

# Newsletter

LAUFENDE ARBEIT - VERANSTALTUNGEN - VERÖFFENTLICHUNGEN

## Inhalt

### Der Kommentar:

40 Jahre WIK 2

### Berichte aus der laufenden Arbeit des WIK:

- Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten 7
- Potentiale zur Beschleunigung des Breitbandausbaus 13
- Mittelstand-Digital informiert über den Einsatz der Technologien Cloud & KI in KMU 17

### Berichte von Veranstaltungen:

- Virtueller Workshop „Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von AR und VR“ 19
- Virtueller Workshop „Blockchain im Mittelstand“ im Rahmen des dritten Moduls des Fachdialogs Blockchain 21

Veröffentlichungen des WIK 23



**WIK**

Wissenschaftliches Institut  
für Infrastruktur und  
Kommunikationsdienste



## 40 Jahre WIK

Seit 40 Jahren hat das WIK nunmehr die Entwicklung der Post- und Telekommunikationsmärkte von staatlichen Monopolen zu wettbewerblicheren Strukturen mit seiner Analyse und Expertise begleitet.

Am 24. Juni 1982 wurde das Wissenschaftliche Institut für Kommunikationsdienste als neue Einrichtung der Bundespost aus der Taufe gehoben und am 1. Juli 1982 mit dem Aufbau des Instituts unter Leitung von *Dr. Karl-Heinz Neumann* auf etwa ein Dutzend Wissenschaftler begonnen. Insofern liegt das Datum für unsere Feier am 27. Juni 2022 genau richtig. Das WIK sollte unabhängig von Tagesfragen forschen können, um das Thema des Wettbewerbs bei der Bundespost zu beackern und Beiträge zu einem dafür geeigneten Ordnungsrahmen zu leisten.

In seiner Rede zur Errichtung des WIK hat *Carl-Christian von Weizsäcker* die Bedeutung der technologischen Veränderungen für den Kommunikationsmarkt hervorgehoben und dabei den Wettbewerb als Entdeckungsverfahren für Innovationen betont. In wenigen Bereichen haben sich Technologie und Märkte so rasant verändert und bieten Forschern und Praktikern immer wieder Anlass für Kopfnüsse, wenn es darum geht, die technologischen Innovationen einzuordnen, im Hinblick auf ihre ökonomischen Charakteristika zu bewerten – und geeignete Rahmenbedingungen neu zu denken.

In all diesen Jahren konnten die Analysen des WIK immer wieder zur Ausgestaltung des Regulierungsrahmens und auch bei seiner konkreten Anwendung beitragen – in Deutschland und auf europäischer

Ebene. Im Folgenden werden die zentralen gesetzgeberischen Initiativen der letzten vier Jahrzehnte nachgezeichnet und die Befassung des WIK mit den relevanten Fragestellungen aufgezeigt.

### **1982-1992: Grundsatzdebatten zur Liberalisierung der Telekommunikations- und Postmärkte und Postreform I**

Das erste Jahrzehnt war durch die Debatten der Liberalisierung der Telekommunikations- und Postmärkte geprägt. Themen, die damals diskutiert wurden, waren die Quersubventionierung der defizitären Postdienstleistungen durch Telekommunikationsdienste, Tarifierung von Telefonleistungen und Wettbewerb im Endgerätemarkt. Entscheidende Impulse gingen von den Liberalisierungsprozessen im Ausland (USA, Japan, UK) aus, die das WIK in zahlreichen Benchmarkstudien beleuchtet hat.

Aber Änderungen tatsächlich umzusetzen war ein zäher Prozess. Man sprach damals vom Telekommunikations- und Post“WESEN“ und nicht von Märkten...

Im Jahr 1985 wurde die Regierungskommission Fernmeldewesen eingesetzt. Ihr Vorsitzender *Professor Eberhard Witte* hat das Abschlussgutachten zur Neuordnung des Marktes im Juli 1988 an den Bundeskanzler übergeben, in dem es um die Überführung der Bundespost in privatwirtschaftlich organisierte Unternehmen ging. Das WIK hat diese Kommission beraten und wesentliche Beiträge zum Abschlussgutachten geleistet. Schon 1986 hatte das WIK eine politisch brisante Studie erstellt, welche wie ein Staatsge-

heimnis behandelt wurde und die Trennung von Post und Telekommunikation empfahl. In der Postreform I wurde diese Trennung 1989 dann aber umgesetzt, die Bundespost in privatwirtschaftlich organisierte Unternehmen überführt und das Endgeräte-monopol abgeschafft. Zusätzlich wurde Wettbewerb um Firmennetze mit dem ‚Genehmigungskonzept Corporate Networks‘ mit Beginn des Jahres 1993 zugelassen.

In Jahr 1989 wurde auch ein zweiter Wettbewerber im Mobilfunk lizenziert. D2 erhielt die Lizenz in einem Schönheitswettbewerb. *Dr. Karl-Heinz Neumann* war seinerzeit als Mitglied des Lenkungsausschusses Mobilfunk beim Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen in den Auswahlprozess involviert.

### **1992-2002: Die Marktöffnung wird konkret, die Regulierungsbehörde errichtet und erste wichtige Entscheidungen durch BMPT und RegTP getroffen**

Mit der Postreform II im Jahr 1994, die einer Grundgesetzänderung bedurfte, wurde die Errichtung der Aktiengesellschaften ermöglicht.

In den Jahren 1993, wiederum mit *Dr. Karl-Heinz Neumann* als Mitglied der Zentralgruppe Angebotsauswertung für die E1-Lizenz, und 1998 sind weitere Mobilfunklizenzen im Schönheitswettbewerb an E-Plus und Viag Interkom vergeben worden. Als Mitglied der Kommission zur weiteren Lizenzierungspolitik im digitalen zellularen Mobilfunk hatte sich das WIK schon früh für Auktionen als diskriminierungsfreies Vergabeverfahren ausgesprochen.

Im Juli 1996 begann die Postreform III mit der Verabschiedung des TKG, das die Open Network Provision Richtlinie aus dem Jahr 1990 umgesetzt hat. Damit wurden die Marktöffnung und Abschaffung des Netzmonopols sowie die Abschaffung des Monopols am bis dahin bedeutendsten Telekommunikationsdienst, der Sprachtelefonie, nun Realität. Das Bundesministerium für Post und Telekommunikation (BMPT) wurde zum 31.12.1997 aufgelöst und die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (RegTP) zum 01. Januar 1998 errichtet. Das WIK hat das Ministerium bei der Verfassung des Entwurfs zum ersten TKG 1996 unterstützt.

Jetzt ging es an die Umsetzung: In der Phase der Marktöffnung waren Telefonnummern ein Schlüsselfaktor für die Etablierung neuer Anbieter und Dienste im Liberalisierungsprozess des Telekommunikationsmarktes, denn ohne Nummern kein Zugang zu Telekommunikationsnetzen und -diensten. Dazu erarbeitete das 1995 beim BMPT eingerichtete Exper-

tengremium für Nummerierungsfragen, in dem *Dr. Werner Neu* als Mitglied vertreten war, Empfehlungen. Das WIK unterstützte das BMPT bei der Entwicklung von diskriminierungsfreien Nummernzuteilungsregeln. Im Juni 1997 wurden Verbindungsnetzbetreiberkennzahlen (für den Call-by-call-Wettbewerb) und Auskunftsnnummern im ‚day one‘-Verfahren auf Basis eines Losverfahrens vergeben, das vom WIK entwickelt wurde. Das WIK befürwortete in einem Gutachten im Auftrag der Regulierungsbehörde zur Senkung der Wechselkosten auch im Mobilfunk die schnellstmögliche Einführung der Rufnummernportabilität.

Deutschland war in Europa ein Vorreiter bei der Anordnung zur Entbündelung der Teilnehmeranschlussleitung bereits im ersten Jahr der Marktöffnung 1998. Im anschließenden Entgeltverfahren fand auch das analytische Kostenmodell des WIK Eingang, dessen Investitionsergebnisse in der ersten TAL-Entscheidung der RegTP vom 8. Februar 1999 als Informationsquelle für die Genehmigung der Kosten effizienter Leistungsbereitstellung herangezogen wurden. Erst im Jahr 2000 folgte die sogenannte „TAL-Verordnung“ (Verordnung (EG) Nr. 2887/2000 vom 30.12.2000, die ein verpflichtendes Entbündelungsgebot für alle Mitgliedstaaten vorsah.

Im Jahr 2000 fand die erste Versteigerung der UMTS-Lizenzen statt und brachte Erlöse von fast 100 Mrd. DM. Das WIK entwickelte das Auktionsverfahren und begleitete die RegTP bzw. Bundesnetzagentur (BNetzA) bei seiner Durchführung. Seitdem hat es in der gleichen Konstellation weitere Versteigerungsverfahren in den Jahren 2010 (Digitale Dividende), 2015 (700 Mhz-Frequenzen) und 2019 (5G) gegeben.

Im Postbereich setzte die Liberalisierung deutlich zögerlicher ein. Das Postgesetz vom Dezember 1997 sah nach wie vor ein Monopol für Briefe unter 50 Gramm vor. Zuvor war das WIK 1992 Mitglied der Kommission zur Erarbeitung von Empfehlungen für die Abgeltung von Kosten im Rahmen der gemeinsamen Schalternutzung von Post und Postbank (Schalterkommission), ein Thema, das noch Jahre später bei der Regulierungsbehörde die Gemüter erhitzt hat. Im Jahr 1993 war das WIK in der Kommission Lizenzierung im Bereich Massendrucksaachen / Direct Mail vertreten. Im Jahr 1993 fand das erste ‚Königswinter Postal Seminar‘ statt. Diese internationale angewandte Forschungskonferenz zur Postregulierung und -politik wird bis heute fortgeführt.

In den 90er Jahren wurden zu verschiedenen Themen (Interconnection, Universaldienst, Liberalisierung)

mehrere strategische Studien für die EU-Kommission erstellt und machten das WIK international bekannt. Dies gilt auch für den Postsektor mit den Studien zu Endvergütungen und mehr Wettbewerb durch Re-Mailing bei internationalen Briefen für die CEPT.

### 2002-2012: Der Aufstieg des Internet und der IP-Technologie erfordern Breitbandausbau

Im Telekommunikationsbereich wurde der europäische Regulierungsrahmen im Jahr 2002 durch fünf Richtlinien systematisiert und konkretisiert (Marktanalysen, Regulierungsverfügungen etc.) und im TKG 2004 umgesetzt. Das Internet und damit die IP-Technologie tritt ihren Siegeszug an. Voice over IP kommt auf, es wird über Next Generation Networks diskutiert, in denen alle Dienste (Sprache, Daten und Video) über ein integriertes Netz auf IP-Basis erbracht werden und nicht in mehr in getrennten Silos – eine Vision, die längst Realität geworden ist.

Mit dem Internetanschluss als neue wesentliche Telekommunikationsdienstleistung wird der Breitbandausbau ein Thema. Das WIK entwickelt ein analytisches Kostenmodell für das Breitbandnetz, in dessen Rahmen auch Vorleistungsprodukte wie Bitstream-Access – damals für viele noch ein Fremdwort – abgebildet werden können.

Die Bundesnetzagentur richtet 2006 ein hochrangiges Gremium ein, das sich mit IP-Zusammenschaltung beschäftigt. Das WIK unterstützt dieses in Zusammenarbeit mit *Prof. Klaus Hackbarth* und *Prof. Ingo Vogelsang* mit technischen und ökonomischen Studien. Dabei geht es um Transit und Peering sowie die Abrechnungsprinzipien Bill & Keep versus Calling Party Network Pays. Das Thema wird von interessierter Seite immer mal wieder auf die Agenda gebracht – so auch aktuell unter dem Label ‚Fair Share‘.

Im Jahr 2010 richtet die Bundesnetzagentur das NGA-Forum ein, in dessen Arbeitsgruppen Spezifikationen für Vorleistungsprodukte und Prozesse erarbeitet wurden, auf denen die Branche aufsetzen konnte. Diese Arbeit wird auch heute noch fortgesetzt und derzeit mit einem Mandat des Gigabitforums unterstützt. Für das NGA-Forum hat das WIK im September 2011 Ergebnisse eines Forschungsprojektes zu ‚Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbau und seinen Subventionsbedarf‘ auf Basis des ‚WIK NGA-Modell‘ vorgelegt. Ziel war die Bestimmung der nötigen Investitionen, Penetrationsraten, Endnutzerpreise und Subventionen zur Ermittlung profitabler Netzabdeckung und Flächendeckung unter Zugrundelegung verschiedener FTTB/H Architekturen. Da-

bei wurden zwanzig Cluster nach Teilnehmerdichte gebildet. Auch dieses Thema ist derzeit im Kontext des eigenwirtschaftlichen versus geförderten Netzausbaus hochaktuell.

Die Liste der vom WIK veranstalteten internationalen Konferenzen und Workshops mit ausgewiesenen Experten aus Wissenschaft und Markt liest sich wie eine Aufzählung der relevanten Regulierungsthemen, ob es dabei um die ‚ladder of investment‘ im Kontext der Debatte um Infrastrukturwettbewerb vs. Dienstewettbewerb oder um das Plädoyer für zukunftssichere Point-to-Point Architekturen beim FTTH Ausbau geht.<sup>1</sup>

Im Postbereich wird das WIK wesentlicher Berater der Europäischen Kommission, denn es führt die Hälfte aller Post-Sektorstudien für DG Binnenmarkt in Vorbereitung der dritten Postdienste-Richtlinie und der damit verbundenen und europaweiten Liberalisierung im Jahr 2007 durch. Die Unabhängigkeit der Regulierungsbehörden wird durchgesetzt und ERGP (European Group of Regulators for Postal Services) auf Empfehlung einer WIK-Studie eingerichtet. Zum 1. Januar 2008 läuft das Briefmonopol aus. Zuvor hatte der Deutsche Bundestag am 14. Dezember 2007 das Arbeitnehmer-Entsendegesetz zum Mindestlohn für Briefdienste verabschiedet. In dieser Phase unterstützte das WIK die BNetzA mit einem neutralen Gutachten zu Arbeitsbedingungen – dem kontroversen Thema vor dem Ende des Postmonopols.

Seit den Nuller Jahren baut das WIK den Consulting-Bereich aus, erschließt neue Geschäftsfelder – wie die Erstellung von Business-Case Bewertungen und Potentialanalysen für konkrete Ausbauprojekte institutioneller Investoren und Marktteilnehmer und expandiert international mit Projekten u.a. in Australien, Neuseeland, Jordanien der Türkei und den USA und arbeitet nicht nur für die Europäische Kommission, sondern auch für Regulierungsbehörden in vielen EU-Mitgliedsstaaten.

### 2012-2022: Die Aufholjagd bei Glasfasernetzen und Digitalisierung nimmt Fahrt auf...

Mit der Vectoring I- und Vectoring II-Entscheidung der Bundesnetzagentur in den Jahren 2013 und 2016 und dem folgenden Ausbau von Vectoring und den Förderprogrammen des Bundes und der Länder, die den Breitbandausbau in mehreren Ausbausritten vorsahen, wurde der FTTB/H-Glasfaserausbau in Deutschland verzögert und damit verteuert. Die Kostensenkungsrichtlinie wurde 2014 verabschiedet und 2016 im DigiNetzGesetz umgesetzt. Die direkt geltende Netzneutralitätsverordnung trat 2015 in

Kraft, die konkretisierenden Leitlinien von BEREC im August 2016. Die Abschaltung des PSTN/ISDN und Umstellung auf All-IP durch die Telekom wurde im Jahr 2020 vollständig abgeschlossen.

Der neue Kodex trat im Dezember 2018 in Kraft und wurde in Deutschland mit dem TKG 2021 umgesetzt. Die SMP-Guidelines wurden 2018, die Empfehlung zur Liste der relevanten Märkte im Jahr 2020 überarbeitet. Die Überarbeitung der Beihilfeleitlinien ist noch nicht abgeschlossen, ebenso wenig die Überarbeitung der Kostensenkungsrichtlinie. Im Vorfeld all dieser Vorhaben hat das WIK zuvor Studien im Auftrag der Europäischen Kommission durchgeführt.<sup>2</sup> Das WIK hat weitere Studien für DG Connect, DG Wettbewerb und auch im Postbereich für DG Grow erstellt und sich so als einer der führenden Gutachter für die Europäische Kommission behauptet.<sup>3</sup> Daneben wurden auch zahlreiche Projekte für andere Regulierungsbehörden durchgeführt (ACM, BAKOM, BIPT, CNMC, ComReg, EETT, Ofcom, PostReg/PostCom, RTR sowie das europäische Reguliergremium BEREC). Die Diskussionen zu den aktuellen Themen<sup>4</sup> waren wiederum frühzeitig durch internationale Expertenworkshops des WIK flankiert worden. Die Brüsseler WIK-Konferenz hat sich als Diskussionsforum hochrangiger Vertreter der Europäischen Kommission, Regulierungsbehörden und Stakeholder etabliert – in diesem Jahr endlich wieder in Präsenz.

Das neue TKG sieht ein Recht auf Versorgung mit Telekommunikationsdiensten vor, das mit dem Erlass der TK-Mindestversorgungsverordnung im Juni 2022 konkretisiert wurde. Das WIK hat im Auftrag der Bundesnetzagentur gemeinsam mit zafaco als Basis für den Konsultationsprozess eine Studie zur Bestimmung der notwendigen technischen Parameter vorgelegt sowie mit Umlaut eine Studie zu Realisierungsoption einer angemessenen Versorgung über Mobilfunk.

Seit Mitte 2018 wurde mit der Überarbeitung der Förderrichtlinie des Bundes bei neuen Anträgen auf FTTB/H-Netze gesetzt. Die Graue Flecken Förderung trat 2021 in Kraft und ermöglicht ab 1.1.2023 den Wegfall der Aufgreifschwelle. Das WIK setzt sich für den Vorrang des eigenwirtschaftlichen Ausbaus ein und hat Vorschläge erarbeitet, wie der FTTB/H-Ausbau in Deutschland beschleunigt werden kann. In Forschungs- und Auftragsprojekten lenkt das WIK das Augenmerk auch auf die Relevanz der hausinternen Infrastrukturen als Voraussetzung für FTTH-Anschlüsse und weist dabei auf gute Beispiele in anderen Ländern hin.

Der regulierungspolitische Fokus liegt seit einigen Jahren vor allem darauf, die Investitionsbereitschaft in den Ausbau von Hochgeschwindigkeitsnetzen zu steigern und damit verbunden die sektorspezifische Regulierung zurückzuführen. Dabei gilt es im Auge zu behalten, dass angesichts der Größenvorteile von Glasfaseranschlussnetzen in weiten Teilen des Landes vermutlich nur eine solche Netzinfrastruktur entsteht. Wettbewerb wird daher nicht unbedingt ein Selbstläufer sein – trotz aller Beteuerungen der Netzbetreiber, Open Access zu gewähren.

Bei der Bundesnetzagentur wurde ein Gigabitforum eingerichtet, das sich unter anderem mit der Thematik der Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze befasst, die das WIK mit einer Studie unterstützt. Die Umstellung auf Glasfasernetze wird als ein Thema das nächste Jahrzehnt beherrschen.

Wesentliche neue Themenbereiche betreffen OTT-Dienste und Plattformmärkte. Die EU-Kommission hat den Digital Markets Act (DMA) und den Digital Services Act (DSA) verabschiedet, im April 2021 den Entwurf des Artificial Intelligence Act und im Februar 2022 einen Entwurf des Data Act veröffentlicht. Alle diese Gesetzesvorhaben sind wegen der übernationalen Dimension der Problemstellungen als direkt geltende europäische Verordnungen geplant. Für den DMA hatte das WIK die EU-Kommission ebenfalls mit einer Studie unterstützt. Auch für das Europäische Parlament hat das WIK Studien bzw. Workshops zu den entsprechenden Themen durchgeführt<sup>5</sup> und in seinem Forschungsprogramm einen Fokus auf diese Themen gelegt, um eine evidenzbasierte Digitalpolitik zu unterstützen. Für die Bundesnetzagentur wurde in diesem Jahr eine WIK-Studie zu Transit und Peering fertiggestellt, die einen Beitrag zur aktuellen Fair-Share-Debatte leisten kann und eine Studie zur Interoperabilität wird folgen.

Auch die Thematik der Nachhaltigkeit von Telekommunikationsnetzen gewinnt an Bedeutung. Das WIK hat hierzu Studien für Stokab, BEREC und Facebook durchgeführt.

Mit Mittelstand.Digital, der mFund-Begleitforschung und der Geschäftsstelle Stadt.Land.Digital haben sich in den letzten zehn Jahren die wissenschaftliche Begleitung sowie das Management und die Evaluation von Förderprogrammen (‘Begleitforschung’) zu einem weiteren wichtigen Geschäftsfeld entwickelt. Neben der Durchführung von Fachdialogen, Expertenworkshops und Trainings zur Vernetzung von Experten erstellt das WIK dabei Studien zum Einsatz von innovativen Technologien und Anwendungen wie Cloud,

KI, IoT oder Blockchain im Mittelstand, Smart City, lokalen Online-Marktplätzen und Bürger-Apps.

Die Umsetzung der Gigabitstrategie der Bundesregierung, der Ausbau von Glasfasernetzen einschließlich der hausinternen Infrastruktur, die Abschaltung des Kupfernetzes, der Erhalt wettbewerblicher Rahmenbedingungen, Plattform- und Datenökonomie, die Digitalisierung von Prozessen in Unternehmen und Verwaltung und die damit verbundenen Nachhaltigkeitsfragen – all diese Themen werden uns in den nächsten zehn Jahren weiter beschäftigen und wir freuen uns auf die Herausforderungen.

Cara Schwarz-Schilling

- 
- 1 NGN im Jahr 2005, Bill&Keep im April 2006, Netzneutralität schon 2007, VDSL im Jahr 2007, ‚Infrastrukturwettbewerb vs. Dienstewettbewerb beim Breitbandzugang‘ im Jahr 2008, bei dem das Paradigma der ‚ladder of investment‘ diskutiert wird, ‚Challenges for FTTH/B in Europe im Jahr 2009‘ – wo bereits die Zukunftssicherheit von Punkt-zu-Punkt Architektur thematisiert wurde, ‚Fibre Networks: Demand and analyses of costs and benefits‘, Juni 2011, ‚Bundling and multi-play: Does it require a new regulatory paradigm?‘ Mai 2011, New ex ante remedies against margin squeeze, November 2012, Mobile broadband – competitive dynamics and policy implications, das erst mit dem iPhone ab dem Jahr 2008 begonnen hat Relevanz zu erlangen, September 2012
  - 2 Support for the preparation of the impact assessment accompanying the review of the regulatory framework for e-communications (2016),
  - 3 Study on the impacts of the extension of the scope of the geo-blocking regulation to audiovisual and non-audiovisual services giving access to copyright protected content (2020), Technological developments and roaming (2019), Supporting the implementation of CEF2 Digital (2020), Support study accompanying the Commission Notice on the evaluation of the definition of relevant market for the purposes of Community competition law (2021), Support studies for the evaluation of the vertical Block Exemption Regulation and guidelines (2021), Development of Cross-border E-commerce through Parcel Delivery (2019), User Needs in the Postal Sector and Evaluation of the Regulatory Framework (2020), International Postal Service, Remuneration and Regulation (2020).
  - 4 Superfast Broadband - A Lack of Supply or a Lack of Demand?, November 2013, Neue Geschäftsmodelle für Smart Grids & Smart Markets, Juni 2013, New pricing rules for copper and fibre access, the modern equivalent asset approach, März 2013, WIK Seminar Relevant Markets, 2014, Access and interoperability conditions, 2015, New Code, new challenges for the Gigabit society 2019
  - 5 Over-the-top (OTTs) players: Market dynamics and policy challenges (2015), Workshop on Digital Services Act & Digital Markets Act: Opportunities and challenges for the digital single market and consumer protection (2021), The impact of targeted advertising on advertisers, market access and consumer choice (2021) sowie vom WIK selbst veranstaltet ‚What next for the Digital single market? Platforms. Data. Policy.‘ October 2018



## Wettbewerbsverhältnisse auf den Transit- und Peeringmärkten

Die Verbindung zwischen Netzen (Autonomen Systemen) 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 Transitzkosten zu vermeiden und/oder die Qualität der Netzzusammenschaltung (Interconnection) durch Peering zu erhöhen, können sich Netzwerkbetreiber sowohl an öffentlichen Internetknotenpunkten als auch direkt untereinander zusammenschalten (peeren).

Mit der Beliebtheit von „Over-the-top“-Diensten im Audio- und Videostreamingbereich erzeugen insbesondere Endkunden einen immer asymmetrischeren Datenfluss zwischen den Netzen ihrer Internet Service Provider und deren Interconnection-Partnern, welche diese Inhalte vornehmlich durchleiten. Mit Hilfe von Content Distribution Networks (CDNs) werden populäre Inhalte von Diensteanbietern in geografisch verteilten Serverarchitekturen gespeichert und so die Distanz zwischen Endkunden und dem Speicherort der Inhalte minimiert. Damit reduziert sich die bei der Datenübertragung zum Endkunden relevante Übertragungstrecke, womit eine Vielzahl von (potentiell ausgelasteten) Knotenpunkten und Übertragungswegen vermieden und die Übertragungsqualität erhöht werden kann.

Vor dieser Ausgangslage werden in dieser Studie zunächst die Prognosen und ökonomischen

Schlussfolgerungen der BEREC-Studie zur IP-Zusammenschaltung aus 2017 aufgegriffen, validiert und um weitere Untersuchungsgegenstände, insbesondere Aspekte der Digitalen Souveränität, ergänzt. Dabei werden die Markt- und Wettbewerbsentwicklungen der letzten fünf Jahre im Bereich IP-Interconnection aufgearbeitet und die Trends der nächsten Jahre in der Branche identifiziert.

### Die Marktentwicklungen seit 2017

Der von BEREC in 2017 antizipierte Trend sinkender jährlicher Wachstumsraten beim Datenverkehr hat sich seit dieser Zeit in ein stabiles jährliches Wachstum von 22% in Westeuropa und 27% in Mittel- und Osteuropa gewandelt. Treiber dieses Verkehrswachstums sind nach wie vor Videostreaming- und jetzt auch Cloud-Dienste. Zwar machte der Verkehrsanteil von Videostreaming in 2020 nicht 80% aus, wie BEREC in 2017 erwartete, doch wird ein Anteil von ca. 80% des Verkehrs gemeinsam von den drei Segmenten Video, Soziale Medien und Videospiele erreicht. Dadurch hat die Asymmetrie des Datenverkehrs zunächst weiter zugenommen.

Durch die Pandemie hat sich hier jedoch eine Trendwende eingestellt. Infolge der Home Office-Nutzung und insbesondere durch den drastischen Anstieg (+300%) bei Videokonferenzen ist die Asymmetrie des Verkehrs von ca. 1:10 auf ca. 1:9 zurückgegangen. Darüber hinaus hat die COVID-19-Pandemie einen relativ plötzlichen Anstieg des gesamten IP-Verkehrs verursacht. Dieser exogene Schock verursachte innerhalb von Tagen Verkehrssteigerungen von 20 bis 30% mit

einer großen Streuung in und zwischen den Ländern. Derzeit gibt es Indikationen dafür, dass sich die höheren jährlichen Wachstumsraten seit Beginn der Pandemie auf diesem Niveau einpendeln. Allerdings lässt sich die Nachhaltigkeit dieses kurzfristigen Trends gegenwärtig noch nicht verlässlich abschätzen.

Insgesamt hat sich der Internetverkehr seit 2017 weiter und stärker auf wenige Akteure konzentriert. Inzwischen machen 5-6 Dienste- und Inhaltenanbieter (CAPs) deutlich mehr als 50% des gesamten Datenverkehrs aus. 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. Eine immer stärkere Bedeutung gewinnen auch CDNs - und hier insbesondere der On-Net CDN-Verkehr. Als On-Net CDNs werden die Teile der CDN-Infrastruktur bezeichnet, die nicht an zentralen Übergabepunkten, sondern innerhalb der Netze von Internet Service Providern (ISPs) platziert sind. Hierdurch können die Pfade zur Auslieferung von Inhalten weiter verkürzt und die Interconnection-Kapazitäten des ISPs und des CAPs entlastet werden. Global hat sich der On-Net CDN-Verkehr von 2017 bis 2020 nahezu verdreifacht und wird sich nach Expertenschätzungen bis 2022 noch einmal verdoppeln.

Für die Verrechnung von IP-Interconnection dominiert nach wie vor der Bill&Keep-Ansatz. Die Abgeltung von Transit und Peering, soweit diese entgeltlich geschieht, erfolgt kapazitätsbasiert am Point of Interconnection (POI). Der Trend zu sinkenden Transitpreisen hat sich kontinuierlich fortgesetzt. In den letzten Jahren sind die Preise durchschnittlich um 20% p.a. gesunken. Kostete das Mbps an Transit-Verkehr 2015 noch 0,63 USD, sind es heute weniger als 0,20 USD und in vielen Fällen auch weniger als 0,10 USD. Die Kosten der Netzkomponenten, die für Peering und Transit eingesetzt werden, sinken stetig weiter. Die messbare Preisentwicklung bei Transit- und bei IXP-Leistungen scheint dem Grad der Kostensenkung bei den Netzkomponenten zu entsprechen. Daher waren und sind sinkende Preise getrieben durch technischen Fortschritt und Wettbewerb im Transit-Markt, sowie durch Peering und On-Net CDNs. Die Erhöhung im On-Net CDN-Verkehr geht damit zu Lasten von Peering- und Transit-Verkehr. Im Umkehrschluss reduziert sich damit der von ISPs potentiell durch (partiellen) Transit oder Paid-Peering monetarisierbare Interconnection-Verkehr. Für ISPs, die bisher für die Zulieferung dieses Traffics auf Transit angewiesen waren, reduzieren sich damit allerdings auch die bisherigen Transitkosten. Da die letztere Situation eher auf kleinere ISPs und die vorgenannte auf größere ISPs zutrifft, lassen sich da-

durch auch Unterschiede in der Akzeptanz von On-Net CDNs unter den ISPs erklären.

Anders als von BEREC in 2017 erwartet, hat die relative Bedeutung des Verkehrsaustauschs über Internet Exchange Points (IXP) trotz weiter wachsenden Verkehrs nicht zugenommen, sondern sogar abgenommen. In Deutschland werden nur noch ca. 25% (oder weniger) des Verkehrs über den DE-CIX, den zentralen Internetknotenpunkt in Frankfurt, 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. Auch große Inhaltenanbieter sind dort vertreten und bedienen über IXPs viele kleine Internetanbieter, mit welchen direkte Interconnection-Vereinbarungen sonst nicht lohnenswert erscheinen. Damit reduziert die Verfügbarkeit dieser Inhaltenanbieter an IXPs die Transitkosten für kleinere Internetanbieter und die Qualität für Endnutzer.

Dabei sind die jeweiligen Peering Policies von ISPs und CAPs 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 in ihrem Netz zu.

### Streitfälle zu IP-Interconnection

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 im Rahmen dieser Studie bestätigt. Der bekannteste Fall zwischen ISPs 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. 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.



Ein anderer 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.

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. Medien nahmen einen Beitrag von Hetzner auf dessen 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>1</sup> Hetzner beschreibt, dass etwa zwei Drittel des Netzwerkverkehrs über kostenneutrale direkte Peerings ausgetauscht werden, 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 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 seiner Internetseite<sup>2</sup>, wonach das Unternehmen nun für alle Kunden ein kostenloses direktes Peering mit der Deutschen Telekom bereitstelle. Hetzner wirft der Deutschen Telekom vor, entgegen branchenüblichen kostenneutralen Peerings eine Zahlung sowohl von Hetzner als auch von 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.

Ein vergleichbarer Fall ereignete sich während der Corona-Pandemie. Zu dieser Zeit sah sich das Deutsche Forschungsnetz mit steigendem Datenverkehr durch mehr Heimarbeit und überlastete Übergabepunkte 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 wick 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>3</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.

Anhand dieser Fälle wird ersichtlich, dass insbesondere größere ISPs versuchen, Interconnection zu kostenpflichtigen Konditionen zu erzielen. Die aktuelle politische Diskussion um eine Beteiligung großer CAPs an den Infrastrukturkosten europäischer Netzbetreiber verdeutlicht die intensiven Lobby-Bemühungen der Netzbetreiber, um das Sending Party Network Pays (SPNP)-Abrechnungsprinzip für die Zusammenschaltung in Europa auf gesetzlicher Basis durchzusetzen.

### **Südkorea – Leuchtendes oder abschreckendes Beispiel?**

Als bislang einziges Land hat Südkorea auf gesetzlicher Basis das SPNP-Abrechnungsprinzip für IP-Transit in 2016 eingeführt. Das Gesetz verpflichtet 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>4</sup>

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 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>5</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, erließ 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 dabei große inländische und ausländische CAPs dazu verpflichtet, Netzentgelte an die ISPs zu entrichten. Verpflichtet sind CAPs, die eine durchschnittliche tägliche Nutzerzahl von mehr als 1 Million 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>6</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>7</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 es die Parteien bei der Entgeltfestlegung selbst explizit auf die privatautonome Verhandlung(spflicht). Nachdem sich Netflix weiter weigerte, über Netzentgelte zu verhandeln, erhob SKB Klage vor dem District Court, um Netflix explizit zur Zahlung von Netzentgelten zu verpflichten.<sup>8</sup> SKB verlangte von Netflix eine Zahlung in Höhe von 22,9 Mio. USD für 2020. Neben Netflix weigert sich auch 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>9</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 Googles Apricot, Facebooks Echo sowie Bitfrost nicht mehr in Korea anlanden.<sup>10</sup>

## Schlussfolgerungen

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 zur Kasse gebeten, während die klassischen Telekommunikationsdienste im Festnetz häufig in Form einer Flatrate abgerechnet werden. Im Festnetz stellen Flatrates auch das am weitesten verbreitete Geschäftsmodell für die Konnektivität zum Internet 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 wie Abonnements erfolgen.

Ebenso wie der Aufbau eines Netzwerks hohe Sunk Costs verursacht, entstehen auch durch die Produktion von neuen Inhalten hohe einmalige Kosten. 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. Dies stellt für CAPs einen großen Anreiz zum Aufbau eigener (On-Net) CDN-Strukturen und zum Schließen von Peering-Vereinbarungen 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>11</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>12</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.

In dem Streitfall zwischen dem deutschen Hosting-Anbieter Hetzner und der Deutschen Telekom wird Hetzner vom Branchenportal 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>13</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>14</sup>

Letztlich dokumentieren diese und vergleichbare Fälle zunächst ein wahrgenommenes Ungleichgewicht der relativen Marktmacht. Dieses wurde im Fall von Netflix in den USA während der Peering-Verhandlungen ökonomisch zwischen den beteiligten Parteien ausgeglichen. 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.

Daher bemühen sich europäische ISPs derzeit insbesondere durch intensive Lobbyarbeit um einen Wechsel hin zu einem SPNP-Abrechnungsprinzip für

IP-Transit auf politischem Weg. Südkorea wird in diesem Zusammenhang häufig als leuchtendes Beispiel proklamiert. Allerdings ist die gesetzliche Regelung in Südkorea infolge der dargestellten negativen Implikationen stark unter Druck. Open Net Korea und 13 andere NGOs sehen darin eine Verletzung der Netzneutralität.<sup>15</sup> Sie appellieren an den zuständigen Minister, das Gesetz zu revidieren und hierbei insbesondere die SPNP-Regel wieder abzuschaffen. Abecassis und Kende argumentieren hierzu, 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>16</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. 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 bereits einige CAPs entschieden, Verkehr für Korea nur außerhalb von Korea auszutauschen (in Asien oder den USA). Hierdurch haben sich sowohl die Transitkosten für ISPs als auch das Risiko für eine schlechtere Qualität der Dienste erhöht.

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

Mit Blick auf die Konsequenzen in Südkorea erscheint die aktuelle Diskussion über eine „faire Beteiligung“ von CAPs in Europa fehlgeleitet und der vorgeschlagene SPNP-Ansatz als nicht zielführend, um die Herausforderungen des Netzausbaus in Europa effizient und unter Vermeidung negativer Konsequenzen für die Verbraucher zu bewältigen.

Lukas Wiewiorra

- 1 Kuch (2015).
- 2 Hetzner (2020).
- 3 DFN (2021).
- 4 Miller (2021).
- 5 Kwang et al. (2021)
- 6 Open Net Korea (2020).
- 7 Kwang et al. (2021).
- 8 Lee (2021).
- 9 Park & Nelson (2021).
- 10 Google (2021a), Facebook (2021)
- 11 Engebretson (2013).
- 12 Wang & Ma (2020).
- 13 Kuch (2015).
- 14 Hetzner (2020).
- 15 Open Net Korea (2020).
- 16 Abecassis & Kende (2020).

#### Literatur

- Abecassis, D. & Kende, M. (2020). „IP interconnection on the internet: a white paper“. Analysys Mason. Abgerufen von: <https://www.analysys-mason.com/consulting-redirect/reports/ip-interconnection-korea-white-paper/>.
- 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/>.
- 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.
- 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.
- Hetzner (2020). „Ab sofort direktes Peering mit der Deutschen Telekom“. Abgerufen von: <https://www.hetzner.com/de/news/03-20-dtag/?country=de>.
- 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>.
- 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/>.
- Miller, J. (2021). „2021 Global Pricing Trends in 20 Minutes“. Telegeography. Abgerufen von: <https://blog.telegeography.com/2021-global-pricing-trends-in-20-minutes>.
- 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.
- 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.

## Potentiale zur Beschleunigung des Breitbandausbaus

WIK-Consult hat für das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) Ende letzten Jahres eine Studie zu den Potentialen zur Beschleunigung des Breitbandausbaus erstellt.

Ausgangspunkt der Studie waren Analysen der zugrundeliegenden Prozesse, der rechtlichen Rahmenbedingungen und die Identifikation der Herausforderungen, die beim Ausbau von mobilen und leitungsgebundenen Breitbandnetzen zu beobachten sind. In der Folge haben wir zehn Best-Practice-Beispiele analysiert und Expertengespräche mit verschiedenen Beteiligten geführt, um Empfehlungen zu identifizieren, die sich auf andere Ausbauprojekte übertragen lassen. Ergänzend wurden auch internationale Best-Practice-Beispiele ausgewertet. Auf dieser Grundlage wurden Lösungsansätze herausgearbeitet und Handlungsempfehlungen für das BMDV entwickelt.

Alle Best Practice Beispiele zeigen, dass die Motivation und Eigeninitiative der beteiligten Akteure auf Projektebene entscheidende Elemente für die Beschleunigung des Netzausbaus sind. In den meisten Fällen gelang es durch eine Kombination aus Engagement und Pragmatismus mit der erforderlichen Rückendeckung der Entscheidungsträger durch kreative Lösungsansätze spürbare Fortschritte zu erzielen.

In inhaltlicher Hinsicht lassen sich aus den betrachteten Best Practice Beispielen Empfehlungen ableiten, die für den Mobilfunk- und den Festnetzausbau gleichermaßen auf Beschleunigungspotentiale hinweisen. Folgende Hebel erscheinen auf Basis der Untersuchungsergebnisse von besonderer Relevanz:

1. Verbesserung der Kommunikation
2. Bildung von größeren Ausbauclustern
3. End-to-End Digitalisierung der Prozesse
4. Vereinfachung der Genehmigungsprozesse
5. Abschluss von Rahmenverträgen
6. Stärkung der Fachkompetenzen auf Ebene der Gebietskörperschaften.

Von den sechs Hebeln haben die vier erstbenannten eindeutig die größte Relevanz. Rahmenverträge sind inzwischen übliche Praxis und bieten daher nur dort Beschleunigungspotential, wo sie sich noch nicht im Einsatz befinden. Auch die Stärkung der fachlichen Kompetenz auf Seiten der Verwaltung stellt (inzwischen) in vielen Gebietskörperschaften kein vordringliches Problem mehr dar.

### Verbesserung der Kommunikation

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Kommunikation bestehen mit Blick auf alle Beteiligten und Schnittstellen im Festnetz und Mobilfunk. Dementsprechend adressieren die Lösungsvorschläge zahlreiche der Herausforderungen, die beim Mobilfunk- und Festnetzausbau zu beobachten sind. Unter den Lösungsansätzen zur Verbesserung der Kommunikation lassen sich der frühzeitige Austausch über geplante Ausbauprojekte (Vorabbesprechungen, Ortsbegehungen), die Definition fester Ansprechpartner (Key Account Prinzip bzw. One-Stop-Shopping) mit regelmäßigen Jour Fixes zwischen den Stakeholdern, der Zugang zu Standortinformationen durch Bereitstellung von Informationen über öffentliche Gebäude und Grundstücke, die Initiierung von Moderations- und Mediationsverfahren bei strittigen Bauvorhaben (insbesondere im Mobilfunk) und die Versachlichung der Diskussion über die Zurverfügungstellung fundierter Informationen und die Beteiligung unabhängiger Dritter subsumieren.

Eine Reihe von Aktivitäten wurden in diesem Bereich durch das BMDV überwiegend über das Gigabitbüro des Bundes initiiert. Auch auf Landesebene werden Maßnahmen getroffen, wie z. B. die landesseitige Förderung von Mobilfunkkoordinatoren auf Ebene der Kreise und kreisfreien Städte, um den Mobilfunkausbau zu unterstützen, in NRW.<sup>1</sup>

Grundsätzlich weisen die Erfahrungen der Ansprechpartner darauf hin, dass dezentrale Rückkoppelungsmöglichkeiten auf regionaler Ebene, wie sie in Bayern oder Nordrhein-Westfalen existieren, als hilfreich angesehen werden, da die dortigen Ansprechpartner mit den Gegebenheiten vor Ort besser vertraut sind und konkrete Hilfestellungen leisten können. Dies wurde insbesondere im Förderkontext als ein Vorteil am bayerischen Förderprogramm hervorgehoben, wo die Breitbandbeauftragten auf Ebene der Regierungsbezirke eine wichtige Rolle einnehmen. In den Bundesländern, wo entsprechende Koordinatoren nicht vorhanden sind und etwaige Stellen aufgrund der Haushaltssituation nicht eingesetzt werden können, stellt sich die Frage, ob der Bund gegebenenfalls unterstützen könnte.

Ein zweiter Ansatz zur Vereinfachung der Kommunikation besteht im Zusammenschluss zu größeren Clustern auf Kreis- und/oder über Kreisgrenzen hinweg.

Hierdurch lassen sich die Zahl der Ansprechpartner reduzieren, Know-how gezielt aufbauen und Kapazitätsengpässe vermeiden. Ebenfalls einen wichtigen Beitrag zu funktionierenden Kommunikationsprozessen würde die Digitalisierung der relevanten Prozesse und Informationen leisten.

Auf Landesebene wurden zudem Maßnahmen ergriffen, die den Zugang zu Standorten für die Errichtung von Sendemasten erleichtern. Dazu gehört z. B. die Möglichkeit, Standorte der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zu nutzen. Auch geeignete Landesliegenschaften werden zur Verfügung gestellt. In fast allen Bundesländern wurden bereits Kompetenzstellen, Task Forces oder Behörden als Koordinationsstellen eingerichtet und Mobilfunkpakete oder -initiativen für den Austausch mit den Mobilfunknetzbetreibern gebildet. Musterverträge sind in Abstimmung oder wurden bereits erarbeitet.<sup>2</sup>

Mit Blick auf den Mobilfunkausbau kommt schließlich dem Thema elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt eine wichtige Rolle zu. Hier sollte ein offener Dialogprozess unter Beteiligung der ausbauenden Unternehmen und unabhängigen Sachverständigen initiiert und die Ergebnisse breit und über die fachliche Community hinaus in der Öffentlichkeit kommuniziert werden. Die Initiative „Deutschland spricht über 5G“<sup>3</sup> soll hierzu einen Beitrag leisten. Parallel sollten betroffenen Kommunen mit konkreten umstrittenen Ausbauvorhaben eine fachliche Begleitung bei den Moderations- und Mediationsverfahren angeboten werden, bei denen auf die bereits vorhandenen fachlichen Informationen zurückgegriffen wird, um die Diskussion zu versachlichen. Hierbei könnte die MIG eine wichtige Rolle spielen.

### **Bildung größerer Ausbaucuster**

Der Zusammenschluss von Gemeinden, Kommunen und Kreisen zu größeren Clustern und die damit verbundene Entwicklung und Umsetzung von Breitbandstrategien, die idealerweise sowohl den geförderten und eigenwirtschaftlichen Ausbau in Mobilfunk und Festnetz umfassen, stellt aus unserer Sicht den zweiten großen Hebel zur Beschleunigung der Ausbaupraxis dar.

Grundsätzlich liegt die Initiative dafür, größere Cluster auszugestalten und überregionale Strategien zu entwickeln und umzusetzen, auf der Ebene der direkt Beteiligten. Gleichwohl kann auch der Bund entsprechende Aktivitäten unterstützen. Ein Ansatzpunkt hierfür ist der direkte Austausch mit den Ländern, kommunalen Spitzenverbänden und Institutionen wie

dem Deutschen Städtetag. Parallel kann im Rahmen des EWA-Portals des GBB der Zusammenschluss von Kommunen zu größeren Gebieten angeregt werden oder auch Landkreise können angesprochen werden, um die Bildung von Ausbaucustern anzustoßen.

Für das Bundesministerium für Digitales und Verkehr bietet die Bildung größerer Ausbaucuster im Förderkontext ein starkes Potential für die Beschleunigung des Netzausbaus. Eine Konzentration auf eine geringere Zahl von größeren Förderprojekten ermöglicht die Nutzung von Synergien und Skaleneffekten und kann einen flächendeckenden Netzausbau unterstützen.

### **Digitalisierung**

Den dritten großen Hebel zur Beschleunigung des Breitbandausbaus stellt die vollständige Digitalisierung der Genehmigungsprozesse dar. Unter diesem Punkt können auch unterstützende Maßnahmen bei der Einführung und Weiterentwicklung von GIS sowie falls erforderlich die Beseitigung von personellen und Hardware-Engpässen innerhalb der Verwaltung zu subsumiert werden. Außerdem beinhaltet die Digitalisierung i. d. R. auch eine Standardisierung und Vereinheitlichung von Prozessen.

Im Rahmen der Umsetzung des Onlinezugangsgesetzes hat das Digitalisierungslabor Breitbandausbau eine digitale Lösung für Genehmigungsprozesse im leitungsgebundenen Breitbandausbau entwickelt. Damit dieses Vorhaben sein Potential zur Einsparung von Transaktionskosten realisieren kann, ist es wichtig, dass dieses Verfahren nicht nur in den Bundesländern zum Einsatz kommt, die das Vorhaben initiiert und befördert haben, sondern auch im Rest der Republik. Mit dem Start der Graue-Flecken-Förderung wurden Onlineplattformen eingerichtet, die einen wichtigen Beitrag zur Beschleunigung des geförderten Netzausbaus leisten können. Über die Onlineplattformen können Antrags-, Bewilligungs-, Abrechnungs- und Nachweisverfahren digitalisiert durchgeführt werden.<sup>4</sup> Auch die durchzuführenden Markterkundungsverfahren können über Onlineplattformen initialisiert werden.<sup>5</sup>

Anfang 2021 ist die vom Landkreis Nordwestmecklenburg im Rahmen des OZG entwickelte digitale Lösung für Bauanträge in Mecklenburg-Vorpommern eingeführt worden. Analog zur vom Digitalisierungslabor entwickelten Lösung für die Leitungsverlegung nach § 127 TKG (§ 68 TKG alt) wird der digitale Bauantrag anderen Bundesländern als „Einer für Alle“-Lösung bereitgestellt. Manche Länder haben bereits angekündigt, das digitale Baugenehmigungsverfahren zu übernehmen. Andere Länder oder auch Kommunen

haben bereits eigene Portale entwickelt. Es bleibt abzuwarten, wie sich die flächendeckende Umsetzung entwickelt und welchen Beitrag digitale Bauanträge für die Beschleunigung der Genehmigungsprozesse von Mobilfunknetzbetreibern leisten können.<sup>6</sup>

### Vereinfachung von Genehmigungsprozessen

In 2020 und 2021 wurden diverse gesetzliche Änderungen auf Bundesebene vorgenommen, die der Beschleunigung des Netzausbaus dienen sollen.<sup>7</sup> Auch bei der Überarbeitung des Telekommunikationsgesetzes wurden entsprechende Änderungen vorgenommen, die die Anregungen aus dem Markt für die Beschleunigung des Ausbaus aufgreifen. Es bleibt nun abzuwarten, wie sich diese auf die Ausbauaktivitäten auswirken.

Bei der Erschließung von Mobilfunkstandorten sind neben dem Bundesrecht die unterschiedlichen landesrechtlichen Vorschriften im Baurecht betroffen (Bauordnungen der Länder), wo der Bund über keine Gesetzgebungskompetenz verfügt. Die Bauministerkonferenz hat zwar bereits im September 2019 eine Änderung der Musterbauordnung beschlossen, die der Beschleunigung des Mobilfunknetzausbaus dienen soll. Darüber hinaus wurde auf der Bauministerkonferenz im September 2020 Vollzugshinweise in Bezug auf die baurechtliche Genehmigung von Mobilfunkanlagen beschlossen, die ebenfalls auf eine Beschleunigung des Mobilfunknetzausbaus abzielen. Diese sind jedoch noch nicht in allen Bundesländern umgesetzt worden. Dies sollte kurzfristig geschehen.

Auch beim Leitungsausbau im Festnetz bleibt das Baurecht auf Landesebene häufig hinter den Vorgaben aus dem Telekommunikationsgesetz zurück,

beispielsweise bei der Verlegung von hausinternen Infrastrukturen bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen.<sup>8</sup> Die Regelung im TKG zu hausinternen Infrastrukturen bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen sollte durch untergesetzliche Normen z. B. auf Landesebene ergänzt werden, die Wirksamkeit der Regelung im TKG sicherstellen. Idealerweise wäre eine entsprechende Planung der hausinternen Infrastruktur Voraussetzung für die Baugenehmigung, wobei der Fokus dabei auf einer Ausstattung mit Glasfaser liegen sollte. Gleichzeitig müssten die zuständigen Behörden benannt werden, die die Umsetzung der Regelung überprüfen sollen.

Zudem erscheint eine stärkere Harmonisierung über die Erstellung eines mindestens auf Landesebene einheitlichen Standard-Anforderungskatalogs an den Einsatz mindertiefer Verlegemethoden sinnvoll. Dieser könnte im Baurecht verankert werden und einen Rahmen dafür setzen, welche Methoden in welchem Kontext eingesetzt werden können.

Der Abschluss von Muster- und Rahmenverträgen zwischen Kommunen/Landkreisen und den Netzbetreibern hat sich in einigen der Best Practices als wichtiges Element für einen schnellen Netzausbau erwiesen. Zudem kann in den Rahmenverträgen spezifiziert werden, welche Unterlagen für einen vollständigen Antrag vorgelegt werden müssen.

Die aus den Lösungsansätzen für das BMDV abgeleiteten Handlungsempfehlungen sind in einer Übersicht in Tabelle 1 (S. 8) aufgeführt.

Sonia Strube Martins, Christian Wernick

Tabelle 1: Katalog der Handlungsempfehlungen für das BMDV

<b>Anwendungsbeispiel</b>
<p><b>Bildung größerer Ausbaucuster</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung einer Fördermittelbedarfskarte</li> <li>• Definition einer Mindestgröße für Fördergebiete</li> <li>• Verbesserte Koordination von eigenwirtschaftlichem und geförderten Ausbau</li> <li>• Unterstützung größerer Ausbaucuster im Austausch mit den direkt Beteiligten (z. B. im EWA-Portal)</li> <li>• Muster- und Rahmenverträge für die Koordination des eigenwirtschaftlichen und geförderten Ausbaus</li> <li>• Durchsetzung von PtP-Architektur in Rahmenverträgen</li> </ul>
<p><b>Verbesserung der Kommunikation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursachen für Verzögerungen bei der Erschließung von Mobilfunkstandorten identifizieren und auf dieser Grundlage Evaluation der bestehenden Maßnahmen und Aktionsplan</li> <li>• Evaluation der Tätigkeit des GBB und bei Bedarf Anpassungen z. B. der Themenschwerpunkte und des Umfangs der Workshops</li> <li>• Beschleunigung der Digitalisierung</li> <li>• Prüfung, ob bestehende Gremien zu Lösungen beitragen können oder ggf. eine neue Task Force gegründet werden sollte (Einbindung der Bundesministerien, Länder und kommunalen Vertreter, TK-Unternehmen), um z. B. die Digitalisierung und Vereinfachung von Genehmigungsprozessen voranzutreiben</li> </ul>
<p><b>Vereinfachung der Genehmigungsverfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollumfängliche Umsetzung der TKG-Regelungen zur Inhausverkabelung im Baurecht</li> <li>• Beförderung des Einsatzes alternativer Verlegemethoden durch entsprechende rechtliche Regelungen</li> <li>• Muster- und Rahmenverträge für die Vermietung von Mobilfunksendestandorten und den Einsatz von alternativen Verlegemethoden</li> <li>• Bündelung von Genehmigungen</li> <li>• Rahmenverträge für größere Ausbaucuster</li> <li>• Jahresgenehmigungen für Ausbauprojekte</li> <li>• Leitlinien für Standardanforderungskatalog für Genehmigungsunterlagen</li> </ul>
<p><b>Digitalisierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindlichkeit der Implementierung digitaler end-to-end Lösung erhöhen</li> <li>• Prüfung der Potentiale des auf EU-Ebene beschlossenen Digital Single Gateway und Erarbeitung eines Anforderungskatalogs für den Digital Single Gateway als zentralen online Zugang für den Breitbandausbau</li> </ul>

1 Vgl. <https://www.wirtschaft.nrw/mobilfunk-nrw>.

2 In Nordrhein-Westfalen wird ein Mietvertrag für Flächen zu Errichtung einer Mobilfunkanlage zwischen dem Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW und den Mobilfunknetzbetreibern abgestimmt. Im Saarland gibt es Rahmenverträge zur Anmietung landeseigener Liegenschaften und die Bereitstellung von Daten ist geplant. Vgl. Fachkommission Städtebau und Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz (2020): Hinweise zur baurechtlichen Beurteilung von Mobilfunkanlagen beschlossen durch die Bauministerkonferenz am 25. September 2020, elektronisch [hier](#) verfügbar.

3 Vgl. <https://www.deutschland-spricht-ueber-5g.de/>.

4 Vgl. dazu die [Informationen](#) auf der Internetseite des BMDV

5 Vgl. dazu die [Informationen](#) auf der Internetseite des BMDV

6 Vgl. <https://www.regierung-mv.de/Aktuell> und [www.bauportal.nrw](http://www.bauportal.nrw)

7 Hiervon waren nach Angaben des BMDV das Bundesfernstraßengesetz (FStrG), Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO), Baugesetzbuch (BauGB), Baunutzungsverordnung (BauNVO), Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG), Personenbeförderungsgesetz (PBefG) betroffen.



## Mittelstand-Digital informiert über den Einsatz der Technologien Cloud & KI in KMU

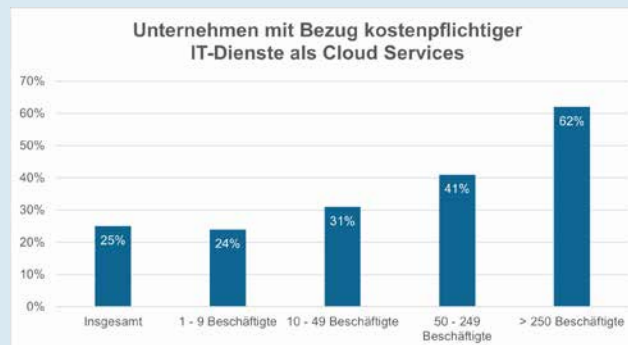
In der zurückliegenden Periode und vor allem seit Beginn der Corona-Pandemie haben die Cloud-Computing-Technologie sowie die Künstliche Intelligenz (KI) sowohl in der Politik und Wissenschaft als auch in der breiten Öffentlichkeit merklich an Aufmerksamkeit und Bedeutung gewonnen. Immer stärker rückt dabei die Frage in den Fokus, wie es gelingen kann, dass auch der Mittelstand, der für die deutsche Volkswirtschaft mit seinen ca. 3,5 Millionen Unternehmen<sup>1</sup> eine beachtenswerte Kenngröße darstellt, in einem breiten Ausmaß von den Vorteilen der Technologien profitieren kann. Im Hinblick auf die Diffusion in den Mittelstand scheint hier eine breit angelegte Sensibilisierung der KMU über Chancen, Hemmnisse und konkrete Anwendungsszenarien der beiden Technologien erforderlich.

Hinsichtlich der aktuellen Diffusion der Cloud-Computing-Technologie in die deutsche Unternehmenslandschaft, ist etwa anhand von Abbildung 1 erkennbar, dass der Einsatz dieser im deutschen Mittelstand weniger verbreitet ist als in Großunternehmen: Während 25% aller Unternehmen kostenpflichtige IT-Dienste als Cloud-Services beziehen, macht dies bei den Kleinstunternehmen (Unternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten) nur einen Anteil von 24% aus, während unter den Großunternehmen (Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten) bereits 62% solche kostenpflichtigen IT-Dienste nutzen. Der Trend, dass größere Unternehmen eher Cloud-Services beziehen, als kleinere Unternehmen bestätigt sich auch mit Blick auf die übrigen in Abbildung 1 dargestellten Unternehmensgrößenklassen.

Hinsichtlich des Einsatzes von KI ergibt sich ein ähnliches Bild: Zwar ist anhand von Abbildung 2 zu erkennen, dass es seit Beginn der Corona-Pandemie bzgl. des Einsatzes der Technologie im Mittelstand einen enormen Schub gegeben hat, dennoch liegt der Anteil der KMU, die die Technologie einsetzen auch im Jahr 2021 mit 17,6% noch deutlich unter dem der Großunternehmen. In dieser Unternehmensgrößenklasse setzen gar 40% auf den Einsatz von KI. Mit Blick auf die Adaptionsraten bestätigt sich auch hier der oben angesprochene Trend, dass Großunternehmen eher KI einsetzen als KMU.

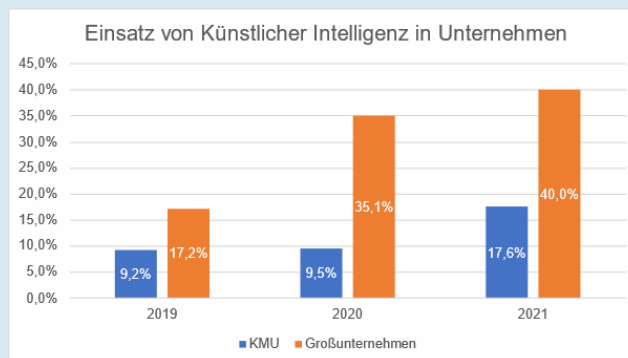
Demnach ist klar erkennbar, dass Großunternehmen in der Planung und im tatsächlichen Einsatz der Technologien Cloud und KI kleineren Unternehmen einen

Abbildung 1: Unternehmen mit Bezug kostenpflichtiger IT-Dienste als Cloud Services.



Quelle: Destatis (2021), Nutzung von Cloud Computing nach Beschäftigtengrößenklassen, [hier](#) abrufbar

Abbildung 2: Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Unternehmen



Quelle: IW (2021), Wie KMU Künstliche Intelligenz nutzen, [hier](#) abrufbar

Schritt voraus sind. Um diesen „Digital Gap“ zwischen KMU und Großunternehmen zu schließen, scheint ein weiteres Informieren bzw. Qualifizieren von KMU im Hinblick auf die genannten Technologien für die deutsche Wirtschaft unerlässlich zu sein.

Die bei WIK-Consult angesiedelte Begleitforschung des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital“ führte in Zusammenarbeit mit den Zentren des Netzwerks die Webinar-Reihe „Mittelstand-Digital Spotlight: Cloud & KI“ durch, um die Potenziale der Technologien praxisnah für KMU greifbar zu machen und um darüber aufzuklären, was es beim Einsatz von Cloud und KI zu beachten gibt. Neben den Cloud-Expertinnen und -Experten sowie den KI-Trainerinnen und -Trainern der Zentren, berichteten auch externe Referentinnen

und Referenten praxisnah von Erfahrungen der Implementierung von Cloud und KI in ihren oder anderen Unternehmen.

Im ersten Teil der Webinar-Reihe „Cloud-Computing – Sorgenkind oder Erfolgsfaktor für KMU?“ beleuchtete *Alexander Bose* vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Lingen die Vor- und Nachteile von Cloud-Computing Technologien sowie den Einsatz dieser in einem KMU aus strategischer Sicht. Im daran anknüpfenden Themenschwerpunkt „Cloud & IT-Sicherheit“ gingen *Prof. Dr. Andreas Johannsen* und *Daniel Kant* vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft insbesondere auf die sicherheitsrelevanten Rahmenbedingungen ein, die beim Einsatz von Cloud-Computing zu berücksichtigen sind und zogen einen Vergleich zum herkömmlichen Edge-Computing, wobei sich herausstellte, dass die IT-Sicherheit von Cloud-Lösungen oftmals höher ist als „On Premise“.

Im zweiten Termin „Einsatzmöglichkeiten und rechtliche Aspekte von Cloud & KI“ ging KI-Trainer *Martin Folz* vom Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz sowohl auf die Methodik diverser Cloud-Computing Architekturen und KI-Dienste in produzierenden KMU, als auch auf den möglichen Nutzen von AutoML-Anwendungen in der Cloud ein. Daran anschließend nahm *Michael Rätze* vom Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz eine Einordnung rechtlicher Aspekte, die für die Nutzung von Cloud-Computing-Diensten relevant sind, etwa Rechte an Daten, Modelle und

Auswertungen, Haftungsfragen sowie datenschutzrechtliche Bedingungen der Nutzung von Cloud & KI, vor und ging damit auf einen relevanten Faktor ein, der eine breite Diffusion der Technologien in den Mittelstand hemmt. Abschließend gaben *Felix Franke* von der d-opt GmbH und *Tobias Keller* von der ELCO Industrie Automation GmbH praxisnahe Einblicke in ein Anwendungsbeispiel, wie KMU einen KI-Service für Predictive Maintenance in einer deutschen Cloud bei Bedarf nutzen können.

Der dritte Teil der Webinar-Reihe „Cloud und KI – Dreamteam oder Zweckgemeinschaft?“ ging der Frage nach, welches Potenzial Cloud-Technologien für den Einsatz von KI in der industriellen Anwendung bieten. *Dr. Frederik Cloppenburg* vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt brachte den Teilnehmenden zunächst ein Verständnis der Anforderungen von KI nahe, ehe *Dr. Steffen Seeger* Lösungsansätze darstellte, die Cloud-Lösungen für den Einsatz von KI bieten können. Nach einem interessanten Praxisbericht von *Karl-Ludwig Schinner*, CEO der opdi-tex GmbH, rundete *Dr. Heiko Matheis* die Webinar-Reihe mit einer Zusammenfassung und den lessons learned aus allen drei Veranstaltungen ab.

Martin Simons

---

1 Vgl. IfM (2021): Daten und Fakten – Unternehmensgrößenstatistik 2019, [hier](#) abrufbar



## Virtueller Workshop zum Thema

### „Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von AR und VR“

Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sind digitale Schlüsseltechnologien und bieten eine Vielzahl an Anwendungsfeldern: Augmented Reality (erweiterte Realität) beschreibt die Ergänzung und Überlagerung der realen Welt um virtuelle Elemente durch eine computergestützte Darstellung. Dabei werden häufig Textinformationen, Abbildungen, Videos oder Objekte in ein Abbild der realen Welt eingebaut. Dagegen umfasst Virtual Reality (virtuelle Realität) die Erschaffung einer neuen Realität, die ausschließlich aus virtuellen Elementen besteht und eine noch höhere Immersion schafft. Nutzer können die erweiterten und virtuellen Realitäten durch Endgeräte (VR- und AR-Brillen, Kameras, Apps etc.) visualisieren. AR und VR werden gemeinsam auch als Extended Reality (XR) bezeichnet.

Anwendungen im Bereich AR und VR gibt es bereits in vielen Bereichen und ihre Bedeutung ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Sektorenübergreifend finden sich Lösungen etwa bei der digitalen Visualisierung von Produkten und Architekturen, digitalen Arbeitsanwendungen aus der Distanz (Remote Assistance), der kollaborativen Arbeit an digitalen Modellen, der digitalen Einblendung von Navigationshinweisen sowie bei der Unterstützung in der Aus- und Weiterbildung. Hinzu kommen spezifische Anwendungsfälle in einzelnen Sektoren. In den letzten Jahren sind zahlreiche Start Ups in Deutschland entstanden, die innovative Businessmodelle im Bereich AR und VR verfolgen und die Schlüsseltechnologien mit ihren Anwendungsfeldern stetig weiterentwickeln.

Vor diesem Hintergrund fand am 17.05.22 ein virtueller Workshop zum Thema „Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von AR und VR“ statt. Anbieter und Nutzer von AR- und VR-Lösungen waren ebenso wie Industrie- und politische Vertreter dazu eingeladen, über die Potenziale und Use Cases der Technologien sowie Erfolgsfaktoren und allgemeine Rahmenbedingungen zu diskutieren. Für die Veranstaltung konnten drei hochkarätige Redner gewonnen werden: *Dr. Leif Oppermann* (Fraunhofer FIT), *Jens Hofmann* (SGB Dresden) und *Dr. Ulrich Clemens* (Scanblue), deren Vorträge sich an die Begrüßung durch *Dr. Cara Schwarz-Schilling* und die einleitende Moderation von *Dr. Christian Wernick* anschlossen.

In seinem Vortrag verwies *Dr. Leif Oppermann* (Fraunhofer FIT) auf die unterschiedlichen Anwendungsfelder im Bereich AR/VR. Dabei beschrieb er, welchen Beitrag VR/AR in der Brückenprüfung leisten kann und welche Anwendungsbereiche in Zusammenhang mit 5G-Campusnetzen entstehen. Darüber hinaus zeigte er auch die zukünftigen Potenziale von AR/VR auf und ging dabei auf die Entwicklungen rund um das „Metaverse“ ein.

Im Anschluss stellte *Jens Hofmann* (Sächsische Bildungsgesellschaft für Umweltschutz und Chemiebetriebe Dresden mbH (SBG)) dar, wie AR- und VR-Technologien in der Aus- und Weiterbildungspraxis bereits eingesetzt werden. Hierbei veranschaulichte er die Umsetzung von AR in der Chemieindustrie und von VR im Malereihandwerk und unterstrich das außerordentlich

positive Feedback der Lehrenden und Lernenden.

Im letzten Vortrag verdeutlichte *Dr. Ulrich Clemens* (Scanblue) die großen Potenziale von AR- und VR-Lösungen im Handel: Mit Hilfe von 3D-Scantechnologien digitalisiert Scanblue Produkte aus verschiedensten Branchen, die dann von Endkunden in Onlineshops mittels Smartphones oder AR-/VR-Brillen visualisiert und in Ihre eigene Umgebung projiziert werden können. Dadurch lässt sich das Kundenerlebnis im M- und E-Commerce verbessern, was wiederum auch positive Effekte auf der Umsatzseite bewirken kann.

Anschließend wurden den anwesenden AR- und VR-Anbietern die Gelegenheit gegeben, Ihre jeweiligen Lösungen in kurzen Impulsstatements vorzustellen. Durch die Statements von *Viktor Waal* (SpotAR), *Uwe Ochs* (3DQR), *Susanne Ahmadseresht* (VRtual X), *Jens Epe* (World of VR), *Kerstin Meyer* (Spacific), *Caro Kappenstein* (INSPIRATIONLABS) und *Oliver Autumn* (VR Business Club) wurde die Vielfältigkeit des Segments nochmals deutlich und weitere Potenziale von AR- und VR-Lösungen aufgezeigt.

Danach fand ein virtuelles World Café statt: Die Teilnehmer des Workshops wurden in zwei Gruppen aufgeteilt und erarbeiteten in den Gruppen Fragestellungen an einem Online Miro Board. Unter der Moderation von *Dr. Christin-Isabel Gries* und *Dr. Sebastian Tenbrock* konnten die Teilnehmer an den beiden Boards jeweils 15 Minuten lang diskutieren, warum das Potenzial von AR/VR noch nicht in allen Teilen der Wirtschaft komplett ausgeschöpft wird (Hemmnisse und Herausforderungen) und welche Maßnahmen unternommen werden können, um die Durchdringung der Wirtschaft von AR/VR voranzubringen (Erfolgsfaktoren und Rahmenbedingungen).

Dabei wurde etwa in Hinblick auf Hemmnisse und Herausforderungen häufig genannt, dass die Möglichkeiten von AR und VR vielen potenziellen Nutzern noch nicht bekannt sind und daher eine zeit- und kosten-

intensive Aufklärung und Beratung zu erfolgen hat. Außerdem stellt die mangelnde Akzeptanz ein wichtiges Hindernis dar, da einige Unternehmen Vorbehalte haben. Ferner sind die mit der Umsetzung verbundenen Nutzen und Kosten im Vorfeld schwierig einzuschätzen. Daneben sind Fragen zur verwendeten Hard- und Software sowie zu Datenschutz und IT-Sicherheit zu klären. Insbesondere für kleinere Anwenderunternehmen kommt erschwerend der Fachkräftemangel hinzu. Von Industrievertretern wird zudem moniert, dass fehlende Standards und die geringe Interoperabilität Hindernisse darstellen und viele AR- und VR-Lösungen aufgrund von Abdeckungslücken bei besonders leistungsfähigen Breitbandinfrastrukturen flächendeckend nicht störungsfrei genutzt werden können.

Dagegen stellen Leuchtturmprojekte, Referenzprojekte und Best Practices wichtige Erfolgsfaktoren dar, um die Bekanntheit von AR/VR zu erhöhen und konkrete Lösungsansätze vorzustellen. Daneben können Demonstratoren und Show Cases hilfreich sein, um Lösungen praktisch zu testen. Viele Anwenderunternehmen wünschen sich auch noch mehr niederschwellige AR-/VR-Lösungen, die schnell und ohne großen Aufwand einsatzbereit sind. Durch industrieweite Foren könnten technische Aspekte gelöst sowie einheitliche Normen und Standards geschaffen werden. Viele Teilnehmer wünschen sich auch eine Anpassung der allgemeinen Rahmenbedingungen, indem etwa mehr Fördergelder im Bereich AR/VR bereitgestellt werden und Maßnahmen im Bildungsbereich zur Bewältigung des Fachkräftemangels umgesetzt werden. Schließlich birgt eine Beschleunigung des Mobilfunkausbaus hohe Potenziale für AR/VR.

*Dr. Christian Wernick* fasste in seinem Schlusswort die wichtigsten Ergebnisse des Workshops zusammen und betonte die hohe Bedeutung von Augmented und Virtual Reality für die digitale Transformation in zahlreichen Sektoren.

Sebastian Tenbrock, Christian Wernick

## Virtueller Workshop zum Thema „Blockchain im Mittelstand“ im Rahmen des dritten Moduls des Fachdialogs Blockchain

Soll die Diffusion der Blockchain-Technologie in Deutschland in die Breite der deutschen Wirtschaft gelangen, dann stellt die verstärkte Implementierung von Blockchain-Lösungen in den deutschen Mittelstand mit seinen ca. 3,5 Millionen kleinen und mittleren Unternehmen hierfür einen entscheidenden Faktor dar. Schließlich steht der Mittelstand für über die Hälfte der sozialversicherungspflichtigen Arbeitsplätze und ca. 90 % der Ausbildungsplätze in Deutschland.<sup>1</sup>

Aus diesem Grund widmet sich das dritte Modul im Rahmen des Fachdialogs Blockchain dem Thema „Blockchain im Mittelstand“. Beim Fachdialog Blockchain handelt es sich um eine interdisziplinäre Studien- und Workshopreihe, welche auf die Blockchain-Strategie der Bundesregierung zurückgeht. Mit der Durchführung des Fachdialogs wurde WIK-Consult durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz beauftragt. WIK-Consult hat für das Projekt ein interdisziplinäres Team, bestehend aus Prof. Dr. Beck, dem Fraunhofer IML, Prof. Dr. Gesmann-Nuissl sowie GS1 Germany zusammengestellt. Das Ziel des Fachdialogs ist die wissenschaftliche Aufbereitung der ökonomischen, rechtlichen und technischen Implikationen der Blockchain-Technologie sowie das Ableiten von Handlungsbedarf und -optionen zur Stärkung des Blockchain-Standorts Deutschland. Der Aufbau des Fachdialogs Blockchain ist modular: Nach den Themen „Tokenökonomie“ (Modul 1) sowie Blockchain & Nachhaltigkeit“ (Modul 2), steht nun im dritten Modul das Thema Mittelstand im Fokus.

Der zentrale Workshop im Rahmen des Mittelstandsmoduls fand dabei am 01.04.2022 in virtueller Form statt, an dem auf Einladung von WIK-Consult ca. 35 ausgewählte Blockchain-Expertinnen und -Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung teilgenommen haben. Die Workshop-Leitung lag bei Prof. Dr. Roman Beck. Als Diskussionsgrundlage wurde allen Teilnehmenden im Vorfeld des Workshops eine Impulsstudie versandt, welche durch WIK-Consult erstellt wurde. Ziel des Workshops war es, gemeinsam mit den Expertinnen und Experten Handlungsfelder und -optionen zur Stärkung der Implementierung von Blockchain im Mittelstand zu diskutieren.

Nach einer Eröffnung des Workshops durch Dr. Cara Schwarz-Schilling richtete Andreas Hartl als Vertreter des BMWK ein kurzes Grußwort an alle Teilnehmenden, in welchem er die Relevanz des Mittelstands für

die Diffusion Blockchain-basierter Lösungen in die Breite der deutschen Wirtschaft betonte.

Im Anschluss daran stellten Christian Märkel (Projektleiter) und Martin Simons von WIK-Consult die wesentlichen Erkenntnisse der Impulsstudie vor. Dabei nahmen sie eine wettbewerbsökonomische Beurteilung der unterschiedlichen Ausgestaltungsformen der Blockchain-Technologie für den Mittelstand vor und stellten die Ergebnisse einer Expertenumfrage zu den Chancen und Hemmnissen der Blockchain-Technologie im Mittelstand vor, welche WIK in der zweiten Jahreshälfte 2021 durchgeführt hatte. Ergänzt wurde der Vortrag von drei kurzen Pitches durch mittelständische Unternehmerinnen und Unternehmer, die konkrete Anwendungsszenarien der Blockchain-Technologie in ihrem Unternehmen vorgestellt haben. Dabei handelt es sich zum einen um den Green Ship Token, welcher im Rahmen eines Security Token Offerings (STO) durch die in Hamburg angesiedelte mittelständische Vogemann Reederei zur Finanzierung von emissionsarmen Schüttgutfrachtern herausgegeben wurde. Die Vorstellung übernahm der Geschäftsführer der Vogemann Reederei, Jens-Michael Arndt. Im Anschluss präsentierte Maria Freundlieb als geschäftsführende Gesellschafterin des in Dortmund ansässigen mittelständischen Bauunternehmens Freundlieb GmbH das BIM-Contracts-Projekt, bei dem es um den Einsatz von Blockchain zur Vereinfachung und Beschleunigung von Zahlungsprozessen im Baugewerbe geht. Die Möglichkeiten der Blockchain-Technologie zur Implementierung von Pay-per-use-Konzepten wurden durch Maximilian Forster (Co-Founder des in Köln ansässigen Start-ups CashOnLedger) skizziert, indem er das Pay-per-use-Modell des österreichischen Traktorenherstellers Lindner vorgestellt hat, welches mit Unterstützung von CashOnLedger umgesetzt wurde.

Als Keynote-Speaker konnte für den Workshop Marco Bianchini von der OECD gewonnen werden. Herr Bianchini ist bei der OECD Koordinator der „Digital for SME Global Initiative“ sowie Hauptautor der „Blockchain for SMEs and Entrepreneurs“-Studien der OECD. Die Keynote brachte eine internationale Perspektive in den Workshop ein, indem aus den OECD-Country Reports für Italien und Israel zur Blockchain-Implementierung in KMU Lessons Learned und Handlungsempfehlungen abgeleitet wurden. Herr Bianchini zeigte auf, dass die Blockchain-Technologie großes Potenzial

für den Mittelstand birgt. Zur Realisierung der Potenziale sei jedoch u.a. im staatlichen Ordnungsrahmen eine stärkere Koordinierung der Einordnung der Blockchain-Technologie auf finanzwirtschaftlicher und realwirtschaftlicher Ebene erforderlich.

Weiterer Input für die Diskussion wurde durch *Prof. Dr. Norbert Pohlmann* (Westfälische Hochschule Gelsenkirchen) gegeben, indem er in einem Impulsvortrag die durch die Blockchain-Technologie entstehenden Potenziale für die IT-Sicherheit im Mittelstand aufgezeigt hat.

Auf Basis der Impulsstudie und der ergänzenden Vorträge wurden im Nachmittagslot des Workshops im Rahmen eines World Café-Formats Handlungsempfehlungen zur Förderung der Blockchain-Implementierung im Mittelstand diskutiert. Im Fokus standen dabei die Fragen, wie der Ordnungsrahmen gesetzt werden muss, um die Unsicherheit für KMU zu reduzieren und wie der Wissenstransfer in den Mittelstand unterstützt werden kann, um Vertrauen in die Technologie zu schaffen. Ebenfalls diskutiert wurde, ob eine staatliche Bereitstellung von Blockchain-Infrastruktur („DE.Chain“) ein möglicher Weg sein kann, um die Diffusion von Blockchain in den Mittelstand zu fördern.

Die Diskussionsergebnisse und -erkenntnisse des Workshops werden gegenwärtig ausgewertet und

fließen in die Ausarbeitung einer Kurzstudie ein, welche zum Abschluss des Moduls „Blockchain im Mittelstand“ in Kürze veröffentlicht wird.

In der abschließenden Podiumsdiskussion unter der Leitung von *Prof. Dr. Roman Beck* mit *Jens-Michael Arndt* (Vogemann Reederei), *Jochen Kaßberger* (51nodes) sowie *Dr. Nina-Luisa Siedler* (DWF) wurden die Diskussionen aus dem World Café aufgegriffen und weiterentwickelt. Im Fokus stand dabei u.a. die Frage, wie erreicht werden kann, dass in Deutschland sowohl Blockchain-Anwendungen für den Mittelstand als auch Blockchain-Anwendungen durch den Mittelstand entstehen.

Die bisher im Rahmen des Fachdialogs Blockchain erschienenen Studien sowie weitere Informationen über die Handlungsfelder der Blockchain-Strategie sind [hier](#) abrufbar. Im nächsten Modul des Fachdialogs Blockchain wird das Thema „Klimaschutz und Energiewende“ im Fokus stehen.

Martin Simons, Christian Märkel

---

1 Vgl. zu den Mittelstandsstatistiken IfM (2021): „Daten und Fakten – Unternehmensgrößenstatistik 2019“, [hier](#) abrufbar; sowie KfW (2018): „[Mittelstand stemmt größten Teil der Berufsausbildung in Deutschland](#)“

## DISKUSSIONSBEITRÄGE

- Nr. 476: Menessa Ricarda Braun, Julian Knips, Christian Wernick: Analyse der Angebotsentwicklung für leitungsgebundene Breitbanddienste für Privatkunden im deutschen Festnetzmarkt von 2017-2020, Dezember 2021
- Nr. 477: Christian Märkel, Marcus Stronzik, Martin Simons, Matthias Wissner, Martin Lundborg: Einsatz von Blockchain in KMU: Chancen & Hemmnisse, Dezember 2021
- Nr. 478: Matthias Wissner, Ahmed Elbanna, Bernd Sörries, Thomas Plückebaum: Open RAN und SDN/NFV: Perspektiven, Optionen, Restriktionen und Herausforderungen, Dezember 2021
- Nr. 479: Dajan Baischew, Ahmed Elbanna, Stefano Lucidi, Bernd Sörries, Thomas Plückebaum: Die Grundzüge von 6G, Dezember 2021
- Nr. 480: Marie-Christin Papen, Martin Lundborg, Sebastian Tenbrock: 360-Grad-Überblick über den Digitalisierungsstand in KMU, Dezember 2021
- Nr. 481: Nico Steffen, Lukas Wiewiorra, Peter Kroon, unter Mitarbeit von Philipp Thoste: Wettbewerb und Regulierung in der Plattform- und Datenökonomie, Dezember 2021

## KURZSTUDIEN

Petra Junk, Antonia Niederprüm: Die Rolle alternativer Briefdienste im wachsenden Onlinehandel, Dezember 2021

Pirmin Puhl, Jana Stuck, Saskja Schäfer, Annette Hillebrand: Vertrauen in Datenverarbeitung, Dezember 2021

Sonja Thiele: Erfolgsfaktoren für lokale Online-Marktplätze, Dezember 2021

Menessa Ricarda Braun, Julian Knips, Christian Wernick: Preisdifferenzierung bei leitungsgebundenen Breitbandprodukten in Deutschland, Dezember 2021

## WORKING PAPERS

- Nr. 1: Niklas Fourberg, Serpil Tas, Lukas Wiewiorra: Mein Browser ist keine Werbetafel: Experimentelle Evidenz zur Ad-Blocking Nutzung und der Informationsgewinnung von Nutzern, Dezember 2021
- Nr. 2: Antonia Niederprüm, Willem van Lienden: Parcel locker stations: A solution for the last mile?, Dezember 2021
- Nr. 3: Fabian Eltges, Niklas Fourberg, Lukas Wiewiorra: Kupfer-Glasfaser-Migration: Regulierte Vorleistungsentgelte als Migrationsanreiz, Dezember 2021
- Nr. 4: Konrad Zoz, Gonzalo Zuloaga, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum, Martin Ockenfels: Kosten von Netzen sehr hoher Kapazität und geografische Heterogenität – eine statistische Auswertung für Deutschland

---

Impressum: WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH

Rhöndorfer Strasse 68, 53604 Bad Honnef

Tel 02224-9225-0 / Fax 02224-9225-63

www.wik.org · E-Mail: info@wik.org

Redaktion: Claudia Rosch

Verantwortlich für den Inhalt: Dr. Cara Schwarz-Schilling

[Impressum](#)

Erscheinungsweise: vierteljährlich

Nachdruck und sonstige Verbreitung (auch auszugsweise) nur mit Quellenangabe und mit vorheriger Information der Redaktion zulässig

**ISSN (Online) 2701-763X**