Liberty Global <sup>74</sup>	AS6830	5 ( <i>public peering</i> ) 4 ( <i>private peering</i> )	global	7 Gbps <i>balanced</i> (1:3) traffic	<i>Peering via AMS-IX, NL-IX, Asteroid, Equinix</i>
		regional			
T-Mobile	AS31615	0 ( <i>public peering</i> ) 1 ( <i>private peering</i> ) 4 ( <i>public peering</i> ) 2 ( <i>private peering</i> )	regional	-, mostly <i>inbound</i>	-
	AS50266		regional	-, mostly <i>inbound</i>	<i>Peering via AMS-IX, NL-ix</i>
Deutsche Telekom	AS3320	1 ( <i>public peering</i> ) 3 ( <i>private peering</i> )	global	50-100 Tbps Mostly <i>inbound</i>	<i>Peering via AMS-IX</i>
Delta Fiber Netherlands	AS15542 (Zeelandnet)	0 ( <i>public peering</i> ) 6 ( <i>private peering</i> )	regional	100-200 Gbps, Mostly <i>inbound</i>	-
Delta Fiber Netherlands	AS15435 (CAIW)	4 ( <i>public peering</i> ) 2 ( <i>private peering</i> )	Europe	300-500 Gbps, Mostly <i>inbound</i>	<i>Peering via AMS-IX, NL-ix</i>

Quelle: ACM (2021), S. 15.

---

 73 Gallimore (2021a).

74 Gallimore (2021b).



Eine vergleichsweise restriktive Peering Policy betreibt die Deutsche Telekom. Sie bietet grundsätzlich nur Tier 1-Betreibern Peering an. Diese Politik geht noch auf die Anfänge der Expansion des Internets zurück und wurde seitdem (konsequent) beibehalten. 2001 hatte die Deutsche Telekom ein weltweites internationales Backbone aufgebaut, um den Status eines Tier 1-Providers zu erreichen. Die Peering-Abkommen der Deutschen Telekom enthalten eine strikte Verkehrsratio der jeweiligen Verkehrsrichtungen. Sobald das Verhältnis von 1:1,8 überschritten wird, wandelt sich das Settlement-free Peering in kommerziellen Transit und es kommt zu Auszahlungen in die eine oder andere Richtung.

Diese Peering Policy hat zur Folge, dass alle CAPs mit der Deutschen Telekom keine Peering-, sondern eine (technische und kommerzielle) Transitbeziehung unterhalten. Technisch haben sie an den Netzübergängen Zugang zur gesamten Routing-Matrix der Deutschen Telekom (unabhängig davon, ob sie dies benötigen oder nachfragen). Kommerziell zahlen die CAPs der Deutschen Telekom Transitgebühren. Faktisch nutzen die großen CAPs nicht die gesamte Routing Table des DT-Angebots, sondern bedienen nur die Routen, mit denen sie die Endkunden im Netz der Deutschen Telekom erreichen. Insofern wird die Interconnection von Seiten der CAPs faktisch technisch als Peering betrieben.

Insofern ermöglicht die Deutsche Telekom auch kein On-Net Peering der kommerziellen und der CDNs der CAPs. Die Cache Server der CDNs sind nicht im Netz der Deutschen Telekom installiert. Sie befinden sich jenseits der Netzübergabepunkte. Die großen CAPs unterhalten dabei nicht nur einen, sondern i.d.R. fünf Übergabepunkte zum Netz der Deutschen Telekom (Frankfurt, München, Berlin, Hamburg und Düsseldorf). Aktuell sieht die Deutsche Telekom nicht den Bedarf für weitere Cache-Standorte. Fünf Standorte reichten für die Latenz-Anforderungen in ganz Deutschland aus. In der mittleren Frist wird allerdings ein Ausbau weiterer Netzübergabepunkte erwartet.

Diese Peering Policy wird mit der Sicherstellung der Qualität gegenüber dem Endkunden begründet. Weiterhin will die Deutsche Telekom die Kontrolle über das eigene Netz erhalten. Die Deutsche Telekom betrachtet ihr Transit-Angebot als ein Premium-Produkt.

Die beschriebene Peering Policy hat auch Auswirkungen auf die Präsenz der Deutschen Telekom am öffentlichen Internetknoten DE-CIX. Die Deutsche Telekom bietet auch hier potentiellen Partnern kein Peering, sondern sowohl technisch als auch kommerziell nur Transit an. Die Präsenz am DE-CIX spielte für den IP-Verkehrsaustausch der Deutschen Telekom nur eine untergeordnete Rolle. Eine Netzzusammenschaltung erfolgt hier nur mit wenigen kleinen und spezialisierten Kunden.

Zur Erhebung der Peering-Angebote und der Peering Policy für den deutschen Markt wichtiger ISPs und CAPs haben wir die PeeringDB-Datenbank mit Stand 01.11.2021 ausgewertet. Die PeeringDB enthält Angaben zu den Standorten öffentlicher und privater Peerings sowie zur Peering Policy. Alle Angaben in der Datenbank sind freiwillig. Doch nach Angaben vieler Marktakteure entsprechen die Angaben in der Datenbank weitgehend den realen Verhältnissen. Für die Tabelle 2-5 und die Tabelle 2-6 haben wir die Daten der PeeringDB um Informationen aus der IXP-Datenbank und den privaten Peering-Punkten angereichert. Die Anzahl der ausgewiesenen Standorte berücksichtigt nicht die Anzahl der dort jeweils verfügbaren Ports.

Tabelle 2-5: Peering-Details großer ISPs und CAPs in Deutschland

Unternehmen	ASN	Anzahl öff. in D	Anzahl priv. in D	Geografischer Geltungsbereich	Traffic	Verkehrsrichtung
Akamai Technologies	20940	8	10	Global	100+Tbps	Stark ausgehend
Limelight Networks Global	22822	5	3	Global	1-5Tbps	Vorwiegend ausgehend
NetCologne	8422	3	3	Europa	500-1000Gbps	Vorwiegend eingehend
Telefónica Germany	6805	7	6	Europa	1-5Tbps	Ausgeglichen
Deutsche Telekom	3320	1	14	Global	50-100Tbps	Vorwiegend eingehend
IONOS	8560	2	2	Global	300-500Gbps	Vorwiegend ausgehend
Vodafone Germany	3209	5	7	Regional	k.A.	Vorwiegend eingehend
EWETel	9145	5	2	Regional	200-300Gbps	Vorwiegend eingehend
Netflix	2906	6	5	Global	k.A.	Stark ausgehend
Lumen AS3356	3356	0	0	Global	100+Tbps	Ausgeglichen
1&1 Versatel Deutschland	8881	5	9	Europa	1-5Tbps	Vorwiegend eingehend
Facebook	32934	11	7	Global	100+Tbps	Stark ausgehend
Dailymotion	41690	1	0	Global	k.A.	Stark ausgehend
Zattoo	8302	2	2	Europa	k.A.	Stark ausgehend
STRATO	6724	2	2	Europa	k.A.	Vorwiegend ausgehend
M-net	8767	5	6	Regional	200-300Gbps	Vorwiegend eingehend
Amazon.com	16509	4	6	Global	k.A.	Ausgeglichen
Hetzner Online	24940	3	9	Europa	5-10Tbps	Vorwiegend ausgehend
Amazon IVS / Twitch	46489	3	7	Global	k.A.	Stark ausgehend
Tele Columbus	20880	2	0	Regional	50-100Gbps	Stark eingehend
Deutsche Glasfaser	60294	2	5	Europa	200-300Gbps	Vorwiegend eingehend
Trivago	198018	1	0	Global	k.A.	k.A.
Zalando	201026	1	0	Europa	5-10Gbps	Vorwiegend eingehend
rtl2fernsehen	206549	0	2	Europa	1-5Gbps	k.A.
Facebook AS63293	63293	1	0	Global	k.A.	Stark ausgehend
Akamai Direct Connect	20189	0	2	k.A.	k.A.	k.A.
Sky Deutschland	208452	0	3	Europa	k.A.	Vorwiegend ausgehend

Quelle: WIK Research.

Addiert man private und öffentliche Peering-Standorte, verfügen Akamai und Facebook mit jeweils 18 Standorten sogar über mehr Peering-Standorte als die DT (14) in Deutschland. Auch weisen beide Anbieter mit mehr als 100 Tbps ein größeres Verkehrsvolumen als die DT aus. Bemerkenswert ist, dass auch regionale ISPs mit einem relativ geringen Verkehrsvolumen wie NetCologne (6), EWETel (7) und M-net (11) über relativ viele Peering-Standorte verfügen. Überraschend ist auch, dass sowohl Telefónica Deutschland als auch Amazon trotz des üblicherweise asymmetrischen Datenkonsums von Endkunden (mehr Download als Upload), einen ausgeglichenen Verkehr ausweisen. Dies lässt sich beispielsweise bei anderen Endkunden-ISPs nicht beobachten.

Tabelle 2-6 zeigt wesentliche Merkmale der Peering Policy der gleichen ISPs und CAPs im deutschen Markt. Zwar bevorzugen die meisten Anbieter von Peering mehrere Übergabepunkte, doch nur wenige (wie etwa die DT, Limelight, Lumen, 1&1 Versatel) machen dies zur Voraussetzung für Peering. Nur die DT setzt ein bestimmtes Verhältnis von Inbound- zu Outbound-Verkehr für Peering voraus. Darüber hinaus verlangen nur die DT, Vodafone, Lumen und Akamai Direct Connect ein explizites Vertragsverhältnis. Bei allen anderen basiert Peering auf einem traditionellen "Handshake-Arrangement".

Tabelle 2-6: Peering Policies großer ISPs und CAPs in Deutschland

Unternehmen	Mehrere Übergabepunkte	Traffic-Verhältnis	Vertrag erforderlich
Akamai Technologies	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Limelight Networks Global	Erforderlich - USA	Nein	Nicht erforderlich
NetCologne	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Telefónica Germany	Bevorzugt	Nein	Nicht erforderlich
Deutsche Telekom	Erforderlich - International	Ja	Erforderlich
IONOS	Bevorzugt	Nein	k.A.
Vodafone Germany	Bevorzugt	Nein	Erforderlich
EWETel	Bevorzugt	Nein	Nicht erforderlich
Netflix	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Lumen AS3356	Erforderlich - International	Nein	Erforderlich
1&1 Versatel Deutschland	Erforderlich - EU	Nein	Nicht erforderlich
Facebook	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Dailymotion	Bevorzugt	Nein	Nicht erforderlich
Zattoo	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
STRATO	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
M-net	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Amazon.com	Bevorzugt	Nein	Nicht erforderlich
Hetzner Online	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Amazon IVS / Twitch	Bevorzugt	Nein	Nicht erforderlich
Tele Columbus	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Deutsche Glasfaser	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Trivago	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
Zalando	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich
rtl2fernsehen	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich

Unternehmen	Mehrere Übergabepunkte	Traffic-Verhältnis	Vertrag erforderlich
Facebook AS63293	Nicht erforderlich	Nein	k.A.
Akamai Direct Connect	Bevorzugt	Nein	Erforderlich
Sky Deutschland	Nicht erforderlich	Nein	Nicht erforderlich

Quelle: WIK Research.

## 2.4.2 Settlement-free vs. Paid Peering

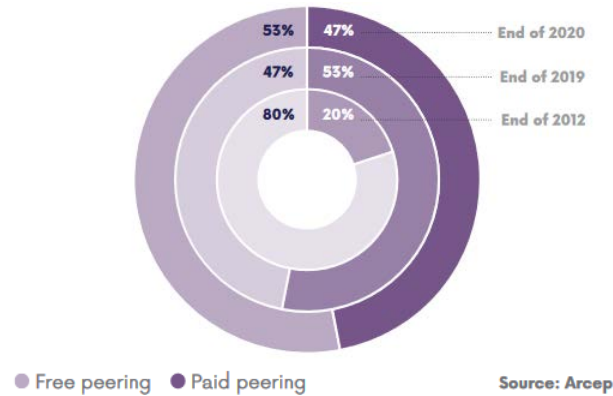
Die bislang weltweit umfassendste Studie zur Netzökonomie des Internets wurde von Weller/Woodcock (2013) für die Internet Recommendations der OECD von 2013 erstellt. Die Datenbasis der Studie wurde in 2016 für BEREC aktualisiert.<sup>75</sup> Der Datenanalyse in 2016 lagen 1.935.822 InterCarrier Interconnection-Vereinbarungen zugrunde. Nur 0,07% aller Vereinbarungen waren als formalisierte Verträge gestaltet. In 2011 lag diese Quote noch bei 0,49%. Bei 99,98% der Vereinbarungen waren die Bedingungen symmetrisch. Beide Seiten gaben sich hier wechselseitig die gleichen Konditionen. Nur 403 Vereinbarungen basierten auf asymmetrischen Bedingungen. Typische Asymmetrien waren Zahlungen für Routen, die anders nicht erreichbar waren, sowie die Erfordernis von Mindestvoraussetzungen für Peering und Paid Peering.

BEREC äußerte seinerzeit die Vermutung, dass der Verkehrsanteil von Paid Peering wesentlich höher sei, als in den genannten Vertragsstrukturen zum Ausdruck kommt. Insbesondere für Europa wurde erwartet, dass Paid Peering eine übliche Vertragspraxis der großen europäischen ISPs ist. Der Übergang von Settlement-free zu Paid Peering erfolgte oft nach Interconnection-Streitigkeiten über die Abwicklung stark wachsenden und asymmetrischer werdenden Verkehrs. Allerdings berichten die von uns interviewten CAPs unisono, dass Settlement-free Peering nach wie vor die Regel in Europa ist. Es gibt von diesem generellen Prinzip nur ganz wenige Ausnahmen, die jeweils ihre individuelle Entstehungsgeschichte haben.

Der Trend dazu, dass immer größere Verkehrsmengen über Paid Peering abgewickelt werden, zeigt sich in den Marktdaten für Frankreich. Wurden in 2012 nur 20% des Peering-Verkehrs kostenpflichtig ausgetauscht, waren dies in 2019 bereits 53% (s. Abbildung 2–4).

<sup>75</sup> Siehe Woodcock & Frigino (2016).

Abbildung 2–4: Entwicklung des Anteils von Paid Peering bei den wichtigsten 4 ISPs in Frankreich



Quelle: ARCEP (2021), S. 44.

Bemerkenswerterweise gab es in 2020 eine Trendwende. Der Anteil des Paid Peering ging wieder auf 47% zurück. ARCEP führt zwei Gründe für die Trendwende an: Erstens durch die Zunahme von Settlement-free Peering zwischen Partnern vergleichbarer Größe und zweitens durch die Substitution von Paid Peering-Verkehr zwischen CAPs und ISPs durch On-Net CDNs.

ACM (2021) sieht die Diskussion über Settlement-free und Paid Peering zwischen den großen ISPs und den großen CAPs inzwischen als entspannt an. Die Beziehung zueinander ist ausgeglichener geworden, geeint in dem Interesse, gute Qualität für den Endkunden zu produzieren. Die Frage der Bezahlung bei Peering tritt dagegen in den Hintergrund.

Dieser zunehmende Interessenausgleich zwischen großen ISPs und großen CAPs gilt jedoch nicht für kleinere Marktakteure. Skaleneffekte haben eine große Bedeutung. Markteintritt und Expansion ist für kleinere Akteure daher schwierig. Der Beitritt zum Settlement-free Peering hat daher für sie hohe Hürden. Peering und vor allem Settlement-free Peering ist für kleine ISPs und CDNs schwer erhältlich und eher einem mehr oder weniger geschlossenen Club von großen Marktakteuren vorbehalten.

### 2.4.3 Preistrends bei Private Peering

BEREC hatte in 2017 keine Daten zu den Preisen bei Paid Peering vorgelegt. An der Intransparenz dieser Preise hat sich auch heute nichts geändert. ACM berichtet von Diskussionen mit Marktakteuren, nach denen die Preise für Private Peering stark streuen und zwischen wenigen Cents und wenigen 10 Cents pro Mbps und Monat liegen.<sup>76</sup>

<sup>76</sup> ACM (2021), S. 17.

Die Preise sind bestimmt vom erwarteten Mehrwert der Interconnection für beide Parteien und dem Grad ihrer Marktmacht. ARCEP berichtet nach wie vor eine noch größere Preisspanne für Private Peering, nämlich von 0,25 € bis mehreren Euros pro Mbps und Monat.<sup>77</sup>

ACM schätzt die Kosten des Private Peering für einen ISP als relativ niedrig ein. Jedenfalls sind die Kosten für Public Peering (pro Einheit) höher. Auch im Vergleich zur Unterhaltung des Access- und Core-Netzes sowie für die Content-Beschaffung sind die Kosten der IP-Konnektivität zahlbar an Dritte relativ gering.

## 2.5 Preistrends bei CDNs

Für On-Net CDNs werden nach den Beobachtungen von ARCEP in den meisten Fällen keine Gebühren erhoben.<sup>78</sup> Im Rahmen von größeren Paid Peering-Vereinbarungen zwischen CAPs und ISPs kann jedoch auch eine Abgeltung für CDN-Leistungen erfolgen.

BEREC berichtete in 2017 von anhaltend sinkenden CDN-Preisen.<sup>79</sup> Die Preise sanken in 2015 um 20% und in 2014 um 25%. Die Preise selbst variieren zwischen Betreibern und hängen von der Größe der Kunden ab. BEREC beobachtete und erwartete auch für die Zukunft einen ähnlichen Preistrend für CDNs wie für Transit, da beide Preise stark durch Economies of Scale getrieben sind und sich gegenseitig beeinflussen.

## 2.6 Preistrends bei Public Peering

Die Preise für Public Peering bestehen typischerweise aus Einmalgebühren für den Anschluss an den IXP und einer monatlichen Gebühr pro in Anspruch genommenen Port (mit einer maximalen Kapazität für Datenverkehr pro Zeiteinheit). ACM hat in seiner Marktstudie für 2021 einen Preisvergleich für wichtige europäische Internetknoten (mit Stand Januar 2021) veröffentlicht<sup>80</sup>. Diesen Preisvergleich haben wir durch eine eigene Erhebung aktualisiert. Die Preise für einen 10 GE/Gbps-Port schwanken danach um einen Durchschnitt von 611€ und für einen 100 GE/Gbps-Port von 3.035€. Umgerechnet ergibt sich daraus ein durchschnittlicher Preis pro Mbps (bei 85% Auslastung) von 3,57 Cent bei einem 100 Gbps-Port und von 7,18 Cent für einen 10 Gbps-Port. Der 10 Gbps-Port-Preis liegt beim ECIX unter dem Durchschnitt des Benchmarks und der 100 Gbps-Preis leicht darüber. Relativ hohe Preise werden in Paris verlangt.

---

<sup>77</sup> ARCEP (2021), S. 45.

<sup>78</sup> ARCEP (2021), S. 45.

<sup>79</sup> BEREC (2017), S. 34f.

<sup>80</sup> ACM (2021), S. 17.

Tabelle 2-7: Peering-Preise wichtiger europäischer IXPs

Internet Exchange Points	100 Gbit/s Port-Preis in Euro	10 Gbit/s Port-Preis in Euro	100 Gbit/s-Port: Monatlicher Mbit/s-Preis bei 85%-Auslastung in Eurocent	100 Gbit/s-Port: Monatlicher Mbit/s-Preis bei 40%-Auslastung in Eurocent	10 Gbit/s-Port: Monatlicher Mbit/s-Preis bei 85%-Auslastung in Eurocent	10 Gbit/s-Port: Monatlicher Mbit/s-Preis bei 40%-Auslastung in Eurocent
AMS-IX (Amsterdam)	3600	720	4,20	9,00	8,50	18,00
LONAP (London)	1759	268	2,10	4,40	3,20	6,70
LINX LON1 (London)	3405	708	4,00	8,50	8,30	17,70
LINX LON2 (London)	2203	454	2,60	5,50	5,30	11,40
SwissIX (Zürich)	2388	430	2,80	6,00	5,10	10,80
BCIX (Berlin)	2628	514	3,10	6,60	6,00	12,90
ECIX (Deutschland)	3278	528	3,90	8,20	6,20	13,20
BNIX (Brüssel)	2628	717	3,10	6,60	8,40	17,90
FrancelX (Paris)	4300	850	5,10	10,80	10,00	21,30
Equinix (Paris)	3861	792	4,50	9,70	9,30	19,80
NetNod (Kopenhagen, Stockholm)	3340	742	3,90	8,40	8,70	18,60
Arithmetische Mittel der Preise	3035,45	611,18	3,57	7,61	7,18	15,30

Quelle: Sniders et al. (2021) auf Peering.exposed, Methode nach ACM (2021), WIK Research.

### 3 Marktposition der Marktakteure

#### 3.1 Zahlungsströme und Abhängigkeiten

Die Zahlungsströme im Bereich der Zusammenschaltung im Internet fließen üblicherweise von End- und Geschäftskunden vornehmlich über Endkunden-ISP in Richtung der nachgelagerten Backbone-ISP in der Wertschöpfungskette. Endkunden (Eyeballs), bzw. Geschäftskunden haben dabei eine Wertschätzung für Zugang zum gesamten Internet und erwerben daher eine Internetzugangsdienstleistung, die üblicherweise anhand der Dimensionen Bandbreite und/oder Datenvolumen durch ISPs differenziert wird und Konnektivität zum weltweiten Internet beinhaltet.

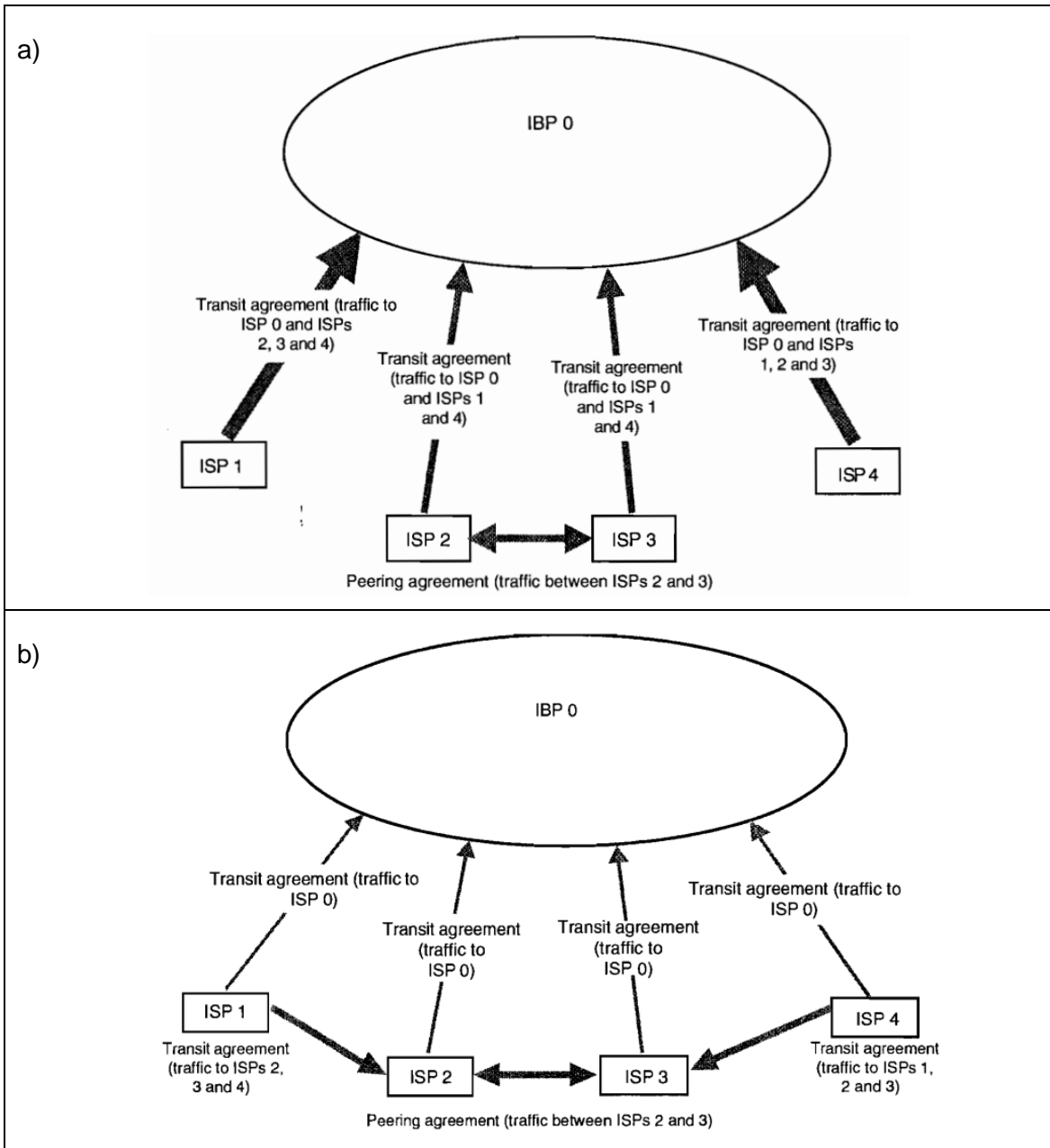
Damit werden diese Einnahmen (zumindest teilweise) in Form von Transitgebühren an nachgelagerte Backbone-ISP weitergereicht. Das Volumen dieser Ausgaben richtet sich unmittelbar danach, welcher Umfang des gesamten Verkehrsvolumens eines ISPs über (settlement-free) Private oder Public Peering abgewickelt werden kann. Abbildung 3–1 a) und b) verdeutlichen die zu erwartenden Veränderungen der Zahlungsströme zwischen einer exemplarischen Auswahl von ISPs, falls sich bei gegebenen Abhängigkeiten Veränderungen der Transitzkosten (oder der Transit-Konnektivität) ergeben.

Abbildung 3–1 a) zeigt dazu beispielhaft eine Situation von 4 (Endkunden-) ISP und einem Backbone-ISP, welcher diese ISP mit Transit versorgt. Während ISP 2 und ISP 3 untereinander direkt peeren und daher weniger Transit von ISP 0 einkaufen müssen, sind ISP 1 und ISP 4 vollständig auf die Transitzdienstleistung des Backbone-ISP (ISP 0) angewiesen, um ihre eigenen Kunden mit Konnektivität bedienen zu können.

Sollte nun ISP 0 seine Preise für Transit erhöhen, könnten die anderen Marktteilnehmer entsprechend auf die Preiserhöhung reagieren. Abbildung 3–1 b) verdeutlicht diesen Fall. In dieser Situation ist anzunehmen, dass ISP 2 und ISP 3 die bestehende Peeringvereinbarung untereinander nutzen, um ISP 1 und ISP 4 jeweils (partiellen) Transit als Dienstleistung anzubieten. Damit reduziert sich in diesem Fall die Nachfrage der vier betrachteten ISP nach der Dienstleistung des Backbone-ISP (ISP 0) auf die Konnektivität zu seinen eigenen Kunden. Während ISP 0 in diesem Beispiel vor der Preiserhöhung die primäre Konnektivität zwischen den betrachteten exemplarischen vier ISP bereitgestellt hat, reduziert sich seine Rolle nach der Preiserhöhung lediglich auf die Bereitstellung derjenigen Routen, welche die vier betrachteten ISP untereinander selbst nicht bedienen können (unabhängig von den sich dadurch ergebenden Zahlungsströmen untereinander, i.e. Peering oder Transit). Natürlich bestimmt die relative Größe dieser vier ISP im Verhältnis zur Größe von ISP 0 (z.B. Anzahl bedienter Kunden), ob es sich bei diesen verbleibenden Routen um einen substantiellen oder lediglich vernachlässigbaren Teil der für die End- und Geschäftskunden von ISP 1-4 essentiellen Routen handelt.



Abbildung 3–1: Reaktion von Interconnection-Partnern auf eine Preiserhöhung oder Degradierung von Transit



Quelle: Economides, N. (2004). Fig. 3 (S. 396) & Fig. 4 (S. 397).

Dieses Beispiel verdeutlicht unmittelbar, dass Preiserhöhungen eine Gelegenheit für Konkurrenten und potentielle Entrants darstellen. Durch die immer vermaschtere Architektur bzw. die steigende direkte Konnektivität zwischen Playern werden entsprechende Strategien von Playern in der Wertschöpfungskette daher immer unattraktiver.

Durch CAPs und deren zahlungspflichtige und/oder werbefinanzierte Inhalteangebote ergeben sich allerdings zusätzliche Zahlungsströme, welche sich aus den entsprechenden Servicegebühren oder indirekt aus der Aufmerksamkeit der Konsumenten ergeben und an den ISPs vorbei (direkt oder indirekt) an CAPs fließen. Diese Wertschöpfung setzt zwar eine vorhandene Konnektivität durch ISPs voraus, ergibt sich aber primär aus den Inhalten und Dienstleistungen, welche durch die CAPs bereitgestellt werden. CAPs sind damit auf die Konnektivität der Infrastruktur der ISPs angewiesen, tragen aber auch substantiell zur Bildung der Wertschätzung von Endkunden für die Internetzugangsdienstleistungen der ISPs bei.

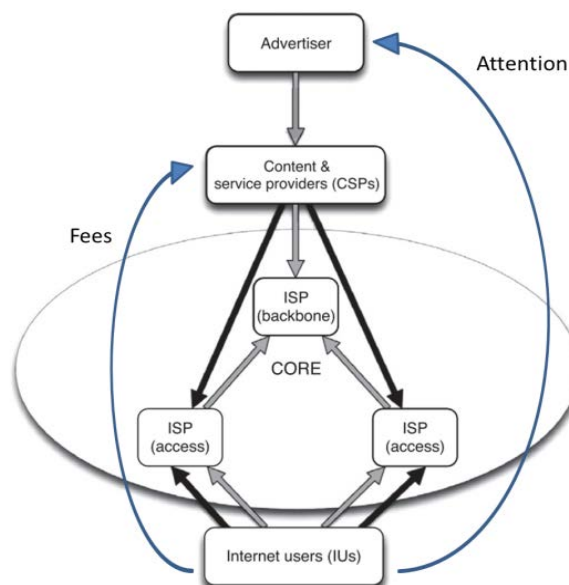
In diesem Kontext sehen sich einige ISPs als Plattformbetreiber in einem zweiseitigen Markt, welche CAPs mit Endkunden verbinden und daher von einer Preissetzung im Sinne zweiseitiger Märkte Gebrauch machen wollen. Dies impliziert, dass z.B. CAPs, CDNs und andere Intermediäre als Datenlieferanten auf der gegenüberliegenden Marktseite der Endkunden potentiell ebenfalls Gebühren für die Durchleitung ihrer Daten an den Endkunden-ISP entrichten müssten. Im Gegensatz dazu betrachten insbesondere CAPs die Leistung von ISPs als reine Transport- und nicht als Plattformdienstleistung und damit lediglich als Infrastruktur, um ihre Inhalte einer breiten Masse von Endkunden anbieten zu können. Insbesondere europäische Endkunden-ISPs argumentieren aktuell, dass sich große CAPs an den Investitionskosten des Netzausbaus beteiligen sollten.<sup>81</sup> Wie bereits vom damaligen AT&T CEO Ed Whitacre vor mehr als 15 Jahren argumentiert wurde<sup>82</sup>, vergleichen auch heute die betreffenden europäischen ISPs das Verhalten großer Big-Tech-Player, welche heute den Großteil des Datenverkehrs zu Endkunden ausmachen, mit Trittbrettfahren auf ihrer Infrastruktur. Daher sollten diese Player aus Sicht dieser ISPs zukünftig an den Kosten des Netzausbaus durch direkte Zahlungen an die Endkunden-ISPs beteiligt werden (siehe schwarze Zahlungsströme von CAPs in Abbildung 3–2). Dabei wird von einigen ISPs argumentiert, dass der starke Wettbewerb im Zugangsmarkt keine ausreichenden Margen erlaubt, um den weiteren Netzausbau im gewünschten Umfang ohne eine solche Beteiligung zu finanzieren.

---

<sup>81</sup> ETNO (2021).

<sup>82</sup> Herman (2006).

Abbildung 3–2: Zweiseitige Zahlungsströme



Quelle: Basierend auf Krämer, J., Wiewiorra, L., & Weinhardt, C. (2013). Fig. 1 (p. 796).

Letztlich stammen allerdings auch die direkten und indirekten Einnahmen von CAPs (und CDNs) von der Endkundenseite (siehe blaue Zahlungs-/Aufmerksamkeitsströme in Abbildung 3–2). Zweiseitige Preise durch ISPs würden damit einer Umverteilung der Renten aus der kombinierten Wertschätzung der Kunden für das Bündel aus Internet-konnektivität und -inhalten entsprechen. Darüber hinaus befinden sich auch CAPs in einem direkten und starken Wettbewerb untereinander und investieren ebenfalls hohe Summen in ihre (exklusiven) lokalen Inhalteangebote. Netflix wird beispielsweise nach eigenen Angaben bis 2023 alleine 500 Mio € in deutschsprachige Inhalte investieren.<sup>83</sup> Dazu kommen die Investitionen in die eigene Infrastruktur (z.B. Codecs, Open Connect). Darüber hinaus ist es fraglich, warum die Konzentration des Datenaufkommens auf unterschiedliche CAPs und nicht das absolute Niveau des Datenaufkommens im Netz und an den Netzgrenzen der ISPs etwas an der ökonomischen Bewertung und den Forderungen der betreffenden ISPs ändert. Die Investitionen in den Netzausbau richten sich dabei nach der Auslastung der Netze zu Stoßzeiten und nicht danach, ob dieses Verkehrsaufkommen von wenigen großen oder einer atomistischen Anzahl von kleinen CAPs stammt.

Darüber hinaus besteht ein Unterschied zwischen der Möglichkeit, ein zweiseitiges Preisregime selbständig etablieren zu können und einer Situation, in welcher dieses durch den Regulierer verpflichtend eingefordert werden soll. Sowohl der explizite Ausschluss von zweiseitigen Preisen, als auch die verpflichtende Einführung von zweiseiti-

<sup>83</sup> Pauker (2021).

gen Preisen können aus ökonomischer Perspektive Ineffizienzen erzeugen. Unter der Annahme von wettbewerblichen Märkten ist es also fraglich, warum ein Regulierer ein spezifisches Preisregime auf den bestehenden Interconnectionmärkten forcieren sollte, obwohl dieses im Hinblick auf die Vertragsfreiheit aller beteiligten Parteien bereits zulässig ist (z.B. in Form von Paid Peering oder partiellem Transit).

Eine Änderung des Preisregimes zu SPNP in Korea hat beispielsweise zu einem Rückzug von CAPs vom koreanischen Markt und einer Verschlechterung der Qualität ihrer Leistungen geführt. Betroffen seien dadurch vor allem auch inländische CAPs, sowie Endnutzer.<sup>84</sup>

In diesem Kapitel wird daher zunächst die Position der unterschiedlichen Akteure im Markt näher beleuchtet und individuell analysiert. In dem darauffolgenden Kapitel werden die Ursachen für die in diesem Kapitel dargestellten Entwicklungen erörtert. Anschließend gehen wir in Kapitel 5 auf das relative Machtgefüge der Akteure ein.

## 3.2 Die Position der Akteure im Markt

### 3.2.1 Endnutzer-ISPs

Das Kerngeschäft der Endkunden-ISPs (Eyeball-ISPs) ist nach wie vor der Verkauf von Breitbandanschlüssen in Verbindung mit Konnektivität zum weltweiten Internet. Mit dem Ausbau von FTTH-Netzen haben sich zudem in vielen Ländern Wholesale-only Anbieter herausgebildet, die ausschließlich den (passiven) Breitbandzugang im Retail oder Wholesale anbieten und nicht selbst als integrierte Anbieter auch im ISP-Geschäft tätig sind. Für eine großangelegte Integration der ISPs in ein eigenes Content-Geschäft gibt es nur wenige Beispiele. Das Prominenteste ist die Akquisition von Time Warner durch AT&T. Damit kompatibel ist, dass ISPs sich mit eigenem TV/VoD-Angebot sowie mit exklusivem Content z.B. im Bereich des Sports Wettbewerbsvorteile im Wettbewerb der ISP untereinander verschaffen (wollen). Ein relevanter Wettbewerb zu den großen CAPs entsteht dadurch nicht. Dies gilt auch für das Cloud-Geschäft. Im Vergleich zu den großen CAPs sind hier die Marktanteile der Telcos eher als bescheiden einzuschätzen. Ihr diesbezügliches Dienstesgeschäft skaliert hier auf Grund ihres begrenzten Footprints deutlich geringer als das der CAPs. Ihre Marktmöglichkeiten sind daher von vornherein auf Nischen beschränkt. Es zeichnet sich hieran auch perspektivisch kein anderer Trend ab.

Das Kernasset der ISPs im Verhältnis zu den CAPs ist und bleibt daher der Zugang zu den eigenen Endkunden. Dieses Terminierungsmonopol bleibt ein Asset für große wie für kleine ISPs. Dabei hängt der Wert des Zugangs zum Netz eines einzelnen ISP für einen CAP natürlich von der Größe des Netzes des einzelnen ISP ab.

---

<sup>84</sup> Siehe hierzu ausführlich Abschnitt 2.2.1.

### 3.2.2 Backbone-ISP

Backbone-ISP verkaufen Transit an andere (kleinere) ISPs oder CAPs. Neben Eyeball-ISPs, die auch als Backbone-ISP agieren, gibt es spezialisierte Betreiber wie etwa Level 3 und Cogent, die als Geschäftsmodell primär Backbonekapazitäten vermarkten.

Die zunehmende Dichte des Internetverkehrs und der Internettopologie setzen das Geschäftsmodell der Transitanbieter zunehmend unter Druck. Die großen CAPs betreiben ihre eigenen Backbones und sind nicht mehr im bisherigen Umfang auf die Inanspruchnahme von Leistungen der Backbone-ISPs angewiesen. Direktes Peering substituiert verstärkt Transit. Vor allem aber CDNs und speziell On-Net CDNs substituieren das Geschäft der Backbone ISPs. Nach Abecassis et al. (2018) haben CAPs im Zeitraum 2014-2017 im Jahresdurchschnitt 3,6 Mrd USD in Transport und 2,2 Mrd USD in Delivery investiert. Während die Transportinvestitionen zum Vergleichszeitraum 2011-2013 nur um 30% gestiegen sind, haben sich die Delivery-Investitionen mehr als verdreifacht. Nach Angaben von Telegeography entfiel in 2016 erstmals ein größerer Anteil an internationaler Backbone-Kapazität auf CAPs als auf Internet Backbone-ISPs.<sup>85</sup> Dieser Trend setzt sich fort. Dies wird auch daran deutlich, dass die großen CAPs sich öfter und immer intensiver an Unterseekabelprojekten beteiligen bzw. inzwischen auch Träger eigener Unterseekabel sind.

Angesichts dieser Markt- und Verkehrsverschiebungen sehen Dey und Yuksel (2019) zwei Entwicklungsoptionen für die Backbone-ISPs: Entweder ziehen sie genügend Verkehr auf ihre Netze, um relevant skalieren zu können oder sie bzw. ihre Backbone-Netze werden Übernahme-Kandidaten, z. B. für die großen CAPs.

Tabelle 3-1 zeigt, wie sich die Unabhängigkeit der Netze und ihre Reichweite im Zeitraum September 2015 bis September 2020 entwickelt hat. Hierarchiefreie Erreichbarkeit bezeichnet hier die direkte Verbindung mit den betreffenden Zielnetzen, ohne Durchleitung durch die Netze von Tier-1 oder Tier-2 Backbone-ISPs, sowie das Netz des Transitproviders des Zielnetzes.<sup>86</sup> Google hatte bereits 2015 eine hierarchiefreie Erreichbarkeit von 81,7% und konnte diese auf 86,9% steigern. Level 3 hat seine Führungsposition behalten. Microsoft hat sich von Position 62 auf Position 4 (84,6%) hoch katapultiert und Amazon von Position 206 auf Position 18 (75,0%). In diesen Top 20 sind 2020 nur noch die Telcos NTT, Colt, Telia und Swisscom vertreten.

---

<sup>85</sup> Telegeography, nach Abecassis et al. (2018), S. 29.

<sup>86</sup> Arnold et al. (2020), S. 236.

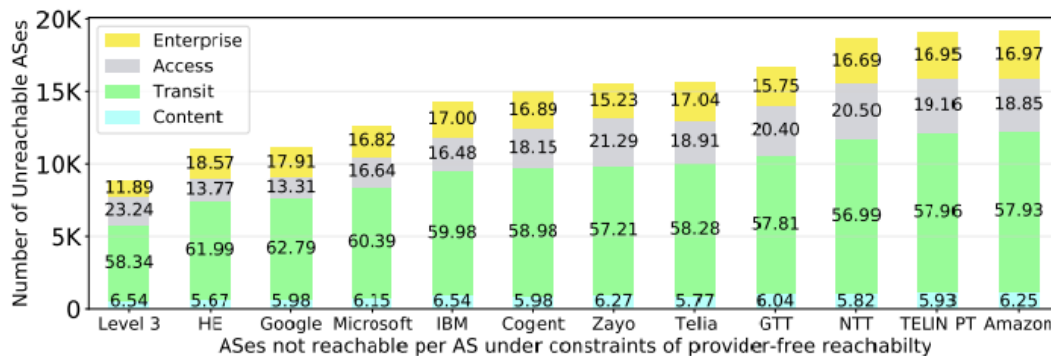
Tabelle 3-1: Hierarchiefreie Erreichbarkeit für die Top 20 Netze (Sept. 2015-Sept. 2020)

2015			2020		
#	Network (AS)	Reachability (%)	#	Network (AS)	Reachability (% change)
1	Level 3 (3356)	43,413 (83.4%)	1	Level 3 (3356)	61,154 (90.2%, 6.8)
2	Google (15169)	42,347 (81.7%)	2	HE (6939)	58,981 (87.0%, 6.2%)
2	HE (6939)	41,876 (80.8%)	3	Google (15169)	58,922 (86.9%, 5.2%)
4	Cogent (174)	39,113 (75.5%)	4	Microsoft (8075)	57,357 (84.6%, 22.0%)
5	StackPath (12989)	39,068 (75.4%)	5	IBM (36351)	55,714 (82.2%, 10.4%)
6	WV Fiber (19151)	38,756 (74.8%)	6	Cogent (174)	55,049 (81.2%, 5.7%)
7	RETN (9002)	37,796 (73.0%)	7	Zayo (6461)	54,489 (80.4%, 11.5%)
8	NTT (2914)	37,543 (72.5%)	8	Telia (1299)	54,324 (80.1%, 8.9%)
9	IBM (36351)	37,203 (71.8%)	9	GTT (3257)	53,388 (78.7%, 8.7%)
10	IPTP (41095)	37,048 (71.5%)	10	SG.GS (24482)	53,157 (78.4%, 9.7%)
11	Telia (1299)	36,906 (71.2%)	11	COLT (8220)	52,256 (77.1%, 12.9%)
12	iiNet (4739)	36,846 (71.1%)	12	G-Core Labs (199524)	51,820 (76.4%, 27.4%)
13	Init7 (13030)	36,814 (71.1%)	13	NTT (2914)	51,374 (75.8%, 3.3%)
14	MTS PJSC (8359)	36,786 (71.0%)	14	Wikimedia 14907)	51,204 (75.5%, 25.7%)
15	Telstra (10026)	36,322 (70.1%)	15	Core-Backbone (33891)	51,110 (75.4%, 12.7%)
16	GTT (3257)	36,238 (70.0%)	16	WV FIBER (19151)	51,083 (75.3%, 0.5%)
17	PCCW (3491)	36,109 (69.7%)	17	TELIN PT (7713)	50,919 (75.1%, 18.6%)
18	TDC (3292)	36,001 (69.5%)	18	Amazon (16509)	50,867 (75.0%, 17.3%)
19	Swisscom (3303)	35,772 (69.1%)	19	Swisscom (3303)	50,758 (74.9%, 5.8%)
20	Zayo (6461)	35,686 (68.9%)	20	IPTP (41095)	50,606 (74.6%, 3.1%)
62	Microsoft (8075)	32,436 (62.6%)			
206	Amazon (16509)	29,905 (57.7%)			

Quelle: Arnold et al. (2020), S. 237.

Abbildung 3–3 zeigt spiegelbildlich, wie viele AS die Top 12 Backbone-Netze nicht erreichen können und wie sich dies auf die Unternehmens-, Access-, Transit- und Contentnetze aufteilt. Google, IBM und Microsoft fokussieren ihre Peering-Anstrengungen vor allem darauf, Access-Netze zu erreichen. Diese Daten unterlegen, dass große CAPs heute nur einen geringen Teil der AS über Transit erreichen müssen.

Abbildung 3–3: Zahl und Verteilung der nicht erreichbaren AS der Top 12-Betreiber



Quelle: Arnold et al. (2020).

### 3.2.3 CAPs

Nach der Übertragung von Content zwischen Rechenzentren und über internationale Backbones liefern CAPs ihren Content über die Netze von ISPs zu den Endkunden. Die Verkehrsübergabe erfolgt an öffentlichen IXPs an eine Vielzahl von ISPs und an privaten Peeringpunkten direkt mit einzelnen ISPs, falls die relevanten Verkehrsmengen groß genug sind.

Bereits in 2017 berichtete BEREC, dass die großen CAPs stark in eigene Netzinfrastruktur investieren, um Verkehr effizienter abzuwickeln, die Abhängigkeit von anderen zu vermindern, mehr Flexibilität für eigene Kapazitätsaufrüstungen zu gewinnen und um die Qualität der Leistungserbringung gegenüber dem Endkunden zu verbessern.

Um ihren Content effizient und in hoher Qualität an die Endkunden auszuliefern, investieren CAPs zum einen in ihre CDN-Infrastruktur und zum anderen in effizientere Videostreaming Technologien.

CAPs beteiligen sich inzwischen nicht nur verstärkt an internationalen Seekabelprojekten, sie investieren inzwischen auch eigenständig in eigene Seekabelprojekte. In 2018 hatten Facebook, Amazon und Microsoft mehr als 50% der Bandbreite von Unterseekabeln entweder in ihrem Besitz oder gemietet.<sup>87</sup> In 2019 besaß allein Google sechs aktive Unterseekabel und will in den nächsten zwei Jahren weitere acht Kabel bauen.<sup>88</sup> Mit diesen Investitionen in die jeweils neueste Kabeltechnologie erarbeiten sich die CAPs die niedrigsten Übertragungskosten und haben hierdurch (Kosten-)Vorteile gegenüber den meisten Backbone-ISPs. Weiterhin erhalten sie dadurch zunehmend Kontrolle über das Netzwerkdesign und -management ihrer Backbonekapazitäten.

<sup>87</sup> Mozilla Foundation (2019).

<sup>88</sup> Mozilla Foundation (2019).

Durch die massiven Investitionen in die Delivery-Infrastruktur von CDNs machen sich die CAPs aber auch wesentlich stärker unabhängig von den Netzinvestitionsentscheidungen der ISPs. Durch die Platzierung ihrer Cache-Server tief in den Netzen der ISPs steuern sie vielmehr selbst die Servicequalität und sind nicht oder zumindest weniger von den Aufrüstungsinvestitionen der ISPs abhängig. Weiterhin erhöhen sie die Übertragungseffizienz, so dass Content immer seltener über internationale Backbones geroutet werden muss. Betrachtet man die Netze der ISPs und die Infrastruktur der CAPs als Einheit, dann ist diese Entwicklung Ausdruck einer effizienten Gesamtoptimierung der Hosting-, Transport-, Delivery- und der Zugangsnetzinfrastruktur. Der Netzzugang, den die ISPs bereitstellen, verbleibt als letztes Bottleneck, über das CAPs heute keine Kontrolle haben. Bis auf wenige demonstrative Einzelprojekte wie etwa Google Fiber<sup>89</sup>, sind bislang keine relevanten Projekte für eine vertikale Integration der CAPs in die Zugangsnetzinfrastruktur der ISPs erkennbar. Sie haben hier aktuell auch keine Hebel, um ISPs in eine verstärkte Aufrüstung der Kapazität der Zugangsnetze zu motivieren. Allerdings scheint die Transformation der Zugangsnetze in FTTH-Netze weltweit ein unumkehrbarer Trend zu sein. Insofern kommen die aktuell starken Investitionsanstrengungen von ISPs und Infrastrukturinvestoren sowie die diesbezüglichen staatlichen Förderprogramme dem Interesse der CAPs an leistungsfähigeren Zugangsnetzen entgegen.

Zwar ist die Zahl der Public Peering Points, die von CAPs angesteuert werden, stark angestiegen. Doch ist der Anteil des Verkehrs über Private Peering deutlich stärker gestiegen. Während die Zahl der Public Peering Points, die von CAPs angesteuert werden, sich von 2014 auf 2018 mehr als verdreifacht hat (auf 1096), stieg die Zahl der Private Peering Points um 88% (auf 544).<sup>90</sup>

Neben Inhouse-CDNs betreiben große CAPs wie etwa Amazon, Alibaba, Google und Microsoft auch kommerzielle CDNs um Dienste zu unterstützen, die von ihren Cloud-Kunden genutzt werden.<sup>91</sup>

CAPs verfolgen eine offene Peering Policy, verlangen für Peering keine Entgelte und zahlen selbst nur in Ausnahmefällen Netzentgelte an ISPs. Die Interaktion der Netze und Infrastrukturen von ISPs und CAPs ist heute intensiv und kooperativ ausgestaltet. Daher spielt die Zahlung von Netzentgelten an ISPs im Vergleich zu den strategischen Investitionen der CAPs in die Infrastruktur von Hosting über Transport zu Service-Delivery eine eher untergeordnete Rolle. Ein Regime von Netzentgelten, vergleichbar zu den Vorgaben in Südkorea, würde – wie jeder neue regulatorische Eingriff – zu einer Veränderung des bisherigen Gleichgewichts führen und einen Anpassungspfad auf ein neues Gleichgewicht erfordern. Dies würde sich zumindest temporär disruptiv auf das effiziente Funktionieren des Internets auswirken. Das Beispiel Südkorea zeigt, dass

---

<sup>89</sup> Google (2021b).

<sup>90</sup> Abecassis et al. (2018), S. 34.

<sup>91</sup> Abecassis et al. (2018), S. 37.



sich diese Maßnahmen dadurch negativ auf die Qualität der ausgelieferten Inhalte und damit die Konsumenten auswirken können. Angesichts der erheblichen Investitionen in das eigene Infrastruktursystem ist zu erwarten, dass sich CAPs gegen eine Veränderung des aktuellen Gleichgewichts stemmen würden. Im Übrigen hätten ISPs damit nur dann überhaupt eine Chance das bestehende Gleichgewicht zu ändern, falls sie abgestimmt auf europäischer Ebene und nicht nur national aufträten. In diesem Fall würden sie einen Wettbewerbsschaden für sich vermeiden und könnten Umgehungsaktivitäten der CAPs einschränken oder beschränken.

### 3.2.4 CDNs

Bereits in 2017 stellte BEREC den Trend zu einer zunehmenden ökonomischen Relevanz von CDN für den IP Verkehr heraus.<sup>92</sup> Anhand der Verkehrsentwicklung der vergangenen Jahre haben wir im Abschnitt 1.5 gezeigt, dass CDNs inzwischen die dominante Form der Bereitstellung von IP-Diensten darstellen. BEREC konstatierte in 2017 noch, dass CAPs zunehmend eine Multi-CDN Strategie verfolgten und sich aus Resilience-Gründen auf mehrere CDNs abstützen. Insofern bestand der Markt seinerzeit aus einer diversen Anzahl von Playern: Spezialisierte CDN-Unternehmen, eigene (in-house) CDNs der CAPs und CDN-Dienste von Telcos.

In dieser Struktur haben sich wesentliche Verschiebungen ergeben. Die dynamischste Entwicklung haben Inhouse CDNs der großen CAPs genommen. Alle großen CAPs betreiben heute eigene CDNs. Diese liefern in aller Regel den (weitaus) meisten Content der CAPs. Netflix' CDN Open Connect liefert sogar (annähernd) 100% des Verkehrs und der Inhalte von Netflix. Die Integration der CDN-Funktion und die volle Kontrolle über das eigene CDN hat für die großen CAPs offenbar die Resilience-Vorteile einer Multi-Vendor Strategie dominiert. Angesichts des Verkehrsvolumens dieser CAPs scheinen sich auch keine Skalennachteile auf der Kostenseite gegenüber spezialisierten CDN-Anbietern zu ergeben.

Beispielhaft sei dazu im Folgenden der CDN-Ansatz von Netflix kurz beschrieben. Netflix hat in den letzten 10 Jahren das eigene CDN „Open Connect“ aufgebaut und weiterentwickelt. Die Größenordnung der Investition in das eigene CDN wird daran deutlich, dass Netflix in diese Infrastruktur in den letzten 10 Jahren 10 Mrd USD investiert hat. Im Vergleich zu 12 Mrd USD Investitionen in Content allein im Jahr 2020 hat die CDN-Investition zwar eine relevante Größenordnung, ändert aber nichts an der Dominanz der Kosten des Contents zur Charakterisierung des Geschäftsmodells von Netflix als CAP und nicht (primär) als Infrastrukturbetreiber. Open Connect besteht aus einem globalen Backbone und etwa 17.000 Content Cache Servern in 158 Ländern, die auch als Open Connect Applications (OCA) bezeichnet werden. Jeder OCA speichert nahezu den gesamten Content von Netflix. Die OCAs sind in Public Internet Exchanges, in Mul-

---

<sup>92</sup> BEREC (2017), S. 8 f. sowie S. 36 ff.

ti-Tenant Rechenzentren oder direkt in den Netzen der ISP lokalisiert. Die Netzentwicklung ist dadurch gekennzeichnet, die Distanz zum Endnutzer stetig zu verringern. Die Dichte und Tiefe des Netzes wird daran deutlich, dass Netflix in Deutschland Cache Server an 117 Standorten betreibt. In UK betreibt Netflix sein dichtestes Netz an sogar 150 Standorten. An jedem Standort werden 2-16 Server betrieben. In Deutschland arbeitet Open Connect direkt mit ca. 50 ISPs. Das heißt, das CDN von Netflix ist auch mit regionalen und (großen) lokalen ISP direkt zusammengeschaltet. Insofern sind die Verkehrsanforderungen für eine direkte Zusammenschaltung relativ niedrig.

Netflix betrachtet die Beziehung zu den ISP als kooperativ und sogar als symbiotisch. Die Positionierung der Cache Server erfolgt im Rahmen einer gemeinsamen Netzplanung. Netflix überträgt das Eigentum an den im Netz der ISP lokalisierten Server an diese. Betrieb und Wartung der Server erfolgt dabei durch und auf Kosten von Netflix. Der Umfang des Contents ist fix, er wird jede Nacht off-peak auf die Cache-Server gespielt. Nach Angaben von Netflix erreicht ein ISP, der Open Connect Server in seinem Netz installiert, im Durchschnitt mehr als 95% des Netflix-Verkehrs lokal, ohne Transport über Fernverkehrs-Interconnect.<sup>93</sup> Dies spart den betreffenden ISPs Netzkosten, beispielsweise durch geringere Transit-Kapazitäten, und vermindert das Risiko der Netzüberlastung auf Seiten der Infrastruktur des ISP. Netflix berichtet, dass BT nach eigenen Angaben in 2018 60% Ersparnis bei den Core-Netzkosten durch die Lokalisierung von Content tiefer im Netz erzielte. Ohne dass wir dies verifizieren können, schätzt Netflix, dass die ISPs, die die Open Connect Server unmittelbar in ihren Netzen installieren, in 2020 Netzkosten in Höhe von 1,2 Mrd USD eingespart hätten.<sup>94</sup> Die ISPs tragen i.d.R. die Kosten für Kollokation und Stromversorgung. In 2021 hatten mehr als 1.000 ISPs von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht und OCAs in ihren Netzen installiert.<sup>95</sup> Diese ökonomische Betrachtung kann für ISPs, die Entgelte für die Durchleitung in ihre Netze gegenüber CAPs durchsetzen konnten, anders ausfallen. Hier stehen den Effizienzgewinnen durch die lokale Auslieferung von Inhalten und den damit verbundenen Qualitätsgewinnen Einnahmeverluste aus dem Interconnectionsgeschäft entgegen.

Netflix verlangt von den ISP keine Peering-Entgelte. Im Regelfall gilt dies auch für die ISPs. Diese Konfiguration hat aus Sicht von Netflix den großen Vorteil, dass die ISPs keinen Off-net Verkehr mit Netflix haben, für den sie Backbone-Kapazität, Interconnection und Transit zu bezahlen hätten.

Als weltweit einzige Ausnahme unterhält Netflix mit der DT eine Paid Peering Beziehung, die letztere aber als Transitbeziehung wertet. Die Open Connect Server sind auch nicht im Netz der DT installiert. Vielmehr wird der Verkehr an fünf zentralen Netzübergängen in Deutschland übergeben.

---

93 Netflix (2021b).

94 Netflix (2021b), S. 6.

95 Netflix (2021a), S. 21.

Public Peering an IXPs spielt für Netflix keine große Rolle mehr. Hier werden nur noch sehr kleine Anbieter über eine „Catch-All“-Strategie erreicht, für die eine Teilnahme an Open Connect (noch) nicht lohnenswert bzw. notwendig erscheint. Global werden nur 3,5% (3,1% in Deutschland) des Netflix-Verkehrs an IXP übergeben. Weiterhin ist Public Peering eine Fallback-Option im Falle von bilateralen Problemen. Bevor Netflix auf das eigene CDN Open Connect zurückgreifen konnte, war die Übergabe an IXP für Netflix bedeutsam. Falls ein OCA an einem IXP installiert wird, behält Netflix das Eigentum daran und trägt auch die Kosten für den Stromverbrauch, für Kollokation, Cross-Connect-Gebühren u.ä. Insgesamt war Netflix in 2021 an 80 IXP präsent in mehr als 25 Ländern.<sup>96</sup>

Spiegelbildlich bedeutet diese Tendenz zu Inhouse-CDNs auch, dass sich das Geschäft spezialisierter CDN-Anbieter weniger stark entwickelt hat als der CDN-Verkehr insgesamt. Abecassis et al. (2018) erwarten, dass in 2021 48% (32% in 2016) des globalen Internetverkehrs Inhouse CDN-Verkehr der CAPs sein wird. Der kommerzielle CDN-Verkehr soll in 2021 22% ausmachen und der Non-CDN-Verkehr nur noch 30% (48% in 2016).

Ohne dass dies im letzten transparent ist, gibt es deutliche Hinweise darauf, dass die Telcos kein erfolgreiches eigenes CDN-Geschäft haben entwickeln können. Zwar sollen einige Telcos versucht haben, ein eigenes CDN aufzubauen, doch scheint diesen Anläufen kein erkennbarer Markterfolg gegenüber zu stehen. Häufig bieten Telcos zwar CDN-Dienste an, aber sie produzieren sie in Kooperation mit Partnern.

Einen weiteren Markttrend hat BEREC in 2017 zwar identifiziert, aber in seiner Bedeutung für die Peering- und Transitmärkte unterschätzt, nämlich die Tendenz zum On-Net CDN, d. h. die Positionierung der Cache Server des CDN unmittelbar im Netz des ISP. Die weitaus meisten ISPs unterhalten inzwischen diese On-Net CDN-Beziehung mit den großen CAPs und den großen CDN-Spezialisten. Selbst bei kleinen und mittleren ISP erfolgt heute diese Netzkooperation. Sie besteht typischerweise darin, dass das CDN / der CAP den Cache Server bereitstellt, installiert und wartet. Natürlich ist er auch für die Aktualisierung des Contents zuständig. Der ISP stellt typischerweise die räumliche Unterbringung und die Stromversorgung bereit. Die hohe und (räumlich) tiefe Verbreitung hat die Netzkonfigurationen und die Peering- und Transitbeziehungen der Beteiligten nachhaltig strukturell verändert. Vor allem größere ISPs sparen durch On-Net CDNs (eigene) Kernnetzkosten und je nach Tiefe der Positionierung der Caches in ihrem Netz auch Aggregationsnetzkapazität. Sie können durch die stärkere Regionalisierung/Lokalisierung des Verkehrs aber auch Transiteinnahmen verlieren und ggfs. auch Paid Peering-Einnahmen. Kleinere ISPs sparen Transitgebühren und in relativ geringem Umfang auch eigene Netzkosten, wenn die Caches direkt in ihrem Netz positioniert sind. Als Vorteil für beide Marktseiten gilt die Verbesserung/Sicherung der Qualität der

---

<sup>96</sup> Netflix (2021a), S. 21.

Übertragung für den Endkunden. CDNs minimieren die Zahl der Router und Netze, die Content auf dem Weg zum Endkunden passieren muss. Dadurch wird die Gefahr der Verstopfung minimiert und ein hohes Maß an Qualität generiert. Dies ist in unserer Einschätzung auch das Hauptmotiv der CAPs, in CDN zu investieren und weniger die Ersparnis von Transitgebühren.

Doan et al. (2021) haben diese Qualitätsverbesserung durch das CDN von Netflix über einen Zeitraum von drei Jahren (2016-2019) gemessen. Doan et al. konnten beobachten, dass die Netflix Open Connect Server on-net im Netz der ISPs in 6 IP Hops erreichbar sind. Dies kann die IP-Pfadlänge um 40% bei IPv4 und um 60% bei IPv6 verkürzen. Über beide Adress-Familien hinweg reduzierte sich dadurch die TCP Connect Time um 64%. Während eine TCP-Verbindung zu einem Netflix Open Connect Server in 2016 noch  $\approx 25-27$  ms benötigte, waren dies in 2019 nur noch  $\approx 15-16$  ms mit ähnlicher Latency für beide Adress-Familien. Auch der erreichte Throughput stieg um den Faktor drei, wenn ISPs Caches on-net nutzten, um Content zu streamen.

### 3.2.5 Betreiber von IXPs

Bereits bei der Darstellung der Verkehrsentwicklung haben wir in Abschnitt 1 gezeigt, dass die Inanspruchnahme der IXPs für Public Peering relativ zu anderen Interconnectionformen abgenommen hat. Die Verkehrsverlagerung hin zum Private Peering ist vor allem durch die CAPs getrieben. Während sie vor 10 bis 15 Jahren noch mehr als 50% ihres Verkehrs an den IXPs ausgetauscht haben, sind es heute deutlich weniger als 10%. DE-CIX geht ansonsten davon aus, dass knapp 25% des gesamten IP-Verkehrs in Deutschland über DE-CIX ausgetauscht wird. Der DE-CIX hat hier eine relativ stärkere Bedeutung als andere IXPs in Europa aufgrund der zentralen Rolle Frankfurts als Anlaufpunkt für den gesamten außereuropäischen Verkehr. Bei DE-CIX hat sich der Verkehr zwischen 2015 und 2020 etwa verdoppelt. Die jährliche Wachstumsrate lag bei ca. 15%. Seit COVID ist das Wachstum auf 20 bis 30% gestiegen. Das höhere Niveau ist bislang geblieben.

Gleichwohl haben gerade die CAPs in unseren Interviews deutlich hervorgehoben, dass IXPs weiterhin eine zentrale Rolle und Aufgabe für ein funktionsfähiges und offenes Internet spielen. Insbesondere für den Verkehrsaustausch kleiner ISPs und CAPs spielen die IXPs weiterhin eine essentielle Rolle. Darüber hinaus hat sich ihre Funktion als zentraler Knotenpunkt für den Verkehrsaustausch gewandelt. Die IXPs übernehmen für die großen Akteure (CAPs, ISPs) immer mehr die Rolle eines Back-up oder Resilience-Betreibers. IXP-Kapazitäten werden genutzt, um Verkehrs-Peaks abzudecken, überraschende Verkehrslast aufzunehmen oder Verkehr beim Ausfall von POIs im Private Peering zu übernehmen. Weiterhin übernehmen sie Verkehr, bis POIs weiter ausgebaut werden. Nach Einschätzung von DE-CIX sind die IXPs durchaus auch in der Lage, diese Back-up-Funktion hinreichend zu monetarisieren. Zwar sind bei DE-CIX auch die Preise kontinuierlich gesunken, doch sind sie weniger stark gesunken als der Verkehr gewachsen ist.

Die IXPs stellen sich auf die stark zunehmende Regionalisierung/Lokalisierung des Verkehrs durch Aufbau/Ausbau weiterer Internetknoten ein. So betreibt DE-CIX bereits in Hamburg, Düsseldorf und München weitere Standorte. Geplant ist, bis Ende 2022 den Ausbau auf 11 Standorte in allen deutschen Metropolregionen abgeschlossen zu haben.

Das Geschäftsmodell der IXPs hat sich in den letzten Jahren auch dadurch weiterentwickelt, dass (vor allem) Großunternehmen selbst unmittelbar als Nutzer am IXP präsent sind und dort Verkehr austauschen. Dies gilt zum Beispiel für die Unternehmen der Automobilindustrie.

Eine weitere strategische Weiterentwicklung des Geschäfts des DE-CIX besteht in der Entwicklung eines eigenen Cloud-Geschäfts. Die Nische für den DE-CIX besteht dabei darin, virtuelle Anbindungen für einen direkten störungsfreien Weg zur Cloud bereitzustellen. Diese strategische Weiterentwicklung des Geschäfts ist komplementär zur direkten Präsenz großer Unternehmen am DE-CIX.

Einem verstärkten Wettbewerb durch Multi-Tenant Rechenzentrumsbetreiber sieht sich auch DE-CIX ausgesetzt, wie auch ACM für den niederländischen Markt festgestellt hat. Eine besondere wettbewerbliche Herausforderung für öffentliche IXPs stellt sich in den Niederlanden dadurch, dass der Incumbent Telco KPN dort den eigenen IXP NL-IX aufgebaut hat und Peering-Kapazität vom AMS-IX auf den eigenen IXP verlagert hat. Der eigene IXP ist für KPN auch ein Vehikel, um das unentgeltliche Peering am öffentlichen IXP in ein entgeltliches zu transformieren.

Der langsameren Entwicklung des Inlandsgeschäfts begegnet DE-CIX auch durch eine stärkere Internationalisierung des Geschäfts. DE-CIX ist inzwischen an ca. 30 Standorten weltweit mit Schwerpunkt in Europa als Betreiber von IXPs tätig. Dabei werden drei Modelle verfolgt. In Dubai ist DE-CIX im Auftrag eines dortigen Betreibers für den Betrieb des IXP tätig. In vollständig eigener Verantwortung ist DE-CIX als Betreiber eines IXP z.B. in Madrid, Palermo und in der Türkei tätig. Weiterhin ist DE-CIX in Kooperation mit nationalen Partnern z.B. in Indien tätig.

Sowell (2020) folgend, kann die Entwicklung der IXPs über die Zeit folgendermaßen beschrieben werden: IXPs wurden in den späten 1990er Jahren gegründet, um lokalen Verkehr lokal zu halten. Kleine und mittlere Netze verbanden sich am IXP mit dem weltweiten Internet über Transit-Betreiber. IXPs boten auch eine Plattform für bilaterales Peering, um Kosten und Legacy zu vermindern. In ihrem Geschäftsmodell stellen IXP früher wie heute eine „Platform-as-a-service“ zur Verfügung, die Netzen ermöglicht, öffentlich mit anderen Netzen zu peeren. Heute haben sich IXPs weiter zu neutralen Marktaustauschplattformen entwickelt neben den Plattformen der CAPs.

Somit bleibt festzustellen, dass IXPs weiter eine bedeutsame Rolle für die Funktionsweise eines offenen Internets haben. Doch anders als BEREC noch 2017 erwartete, hat ihre Bedeutung als Verkehrsaustauschknoten abgenommen. Private Peering und On-Net CDN-Verkehr hat deutlich mehr zugenommen als der über IXPs abgewickelte Verkehr.

Gleichzeitig ist festzustellen, dass die IXPs auf die Veränderungstrends im Markt reagieren und dies offenbar kommerziell erfolgreich bewerkstelligen. Dies gilt für die stärkere Regionalisierung des Verkehrs, den zunehmenden Wettbewerb durch Multi-Tenant Rechenzentrumsbetreiber sowie die stärkere Bedeutung des Cloud-Geschäfts. Die Plattformen der IXPs scheinen auch neue Kundengruppen mit neuen Produktangeboten zu attrahieren.

Diese Entwicklungen verdeutlichen, dass sich die Marktakteure bisher an die Veränderungen im Markt einstellen und anpassen konnten. Allerdings lässt sich daraus für die Zukunft kein Automatismus ableiten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich durch die vertikale Integration insbesondere reine Intermediäre (z.B. IXPs) stärker und schneller anpassen müssen als andere Marktakteure. Dass dies bisher so erfolgreich funktioniert spricht dafür, dass in diesem Bereich eine hohe Anpassungsflexibilität besteht.

## 4 Zentrale Einflussfaktoren der Marktentwicklung

### 4.1 Technologische Veränderungen

Die für Peering und Transit bedeutsamsten technologischen Veränderungen stehen in Zusammenhang mit den CDNs. Ihre dezentrale Lokation und ihre Leistungsfähigkeit haben die Struktur des Internetverkehrs nachhaltig verändert, wie wir im Einzelnen in Abschnitt 1.2 dargelegt haben. Doan et al. (2020) haben gezeigt, wie sich durch On-Net CDNs die Latenzzeiten der Übertragung von Content deutlich vermindert und die für den Endkunden wahrnehmbare Qualität deutlich verbessert hat.<sup>97</sup>

Hier sind weitere Entwicklungsfortschritte absehbar, die die Nutzung von CDNs noch attraktiver machen werden. Goetz (2019) hebt dabei weiteres Performancesteigerungspotenzial hervor. CDN Provider können heute Daten über die POP-Performance nur über die Sammlung von Log-Files auswerten. Das Volumen dieser Daten und ihr Update-Muster erschweren Problemlösungen, Systemupgrades und Qualitätsbewertung. Deswegen werden sich CDNs in Zukunft auf Predictive Analytics und Algorithmen abstützen, um Verhaltensänderungen auf Basis künstlicher Intelligenz vorhersagen zu können. Diese auf dem OSI-Modell aufsetzenden Technologien können das Border Gateway Protocol (BGP) ersetzen, das gegenwärtig noch den Internetverkehr routet. Hieran arbeiten die größten Internetfirmen der Welt.

Rechenzentren bilden den bei weitem größten Investitionsblock der CAPs und führen zu dynamischem Fortschritt. Die technischen Veränderungen im Hosting haben aber auch Rückwirkungen auf das Networking.

CAPs arbeiten auch mit Telcos und Equipmentherstellern bei der Weiterentwicklung von Netztechnologien zusammen. Dies erfolgt etwa in der Open Networking Foundation (ONF), die eine Open-Source Plattform zur Definition von Standards und zur Entwicklung und Beförderung künftiger Netztransformation darstellt.<sup>98</sup> So wird etwa im Projekt „Stratum“ eine Open-Source Software Defined Networking (SDN) Vermittlungsplattform entwickelt. Initiatoren waren Google und Tencent. Weitere Mitwirkende sind etwa Hersteller und Telcos wie China Unicom, NTT, Turk Telekom.

### 4.2 Veränderung der Netzstrukturen

Die wesentlichen Änderungen in der weltweiten Gesamtarchitektur des Internets und der TK-Interconnection sind verursacht und getrieben durch den massiven Ausbau eigener Backbone- und Delivery-Infrastrukturen durch die CAPs. Bereits im Report von

---

<sup>97</sup> Siehe hierzu Abschnitt 1.2.4.

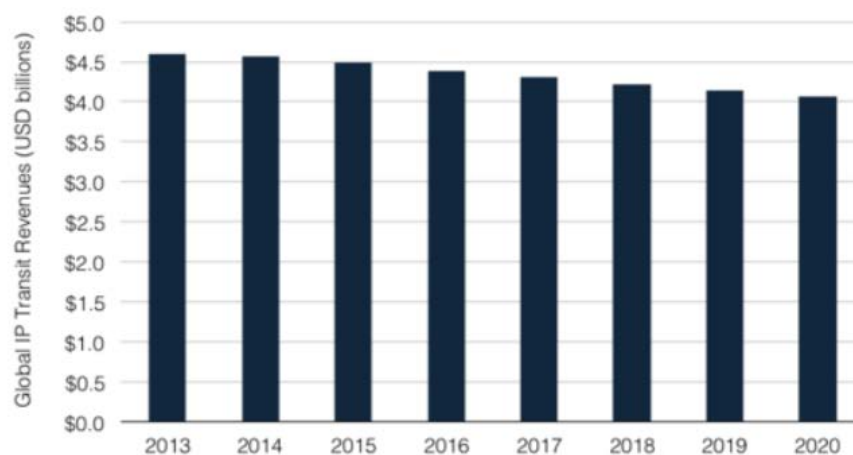
<sup>98</sup> Abecassis et al. (2018), S. 42.

2012 über IP-Interconnection berichtete BEREC über eine flacher und weniger hierarchisch werdende Struktur des Internets. Bereits damals zeichnete sich ab, dass immer weniger Verkehr über globale Tier 1-Backbone-ISP geroutet wird. Stattdessen nähmen direktes Privates und Public Peering zu. Dadurch ist die Architektur über die Zeit vermaschter geworden und damit weniger hierarchisch (flacher).

In folgendem Bericht von 2017 hob BEREC die zunehmenden Investitionen der CAPs in eigene Backbone- und Delivery-Infrastrukturen hervor. Die tatsächlichen Investitionen der CAPs unterstreichen diese Einschätzung und Erwartung. Bei den CAPs dominieren bei ihren Infrastrukturinvestitionen ganz deutlich die Investitionen in Hosting mit 92%.<sup>99</sup> Die Investitionen in Transport betragen im Durchschnitt der Jahre 2014 bis 2017 3,6 Mrd USD (=4,8%). Die Investitionen in die Delivery-Infrastruktur betragen 2,2 Mrd USD p.a. (=2,9%), hatten aber mit +127% das größte Wachstum gegenüber der Vorperiode (2011-2013) zu verzeichnen. Im Bereich der Transport-Infrastruktur sind insbesondere signifikante Steigerungen bei den Investitionen in Unterseekabel zu verzeichnen. CAPs sind inzwischen Initiatoren und Träger von Seekabelprojekten und nicht mehr nur Ko-Investoren.

Diese zunehmende Vermaschung des Internets und die Investition der CAPs in eigene Backbone Infrastruktur führt dazu, dass die Backbone-Netze der Tier 1-Betreiber und der Transit über diese Netze relativ an Bedeutung verlieren.<sup>100</sup> Sie sind nicht mehr das zentrale Rückgrat des Internets und haben in dieser Hinsicht ihre historische Rolle verloren. Sie verlieren ihre Rolle als wesentlicher Träger von Internetverkehr und übernehmen mehr und mehr die Rolle einer Resilience- und Back-up-Infrastruktur.

Abbildung 4–1: Globale IP Transit-Erlöse (2013–2020)



Quelle: Marcus (2014).

<sup>99</sup> Im Zeitraum 2014 bis 2017 nach Abecassis et al. (2018).

<sup>100</sup> Arnold et al. (2020).



Arnold et al. (2020) haben das Ausmaß des Bypass der Tier 1-Netze durch die großen Cloud-Provider quantifiziert. Sie zeigen, dass Cloud-Provider mehr als 76% des Internets ohne Backbone-Netze von Tier 1- und Tier 2-Providern erreichen können. Nach Arnold et al. (2020) kann Google ohne Beteiligung von Transit-Providern nur 174 AS-Netze nicht erreichen. Die Erreichbarkeit ist damit mit der der meisten Tier 2-Betreiber vergleichbar. Transit-Netze verlieren dadurch Erlöse, Verkehrsvolumen und Bedeutung. Abbildung 4–1 zeigt einen zwar langsamen, aber stetigen Rückgang von Transiterlösen seit 2013. Dies stellte eine Prognose aus dem Jahr 2014 dar. Wir gehen davon aus, dass dieser in 2014 von Telegeography erwartete Trend sich in den letzten Jahren noch beschleunigt hat. Neben der Investition in eigene Backbones ist für diesen Trend auch die massive Investition der Cloud-Anbieter in weltweit verteilte riesige Rechenzentren verantwortlich. Dabei wird die Cloud-Infrastruktur von Amazon, Google, IBM und Microsoft auch von vielen CAPs in Anspruch genommen.

### 4.3 Kosten- und Preisentwicklung

Für die Kosten wesentlicher Elemente der Hosting-, Transport- und Delivery-Infrastruktur des Internets gilt nach wie vor Moore's Law. Mit jeder neuen Generation von Equipment sinken die Kosten pro Einheit erheblich. Weiterhin werden die relevanten Produktlebenszyklen immer kürzer. Infolge dieses technischen Fortschritts in Verbindung mit den Skaleneffekten stetigen Verkehrs- und Mengenwachstums sinken die relevanten Kosten stetig weiter. Insofern gelten die von Marcus (2014) im Einzelnen aufgezeigten Kostentrends weiter fort. Soweit auf den relevanten Märkten Wettbewerb herrscht, bilden sich diese Kostentrends in den Preisen ab. Dies zeigt sich bei Transit und bei Backbone-Kapazitäten.

Die andauernde Kosten- und Preisdynamik generiert auch weiterhin zunehmende Skalenvorteile der Infrastruktursysteme des Internets. Dies schafft Wettbewerbsnachteile für kleinere ISPs/CAPs, soweit sie mit größeren in unmittelbarem Wettbewerb stehen. Anbieter(-gruppen), denen es nicht gelingt, am Verkehrswachstum zu partizipieren, können Skalenvorteile verlieren. Skalenvorteile und ihre Nutzung haben aber auch Einfluss auf die Make-or-Buy-Entscheidungen großer Player. Steigt ihr Geschäftsvolumen, können sie leichter die Skalenvorteile von Infrastruktursystemen selbst nutzen und sind nicht auf die Inanspruchnahme von Marktleistungen angewiesen.

Vor diesem Analysehintergrund wird der Einfluss der Kostendynamik und der Skalenvorteile auf eine Reihe der in dieser Studie beschriebenen Strukturveränderungen des Marktes deutlich. Dies gilt z.B. für die eigenen Backbones der CAPs, für den Trend zu direktem Peering und zu On-Net CDNs. Die Dynamik zunehmender Skalenerträge verlangt funktionsfähige Marktlösungen für kleinere Akteure um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und damit Diversifizität im Markt. Marktelementen wie den IXP, kommerziellen CDN, Transitanbietern sowie Plattform-as-a-Service kommt daher eine zentrale Rolle für den Wettbewerb von Playern unterschiedlicher Marktposition zu.

#### 4.4 Verkehr und Dienste

Das weiterhin nachhaltige Wachstum des Internetverkehrs und die dadurch induzierten Verkehrsmengen prägen nach wie vor die Dynamik der Architektur des Internets. Der zweite prägende Faktor ist die Dominanz der Videostreaming- und der Cloud-basierten Dienste. Beide Faktoren treiben die Infrastrukturentwicklung der CAPs im Bereich der Transport- und Delivery-Infrastruktur. Abgeleitet haben diese Faktoren die Relation der Interconnectionformen Transit, Private Peering und Public Peering kontinuierlich verschoben. Weiterhin ist mit der Verkehrs- und Dienste-getriebenen Entwicklung der On-Net CDNs eine sehr unmittelbare und kooperative Interaktion zwischen CAPs und ISPs entstanden. Sie ist Ausdruck und Voraussetzung für eine hocheffiziente Architektur des Internets und die Interaktion der Netze.

Diese entstandene Architektur und Interaktion der Netze hat durch die neuen Verkehrsspitzen, die von der COVID-19-Pandemie ausgelöst wurden, anders als die physikalischen Lieferketten eine hohe Belastungsprobe bestanden. Die Netze waren in der Lage, Verkehrsanstiege um 20 bis 30% zu bewältigen, ohne dass es zu erkennbar größeren Störungen gekommen wäre. Dies war natürlich auch dadurch möglich, dass sich die Tageslastkurve verschoben hat und gleichmäßiger verlaufen ist. Die Netze waren aber auch in der Lage, einen um 18% höheren Anstieg des Upstream-Verkehrs<sup>101</sup> zu bewältigen. Besonders drastisch war mit 200% der Anstieg des VPN-Verkehrs infolge der starken Nutzung von Home Offices.

#### 4.5 Geänderte gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen

Bei einer engeren Betrachtung hat sich nichts an den gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen zur IP-Interconnection in Europa geändert. Es wird im Markt weiterhin das Bill&Keep-Abrechnungssystem praktiziert. ISPs und CAPs haben sich technisch und kommerziell auf die Bedingungen für Transit und Peering bilateral zu verständigen. Auch weitergehenden Arrangements für On-Net-CDNs erfolgen kommerziell und unreguliert. Dies gilt sowohl für die Standorte der Verkehrsübergabe als auch für die Höhe der Transit-Preise und ob das Peering in einem „settlement-free“- oder „paid“-Kontext erfolgt. Auch unsere Befragung der NRAs hat bestätigt, dass es nur in einigen wenigen Fällen Interventionen von NRAs in dieses Primat der privatautonomen Verhandlungen der Markakteure gegeben hat. Wesentliche Ausnahme stellt die Intervention der Wettbewerbsbehörde in dem Peering-Streit zwischen Init7 und Swisscom in der Schweiz dar.<sup>102</sup> Hier hatte die Wettbewerbsbehörde, höchstgerichtlich bestätigt, die Ausnutzung einer marktbeherrschenden Stellung der Swisscom beim Peering festgestellt und der Regulierungsbehörde auferlegt, die Konditionen einer Zusammenschal-

---

<sup>101</sup> Nach Feldmann et al. (2021).

<sup>102</sup> Siehe hierzu Abschnitt 5.2.1.1.

zung zu regeln. Gleichwohl haben sich einige NRAs im Rahmen der Streitbeilegung engagiert.<sup>103</sup>

Fasst man die Betrachtung weiter, so haben die Rahmenbedingungen durch die europäischen Regelungen zur Netzneutralität indirekt auch Randbedingungen für die Wholesale-Beziehung zwischen CAPs und ISPs verändert. Die EU Verordnung 2015/2120 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 hat wesentliche Grundsätze über den Zugang zu einem offenen Internet aufgestellt. Diese sind inzwischen durch BEREC-Guidelines für eine einheitliche Anwendung durch die NRAs in der EU weiter spezifiziert worden.<sup>104</sup>

Zwar stellt diese Verordnung primär nur auf den Schutz der Endnutzer ab, aber die aufgestellten Regeln haben auch rückwirkende Implikationen für die IP-Interconnection. Nach Artikel 3 (3) müssen ISPs den gesamten Verkehr diskriminierungsfrei behandeln, unabhängig von Sender und Empfänger. In seinem Report von 2012 zur IP-Interconnection hob BEREC hervor, dass Interconnection-Vereinbarungen zwischen Netzen keinen direkten Bezug zu Netzneutralität haben, solange die Datenflüsse auf der Wholesale-Ebene gleichbehandelt werden.<sup>105</sup> Gleichwohl könnten Abweichungen von der Netzneutralität auch Rückwirkungen auf die Wholesale-Ebene haben. Ebenso kann spiegelbildlich eine Unterbrechung von Interconnection auf der Wholesale-Ebene auch dazu führen, dass Endnutzer nicht alle Destinationen des Internets erreichen, mit nachhaltigen Implikationen für die Netzneutralität wie einige der nachfolgenden Beispiele zeigen.

In zwei Merger-Entscheidungen, die jeweils (große) Kabelnetzbetreiber betrafen, hat die EU Kommission als Wettbewerbsbehörde Auflagen zur Peering- und Transit Policy (in der Form von Selbstverpflichtungen zur Genehmigung des Zusammenschlusses) gemacht. Kern und Intention dieser Auflagen ist die Verhinderung von Missbrauch bei Transit und Peering, die sich aus dem integrierten Geschäftsmodell eines ISPs und eines Anbieters eigener Inhalte ergeben könnten.

Im März 2014 wurde der Europäischen Kommission eine Mitteilung über das Vorhaben der Liberty Global, die niederländische Kabelnetzgesellschaft Ziggo zu übernehmen, zugestellt. Aufgrund von möglichen Wettbewerbsbeschränkungen in nachgelagerten Märkten der audiovisuellen Sport-TV-Dienste wurde 2018 eine Re-Evaluation seitens der Kommission vorgenommen. Grund der damaligen Untersuchung war die Annahme, es könne durch die vorhandenen Distributionsplattformen der vereinten Unternehmen und der Eigentümerstruktur von Liberty Global ein Anreiz zur Abschottung bestehen. Ein ISP, der seine Dienstleistung via Kabel an Endkunden verkauft und gleichzeitig auch visuelle Dienste im Portfolio hat, steht in (potentieller) Konkurrenz zu anderen au-

---

<sup>103</sup> Siehe hierzu im Einzelnen Abschnitt 5.2.

<sup>104</sup> BEREC (2020).

<sup>105</sup> BEREC (2012). S. 4ff.

diovisuellen Bezahlhalten. Dementsprechend identifizierte die Europäische Kommission im Rahmen der Re-Evaluation erneut unter anderen auch den Markt für die Bereitstellung von Premium-Videodiensten als von der Übernahme betroffen.<sup>106</sup> Die Europäische Kommission fand Hinweise auf die Bereitschaft, die Verhandlungsmacht bei den Lizenzen einzusetzen, um somit die Verbreitung von OTT-Diensten zu reduzieren.<sup>107</sup> Gleichermaßen könne das Unternehmen die Verbreitung von Diensten als ISP beeinflussen. Dies zeigte der in Abschnitt 5.3.3 dargestellte Peering-Streitfall zwischen Netflix und Comcast, welcher zwar nicht unmittelbar anti-kompetitive Maßnahmen im Video-streaming bezweckte, jedoch eine wahrnehmbare Einschränkung der Nutzungsqualität von Netflix zur Folge hatte.

Im Rahmen ihrer Prüfung hatte die Kommission festgestellt, dass Liberty nur dann ein kostenloses und hochqualitatives Peering anbieten wollte, wenn sich der OTT gleichzeitig verpflichtete, über diese Verbindung bereitgestellte TV- und Inheldienste an Kunden von Liberty exklusiv zu vertreiben. Die Kommission sah darin eine unzulässige Vermischung der technischen Rolle, OTT-Dienste bereitzustellen und der kommerziellen Verpflichtung bzw. Beschränkung von TV-Anbietern in ihrer Vermarktungspolitik über OTT-Dienste. Die Europäische Kommission schließt aus den Verträgen der Liberty Global sogar, dass Liberty Global durch die Anwendung seiner Peering Policy in der Lage sei, durch das unterlassene Ausbauen bestimmter Interconnection zu Transit-Providern, die Qualität spezifischer Dienste zu beeinflussen.<sup>108</sup> Als Vorschlag zur Abhilfe dieses Anreizes verpflichtete Liberty Global sich bereits in der ersten Prüfung 2014 dazu, drei Interconnection-Routen via Transit-Partner in ihr Netz zu unterhalten, welche jederzeit frei von Staus gehalten werden müssen. In der Re-Evaluation wurde seitens der Europäischen Kommission keine Notwendigkeit gesehen, diese Verpflichtung zu erweitern, da es in 2018 keine Hinweise auf eine beschränkte Verbreitung von OTT-Diensten unter Mitwirkung von Liberty Global gebe und damit der Zweck der Auferlegung erfüllt sei. Dies deckt sich mit den Entwicklungen der CAPs, die in Abschnitt 5.3.3 erörtert werden, zeigt allerdings das frühere Konkurrenzverhältnis zwischen ISPs und CAPs. Interessant hierbei ist die von der Europäischen Kommission aufgezeigte potentielle Möglichkeit für ISPs, via Routing-Tabellen durchaus einen Eindruck zu bekommen, welcher Transit-Partner in Verbindung mit etwaigen CAPs steht und diese Information durch fehlende Aufrüstung der Kapazitäten (d.h. Unterdimensionierung von Übergangsstellen an den Netzrändern) als Druckmittel verwendbar zu machen. Dies könnte nachgelagert, selbst wenn damit keine Einschränkung der Verbreitung von CAPs möglich sein dürfte, für die Anreizsetzung von bezahlten direkten Peerings Implikationen liefern.

---

<sup>106</sup> Europäische Kommission (2018) S. 27.

<sup>107</sup> Europäische Kommission (2018) S. 101.

<sup>108</sup> Europäische Kommission (2018) S. 118f.

Im Übernahmeverfahren vom Teilen der Liberty Global durch die Vodafone Group in 2018 kam es seitens der Vodafone ebenfalls zu einer vergleichbaren Zusicherung.<sup>109</sup> So sicherte Vodafone im Falle einer Übernahme zu, drei nicht-überlastete Routen von Transitanbietern in das neu zusammengeführte Kernnetz bereitzuhalten. Die tägliche Spitzenauslastung dürfe 80% nicht überschreiten, was neben der Liste potentieller Transitpartner durch einen Treuhänder zu prüfen sei. Hintergrund war hier ebenfalls eine potentielle Schwächung der Marktposition der OTT-Dienste gegenüber den eigenen audiovisuellen Diensten, wie die Europäische Kommission in ihrer Entscheidung darlegte. Die Zusicherung von Vodafone gilt für 8 Jahre, was die Kommission als typischen Zyklus von strategischen Entscheidungen im OTT-Geschäft annimmt.

---

<sup>109</sup> Europäische Kommission (2019).

## 5 Relatives Machtgefüge

### 5.1 Geschäftsmodelle und strategische Positionierung der Akteure

Zunächst werden in diesem Kapitel die Geschäftsmodelle der unterschiedlichen Akteure umrissen, bevor auf das relative Machtgefüge der Akteure zueinander eingegangen wird. In diesem Kontext lässt sich grundsätzlich festhalten, dass CAPs und ISPs gegenseitig aufeinander angewiesen sind. ISPs stellen die Konnektivität der Endkunden mit dem Internet her, wovon CAPs mittelbar durch die erreichbare Zielgruppe profitieren. Allerdings steigt durch die Verfügbarkeit eines reichhaltigen Angebots an onlinebasierten Diensten und Inhalten auch die Attraktivität eines (schnellen) Internetanschlusses, was sich im Gegenzug positiv auf die Anzahl und/oder den Preis der vermarkteten Internetanschlüsse auswirken kann.

Die Erlösmodelle von Endkunden-ISPs in Deutschland unterscheiden sich in ihrer Ausrichtung zwischen Mobil- und Festnetzen. In mobilen Netzen werden Kunden primär auf Basis des monatlich nutzbaren Datenvolumens für Ihren mobilen Internetanschluss zur Kasse gebeten, während die klassischen Telekommunikationsdienste im Mobilfunk bereits häufig in Form einer Flatrate abgerechnet werden. Im Festnetz stellen Flatrates auch das am weitesten verbreitete Geschäftsmodell für die Konnektivität zum Internet dar. Das Preisniveau wird dabei allerdings vornehmlich durch die maximal verfügbare Bandbreite und nicht durch das nutzbare Datenvolumen bestimmt. Die Entgelte von Endkunden stellen dabei die Haupteinnahmequelle von Endkunden-ISPs dar.

Die Geschäftsmodelle von CAPs basieren hingegen primär auf der Aufmerksamkeit der Endkunden. Die Monetisierung dieser Aufmerksamkeit kann dabei sowohl durch Werbeeinnahmen, als auch durch direkte Entgelte erfolgen. Diese Entgelte können sowohl regelmäßig in bestimmten Zeitabständen (z.B. Abonnement), als auch pro Transaktion (z.B. Leihvorgang) von Endkunden erhoben werden. Dabei wird die Zahlungsbereitschaft der Kunden durch ihr Interesse für und die Dauer des Konsums von Inhalten eines CAPs bestimmt. Ebenso wie der Aufbau eines Netzwerks hohe Sunk Costs verursacht, entstehen insbesondere durch die Produktion von neuen Inhalten ebenfalls hohe einmalige Kosten. Im Gegensatz dazu verursacht die Lokalisierung (z.B. Synchronisation, Untertitel) und der digitale Vertrieb relativ geringe variable Kosten. Diese Kostenstruktur trifft allerdings hauptsächlich auf professionell produzierte Inhalte (z.B. Serien, Filme) zu, da nutzergenerierte Inhalte (z.B. YouTube) nicht direkt durch den CAP vorfinanziert werden müssen. Das Risiko der Refinanzierung der Produktionskosten liegt in diesem Fall ausschließlich bei den Nutzern, die erst mit dem Vertrieb ihrer Inhalte an den Werbeeinnahmen der Plattform partizipieren.

Die Kosten für CDNs und Transitverbindungen sind hingegen üblicherweise abhängig von dem übertragenen Datenvolumen. Damit stehen den vergleichsweise fixen Einnahmen auf der Endkundenseite variable Kosten auf Seiten der Backbonekonnektivität

gegenüber, welche von der Nutzungsintensität der Endkunden abhängen. Allerdings besteht natürlich auch für CAPs die Möglichkeit, durch einen hohen Anteil von Peering diese variablen Kosten durch sprungfixe Kosten zu ersetzen. Dies stellt den größten Anreiz zum Aufbau eigener CDN-Strukturen und dem Schließen von Peering-Vereinbarungen für CAPs dar.

Der Aufbau eines eigenen CDNs und eine verstärkte Erreichbarkeit von großen CAPs wie Netflix über Settlement-free Peering bedeuten allerdings auch den Wegfall von Einnahmen für ISPs durch Paid Peering oder (partiellen) Transit. In den USA haben sich die großen Endkunden-ISPs in 2014 in einer solchen Situation entschieden, die Kapazitäten an den betreffenden Übergabepunkten nicht weiter auszubauen.<sup>110</sup> Daher kam es im Zeitverlauf immer häufiger zu Engpässen und einer nicht zufriedenstellenden Erreichbarkeit des Streaming-Angebots für zahlende Netflix-Abonnenten bei den betreffenden ISPs.<sup>111</sup> Dieser Konflikt wurde damals zu Lasten der Konsumenten geführt, da sich Netflix und die betreffenden ISPs gegenseitig beschuldigten, für die Situation verantwortlich zu sein. Letztlich hat sich Netflix mit diesen ISPs auf direktes Paid-Peering einigen können. Mit dieser Einigung wurde anschließend die gewohnte Servicequalität für die Endkunden wiederhergestellt.<sup>112</sup>

In einem ähnlichen Streitfall zwischen dem deutschen Hosting-Anbieter Hetzner und der Deutschen Telekom wird Hetzner vom Branchenportal [teltarif.de](http://teltarif.de) folgendermaßen zitiert: "Daher beobachten wir mit wachsender Sorge DSL- und Kabelanbieter, welche einerseits selbst keine offene peering policy betreiben, aber andererseits auch nicht mit ausreichender Kapazität zu anderen Tier-1-Carriern angebunden sind."<sup>113</sup> Hetzner monierte in diesem Kontext, dass ohne Zahlung die Schnittstellen "am Kapazitätslimit betrieben" würden. Nachdem Hetzner diese Gebühren über mehrere Jahre optional auf seine Kunden abgewälzt hat (Tarifoption), um auf Wunsch ausreichende Konnektivität zum Netz der Deutschen Telekom anbieten zu können, wurde im März 2020 eine direkte kostenpflichtige Zusammenschaltung vereinbart. Nach eigener Aussage von Hetzner hat man sich zu diesem Schritt entschlossen, da Kunden „...mit massiven Erreichbarkeitsproblemen zu kämpfen hatten und sich deshalb nach Alternativen umsehen mussten“.<sup>114</sup>

---

<sup>110</sup> Engebretson (2013).

<sup>111</sup> Wang & Ma (2020).

<sup>112</sup> In einem Beitrag des Instituts für Internet und Gesellschaft wird ein Interview-Partner zu dieser Thematik folgendermaßen zitiert, vgl. Meier-Hahn (2021): „[...] wenn ich etwas unternehme, das so aussieht, als würde ich eine Aufrüstung erzwingen oder ein Netz zur Zahlung zwingen, dann ist das potenziell ein Bereich, der vor allem in sozialer Hinsicht eher negativ ist, und potenziell auch aus regulatorischer Sicht. [...] Es ist also besser, wenn ich inkompetent erscheine, als wenn ich aktiv versuche, Einnahmen zu erzielen. Wenn ich also nicht aufrüste und nur wenig Kontakt zu einem Unternehmen habe, muss ich nur warten.“ Dieses Zitat verdeutlicht, dass sich Netzbetreiber der potentiellen regulatorischen Implikationen und Auswirkungen auf Endnutzer sehr wohl bewusst sind und unterdimensionierte Zusammenschaltungspunkte als weiche Lösung betrachten können, um Druck auf CAPs auszuüben.

<sup>113</sup> Kuch (2015).

<sup>114</sup> Hetzner (2020).

Letztlich dokumentieren diese und vergleichbare Fälle zunächst ein wahrgenommenes Ungleichgewicht der relativen Marktmacht. Dieses wurde im Fall von Netflix in den USA anschließenden während der Peering-Verhandlungen ökonomisch zwischen den beteiligten Parteien ausgelotet. Da sich ISPs und CAPs in einem wechselseitigen Abhängigkeitsverhältnis befinden, erscheint die reine Drohung, einen Peering-Partner zu einem Kunden herabzustufen, aus Sicht der anderen Partei wenig glaubhaft. Solche Aktionen demonstrieren daher, dass eine Partei tatsächlich bereit ist dem eigenen Geschäft (und damit den eigenen Endkunden) Schaden zuzufügen, da aus ihrer Sicht eine anschließende Einigung als wahrscheinlich und der aus der neuen Kundenbeziehung zu erwartende langfristige Gewinn im Verhältnis zum kurzfristigen Schaden als wirtschaftlich eingeschätzt wird. Dieser zu erwartende Gewinn muss sich darüber hinaus nicht nur aus der Einzelbetrachtung einer spezifischen Zusammenschaltung ergeben, sondern kann vielmehr auch der Glaubwürdigkeit einer kostenpflichtigen Interconnection Policy und damit zukünftig zu erwartenden bzw. erhaltbaren Gewinnen aller Interconnection-Kunden untergeordnet werden. Ein Interviewpartner beschreibt die Situation folgendermaßen: „[...] wenn ich das Peering wirklich brauche und Sie die Leitung kappen, bin ich ein Kunde. Logischerweise bin ich mehr auf Sie angewiesen als Sie auf mich. Das haben Sie bewiesen, indem Sie die Leitung gekappt haben.“<sup>115</sup> Solange es also bei reinen Drohungen oder Beschwerden bleibt, scheint sich die interne Bewertung einer bestehenden Peering-Vereinbarung zwar zu Ungunsten einer Partei zu verschieben, aber noch keine Notwendigkeit vorzuliegen, die andere Partei über das Kappen der Verbindung oder Kapazitätsrestriktionen an den Verhandlungstisch zu zwingen. In den folgenden Abschnitten soll daher analysiert werden, ob die identifizierten relevanten Streitfälle als temporär notwendige Friktionen zu betrachten sind, oder ob die potentiellen Auswirkungen auf Endnutzer als zu gravierend beurteilt werden müssen und damit z.B. eine Schlichtung durch den Regulierer rechtfertigen.

## 5.2 Streitfälle zu IP-Interconnection in Europa

### 5.2.1 Streitfälle zwischen ISPs

#### 5.2.1.1 Init7/Swisscom in der Schweiz

Das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts der Schweiz (2020) vom 22. April 2020 hat einen vorläufigen Schlusspunkt in dem IP-Interconnection-Streit zwischen dem seinerzeit primär als Backbone ISP tätigen Unternehmen Init7 und dem schweizerischen Incumbent Swisscom gesetzt. Dieser Streit begann in 2013 und löste verschiedene Entscheidungen der Regulierungsbehörde BAKOM/ComCom bei Mitwirkung der

---

<sup>115</sup> Meier-Hahn (2017).



schweizerischen Wettbewerbsbehörde aus. Dieser Fall ist im Einzelnen im BEREC-Report von 2017 näher beschrieben.<sup>116</sup> Hierauf verweisen wir.

Mit seinem Urteil vom 22. April 2020 hat das Bundesverwaltungsgericht wesentliche Feststellungen und Entscheidungen zur Marktposition der Swisscom auf dem Interconnectionmarkt des Internets getroffen. Durch die Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts ist damit höchstrichterlich festgestellt, dass die Swisscom – zumindest in dem für das Verfahren primär relevanten Zeitraum von 2012 bis 2016 über eine marktbeherrschende Position auf dem IP-Interconnectionmarkt verfügt(e).

Mit seiner Entscheidung hob das Bundesverwaltungsgericht gleichzeitig die Verfügung der ComCom vom 27. Juli 2018 auf, in der diese einen Zugangsanspruch von Init7 gegenüber Swisscom abgelehnt hatte, mit dem Argument, dass Swisscom ausreichend disziplinierenden Kräften ausgesetzt gewesen sei. Sie hätte sich auf dem Markt für IP-Interconnection nicht unabhängig verhalten können. Dagegen hatte die gutachterlich hinzugezogene Wettbewerbskommission (WEKO) in ihrem Gutachten vom 15. Dezember 2014 eine marktbeherrschende Position von Swisscom auf dem Markt für IP-Interconnection festgestellt. Mit seinem (letztinstanzlichen) Urteil bekräftigte das Bundesverwaltungsgericht damit die Marktsicht der WEKO.

Inhaltlich hat das Bundesverwaltungsgericht zwei weitere wesentliche Feststellungen getroffen:

- (a) IP Transit ist kein Substitut zu Peering.
- (b) Ein Verkehrsverhältnis von Inbound- und Outbound-Verkehr kann kein Preiskriterium sein.

Das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts hat einen allerdings nur vorläufigen Schlusspunkt unter ein Regulierungsverfahren gesetzt, das Init7 am 28. März 2013 durch ein Gesuch um Erlass einer Zugangsverfügung gegen Swisscom betreffend „Interconnect Peering“ bei der ComCom eingeleitet hatte.

Gleichzeitig mit der Feststellung der Marktbeherrschung der Swisscom auf dem Markt für IP-Interconnection wurde die ComCom verpflichtet, kostenorientierte Preise für Peering im Sinne von Art. 11 Abs. 1 FMG festzulegen. Diese Festlegung hat für den Zeitraum 2012 bis 2016 zu erfolgen. In diesem Zeitraum bestand eine branchenunübliche und wettbewerbsbeeinträchtigende Transitvereinbarung zwischen Swisscom und DTAG, die wesentlich für die Feststellung der Marktbeherrschung der Swisscom war. Für den Zeitraum nach Beendigung der von der WEKO wettbewerbsrechtlich beanstandeten Vereinbarung haben ComCom und WEKO aktuelle Feststellungen zur Marktposition von Swisscom auf dem Markt für IP-Interconnection zu treffen. Diese Verfahren sind zum (vorläufigen) Redaktionsschluss dieser Studie (15.11.2021) noch nicht mit Entscheidungen abgeschlossen.

---

<sup>116</sup> Siehe BEREC (2017), S. 21ff.

### 5.2.1.2 Incumbent/Alternativer Betreiber in Serbien

Im Rahmen unserer Befragung der NRAs berichtet neben BAKOM über den oben erläuterten Init7-Swisscom-Fall nur noch RATEL in Serbien über einen Regulierungsfall zu IP-Interconnection. Dieser Fall betraf einen Streit zwischen dem Incumbent und einem alternativen Betreiber. Der Fall wurde von der Regulierungsbehörde im Rahmen ihrer Marktanalyse gelöst und dem Incumbent auferlegt, IP-Interconnection national anzubieten.

Keine befragte Regulierungsbehörde war in den letzten fünf Jahren in der Beilegung eines Streitfalls zur IP-Interconnection involviert. Ferner wurde auch über keinen Fall des Engagements der Wettbewerbsbehörden berichtet (mit Ausnahme des oben beschriebenen Rechtsstreits in der Schweiz).

### 5.2.1.3 ISPs in Finnland

Im Interview berichtet Traficom von Interconnection-Disputes in Finnland in 2014. Große Betreiber trugen hier ihre Auseinandersetzungen auch dadurch aus, dass sie ihren Verkehr über Schweden routeten mit entsprechenden Qualitätsverschlechterungen. Die Regulierungsbehörde wies die Betreiber darauf hin, dass sie ihre Kunden über das Re-Routing vorab informieren mussten. In der Folge gab es keine wesentlichen Disputes mehr. Nur kleinere Betreiber klagten darüber, dass sie kein Peering erhielten.

## 5.2.2 Streitfälle zwischen ISPs und CAPs

### 5.2.2.1 Hetzner/Deutsche Telekom

In Deutschland ist eine Peering-Auseinandersetzung zwischen dem Hosting-Anbieter Hetzner und der Deutschen Telekom aus dem Jahre 2015 bekannt geworden. Hetzner stellt als Hosting-Anbieter Serverhardware, Domain- und Webhosting-Dienstleistungen sowie Cloud-Produkte für Privat- und Geschäftskunden bereit. Um die Nutzung seiner Infrastruktur und Inhalte der Dienste verfügbar zu machen, betreibt Hetzner Public und Private Peering. Medien nahmen einen Beitrag von Hetzner auf deren Internetseite zum Anlass, über die kostenpflichtige Option des Private Peerings zwischen Hetzner (bzw. Kunden von Hetzner) und der Deutschen Telekom und über den Vorwurf des „Double Paid Traffics“ von Hetzner gegenüber der Deutschen Telekom zu berichten.<sup>117</sup> Hetzner beschreibt, dass etwa zwei Drittel des Netzwerkverkehrs über kostenneutrale direkte Peerings ausgetauscht wird, es aber bei einigen ISPs zu Staus in den Abendstunden käme. Als Lösung hierzu bot Hetzner ein kostenpflichtiges Upgrade für 5 Euro an, womit diese Staus behoben würden. Gleichzeitig stellte Hetzner einen Zusammenhang zur

---

<sup>117</sup> Kuch (2015).

Netzneutralität her. Die Deutsche Telekom äußerte sich dazu, dass bei ihr ein direkter Netzzusammenschluss möglich sei, sie hierbei jedoch keinen Zusammenhang zur Netzneutralität sehe. Im März 2020 veröffentlichte Hetzner einen Beitrag auf ihrer Internetseite<sup>118</sup>, wonach sie nun für alle Kunden ein kostenloses direktes Peering mit der Deutschen Telekom bereitstellen. Hetzner wirft der Deutschen Telekom vor, entgegen branchenüblichen kostenneutralen Peerings eine Zahlung sowohl von Hetzner als auch den Kunden des ISPs zu erwirken. Ferner berichtet Hetzner, dass durch den Wettbewerbsdruck, in Folge von Erreichbarkeitsproblemen ihrer Kunden, Hetzner nun die Kosten für das direkte Peering übernehme.

#### 5.2.2.2 Deutsches Forschungsnetz/Deutsche Telekom

Während der Corona-Pandemie sah sich das Deutsche Forschungsnetz mit steigendem Datenverkehr durch gestiegene Heimarbeit und überlasteten Übergabepunkten konfrontiert. Der Upstream Dienstleister des Deutschen Forschungsnetzes konnte dabei keine kurzfristige Lösung für den überlasteten Netzübergang mit der Deutschen Telekom finden. Zur Verbesserung der Konnektivität wickelte der Verein auf einen weiteren Upstream Dienstleister aus und bot der Deutschen Telekom auch ein direktes Peering an. Dieser Vorschlag wurde von der Deutschen Telekom abgelehnt. Daraufhin hat der Verein einen entgeltpflichtigen „global Upstream“ bei der DT in Betrieb genommen.<sup>119</sup> Im Gegensatz dazu konnte der Verein eine entgeltfreie Interconnection mit den Endkunden-ISPs Liberty Global (UnityMedia), 1&1 Versatel, Telefónica Deutschland (O2) und Vodafone Deutschland (inkl. Kabel Deutschland) vereinbaren.

#### 5.2.2.3 T-Mobile NL Routing

Ein weiterer spektakulärer Fall von Turbulenzen im Internetverkehr, verursacht durch die Re-Routing-Entscheidung eines großen ISPs, hat sich im Oktober 2019 in den Niederlanden ereignet. Van der Berg (2019) berichtet von der kritischen Situation vor allem kleiner Diensteanbieter infolge einer plötzlichen Änderung der Peering-Policy von T-Mobile NL. T-Mobile reduzierte im Oktober 2019 ihre Kapazität am IXP AMS-IX drastisch von 200 auf 20 Gbit/s und reroutete den gesamten Verkehr der Festnetz- und Mobilfunkkunden über Deutschland. Um die Kunden von T-Mobile zu erreichen, mussten alle am AMS-IX peerenden Akteure ihre Peering-Vereinbarungen mit T-Mobile neu verhandeln. Die kleineren Anbieter taten dies nicht und konnten die Kunden von T-Mobile nicht mehr erreichen. Dies betraf auch eine Reihe von Städten und Gemeinden, die direkt am AMS-IX vertreten sind. Van der Berg (2019) leitet aus dieser Situation die Forderung ab, dass guter Zugang mit einer geringen Latenz von großen ISPs gegenüber kleinen Anbietern garantiert sein muss. Er verbindet damit die Forderung, dass

---

<sup>118</sup> Hetzner (2020).

<sup>119</sup> DFN (2021).

gegebenenfalls sogar die Abwanderung von IXP-Verkehr zu Private Peering regulatorisch unterbunden werden müsse. ACM bezeichnete diesen Fall als „IP traffic routing incident“.<sup>120</sup>

Netflix, Akamai und Google waren hiervon nicht betroffen. Bereits vor Oktober hatte T-Mobile den Mobilfunkverkehr umgeroutet. Dies führte nicht zu wesentlichen Qualitätsverschlechterungen. Dies änderte sich schlagartig, als am 24. Oktober 2019 das Re-Routing auch auf das Festnetz ausgedehnt wurde. Die Performance vieler Seiten brach zusammen. Paketverluste schossen in die Höhe. Einige DNS-Dienste verloren 30% des Verkehrs. Das Problem resultierte vor allem daraus, dass T-Mobile die Internetfirmen nicht auf das Re-routing vorbereitet hatte. Infolge der heftigen öffentlichen Reaktionen und des Drucks von direkt am AMS-IX angeschlossenen Geschäftskunden machte T-Mobile nach einer Woche einen schnellen Schwenk und stellte die bisherige Konnektivität am AMS-IX wieder her, ohne dass es zu einer unmittelbaren regulatorischen Intervention gekommen war.

#### 5.2.2.4 Deutsche Telekom / europäischer CDN-Betreiber

Die niederländische Regulierungsbehörde ACM hat uns auf einen Streitfall aufmerksam gemacht, der zwischen der DT und einem europäischen CDN-Betreiber mittlerer Größe ausgetragen worden ist. Dieser CDN-Betreiber hat sich auf Content Delivery für bestimmte Dienste und Anwendungen spezialisiert. Diese Anwendungen zeichnen sich aufgrund ihrer Verkehrseigenschaften durch ein hohes Qualitätserfordernis im Transport über die Netze bis zum Endkunden aus.

Um seinen CDN-Dienst zu erbringen, ist der CDN-Betreiber mit einer Reihe von Backbone-Betreibern und ISPs direkt zusammengeschaltet. Mit anderen unterhält er Transitbeziehungen, um die Endkunden von ISPs zu erreichen.

Um Zugang zu den Endkunden der DT zu erreichen, verlangte diese ein Mehrfaches des marktüblichen Transitpreises. Alternativ zur direkten Zusammenschaltung mit der DT hatte dieser CDN-Betreiber den Transit über Backbone-Provider, mit denen er selbst direkt zusammengeschaltet war und die eine Peering-Beziehung zur DT unterhalten, erwogen. Diese Option kam für ihn jedoch nicht in Betracht, da die Kapazitätsauslastung der Netzübergänge zwischen der DT und den Tier 1-Betreibern i.d.R. zu 80 bis 90% ausgelastet waren und nicht wie marktüblich zwischen 40 und 50%. Diese Kapazitätsauslastung war nicht geeignet, den Verkehr des CDN-Betreibers mit einer für ihn befriedigenden Qualität aufzunehmen. Der Betreiber hatte also nur die Wahl, den weitaus überhöhten Preis für die direkte Zusammenschaltung mit der DT zu zahlen oder auf eine für seine Anwendung qualitativ ausreichende Erreichbarkeit der Endkunden der DT zu verzichten.

---

<sup>120</sup> ACM (2021), S. 7.

Die Schlussfolgerung ACMs zu dieser Situation ist folgende: Die Kapazität der Tier-1 Peering-Netzübergänge wurde (künstlich) verknappt, um zu verhindern, dass die Nutzung von (partiell) Transit über diese Netze zum Substitut für eine direkte Zusammenschaltung mit der DT werden kann. Der Transitwettbewerb wurde gestört, um überhöhte Preise bei der direkten Zusammenschaltung durchzusetzen. Eine weitere Implikation dieses Marktverhaltens besteht in Marktverzerrungen zwischen mittleren und größeren CAPs/CDNs. Größere Betreiber sind offensichtlich in der Lage, zu günstigeren Bedingungen Zugang zu den Netzen mancher ISPs zu erhalten als kleine und mittlere. Damit vergrößern sich ihre Wettbewerbsvorteile noch einmal mehr und die Netzzugangsbedingungen mancher ISPs selbst tragen zu einer verstärkten Marktkonzentration bei CAPs/CDNs bei, die sie in anderen Zusammenhängen beklagen.

### **5.3 Veränderung des relativen Machtgefüges der Akteure**

#### **5.3.1 CDN vs. ISP**

Das Verhältnis von CDNs zu ISPs hat sich in den letzten Jahren signifikant verändert. Dies gilt sowohl für vertikal integrierte Inhouse-CDNs der großen CAPs als auch für die kommerziellen CDNs. Während CDNs vor 10 Jahren ihren Verkehr mit ISPs über Netzgrenzen (Peering oder Transit) austauschten, überwiegt inzwischen der On-Net-Austausch, bei dem die Cache Server der CDNs unmittelbar im Netz der ISPs kolloziert sind. Nur wenige ISPs lassen den On-Net-Datenaustausch nicht zu und tauschen den Verkehr weiter über Netzgrenzen und POIs aus. Insofern hat sich das Interconnection-Profil zwischen CDNs und ISPs völlig verändert.

Effizientes On-Net-Caching setzt eine Reihe von netzplanerischen Absprachen voraus. Insofern ist das Verhältnis beider Gruppen wesentlich kooperativer, manche sprechen auch von symbiotisch(er), geworden.

On-Net-Caching ist mit wesentlichen Effizienzvorteilen und Qualitätsverbesserungen verbunden. Die Effizienzgewinne werden insofern geteilt, als ISPs regelmäßig die Kosten für das Hosting der Server und ihre Stromversorgung übernehmen. Die CDNs stellen die Server bereit und unterhalten sie. Bei den Netzkosten liegen die Ersparnisse eher bei den ISPs. Sie sparen Core-Netz und gegebenenfalls auch Aggregationsnetz-kosten. Dafür entgehen ihnen gegebenenfalls frühere erlöste Transit- und Peering-Einnahmen.

#### **5.3.2 CDN vs. CAP**

CAPs haben sich vor 10 Jahren noch im großen Stil der Dienste von (kommerziellen) CDNs bedient. Dies hat sich grundlegend insofern gewandelt, als die großen CAPs alle die Wertschöpfungsstufe der CDNs integriert haben, das heißt, sie betreiben für die

Abwicklung ihres Verkehrs alle ein eigenes und auf ihre jeweiligen Bedürfnisse optimiertes CDN. Insofern haben sie den kommerziellen CDNs das Geschäft – zumindest zu einem erheblichen Teil – entzogen und erbringen diese Leistungen nun intern („In-sourcing“). Gleichzeitig haben einige CAPs ein eigenes externes CDN-Geschäft vor allem im Bereich der Cloud-Dienste aufgebaut. Insofern hat sich die Wertschöpfung auch hier in Richtung der CAPs verschoben.

Diese Verschiebungen zeigen sich auch in der Marktkapitalisierung. Trotz der stärkeren Marktbedeutung der CDNs und des stark wachsenden Geschäftsaufkommens bleibt das CDN-Geschäft im Vergleich zum Geschäft der CAPs bescheiden. Hatte der CDN-Markt in 2018 noch eine Marktkapitalisierung von 9,24 Mrd. USD, wird für 2024 eine Marktkapitalisierung von 38,97 Mrd. USD erwartet.<sup>121</sup> Dieser Trend ist allerdings unter anderem dadurch zu erklären, dass klassische CDN-Anbieter verstärkt in andere Geschäftsbereiche investieren und sich damit breiter aufstellen. Beispielsweise ist bei Akamai der Umsatz aus dem CDN-Segment („Edge Technology“) in 2021 im Vergleich zum Vorjahr leicht rückläufig (-1%), während der Bereich „Security“ in 2021 um 25% im Vergleich zum Vorjahr gewachsen ist.<sup>122</sup> Demgegenüber betrug die Marktkapitalisierung allein von Netflix im November 2021 267 Mrd. USD und die von Facebook 725 Mrd. USD.<sup>123</sup> Daher macht das kommerzielle CDN-Geschäft nur einen geringen Bruchteil des Geschäfts der großen CAPs aus.

### 5.3.3 CAPs vs. ISPs

Die Investitionen der CAPs in eigene Backbones und in dezentral lokalisierte (On-Net-) CDNs hat die klassische zweiseitige Marktbeziehung im Verhältnis von ISPs und CAPs nachhaltig verändert. Die CAPs verfügen inzwischen für wesentliche Elemente der Transportwertschöpfungskette über eigene (Netz-) Plattformen. Im On-Net CDN-Modell werden (Teile) der Netzplattform kooperativ geplant und erbracht. Die signifikanten Investitionen der CAPs in eine eigene Netzinfrastruktur hat zwar nichts am Zugangsmopol der ISPs für ihre Endnutzer geändert. Allerdings treffen ISPs und CAPs in den Netzen, in denen CAPs On-Net CDNs betreiben, gemeinsam netzplanerische Absprachen. Die CAPs haben so einen gewissen Einfluss auf die Endnutzerqualität der Dienste, auch wenn der ISP weiterhin gegenüber dem Endnutzer vertraglich für die Dienstqualität verantwortlich ist.

Man kann diese Verschiebung interpretieren als eine Verschiebung von Wertschöpfung von den ISPs zu den CAPs. Gleichzeitig ist dadurch aber auch die Beziehung von CAPs und ISPs in vielen Fällen kooperativer geworden. In diesen Fällen entscheiden sie jetzt stärker gemeinsam über die Qualität der Leistungserbringung.

---

<sup>121</sup> Altomare (2021). S. 26.

<sup>122</sup> Akamai (2021b).

<sup>123</sup> OnVista (2021a), OnVista (2021b), abgerufen 22.11.2021.

CAPs betrachten ihre Beziehung zu ISPs inzwischen als komplementär. CAPs wie Netflix stützen sich auf die Netze der ISPs ab, um ihre Videostreaming-Dienste an die Endkunden zu verteilen. ISPs profitieren davon durch eine gesteigerte Nachfrage nach Konnektivität und wachsende Bandbreiten, die sie gegenüber den Endkunden monetarisieren können.<sup>124</sup> Insbesondere die Inanspruchnahme von Videodiensten und hier vornehmlich die Nachfrage nach HD-Inhalten ist einer der Gründe, warum Endkunden schnellere Breitbandanschlüsse nachfragen.<sup>125</sup> Weiterhin gilt, dass leistungsfähigere Netze auch neue Formen des Contents inspirieren, wodurch wiederum der Take-Up leistungsfähigerer Netze gesteigert wird. Diese für einen zweiseitigen Markt typische wechselseitige Beziehung (und Abhängigkeit), unterstützt zunächst ein kooperatives Modell des Umgangs miteinander. Sie kann aber auch Anlass für Auseinandersetzungen sein, wenn das Gleichgewicht der Parteien gestört oder ein neues Gleichgewicht gesucht wird. Eine derartige Störung des Gleichgewichts kann etwa eintreten, wenn eine „settlement-free“-Beziehung in eine verwandelt werden soll, bei der eine Seite an die Andere Zahlungen zu leisten hätte.

Diese eher wachsende Komplementarität der Beziehung zwischen ISP und CAPs steht im Kontrast zu der sehr antagonistischen Beziehung wie dies noch in dem Interconnection-Disput zwischen Netflix sowie Comcast und Verizon zum Ausdruck kam. Entsprechende Auswirkungen konnten insbesondere 2013/2014 in diesem Disput in den USA beobachtet werden. Schon zu dieser Zeit machte Netflix 34,89% des eingehenden Verkehrs zu Stoßzeiten im amerikanischen Festnetz aus.<sup>126</sup> Dieser anhaltende Trend machte den regelmäßigen kapazitiven Ausbau der Peering-Übergabepunkte zwischen den Netzbetreibern, die Netflix-Verkehr an die Endkunden-ISPs Comcast und Verizon übergeben, notwendig. Darüber hinaus verlagerte Netflix seinen Verkehr von den bisher genutzten CDNs, die teilweise in Paid-Peering-Beziehungen mit diesen ISPs standen, über seine eigene CDN-Infrastruktur zu Anbietern, die bereits Peeringvereinbarungen zu Bill-and-Keep Konditionen mit diesen ISPs hatten. Dadurch konnte Netflix seine Kosten zunächst deutlich senken. Aufgrund der wachsenden Asymmetrie bei diesen ehemals balancierten Verbindungen und dem gleichzeitigen Wegfall der Paid-Peering-Einnahmen entschieden sich die ISPs, die Kapazitäten an den betreffenden Übergabepunkten nicht weiter auszubauen. Daher kam es im Zeitverlauf immer häufiger zu Engpässen und einer nicht zufriedenstellenden Erreichbarkeit des Streaming-Angebots für zahlende Netflix-Abonnenten bei den betreffenden ISPs. Dieser Konflikt wurde damals zu Lasten der Konsumenten geführt, da sich Netflix und die betreffenden ISPs gegenseitig beschuldigten, für die Situation verantwortlich zu sein. Letztlich hat sich Netflix allerdings mit diesen ISPs auf direktes Paid Peering einigen können. Mit dieser Einigung wurde anschließend auch die gewohnte Servicequalität für die Endkunden wieder hergestellt.

---

<sup>124</sup> So argumentierte etwa Netflix (2021) nachdrücklich.

<sup>125</sup> Wie in Abbildung 1–7 dargestellt.

<sup>126</sup> Sandvine (2014).

In diesem Zusammenhang ist es allerdings fraglich, ob auch kleinere CAPs, deren Anteil am Verkehr zu Stoßzeiten verhältnismäßig gering ist, von vergleichbaren Restriktionen betroffen sein könnten. Darüber hinaus ist es ebenfalls fraglich, ob kleinere CAPs in dieser Situation überhaupt in der Lage wären, vergleichbare Konditionen wie Netflix in einem ähnlichen Zeithorizont mit großen ISPs auszuhandeln. Kommerzielle CDNs sind damit als einflussreiche Intermediäre für kleinere CAPs attraktive Anlaufstellen, da sie nicht nur technische Hürden abbauen und für eine hohe Qualität bei der Auslieferung von Online-Inhalten sorgen, sondern gleichzeitig eine höhere Verhandlungsmacht gegenüber großen ISPs besitzen.

CAPs, die ihren Verkehr über On-Net CDNs relativ „lokal“ in die Netze der ISPs einspeisen, halten sich zugute, eine Reihe von Vorteilen für die ISPs zu generieren:<sup>127</sup> Erstens sparen beziehungsweise vermeiden diese Transitgebühren, die sie zu entrichten hätten, wenn sie den Verkehr weniger lokal oder gar weit entfernt und mit Inanspruchnahme internationaler Backbone-Kapazität übernehmen müssten. Zweitens, falls ein ISP multiple OCAs nutzt, spart er eigene Kernnetzkosten ein. Der Verkehr wird von einem (relativ) kundennahen Server übernommen und muss nicht über das Kernnetz des ISPs geroutet werden. Drittens werden Netzressourcen dadurch eingespart, dass die Aktualisierung der Content-Server in der verkehrsschwachen Zeit erfolgt. Viertens neben diesen unmittelbaren Kostenvorteilen, gibt es Vorteile für den ISP infolge der besseren beim Endkunden ankommenden Qualität. Die Wechselbereitschaft der Kunden sinkt. Fünftens haben die ISPs volle Kontrolle über ihr Netz. Sie können anhand ihrer Kundenstruktur, Netzkapazität und Laststruktur des Netzes die Standorte der Cache-Server bestimmen und optimieren.

In der Literatur gibt es die Spekulation, dass CAPs infolge ihres Vorrückens in der Wertschöpfungskette sich auch in die Ebene der ISPs integrieren könnten. Dey und Yuksel (2019) etwa erwarten diese Integrationsrichtung und sehen als Motiv die Vermeidung von Paid Peering. Weiterhin dominieren sie die ISPs in der Marktkapitalisierung und haben annähernd den gleichen Footprint. Die neu entstehenden Gebilde bezeichnen sie als „Sugarcane ISPs“. Sugarcane ISPs würden sich geographisch näher platzieren als ISPs heute und hätten weniger Anreiz für Peering. Sie erwarten zudem daraus folgende Anreize, (Content-)Wettbewerber zu behindern, um ihre eigene Nachfrage zu steigern.

Wir halten dieses Szenario für wenig wahrscheinlich. CAPs würden in ein reguliertes Geschäft investieren. Dies entspricht nicht ihrem geschäftspolitischen Grundsatz. Zudem würden sie sich einer starken Kritik der (potentiellen) Verletzung der Netzneutralität aussetzen. Für diesen Grundsatz haben sie stetig und intensiv gerungen. Sie würden dadurch ihre Glaubwürdigkeit verlieren und sich dem Risiko einer umfassenden Regulierung ihres gesamten Geschäfts aussetzen.

---

<sup>127</sup> So argumentierte etwa Netflix (2021a), S. 23ff.



Gleichwohl gibt es Investitionen der CAPs in Access-Netze. Diese fokussieren sich jedoch auf die Verbesserung der Konnektivität in Entwicklungsländern. So haben etwa Google und Facebook eigene Wi-Fi-Initiativen entwickelt, um öffentliche Wi-Fi-Hotspots aufzubauen.<sup>128</sup> Derartige Investitionen finden sich in Ländern wie Indien, Indonesien, Thailand und Nigeria.

Realiter sind heute wesentlich mehr ISPs in das Content- und Online-Geschäft integriert als CAPs in das ISP-Geschäft. Dies gilt etwa markant für alle Kabelnetzbetreiber, die im TV und VoD-Geschäft tätig sind. Dies gilt aber auch für die (großen) Telcos. Sie sind oft mit eigener Plattform im TV- und VoD-, aber auch im Content- und Rechtengeschäft tätig.

#### 5.3.4 Cloud-Anbieter vs. ISP

Besonders dynamisch hat sich in den letzten fünf Jahren das Cloud-Geschäft entwickelt. Die großen Cloud-Provider bieten Cloud-Services nicht nur Geschäftskunden, sondern auch großen CAPs wie Netflix, Apple und Spotify an. Sie sind für wesentliche Teile des IP-Verkehrs verantwortlich. Sie stützen sich weitgehend auf eigene Backbones ab und fragen nur begrenzt Transitleistungen von Backbone-ISPs nach. Hinsichtlich der Leistungen für Geschäftskunden stehen sie in unmittelbarem Wettbewerb zu ISPs. Über CDN-Konfigurationen sind sie netzseitig regional und lokal präsent und in On-Net-Konfigurationen auch unmittelbar in den Netzen der ISPs präsent.

Der Public-Cloud-Markt wird von Amazon, Google, IBM und Microsoft dominiert. Tabelle 5-1 zeigt die Weltmarktanteile der wichtigsten Anbieter im Infrastructure as a Service (IaaS) Segment. Auch der europäische Cloud-Markt ist relativ stark konzentriert. Besonders in den Segmenten IaaS und PaaS (Platform as a Service) wird der Markt von amerikanischen Cloud-Anbietern dominiert, wie Abbildung 5–1 zeigt. Allerdings sind in Europa im Vergleich zum Weltmarkt auch zwei europäische Telekommunikationsunternehmen mit der Deutschen Telekom (2%) und OVH (4%) unter den Top-6-Anbietern vertreten.

Die großen Cloud-Provider haben den Backbone-ISPs ein Stück weit den Rang als das Rückgrat des Internets abgelassen.<sup>129</sup> Sie haben über ihre vernetzte Infrastruktur wesentlich zur Vermaschung und flacheren Hierarchie des Internets beigetragen.

---

128 Abecassis et al. (2018). S. 46.

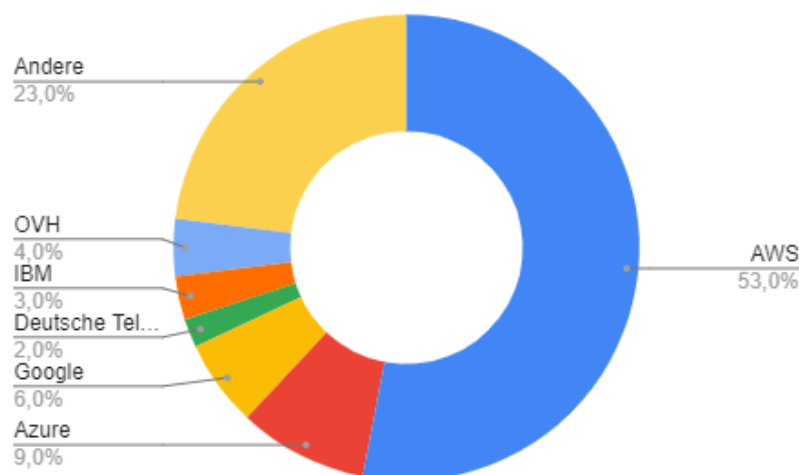
129 Arnold et al. (2020).

Tabelle 5-1: Weltweite Marktanteile bei IaaS Public Cloud-Diensten 2019-2020 (in Mio.USD)

Unternehmen	2020 Umsatz	2020 Marktanteil (%)	2019 Umsatz	2019 Marktanteil (%)	2019-2020 Wachstum (%)
Amazon	26.201	40,8	20.365	44,6	28,7
Microsoft	12.658	19,7	7.950	17,4	59,2
Alibaba	6.117	9,5	4.004	8,8	52,8
Google	3.932	6,1	2.367	5,2	66,1
Huawei	2.672	4,2	882	1,9	202,8
Andere	12.706	19,8	10.115	22,1	25,6
<b>Total</b>	<b>64.286</b>	<b>100,0</b>	<b>45.684</b>	<b>100,0</b>	<b>40,7</b>

Quelle: Rimol (2021), Gartner (2021).

Abbildung 5–1: Marktanteile IaaS, PaaS und gehostete private Cloud-Dienste in Europa (2020)



Quelle: WIK-Consult basierend auf KPMG (2021).

Sie können mit ihren eigenen Netzen die Tier 1-ISP's wesentlich umgehen und sind von diesen im hohen Maße unabhängig, wie wir in Abschnitt 3.2.3 gezeigt haben. Diese zunehmende Interkonnektivität weniger großer Netze hat zum Abwärtstrend der Transiterlöse der Tier 1-Betreiber beigetragen. Die großen Cloud-Provider haben von den Backbone-Betreibern die Rolle als zentrale Verkehrsträger des Internets übernommen.

## 6 Auswirkungen auf die digitale Souveränität Europas

### 6.1 Einführung

In den letzten Jahren hat sich bei den politischen Entscheidungsträgern in den großen globalen Wirtschaftsblöcken (USA, Asien und Europa) ein Trend zu mehr "strategischer Autonomie" abgezeichnet. Die Länder überprüfen zunehmend ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber und ihre Abhängigkeit von ausländischen Anbietern kritischer Dienstleistungen und Produkte, insbesondere von Ländern außerhalb ihres jeweiligen Wirtschaftsblocks.

In Bezug auf wichtige IKT-Infrastrukturen wird diese strategische Autonomie oft als "digitale Souveränität" bezeichnet. Dieses Thema reicht von Debatten über 5G-Anbieter bis hin zu Initiativen in Bezug auf Cybersicherheit und europäische Dateninfrastrukturen wie GAIA-X, umfasst aber ebenso strategische Investitionen in künstliche Intelligenz, Robotik und Hochleistungscomputer. Ziel der digitalen Souveränität ist es, Europas Forschungs- und Industriekapazitäten zu stärken, da diese Technologien als Schlüsselfaktoren für künftige Innovationen und Wirtschaftswachstum gelten.

Ein europäischer Benchmark von WIK-Consult aus dem Jahr 2020 zeigte jedoch, dass digitaler Souveränität keine einheitliche Definition zugrunde liegt. So schreiben ihr politische Entscheidungsträger verschiedene Aufgaben und Ziele zu und verwenden unterschiedliche Begriffe, z. B. Technologiesouveränität oder strategische Autonomie.<sup>130</sup> Trotz unterschiedlicher Interpretationen konnten die Autoren dieses Benchmarks drei gemeinsame Dimensionen der digitalen Souveränität identifizieren: 1) (privater) Datenschutz, 2) Cybersicherheit und 3) strategische Interessen. Bei der Dimension des Datenschutzes geht es um die Fähigkeit des Einzelnen, sein digitales Leben und seine Daten zu kontrollieren. Bei der Cybersicherheit und der strategischen Dimension von digitaler Souveränität geht es vornehmlich um Maßnahmen auf kollektiver Ebene der Länder und der EU, die Kontrolle und Führung im digitalen Bereich (wieder) zu erlangen.

Nach der detaillierten Beschreibung und Analyse der Trends auf den IP-Peering- und Transitmärkten konzentriert sich dieses Kapitel auf die Auswirkungen auf die digitale Souveränität Europas im Hinblick auf die folgenden Gruppen von Akteuren:

- Europäische Anbieter von Inhalten und Anwendungen;
- Europäische Anbieter in den Bereichen Transit, Peering, CDN, IXP; und
- Europäische Endverbraucher.

---

<sup>130</sup> WIK-Consult (2020).

## 6.2 Digitale Souveränität im Überblick

Bevor wir spezifische Auswirkungen auf die digitale Souveränität durch die beschriebenen Entwicklungen auf den IP-Peering- und Transitmärkten erörtern, möchten wir zwei Aspekte hervorheben, die zur Einordnung von digitaler Souveränität im Kontext der Interconnection-Märkte relevant sind.

*Bei der digitalen Souveränität geht es darum, ein Gleichgewicht zu finden*

Wie wir bereits in unserem europäischen Benchmark 2020 zur digitalen Souveränität<sup>131</sup> festgestellt haben, besteht ein grundlegendes Spannungsverhältnis zwischen dem Konzept des Internets und der Digitalisierung, das die gemeinsame Nutzung von Daten ohne geografische Grenzen ermöglicht, und dem Konzept der Souveränität, welches sich auf ein bestimmtes geografisches Gebiet bezieht. Darüber hinaus scheinen die meisten der untersuchten Policies der europäischen Länder zu unterstreichen, dass weder digitale Souveränität noch strategische Autonomie zu Autarkie oder Protektionismus führen. Vielmehr geht es bei der digitalen Souveränität darum, ein Gleichgewicht zwischen der Erreichung der eigenen Autonomie und der Aufrechterhaltung eines diversifizierten Anbieterportfolios und internationaler Handelsbeziehungen zu finden, die für viele Volkswirtschaften in der EU wichtig sind.

Das BMWi (2021) verweist in diesem Zusammenhang auf Draghi (2019), der eine ähnliche Position vertritt und stellt fest; "... ein Staat bzw. ein Akteur [kann] auch bei unvollständiger Unabhängigkeit souverän sein. So geht es im Kontext der Souveränität immer auch um ein Abwägen, ein „Abhängigkeitsmanagement“, und die bewusste Entscheidung für oder gegen etwas sowie die kontinuierliche Neubewertung gegenwärtiger Abhängigkeitsbeziehungen.". Mit Verweis auf Kagermann et al. (2021) kommt das BMWi zu dem Schluss, dass digitale Souveränität eher als "...die Möglichkeit mehr Unabhängigkeit zu erzielen, wo sie erwünscht ist, z. B. in Bereichen, die die nationale Sicherheit und den Schutz von Wirtschafts- und Personendaten betreffen (Kagermann et al. 2021)..." zu verstehen ist.

*Normenkonflikt zwischen digitaler Souveränität und Internet-Governance-Regimen*

Ten Oever (2021) weist darauf hin, dass es zu Normenkonflikten zwischen der privaten Internet-Governance (basierend auf der Selbstregulierung durch mehrere Interessengruppen) und der zunehmenden Regelsetzung durch staatliche Einflussnahme seit den 2010er Jahren kommen könnte. Der Autor kommt zu dem Schluss, dass diese beiden Regime nicht als gegensätzliche Kräfte verstanden werden sollten, sondern eher als zwei verschiedene Teile des Internet-Governance-Regimes. Es gibt jedoch andere Schwerpunkte; das private Internet konzentriert sich eher auf die Schaffung von Interoperabilität und Zusammenschaltung durch Koordination und Normentwicklung. Die

---

<sup>131</sup> WIK-Consult (2020).

multilateralen staatlichen Regime priorisieren eher eine andere Reihe von Zielen (einschließlich Souveränität, wirtschaftlicher Wohlstand, Begrenzung schädlicher Inhalte und nationaler Normen und Werte), und weniger Zusammenschaltung und Interoperabilität.

Der Autor nennt mehrere Beispiele, darunter das "Schengen-Routing", das darauf abzielt, den von einem bestimmten Land oder einer Gruppe von Ländern ausgehenden und für dieses Land oder Gebiet bestimmten Verkehr innerhalb der geografischen Grenzen dieses Landes oder Gebiets zu halten. Dies steht jedoch im Widerspruch zum dynamischen Routing des Datenverkehrs, das als ein essentielles Designmerkmal des Internets angesehen werden kann.<sup>132</sup> Ten Oever stellt außerdem fest, dass mehrere Staaten ihren Einfluss auf die Entscheidungsfindung der ICANN<sup>133</sup> über die Verwendung von Top-Level-Domains und IP-Adressen ausweiten wollen. Andere Staaten wie Russland und China sind noch weiter gegangen und haben nationale Vorschriften erlassen und eigene Internet-Infrastrukturen geschaffen, um das Internet besser kontrollieren zu können.

Auch Mueller (2017) vertritt die Ansicht, dass zwischen der Internet-Governance und der nationalen Souveränität ein Missverhältnis besteht, da erstere darauf abzielt, ein globales Internet zu schaffen, in dem die Nationen versuchen, Regeln auf der Grundlage ihrer eigenen territorialen Reichweite anzuwenden. Budnitsky (2017) beschreibt die Essenz von Muellers Buch dahingehend, dass „...supporters of the global Internet should be principally concerned about ... state sovereigns' efforts to align global communications along the borders of national jurisdictions.“ *[...] Befürworter des globalen Internets grundsätzlich besorgt sein sollten über [...] die Bemühungen staatlicher Souveräne, die globale Kommunikation entlang der Grenzen der nationalen Gerichtsbarkeit auszurichten.]* Um die Vorteile der digitalen Globalisierung zu bewahren, empfiehlt er den Anhängern des emanzipatorischen Versprechens des Internets sogar, eine transnationale virtuelle Nation zu gründen, die sich den Prinzipien der grenzenlosen Kommunikation verpflichtet und die globale Internet-Governance selbst in die Hand nimmt.

Hellberg (2019) schreibt in einem anderen Artikel über das Internet-Routing und die Auswirkungen auf die digitale Souveränität, dass „Governments should have a better understanding of the nuances of data routing across the globe, including the realization that internet cabling and routing does not allow for geopolitical distinction.“ *[Regierungen ein besseres Verständnis für die Nuancen des Datenroutings auf der ganzen Welt haben sollten, einschließlich der Erkenntnis, dass die Internetinfrastruktur und das Rou-*

---

**132** Die Weiterleitung von Datenpaketen über das Internet erfolgt über Router, die anhand der Präfixe der Ziel-IP-Adressen dynamisch ermitteln, welches der kürzeste und schnellste Weg zu den Endzielen ist, und die Pakete dann an die nächsten Router weiterleiten, die diesen Vorgang wiederholen, bis die Pakete ihr Endziel erreicht haben. Siehe auch Abschnitt 6.5.1. Hierbei dürften nationale Rechtsräume eher eine untergeordnete Rolle spielen. Viel mehr dürften die Routingvereinbarungen zwischen abgegrenzten autonomen Systemen von Relevanz sein.

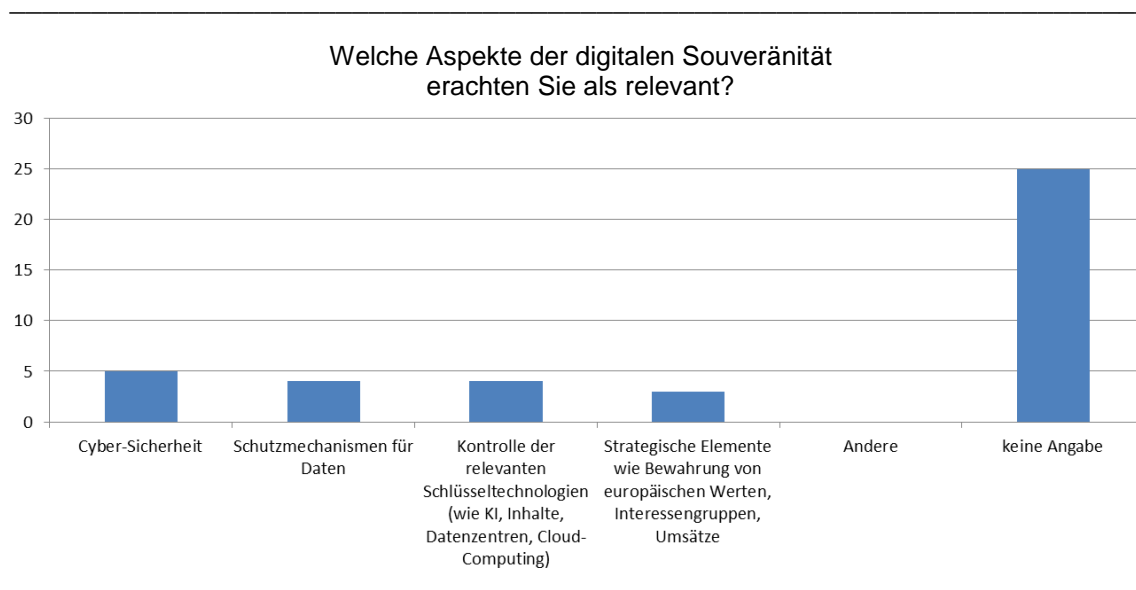
**133** Internet Corporation for Assigned Names and Numbers.

ting keine geopolitische Unterscheidung zulassen], und dass für diejenigen, die Gesetze und Vorschriften erlassen, die Notwendigkeit besteht, "... to collaborate with those that design and implement how the internet works in their respective countries" [mit denjenigen zusammenzuarbeiten, die das Internet in ihren jeweiligen Ländern gestalten und umsetzen].

### 6.3 Erkenntnisse zur digitalen Souveränität aus der Umfrage der IRG-Mitglieder und den Interviews

In unserer Umfrage zu IP-Peering und Transit unter europäischen NRAs fragten wir auch nach ihrer Meinung zu den relevanten Dimensionen der digitalen Souveränität. Von den 22 Antwortenden bestätigten nur 5 (BG, CZ, PO, RO, RS), dass Aspekte wie Cybersicherheit, Datenschutz, Kontrolle über Schlüsseltechnologien und strategische Aspekte relevante Dimensionen der digitalen Souveränität sind. Die Mehrheit (16) hatte jedoch entweder keine Angaben gemacht oder wusste nicht, ob diese Aspekte für die digitale Souveränität relevant sind.

Abbildung 6–1: Von den europäischen NRA betrachtete Dimensionen der digitalen Souveränität



Quelle: WIK-Consult.

Auf dieser Frage aufbauend wollten wir wissen, ob die NRAs im Zusammenhang mit der digitalen Souveränität irgendwelche Probleme auf den Transit- und Peering-Märkten sehen, und erhielten dazu nur eine positive Antwort von der serbischen NRA, aber auch zwei klare negative Antworten von den NRAs aus Bulgarien und Spanien. Alle anderen 7 antwortenden NRAs wussten es nicht (CH, CZ, FR, IR, NL, PO und RO).

Diese Antworten geben Anlass zur Vermutung, dass digitale Souveränität in Bezug auf IP-Peering und Transit auf der Agenda der NRAs eine, zumindest zurzeit noch, untergeordnete Rolle einnimmt. Dementsprechend haben die NRAs auch keine Maßnahmen in Bezug auf die digitale Souveränität erwogen, die auf europäischer Ebene erwogen werden sollten (einschließlich Schengen-Routing<sup>134</sup>).

In den neun Interviews, die wir mit Akteuren des IP-Peering- und Transitmarktes geführt haben, äußerten sich vier von ihnen zur digitalen Souveränität (DE-CIX, Facebook, Google und die finnische NRA Traficom). Im Folgenden haben wir ihre Beobachtungen zusammengefasst und werden in den folgenden Abschnitten auf spezifische Aspekte zurückkommen:

- **DE-CIX**, Betreiber eines IXPs, unterstrich die zunehmende Bedeutung der Cybersicherheit und betonte, dass es wichtig sei, dass nicht nur Spezialisten wissen, wie das Internet funktioniert. Es bestehe jedoch ein Spannungsverhältnis zwischen Cybersicherheit und Abhängigkeit, da sich durch Cybersicherheitsdienste eine stärkere Abhängigkeit von den bereitstellenden Unternehmen ergeben kann. In Bezug auf öffentliche Dienste kann dies deshalb Auswirkungen auf die digitale Souveränität haben. Nicht zuletzt wurde festgestellt, dass das Hauptaugenmerk der Regulierung, wenn überhaupt, auf der Gewährleistung eines offenen und neutralen Internets liegen sollte, um künstliche Engpässe und die Privatisierung des Internets durch einige sehr große Parteien zu vermeiden. Zu diesem Zweck wäre es gut, wenn die NRAs die Preise auf den IP-Transit- und Peering-Märkten überwachen würden.
- **Facebook** sieht im Zusammenhang mit der digitalen Souveränität keine Probleme in Bezug auf Transit und Peering. Facebooks Verständnis von digitaler Souveränität konzentriert sich darauf, sicherzustellen, dass bestimmte Daten innerhalb Europas oder des jeweiligen Mitgliedstaats gespeichert werden. Die Einbeziehung von Aspekten wie Cybersicherheit und strategischen Fragen (z. B. verwendete Netzkomponenten für die Zusammenschaltung) wird als zu weit gefasst angesehen.
- **Google** betrachtet die digitale Souveränität als relevant, aber man solle berücksichtigen, dass sie nicht den Wettbewerb auf dem IP-Wholesale-Markt antreibt, der letztlich den effizienten Austausch von Datenverkehr und damit ein profitables Geschäft fördert. Darüber hinaus betrachtet Google Auflagen zu regional-spezifischen Cloud-Dienstleistungen nicht als digitale Souveränität, sondern eher als eine rechtliche Frage, um Anbieter zur lokalen Verarbeitung der erhobenen Daten anzuhalten. Unter Sicherheitsaspekten sei diese (lokale) Lösung jedoch nicht besser als eine Datenhaltung außerhalb des Landes. Darüber hinaus könnten diese "Anforderung zur lokalen Datenverarbeitung" sogar als Eintritts-

---

<sup>134</sup> Die Daten werden nur innerhalb der europäischen Grenzen weitergeleitet, siehe auch Abschnitt 6.5.1.

barriere für kleine Cloud-Anbieter fungieren, da diese Anforderungen implizieren, dass die lokale Rechenzentren im Rahmen der geographischen Geschäftsbereiche notwendig werden.

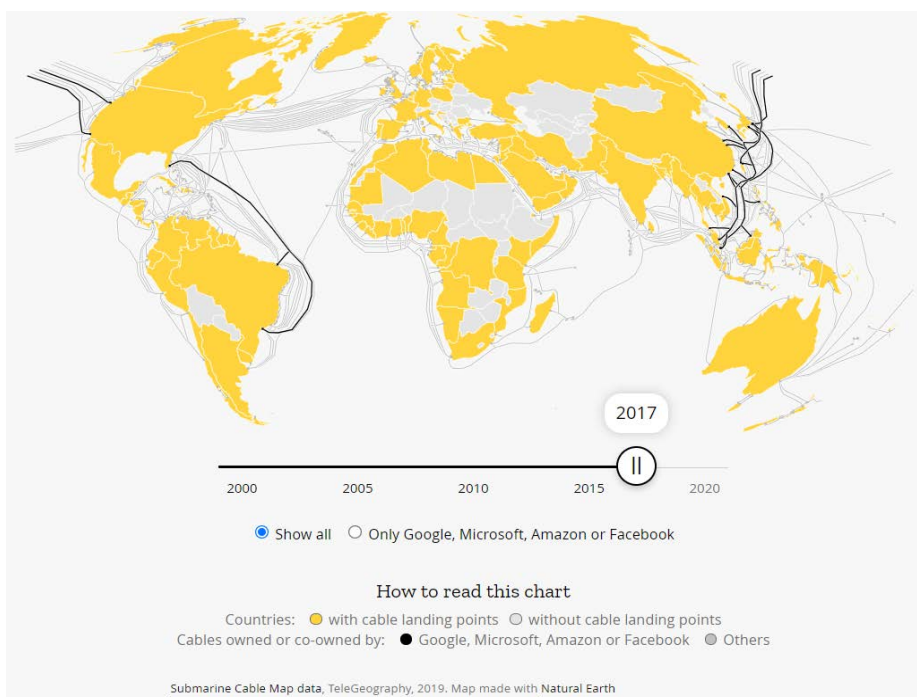
- **Traficom** ist der Ansicht, dass es bei der digitalen Souveränität darum geht, Schlüsselressourcen unter eigener Kontrolle zu haben (z. B. die Kontrolle über Domännennamen). Hierunter falle eine Verpflichtung der Internetanbieter, bestimmte Schlüsselfunktionen in Finnland zu belassen, um eine Funktionsfähigkeit der Netze in Finnland sicherzustellen. Darüber hinaus sei es aus Gründen des Datenschutzes vorgeschrieben, dass Inhalte in Finnland verbleiben. Wenn Daten aufgrund von (Re-)Routing das Land verlassen, sind die ISPs verpflichtet, ihre Endkunden darüber zu informieren. Traficom hat "Leitlinien" entwickelt, die neben den oben genannten Aspekten auch die Netzsicherheit, eine gute Konnektivität durch Seekabel und die Rolle Europas bei der Festlegung globaler Standards (im Gegenpol zu den USA/Asien) betreffen.

#### **6.4 Auswirkungen für europäische Anbieter von Inhalten und Anwendungen**

Wie in Abschnitt 1.2 beschrieben, sind die Zahl der IXPs und der über IXPs ausgetauschte Verkehr erwartungsgemäß weiter gestiegen, wobei der über bilaterale private Peering-Vereinbarungen ausgetauschte Verkehr relativ zu Lasten des multilateralen Peering über IXP zugenommen hat. Dies gilt ausdrücklich für die großen (außereuropäischen) CAPs, die vertikale Integrationsstrategien verfolgen und ihre Seekabelkapazitäten zwischen den USA und Europa sowie mit Asien zwischen 2017 und 2020 erheblich erweitert haben (siehe Abbildung 6–2 und Abbildung 6–3). Darüber hinaus haben sie Datenzentren in Europa eingerichtet und CDN-Netze in ihren Betrieb integriert. In den meisten Fällen ist es ihnen auch gelungen, europäische Internetanbieter davon zu überzeugen, On-Net-Cache-Server in deren Netzen unterzubringen.

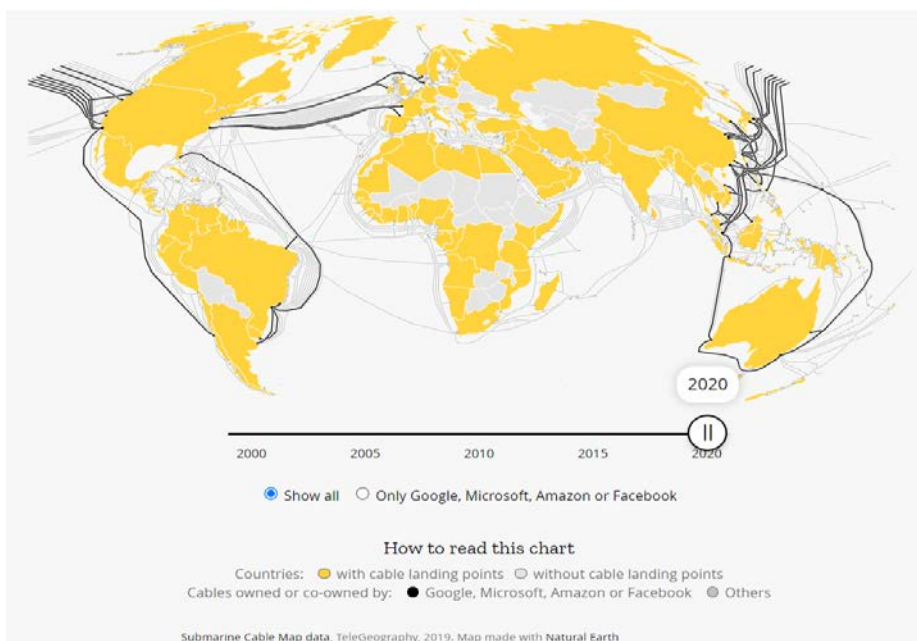


Abbildung 6–2: Seekabelkartendaten 2017



Quelle: Submarine Cable Map 2019, TeleGeography.

Abbildung 6–3: Unterseekabelkartendaten 2020



Quelle: Submarine Cable Map 2019, TeleGeography.

### *Kostenvorteile für vertikal integrierte CAPs*

Die Folgen für die europäischen CAPs sind, dass sie in Europa mit den hauptsächlich in den USA ansässigen CAPs konkurrieren müssen, die ihren früheren geographischen Kostennachteil durch den Zukauf von Transportkapazitäten über Unterseekabel (anstatt sich für den Transit auf Backbone-Anbieter zu verlassen) und die Speicherung von mehr Inhalten in europäischen Rechenzentren minimiert haben. Allerdings profitieren die in den USA ansässigen CAPs zugleich von skalenbasierten Kostenvorteilen, da sie CDNs integrieren, anstatt sich auf CDN-Angebote von Dritten zu verlassen.<sup>135</sup> Darüber hinaus können die in den USA ansässigen CAPs ihre Cache-Server in den europäischen ISP-Netzen feinabstimmen, um die Qualität und Leistung ihrer Enddienste zu maximieren.

Europäische CAPs, die CDN-Dienste Dritter nutzen, könnten daher einen Kostennachteil haben und unterhalb einer bestimmten Größenordnung nicht in der Lage sein, Internetdiensteanbieter davon zu überzeugen, die Aufstellung von Cache-Servern in ihren Zugangsnetzen zu gestatten. Es ist jedoch nicht klar, ob die Platzierung von Cache-Servern am Rande der Netze von Internet-Diensteanbietern in allen Fällen zu einer deutlich schlechteren Qualität für die Endnutzer führt.<sup>136</sup> Der Anzahl von Übergabepunkten und das Volumen des Verkehrs spielen hier eine zusätzliche Rolle.

### *Wettbewerbsrechtliche Bedenken als Folge der vertikalen Integration von CAPs*

Song stellt darüber hinaus fest, dass es nicht nur eine Verlagerung des Eigentums an Seekabeln von Telekommunikationsanbietern zu großen CAPs wie Google und Facebook gibt, sondern auch zu Nationalstaaten als Teil einer geopolitischen Cyberstrategie.<sup>137</sup> Song verweist diesbezüglich auf drei relevante Aspekte:

- Unterseekabel werden praktisch zu einem privaten Netz, das die Datenzentren der CAPs verbindet. Laut Song sind Unternehmen wie Google sehr daran interessiert, nicht als Telekommunikationsunternehmen aufzutreten, und haben daher öffentlich erklärt, dass sie keine Kapazitäten auf ihren Kabeln weiterverkaufen werden.
- Große CAPs könnten jedoch mit anderen Unternehmen Kapazitäten tauschen, die über Kapazitäten in vergleichbarer Größenordnung verfügen. Dies könne dazu führen, dass große Teile der Unterseekabelkapazität nur für andere CAPs mit ähnlichen Investitionen zugänglich sind.

---

<sup>135</sup> In einem der Interviews wurde ein Faktor von 40 als Kostenunterschied zwischen dem Kauf eines CDN eines Drittanbieters und dem Besitz eines eigenen CDN genannt.

<sup>136</sup> Netflix in Deutschland hat beispielsweise (aus anderen Gründen) seine Cache-Server am Rande des DT-Netzes an regionalen Übergabepunkten platziert, ohne dass dies nennenswerte Auswirkungen auf die Qualität für die Endnutzer hatte.

<sup>137</sup> Song (2019).

- Nationalstaaten, allen voran China, verfolgen ähnliche Strategien (vertikale Integration) und investieren erhebliche Summen in den Aufbau einer geografisch-strategischen Infrastruktur. Das Ziel scheint darin zu bestehen, dass die Internetdaten vollständig über eine Glasfaserinfrastruktur im Besitz Chinas um die Welt fließen können.<sup>138</sup> Die zunehmende Expansion Chinas nach außen und die Investitionen in die Entwicklung der Kommunikationsinfrastruktur überschneiden sich geografisch mit vielen Initiativen im Rahmen der "Belt and Road"-Strategie, die darauf abzielt, Chinas wirtschaftliche Beziehungen zu 71 Ländern durch Investitionen in Straßen und Wasserwege zu stärken. Song ist der Ansicht, dass diese expansiven Strategien durch die Einbettung von Überwachungs- oder sogar Zensurfunktionen in die (digitale) Infrastruktur die Demokratie und die nationale Souveränität beeinträchtigen könnten.

ACM (2021) stellt in seiner Marktanalyse<sup>139</sup> fest, dass es aufgrund der vertikalen Integration von Nicht-EU-CAPs in bestimmten Fällen notwendig und wünschenswert sein kann, Bedingungen an geplante Übernahmen zu knüpfen, um Wettbewerbsbeschränkungen zu vermeiden. Laut ACM gilt dies für Anbieter und Kunden bei der IP-Zusammenschaltung, zum Beispiel CAPs, ISPs und IXPs. Wenn diese Parteien fusionieren, kann es notwendig sein, dem neu fusionierten Unternehmen IP-Zusammenschaltungsverpflichtungen aufzuerlegen, um z.B. sicherzustellen, dass es genügend Möglichkeiten für Dritte gibt, sich zu angemessenen Bedingungen zusammenzuschalten.

ACM bezog sich in seiner Marktanalyse 2021 auch auf eine Bewertung der Europäischen Kommission (EK) über den geplanten Zusammenschluss von Liberty Global mit Vodafone in den Niederlanden.<sup>140</sup> Die EK kam unter anderem zu dem Schluss, dass Liberty Global in der Lage sei, die Verbreitung von Inhalten konkurrierender (OTT) Anbieter durch seine Stellung bei der IP-Zusammenschaltung zu behindern. Einer der wesentlichen Aspekte war eine Vertragsklausel, dass eine qualitativ hochwertige Zusammenschaltung durch Peering nur unter der Bedingung der Exklusivität von Inhalten angeboten und ansonsten das Peering verweigert werde. Daher stellte die Kommission fest, dass die Zusammenschaltungspolitik von Liberty Global (zumindest theoretisch) konkurrierende OTT-Anbieter daran hindern könnte, die Endkunden von Ziggo zu erreichen, oder sie zumindest daran hindert, die Endkunden von Ziggo in konkurrenzfähiger Qualität aufgrund von Überlastung zu erreichen. Um die festgestellten potenziellen Probleme zu vermeiden, hat sich Liberty Global verpflichtet, mindestens drei staufreie Routen zum IP-Netz von Vodafone-Ziggo bereitzuhalten.<sup>141</sup>

<sup>138</sup> Der Autor erwähnt das SAIL-Kabel, das Afrika mit Südamerika verbindet, das PEACE-Kabel, das Asien mit Afrika verbindet, sowie eine mögliche transpazifische Initiative, die China direkt mit Südamerika verbindet.

<sup>139</sup> Abschnitt 4.4.1 von ACM (2021).

<sup>140</sup> Europäische Kommission (2018).

<sup>141</sup> Siehe Kapitel 4.5 für weitere Beschreibung und Quellen.

Wie bereits erwähnt, gehen Dey und Yuksel (2019) davon aus, dass CAPs aufgrund ihres Aufstiegs in der Wertschöpfungskette und zur Vermeidung von bezahltem Peering sich auch mit ISPs vertikal integrieren könnten. Sie bezeichnen die integrierten CAP/ISP-Einheiten als "Sugarcane-ISPs" und erwarten, dass diese weniger Anreize für Peering und Anreize zur Behinderung von (Inhalts-)Wettbewerbern hätten, um die Nachfrage nach ihren eigenen Diensten zu steigern. Wir halten dieses Szenario jedoch für unwahrscheinlich, da CAPs in ein reguliertes Geschäft investieren würden, was in der Tendenz ihrem geschäftspolitischen Grundsatz entgegensteht, Regulierung zu vermeiden. Die Vermeidung entsprechender Geschäftsbereiche kann bereits bei der exklusiven Nutzung von Unterseekabelkapazitäten beobachtet werden.

## **6.5 Auswirkungen auf europäische Anbieter in den Bereichen Transit, Peering, CDNs und IXPs**

Ein großer Teil des Internet-Verkehrs wird von den großen CAPs abgewickelt, die ihr eigenes CDN integriert haben und somit fast ihren gesamten Verkehr lokal an die Endnutzer liefern können. Dadurch ist der Transitverkehr über traditionelle (europäische) Tier-1-Telekommunikationsunternehmen stark zurückgegangen. Darüber hinaus sind die großen CAPs dazu übergegangen, kostenloses privates Peering anstelle von öffentlichem Peering über IXPs anzubieten, wodurch die Bedeutung des öffentlichen Peerings an IXPs abgenommen hat.

In den folgenden Abschnitten werden weitere relevante Details für die einzelnen Parteien näher erläutert.

### **6.5.1 Auswirkungen auf europäische Transitdienstleister**

#### *Transit als Ausweichmöglichkeit*

Insbesondere haben die traditionellen Tier-1-Anbieter ihre bedeutende Rolle im Internet als Anbieter der allgemeinen Backbone-Infrastruktur verloren. Aus dem Gespräch mit der Deutschen Telekom ging auch hervor, dass große CAPs und Cloud-Anbieter aus den USA, aber auch aus Asien, die internationale Backbone-Infrastruktur immer mehr kontrollieren und die klassischen Telekommunikationsunternehmen zu kleineren Akteuren geworden sind. Daher wird immer mehr Internetverkehr in Europa über private Netze großer außereuropäischer Marktteilnehmer (einschließlich eigener Seekabel, Verbindungen und Rechenzentren in Europa) geleitet, bis hin zu On-Net-Cache-Servern in den Netzen europäischer ISPs.

Das verbleibende Transitgeschäft scheint sich vor allem auf die Bereiche zu konzentrieren, in denen europäische Tier-1-Anbieter auch die Rolle eines Endkunden-ISPs übernehmen. Aus unseren Gesprächen geht unter anderem hervor, dass es Anzeichen da-

für gibt, dass der anhaltende Preisverfall auf dem IP-Transitmarkt zur Reduktion von Investitionen oder sogar Marktaustritt führen könnte. Der Transitmarkt ist jedoch ein wichtiger (Reserve-)Weg, um die Ausfallsicherheit europäischer Netze zu gewährleisten, und eine letzte Ausweichmöglichkeit um die Endnutzer bzw. eine durchgehende Konnektivität zu erreichen.

### *Verschlüsselung versus Schengen-Routing*

Die starke Vorwärtsintegration großer (meist US-amerikanischer) Marktteilnehmer erfordert die Betrachtung eines weiteren Aspekts der digitalen Souveränität: der möglichen Verletzung europäischer Datenschutz- und Privatsphäre-Richtlinien, mitunter durch ausländische Nachrichtendienste, falls der aus Europa stammende und für Europa bestimmte Datenverkehr über außereuropäische Länder geleitet wird. Nach mehreren Verstößen in diesem Zusammenhang begann 2015 eine Debatte über das sogenannte "Schengen-Routing", bei dem eine Beschränkung der Weiterleitung von Daten zwischen europäischen Mitgliedstaaten auf autonome Systeme vorgeschlagen wurde, die sich in Ländern des Schengener Abkommens befinden.

Pohlmann et al. (2015) simulierten in einer wissenschaftlichen Untersuchung ein virtuelles "Schengen-Netz". Die Autoren kamen jedoch zu dem Schluss, dass dies zu einer ungleichen Verteilung wirtschaftlicher Nachteile zwischen den EU-Ländern führen könnte, was die Ungleichheiten zwischen den Ländern des EU-Internetmarktes weiter verstärken würde.<sup>142</sup> Dönni et al. (2015) führten Messungen durch, um die Einhaltung des Schengen-Routing im heutigen Internet zu quantifizieren, und kamen zu ähnlichen Ergebnissen: Insgesamt sind 35% bis 40% der Routen (in über 1100 verschiedenen AS im Schengen-Raum) „Schengen-konform“, wobei die Konformitätsniveaus zwischen 0% und 80% je nach Land stark variieren.

Pohlmann et al. (2015) untersuchten darüber hinaus eine Alternative zum Schengen-Routing, nämlich die Datenverschlüsselung durch zwei Technologien (IPSec und SSL/TLS<sup>143</sup>), und kamen zu dem Schluss, dass die Sicherheit (des Schengen-Routings) vollständig von den Richtlinien und den Beschränkungen der Routen abhängt, aber weder der Inhalt noch die physikalische Kommunikationsschicht geschützt sind. Die Autoren kamen daher zu dem Schluss, dass der Wechsel zur Verschlüsselung des Datenverkehrs der sinnvollste Ansatz zu sein scheint, anstatt einfache (Routing-)Maßnahmen

---

**142** Belgien, Spanien und Frankreich gehören zu den Ländern, die wirtschaftlich am stärksten betroffen sind, da eine große Zahl der verfügbaren Strecken in diesen Ländern über autonome Systeme außerhalb des jeweiligen Landes abgewickelt wird. Die Autoren gehen auch davon aus, dass der Aufwand für die Umsetzung der obligatorischen Schengen-Routenführung sogar zu höheren Preisen für einige Marktsegmente und (Internet-)Dienste führen könnte.

**143** Internet Protocol Security (IPsec) ist eine Protokollsuite, die eine sichere Kommunikation über potenziell unsichere IP-Netze wie das Internet ermöglichen soll. Ziel ist es, auf Verschlüsselung basierende Sicherheit auf der Netzebene zu bieten. Transport Layer Security (TLS), auch bekannt unter seinem Vorgänger Secure Sockets Layer (SSL), ist ein Verschlüsselungsprotokoll für die sichere Datenübertragung im Internet, das TLS Handshake enthält, bei dem ein sicherer Schlüsselaustausch und eine Authentifizierung stattfinden.

zu ergreifen, die das Risiko einer technologischen Isolierung Europas bergen. Da auch ausländische Nachrichtendienste systematisch einen Großteil der Telefon- und Internetverbindungsdaten in Deutschland erheben und im Heimatland speichern können<sup>144</sup>, ist es zweifelhaft, ob sich eine Beschränkung des europäischen Datenverkehrs auf den Schengenraum als zielführend erweisen würde.

In jüngerer Zeit weist Hellman (2019) ferner darauf hin, dass sich Regierungen darüber im Klaren sein sollten, dass „...it will be near impossible to implement true data localization, so truly private information must be encryption encapsulated in some form.“ [... es nahezu unmöglich sein wird, eine echte Datenlokalisierung zu implementieren, so dass wirklich private Informationen in irgendeiner Form verschlüsselt werden müssen]. Der Autor betont jedoch auch die Bedeutung einer strengen Überwachung der Netzwerkrouuten (durch die NRAs), da dies dazu beiträgt, schnell zu erkennen, ob Daten - versehentlich oder böswillig - an Orte geleitet werden, die nicht beabsichtigt sind, was schwerwiegende Auswirkungen nach sich ziehen kann.

#### *Netzwerkausrüstung, die eine Gefahr für die nationale Sicherheit darstellen könnte*

Schließlich stellt sich die Frage der Kontrolle über die in den europäischen Peering- und Transitnetzen installierte Ausrüstung. Dabei handelt es sich zum einen um die On-Net-Cache-Server der großen CAPs und zum anderen um das allgemeine Problem von Geräten der Netzsteuerung und des Routings, deren Hersteller nicht in Europa ansässig sind.

Aus unseren Interviews und den gesammelten Informationen über das CDN-Konzept von Netflix geht nicht klar hervor, wie transparent die Open-Connect-Server in den Netzen der Internetanbieter funktionieren und ob dies eine Bedrohung für die digitale Souveränität dieser Netze darstellt. Aus den Interviews geht allerdings hervor, dass die Cache-Server vom ISP nicht geöffnet werden dürfen, obwohl das Eigentum auf den ISP übertragen wurde. Netflix wies jedoch darauf hin, dass seine "Blackbox" technisch nicht so verschlossen sei, da sie auf quelloffener Software (z.B. Linux/FreeBSD) basiere und der Internetdienstanbieter Kontrolle über z.B. den Aktualisierungszeitraum des Chaches und den physischen Zugang zu ihnen hat. Außer der DT sind uns keine weiteren ISPs bekannt, die Bedenken in diese Richtung geäußert haben.

Aus dem Interview mit Google ging hervor, dass die Wahl des Ausrüstungsanbieters derzeit noch von Kosten, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit abhängt, dass aber die digitale Souveränität in Zukunft an Bedeutung gewinnen könnte. Init7 erklärte uns, dass in der Schweiz im Jahr 2020 eine Evaluierung von Anbietern stattgefunden hat. Viele Marktteilnehmer, die Huawei nutzen, gaben jedoch an, dass eine Vermeidung bestimmter Anbieter schwierig sei, und dass die (Großhandels-) Kunden dies nicht als kritisch ansehen.

---

144 Poitras et al. (2013).

WIK-Consult (2020) untersuchte die spezifischen politischen Maßnahmen in Europa im Hinblick auf die digitale Souveränität und stellte fest, dass der Schwerpunkt dabei auf den Mobilfunknetzen und insbesondere den neuen 5G-Netzen liegt. Hierbei sind die in den Ländern ergriffenen Maßnahmen unterschiedlich und scheinen von bestehenden wirtschaftlichen und geopolitischen Allianzen geleitet zu sein. Allerdings sollten die Kosten für die Entfernung von Geräten bestimmter Anbieter in bestehenden (Mobilfunk-) Netzen nicht unterschätzt werden. Kürzlich hat die FCC in den USA die voraussichtlichen Kosten ihres "Supply Chain Reimbursement Program" veröffentlicht, das im Zuge von sicherheitspolitischen Bedenken eingeführt wurde, da Betreiber ihre 5G-Netze aktuell vornehmlich mit Geräten chinesischer Unternehmen wie Huawei ausbauen. Die FCC erhielt Anträge zur Erstattung, welche auf den Plänen der Betreiber zum Ersatz betroffener Hardware in ihren Netzen basieren. Die voraussichtlichen Kosten belaufen sich auf 5,6 Mrd. USD im Vergleich zu den erwarteten 1,8 Mrd. USD, was einer Verdreifachung entspräche.<sup>145</sup>

## 6.5.2 Auswirkungen auf europäische Peering-Parteien

### *Marktkonzentration und Rechtfertigung der Option, IXPs öffentlich zu begutachten*

Wir stellen fest, dass sich die Zahl der IXPs in den letzten 10 Jahren fast verdoppelt hat.<sup>146</sup> Die wachsende geografische Abdeckung dieser Austauschpunkte für den Internetverkehr hat auch die Zunahme des Peerings auf Kosten des Transits erleichtert. Allerdings hat vor allem das bilaterale (private) Peering des Verkehrs über IXPs auf Kosten des multilateralen (öffentlichen) Peerings zugenommen, das von den großen CAPs betrieben wird; vor 10 bis 15 Jahren wurden mehr als 50% des CAP-Verkehrs über IXPs abgewickelt, während es heute weniger als 10% sind.

Abgesehen von der starken Konzentration auf den (europäischen) Peering-Märkten, die dazu führt, dass die größeren Parteien den Verkehr über (private) Peerings austauschen, benötigen die kleineren Peering-Parteien immer noch die Möglichkeit, öffentliches Peering an IXPs durchzuführen. Im Hinblick auf die digitale Souveränität scheint es hier wichtig zu sein, sicherzustellen, dass das Marktverhalten der großen (US-) CAPs nicht die Option für kleinere (europäische) Marktteilnehmer beeinträchtigt, öffentliches Peering an europäischen IXPs durchzuführen. Dies wurde von Google in unserem Interview bestätigt, das die Bedeutung des öffentlichen Peerings an IXPs für neue Akteure aufgrund der niedrigen Eintrittsbarriere und der Tatsache hervorhob und IXPs als komplette Ökosysteme betrachtet werden können.

---

<sup>145</sup> Mitchell (2022).

<sup>146</sup> 87,5%, von 136 im Jahr 2017 auf 255 im Jahr 2020, Euro-IX (2020), S. 6.

### *Restriktive Peering Policies sind nicht gleichbedeutend mit digitaler Souveränität*

Peering Policies machen unter anderem die Bedingungen eines Unternehmens für Settlement-free Peering transparent. Wie in Abschnitt 2.4.1 beschrieben, haben diese Policies eher mit der erforderlichen Anzahl von Peering-Standorten, dem Mindestvolumen des ausgetauschten Verkehrs und dem Verhältnis zwischen ein- und ausgehendem Verkehr zu tun. Eine restriktive oder selektive Peering Policy hat daher nichts mit digitaler Souveränität zu tun, sondern scheint eher dem Schutz des traditionellen (Transit-) Geschäfts der Tier-1-Parteien in Gebieten zu dienen, in denen sie auch ISP sind. Tatsächlich verfolgen die meisten in den USA ansässigen CAPs und Peering-Partner eine recht offene Peering Policy (mit nur begrenzten Bedingungen für weitgehend abrechnungsfreie Peering-Vereinbarungen) und sind an vielen IXP vertreten.

### 6.5.3 Auswirkungen auf europäische Anbieter von CDNs

#### *Verschmelzung von Cloud- und CDN-Märkten*

Aufgrund von Größenvorteilen waren große CAPs und Cloud-Anbieter in der Lage, CDNs zu bezahlen, die es ihnen ermöglichen, ihre Endkunden lokal mit ihren Inhalten und damit in besserer Qualität zu bedienen. Darüber hinaus ergeben sich Kostenvorteile, da die Transportkosten gesenkt werden. Da diese großen Unternehmen auch CDN-Dienste auf kommerzieller Basis verkaufen können, haben sie höchstwahrscheinlich einen Kostenvorteil gegenüber europäischen CDN. Daher werden andere Aspekte oder zusätzliche Funktionalitäten für europäische CDN-Anbieter wichtig, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Wie aus unseren Interviews hervorging, war keiner der früheren Tier-1-Betreiber erfolgreich beim Aufbau eines CDN-Geschäfts. Eine der Vorhersagen ist daher, dass der klassische CDN-Markt weiter schrumpfen wird, bis er sich in den Cloud-Markt integriert, der durch Synergien in den Angebote großer Anbieter wie Google und Amazon Web Services (AWS) angetrieben wird. Darüber hinaus ist Cybersicherheit als Dienstleistung zu einem Verkaufsargument für CDN-Anbieter geworden. Ein Beispiel hierfür sind die CDN-Dienste von Akamai, deren stärkstes Verkaufsargument die DDoS-Abwehr ist.

Der Aspekt der digitalen Souveränität könnte hier darin bestehen, dass europäische Endnutzer, Unternehmen und Regierungen von mehreren großen (in den USA ansässigen) Cloud/CDN-Anbietern abhängig werden könnten. Dies gilt auch in Bezug auf die Sicherheit, es sei denn, europäische CDN-Betreiber können durch Alleinstellungsmerkmale und Mehrwerte ihres Angebots die Marktposition festigen.

Die Gegenargumente aus unseren Gesprächen mit CAPs sind, dass keine personenbezogenen Daten von den Cache-Servern der CAPs verarbeitet würden und dass es keine staatliche Kontrolle der (US-)CAPs gäbe. Daher sei die Verbindung zwischen CDNs und digitaler Souveränität eher ein politisches als ein regulatorisches Thema, wie



kürzlich in Südkorea deutlich wurde. Netflix sieht sich aufgrund einer gesetzlichen Änderung vor der Herausforderung, südkoreanische Endkunden mit Cache-Servern vom Ausland aus zu bedienen.<sup>147</sup>

#### 6.5.4 Auswirkungen auf europäische IXPs

Wie bereits beschrieben, hat sich die Rolle der IXPs verändert; der IXP-Betreiber DE-CIX stellte in unserem Interview fest, dass er sich von der "Spinne im Netz" zu einem wichtigen Backup für den Fall einer unerwarteten Überbeanspruchung privater Peering-Verbindungen entwickelt hat. Dies wurde in Gesprächen mit großen CAPs bestätigt, bei denen nur ein sehr geringer Teil des Verkehrs über IXPs fließt, die aber dennoch diese Verbindung als Ausweichmöglichkeit im Falle bilateraler Probleme und zur Erreichbarkeit für kleiner Marktteilnehmer („catch-all“) benötigen. Darüber hinaus sind multilaterale öffentliche Peering-Verbindungen an IXPs nach wie vor von entscheidender Bedeutung, da sie kleineren Marktteilnehmern die Möglichkeit bieten, ihren gesamten Datenverkehr an einem einzigen Punkt auszutauschen. Ferner haben IXPs ergänzende Dienste wie Hosting und die Bereitstellung direkter Verbindungsmöglichkeiten für Cloud-Anbieter, aber auch direkte Verbindungen zum Internet für größere Unternehmen entwickelt. Dies wurde in unserem Interview mit Google deutlich, in dem IXPs als komplette Ökosysteme beschrieben wurden.

Dem DE-CIX zufolge sollte die Infrastruktur für Internetanschlüsse auf einem offenen (regulierten) Zugang auf Vorleistungsebene in Europa mit einem flächendeckenden Glasfaserausbau basieren, um künstliche Engpässe und die Privatisierung des Internets durch einige sehr große Parteien zu verhindern.

In Bezug auf die digitale Souveränität stellte der DE-CIX außerdem fest, dass der Fokus zunehmend auf der Cybersicherheit liegt- Dies führe zu einer erhöhten Bedeutung der Sicherheit der IXP-eigenen Infrastruktur und der daraus resultierenden strengeren Anforderungen an die interne Organisation, aber auch gegenüber externen Anbietern. Hellberg (2019) stellt in diesem Zusammenhang in ihrer Empfehlung zur Regulierung des Internets fest, dass es wichtig ist, sicherzustellen, dass Organisationen direkt mit Cloud-Anbietern zusammenarbeiten, um die Transparenz bei der Datenübertragung zu fördern."

DE-CIX sieht es ebenfalls als relevant an, was mit den Daten geschieht und wohin sie weitergeleitet werden. Daher sei es von Vorteil, wenn sich die Rechenzentren in Europa oder in einem EU-Land befinden. Dies ist für DE-CIX die Erklärung dafür, warum Frankfurt, der Ort, an dem DE-CIX seinen ersten IXP eingerichtet hat, immer noch ein beliebter Standort für ein Rechenzentrum ist.

---

<sup>147</sup> Siehe auch Kapitel 2.2.1.

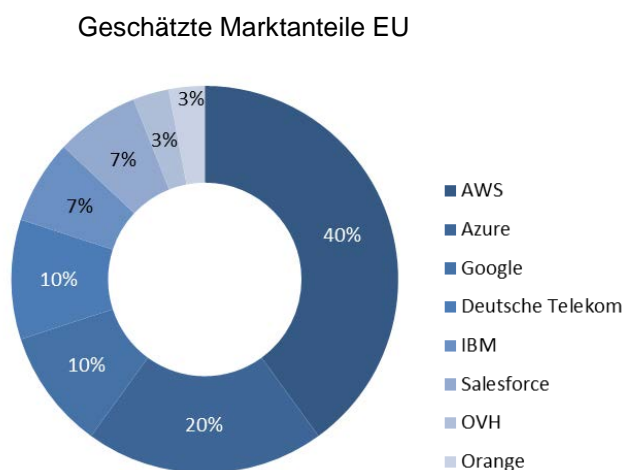
Auch die niederländische Regulierungsbehörde ACM stellte in ihrem Marktbericht 2021 über den IP-Zusammenschaltungsmarkt fest, dass es in Amsterdam eine Konzentration von IXPs gibt, was die Region für viele Akteure im digitalen Ökosystem attraktiv macht. ACM warnt jedoch auch vor einer zu starken Zentralisierung der IXP-Infrastruktur, da dies ein Risiko für die Ausfallsicherheit darstellt. Im Falle eines Zwischenfalls in dieser Region könnten viele Dienste betroffen sein. Daher arbeitet das ‘Ministry of the Interior and Kingdom Relations’ an der Verteilung von Datenzentren in den Niederlanden.<sup>148</sup>

## 6.6 Auswirkungen auf europäische Cloud-Anbieter

### Konzentration auf US-Akteure

Der europäische Cloud-Markt ist kontinuierlich gewachsen: von 1,9 Milliarden Euro im Jahr 2017 auf 7,3 Milliarden Euro im zweiten Quartal 2021. Aber er hat auch eine starke Konzentration von Nicht-EU-Marktteilnehmern erfahren: AWS, Azure, Google und Salesforce haben im Jahr 2021 einen aggregierten Marktanteil von 77%. Wie wichtig dieser Markt weltweit ist, zeigt auch das Wachstum von Alibaba, dem dominierenden Cloud-Anbieter in China, von 4 Mrd. USD im Jahr 2019 auf mehr als 9 Mrd. USD Umsatz im Jahr 2021. Auch der Anbieter Huawei hat eine harte Kehrtwende vollzogen: weg vom Verkauf von Geräten und hin zu umfangreichen Investitionen in sein Cloud-Service-Geschäft.<sup>149</sup>

Abbildung 6–4: Geschätzte Marktanteile im europäischen Cloud-Markt 2021



Quelle: WIK-Consult basierend auf verfügbaren Marktdaten, September 2021.

<sup>148</sup><https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/samenwerking+and+implementation/programs/spatial+strategie+datacenters/default.aspx>

<sup>149</sup> Statista 2022.

Europäische Unternehmen wie DT, Orange und OVH haben nur einen geringen Marktanteil (16%).

Die DT bestätigte in unserem Interview die Dominanz der großen Cloud-Anbieter, die immer mehr Dienste anbieten, und erwartet eine Übernahme der CDN-Märkte durch Cloud-Anbieter, da diese Dienste technisch vergleichbar realisiert werden. Der DE-CIX merkte an, dass AWS, Microsoft und wahrscheinlich auch Cloudflare darüber hinaus eine sehr dominante Marktposition im Hinblick auf Cybersicherheitslösungen haben.

In Bezug auf die digitale Souveränität können folgende Beobachtungen gemacht werden:

- Die Deutsche Telekom, als größter europäischer Anbieter, hat 2016 mit dem chinesischen Anbieter Huawei ein eigenes Cloud-Geschäft aufgebaut, tritt aber inzwischen auch als Reseller für Cloud-Dienste von AWS und Microsoft auf. <sup>150</sup>
- Während Cloud-Anbieter früher Transitbetreiber benötigten, um alle Netze zu erreichen, zeigen Untersuchungen, dass sie jetzt mehr als 76% aller autonomen Systeme ohne die Backbone-Netze der Tier-1- und Tier-2-Anbieter erreichen können. <sup>151</sup>
- Wie bei den Rechenzentren kann der geografische Aspekt ein wichtiger Aspekt sein, da er beeinflusst, über welche Routen die Daten geleitet werden. Die Cloud-Anbieter selbst geben jedoch an, dass lokale Lösungen unter Sicherheitsaspekten keine Vorteile gegenüber Daten außerhalb des Landes bieten. Trotzdem betreibt Google spezielle Cloud-Dienste für den deutschen Markt und hat eine Partnerschaft mit der Deutschen Telekom für einen "soveränen" Cloud-Dienst.

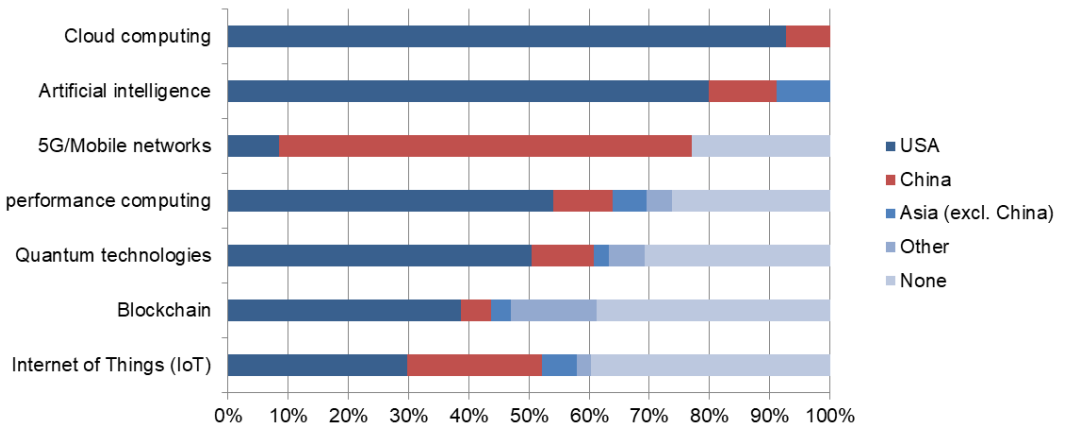
Diese Aspekte lassen sich anhand der folgenden drei Abbildungen weiter veranschaulichen, die zeigen, dass Europa unter anderem stark vom US-amerikanischen Cloud Computing abhängig ist (Abbildung 6–5). Abbildung 6–6 zeigt, dass weltweit für Unternehmen, die sich für Cloud-Lösungen entscheiden, die Datenhoheit eine wichtige Rolle spielt (53%) oder sogar ein Muss ist (24%). Abbildung 6–7 zeigt jedoch, dass trotz aller Bemühungen im Jahr 2021 37% der befragten Experten weltweit immer noch Bedenken in Bezug auf Datenhoheit, Datenaufenthalt und Datenkontrolle haben.

---

<sup>150</sup> Kommentar: Europas Cloud-Anbietern fehlt gegenüber den US-Rivalen der Mut. <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-europas-cloudanbietern-fehlt-gegenueber-den-us-rivalen-der-mut/26962646.html>. Zugegriffen 10. Februar 2022.

<sup>151</sup> Arnold et al. (2020); Google könnte ohne Transit-Provider 174 AS-Netze erreichen.

Abbildung 6–5: Europäische Abhängigkeit nach Technologiebereichen 2022



Quelle: Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik via Statista (2022). Befragungszeitraum Januar und Februar 2021, n=126. Befragte: Experten, die sich mit europäischer Technologie und Digitalpolitik in der Regierung beschäftigen.

Abbildung 6–6: Gewünschte Aspekte beim Kauf von Cloud-Diensten - weltweit 2020

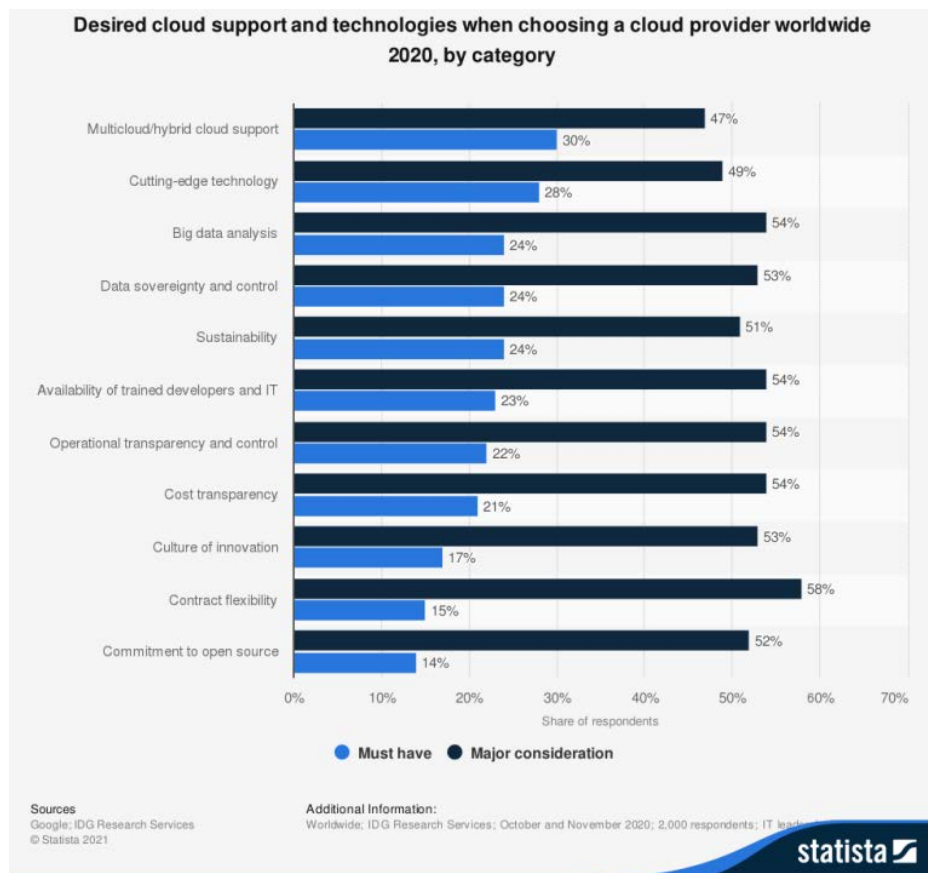
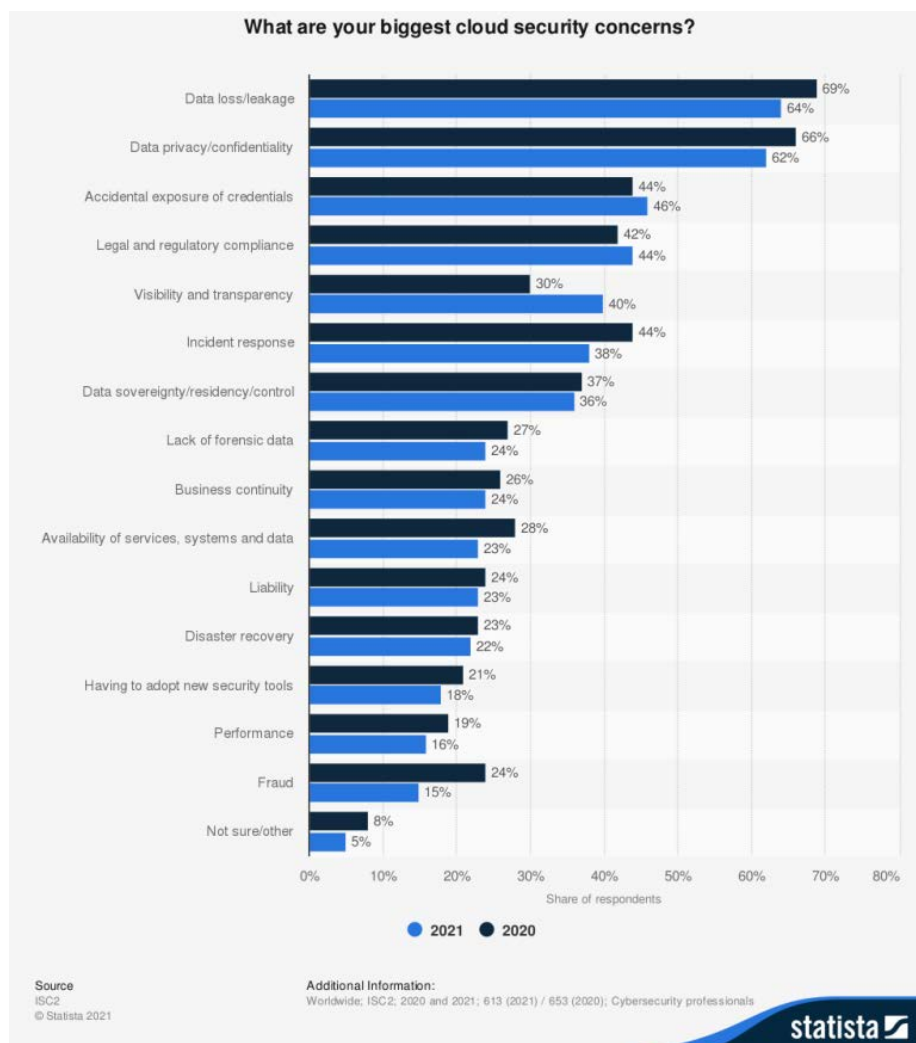


Abbildung 6–7: Größte Sicherheitsbedenken bei Cloud-Diensten - weltweit 2021-2022



Auch unter dem Aspekt des Wettbewerbs lassen sich mehrere Schlussfolgerungen ziehen:

- Wenn Regierungen lokale/nationale Datenanforderungen für Cloud-Dienste vorschreiben, würde dies bedeuten, dass der Cloud-Anbieter in jedem Land, in dem er seine Dienste anbietet, ein Rechenzentrum betreiben muss. Diese Anforderungen an "lokale" Rechenzentren könnten für kleinere Cloud-Anbieter zu einer Eintrittsbarriere werden und in der Tendenz Skalenvorteile einschränken.
- In der Praxis werden die Endkunden nach den besten Dienstleistungen suchen, die sie für ihr Geld bekommen können, und daher höchstwahrscheinlich auf die bereits marktbeherrschenden Anbieter zurückgreifen und deren Marktposition weiter festigen.

### *Kommt GAIA-X zu spät?*

Als Alternative zu US-amerikanischen Cloud-Anbietern wurde für den europäischen Raum GAIA-X vorgeschlagen. Dabei handelt es sich um ein Projekt, das 2019 von Frankreich und Deutschland für ganz Europa initiiert wurde, um sich für eine gemeinsame europäische Dateninfrastruktur einzusetzen und diese zu entwickeln. GAIA-X zielt darauf ab, einen wettbewerbsfähigen, effizienten und sicheren Verbund von (Cloud-) Dienstleistern für Europa zu entwickeln, um eine größere Unabhängigkeit von großen Cloud-Anbietern außerhalb der EU zu erreichen.

Dieses "Ökosystem" würde auch die gemeinsame Nutzung von Daten durch europäische Unternehmen ermöglichen, um neue Dienste zu entwickeln. Außerdem berücksichtigt es die Gesetze der Länder, in denen die Unternehmen, die die Daten hosten und verarbeiten, ansässig sind. Indem GAIA-X europäische Unternehmen dazu ermutigt, inländische Cloud-Dienste zu nutzen, soll die Datensouveränität zurückgewonnen werden, so dass in Europa erzeugte Daten weiterhin dem europäischen Datenschutzrecht unterliegen.

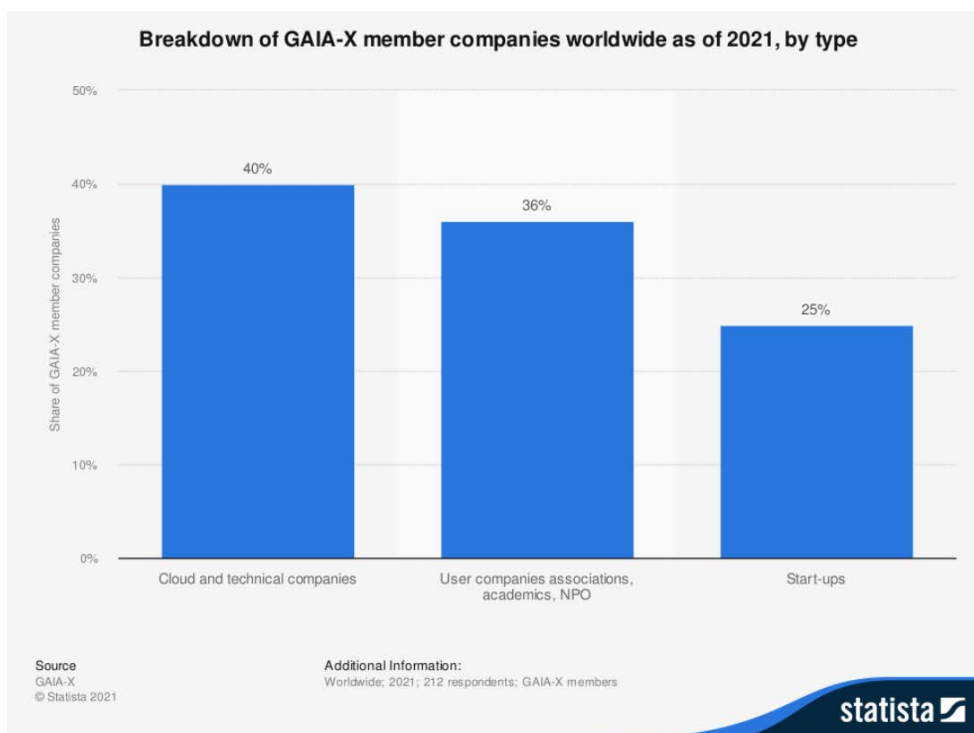
Das BMWi (2021) stellt in seiner aktuellen Studie zur digitalen Souveränität in Bezug auf GAIA-X fest: "Die erfolgreiche Implementierung von GAIA-X in Verbindung mit einer breiten Marktakzeptanz ist von zentraler Bedeutung, da Unternehmen den Aspekt der Datensouveränität für ihr Unternehmen als sehr wichtig erachten." Allerdings sorgt die Mitgliedschaft von großen US-Unternehmen wie Amazon, Google und Microsoft bei GAIA-X auch für Besorgnis, dass die ursprünglichen Ziele im Hinblick auf mehr digitale Souveränität und weniger Abhängigkeit von großen außereuropäischen Technologiekonzernen nicht mehr erreicht werden könnten.<sup>152</sup>

Laut Statista haben sich im März 2021 212 Unternehmen dieser Initiative angeschlossen, davon 92% europäische Unternehmen. Die folgende Abbildung zeigt die Kategorisierung der beitretenden Organisationen: 40% sind Cloud- und technische Anbieter. 36% sind Anwenderunternehmen, Verbände, Akademiker oder gemeinnützige Organisationen, während 25% Start-ups sind.

---

<sup>152</sup> Thyen (2021).

Abbildung 6–8: Zusammensetzung der GAIA-X-Datenallianz 2021



Hierbei ist zu bedenken, dass die großen Cloud-Anbieter schon früh in diesem Geschäftsbereich gestartet sind und seit Jahren weiter massiv in ihre Dienste und die damit verbundene weltweite Präsenz investiert haben. Die Endkunden werden sich für die Dienste mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis entscheiden, was höchstwahrscheinlich die beherrschende Stellung der US-amerikanischen Cloud-Anbieter in Europa vorerst festigen wird.

Darüber hinaus ist ein "Lock-in"-Effekt zu berücksichtigen: Sobald sich Geschäftskunden für einen bestimmten Cloud-Anbieter entschieden haben, entstehen für das Unternehmen Kosten für die anfängliche Einrichtung und das Erlernen der Bedienung. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, dass diese Anbieter mehr als nur Cloud-Dienste anbieten, was den Lock-in-Effekt weiter verstärken kann. Dies wurde auch im Rahmen des Impact Assessments für die Europäische Kommission zum vorgeschlagenen Gesetz über den Digital Markets Act erörtert.<sup>153</sup> Daher ist es unwahrscheinlich, dass Unternehmen, die sich bereits für einen außereuropäischen Cloud-Anbieter entschieden haben, einfach und in der kurzen Frist einen Wechsel zu einer Lösung eines europäischen Anbieters in Erwägung ziehen werden.

<sup>153</sup> Europäische Kommission (2020a). Fallstudie 3 über ungerechtfertigte Kopplung und Bündelung von Office- und Cloud-Diensten durch Microsoft, die zu Wechselbarrieren führen.

## 6.7 Auswirkungen auf europäische Endverbraucher

Einige der genannten Entwicklungen auf den IP-Peering- und Transitmärkten können negative Folgen für die Endnutzer haben, wie z. B. ein Preisaufschlag durch einen CAP im Falle von kostenpflichtigem Peering, aber auch positive wie die verbesserte Qualität der CAP-Dienste durch den Einsatz von CDNs. Aus der Perspektive der digitalen Souveränität geht es jedoch um Privatsphäre und die Sicherheit der Daten der Endnutzer. Dabei steht die Transparenz und Kontrolle darüber im Vordergrund, wohin die eigenen Nutzerdaten geroutet, verarbeitet und gespeichert werden.

### *Transparenz für die Endnutzer hinsichtlich der Weiterleitung personenbezogener Daten und der Datensicherheit*

In Abschnitt 6.5.1 wurden bereits die möglichen Probleme mit Nutzerdaten, die über die USA geleitet werden und daher unter das US-Cloud-Gesetz fallen, erörtert. Dieses Thema fließt in mehrere laufende Diskussionen ein:

- Meta, die Muttergesellschaft von Facebook, schrieb kürzlich in ihrem Jahresbericht 2021 an die US-Börsenaufsichtsbehörde, dass es für ihr Geschäft unerlässlich sei, den Nutzern die Möglichkeit zu geben, Daten zwischen verschiedenen Ländern hin und her zu übertragen. Die europäischen Datenschutzbestimmungen verbieten dem Unternehmen dies jedoch und könnten sich daher auf die Verfügbarkeit von sozialen Netzwerken in Europa auswirken. Meta hofft auf eine Einigung mit den EU-Ländern, aber wenn dies nicht gelänge, können eventuell Einstellung von Diensten wie Facebook oder Instagram in Europa nicht ausgeschlossen werden. Markus Reinisch, Meta's Vice President of Public Policy Europe, relativierte diese Nachricht aber schnell; „Meta droht absolut nicht damit, Europa zu verlassen“, aber „...die einfache Realität ist, dass Meta, wie viele andere Unternehmen, Organisationen und Dienstleistungen, auf Datenübertragungen zwischen der EU und den USA angewiesen ist, um unsere globalen Dienste zu betreiben.“<sup>154</sup>
- Laut den von uns befragten CAPs enthalten ihre Cache-Server in den Netzen der europäischen ISPs keine personalisierten Nutzerdaten. Obwohl diese Information nicht weiter verifiziert werden konnte, ist es denkbar, dass Profildaten von europäischen Endnutzern und/oder Metadaten über Inhaltspräferenzen in europäischen Regionen gesammelt und ins Ausland übertragen werden.

---

<sup>154</sup> Schwarzer (2022).



- Bei der kürzlich von Apple angekündigten Funktion „Private Relay“ geht es um die Verschlüsselung von DNS Anfragen von Safari-Browsersitzungen und einer kleinen Teilmenge des Datenverkehrs von Apps.<sup>155</sup> Obwohl Private Relay mitunter als Alternative zu kommerziellen VPNs verstanden wird, ist es kein vollständiges Substitut, da Nutzerdaten immer noch über die USA geleitet werden können (und unter den US Cloud Act fallen, der das Abhören durch den US-Geheimdienst erlaubt).<sup>156</sup> Transparenz gegenüber den Endnutzern scheint in dieser Hinsicht wichtig zu sein. Im Zuge der Implementierung von Apple Private Relay gab es Beschwerden von europäischen Telekommunikationsanbietern, die erweiterte Netzwerk-Funktionen wie Inhalts-Filter, Zero-Rating und Verkehrsmanagement beeinträchtigt und damit die digitale Souveränität Europas eingeschränkt sehen.<sup>157</sup> Wired zitiert jedoch hierzu einen IT-Sicherheits-experten, der die Einschränkungen für die zugrundeliegende Transport-Dienstleistung von ISPs als vernachlässigbar betrachtet.<sup>158</sup>

In diesem Zusammenhang ist der Ansatz der finnischen NRA Traficom interessant. Traficom erläuterte in unserem Interview, dass es aus Gründen des Datenschutzes ein Grundsatz ist, dass Nutzerdaten in Finnland verbleiben. Wenn diese Daten Finnland verlassen durch (re)routing, sollen ISPs ihre Endkunden darüber informieren. Traficom hat dies in seine umfassenderen Leitlinien aufgenommen. Sowohl die Informationspflicht des ISP als auch die Leitlinien erhöhen die Transparenz und das Bewusstsein der Endnutzer in Bezug auf ihre Daten.

In Abschnitt 6.5.1 haben wir auch das Konzept der geografischen Weiterleitung im Vergleich zur Verschlüsselung erörtert und sind zu dem Schluss gekommen, dass es für den Endnutzer vorteilhafter ist, seinen Datenverkehr zu verschlüsseln, als ihn geografisch zu beschränken.

Die Europäische Kommission veröffentlichte 2021 die Ergebnisse der öffentlichen Konsultation zum Data Act zum Schutz personenbezogener Daten. Laut Margrethe Vestager, Vizepräsidentin der Kommission, Sorge Europas Initiative für Fairness, indem sie Bürgern und Unternehmen im Einklang mit europäischen Werten eine bessere Kontrolle über den Datenaustausch ermögliche. Mit der Data Act soll für Verbraucher und Unternehmen in der EU geklärt werden, wer welche Daten zu welchen Zwecken nutzen und darauf zugreifen darf. Der Data Act knüpft dabei an den Data Governance Act an, der

---

**155** Der technischen Beschreibung seitens Apple entnehmend (Apple 2021), handelt es sich um zwei kaskadierte Proxy-Server. Der erste Proxy-Server tauscht die IP-Adresse des Nutzers gegen eine lokalisierte von Apple aus, und leitet die verschlüsselte DNS-Abfrage an den zweiten Proxy-Server außerhalb des Apple-Netzes weiter. Dieser erhält nun die entschlüsselte DNS-Abfrage mit der von Apple vergebenen IP-Adresse. Anzumerken ist hierbei, dass nur Bestandteile (Safari, DNS-Queries, teilw. App-Traffic) noch eine systemweite Verschlüsselung des Verkehrs aus der Beschreibung hervorgehen. Somit sind zwei essentielle Funktionsweisen eines kommerziellen VPNs nicht gegeben, geht allerdings in der Trennung von Proxy-Servern über die Funktionsweise dieser hinaus.

**156** Hodge (2022).

**157** Siehe Fatih (2022) und Burgess (2022).

**158** Wired (2022).

das Vertrauen stärken und die gemeinsame Nutzung von Daten in der EU und zwischen den Sektoren erleichtern soll.<sup>159</sup>

#### *Initiative der Europäischen Kommission zur Aktualisierung der Cybersicherheitsvorschriften*

Im Dezember 2020 schlug die Europäische Kommission die überarbeitete Richtlinie über die Sicherheit von Netzen und Informationen (NIS2) vor, mit der die bestehenden Cybersicherheitsvorschriften erweitert werden sollen.<sup>160</sup> Dieser Vorschlag kann Auswirkungen auf wichtige Internet-Infrastrukturen wie Domain Name Server (DNS), Trust Services Anbieter und Zertifizierungsstellen in Europa haben. Dies hat unter anderem Auswirkungen auf das Routing des Browserverkehrs, die Überprüfung digitaler Identitäten und Sicherheitszertifikate.

Die Internet Society reagierte mit einem Internet Impact Brief, in dem sie der Europäischen Kommission empfiehlt, Root Name Server auszuschließen, da dies einem offenen und neutralen Internet zuwiderläuft, und eine umfassende Folgenabschätzung durchzuführen, um unbeabsichtigte Konsequenzen zu vermeiden.<sup>161</sup>

Kürzlich hat die Europäische Kommission eine Ausschreibung gestartet, um die Initiative zur Einrichtung einer europäischen Infrastruktur für DNS Resolver Dienste (kurz DNS4EU genannt) zu untersuchen.<sup>162</sup> Die europäische Kommission betrachtet dies als ein wichtiges Thema, da Bürger und Organisationen in der EU zunehmend auf einige öffentliche DNS-Resolver angewiesen seien, die von Nicht-EU-Unternehmen betrieben werden. Überwiegend werden die meisten Nutzer den DNS ihres ISPs benutzen und nicht verändern. Zusätzlich gibt es aber mehrere DNS die von europäischen Vereinen betrieben werden.<sup>163</sup> Cloudflare erklärt DNS als das "Telefonbuch des Internets"; wenn Nutzer Domännennamen wie "google.com" in Webbrowser eingeben, ist DNS dafür verantwortlich, die richtige IP-Adresse für diese Websites zu finden. Die Browser verwenden dann diese Adressen, um mit den Ursprungsservern oder CDN-Edge-Servern zu kommunizieren und auf die Website-Informationen zuzugreifen.<sup>164</sup>

#### *Selbstbestimmung über digitale Identitäten*

Nach der Transparenz für die Endnutzer in Bezug auf die Weiterleitung und Sicherheit ist es im Interesse der digitalen Souveränität des Einzelnen wünschenswert, dass der Endnutzer entscheiden kann, wann, wie und zu welchem Zweck personenbezogene Daten übermittelt werden.

---

<sup>159</sup> Europäische Kommission (2021a).

<sup>160</sup> Europäische Kommission (2020b).

<sup>161</sup> Meier-Hahn, U. (2017).

<sup>162</sup> Europäische Kommission (2021b).

<sup>163</sup> Zum Beispiel DNS Server von digital courage, siehe <https://digitalcourage.de/support/zensurfreier-dns-server>

<sup>164</sup> <https://www.cloudflare.com/de-de/learning/dns/what-is-a-dns-server/>

Urbach (2022) schlägt diesbezüglich das Konzept der selbstsouveränen Identitäten vor, um den aktuellen Herausforderungen des digitalen Identitätsmanagements zu begegnen und gleichzeitig den Anforderungen der digitalen Souveränität Rechnung zu tragen. Digitale Identitäten spielen eine zunehmend zentrale Rolle bei der Nutzung digitaler Dienste und auch in der analogen Welt. Urbach empfiehlt, dass Nutzer als zentrale Verwalter ihrer jeweiligen digitalen Identitäten in der Lage sein sollten, die Kontrolle über ihre Identität über verschiedene Dienste hinweg zu behalten und somit Autonomie bei der Verwaltung dieser Dienste zu erlangen.

Dieses Konzept wird bereits in verschiedenen Initiativen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene diskutiert, getestet und umgesetzt. Angesprochene Herausforderungen sind die technische, fachliche und rechtliche Standardisierung für die langfristige Interoperabilität solcher Systeme, aber auch die Kompetenzentwicklung der Nutzer. Darüber hinaus weist der Autor darauf hin, dass diese Systeme auf gemeinsamen Anwendungen basieren sollten, die für alle zugänglich sind und von allen genutzt werden, da frühere Initiativen gezeigt haben, dass digitale Lösungen nur im Rahmen von Ökosystemen mit einer starken Nutzerbasis einen Mehrwert schaffen.

#### *Stabile Lösungen für (geschäftliche) Endnutzer*

Nicht zuletzt haben kommerzielle Nutzer, für die der Internetzugang von entscheidender Bedeutung ist (oder während der Pandemie entscheidend geworden ist), damit begonnen, sich direkt an einem regionalen IXP zusammenzuschalten. Beispiele hierfür sind Unternehmen aus dem Bildungs-, Versicherungs- oder Finanzsektor. Aus unseren Interviews konnten wir entnehmen, dass dies insbesondere in den Niederlanden, aber auch in Deutschland der Fall ist. Dabei gehen die Beteiligten davon aus, dass sich dieser Trend fortsetzen wird, da die Unternehmen während der Pandemie die Erfahrung gemacht haben, dass die Qualität der Verbindung zu den IXP besser ist. Dies untermauert die bereits früher gezogene Schlussfolgerung, dass die Verfügbarkeit von öffentlichem Peering an IXPs relevant ist (siehe Abschnitt 6.5.2).

## Literaturverzeichnis

- Abecassis, D. & Kende, M. (2020). "IP interconnection on the internet: a white paper". Analysys Mason. Abgerufen von: <https://www.analysismason.com/consulting-redirect/reports/ip-interconnection-korea-white-paper/>.
- Abecassis, D., Morgan, R. & Osman, S. (2018). "Infrastructure Investment by Online Service Providers". Abgerufen von: <https://www.analysismason.com/consulting-redirect/reports/online-service-providers-internet-infrastructure-dec2018/>.
- ACM (2021). "Marktstudie IP interconnectie 2021". Abgerufen von: <https://www.acm.nl/nl/publicaties/marktstudie-ip-interconnectie-2021>.
- Ahmed, A., Shafiq, Z., Bedi, H. & Khakpour, A. (2017). Peering vs. Transit: Performance Comparison of Peering and Transit Interconnections. 2017 IEEE 25th International Conference on Network Protocols (ICNP), IEEE.
- Akamai (2021a). "Facts and Figures". Besucht am: 23.11.2021. Abgerufen von: <https://www.akamai.com/de/company/facts-figures>.
- Akamai (2021b). "Third Quarter 2021 Financial Results". Besucht am: 28.11.2021. Abgerufen von: <https://www.ir.akamai.com/static-files/886ffbb3-1620-4030-8ef5-1f6d93f44619>
- Altomare, F. (2021). "Content Delivery Network Explained". GlobalDots. Abgerufen von: <https://www.globaldots.com/resources/blog/content-delivery-network-explained/>.
- AMS-IX (2021). "Total Stats - AMS-IX Amsterdam". Abgerufen von: <https://stats.ams-ix.net/historical.html?start=201701;year=5>.
- Apple (2021). "iCloud Private Relay Overview". Abgerufen von: [https://www.apple.com/privacy/docs/iCloud\\_Private\\_Relay\\_Overview\\_Dec2021.PDF](https://www.apple.com/privacy/docs/iCloud_Private_Relay_Overview_Dec2021.PDF).
- ARCEP (2021). "The state of the internet in France". Abgerufen von: [https://en.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/report-state-internet-2021-edition-july2021.pdf](https://en.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/report-state-internet-2021-edition-july2021.pdf).
- Arnold, T., He, J., Jiang, W., Calder, M., Cunha, I., Giotsas, V. & Katz-Bassett, E. (2020). Cloud Provider Connectivity in the Flat Internet. Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference: 230-246.
- BEREC (2012a). "An assessment of IP interconnection in the context of Net Neutrality". Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/reports/1130-an-assessment-of-ip-interconnection-in-the-context-of-net-neutrality](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/1130-an-assessment-of-ip-interconnection-in-the-context-of-net-neutrality).
- BEREC (2012b). "BEREC's comments on the ETNO proposal for ITU/WCIT or similar initiatives along these lines". Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/others/1076-berecs-comments-on-the-etno-proposal-for-ituwcit-or-similar-initiatives-along-these-lines](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/others/1076-berecs-comments-on-the-etno-proposal-for-ituwcit-or-similar-initiatives-along-these-lines).
- BEREC (2017). "BEREC Report on IP-Interconnection practices in the Context of Net Neutrality". Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/reports/7299-berec-report-on-ip-interconnection-practices-in-the-context-of-net-neutrality](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/7299-berec-report-on-ip-interconnection-practices-in-the-context-of-net-neutrality).
- BEREC (2020). "BEREC Guidelines on the Implementation of the Open Internet Regulation." Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/regulatory\\_best\\_practices/guidelines/9277-berec-guidelines-on-the-implementation-of-the-open-internet-regulation](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/guidelines/9277-berec-guidelines-on-the-implementation-of-the-open-internet-regulation).

- BEREC (2021). "BEREC Summary Report on the status of internet capacity, regulatory and other measures in light of the Covid-19 crisis". Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/reports/9993-berec-summary-report-on-the-status-of-internet-capacity-regulatory-and-other-measures-in-light-of-the-covid-19-crisis](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/9993-berec-summary-report-on-the-status-of-internet-capacity-regulatory-and-other-measures-in-light-of-the-covid-19-crisis).
- BMWi (2021). "Schwerpunktstudie Digitale Souveränität - Bestandsaufnahme und Handlungsfelder". Abgerufen von: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/schwerpunktstudie-digitale-souveranitaet.html>
- Böttger, T., Antichi, G., Fernandes, E. L., di Lallo, R., Bruyere, M., Uhlig, S., Tyson, G. & Castro, I. (2019). "Shaping the Internet: 10 Years of IXP Growth". arXiv:1810.10963 [cs].
- Böttger, T., Ibrahim, G. & Vallis, B. (2020). How the Internet reacted to Covid-19. Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference: 34-41.
- Boudreau, B. (2021). Around the World in 20 Minutes: A Global Pricing Update. PTC 2021, TeleGeography.
- Budnitsky, S. (2017). "Milton Mueller, Will the Internet Fragment? Sovereignty, Globalization, and Cyberspace". International Journal of Communication 11(0): 5.
- Bundesnetzagentur (2017). "Bundesnetzagentur sichert Netzneutralität - Teilaspekte von „StreamOn“ werden untersagt". Pressemitteilung. Abgerufen von: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilung/2017/15122017\\_StreamOn.pdf;jsessionid=C71B356569ADBF862690E9B1E9CF11C1?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilung/2017/15122017_StreamOn.pdf;jsessionid=C71B356569ADBF862690E9B1E9CF11C1?__blob=publicationFile&v=2)
- Bundesverwaltungsgericht Schweiz (2020). Urteil im Rechtsstreit Init7/Swisscom/ComCom im Fall A-5235/2018 bezüglich Interconnecton/Peering vom 22.04.2020.
- Burgess, M. (2022). "Apple's Private Relay Roils Telecoms Around the World". Wired. Abgerufen von: <https://www.wired.com/story/icloud-private-relay-blocking/>. Besucht am: 17.02.2022.
- Calvanese Strinati, E., Barbarossa, S., González-Jiménez, J. L., Ktéas, D., Cassiau, N., Maret, L. & Dehos, C. (2019). "6G: The Next Frontier: From Holographic Messaging to Artificial Intelligence Using Subterahertz and Visible Light Communication". IEEE Vehicular Technology Magazine 14: 42-50.
- Cisco (2019a). "Data volume of global content delivery network internet traffic from 2017 to 2022 (in exabytes per month)".
- Cisco (2019b). "Global consumer IP traffic by region 2022". Statista. Besucht am: 30.11.2021. Abgerufen von: <https://www.statista.com/statistics/267199/global-consumer-internet-traffic-by-region/>.
- Cisco (2020). "Cisco Annual Internet Report (2018–2023)". Abgerufen von: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>.
- Clark, M. (2022). "The cost of ripping and replacing Chinese cellular equipment has ballooned by billions". The Verge. Abgerufen von: <https://www.theverge.com/2022/2/4/22918611/rip-and-replace-huawei-zte-fcc-cell-network-security>. Besucht am: 10.02.2022.
- Coll, N. (2021a). "Unpacking European Wholesale Pricing". TeleGeography. Abgerufen von: <https://blog.telegeography.com/unpacking-european-wholesale-pricing-trends>. Besucht am: 26.11.2021.
- Coll, N. (2021b). "A 2021 Check-In on Global IP Transit Price Trends". TeleGeography. Abgerufen von: <https://blog.telegeography.com/2021-global-ip-transit-price-trends>. Besucht am: 26.11.2021.

- DE-CIX. (2021). "DE-CIX Frankfurt traffic statistics." DE-CIX. Besucht am: 17.11.2021, Abgerufen von: <https://www.de-cix.net/en/locations/frankfurt/statistics>.
- Dey, P. K. & Yuksel, M. (2019). "Peering Among Content-Dominated Vertical ISPs". IEEE Networking Letters 1(3): 132-135.
- DialogConsult (2021). "23. TK-Marktanalyse Deutschland 2021". Abgerufen von: [https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2021/10/VATM\\_TK-Marktstudie\\_281021\\_f.pdf](https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2021/10/VATM_TK-Marktstudie_281021_f.pdf).
- Doan, T. V., Bajpai, V. & Crawford, S. (2020). A Longitudinal View of Netflix: Content Delivery over IPv6 and Content Cache Deployments. IEEE INFOCOM 2020 - IEEE Conference on Computer Communications, IEEE.
- Dönni, D., Sperb Machado, G., Tsiaras, C. & Stiller, B. (2015). "Schengen Routing: A Compliance Analysis". Universität Zürich, Institut für Informatik.
- Draghi, M. (2019). Souveränität in einer globalisierten Welt. Europäische Zentralbank (EZB).
- Economides, N. (2004). "The Economics of the Internet Backbone". NET Working Paper Series (04-23): 373-412.
- Engebretson, J. (2019). "Behind the Level 3- Comcast Peering Settlement". TeleCompetitor. Besucht am 15.01.2022. Abgerufen von: <https://www.telecompetitor.com/behind-the-level-3-comcast-peering-settlement/>.
- ETNO (2012a). "ITRs Proposal to Address New Internet Ecosystem". Abgerufen von: <https://etno.eu/datas/itu-matters/etno-ip-interconnection.pdf>.
- ETNO (2012b), "Position Paper: ETNO response to BEREC Consultation on "An Assessment of IP-IC in the context of Net Neutrality" - BoR (12) 33. July 2021. Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/download/0/627-response-by-etno-to-berec-2012-public-co\\_0.pdf](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/627-response-by-etno-to-berec-2012-public-co_0.pdf).
- ETNO (2021). "Joint CEO Statement: Europe needs to translate its digital ambitions into concrete actions". Abgerufen von: <https://etno.eu/news/all-news/717-ceo-statement-2021.html>.
- Euro-IX (2020). "Internet Exchange Points 2020 Report". Abgerufen von: [https://www.euro-ix.net/media/filer\\_public/cf/7c/cf7c8cb1-40c9-4e37-9d79-02b61ccc081e/ixp\\_report\\_2020\\_.pdf](https://www.euro-ix.net/media/filer_public/cf/7c/cf7c8cb1-40c9-4e37-9d79-02b61ccc081e/ixp_report_2020_.pdf).
- Europäische Kommission (2018). Entscheidung der Kommission vom 30/05/2018 zur Vereinbarkeit eines Zusammenschlusses mit dem Gemeinsamen Markt (Fall COMP/M.7000 - Liberty Global plc / Ziggo N.V. / Vodafone Group Plc) gemäß der Verordnung (EG) Nr. 139/2004 des Rates.
- Europäische Kommission (2019a). Entscheidung der Kommission vom 18/07/2019 zur Vereinbarkeit eines Zusammenschlusses mit dem Gemeinsamen Markt (Fall COMP/M.8864 - Vodafone Group Plc / Teile der Liberty Global Assets) gemäß der Verordnung (EG) Nr. 139/2004 des Rates.
- Europäische Kommission (2019b). Zusicherungen an die Europäische Kommission im Fall M.8864.
- Europäische Kommission (2020a). "Digital Markets Act: impact assessment support study: executive summary and synthesis report". Amt für Veröffentlichungen.
- Europäische Kommission (2020b). "Revised Directive on Security of Network and Information Systems (NIS2)".
- Europäische Kommission (2021a). "Data Act: Unternehmen und Bürger für eine faire Datenwirtschaft | Die digitale Zukunft Europas gestalten".

- Europäische Kommission (2021b). "Connecting Europe Facility (CEF), Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen, CEF 2 Digital - Backbone networks for pan European cloud federation (CEF-DIG-2021-CLOUD), Version 1.0, 12. Januar 2022".
- Europäischer Gerichtshof (2021). Urteil des Gerichtshofs (Achte Kammer) vom 2. September 2021. Telekom Deutschland GmbH gegen Bundesrepublik Deutschland. Vorabentscheidungsersuchen des Verwaltungsgerichts Köln. Vorlage zur Vorabentscheidung – Elektronische Kommunikation – Verordnung (EU) 2015/2120 – Art. 3 – Zugang zum offenen Internet – Art. 3 Abs. 1 – Rechte der Endnutzer – Art. 3 Abs. 2 – Verbot von Vereinbarungen oder einer Geschäftspraxis, die die Ausübung der Rechte der Endnutzer einschränken – Art. 3 Abs. 3 – Pflicht, den Verkehr gleich und ohne Diskriminierung zu behandeln – Möglichkeit, angemessene Verkehrsmanagementmaßnahmen anzuwenden – Zusätzliche Tarifoption zum sogenannten ‚Nulltarif‘ – Bandbreitenlimitierung. Rechtssache C-34/20, Europäischer Gerichtshof.
- Facebook (2021). "Advancing connectivity between the Asia-Pacific region and North America". Engineering at Meta. Abgerufen von: <https://engineering.fb.com/2021/03/28/connectivity/echo-bifrost/>. Besucht am: 23.11.2021.
- Fatih, S. (2022). "EU Mobile Operators Want Apple's iCloud Private Relay Service to Be Outlawed Over Concerns of 'Digital Sovereignty'". MacRumors. Abgerufen von: <https://www.macrumors.com/2022/01/10/eu-mobile-operators-icloud-private-relay/>. Besucht am: 17.02.2022.
- Feldmann, A., Gasser O., Lichtblau F., Pujol, E., Poese I., Dietzel C., Wagner D. Wichtlhuber, M., Tapiador, J., Vallina-Rodriguez, N., Hohlfeld, O. & Smaragdakis, G. (2021). "A year in lockdown". Communications of the ACM 64(7): 101-108.
- Gallimore, D. (2021a). "IP Interconnection Portfolio". Liberty Global. Abgerufen von: <https://www.libertyglobal.com/operations/business-services/ip-interconnection-portfolio/>.
- Gallimore, D. (2021b). "Global Peering Principles". Liberty Global. Abgerufen von: <https://www.libertyglobal.com/operations/business-services/global-peering-principles/>.
- Gartner (2021). "Gartner Says Worldwide IaaS Public Cloud Services Market Grew 40.7% in 2020, Amazon, Microsoft and Alibaba Led the 2020 Race to the Cloud". Abgerufen von: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-06-28-gartner-says-worldwide-iaas-public-cloud-services-market-grew-40-7-percent-in-2020>. Besucht am: 02.02.2022.
- Goetz, D. (2019). "Dynamic Bargaining and Size Effects in the Broadband Industry". SSRN Electronic Journal.
- Google (2021a). "New Apricot subsea cable brings more connectivity to Asia". Google Cloud Blog. Abgerufen von: <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/new-apricot-subsea-cable-brings-more-connectivity-to-asia/>. Besucht am: 26.11.2021.
- Google (2021b). "Google Fiber". Abgerufen von: <https://fiber.google.com/>.
- Heise online (2022). "Privatsphärenschutz: Warum sich Netzbetreiber gegen Apples Private Relay stellen". c't Magazin. Abgerufen von: <https://www.heise.de/news/Privatsphaerenschutz-Warum-sich-Netzbetreiber-gegen-Apples-Private-Relay-stellen-6335268.html>. Besucht am: 17.02.2022.
- Hellberg, N. (2019). "Why Internet Routing Affects Digital Sovereignty". Abgerufen von: <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/news/online-privacy/why-internet-routing-affects-digital-sovereignty>. Besucht am: 11.02.2022.
- Herman, B. D. (2006). "Opening bottlenecks: On behalf of mandated network neutrality". Fed. Comm. LJ 59: 103.

- Hetzner (2020). "Ab sofort direktes Peering mit der Deutschen Telekom". Abgerufen von: <https://www.hetzner.com/de/news/03-20-dtag/?country=de>.
- Hildén, J. (2021). "Mitigating the risk of US surveillance for public sector services in the cloud". Internet Policy Review 10(3).
- Hjembo, J. (2019). Beyond the Hype. PTC 2019, TeleGeography.
- Hodge, R. (2022). No, Apple's Private Relay is not a VPN, but you can still try it out with iOS 15. CNET.
- Kagermann, H., Streibich, K.-H. & Suder, K. (2021). "Digitale Souveränität. Status quo und Handlungsfelder". Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech).
- KPMG (2021). "The European Cloud market: key challenges for Europe and five scenarios with major impacts by 2027-2030".
- Krämer, J., Wiewiorra, L. & Weinhardt, C. (2013). "Net neutrality: A progress report". Telecommunications Policy 37(9): 794-813.
- Kroon, P., Baischew, D., Lucidi, S., Märkel, C. & Sörries, B. (2020). "Digital Sovereignty in Europe - a first benchmark". WIK Consult.
- Kuch, A. (2015). Anbindung an Telekom: Schnelles Netz kostet extra (Update: Telekom). Teltarif. Abgerufen von: <https://www.teltarif.de/double-paid-traffic-telekom-hetzner/news/61976.html>.
- Kwang, H. R., Park, J. E. & Kim, D. I. (2021). "Korean court ruling over a network usage fee dispute between Netflix and SK Broadband". Chambers and Partners. Abgerufen von: <https://chambers.com/articles/korean-court-ruling-over-a-network-usage-fee-dispute-between-netflix-and-sk-broadband>.
- Labovitz, C. (2019). Internet Traffic 2009-2019. NANOG 2019.
- Lee, J. (2021). "S.Korea broadband firm sues Netflix after traffic surge from 'Squid Game'". Reuters. Abgerufen von: <https://www.reuters.com/business/media-telecom/skorea-broadband-firm-sues-netflix-after-traffic-surge-squid-game-2021-10-01/>.
- Limelight (2021). "Limelight Networks: Network Map". Abgerufen von: <https://de.limelight.com/network-map/>.
- Lyons, D. A. (2018). "An Antitrust-Informed Approach to Regulating Internet Interconnection". Journal of Science & Technology Law 24(2): 229-276.
- Marcus, J. S. (2014). "The Economic Impact of Internet Traffic Growth on Network Operators". SSRN Electronic Journal.
- Meier-Hahn, U. (2017). "The secrets of de-peering – Digital Society Blog". HIIG. Abgerufen von: <https://www.hiig.de/en/the-secrets-of-de-peering/>.
- Miller, J. (2021). "2021 Global Pricing Trends in 20 Minutes". Telegeography. Abgerufen von: <https://blog.telegeography.com/2021-global-pricing-trends-in-20-minutes>.
- Mitchell, C. (2022). "Die Kosten für das Abreißen und Ersetzen chinesischer Mobilfunkgeräte haben sich um Milliarden erhöht". The Verge, 4. Februar 2022. Abgerufen von: <https://www.theverge.com/2022/2/4/22918611/rip-and-replace-hauwei-zte-fcc-cell-network-security>
- Mozilla Foundation (2019). "The new investors in underwater sea cables". The Internet Health Report 2019. Abgerufen von: <https://internethealthreport.org/2019/the-new-investors-in-underwater-sea-cables/>.
- Netflix (2021a). "A cooperative approach to content delivery - A Netflix briefing paper 2021". Abgerufen von: <https://openconnect.netflix.com/Open-Connect-Briefing-Paper.pdf>.
- Netflix (2021b). "Response to Ofcom Consultation from 01.11.2021". Nicht veröffentlicht.



- Nikkhah, A. & Jordan, S. (2021). "The Effect of Paid Peering Fees on Broadband Prices and Consumer Surplus". SSRN Electronic Journal.
- OECD (2020). "Keeping the Internet up and running in times of crisis". Abgerufen von: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/keeping-the-internet-up-and-running-in-times-of-crisis-4017c4c9/>.
- Ofcom (2016). "Connected Nations 2016". Abgerufen von: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-2016>.
- Ofcom (2017). "Connected Nations 2017 - Detailed analysis". Ofcom. Abgerufen von: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-2017/main-report>.
- OnVista (2021a). "Meta Platforms (ehem. Facebook) Aktie". onvista.de. Abgerufen von: <https://www.onvista.de/aktien/Meta-Platforms-ehem-Facebook-Aktie-US30303M1027>.
- OnVista (2021b). "Netflix Aktie". onvista.de. Abgerufen von: <https://www.onvista.de/aktien/Netflix-Aktie-US64110L1061>.
- Open Net Korea (2020). "Open letter to South Korea's ICT Minister: ensure Net Neutrality". Access Now. Abgerufen von: <https://www.accessnow.org/open-letter-south-korea-net-neutrality/>.
- Park, K. S. & Nelson, M. R. (2021). "Afterword: Korea's Challenge to the Standard Internet Interconnection Model". In: The Korean Way With Data: How the World's Most Wired Country Is Forging a Third Way. Carnegie Endowment for International Peace. Abgerufen von: <https://carnegieendowment.org/2021/08/17/afterword-korea-s-challenge-to-standard-internet-interconnection-model-pub-85166>. Besucht am: 26.11.2021.
- Pauker, M. (2021). "Netflix: 500 Millionen für lokalen Content". W&V. Abgerufen von: [https://www.wuv.de/medien/netflix\\_500\\_millionen\\_fuer\\_lokalen\\_content](https://www.wuv.de/medien/netflix_500_millionen_fuer_lokalen_content).
- PeeringDB (2021a). "Eintrag der Deutschen Telekom (AS3320)". Abgerufen von: <https://www.peeringdb.com/net/196>.
- PeeringDB (2021b). "Datenbank Backup vom 01.11.2021". Abgerufen von: <https://www.peeringdb.com/>.
- Pohle, J. (2020). "Digitale Souveränität - Ein neues digitalpolitisches Schlüsselkonzept in Deutschland und Europa". Konrad Adenauer Stiftung.
- Pohlmann, N., Sparenberg, M., Siromaschenko, I., & Kilden, K. (2015). "Sichere Kommunikation und digitale Souveränität in Europa". Institut für Internet-Sicherheit - if(is) Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen University of Applied Sciences.
- Poitras, L., Rosenbach, M. und Stark, H. (2013). „NSA überwacht 500 Millionen Verbindungen in Deutschland“. Der Spiegel, 30. Juni 2013. Abgerufen von: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/nsa-ueberwacht-500-millionen-verbindungen-in-deutschland-a-908517.html>.
- Qualcomm (2018). "VR and AR pushing connectivity limits".
- Reilly, K. (2019). "Checking In: Yup. Price Erosion is Still Very Real." TeleGeography. Besucht am: 28.11.2021. Abgerufen von: <https://blog.telegeography.com/yup.-price-erosion-is-still-a-thing>.
- Rimol, M. (2021). "Gartner Says Worldwide IaaS Public Cloud Services Market Grew 40.7% in 2020". Gartner. Abgerufen von: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-06-28-gartner-says-worldwide-iaas-public-cloud-services-market-grew-40-7-percent-in-2020>.

- RND (2022). "Bald kein Facebook und Instagram mehr? Meta-Konzern droht Europa". Abgerufen von: <https://www.rnd.de/digital/bald-kein-facebook-und-instagram-mehr-meta-droht-europa-SYDNGQZ55FDA5GUWZMLEYR2SOA.html>. Besucht am: 09.02.2022.
- Sandvine (2014). "Global Internet Phenomena Report 2H - 2014". Abgerufen von: <https://www.sandvine.com/hubfs/downloads/archive/2014-2h-global-internet-phenomena-report.pdf>.
- Sandvine (2020). "COVID Internet Phenomena Report Spotlight". Abgerufen von: <https://www.sandvine.com/covid-internet-spotlight-report>.
- Schlinker, B., Kim, H., Cui, T., Katz-Bassett, E., Madhyastha, H. V., Cunha, I., Quinn, J., Hasan, S., Lapukhov, P. & Zeng, H. (2017). Engineering Egress with Edge Fabric. Proceedings of the Conference of the ACM Special Interest Group on Data Communication: 418-431.
- Schwarzer, M. (2022). "Facebook-Rückzug aus Europa? Das wäre problematischer, als man denkt". RND. Abgerufen von: <https://www.rnd.de/medien/meta-facebook-rueckzug-aus-europa-wo-liegt-das-problem-LYDICI6VQJDSNK4DVSAFHJKJNY.html>. Besucht am: 15.02.2022.
- Serentschy, G. (2021). "Innovation and Regulation in the Digital Communications Field." Serentschy.com. Abgerufen von: <https://www.serentschy.com/the-regulatory-journey-from-a-european-perspective/>. Besucht am: 26.11.2021.
- Snijders, J., Abdel-Hafez, S., Strong, M., Alom, C. & Stucchi, M. (2021). "IXP Megabit/Sec Cost & Comparison". Peering.exposed. Abgerufen von: <https://peering.exposed>.
- Song, S. (2019). "Internet Drift: How the Internet Is Likely to Splinter and Fracture". Digital Freedom Fund, Abgerufen von: <https://digitalfreedomfund.org/internet-drift-how-the-internet-is-likely-to-splinter-and-fracture/>.
- Sowell, J. H. (2020). "Evaluating competition in the Internet's infrastructure: a view of GAFAM from the Internet exchanges". Journal of Cyber Policy 5(1): 107-139.
- Thyen, A.E. (2021). „Haben wir noch eine Chance auf digitale Selbstbestimmung?“. it-daily.net. Abgerufen von: <https://www.it-daily.net/it-management/digitalisierung/31522-haben-wir-noch-eine-chance-auf-digitale-selbstbestimmung>. Besucht am 25. Februar 2022.
- Van der Berg, R. (2021). "T-Mobile NL routed all internet traffic through Germany and broke the Internet for small firms". Medium. Abgerufen von: <https://rudolfvanderberg.medium.com/t-mobile-nl-routed-all-internet-traffic-through-germany-and-broke-the-internet-for-small-firms-a176855d2b0>.
- Voge, C., Kolkman, O. & Robachevsky, A. (2021). "Internet Impact Brief: Revised Directive on Security of Network and Information (NIS2) – Presidency Compromise Proposal September 2021". Internet Society.
- Wang, X. & Ma R. T. B. (2020). "On the Tussle Between Over-the-Top and Internet Service Providers: Analysis of the Netflix- Comcast Type of Deals". IEEE/ACM Transactions on Networking 28(6): 2823-2835.
- WEKO (2014). "Gutachten im Fall 533.1-0021 zu Interconnect/Peering".
- Weller, D. & Woodcock, B. (2013). "Internet Traffic Exchange: Market Developments and Policy Challenges". Abgerufen von: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/internet-traffic-exchange\\_5k918gpt130q-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/internet-traffic-exchange_5k918gpt130q-en).
- Woodcock, B. & Frigino, M. (2016). "2016 Survey of Internet Carrier Interconnection Agreements". Abgerufen von: [https://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/download/0/6574-2016-survey-of-internet-carrier-intercon\\_0.pdf](https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/6574-2016-survey-of-internet-carrier-intercon_0.pdf).

## Anhang 1: Auswertung der Online-Befragung der IRG-Mitglieder

### 1. Durchführung der Befragung

Zur Gewinnung eines breiten europäischen Marktüberblicks zur Identifikation regulatorischer Interventionen in die IP-Transit- und Peering-Märkte sowie zur Gewinnung von Einschätzungen zur Digitalen Souveränität haben wir im Zeitraum 27. Oktober bis 15. November 2021 eine Online-Befragung an alle Mitglieder der Independent Regulators Group durchgeführt. Von den 37 Mitgliedern der IRG haben 16 einen auswertbaren Fragebogen zurückgesandt. Die Rücklaufquote betrug daher 43%. Die Fragen bezogen sich auf

- Marktentwicklung,
- Verkehrsentwicklung,
- IP-Interconnection Disputes,
- Digitale Souveränität.

Nicht alle Antwortenden haben den Fragebogen vollständig beantwortet. Insofern ergibt sich aus der Befragung, auch unter Berücksichtigung der Rücklaufquote, kein repräsentatives Bild für Europa. Gleichwohl geben wir hier eine Auswertung der Antworten wieder, da sich daraus dennoch eine Reihe bemerkenswerter Erkenntnisse ergeben haben.

### 2. Marktentwicklung

Die weitaus meisten der Befragten (91%) berichten von einem Anstieg des IP-Verkehrs in ihrem Land. 73% berichten sogar von einem starken Anstieg. CTU (CZ<sup>165</sup>) berichtet sogar von einem Anstieg von 600% in vier Jahren im Mobilfunk. Viele berichten von einem starken Pandemie-bedingten Anstieg des Verkehrs, der dann auf dem höheren Niveau verblieb.

Als wichtigster Treiber des Verkehrswachstums wird von den meisten Videostreaming genannt. Es folgt die Pandemie und Cloud-Services, weiterhin Gaming, Digitalisierung und der Kundenzuwachs.

Zu den Transit-Preisen äußern sich nur wenige NRAs, da dieser Markt dereguliert ist und sie kein Monitoring betreiben. Andere verfügen über keine entsprechenden Marktinformationen. Konkrete Aussagen zu den Preistrends erfolgen i.d.R. von den NRAs, die in einen IP-Interconnection Dispute involviert waren oder detaillierte Markterhebungen durchführen (wie etwa FR). Ansonsten wird von weiter sinkenden Preistrends

---

<sup>165</sup> Im Folgenden sind die Länder mit ihren ISO 3166 Alpha 2-Kürzeln abgekürzt, die ebenfalls den CLDs entsprechen.

berichtet. In NL soll Paid Peering in den letzten fünf Jahren eine relativ große Rolle spielen. Hierbei haben große CAPs bessere Bedingungen vereinbart als kleinere.

Zu den CDN-Preisen lagen bei den NRAs keine konkreten Informationen vor. CH und FR berichten aber auch hier von sinkenden Preisen.

Zur Kostenentwicklung liegen den meisten NRAs keine Informationen vor oder sie machen keine Aussagen dazu. Vier NRAs argumentieren, dass die Kosten aufgrund von technischem Fortschritt bei den Komponenten und infolge von Skalenerträgen (stetig) sinken.

Zur relativen Bedeutung von IP Transit und Peering machen nur wenige NRAs Aussagen. Mehrere NRAs heben die Bedeutung von Transit für Konnektivität und die Bedeutung von Peering für Qualität hervor. Während FR von einem relativen Rückgang von Transit berichtet, gehen CH und NL davon aus, dass beide Formen der Interconnection sich parallel entwickelt haben. In den NL hat sich Transit und Peering auf Kosten von IXP-Verkehr stärker entwickelt. (Dies entspricht auch der Entwicklung in DE).

Es gibt nur wenige Aussagen zum Pricing bei Peering. NL, F und CH berichten von einem steigenden Umfang von Paid Peering. In der Schweiz ist aber der Anteil von Settlement-free Peering (immer noch) höher als der von Paid Peering.

Nur wenige NRAs berichten über die Symmetrie des Verkehrs. In der CH und in F wird über einen Pandemie-bedingten (leichten) Rückgang der Asymmetrie des Verkehrs berichtet. In NL hält der Trend zunehmender Asymmetrie an.

Nur wenige NRAs nehmen zum Peering-Verhalten und zur Peering Policy des Incumbents Stellung. Es überwiegt der Hinweis auf eine selektive/restriktive Peering Policy. In PL ist der Incumbent am IXP präsent. Nach der Peering Policy der Swisscom wird Private Peering (neben anderen Voraussetzungen) erst bei einer Verkehrsmenge von 1 Gbps angeboten. Die Peering-Schwelle lag vor einigen Jahren noch bei 300 Mbps. Darunter wird Public Peering angeboten bei einer Mindestverkehrsmenge von 50 Mbps. Swisscom verlangt für Settlement-free Peering das Einhalten einer Ratio von 1:2. Weiterhin bietet Swisscom Peering nur für ISPs an, deren Backbone eine Mindestgröße von 50% der Swisscom-Kapazität hat. In CZ ist der Incumbent an mehreren IXPs vertreten und gibt selbst eine offene Peering Policy an. Wir führen dies auf die strukturelle Separierung und den Wholesale-only Ansatz zurück. In den NL betreibt der Incumbent KPN den eigenen IXP NL-IX. Dies geht einher mit einem Rückzug vom größten niederländischen IXP AMS-IX. ARCEP berichtet, dass die ISPs in F jeweils unterschiedliche Peering Policies betreiben. Nur zwei NRAs (IE, RS) gehen davon aus, dass die COVID-Pandemie einen wesentlichen Einfluss auf den IP-Interconnectionmarkt hat. NO, FR, RO, SK gehen davon aus, dass kein wesentlicher Einfluss besteht.

### 3. Verkehr über IXP

Da viele NRAs die IP-Interconnectionmärkte nicht verfolgen und monitoren, machen sie keine Aussagen zu den über IXP ausgetauschten Verkehrsmengen. CZ, NL, NO, IT, FR, SK berichten über einen zunehmenden IXP Verkehr, wobei der relative Anteil in FR abnimmt. In den NL steigt der Peek-Traffic p.a. um ca. 1 Tbps in den letzten Jahren. Nicht alle NRAs machen Aussagen zur Präsenz des Incumbent an IXPs. Alle Antwortenden bestätigen, dass „ihr“ Incumbent am IXP vertreten ist. In NL betreiben auch große ISPs eigene IXPs. Diese sind auch Vehikel, um Paid Peering durchzusetzen. Es gibt keine Angaben zur Kapazität, mit der Incumbents an IXPs vertreten sind.

### 4. IP-Interconnection Disputes

Nur CH, RS und IT berichten über formelle Regulierungsverfahren in Sachen IP-Interconnection in den letzten 5 Jahren. Das Verfahren in der CH bezieht sich auf das in Abschnitt 5.2.1 beschriebene Init7/Swisscom-Verfahren. Das Verfahren in RS betraf eine IP-Interconnectionauseinandersetzung zwischen dem Incumbent und Altnets. Der Streit wurde durch eine regulatorische Auflage zu nationaler IP-Interconnection auf Transitebene gelöst.

Keine NRA berichtet über ein eigenes Involvement im Dispute Settlement im Zusammenhang mit IP Transit und Peering. Nur für die CH wird von einem Eingreifen der Wettbewerbsbehörde in den Transit/Peering-Markt berichtet.

Nur die NRAs aus den NL und FR berichten über offene Disputes von Marktteilnehmern zu IP Transit und Peering. NKom erwähnt in NO noch eine Beschwerde von Marktteilnehmern zu IP-Transit/Peering. Der Dispute in den NL betraf unzureichende Kapazität am POI und Traffic Throttling. Die Beschwerde in NO bezog sich darauf, dass ein ISP keine CAP/CDNs hosten wollte.

Hinsichtlich Beschwerden von Endkunden über Service-Qualitätsprobleme weist BAKOM für die CH auf die Auseinandersetzung zwischen Netflix und Swisscom in 2016 hin. Hier hatten Peering-Auseinandersetzungen zu Qualitätseinschränkungen geführt, die die Unternehmen dann zu einem Agreement geführt haben. NO berichtet über einen Qualitätsindex von Netflix aus 2012, bei dem Telenor am schlechtesten abschnitt. Dies geht auf Auseinandersetzungen zwischen Telenor und Netflix über die On-Net-Platzierung von Netflix-CDN Servern im Netz von Telenor zurück. Telenor verweigerte dies mit Hinweis auf die eigene Netzhoheit. Auch NL und FR berichten über Kundenbeschwerden. In FR betreffen diese die Performance bestimmter CAP-Dienste bei dem ISP Free in 2018. Diese Probleme gingen zurück auf Engpässe bei einem Transit-Provider.

Hinsichtlich Marktmachtmissbrauch des Incumbents bei Peering und Transit verweist BAKOM auf den Init7/Swisscom-Fall.

## Anhang 2: Online Fragebogen

### Competitive issues of the transit and peering markets – implications for the digital sovereignty of Europe

The Federal Network Agency of Germany (BNetzA) recently commissioned a study on “Competitive issues of the transit and peering markets – implications for the digital sovereignty of Europe” to WIK-Consult. The study shall identify and assess major market trends in the European peering and transit markets over the last five years and the implications for the digital sovereignty in Europe.

The last comprehensive study on the IP interconnection market has been conducted by BEREC in 2017. This study is supposed to take BEREC’s former findings and conclusions as a starting point.

This questionnaire is sent to all IRG members and will be a major and valuable input to the study. Given the existing intransparencies of the transit and peering market we expect that NRAs can rely on the best market insights and very much hope that you share this knowledge with us, the BNetzA and your IRG colleagues.

In case, there are confidential aspects of your responses, these can be marked in the text fields and will only be shared with the BNetzA but anonymised in the published report. Furthermore, the BNetzA intends to make the English version available to all IRG members in early 2022.

The complete questionnaire takes around 20 minutes to fill in.

Given the tough timeline of the study we kindly ask you to respond to this questionnaire not later than 15 November 2021. If you cannot answer all questions, we would be pleased to receive answers to those questions you are able to answer.

Thank you for your time!

In case you have questions in relation to this questionnaire feel free to contact Mr Lukas Wiewiorra (l.wiewiorra@wik.org or +49 2224 9225 025) or Mr Peter Kroon (p.kroon@wik.org or +49 (0)2224 922 558).

About Your Organisation
Do you work for the National Regulatory Authority? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
What is the name of your organisation?
In which country are you active? If other, please specify.
Please provide your contact information. <input type="checkbox"/> Name: <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> Email <input type="checkbox"/> Phone

Market Development
Which trends did you observe over the last five years regarding traffic volumes / growth rate of IP traffic in your country?  What are the main drivers of these developments?
Which trends did you observe over the last five years regarding IP transit prices in your country?
Which trends did you observe over the last five years regarding CDN prices in your country?
Which trends did you observe over the last five years regarding the costs for the provision of IP-interconnection and CDN services (e.g. due to technological progress)?
What are your observations over the last five years on the relative importance of IP transit vs. IP peering in your country?

<p>Which trends did you observe over the last five years regarding settlement-free and paid IP peering in your country?</p>
<p>Which trends did you observe over the last five years regarding traffic symmetry / asymmetry in your country?</p>
<p>What is the IP peering policy of your incumbent telecom operator?</p> <p>Has it changed over the last five years?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> I don't know / No answer</p> <p>If it has changed, please specify.</p>
<p>Has the COVID-19 pandemic had any decisive impact on the interconnection market in your country?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> I don't know / No answer</p> <p>If yes, please specify.</p>

IXP Traffic Developments
<p>What are your observations over the last five years regarding the traffic volumes exchanged over public IXPs in general and at peak traffic times?</p>
<p>Is your incumbent telecom operator interconnected at public IXPs?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> I don't know / No answer</p> <p>If yes, what is the capacity of these interconnections in relation to interconnections of the incumbent to other operators?</p>



### IP Interconnection Disputes

Did you have formal regulatory procedures regarding IP interconnection in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Please name the parties involved in the formal regulatory procedures regarding IP interconnection in the last five years.

Please describe the outcome of the case/cases.

Please provide reference to the case/cases.

Has your NRA been involved in any dispute settlement regarding IP transit/peering in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Please name the parties involved in any dispute settlement regarding IP transit/peering in the last five years.

Please describe the subject and outcome of the case/cases.

Please provide reference to the case/cases.

Has the Competition Authority in your country been involved in a legal case regarding IP transit/peering in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Please name parties involved in a legal case regarding IP transit/peering in the last five years.

Please describe the subject and outcome of the case/cases.

Please provide reference to the case/cases.

Are you aware of any open disputes between CDNs, CAPs, end-user ISPs, Backbone ISPs regarding IP transit/peering in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Please name parties involved in the open disputes regarding IP transit/peering in the last five years (e.g. CDNs, CAPs, end-user ISPs, Backbone ISPs).

Please describe the subject and outcome of the case/cases.

Please provide reference to the case/cases.

Did you get (formal or informal) complaints from CAPs or ISPs regarding IP transit / peering in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Please specify the issues at the core of the complaints from CAPs regarding IP transit / peering.

- Insufficient capacity at POIs
- Restrictive peering policy
- Traffic throttling
- Other
- I don't know / No answer
- If other, please specify.

Please specify the issues at the core of the complaints from ISPs regarding IP transit / peering.

- Insufficient capacity at POIs
- Restrictive peering policy
- Traffic throttling
- Other
- I don't know / No answer
- If other, please specify.

Did you get complaints from end-users regarding quality problems caused by IP transit/peering constraints in the last five years?

- Yes
- No
- I don't know / No answer
- If yes, please specify.

Are there any indications of abusive market behaviour of your incumbent telecom operator regarding IP peering/transit you are aware of?

- Yes
- No
- I don't know / No answer
  
- If yes, please specify.

### Digital Sovereignty

In your view, what are the relevant dimensions of digital sovereignty?

- Cybersecurity
- Data protection
- Control over key technologies like AI, content, data centres, cloud computing etc.
- Strategic dimensions like the protection of European values, stakeholders, revenues, etc.
- I don't know / No answer
  
- If other, please specify.

If you selected the option "Control over key technologies like AI, content, data centres, cloud computing, etc.", please specify the key technologies in more detail.

- AI
- Content
- Data centres
- Cloud computing
- Other
- I don't know / No answer
  
- If other, please specify.

If you selected the option "Strategic dimensions like the protection of European values, stakeholders, revenues, etc.", please specify the strategic dimensions in more detail.

- Protection of European values
- Protection of European business value added
- Protection of European champions
- Protection of European tax revenues
- Other
- I don't know / No answer
- 
  
- If other, please specify.

Do you see issues in transit and peering markets in the context of digital sovereignty? Yes

- No
- I don't know / No answer

Please provide your reasoning.

Do you consider that any measures in respect of IP peering and transit are required to protect the digital sovereignty of Europe?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

Have you considered the control of transit fees?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

If yes, please explain why.

Have you considered the control of peering fees?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

If yes, please explain why.

Have you considered European level intervention?

- Yes
- No
- I don't know / No answer

If yes, please explain why.

Have you considered other measures? If yes, please name the measures and explain why.

Which actions on the European level should be considered?

Schengen Routing

- Market investigations
- Recommendations/Directives regarding IP traffic flows
- Dispute resolution process with multi-national companies
- Other
- I don't know / No answer

If other, please specify.

Are there any governmental or parliamentary initiatives in respect to IP peering and transit in your country to protect digital sovereignty?

- Yes
  - No
  - I don't know / No answer
- If yes, please name the governmental or parliamentary initiatives and provide reference to relevant documents.

## Anhang 3: Glossar

Autonome Systeme:	Unter autonomen Systemen wird eine Menge von Routern verstanden, die Pakete intern und extern zielabhängig nach einer gemeinsamen Policy routen und technisch von einer Stelle aus verwaltet werden. Durch technischen Fortschritt und die Abflachung der Netzstrukturen können die Verwaltung und die vorgegebenen Pfade innerhalb eines autonomen Systems inzwischen flexibler verwaltet werden. Nach außen ist jedoch eine kohärente Darstellung der erreichbaren Pfade und Zuständigkeit erkennbar.
Backbone-ISP:	Unter einem Backbone-ISP ist ein Netzwerkbetreiber zu verstehen, der sein Netzwerk vornehmlich zum Zwecke der geschäftlichen Weitervermietung von Kapazitäten unterhält und als Produkt die Konnektivität zwischen den eigenen geographisch stark differenzierten Standorten anbietet.
Bill-and-Keep Prinzip:	Das Bill-and-Keep Prinzip bezeichnet eine geschäftliche Beziehung bei der Zusammenschaltung von Netzwerken, bei der beide Parteien sich das untereinander ausgetauschte Verkehrsvolumen gegenseitig nicht in Rechnung stellen.
Border Gateway Protocol (BGP):	Das BGP ist ein Routingprotokoll, welches zur Verbindung von autonomen Systemen verwendet wird. Die über BGP verbundenen autonomen Systeme tauschen die Routen zu den erreichbaren Adressen gegenseitig aus und erneuern diese gegebenenfalls.
Cloud:	Unter Cloud bzw. Dienstleistungen, die in der Cloud realisiert werden, ist die geräte- und damit standortunabhängige Bereitstellung von Ressourcen gemeint, bei der die Rechenlast auf mehrere Server verteilt wird. In der Ausgestaltung wird üblicherweise zwischen der Bereitstellung von Infrastrukturen, Plattformen, Software oder Funktionen unterschieden. Cloud-Dienste können sowohl rein privat (innerhalb eines Unternehmens), öffentlich oder gemischt realisiert werden.
Compound Annual Growth Rate (CAGR):	CAGR ist die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate, also die lineare Steigung zwischen zwei Messpunkten.
Content and Applications Provider (CAP):	CAPs sind Dienstleister deren Produkte aus Inhalten (z.B. Informationen, audiovisuelle Medien) und/oder Applikationen (z.B. Programme, Spiele, mobile Apps) besteht, welche digital bereitgestellt werden.
Content Delivery Network (CDN):	Ein CDN ist ein geographisch differenziertes Netz aus verbundenen Servern, die durch das lokale Spiegeln und Vorhalten besonders häufig aufgerufener Inhalte eine Lastverteilung vornehmen. Hierdurch werden Backbone-Kapazitäten geschont und die Qualität der Verbindung durch eine Verkürzung der Pfade verbessert. Neben rein kommerziellen CDN-Anbietern wie bspw. Akamai, gibt es zunehmend CAPs, die ebenfalls im Zuge der "make-or-buy"-Abwägung eigene CDN-Strukturen unterhalten (siehe Inhouse CDN).
Eyeball-ISP:	Als Eyeball-ISP wird ein ISP bezeichnet, dessen Kunden Endnutzer (Eyeballs) sind, welche Inhalte konsumieren und deren Konnektivität über den ISP hergestellt wird. Hierunter werden klassische Interzessionsanbieter mit Fokus auf Endkunden verstanden.

Hosting-Provider:	Ein Hosting-Provider stellt Privat- und Firmenkunden technische Infrastruktur bereit. Der Umfang reicht hierbei von fertigen Softwarelösungen zur Bereitstellung einer Website, über virtuelle Maschinen hin zu kompletten Servern. Die Dienstleistung eines Hosting-Providers umfasst in allen Fällen Einkauf, Konnektivität und Wartung der Server.
Inhouse CDN:	Ein CDN (siehe CDN), welches durch einen CAP intern aufgebaut, genutzt und unterhalten wird.
Internet Exchange Point (IXP):	IXP ist ein Internet-Knotenpunkt, an dem viele autonome Netze angeschlossen sind, die untereinander Datenpakete austauschen können. Obwohl IXPs inzwischen auch Dienstleistungen im Rahmen des privaten Peerings (siehe Private Peering) anbieten, ist das originäre und in diesem Rahmen angenommene Geschäftsfeld das öffentliche Peering zwischen am IXP angeschlossenen Parteien. Die angeschlossenen Parteien bezahlen einen fixen Preis für eine Anbindungsgeschwindigkeit (z.B 1 GigE, 10 GigE) nicht aber variable Preise für deren Auslastung. Ebenso können jährliche Mitgliedsgebühren erhoben werden.
Label Edge Router (LER):	Die Funktion von LER ist Kennzeichnung von Paketen anhand ihres Routings mit einem Transport-Label innerhalb des betreffenden Netzes.
Label Switch Router (LSR):	LSR verwenden die Transport-Label des LER, um das Paket dem gewünschten Pfad entsprechend durch das Netz zu transportieren.
On-Net CDN:	Als On-Net CDNs werden die Teile der CDN-Infrastruktur bezeichnet, die nicht an zentralen Übergabepunkten (IXPs oder Rechenzentren) sondern innerhalb der Netze von ISPs platziert sind. Hierdurch können die Pfade zur Auslieferung von Inhalten weiter verkürzt werden und die Interconnection-Kapazitäten des ISPs und des CAPs entlastet werden.
Open Connect Appliances (OCA):	OCA ist die CDN-Infrastruktur von Netflix, welche ISPs zur Installation innerhalb des eigenen Netzes (siehe On-Net CDN) bereitgestellt wird. Der ISP ist hierbei für die Lokalität und den Stromverbrauch verantwortlich, Netflix übernimmt die Kosten der Hardware und die Wartung der Software.
Peering:	Unter Peering ist der direkte Zusammenschluss von zwei autonomen Systemen zum Datenaustausch zu verstehen. Traditionell wurde Peering in Form einer "settlement-free"- bzw. „bill-and-keep“-Vereinbarung (insbesondere zwischen Tier 1-Betreibern) getroffen, in der keine Zahlungen zwischen den Parteien vorgesehen sind. Mit zunehmender Flexibilität und Abflachung der Hierarchien bildete sich hierneben das "paid" Peering heraus, bei dem beispielsweise besondere Anforderungen an Qualität und/oder Verkehrsvolumina in Zahlungen abgebildet werden können. Peering kann an IXPs oder Co-Locations/Rechenzentren stattfinden (siehe Public und Private Peering).
PeeringDB:	PeeringDB ist eine öffentlich zugängliche Datenbank, welche interessierten Parteien die Möglichkeit gibt, öffentliche und private Präsenzen von autonomen Systemen anzugeben. Neben der freiwilligen Mitarbeit ermöglicht PeeringDB auch Unternehmen ihre autonomen Systeme und Präsenzpunkte einzutragen, sowie Kontaktdaten und Peering-Vorgaben einzupflegen.

Private Peering:	Privat Peering stellt den Unterfall eines Peerings dar, welcher nicht über einen öffentlichen IXP abgewickelt wird, sondern in Co-Locations/Rechenzentren über Cross-Connects dargestellt wird. Im Gegensatz zum Public Peering sind die Verbindungsgeschwindigkeiten üblicherweise nicht öffentlich kommuniziert.
Public Peering:	Public Peering ist der gängige Fall des Peerings an öffentlichen IXPs und bezeichnet eine öffentlich kommunizierte Anbindung an einen Knotenpunkt, dessen Bandbreite üblicherweise unter geringen Anforderungen von allen Teilnehmern des IXPs genutzt werden kann.
Tier 1-Betreiber:	Unter Tier 1-Betreibern ist eine Gruppe großer Netzbetreiber zu verstehen, die ihrerseits keinen Transit benötigen, um alle Ziele des Internets zu erreichen. Tier 1-Betreiber tauschen untereinander den Verkehr über Bill-and-Keep Peering aus und verkaufen Tier 2-Betreibern Transit. Untergeordnete Tier 2-Betreiber kaufen bei Tier 1-Betreibern Transit ein, peeren vorwiegend mit anderen Tier 2-Betreibern und verkaufen ihrerseits Tier 3-Betreibern Transit. Durch die abgeflachte Topologie des Internets sind diese abgegrenzten klassischen Hierarchien und Geschäftsbeziehungen inzwischen nur von bedingter Gültigkeit.
Transit:	Transit bezeichnet die volumenbasierte und bezahlte Konnektivität an das Internet über einen Transit-Anbieter (üblicherweise Tier 1-Provider). Transit unterscheidet sich somit von Peering durch eine volumenbasierte Abrechnung und die Erreichbarkeit aller Routen im Internet durch die Interconnection.
Video on Demand (VoD):	VoD bezeichnet die zeitunabhängige Abrufbarkeit eines Videos meistens im Zusammenhang mit digitalen Streamingangeboten. Hierbei werden Teile des Videos paketbasiert via einer Internetanbindung auf Nachfrage zur direkten Darstellung gesendet.
Virtual Private Network (VPN):	Ein VPN ist die direkte, verschlüsselte Anbindung eines Rechners an ein Netzwerk, wodurch sämtlicher Verkehr getunnelt durch das Internet in das angebundene Netzwerk geleitet wird. Hierdurch kann beispielsweise vom Home-Office aus eine verschlüsselte direkte Anbindung zum Netzwerk des Arbeitsgebers hergestellt und Dateien verschlüsselt abgerufen werden. Ein Aufruf von Daten außerhalb des VPNs werden ebenfalls vom Computer über das private Netzwerk der Firma in das Internet geleitet und umgekehrt.