

# Breitbandinfrastrukturen und die künftige Nutzung von audiovisuellen Inhalten in Deutschland: Herausforderungen für Kapazitätsmanagement und Netzneutralität

Autoren:  
Serpil Taş  
René Arnold

Bad Honnef, August 2018

## Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik.org](mailto:info@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	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 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>V</b>
<b>Summary</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Audiovisuelle Inhalte im Internet</b>	<b>3</b>
2.1 Angebot	3
2.2 Nachfrage	9
2.2.1 Nutzung von VoD-Diensten	9
2.2.2 Zeitbudget für Bewegtbilder zwischen traditioneller Wiedergabe und Internetbasierter Wiedergabe	14
2.3 Endgeräte: Wiedergabe audiovisueller Inhalte	17
2.4 Zwischenfazit und Ausblick	18
<b>3 Mögliche künftige Entwicklung der Datenvolumina anhand künftiger Konsumententwicklungen</b>	<b>19</b>
<b>4 Weitere Einflüsse auf den zukünftigen Konsum von audiovisuellen Inhalten</b>	<b>26</b>
4.1 Auf Seiten der Inhalteanbieter: Technologien zur Reduktion der Bitraten	30
4.1.1 Codecs	30
4.1.2 Adaptive-streaming Technologien	33
4.2 Auf Seiten der Internetprovider: Breitbandanschluss	34
<b>5 Fazit und Ausblick</b>	<b>37</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>39</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Entwicklung des Internetverkehrs im Mobilfunk- und Festnetz von 2011 bis 2016 in Deutschland in Gigabyte (GB)	1
Abbildung 2-1:	Entwicklung der Umsätze aus audiovisuellen Inhalten in Deutschland von 2012 bis 2016	4
Abbildung 2-2:	Verteilung der in Deutschland zugänglichen VoD-Dienste nach Geschäftsmodellen	7
Abbildung 2-3:	Verteilung der Sparten im VoD-Markt	8
Abbildung 2-4:	Nutzung von AVoD/FVoD-Diensten	10
Abbildung 2-5:	Nutzung von SVoD-Diensten	11
Abbildung 2-6:	Nutzung von TVoD-Diensten	12
Abbildung 2-7:	Veränderungen in der Nutzung nach Altersgruppen in Prozentpunkten von 2015 auf 2017	13
Abbildung 2-8:	Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2015	15
Abbildung 2-9:	Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2016	15
Abbildung 2-10:	Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2017	16
Abbildung 2-11:	Aufteilung der Endgerätenutzung für die Wiedergabe von VoD-Inhalten	17
Abbildung 2-12:	Szenarien zur zukünftigen Nutzung von Internetbasierten Diensten	19
Abbildung 2-13:	Verhältnis gesamter IP-Datenverkehr zum Datenverkehr von Internet Video (in EB)	21
Abbildung 2-14:	Entwicklung der Datenvolumina in den drei Szenarien in 2021 – SD/720p HD-Qualität und 720p HD/1080p HD-Qualität	24
Abbildung 4-1:	Schema eines IP-Netzes	26
Abbildung 4-2:	Zusammenhang zwischen Abbruchrate und Verzögerungen in der Anlaufzeit nach Anschlusstechnologien	27
Abbildung 4-3:	Auswirkungen von Verzögerungen auf die Bildqualität	28
Abbildung 4-4:	Wahrscheinlichkeit eines erneuten Besuches	29
Abbildung 4-5:	Entwicklung der Kompressionsraten im Vergleich zum Datenvolumen von audiovisuellen Inhalten	32
Abbildung 4-6:	Adaptive-streaming Technologien	33
Abbildung 4-7:	Verteilung der vermarkteten Bandbreiten bei vertraglich gebuchten Festnetz-Breitbandanschlüssen von 2015 bis Q2/2017	35
Abbildung 4-8:	Anteil der Online-Video-Nutzung unter den Videokonsumenten nach vertraglich gebuchten Übertragungsraten im stationären Breitband im Jahr 2017	36

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	VoD-Geschäftsmodelle	6
Tabelle 2-2:	Annahmen zur Berechnung der Datenvolumens von Video	22
Tabelle 4-1:	Formate und Datengrößen (Rohfassung)	31

## Abkürzungsverzeichnis

UHD	Ultra High Definition
HD	High Definition
SD	Standard Definition
EB	Exabyte
fps	Frames per second
ITU	Internationale Fernmeldeunion (engl. International Telecommunications Union)
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste
VoD	Video-on-Demand
AVMSD	Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste 2010/13/EU (engl. Audiovisual Media Services Directive)
ISP	Internetserviceanbieter (engl. Internet Service Provider)
BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications (dt. Gremium Europäischer Regulierungsstellen für elektronische Kommunikation (GEREK))
TVoD	Transactional Video-on-Demand
SVoD	Subscription Video-on-Demand
AVoD	Advertising-supported Video-on-Demand
FVoD	Free Video-on-Demand
EST	Electronic sell-through
PPV	Pay Per View
VR	Virtual Reality (dt. virtuelle Realität)
AR	Augmented Reality (dt. erweiterte Realität)
VCEG	Video Coding Experts Group
MPEG	Motion Picture Expert Group
ISO	Internationale Organisation für Normung

## Zusammenfassung

Videoinhalte über das Internet anzuschauen, wird immer populärer in Deutschland genauso wie in vielen anderen Ländern. Schon heute machen Videoinhalte die deutliche Mehrheit der Daten aus, die über das Internet transportiert werden. Man geht davon aus, dass sich der Anteil, der auf Videoinhalte entfällt, in Zukunft noch deutlich erhöhen wird. Unter diesen Voraussetzungen agiert die langfristige Netzkapazitätsplanung. Doch wie verlässlich sind die üblicherweise herangezogenen Prognosen und welche nachfrage-seitigen Entwicklungen beeinflussen den Anstieg der Datenmenge insbesondere?

Um diese Fragen zu beantworten, betrachtet der vorliegende Diskussionsbeitrag die Entwicklung der Nachfrage nach Videostreamingdiensten in Deutschland auf Basis von repräsentativen Befragungen in Deutschland aus den Jahren 2015, 2016 und 2017 sowie das verfügbare Angebot an Streamingdiensten und deren Geschäftsmodelle. Daraus werden drei mögliche Szenarien des zukünftigen Videokonsums abgeleitet. Hinsichtlich der Entwicklung der tatsächlich zu übertragenden Datenmenge werden zusätzlich Codecs und adaptive Verfahren zur Anpassung der Streamingparameter betrachtet.

Die Ergebnisse unterstreichen erneut die deutliche Zunahme der Nutzungsintensität von Streamingdiensten in Deutschland. Dabei ist festzustellen, dass sich insbesondere die Nutzungsintensität derer erhöht, die schon (teilweise) Streamingdienste nutzen, um Videoinhalte zu schauen. Insgesamt hat sich der Anteil der Konsumenten in Deutschland, die ausschließlich im Internet zur Verfügung gestellte Inhalte schauen, von rund 12% auf rund 21% erhöht. Währenddessen bleibt der Anteil der Traditionalisten, die gar keine Streamingdienste verwenden, über die drei beobachteten Jahre recht stabil (33% in 2015 und 29% in 2017).

Das Basisszenario geht davon aus, dass heute schon Marktsättigung erreicht ist, und schreibt die heutige Nutzungsintensität über die nächsten Jahre fort. Das Wachstumsszenario schreibt den Trend der Jahre 2015 bis 2017 fort und geht davon aus, dass sukzessive alle Videoinhalte über das Internet geschaut werden. Zusätzlich wurde ein mittleres Szenario zwischen diesen beiden Extremen definiert. Für die Abschätzung der zukünftig zu transportierenden Datenmenge für Videoinhalte wurden diese Szenarien mit der wahrscheinlichen Entwicklung der nachgefragten Auflösungen und Codecs kombiniert.

Es zeigt sich, dass die Nutzungsintensität eine deutlich geringere Rolle für die zu transportierende Datenmenge spielt als die nachgefragte Auflösung. Solange die tatsächlich nachgefragten Auflösungen nicht sprunghaft ansteigen, sondern ihrem bisherigen Trend folgen, bestätigen unsere Szenarien die veröffentlichten Erwartungen zur Entwicklung der Datenmenge in Deutschland. Käme es an dieser Stelle zu deutlichen Veränderungen oder würden sich insbesondere Virtual Reality-Formate schneller durchsetzen als erwartet, würde die erwartete Datenmenge um ein Vielfaches übertroffen werden.

## Summary

Viewing video content over the Internet is becoming more and more popular in Germany, as in many other countries. Thus, video content already accounts for the vast majority of data transported over the Internet. It is expected that the proportion of video content will increase significantly in the future. Long-term network capacity planning rests on these forecasts. But how reliable are the forecasts conventionally used and which demand-related developments influence the increase in data volume in particular?

To answer these questions, this paper examines the development of demand for video streaming services in Germany based on representative surveys conducted in Germany in 2015, 2016 and 2017 as well as the available range of streaming services and their business models. Three possible scenarios for future video consumption are derived from this. Within that we consider the evolution of codecs and adaptive streaming technology to arrive at a realistic estimate of the future data volume.

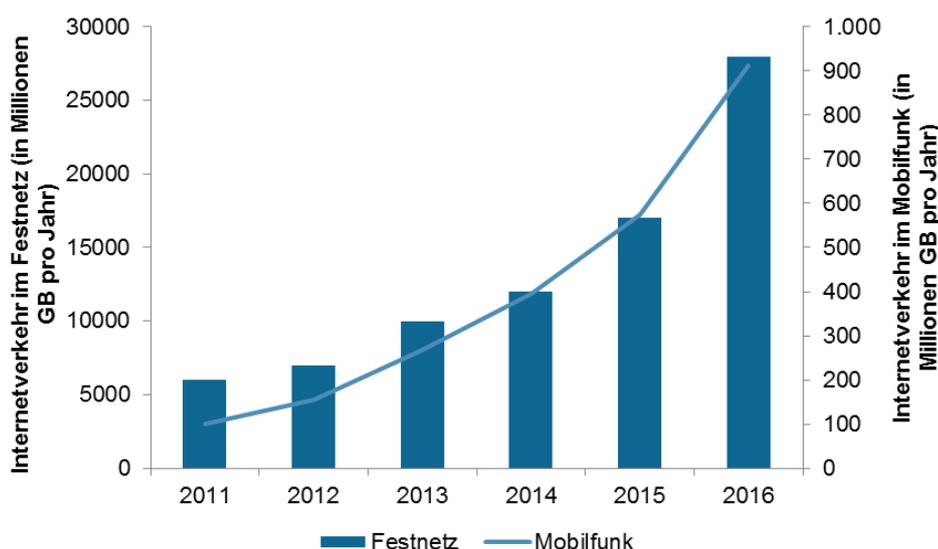
The results underscore the marked increase in the usage intensity of streaming services in Germany. Notably, the increase in usage can be attributed mainly to the increase in usage intensity of those, who already use online streaming services. Overall, the proportion of consumers in Germany relying solely on streaming services almost doubled from around 12% to around 21%. Meanwhile, the proportion of traditionalists, who do not use streaming services at all, remains relatively stable over the three years observed (33% in 2015 and 29% in 2017). The baseline scenario assumes that market saturation has already been reached today. It extrapolates the current intensity of use. The growth scenario continues the trend of the years 2015 to 2017 assuming all video content will eventually be viewed via the Internet. An intermediate scenario was defined between these two extremes. These scenarios were combined with the probable development of the required resolutions and codecs. It turns out that the usage intensity plays a significantly less important role for the amount of data to be transported than the required resolution. As long as the resolutions follow their current trend, our scenarios confirm the published expectations regarding the development of data volumes in Germany. If there were significant jumps in screen resolutions or if virtual reality formats were adopted faster than expected the forecasted data volume would be exceeded many times over.

## 1 Einleitung

Videos online zu schauen benötigt ein Vielfaches der Datenmenge, die beispielsweise für Browsing oder Onlineshopping anfällt. Deshalb sind Videoinhalte auch der maßgebliche Treiber für den rasanten Anstieg der insgesamt in Mobilfunk- und Festnetzen übertragenen Datenmenge. Konkret schätzt Cisco Systems Inc. (Cisco) den Anteil, welcher auf Video entfällt, auf mehr als 70% (Cisco Systems Inc. 2017).

Lag der Internetverkehr 2011 noch bei etwa 6000 Millionen GB pro Jahr im stationären und 100 Millionen GB pro Jahr im mobilen Breitband in Deutschland, steigen diese Werte in 2016 auf ihr fünf- beziehungsweise neunfaches an. Dies entspricht einem jährlichen durchschnittlichen Wachstum von 36 und 56% (Bundesnetzagentur 2017b).

Abbildung 1-1: Entwicklung des Internetverkehrs im Mobilfunk- und Festnetz von 2011 bis 2016 in Deutschland in Gigabyte (GB)



Quelle: Eigene Darstellung; Daten: Bundesnetzagentur (2017b), S. 28 und 40.

Bemerkenswert ist, dass dieser rasante Anstieg der Datenmenge bisher das Funktionieren des Internet nicht beeinflusst hat (BEREC 2017). Die weiteren deutlichen Zuwächse der zu transportierenden Datenmenge, die sowohl Cisco als auch andere prognostizieren, zeigen, dass auch in Zukunft kontinuierlich an der Netzinfrastruktur gearbeitet werden muss, um eine reibungslose Übertragung zu gewährleisten. Es stellt sich jedoch die Frage, wie zutreffend diese Vorhersagen sind, wenn sich nicht nur die Nachfrage nach Videoinhalten weiter erhöht, sondern sich zeitgleich die nachgefragte Bildauflösung deutlich erhöht oder gar völlig neue Technologien wie erweiterte (engl. Augmented Reality, AR) und virtuelle Realität (engl. Virtual Reality, VR) ihren Durchbruch hin zum Massenmedium haben.

Um dieser grundlegenden Frage nachzugehen, betrachtet dieser Diskussionsbeitrag zunächst den aktuellen Stand des Angebots und der Nachfrage nach audiovisuellen Diensten in Deutschland. Auf dieser Basis werden mögliche Szenarien der weiteren Entwicklung der zu übertragenden Datenmengen in Breitbandnetzen entwickelt. Dabei wird ebenfalls der Einfluss von Verfahren zur Minimierung der zu übertragenden Datenmenge diskutiert.<sup>1</sup> Der Diskussionsbeitrag schließt mit einem Fazit, das mögliche Herausforderungen für das Kapazitätsmanagement in Breitbandnetzen darstellt.

---

<sup>1</sup> Dabei beschränkt sich der Diskussionsbeitrag auf Verfahren, die im Wesentlichen an den Formaten der audiovisuellen Inhalte ansetzen. Für Verfahren, die sich mit der Übertragung von Daten im Netz befassen, wird auf andere Arbeiten des WIK verwiesen: Gries & Philbeck (2013) und Arnold et al. (2017).

## 2 Audiovisuelle Inhalte im Internet

Diese Studie widmet sich audiovisuellen Inhalten, die über das Internet übertragen werden. Die größte Aufmerksamkeit entfällt dabei auf Video-on-Demand (VoD) Dienste. Die Internationale Fernmeldeunion (engl. International Telecommunication Union, ITU) definiert VoD wie folgt: „A service in which the end-user can, on demand, select and view a video content and where the end-user can control the temporal order in which the video content is viewed (e.g. the ability to start the viewing, pause, fast forward, rewind, etc.). NOTE – The viewing may occur some time after the selection of the video content“ (ITU 2009, S.9). Diese Kategorie hat in den vergangenen Jahren aufgrund ihres stetig steigenden Marktvolumens und der Innovationen, die den Konsumenten ein immer besseres Nutzererlebnis ermöglichen, besonders viel Zuspruch von Konsumenten erfahren. Audiovisuelle Inhalte in Form von Onlinespielen, Telekonferenzen, persönlicher Kommunikation via Video und Videoüberwachung werden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Ebenfalls werden die Dienste, welche als „managed services“ angeboten werden, nicht in die Betrachtung einbezogen.<sup>2</sup>

Ferner werden die Begriffe audiovisuelle Inhalte, Video und Bewegtbilder synonym verwendet. In den folgenden Abschnitten wird der Markt für audiovisuelle Inhalte dargestellt. Dabei wird sowohl auf die Angebots- als auch auf die Nachfrageseite eingegangen.

### 2.1 Angebot

Der Markt für audiovisuelle Inhalte durchlief in den letzten Jahren eine enorme Entwicklung. Das traditionelle Geschäftsmodell, der Vertrieb von physischen Datenträgern, wich zunehmend zu Gunsten des digitalen Vertriebs.<sup>3</sup> Abbildung 2-1 stellt die Entwicklung des Marktes für audiovisuelle Inhalte in Deutschland seit 2012 dar. Zunächst ist zu erkennen, dass bis heute ein Großteil der Umsätze durch audiovisuelle Inhalte im End-

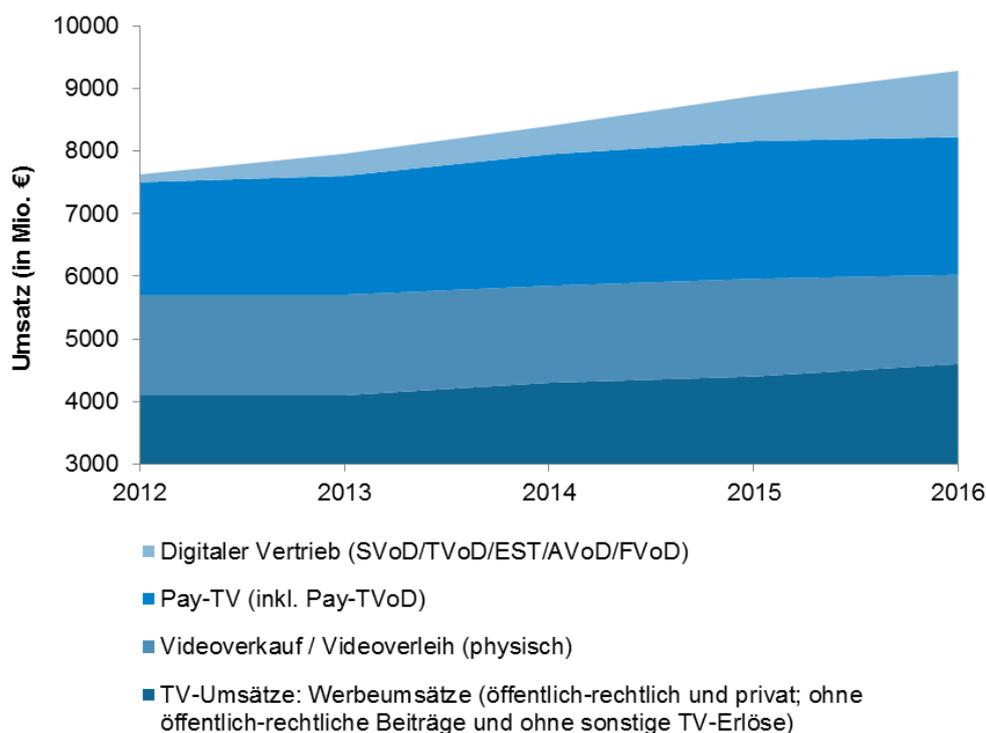
---

2 Hierunter fallen zum einen die audiovisuellen Mediendienste. Aber auch nutzergenerierte Inhalte auf reinen Video-Sharing Plattformen, Onlinespiele, Telekonferenzen, persönliche Kommunikation via Video und Videoüberwachung sind einige der vielen Beispiele an Diensten, die audiovisuelle Inhalte übertragen (EBU 2016, S.7). Die sich aktuell in Kraft befindende Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste 2010/13/EU (engl. Audiovisual Media Services Directive, AVMSD) enthält in ihrem Vorwort eine offene "Definition" von Diensten, welche als audiovisuelle Mediendienste im offenen Internet erfasst werden können. Gemäß der Definition nach der Richtlinie sind audiovisuelle Mediendienste Dienste, deren Hauptzweck die Bereitstellung von audiovisuellen Inhalten zur Information, Unterhaltung oder Bildung der allgemeinen Öffentlichkeit über elektronische Kommunikationsnetze ist und diese gleichfalls die redaktionelle Verantwortung für die besagten Inhalte tragen (Europäische Union 2010; Artikel 1 Absatz 1 Unterabsatz a Buchstabe i, S.11). Im Allgemeinen werden Abrufdienste in der Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste mit dem Adjektiv „fernsehähnlich“ beschrieben (Europäische Union 2010; Erwägungsgrund 24). Abrufdienste sollen demnach auf das gleiche Publikum wie Fernsehsendungen ausgerichtet sein. Zu den Kategorien von Diensten, welche durch die AVMSD 2010/13/EU abgedeckt werden, gehören, Catch-Up TV, VoD und markenspezifische Kanäle von Sendern auf öffentlichen Plattformen (Fontaine & Schneeberger 2015, European Commission 2014).

3 Einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Filmindustrie in Deutschland gibt Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School GmbH, & DIW Econ GmbH (2017). Auch Nooke, Jørgensen, & Mikos (2015) präsentieren einige Marktdaten zum VoD-Markt in Deutschland.

kundenmarkt vor allem durch das traditionelle Medium Fernsehen erwirtschaftet wird. Knapp die Hälfte aller Umsätze entfällt auf diesen Bereich. Hohe Umsätze werden nach wie vor auch auf dem Pay-TV (inkl. Pay-TVoD) Markt generiert. Im Jahr 2016 lagen die Umsätze aus beiden Marktsegmenten bei etwa 6,8 Mrd. Euro. In den Jahren seit 2012 stiegen die TV- und Pay-TV-Umsätze konstant um 2,92 bzw. 5,14% jährlich an. Anders verhält es sich auf dem Markt für den Verkauf und Verleih von physischen Datenträgern. Wenngleich hier im Jahr 2016 weiterhin Umsätze von 1,4 Mrd. Euro generiert wurden, gingen diese seit 2012 um jährlich etwa 45 Mio. Euro zurück. Zeitgleich stiegen hingegen die Umsätze aus dem digitalen Vertrieb in den vergangenen fünf Jahren um etwa das Neunfache.

Abbildung 2-1: Entwicklung der Umsätze aus audiovisuellen Inhalten in Deutschland von 2012 bis 2016



Quelle: Eigene Darstellung;  
 Daten: Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School, DIW Econ (2017),  
 VPRT (2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

Die Popularität der VoD-Dienste wird zumeist dem Markteintritt US-amerikanischer Dienste wie Netflix oder Amazon Video zugeschrieben. Aber auch die verstärkten Onlineaktivitäten deutscher TV-Anbieter wie ProSiebenSat.1 und ihr Dienst Maxdome haben zur Popularität beigetragen (Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School, & DIW Econ 2017). In der Tat buhlen in Deutschland zahlreiche VoD-Dienste um die Gunst der Konsumenten.

Die zugrundeliegenden Geschäftsmodelle dieser VoD-Anbieter lassen sich im Wesentlichen in zwei Formen unterscheiden – dem konsumentenbasierten Modell und dem drittmittelfinanzierten Modell. Im konsumentenbasierten Erlösmodell zahlen die Konsumenten in der Regel einen monetären Betrag für das angebotene Produkt oder den Service. Dies kann entweder durch Zahlungen je Titel (Transactional Video-on-Demand (TVoD)) erfolgen oder auf einem Abonnement-Modell (Subscription Video-on-Demand (SVoD)) basieren. Zu ersterem gehören beispielsweise Dienste wie Videoload oder Pantaflix, zu letzterem können beispielsweise Netflix und auch Maxdome gezählt werden. Bei drittmittelfinanzierten Modellen sind die Dienste für den Konsumenten kostenlos, während Dritte zusätzliche Serviceleistungen, wie für das Schalten von Werbung, in Anspruch nehmen und dafür Entgelte zahlen (Advertising-supported Video-on-Demand (AVoD)). Eine andere Möglichkeit ist die Finanzierung durch öffentliche Gelder. Zu dieser Kategorie von Diensten gehören typischerweise die Mediatheken der öffentlich-rechtlichen Fernsehsender. Daneben existieren unterschiedliche Mischformen dieser beiden Modelltypen wie das "Freemium"-Modell oder Modelle, welche auf freiwillige Spenden bauen, wie das ehemalige ‚Tip Jar‘-Modell von Vimeo.<sup>4</sup> Tabelle 2-1 fasst die Typen von VoD-Diensten zusammen.

---

<sup>4</sup> Dieser Überblick über die einzelnen Geschäftsmodelle im VoD-Markt geht auf Filmby Aarhus, Alexandra Institute, & High Tech Accelerator Innovation Center University of Lodz Foundation (2011) zurück. Dieser Report bietet eine ausführliche Diskussion der einzelnen Modelltypen. Eine knappe Definition zu den einzelnen Geschäftsmodellen findet sich ebenfalls in European Commission (2014).

Tabelle 2-1: VoD-Geschäftsmodelle

Geschäftsmodell	Erklärung	Beispiele
Electronic sell-through (EST)	Dienste, bei denen audiovisuelle Inhalte gegen ein Entgelt gekauft werden können, wobei die Datei auf eine Hardware geladen werden kann. Es existieren zwei Unterkategorien: Download-to-own (DTO), Download-to-rent (DTR).	iTunes, Google Play
Transactional Video-on-Demand (TVoD)	Dienste, bei denen audiovisuelle Inhalte auf Pay Per View (PPV)-Basis gegen ein Entgelt geliehen oder gekauft werden können. Jedoch sind die Inhalte nicht auf eine Hardware herunterladbar.	Videoload, Pantaflix
Subscription Video-on-Demand (SVoD)	Dienste, die einen Katalog von Inhalten innerhalb eines Abonnements anbieten.	Netflix, Maxdome, Amazon Prime Video
Advertising-supported Video-on-Demand (AVoD) / Free Video-on-Demand (FVoD)	Dienste, die einen Katalog von Inhalten ohne die Entgegennahme von Entgelten seitens der Endkunden anbieten. Die Inhalte sind unentgeltlich abrufbar und werden in der Regel durch Zahlungen Dritter bereitgestellt. So werden die Dienste beispielsweise durch Werbeeinnahmen (AVoD) oder öffentliche Gelder (FVoD) finanziert.	7TV, TVNow, ARD/ZDF Mediatheken

Quelle: Eigene Darstellung; Definition und Einteilung der Dienste nach Geschäftsmodellen basiert auf European Commission (2014); Nooke, Jørgensen & Mikos (2015); Filmby Aarhus, Alexandra Institute & High Tech Accelerator Innovation Center University of Lodz Foundation (2011) und (Martens & Herfert 2013). Die Grenze zwischen den EST- und TVoD-Diensten schwimmt in der Regel. So stellen die beiden Dienste iTunes und Google Play ihre Titel auch nach dem Geschäftsmodell TVoD bereit.

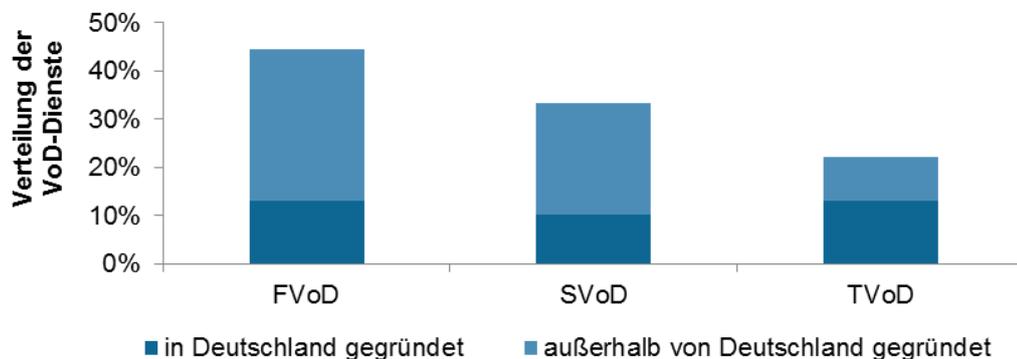
Die MAVISE-Datenbank, welche von der Europäischen Audiovisuellen Informationsstelle (engl. European Audiovisual Observatory) betrieben wird, ist eine Datenbank über die in Europa gegründeten und verfügbaren audiovisuellen on-Demand-Dienste. Die Datenbank umfasste Anfang 2018 über 800 on-Demand-Mediendienste, über die audiovisuelle Inhalte im Internet abgerufen können.<sup>5</sup> In der Datenbank lassen sich mehr als 100 VoD-Dienste zählen, die in Deutschland zugänglich sind.<sup>6</sup> Im europäischen Vergleich sind in Deutschland nach dem Vereinigten Königreich und Frankreich die meisten Dienste verfügbar. Die Mehrheit der in Deutschland verfügbaren Dienste sind verschiedene FVoD-Dienste (44%). Am wenigsten sind in Deutschland TVoD-Dienste vertreten (22%). Die restlichen 33% der verfügbaren Dienste fallen unter die Kategorie SVoD. Während die meisten FVoD- und SVoD-Dienste, die in Deutschland verfügbar sind, im Ausland gegründet wurden (71 und 69%), sind es die in Deutschland verfügbaren TVoD-Dienste, die auch in Deutschland gegründet worden sind. Einen Überblick zu der Verteilung der Dienste gibt (Abbildung 2-2).

<sup>5</sup> Auf der Homepage werden 1100 on-Demand-Mediendienste angegeben (<http://mavise.obs.coe.int/>, Zugriff: 27.03.2018) Für die hier genannte Auswertung wurden „managed services“ nicht betrachtet.

<sup>6</sup> Einige Dienste wurden nicht miteinbezogen, da diese über die Sharing-Plattform YouTube operieren und demnach keinen eigenen Dienst darstellen.

Es ist jedoch zu bemerken, dass einzelne Dienste dem Kunden mehrere Bezugsmodelle bereitstellen, aus denen dieser wählen kann. Ein Beispiel hierfür stellt die Organisation des Streaming-Dienstes von Amazon.com Inc. (Amazon) dar. Das US-amerikanische Unternehmen nahm 2014 den Dienst Amazon Video auf (anfänglicher Name: Amazon Instant Video). Hier wird den Kunden ein Katalog an kostenpflichtigen Inhalten auf Basis des TVoD-Modells bereitgestellt. Etwa zeitgleich hierzu entstand Amazon Prime Video. Dies stellt per se keinen neuen Dienst dar, sondern ermöglicht eine andere Monetarisierung des bereits vorhandenen Dienstes Amazon Video. Kunden mit einer Amazon Prime-Mitgliedschaft können frei auf Teile des Inhaltskatalogs von Amazon Video zugreifen und müssen die Titel nicht länger einzeln erwerben. Hier handelt es sich um ein SVoD-Modell. Seit einiger Zeit wird spekuliert, dass Amazon die Möglichkeit in Betracht ziehe, den Dienst auch durch ein AVoD-Modell zu monetarisieren.<sup>7</sup> Die Anwendung zweier Modelle zur Monetarisierung eines Dienstes gibt es auch bei Maxdome. Der Dienst stellt ebenfalls Teile seines Kataloges auf Basis eines SVoD-Modells bereit, gleichzeitig können die Titel einzeln erworben werden (Martens & Herfert 2013).

Abbildung 2-2: Verteilung der in Deutschland zugänglichen VoD-Dienste nach Geschäftsmodellen<sup>8</sup>



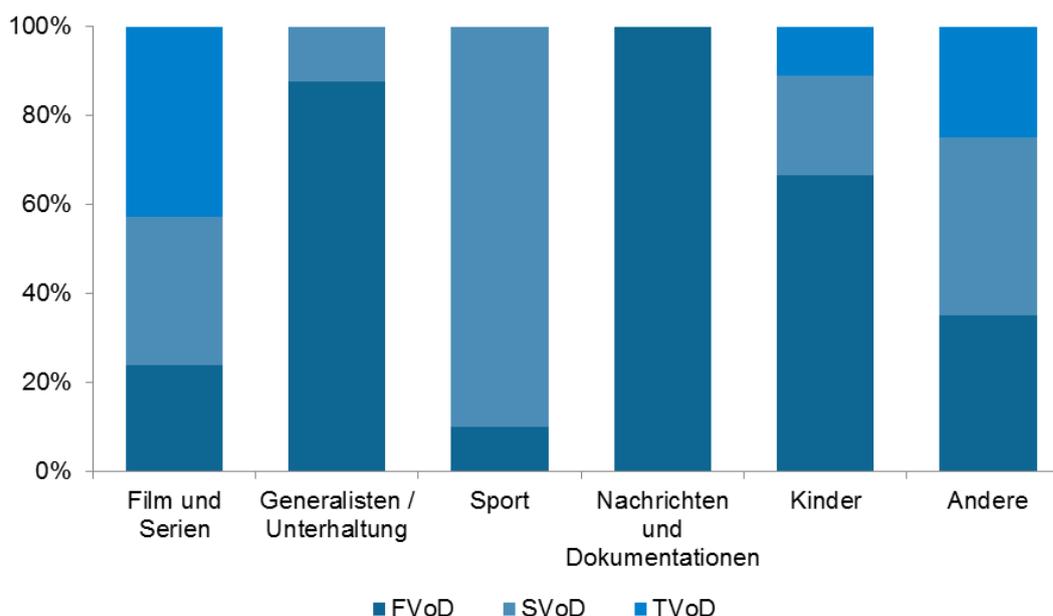
Quelle: Eigene Darstellung; Daten: MAVISE (<http://mavise.obs.coe.int/>, Zugriff: 27.03.2018).

<sup>7</sup> <https://techcrunch.com/2017/11/13/reports-of-a-free-ad-supported-amazon-video-service-resurface/> (Zugriff: 27.03.2018).

<sup>8</sup> Die Datenbank unterteilt VoD-Dienste in vier Kategorien. Die Kategorien wurden im vorherigen Abschnitt erläutert. Bei den frei zugänglichen Diensten unterscheidet die Datenbank ferner zwischen den beschriebenen FVoD-Diensten sowie Sharing-Plattformen, die ebenfalls entgeltfrei bereitgestellt werden. Diese wurden für die Bewertung zusammengefasst.

Die Dienste unterscheiden sich jedoch nicht nur in den verwendeten Geschäftsmodellen, sondern auch in den bereitgestellten Inhalten. Knapp 40% der in Deutschland verfügbaren Dienste stellen zwar ein umfassendes Repertoire an Filmen und Serien bereit, beschränken sich jedoch klar auf diese beiden Formate. Sie setzen zumeist auf ein PPV-Modell. Etwa 22% der Dienste können als sogenannte Generalisten eingestuft werden. Sie bieten ein umfassendes Portfolio an verschiedensten Inhalten an (Fontaine & Schneeberger 2016). Mehr als 88% der Dienste, welche als Generalisten eingestuft werden, vertreiben ihre Inhalte nach einem FVoD-Modell. Dies gilt auch für Dienste, welche sich auf kinderfreundliche Inhalte und Nachrichten spezialisiert haben. Sportinhalte werden hingegen fast ausschließlich nach einem Abonnement-Modell bereitgestellt. In den einzelnen Sparten Sport, Kinder, Lifestyle/Gesundheit/Reisen, und Nachrichten/Dokumentation existieren jeweils lediglich 3 bis 10 Anbieter. Die soeben beschriebenen Verteilungen finden sich in Abbildung 2-3.

Abbildung 2-3: Verteilung der Sparten im VoD-Markt



Quelle: Eigene Darstellung; Daten: MAVISE (<http://mavise.obs.coe.int/>, Zugriff: 27.03.2018).

Den Konsumenten steht eine Vielzahl an unterschiedlich operierenden Diensten bereit, die verschiedene Bedürfnisse der Kunden ansprechen – sei es im Hinblick auf die Zahlungsbereitschaft oder die bevorzugten Inhalte. Dadurch, dass viele der Dienste unentgeltlich bereitgestellt werden oder mit erschwinglichen Abonnements den Zugang zu einem breiten Katalog an Inhalten gewähren, wird der Zugang zu Inhalten über das Internet immer einfacher und breiter. Dies wirkt sich auf die Nutzungshäufigkeit aus. Wie sich die Nutzungsintensität von Videoinhalten im Internet in Deutschland entwickelt, zeigt der nächste Abschnitt.

## 2.2 Nachfrage

In diesem Abschnitt wird die Nachfrageseite des VoD-Marktes betrachtet. Dabei spielt neben den Nutzeranteilen der einzelnen Dienste auch die Nutzungsdauer von Internet-basierten Diensten eine wesentliche Rolle. Zur Analyse wird auf die Ergebnisse der jährlichen Online-Befragung des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) eingegangen. Die Online-Befragung erfolgt seit 2015 jährlich und untersucht die Nutzung von VoD-Diensten in der deutschen Bevölkerung. Die Befragung fand in den vergangenen drei Jahren jeweils in der letzten Novemberwoche statt. Die Befragung erlaubt es unter anderem Rückschlüsse auf die Nutzung einzelner Dienste, die Nutzungsdauer von VoD-Diensten allgemein und die Substitutionsbeziehung zwischen traditionellen Medien und Internetbasierten Diensten zu ziehen. Die Ergebnisse werden in den folgenden Unterkapiteln vorgestellt.

### 2.2.1 Nutzung von VoD-Diensten

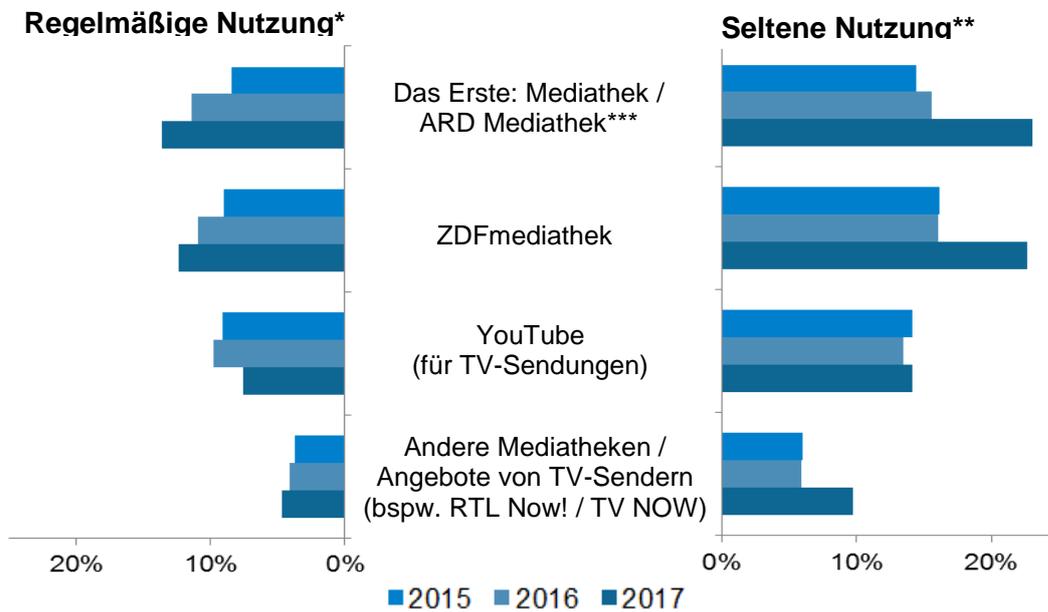
Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, existieren unterschiedliche Arten von VoD-Diensten, die sich in ihren Geschäftsmodellen unterscheiden. Derzeit werden in Deutschland vor allem Dienste genutzt, die für den Kunden zunächst unentgeltlich zugänglich sind. Am wenigsten genutzt werden TVoD-Dienste. Die Nutzung dieser Dienste geht seit 2015 um durchschnittlich 17% bei der regelmäßigen Nutzung (Nutzung mind. einmal pro Woche) und um etwa 6% pro Jahr bei der eher seltenen Nutzung (Nutzung in den letzten 30 Tagen) zurück. Besonders stark stieg in den vergangenen Jahren dagegen die Nutzung von SVoD-Diensten – sowohl bei der eher seltenen Nutzung als auch bei der regelmäßigen Nutzung. Dabei gewinnen die SVoD seit 2015 jährlich Nutzeranteile von durchschnittlich 35 bzw. 32%. Weniger stark, aber konsistent steigen auch die Nutzeranteile für FVoD/AVoD-Dienste. Hier sind es jährlich 13 bzw. 17%.

Einen Überblick über die Nutzung einzelner Dienste geben Abbildung 2-4 bis Abbildung 2-6. Bei den AVoD/FVoD-Diensten waren vor allem die Mediatheken der öffentlich-rechtlichen Fernsehsender besonders beliebt (siehe Abbildung 2-4). Die Nutzeranteile lagen in 2017 bei 14 bzw. 23% für die Das Erste: Mediathek / ARD Mediathek<sup>9</sup> und bei 12 bzw. 23% für die ZDFmediathek. Besonders auffällig ist der Anstieg des Anteils der Bevölkerung, der die ZDFmediathek nur gelegentlich nutzt, zwischen den Jahren 2016 und 2017. Die Nutzung von YouTube (für TV-Sendungen) und der Mediatheken der privaten Fernsehsender änderte sich nur graduell in den vergangenen drei Jahren. Im Durchschnitt nutzten im Jahr 2017 etwa 8% der deutschen Bevölkerung YouTube (für TV-Sendungen) regelmäßig und etwa 14% selten. Die Werte für die Mediatheken der privaten Fernsehsender liegen leicht unter den Werten für YouTube (für TV-Sendungen) bei 5 bzw. 10%.

---

<sup>9</sup> Von 2016 auf 2017 hat eine Änderung im Fragebogen stattgefunden. In den Jahren 2015 und 2016 wurde bei der Nutzung (selten und regelmäßig) nach der „Das Erste: Mediathek“ gefragt. Im Jahr 2017 wurde das betreffende Item in „ARD Mediathek (Das Erste, 3. Programme)“ umbenannt. Die Daten sind daher nicht durchgängig vergleichbar.

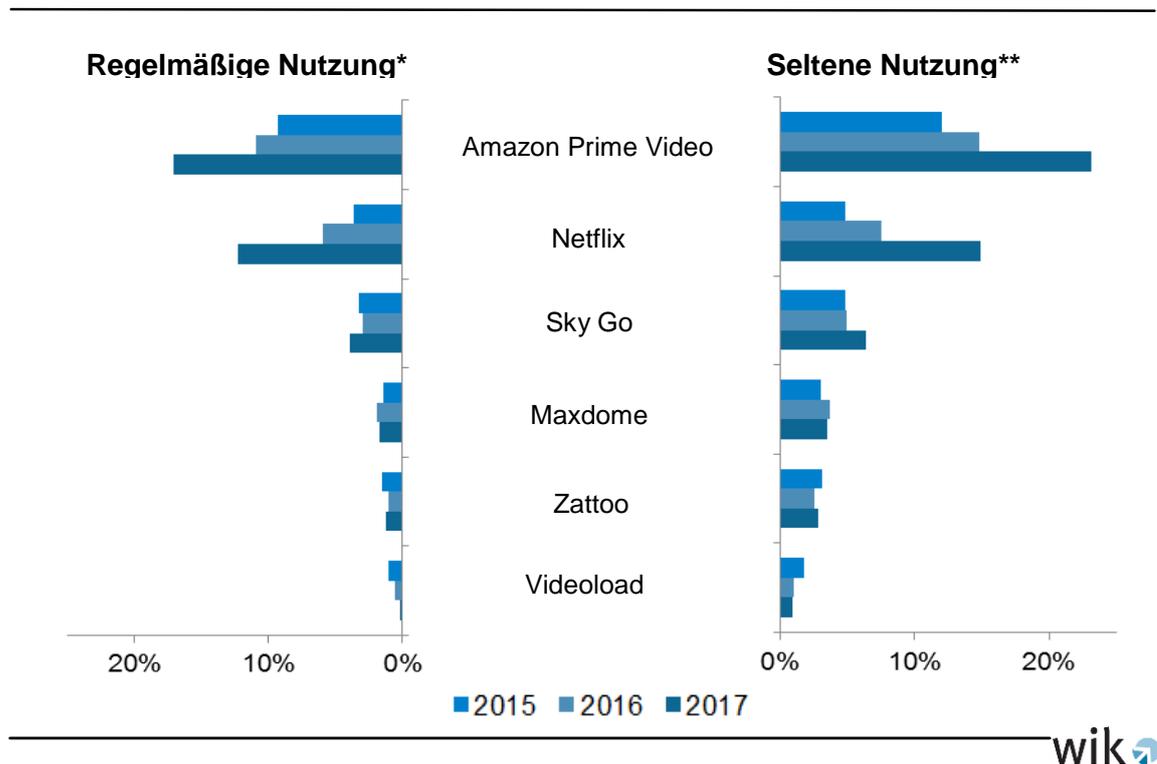
Abbildung 2-4: Nutzung von AVoD/FVoD-Diensten



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036.  
 \*Frage: Welche dieser Angebote nutzen Sie regelmäßig, d.h. mindestens einmal pro Woche?, Mehrfachantwort.  
 \*\*Welche der folgenden On-Demand-Dienste oder Internetangebote der TV-Sender haben Sie in den letzten 30 Tagen genutzt?, Mehrfachantwort.  
 \*\*\*In den Jahren 2015 und 2016 wurde im Fragebogen nach dem Dienst „Das Erste: Mediathek“ gefragt. Im Jahr 2017 wurde der Dienst „ARD Mediathek (Das Erste, 3. Programme)“ genannt.

In dem Segment SVoD ist der US-amerikanische Dienst Amazon Prime Video mit Nutzeranteilen von 17 bzw. 23% der meistgenutzte Dienst in Deutschland (siehe Abbildung 2-5). Vor allem vom Jahr 2016 auf das Jahr 2017 ist ein eindeutiger Anstieg der Nutzung zu erkennen – um jeweils etwa 57%. Bei der Nutzung zwar eindeutig hinter Amazon Prime Video, jedoch mit weitaus höheren Nutzeranteilen als die restlichen Dienste in dieser Kategorie, ordnet sich Netflix ein. Der Anteil an Nutzern unter der deutschen Bevölkerung stieg jährlich um 85 bzw. 76% an. Für das Jahr 2017 gaben etwa 12 bzw. 15% der deutschen Bevölkerung an, Netflix zu nutzen. Die Dienste Sky Go, Maxdome, Zattoo und Videoload kamen dagegen jeweils nur auf Nutzeranteile von unter 10% der deutschen Bevölkerung.

Abbildung 2-5: Nutzung von SVoD-Diensten

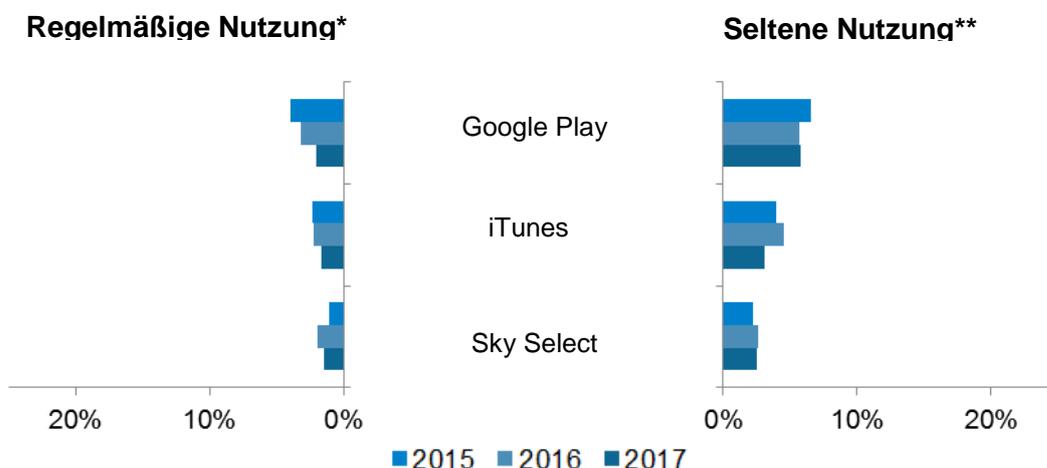


Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036.  
\*Frage: Welche dieser Angebote nutzen Sie regelmäßig, d.h. mindestens einmal pro Woche?, Mehrfachantwort.

\*\*Welche der folgenden On-Demand-Dienste oder Internetangebote der TV-Sender haben Sie in den letzten 30 Tagen genutzt?, Mehrfachantwort.

Wie zu Beginn dieses Abschnitts angedeutet, werden TVoD-Dienste in Deutschland am wenigsten genutzt. Die in diesem Segment bekanntesten Dienste Google Play, iTunes und Sky Select hatten im Jahr 2017 jeweils weniger als 10% Nutzeranteile – sowohl bei der regelmäßigen als auch bei der gelegentlichen Nutzung. Die Anteile haben sich in den letzten drei Jahren entweder kaum verändert oder sinken sogar. Ein Rückgang der Nutzerzahl ist insbesondere bei Google Play und iTunes gegeben. Vom Jahr 2015 auf das Jahr 2017 gingen die Anteile von Google Play um jährlich 30 bzw. 6% zurück. Bei iTunes waren es 17 bzw. 12%.

Abbildung 2-6: Nutzung von TVoD-Diensten



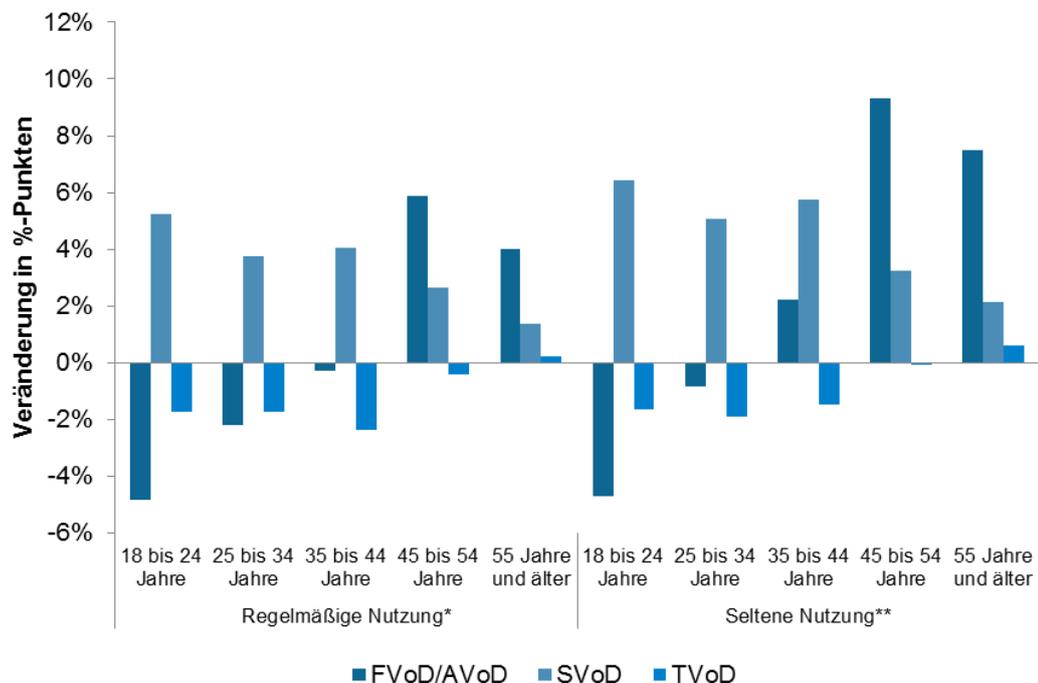
Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036.

\*Frage: Welche dieser Angebote nutzen Sie regelmäßig, d.h. mindestens einmal pro Woche?, Mehrfachantwort.

\*\*Welche der folgenden On-Demand-Dienste oder Internetangebote der TV-Sender haben Sie in den letzten 30 Tagen genutzt?, Mehrfachantwort.

In den vergangenen drei Jahren hat sich auch die Nutzerbasis zwischen den einzelnen Dienste-Typen verschoben. Diese Verschiebung ist in Abbildung 2-7 visualisiert. Während in 2015 noch der größte Teil der FVoD/AVoD-Nutzer vor allem 18- bis 34-Jährige sind, sinkt ihr Anteil um etwa 7 bzw. 6 Prozentpunkte bis 2017 herab. Die Mehrheit der Nutzer im Jahr 2017 ist dementsprechend vor allem älter als 45 Jahre. Beim Teilsegment TVoD gehen die Anteile, die diesen Dienstetyp nutzen, in allen Altersgruppen zurück, bis auf den Anteil derjenigen, die älter als 55 Jahre sind – dieser steigt sogar an. Jedoch ist auch hier der Anstieg nur äußerst gering. Die SVoD-Dienste erlangen hingegen einen Zuwachs in allen Altersgruppen.

Abbildung 2-7: Veränderungen in der Nutzung nach Altersgruppen in Prozentpunkten von 2015 auf 2017



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036.

\*Frage: Welche dieser Angebote nutzen Sie regelmäßig, d.h. mindestens einmal pro Woche?, Mehrfachantwort.

\*\*Welche der folgenden On-Demand-Dienste oder Internetangebote der TV-Sender haben Sie in den letzten 30 Tagen genutzt?, Mehrfachantwort.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass vor allem die Nutzung von SVoD in den vergangenen drei Jahren gestiegen ist. Dieser Trend zeichnet sich in allen hier beobachteten Altersgruppen ab. Als wesentliche Treiber dieses Trends können vor allem die beiden US-amerikanischen Dienste Amazon Prime Video und Netflix gesehen werden (Nooke, Jørgensen, & Mikos 2015). Diese stellen nicht nur ein stetig wachsendes und breites Repertoire an Inhalten Dritter bereit, sondern produzieren auch eigene exklusive Inhalte (Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School, & DIW Econ 2017). Gerade diese Originalinhalte haben zum Erfolg der beiden Dienste maßgeblich beigetragen (Arnold & Schneider 2018).

Beide Dienste gewannen in den letzten drei Jahren einen erheblichen Anteil an Kunden hinzu, während andere Dienste in diesem Segment ihre Anteile zwar größtenteils hielten, jedoch keinen Anstieg verzeichneten. Im nächsten Abschnitt werden das Zeitbudget, welches die deutsche Bevölkerung für audiovisuelle Inhalte aufbringt, und ihre Verteilung auf traditionelle Medien wie Fernsehen und Video in Form von bspw. DVD, Blu-ray oder VHS-Videokassetten und Internetbasierte Dienste beschrieben.

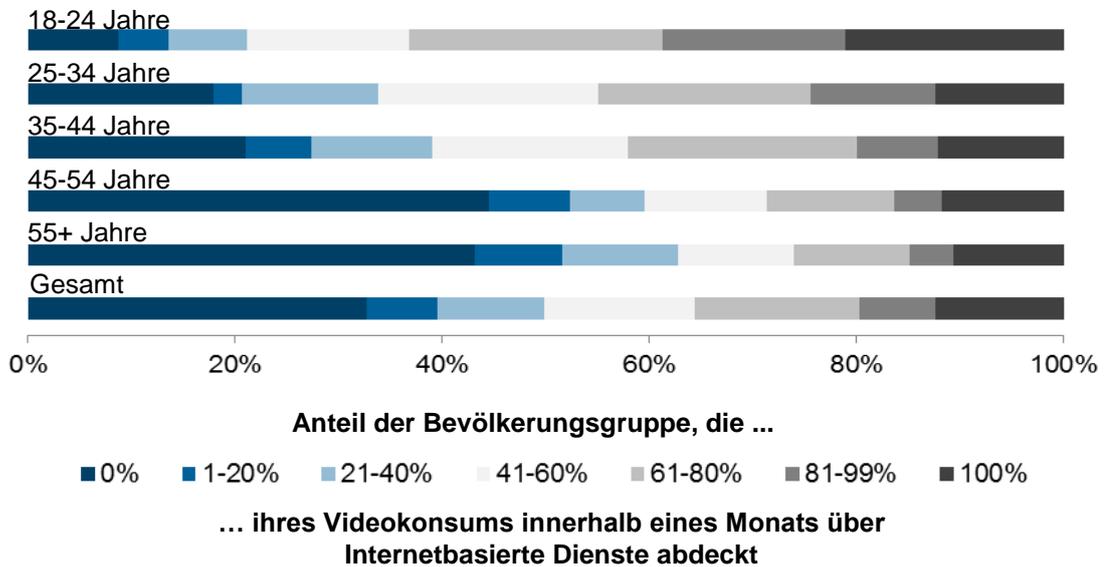
### 2.2.2 Zeitbudget für Bewegtbilder zwischen traditioneller Wiedergabe und Internetbasierter Wiedergabe

Zunächst ist festzustellen, dass der traditionelle Medienkonsum nach wie vor eine gewichtige Rolle spielt, auch wenn in den letzten drei Jahren der überwiegende Teil der Deutschen immer mehr seiner insgesamt konsumierten Videoinhalte im Internet anschaut.

Die folgenden Abbildungen (Abbildung 2-8 bis Abbildung 2-10) beschreiben jeweils das Verhältnis der Nutzung von Internetbasierten Diensten für den Bezug von Bewegtbildern zu der Nutzung von traditionellen Medien in Deutschland von 2015 bis 2017. Die Grafiken beziehen sich jeweils auf die Einschätzungen der Videokonsumenten, wie sich die gesamte Wiedergabe aller innerhalb eines durchschnittlichen Monats betrachteten audiovisuellen Inhalte auf die beiden Nutzungsformen verteilt.

Mehr als die Hälfte der Videokonsumenten in der deutschen Bevölkerung nutzt beide Formen der Wiedergabe. Das trifft in allen drei beobachteten Jahren zu, obwohl der Anteil jährlich um etwa 2 Prozentpunkte sank. Ebenfalls zu beobachten ist, dass der Anteil, welcher ausschließlich auf Internetbasierte Dienste zurückgreift, seit 2015 kontinuierlich stieg. Gaben im Jahr 2015 noch etwa 12% der Videokonsumenten in Deutschland an, Videos ausschließlich über Internetbasierte Dienste zu konsumieren, lag dieser Anteil im Jahr 2017 bereits bei 21%. Dies entspricht einem Wachstum von knapp 10 Prozentpunkten innerhalb von zwei Jahren. Entsprechend sank der Anteil der Videokonsumenten, die ausschließlich traditionelle Wiedergabeformen wählten.

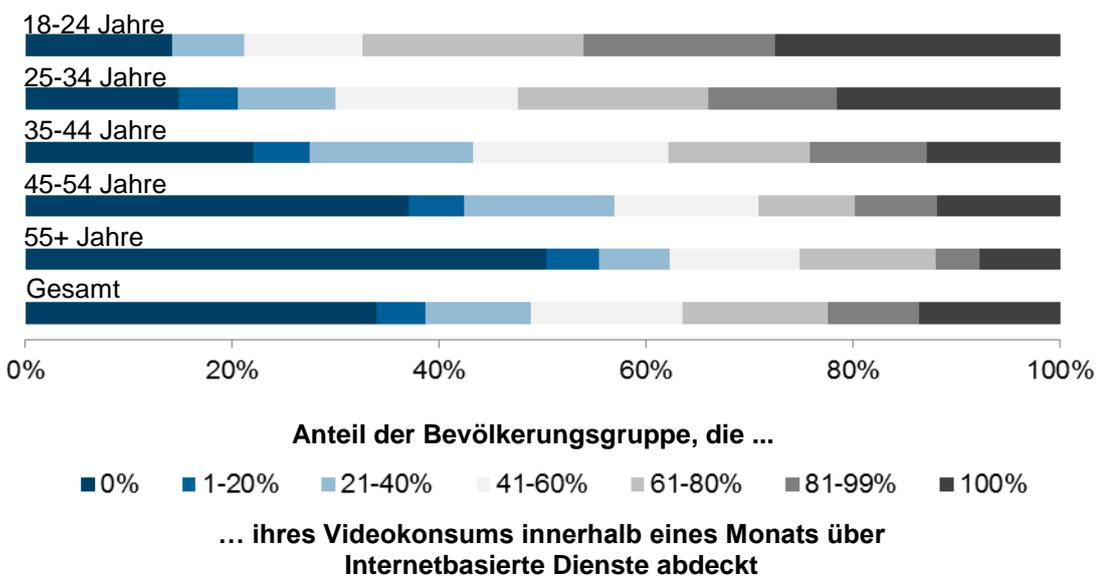
Abbildung 2-8: Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2015



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus dem Jahr 2015. N=1027.  
Frage: Wenn Sie an die Videoinhalte denken, die Sie üblicherweise in einem Monat ansehen, wie verteilt sich die Zeit der Videowiedergabe auf die beiden Nutzungsformen?



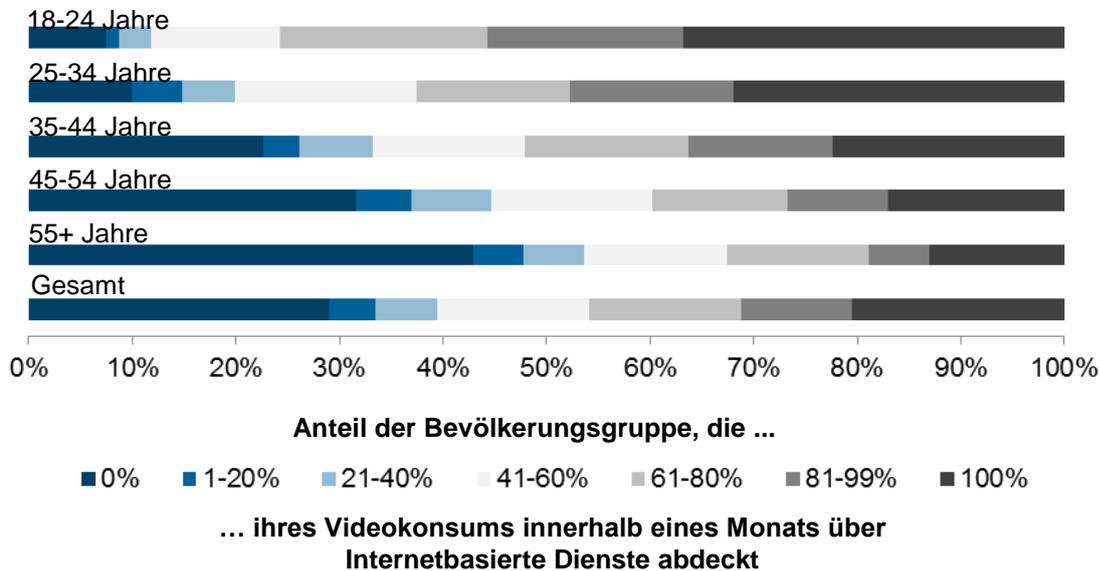
Abbildung 2-9: Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2016



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus dem Jahr 2016. N=1003.  
Frage: Wenn Sie an die Videoinhalte denken, die Sie üblicherweise in einem Monat ansehen, wie verteilt sich die Zeit der Videowiedergabe auf die beiden Nutzungsformen?



Abbildung 2-10: Verteilung der Nutzung von Internetbasierten Diensten zu traditionellen Medien in Deutschland im Jahr 2017



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus dem Jahr 2017. N=2036.

Frage: Wenn Sie an die Videoinhalte denken, die Sie üblicherweise in einem Monat ansehen, wie verteilt sich die Zeit der Videowiedergabe auf die beiden Nutzungsformen?

Es sind vor allem die 18- bis 34-Jährigen, die immer mehr auf Internetbasierte Dienste zugreifen. Gaben im Jahr 2015 etwa 17% der Videokonsumenten in dieser Altersgruppe an, ihren Videokonsum nur über Internetbasierte Dienste zu befriedigen, waren es im Jahr 2016 knapp 25%. Der Anteil stieg bis 2017 um nochmals 10 Prozentpunkte an. Weniger stark ist hingegen der Anstieg des Anteils der über 35-jährigen Videokonsumenten, die angaben, 100% des Videokonsums über Internetbasierte Dienste zu decken. Zwischen den Jahren 2015 und 2016 ist kaum ein Anstieg des Anteils dieser Gruppe zu verzeichnen. Im Jahr 2017 ist hingegen ein Anstieg von 5% beobachtbar. Wird jedoch der Anteil derjenigen betrachtet, die ausschließlich traditionelle Dienste nutzen, ist erkennbar, dass dieser über alle Altersgruppen zwischen 2015 und 2017 weitestgehend konstant bleibt.

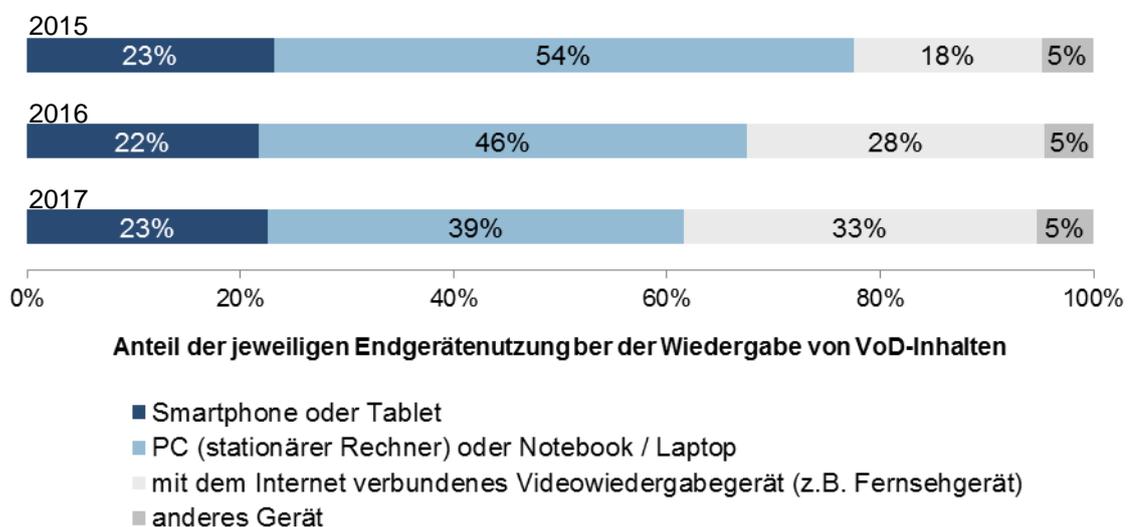
Ferner deckten in 2015 die 18- bis 34-jährigen Videokonsumenten im Durchschnitt etwa 58% ihres gesamten Videokonsums über Internetbasierte Dienste. 42% wurden weiterhin über traditionelle Dienste bedient. Im Jahr 2017 verteilte sich der Videokonsum zu mehr als zwei Drittel auf Internetbasierte Dienste. Bei den über 45-jährigen Videokonsumenten wurde 2017 noch mehr als die Hälfte des Videokonsums über traditionelle Medien abgedeckt. Die 35- bis 44-jährigen Videokonsumenten nutzten in 2015, 2016 und 2017 Internetbasierte Dienste und traditionelle Medien zur Wiedergabe von audiovisuellen Inhalten etwa im gleichen Maße. Insgesamt kann jedoch gesagt werden, dass der Anteil des gesamten Videokonsums, welcher durch Internetbasierte Dienste abge-

deckt wurde, bis 2017 gestiegen ist. Diese Entwicklungen bedeuten im Wesentlichen, dass die Videokonsumenten nicht nur öfter auf Internetbasierte Dienste zurückgreifen, sondern auch diese im Durchschnitt wesentlich länger nutzen.

### 2.3 Endgeräte: Wiedergabe audiovisueller Inhalte

Im Jahr 2015 wurden 77% der audiovisuellen Inhalte, die von den deutschen Videokonsumenten konsumiert wurden, entweder über mobile Endgeräte (Smartphone oder Tablet) oder über stationäre Rechner, Notebooks oder Laptops wiedergegeben (Abbildung 2-11). Im Jahr 2017 vereinen diese Endgeräte nur noch 62% der über das Internet konsumierten audiovisuellen Inhalte auf sich. Dabei ist festzustellen, dass der Anteil für Smartphones und Tablets in den vergangenen Jahren konstant bleibt, lediglich die zurückgehende Nutzung von PCs, Notebooks und Laptops ist für den Gesamtrückgang in der Kategorie verantwortlich. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass andere mit dem Internet verbundene Videowiedergabegeräte an Popularität gewinnen. Damit wurde etwa ein Drittel der über das Internet bezogenen audiovisuellen Inhalte in Deutschland sehr wahrscheinlich auf einem Fernsehbildschirm geschaut, entweder direkt über den Internetanschluss des Fernsehschirms oder durch eine an den Fernseher angeschlossene Spielekonsole.

Abbildung 2-11: Aufteilung der Endgerätenutzung für die Wiedergabe von VoD-Inhalten



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036. Frage: Wie häufig nutzen Sie Internetbasierte Dienste wie Netflix, YouTube, Amazon Prime Video und dergleichen im Verhältnis?

Statistiken belegen, dass zumindest im Jahr 2016 die meist genutzte Auflösung auf mobilen Endgeräten und Tablets SD war, während die über Desktop-PCs genutzte Auflösung hauptsächlich zwischen SD und 720p HD schwankte.<sup>10</sup> Jedoch unterstützen moderne mobile Endgeräte wie Smartphones sogar Auflösungen von 1080p HD oder höher. Viele aktuelle Smart TVs bieten sogar Auflösungen von bis zu 4K. Seit April 2018 ist mir dem Sharp LV 70X500E auch der erste 8K-Fernseher auf dem deutschen Markt erhältlich. Tatsächlich unterstützt werden solche Auflösungen bisher nur von wenigen Onlinediensten. Von den in der Online-Befragung des WIK betrachteten Diensten in Deutschland bieten standardmäßig nur etwa 40% Auflösungen von mehr als 720p HD an. Hierzu gehören vor allem Amazon und Netflix. Ihre Eigenproduktionen werden bereits in hochauflösenden Formaten produziert und angeboten (Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School, & DIW Econ 2017).

## 2.4 Zwischenfazit und Ausblick

In diesem Kapitel wurden einige erste Trends deutlich. Derzeit existieren in Deutschland viele unterschiedliche VoD-Dienste, die sich sowohl in ihrem Geschäftsmodell als auch in den bereitgestellten Inhalten unterscheiden. Durch dieses breite Angebot kann erwartet werden, dass für jeden Konsumenten etwas Passendes verfügbar ist, sowohl in Bezug auf den Inhalt als auch mit Blick auf die mit dem Konsum verbundenen Kosten.

Insbesondere der Dienst Amazon Prime Video könnte sich in Deutschland als ein wesentlicher Treiber der über das Internet zu übertragenden Datenmenge entpuppen. Erstens vereint der Dienst die im Vergleich größte Anzahl an Nutzern auf sich. Zweitens bietet der Dienst zumindest seine eigenen Produktionen in UHD- bzw. 4K-Qualität an (Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School, & DIW Econ 2017). Drittens lässt sich der Dienst mit wenig Aufwand und geringem technischen Wissen direkt in Smart-TVs integrieren. Ähnliches gilt für Netflix, das enorme Zuwächse an Nutzern verzeichnet. Somit ist es wahrscheinlich, dass der Trend hin zu großformatigen Wiedergabegeräten, der im vorigen Abschnitt beschrieben wurde, weiterhin anhält oder sich sogar noch verstärkt.

Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse der Befragungen, dass nicht nur die Anzahl der Nutzer von VoD-Diensten in Deutschland stetig steigt, sondern sich auch die Nutzungsdauer von Internetbasierten Diensten deutlich erhöht. Es erscheint ebenso wahrscheinlich, dass sich die beobachteten Trends fortsetzen. Das nächste Kapitel beschäftigt sich deshalb mit der Frage, inwiefern einzelne Szenarien der Nutzungsentwicklung heute schon in den wesentlichen Prognosen zum Internetverkehr aufgenommen sind.

---

<sup>10</sup> Diese Bewertung bezieht sich auf eigenen Berechnungen für Deutschland auf Basis der Daten von <http://gs.statcounter.com/screen-resolution-stats> (Januar bis Dezember 2016) (Letzter Zugriff: 20.04.2018). Hier ergab sich, dass etwa 85% der Inhalte, die Auflösungen zugeordnet werden konnten und über mobile Endgeräte oder Tablets betrachtet wurden, der SD-Auflösung zugeordnet werden können. Bei Desktops sind es etwa 70% die unter SD bzw. 720p HD fallen.

### 3 Mögliche künftige Entwicklung der Datenvolumina anhand künftiger Konsumententwicklungen

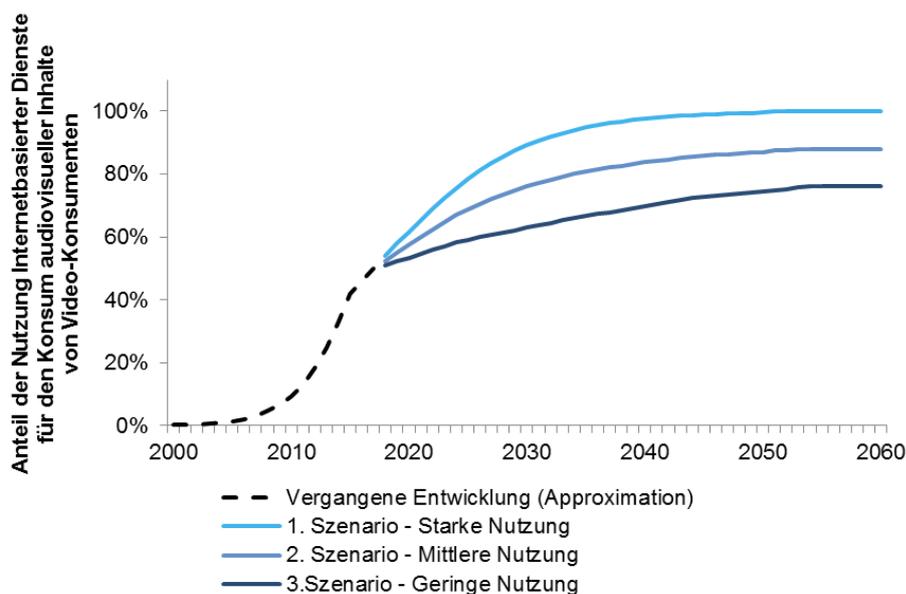
In den vergangenen Jahren ist der Datenverkehr rasant angestiegen. Dies ist vor allem auf den Konsum von audiovisuellen Inhalten über das Internet zurückzuführen. Da audiovisuelle Inhalte, welche über das Internet bezogen werden, schon immer einen großen Anteil des Datenverkehrs ausmachen, spielt die zukünftige Entwicklung des Konsums von audiovisuellen Inhalten über das Internet bei der Einschätzung der künftigen Gesamtdatenmenge eine wichtige Rolle.

Für die zukünftige Entwicklung des Konsums von audiovisuellen Inhalten über das Internet werden hier drei mögliche Szenarien entwickelt:

- Szenario 1 Anteil der Nutzung von ausschließlich Internetbasierten Diensten für den Konsum von Videoinhalten wächst weiterhin stark und deckt bis zu 100% aller in Deutschland konsumierten Videoinhalte ab.
- Szenario 2 Mittelweg aus den extremen Szenarien 1 und 3.
- Szenario 3 Die Nutzungsintensität in den Altersgruppen bleibt in Zukunft auf dem gleichen Niveau wie im Jahr 2017. Der Konsum erhöht sich also nur in dem Maße wie die Konsumenten älter werden.

Der Verlauf der einzelnen Szenarien ist in Abbildung 2-12 dargestellt und wird im Folgenden genauer erläutert.

Abbildung 2-12: Szenarien zur zukünftigen Nutzung von Internetbasierten Diensten



Die obige Abbildung trägt sowohl die vergangene Entwicklung als auch die zukünftig möglichen Entwicklungen der Nutzung von Internetbasierten Diensten ab. Online-Video hatte seine Anfänge in Deutschland in den frühen 2000er Jahren. Die ZDFmediathek startete im Jahr 2001.<sup>11</sup> Kurze Zeit später im Jahr 2003 stellte die Deutsche Telekom den TVoD-Service Videoload bereit.<sup>12</sup> Die meisten der heute bekannten Dienste sind jedoch vor allem in den Jahren 2005 bis 2008 gegründet worden. In 2005 entstanden die ersten FVoD/AVoD- bzw. Video-Sharing-Plattformen – Google Video, Dailymotion und YouTube. Ein Jahr später entstanden die SVoD-Plattformen, dazu zählen Amazon Prime Video und Maxdome. In 2007 kündigte schließlich Netflix an, ein Videostreaming-Angebot bereitzustellen. Zeitgleich startete TV NOW, das Videoportal der RTL Medien-gruppe als AVoD in Deutschland. In den folgenden Jahren entstanden dann immer mehr VoD Dienste, wie Hulu, Pantaflix, Vudu, etc.<sup>13</sup>

In den Anfängen ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Anteil der Videokonsumenten einen verschwindend geringen Teil ihres Videokonsums über Internetbasierte Dienste befriedigte. Entsprechend der Ergebnisse der Online-Befragung des WIK lag der Anteil am Videokonsum über Internetbasierte Dienste am gesamten Videokonsum im Jahr 2015 bei 42% und stieg dann jährlich um etwa 4 Prozentpunkte an. Steigt der Konsum in den nächsten Jahren entsprechend der vergangenen drei Jahre weiterhin an, werden die Videokonsumenten etwa im Jahr 2050 für ihren gesamten Videokonsum ausschließlich auf Internetbasierte Dienste zugreifen. In diesem Fall würde das zuvor beschriebene 1. Szenario greifen. Im 3. Szenario wird hingegen davon ausgegangen, dass bereits eine Marktsättigung stattgefunden hat. Wie bereits in der Einleitung zu diesem Abschnitt beschrieben, wird hier davon ausgegangen, dass diejenigen, die im Jahr 2017 keine Internetbasierten Dienste nutzten, dies auch in Zukunft nicht tun werden. Die Basis zur Berechnung dieses Szenarios legen die Ergebnisse der Online-Befragung des WIK aus dem Jahr 2017, welche in Abbildung 2-10 dargestellt sind. In diesem Jahr bedienten die Videokonsumenten in der Altersgruppe 18 bis 24 Jahre etwa 76% ihres Videokonsums über Internetbasierte Dienste. In der Altersgruppe 25 bis 34 Jahren sind es etwa 68%, in der Altersgruppe 35 bis 44 Jahre etwa 56%, in der Altersgruppe 45 bis 54 Jahre etwa 46% und bei den über 55-Jährigen sind es etwa 37%. Es wird nun angenommen, dass die Nutzer, die heute in die einzelnen Altersgruppen fallen, auch in Zukunft ihren Konsum nicht ändern und dass alle zukünftig kommenden Generationen genauso viel über Internetbasierte Dienste konsumieren wie die 18- bis 24-Jährigen heute. So kann der heutige Stand bis 2054 fortgeschrieben werden, bis die heute 18- bis 24-Jährigen in die Gruppe 55 und älter fallen. Der Anteil der Nutzung von Internetbasierten Diensten im Vergleich zu traditionellen Wiedergabeformen für den Konsum von Bewegtbildern steigt somit bis zum Jahre 2054 an und stagniert dann. Im Jahr 2054 werden nur etwa 76% aller von den Videokonsumenten konsumierten audiovisuellen Inhalte über das Internet abgespielt. Die restlichen 24 % werden weiterhin über traditionelle Medien bedient. Das 2. Szenario verläuft parallel zu den beiden ande-

<sup>11</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/ZDFmediathek>

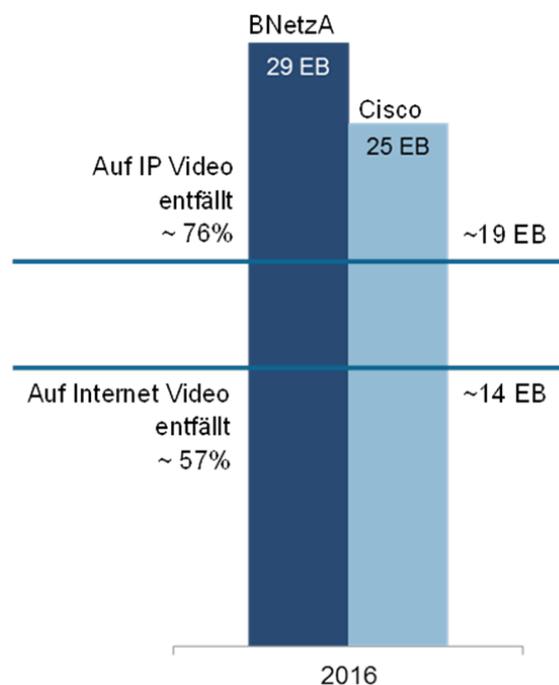
<sup>12</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Videoload>

<sup>13</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_online\\_video](https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_online_video)

ren. In diesem letzten Fall findet die Sättigung des Marktes ebenfalls etwa im Jahre 2054 statt. Konsumenten konsumieren im Durchschnitt etwa 88% der audiovisuellen Inhalte, die sie betrachten, über Internetbasierte Dienste. Die restlichen 12% werden über traditionelle Medien wiedergegeben.

Laut der Daten des Visual Networking Index von Cisco zum globalen Datenverkehr betrug der IP-Datenverkehr in Deutschland im Jahr 2016 etwa 25 Exabyte (EB) (Cisco Systems Inc. 2017).<sup>14</sup> Ein erheblicher Teil dessen entfiel vor allem auf Videoformate (siehe Abbildung 2-13). Etwa 19 EB entfielen nach der Schätzung des Unternehmens auf IP-Video insgesamt. Internet Video betrug immerhin 14 EB.

Abbildung 2-13: Verhältnis gesamter IP-Datenverkehr zum Datenverkehr von Internet Video (in EB)



Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus Bundesnetzagentur (2017b), S. 28 und 40; Cisco Systeme Inc. (2017).

Die deutsche Bevölkerung verwendet im Durchschnitt um die 190 Minuten täglich auf den Konsum von Bewegtbildern – sei der Konsum über traditionelle Medien oder Internetbasierte Dienste (Engel, Mai & Müller 2017).<sup>15</sup> Die Videokonsumenten befriedigten

<sup>14</sup> Laut den Angaben der Bundesnetzagentur lag die Menge des gesamten Datenvolumens, welches über die Breitbandnetze übertragen wurde, sogar bei etwa 29 EB (Bundesnetzagentur 2017b, S. 28 und 40).

<sup>15</sup> Der Wert aus der Studie von Engel, Mai & Müller (2017) stammt aus einer Befragung, welche im ersten Halbjahr 2017 in Deutschland durchgeführt wurde. Da diese Studie erstmals durchgeführt wurde, existieren keine Vergleichswerte aus früheren Jahren. Ähnliche Studien, die die Mediennutzung analysieren, zeigen jedoch, dass bei der Mediennutzung in den letzten 10 Jahren insgesamt keine große Veränderung beobachtbar ist. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass auch in 2016 etwa knapp 190 Minuten täglich für den Videokonsum aufgebracht wurden.

laut den Ergebnissen der Online-Befragung des WIK in 2016 im Durchschnitt etwa 45% ihres Konsums audiovisueller Inhalte über Internetbasierte Dienste. Dies entspricht damit etwa 88 Minuten Videokonsum über das Internet täglich.<sup>16</sup> Je nach Farbtiefe und Bildfrequenz von Videos sowie der genutzten Kompressionstechnologie können, je nach gewählter Auflösung, für 88 Minuten Video bereits mehrere GB anfallen. Doch wie bereits in Kapitel 2.3 erörtert, stellen die meisten Internetbasierten Dienste ihre Inhalte heute noch in SD oder HD bereit und auch nur über eine geringe Anzahl an Endgeräten werden höhere Auflösungen genutzt.<sup>17</sup> Es wird also davon ausgegangen, dass alle Videokonsumenten für 88 Minuten ein durchschnittliches Video im Hinblick auf Farbtiefe, Bildfrequenz etc. (siehe Tabelle 2-2) mit einer Auflösung von durchschnittlich SD oder HD betrachten. Insofern kann der sich tatsächlich im Jahr 2016 ergebende Datenverkehr audiovisueller Inhalte grob zwischen 13 (größtenteils in SD-Qualität) und 19 EB (größtenteils 720p HD-Qualität) eingeordnet werden (siehe Abbildung 2-13).

Tabelle 2-2: Annahmen zur Berechnung der Datenvolumens von Video

Annahmen	
Farbtiefe eines Videos	3x8 bit
Bildfrequenz	30fps
Kompressionsfaktor	1:500
Anteil der Videokonsumenten	91% <sup>18</sup>
Nutzungsdauer von audiovisuellen Inhalten insgesamt	ca.190 Min/Tag
Bevölkerung ab 18 Jahre (Stichtag: 21.12.2016)	69.051.391 <sup>19</sup>
Auflösung	Variabel

<sup>16</sup> Während Engel, Mai & Müller (2017) ihre Daten auf eine repräsentative Studie für die deutsche Bevölkerung ab 14 Jahren stützen, wurde bei der Online-Befragung des WIK die Bevölkerung ab 18 Jahren betrachtet. Hieraus kann sich eine Ungenauigkeit in der Konsumdauer über Internetbasierte Dienste der Videokonsumenten ergeben. Es ist davon auszugehen, dass an dieser Stelle eine Unterschätzung der Konsumdauer stattfindet. Prinzipiell werden die in der Online-Befragung des WIK nicht berücksichtigten 14- bis 17-Jährigen mehr auf Internetbasierte Dienste zugreifen als der Durchschnitt der über 18-Jährigen.

<sup>17</sup> Auch Cisco Systems Inc. gab an, dass etwa 98% des durch Video verursachten Datenverkehrs in 2016 auf Auflösungen in SD oder HD Qualität zurückzuführen sind (Cisco Systems Inc. 2017). Unklar ist jedoch, ob sich Cisco Systems Inc. bei dieser Schätzung auf 720p oder 1080p HD bezieht.

<sup>18</sup> Laut der Europäischen Kommission schauten 91% der Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2016 zumindest selten Videoinhalte, sei es über traditionelle Medien oder das Internet ([http://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/S2137\\_86\\_2\\_STD86\\_ENG/resource/1179321a-0e6e-4808-9c7b-ecfbef7a619](http://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/S2137_86_2_STD86_ENG/resource/1179321a-0e6e-4808-9c7b-ecfbef7a619), Zugriff: 21.05.2018). Somit sind 9% der Bevölkerung nicht Videokonsumenten. Zu ähnlichen Ergebnissen führten auch die Online-Befragungen des WIK in den Jahren 2015 (8,4%), 2016 (11,4%) und 2017 (10,5%). Es wurde ein Mittel aus diesen Werten gewählt, um den tatsächlichen Wert der Nicht-Nutzer zu approximieren.

<sup>19</sup> Dieser Wert wurde aus dem statistischen Bundesamt entnommen ([https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=F5574C0B2F48B619B4BB14C3EBA108D0.tomcat\\_GO\\_1\\_2?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1529482416908&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=12411-0005&auswahltext=%23Z-31.12.2016&werteabruf=Werteabruf](https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=F5574C0B2F48B619B4BB14C3EBA108D0.tomcat_GO_1_2?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1529482416908&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=12411-0005&auswahltext=%23Z-31.12.2016&werteabruf=Werteabruf), Zugriff: 21.05.2018).

Damit liegt die hier durchgeführte Schätzung im Rahmen dessen, was auch Cisco für die Einschätzung des Datenvolumens, welches im Jahr 2016 auf Video entfiel, wiedergibt.

Doch wie ist der Datenverkehr für das Jahr 2021 einzuschätzen? Wird angenommen, dass die oben angenommene Bildtiefe und Bildfrequenz bis 2021 Bestand haben, der Kompressionsfaktor von Codecs für die Videokompression bei 1:500 konstant bleibt<sup>20</sup> und sich der Anteil der Videokonsumenten in der gesamten Bevölkerung sowie die Nutzungsdauer von audiovisuellen Inhalten insgesamt – sowohl über Internetbasierte Dienste als auch über traditionelle Wiedergabemedien – nicht verändert<sup>21</sup>, ist der zukünftige Datenverkehr, der auf audiovisuelle Inhalte entfällt, sowohl von der Nutzungsdauer Internetbasierter Dienste als auch von der sich bis dahin durchsetzenden Technologie abhängig. Letzteres wird als variabler Faktor hinzugezogen, da nach Kapitel 2.3 eine Verschiebung in der Nutzung der Wiedergabegeräte stattfindet, die dazu beitragen könnte, dass künftig höhere Auflösungen nachgefragt werden.

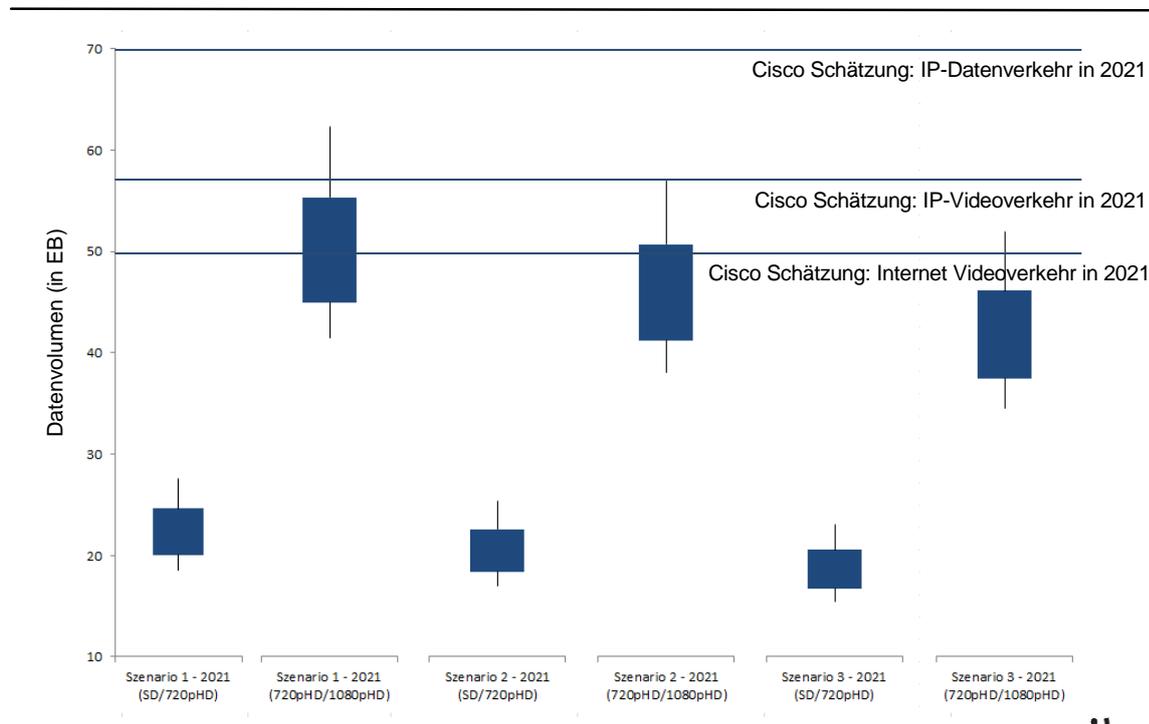
Wenn eine starke zukünftige Nutzung angenommen wird (Szenario 1), werden bis 2021 alle Videokonsumenten etwa 65% ihres gesamten Videokonsums über Internetbasierte Dienste befriedigen. Das entspricht etwa 130 Minuten täglich. Im 3. Szenario, bei dem eine stagnierende Nutzung angenommen wird, werden die Konsumenten hingegen nur bei 55% auf Internetbasierte Dienste zurückgreifen. Hier kann von einem Zeithorizont von knapp 100 Minuten täglich ausgegangen werden; somit 30 Minuten weniger als im 1. Szenario. Im mittleren Szenario (2. Szenario) liegt die Nutzungsdauer von audiovisuellen Inhalten über Internetbasierte Dienste bei knapp 115 Minuten. Bei derselben Standardauflösung wie im Jahr 2016 wird das Datenvolumen je nach Szenario im Mittel zwischen 19 bis 23 EB schwanken.

---

<sup>20</sup> Die Kompressionsfähigkeiten künftiger Codecs werden zwar steigen, jedoch wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Kompressionsrate in den kommenden Jahren im Normalfall nicht exorbitant ansteigt (Doutsis 2017).

<sup>21</sup> Es wird davon ausgegangen, dass auch in den kommenden drei Jahren im Normalfall kein schlagartiger Anstieg oder Rückgang der Anteile der Videokonsumenten in der gesamten Bevölkerung sowie der Nutzungsdauer von audiovisuellen Inhalten zu erwarten ist.

Abbildung 2-14: Entwicklung der Datenvolumina in den drei Szenarien in 2021 – SD/720p HD-Qualität und 720p HD/1080p HD-Qualität



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf eigenen Berechnungen und Cisco Systems Inc. (2017).

Setzt sich in den kommenden drei Jahren jedoch eine höhere durchschnittliche Auflösung durch, wird das Datenvolumen sogar um das Zweifache zum Jahr 2016 steigen. Je nach Szenario schwanken die Datenvolumen dann im Mittel zwischen 43 und 52 EB. Im Vergleich dazu prognostiziert Cisco für das Jahr 2021 einen gesamten Datenverkehr von 71 EB. IP-Video macht dabei etwa 59 EB des Verkehrs aus und Internet-Video 50 EB. Dies bedeutet, dass wenn sich in den kommenden drei Jahren die nächsthöhere Auflösungsqualität durchsetzt, die hier durchgeführte Einschätzung über die künftige Datenmenge audiovisueller Inhalte in etwa den Prognosen von Cisco (Cisco Systems Inc. 2017) entspricht. Sollten sich noch höhere Auflösungen schneller als erwartet durchsetzen, so würden die aktuellen Schätzungen den wahrscheinlich anfallenden Datenverkehr nicht mehr abbilden.

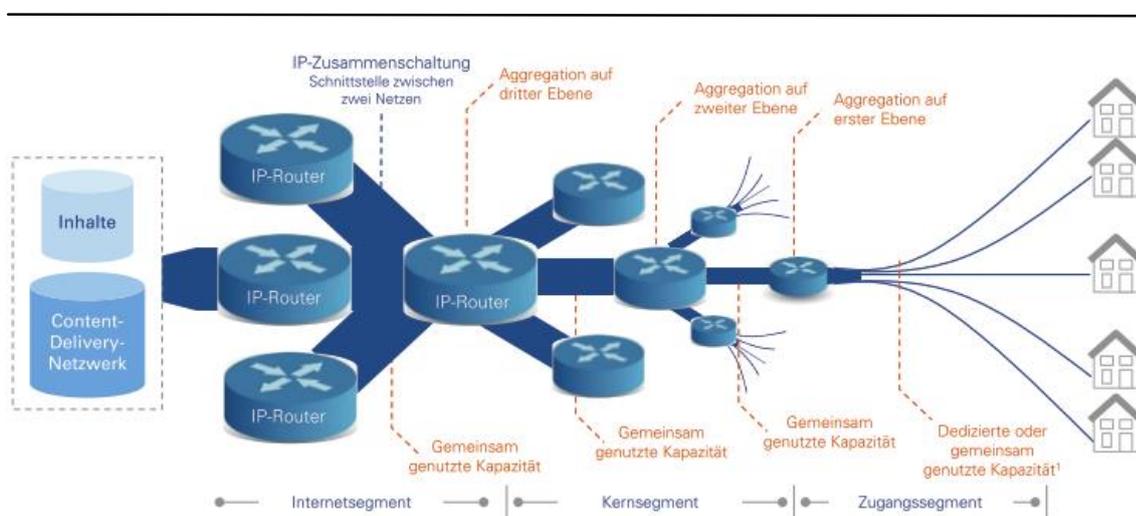
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Datenmenge, die durch den Konsum von Video über die Netzinfrastruktur geleitet wird, bei der jeweils nächst höheren Auflösung exponentiell ansteigt. Demgegenüber wird die Nutzungsdauer insgesamt einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf das Datenvolumen in den nächsten drei Jahren haben. Wenn für das Jahr 2021 die gleiche Durchschnittsauflösung angenommen wird wie für das Jahr 2016, würde die Datenmenge, die durch Videoinhalte aufgrund des vermehrten Konsums entsteht, um etwa 30% ansteigen. Der wahrscheinliche Anstieg der Konsumdauer alleine erklärt somit noch nicht den exponentiellen Anstieg der Datenmenge, den Cisco vorhersagt.

Die Durchsetzung der jeweiligen Auflösung als Standard ist jedoch gleichsam an einige Bedingungen geknüpft – wie an die vorhandenen Kapazitäten der Netzinfrastruktur und innovativen Kompressionstechnologien. Auf diese wird das folgende Kapitel genauer eingehen.

## 4 Weitere Einflüsse auf den zukünftigen Konsum von audiovisuellen Inhalten

Heutzutage können Videos über das offene Internet überall und zu jeder Zeit abgerufen werden. Die Konsumenten sind nicht mehr darauf angewiesen, zu einer bestimmten Uhrzeit an einem bestimmten Ort zu sein, um ihre Lieblingssendung zu sehen – nur eine Breitbandverbindung und das passende Endgerät sind nötig. Heute haben etwa 80% der deutschen Haushalte einen stationären Breitbandanschluss (Bundesnetzagentur 2017b) und ungefähr 75% der Deutschen nutzen eine mobile Internetverbindung.<sup>22</sup> Über die Breitbandinfrastruktur werden die Inhalte vom Server des Anbieters über die verschiedenen Router und Netze bis zum Zugangnetz des Endkunden übertragen. Schematisch wird der Weg von Inhalten in Abbildung 4-1 dargestellt.

Abbildung 4-1: Schema eines IP-Netztes



Quelle: Pankert, Faggiano & Taga (2014), S.48.

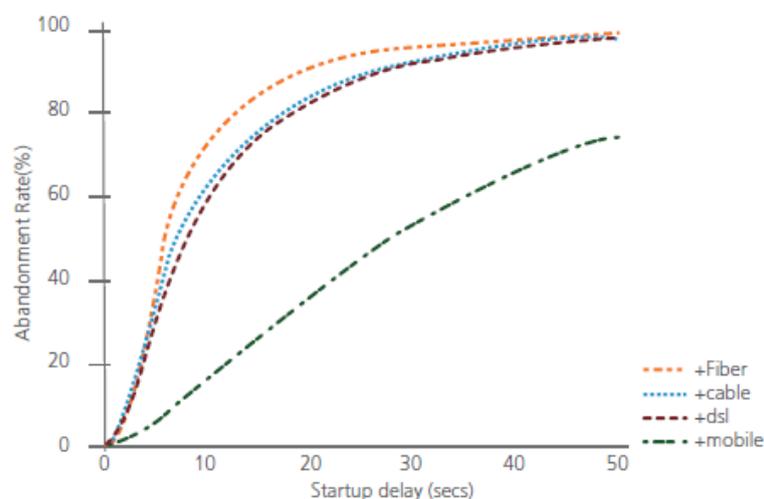
Allgemein sind die Informationen, welche über die Netzinfrastruktur übermittelt werden, in Sequenzen bzw. Biteinheiten organisiert, d.h. in sogenannten Paketen. Bis das einzelne Paket zu seinem Ziel gelangt, durchläuft es in der Regel mehrere unterschiedliche Netze, Router und Knotenpunkte. Je nachdem wie viele Knotenpunkte, Router und Netze durchlaufen werden, kann sich die Latenz, das heißt die Zeit, die ein Paket von seinem Absender bis zu seinem Ziel benötigt, erhöhen. Dazu kommt, dass wie auf einer vielbefahrenen Autobahn Stau entstehen kann, wenn die Pakete vieler verschiedener Nutzer durch das gleiche Netz übertragen werden – in diesem Fall wird von Kongestion

<sup>22</sup> Der Wert für den Anteil der Nutzer mobiler Internetverbindung stammt aus der Eurostat-Datenbank (Einzelpersonen - Mobiler Internet-Zugang [isoc\_ci\_im\_i]; [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc\\_ci\\_im\\_i&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ci_im_i&lang=en), Zugriff: 21.05.2018). Erfasst wurde der Anteil an Personen, die einen tragbaren Computer oder ein Handheld-Gerät zum Internetzugang außerhalb der Wohnung oder des Arbeitsplatzes verwenden.

oder Überlast gesprochen. Dies kann zu weiteren Verzögerungen in der Ankunft führen – zu einem Delay. Je mehr und je größere Dateien dabei über die Netzinfrastruktur geleitet werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und einer längeren Dauer eines Delays. Beide Qualitätskriterien spielen eine wichtige Rolle für das Nutzererlebnis für viele internetbasierte Dienste, wie eben für audiovisuelle Inhalte (Hatfield 2010).

Der Effekt der Verzögerung im Bereich der audiovisuellen Inhalte wurde von Akamai (2015) untersucht. Das Unternehmen betrachtet den Einfluss der Online-Video-Qualität auf das Sehverhalten der Nutzer. Dafür wertet das Unternehmen ein umfassendes Set an Daten von über 6,7 Millionen Videonutzern überwiegend aus Nordamerika, Europa und Asien aus. Die Daten spiegeln dabei etwa 216 Millionen Minuten an geschauten Videos wieder. Erfasst werden zudem Daten zur Anlaufzeit des Videos, Verzögerungen beim Puffern des Videos und Fehlerrate. Ebenso werden die gesamte Abspielzeit des Videos erfasst, die Abbruchrate und der Wiederbesuch des Streams. Die Untersuchung von Akamai zeigt, dass eine Verzögerung von nur zwei Sekunden zu einer Abbruchrate von 3% bei langen Videosequenzen (mehr als 30 Minuten) führt. Bei kurzen Videos (unter 30 Minuten) ist die Abbruchrate sogar doppelt so hoch. Dabei steigt die Abbruchrate exponentiell an. Bei einer Verzögerung von 5 Sekunden liegt die Abbruchrate bei langen Videos bei 13%. Es finden sich auch leichte Unterschiede bei den Nutzern, wenn die genutzten Anschlusstechnologien einbezogen werden. Wenn ein Nutzer sich an eine hohe Geschwindigkeit gewöhnt hat, ist die Frustrationsgrenze wesentlich niedriger und damit die Abbruchrate bei derselben Verzögerung höher.<sup>23</sup>

Abbildung 4-2: Zusammenhang zwischen Abbruchrate und Verzögerungen in der Anlaufzeit nach Anschlusstechnologien



Quelle: Akamai (2015), S. 6 und Sitaraman (2013), S. 9.

<sup>23</sup> Diese Resultate sind ebenfalls konsistent mit den Ergebnissen aus der Studie von Arnold et al. (2015).

Neben den Verzögerungen in der Anlaufzeit des Videos haben auch die Verzögerungen in der Datenübertragung während des Abspielens des Videos Einfluss darauf, wie lange das Video letztlich abgespielt wird. Dies untersuchen vor allem Krishnan & Sitaraman (2013) und Sitaraman (2013). Beide Studien nutzen ein quasi-experimentelles Design, um den Einfluss der Netzwerk- und Streaming-Qualität auf das Zuschauerverhalten zu quantifizieren. Krishnan & Sitaraman (2013) finden so heraus, dass Nutzer einen Video-Stream verlassen, wenn das Starten des Videos länger als zwei Sekunden dauert. Mit jeder weiteren Sekunde steigt die Abbruchrate um 5,8%. Ferner sind Zuschauer weniger tolerant in Bezug auf Verzögerungen in der Übertragung von kurzen Videos als bei langen Videos. Zuschauer, welche auf hochwertigen Endgeräten streamen oder eine leistungsstarke Internetverbindung zur Verfügung haben, sind wesentlich ungeduldiger und neigen schneller dazu, einen Stream zu verlassen, wenn es zu Verzögerungen während des Abspielens kommt. Darüber hinaus sorgen Interruptionen während des Streamings dazu, dass die Spielzeit verringert wird. So wird von den Autoren festgestellt, dass ein Zuschauer, welcher Interruptionen von etwa 1% der gesamten Spieldauer eines Videos erfährt, 5% weniger vom Video abspielt, als Zuschauer, die keine Interruptionen erfahren.

Wie sich Verzögerungen auf die Videoqualität auswirken, hält die Studie von Pankert, Faggiano & Taga (2014) visuell fest. Bereits bei einer Verzögerung von 10 Millisekunden zu den durchschnittlichen 100 Millisekunden wird das übertragene Bild geradezu unkenntlich.

Abbildung 4-3: Auswirkungen von Verzögerungen auf die Bildqualität



Fig. 3.7 Original Video



Fig. 3.8 100ms ± 4ms delay



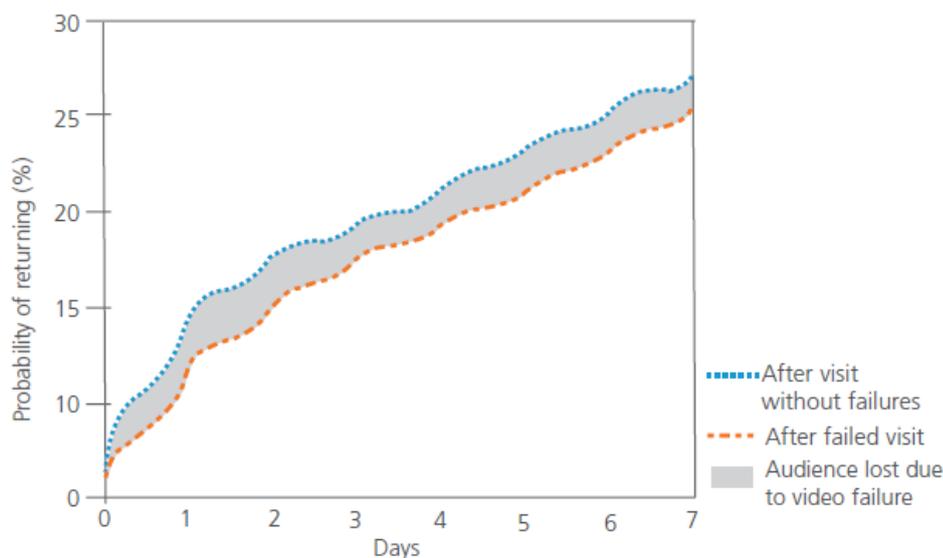
Fig. 3.9 100ms ± 10ms delay



Fig. 3.10 100ms ± 16ms delay

Letztlich schließen Akamai (2015) und Krishnan & Sitaraman (2013), dass Qualitätsmängel dieser Art die Wahrscheinlichkeit, dass die Betroffenen den gleichen Dienst in derselben Woche oder am darauffolgenden Tag erneut besuchen, deutlich reduzieren. Ähnliche Ergebnisse hält auch Sitaraman (2013) fest.

Abbildung 4-4: Wahrscheinlichkeit eines erneuten Besuches



Quelle: Akamai (2015), S.8.

Wie bei jedem Dienstleistungsanbieter hängt der Erfolg von Internetbasierten Diensten, die audiovisuelle Inhalte bereitstellen, von der Qualität ihres bereitgestellten Dienstes ab – also letztlich von der Qualität der übertragenen Videos. Doch um die jeweilige Qualität bereitzustellen, müssen die technischen Bedingungen gegeben sein. Je mehr Informationen eine Datei enthält, desto höher sind die zur Übertragung benötigten Bitraten. Für ein komprimiertes SD- oder HD-Video werden beispielweise Bitraten von bis zu 5 Mbit/s empfohlen; bei UHD-Videos sind es schon 25 Mbit/s.<sup>24</sup> Da diese Geschwindigkeiten von vielen Internetanschlüssen nicht (kontinuierlich) erreicht werden, verwenden Inhalteanbieter innovative Methoden, um trotzdem ein möglichst gutes Nutzererlebnis bieten zu können.

<sup>24</sup> <https://help.netflix.com/de/node/306>,  
<https://www.amazon.de/gp/help/customer/display.html?nodeId=201859000>

## 4.1 Auf Seiten der Inhalteanbieter: Technologien zur Reduktion der Bitraten

Es werden im Folgenden zwei wesentliche Techniken dargestellt, mit deren Hilfe Inhalteanbieter dem Konsumenten ermöglichen, die bestmögliche Qualität zu erfahren.

### 4.1.1 Codecs<sup>25</sup>

Kompressionsverfahren dienen der Reduktion der Datenmenge von Inhalten bzw. Dateien, damit die Datenrate bei der Übertragung sinkt. Videodateien sind in ihrer rohen Form zu groß, um über die Netzwerke übertragen werden zu können, nicht zuletzt weil sie eine Vielzahl von redundanten Informationen enthalten. Diesen Umstand machen sich die meisten Komprimierungsverfahren zunutze. So kann die zu übertragende Datenmenge im Vergleich zur Rohdatei ganz erheblich reduziert und eine effizientere Übertragung gewährleistet werden (Pankert, Faggiano & Taga 2014, Schatz et al. 2013). Hierfür sind Codecs zuständig.

Der Codec besteht aus zwei Teilen – einem Encoder und einem Decoder. Der Encoder wandelt die Informationen in einen digitalen Code um, während der Decoder die Inhalte beim Abspielen wieder dekodiert. Eine Kompression kann dabei verlustfrei oder verlustbehaftet ablaufen. Daten, welche statistische Redundanz beinhalten, können beispielweise effizient durch eine verlustfreie Kompressionsmethode komprimiert werden. Das Prinzip, welches dahinter steht, ist das Minimieren der Anzahl von bits, die benötigt werden, um die Datei ohne den Verlust von Informationen wiederherstellen zu können.

Dem Codieren gehen jedoch einige wesentliche Schritte voraus. Zunächst wird die Datei, in unserem Beispiel das Video, in ein Format transformiert, welches die Kompression erleichtert. Die bekanntesten Transformationen sind die „Discrete Wavelet Transform“ (DWT), „Discrete Cosine Transform“ (DCT), „Discrete Sine Transform“ (DST) und „Fourier“. Nach der Transformation folgt dann noch bei der verlustbehafteten Kompression die Quantisierung. Danach wird die Datei bzw. das Videosignal über den jeweiligen Kommunikationskanal zu dem Receiver geleitet, welcher das Signal wieder rekonstruiert (decodiert).

Der erste Video-Codec wurde in den 1980er Jahren entwickelt. Die ersten Codecs waren der Codec H.261 von der Video Coding Experts Group (VCEG) der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) sowie der Codec MPEG-1 der Motion Picture Expert Group (MPEG) der Internationalen Organisation für Normung (ISO). In den 1990er Jahren schlossen sich beide Gruppen zum Joint Video Team (JVT) zusammen. Das JVT veröffentlichte seither eine Reihe von Codecs wie den H.262/MPEG-2, den H.264/MPEG-4/AVC (Advanced Video Coding) und den H.265, welcher auch HEVC (High Efficiency Video Coding) genannt wird.

---

<sup>25</sup> Der größte Teil der in dem Abschnitt „Codecs“ dargestellten Inhalte basiert auf den Ausführungen in Doutsis (2017).

Die Effizienz der Codecs steigt mit jeder weiteren Generation an. Durch den rasanten Anstieg der Menge an audiovisuellen Daten könnte es jedoch sein, dass die erwartete Effizienzsteigerung durch neue Codecs gegenwärtig nicht mit einer gewünschten Entlastung der Datenmengen Schritt hält. Diese Vermutung fassen die Tabelle 4-1 und Abbildung 4-5 zusammen. Nach Tabelle 4-1 ist zu erkennen, dass je höher die Auflösung ist, desto mehr Mbit/s werden benötigt.

Tabelle 4-1: Formate und Datengrößen (Rohfassung)

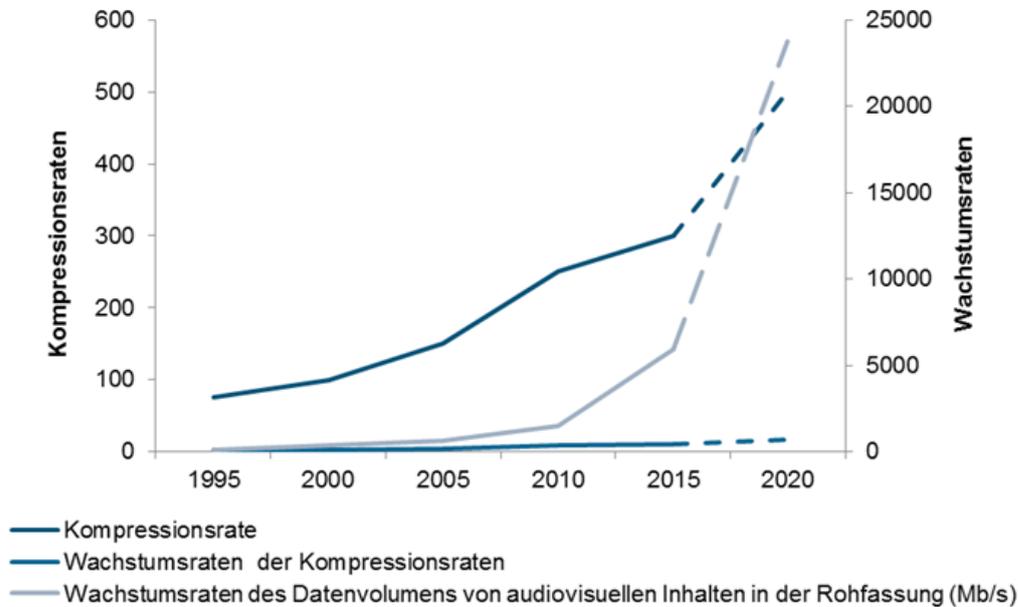
Format	Auflösung	Pixel	MB/s	Mbit/s
Standard Definition (SD)	720 x 576	414720	~35,6	~298,60
720p High Definition (HD)	1280 x 720	921600	~79,1	~663,55
1080p HD	1920 x 1080	2073600	~177,98	~1492,99
UHD	3840 x 2160	8294400	~711,91	~5971,97
4k	4096 x 2160	8847360	~759,38	~6370,10
8k UHD	7680 x 4320	33177600	~2847,66	~23887,87

Quelle: Eigene Berechnung. Die Berechnung der Datenmengen in MB/s und Mbit/s erfolgte unter folgenden Annahmen: Seitenverhältnis: 16:9; Farbtiefe: 24bit (8bit je Kanal RGB); Bildfrequenz: 30fps. Die verwendete Formel lautet wie folgt: MB = (Pixel x Farbtiefe in bits x Dauer in Sekunden x Bildfrequenz) / (8 x 1024 x 1024); Mbit/s = (Pixel x Farbtiefe in bits x Dauer in Sekunden x Bildfrequenz) / (1000 x 1000). Die Datenmengen können unter anderen Annahmen größer oder geringer ausfallen.

Grundlagen: <https://updated.de/ratgeber/tv-aufloesungen-im-ueberblick-von-hd-ready-bis-8k-8434>, <http://www.mediaentertainmentinfo.com/2015/10/7-concept-series-what-is-the-difference-between-hd-and-uhd.html/>, <https://filmpuls.info/filmformat-seitenverhaeltnis-bildgroesse/>, <https://de.wikipedia.org/wiki/Videoauf%C3%B6sung>; <https://link.springer.com/content/pdf/bbm%3A978-3-642-54585-6%2F1.pdf>.

In Abbildung 4-5 wird jedoch deutlich, dass die Wachstumsrate der Kompressionsraten seit spätestens 2010 hinter der Wachstumsrate der Datenvolumina von audiovisuellen Inhalten in der Rohfassung zurückfällt.

Abbildung 4-5: Entwicklung der Kompressionsraten im Vergleich zum Datenvolumen von audiovisuellen Inhalten



Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an Doutsis (2017), S. 46.

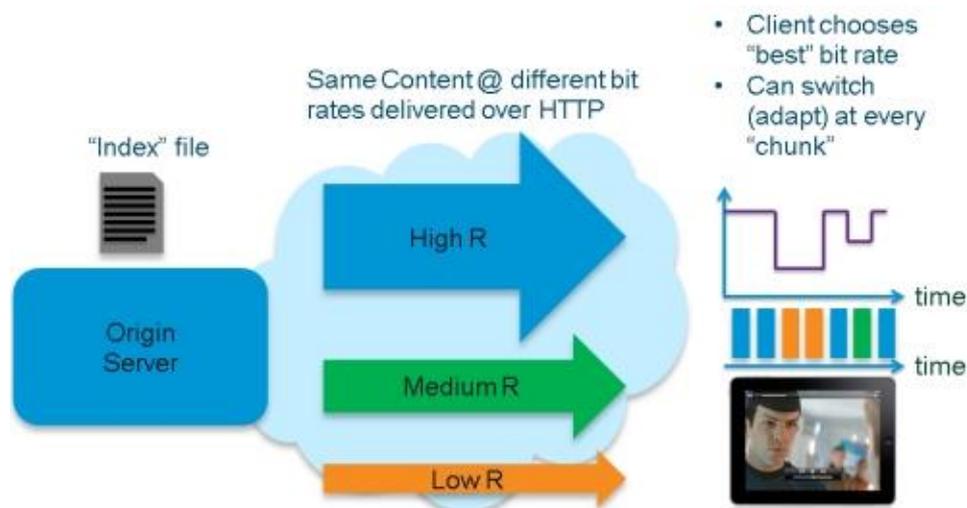
Die Werte zu der Kompressionsrate und den Wachstumsraten der Kompressionsraten stammen aus Doutsis (2017), S. 46. Die Werte für die Wachstumsraten des Datenvolumens von audiovisuellen Inhalten in der Rohfassung (MB/s) stammen aus eigener Berechnung. Die Berechnung der Datenmengen in MB/s und Mbit/s erfolgte unter folgenden Annahmen: Farbtiefe: 24bit (8bit je Kanal RGB); Bildfrequenz: 30fps. Die verwendete Formel lautet wie folgt:  $MB = (\text{Pixel} \times \text{Farbtiefe in bits} \times \text{Dauer in Sekunden} \times \text{Bildfrequenz}) / (8 \times 1024 \times 1024)$ ;  $Mbit/s = (\text{Pixel} \times \text{Farbtiefe in bits} \times \text{Dauer in Sekunden} \times \text{Bildfrequenz}) / (1000 \times 1000)$ . Die Datenmengen können unter anderen Annahmen größer oder geringer ausfallen. Siehe dazu im Detail Tabelle 4-1.

Während die Video-Komprimierungsstandards bisher hauptsächlich von der Video Coding Experts Group (VCEG) des ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) und/oder der Moving Picture Expert Group (MPEG) der Internationalen Organisation für Normung (engl. International Organization for Standardization, ISO)/Internationale Elektrotechnische Kommission (engl. International Electrotechnical Commission, IEC) entwickelt wurden, nehmen sich in den letzten Jahren auch Inhalteanbieter dieser Aufgabe an und versuchen, neue und bessere Komprimierungsverfahren zu entwickeln (Pankert, Faggiano & Taga 2014). Im September 2015 gründeten einige Inhalteanbieter, darunter Netflix, Google und Amazon, die Alliance for Open Media, um ein Codec zu entwickeln, welcher mit den aktuellen Verfahren konkurrieren und diese ablösen kann. Die Nutzung verschiedener Codecs seitens der Inhalteanbieter führt dabei zu Unterschieden in den benötigten Datenvolumina derselben und damit zu unterschiedlichen Bitraten.

### 4.1.2 Adaptive-streaming Technologien

Beim adaptive-streaming-Verfahren passt der Dienst die Qualität seines Services an die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Staus an (Peitz & Schuett 2016). Ein Algorithmus verfolgt dafür in Echtzeit die zur Verfügung stehende Bandbreite und die Prozessorkapazitäten des jeweiligen Endgerätes und passt die Qualität des Videos entsprechend an. Das Resultat daraus sind geringere Pufferzeiten und ein schnellerer Start des Videos bei entsprechend passender Qualität. Um dies zu ermöglichen, werden die Inhalte in verschiedenen Bitraten kodiert, so dass Streams in verschiedenen Bitraten für ein und dasselbe Video verfügbar sind. Beim Starten sucht der Client zunächst nach dem Stream mit der niedrigsten Bitrate. Zeigt sich jedoch, dass die verfügbare Downloadgeschwindigkeit höher ist, wird der Stream mit der nächsthöheren Bitrate ausgewählt und umgekehrt.<sup>26</sup> Damit werden Daten reduziert und Kongestionen vorgebeugt.

Abbildung 4-6: Adaptive-streaming Technologien



Quelle: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/video/headend/DCM/ConfigGuide/V19-10/b\\_DCM\\_config\\_guide/b\\_DCM\\_config\\_guide\\_chapter\\_010110.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/video/headend/DCM/ConfigGuide/V19-10/b_DCM_config_guide/b_DCM_config_guide_chapter_010110.html) (Zugriff: 16.07.2018).

Die Problematik hier ist jedoch, dass zwar Pufferzeiten und damit Verzögerungen in der Übertragung gemindert, jedoch nicht grundsätzlich höhere Auflösungen ermöglicht werden, wenn die Übertragungsraten beispielsweise gering bleiben.

Dennoch stellen die beiden beschriebenen Verfahren wesentliche Techniken dar, mit deren Hilfe der Konsument die gewünschte Menge an Video konsumieren kann. Daneben existieren auch andere innovative Verfahren, die jedoch bisweilen noch in den Kinderschuhen stecken. Hierzu gehört die Anwendung von künstlicher Intelligenz, bei der

<sup>26</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive\\_bitrate\\_streaming](https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_bitrate_streaming)

die Bild- oder Videodateien nach dem Empfang auf den jeweiligen Endgeräten rekonstruiert und hochauflösend wiedergegeben werden können.<sup>27</sup> Somit lassen sich wiederum die Bitraten des Videos stark reduzieren. Während dabei beispielsweise SD-Qualität empfangen wird, könnte bereits 4K oder 8K abgespielt werden.

Doch nicht nur die Inhalteanbieter können dazu beitragen, ein besseres Nutzererlebnis für den Konsumenten hervorzubringen, sondern auch die Internetserviceanbieter durch den kontinuierlichen Ausbau ihrer Netzinfrastruktur.

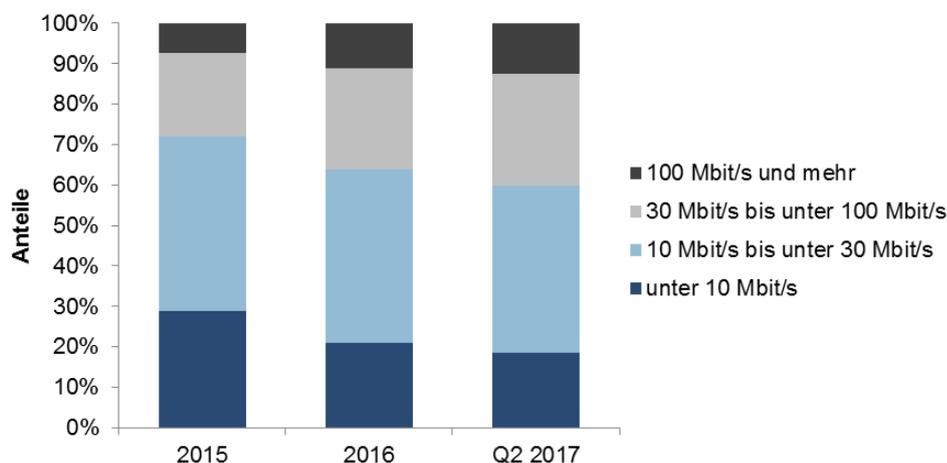
## 4.2 Auf Seiten der Internetprovider: Breitbandanschluss

Stationäres (leitungsgebundenes) Breitband, welches unterschiedliche Übertragungsraten von bis zu 16 Mbit/s liefert, war Mitte 2017 für etwa 98% der deutschen Haushalte verfügbar. Übertragungsraten zwischen 16 bis 50 Mbit/s waren zumindest für 91% der Haushalte verfügbar. Verbindungen mit mehr als 50 Mbits waren jedoch weniger weit verbreitet. Mitte 2017 standen nur etwa 80% der Haushalte Übertragungsraten von mehr als 50 Mbit/s zur Verfügung (TÜV Rheinland 2017). Dennoch hat in den vergangenen drei Jahren die Verbreitung von Breitbandanschlüssen mit hohen Übertragungsraten zugenommen. Vor allem Anschlüsse mit Übertragungsraten von mindestens 30 bzw. 100 Mbit/s sind in den letzten drei Jahren von den Konsumenten zunehmend nachgefragt worden. In den beiden Klassen ergab sich ein durchschnittliches Wachstum von 20 bzw. 34% jährlich seit 2015. Dem gegenüber sank der Bestand an Breitbandanschlüssen mit Datenraten von weniger als zehn Mbit/s jährlich um durchschnittlich 18% (Bundesnetzagentur 2017a, b).

---

<sup>27</sup> <https://thenextweb.com/artificial-intelligence/2017/10/31/ai-can-make-low-resolution-photos-great-again> (Letzter Zugriff: 27.07.2018). Obwohl sich diese Quelle auf Bilddaten bezieht, ist es denkbar, dass in Zukunft künstliche Intelligenzen dieser Art für Videodateien angewandt werden können.

Abbildung 4-7: Verteilung der vermarkteten Bandbreiten bei vertraglich gebuchten Festnetz-Breitbandanschlüssen von 2015 bis Q2/2017



Quelle: Eigene Darstellung; Daten: Bundesnetzagentur (2017a, b)

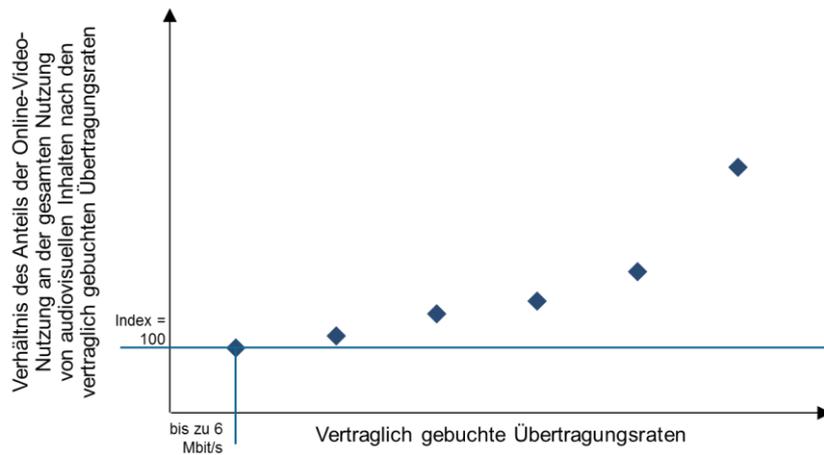
Auch beim mobilen Breitband wurden in den letzten drei Jahren leistungsfähigere Technologien genutzt. Während im Jahr 2015 noch bei knapp 54% der Befragten der Mobilfunktarif die Nutzung von 3G/UTMS beinhaltet, war dies im Jahr 2017 nur noch bei 34% der Fall. Demgegenüber stieg die Verwendung von 4G/LTE. Im Jahr 2015 waren es noch 46% die angaben, einen Mobilfunktarif zu besitzen, der die Nutzung von 4G/LTE beinhaltet, im Jahr 2017 waren es schon mehr als zwei Drittel.<sup>28</sup>

Aus den Ergebnissen der Online-Befragung des WIK lässt sich ableiten, dass der Anteil der Online-Video-Nutzung mit der vertraglich gebuchten Übertragungsrates im stationären Breitband steigt. Je größer der Anteil der Internetbasierten Dienste an der gesamten Nutzung von Videoinhalten ist, desto wahrscheinlicher verfügen die Befragten auch über einen besonders schnellen Internetanschluss zuhause. Der Zusammenhang nimmt einen exponentiellen Verlauf. Im Jahr 2017 war der Videokonsum, den Videokonsumenten mit einer Breitbandverbindung von mehr als 100 Mbit/s über Internetbasierte Dienste befriedigten, um den Faktor 1,25 höher als bei Videokonsumenten mit einer Breitbandverbindung von bis zu 16 Mbit/s. Ähnlich verhält es sich auch mit mobilen Breitbandverbindungen. Auch hier gilt, je schneller die Verbindung, desto höher der Konsum über Internetbasierte Dienste.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Die Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus den Jahren 2015, 2016 und 2017. 2015: N=1027; 2016: N=1003; 2017: N=2036. \*Frage: Beinhaltet Ihr Mobilfunktarif die Nutzung von 3G/4G-Internetverbindung?

<sup>29</sup> Ergebnis aus der Online-Befragung des WIK. Über die Jahre 2015, 2016 und 2017 haben im Durchschnitt diejenigen Videokonsumenten einen größeren Anteil Video über Internetbasierte Dienste konsumiert, die eine 4G/LTE-Internetverbindung besaßen, als diejenigen, die eine 3G/UTMS-Internetverbindung besaßen.

Abbildung 4-8: Anteil der Online-Video-Nutzung unter den Videokonsumenten nach vertraglich gebuchten Übertragungsraten im stationären Breitband im Jahr 2017

wik 

Quelle: Eigene Darstellung; Daten stammen aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus dem Jahr 2017 mit N=2036.

Gleichsam hat die Bandbreite auch einen Einfluss auf die genutzte Auflösung. Für eine verzögerungs- und störungsfreie Übertragung benötigt jedes Auflösungsformat ein Mindestmaß an Mbit/s. So gibt beispielsweise Netflix an, dass für SD- oder HD-Qualität eine Breitbandgeschwindigkeit von mindestens 3-5 Mbit/s nötig ist. Für UHD werden bereits 25 Mbit/s vorausgesetzt.<sup>30</sup> Ähnlich ist dies bei YouTube. YouTube empfiehlt für UHD eine Mindestgeschwindigkeit von 20 Mbit/s. Amazon hingegen spricht von etwa 15 Mbit/s für ein UHD-Video.<sup>31</sup>

Zusammenfassend bedeutet dies, dass das Wachstum des Datenverkehrs, welches durch audiovisuelle Inhalte entsteht, stets nach oben hin durch die möglichen Leistungen des jeweiligen Internetanschlusses begrenzt wird. Dies bedeutet, dass jemand, der nur eine 16 Mbit/s-Leitung besitzt, mehr auf traditionelle Medien zurückgreift oder bei der Nutzung von Internetbasierten Diensten lediglich SD- oder HD-Qualität streamt. Dennoch wird auf kurze oder lange Sicht die Nachfrage nach schnellen Verbindungen steigen. So zeigten Arnold, Hildebrand & Waldburger (2016), dass ein starker Zusammenhang zwischen der Nutzung von audiovisuellen Diensten im Internet und dem Erwerb einer schnellen Datenverbindung besteht. Eine experimentelle Studie von (Sackl, Zwickl & Reichl 2012) zeigt ferner, dass Konsumenten für eine bessere Streaming-Qualität bereit sind, in eine effektive Datenverbindung zu investieren. Zu einem solchen Ergebnis kommen auch (Tatcha & Hitoshi 2016). Abgesehen davon steigt auch grundsätzlich die Nachfrage nach audiovisuellen Inhalten über das Internet wie in Kapitel 2.2 verdeutlicht, sowie die Nutzung leistungsstärkerer Endgeräte wie in Kapitel 2.3 beschrieben.

<sup>30</sup> <https://help.netflix.com/de/node/306>

<sup>31</sup> <https://www.amazon.de/gp/help/customer/display.html?nodeId=201859000>

## 5 Fazit und Ausblick

Dieser Diskussionsbeitrag betrachtet das Angebot und die Nachfrage nach audiovisuellen Diensten, die im Internet angeboten werden. Dabei werden die Prognosen von Cisco und drei Szenarien der zukünftigen Online-Video-Nutzung gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass die rasant zunehmende Nutzung von Online-Videoinhalten in Deutschland die Menge an Daten, die im Internet übertragen werden müssen, spürbar erhöht, vor allem aber die nachgefragte Auflösung einen exponentiell stärkeren Einfluss auf die zu transportierende Datenmenge hat.

Dieser ungleiche Einfluss von Nutzerzahl und Auflösung steht auch hinter dem Konzept des Produktes „StreamOn“ der Deutschen Telekom<sup>32</sup>, bei dem alle teilnehmenden Videoinhalte ausschließlich in SD-Qualität übertragen werden, da die maximale Bandbreite auf bis zu 1,7 Mbit/s für Videoverkehr durch die Deutsche Telekom begrenzt wird. Die Bundesnetzagentur untersagt genau diesen Aspekt des Dienstes – die Drosselung der Bandbreite bei Videoverkehren. Eine ähnliche Entscheidung traf die Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH in Österreich am 20.12.2017 im Zusammenhang mit dem Dienst Free Stream der A1 Telekom Austria AG.<sup>33</sup> In beiden Fällen wird mit einer Verletzung der seit 2015 in Europa festgeschriebenen Regeln über die Netzneutralität argumentiert. Nach diesen sind Anbieter von Internetzugangsdiensten verpflichtet, den gesamten Verkehr bei der Erbringung von Internetzugangsdiensten gleich zu behandeln, „ohne Diskriminierung, Beschränkung oder Störung, sowie unabhängig von Sender und Empfänger, den abgerufenen oder verbreiteten Inhalten, den genutzten oder bereitgestellten Anwendungen oder Diensten oder den verwendeten Endgeräten“ (Artikel 3, Abs. 3, EU 2015/2120).<sup>34</sup>

Weiterhin zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass die Prognosen von Cisco für die zu transportierende Datenmenge in Deutschland in Bezug auf Videoinhalte bis 2021 zutreffend erscheinen, solange die durchschnittlich nachgefragte Auflösung nicht unerwartet in die Höhe schnellte. Insgesamt gehen unsere Schätzungen von um die 50 EB Daten durch Internetbasierte VoD-Dienste in Deutschland im Jahr 2021 aus. Dabei bewegt sich der Anteil der Videoinhalte, den Konsumenten online schauen, zwischen 55 und 65% und die nachgefragte Auflösung liegt durchschnittlich bei 720p HD und 1080p HD. Innerhalb dieser durch unsere Szenarien abgedeckten Spannen kann sich die Netzausbauplanung schon heute recht gut auf die Nachfrage einstellen.

---

<sup>32</sup> Der StreamOn-Dienst der Deutschen Telekom ist ein Zero-Rating Service. Hierbei können Kunden unbegrenzt Inhalte von Partnerunternehmen wie Netflix, YouTube oder der ZDFmediathek streamen, ohne dass das verursachte Datenvolumen vom Inklusiv-Datenvolumen des Mobilfunkvertrages abgezogen wird. Sobald jedoch das Inklusiv-Datenvolumen durch andere Anwendungen aufgebraucht wird, werden auch die Daten der Partnerunternehmen wie alle anderen Daten gedrosselt übertragen. Jedoch drosselte das Unternehmen im Rahmen des Dienstes beim Videostreaming die Datenübertragungsraten, so dass nur Videos in SD-Qualität empfangen werden konnten. In ihrer Entscheidung hat die Bundesnetzagentur am 15.12.2017 aufgrund des Verstoßes gegen die Netzneutralitätsvorschrift jenen Teilaspekt des Services untersagt, ([https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Breitband/Netzneutralitaet/Netzneutralitaet-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/Netzneutralitaet/Netzneutralitaet-node.html), Zugriff: 20.04.2018).

<sup>33</sup> <https://www.rtr.at/de/pr/PI20122017TK> (Zugriff: 20.04.2018).-

<sup>34</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=DE>

Bisher ist das Internet nach wie vor in der Lage, den Anstieg der Datenmenge zu bewältigen (BEREC 2017). Sollten sich deutlich höhere Auflösungen als HD wie bspw. 4K oder 8K insbesondere auf Smart-TVs schneller durchsetzen als erwartet, könnten die bisherigen langfristigen Planungen hinfällig sein. Ein zügiger Glasfaserausbau würde hier Zukunftssicherheit bringen, wie nicht zuletzt das Nachfragemodell des WIK (Strube Martins et al. 2017) unterstreicht.

Neue Technologien wie AR und VR werden zunehmend nachgefragt und dies nicht nur im Umfeld von Video- und Online-Spielen. In der Online-Befragung des WIK im Jahr 2017 gaben 51% der Befragten an, der Idee, in der Zukunft in Filme und Serien aktiv einzutauchen, nicht abgeneigt zu sein.<sup>35</sup> In 2017 besaßen etwa 3% der Internetnutzer in Deutschland Endgeräte, die VR oder AR zulassen.<sup>36</sup> Es wird angenommen, dass beide Märkte bis 2020 weltweit einen Wert von 40 Billionen USD (VR) und 90 Billionen USD (AR) aufweisen.

Beide Technologien sind technisch relativ ähnlich. Sie benötigen ein Input- (Wahrnehmung) und ein Output (Anzeige)-Subsystem, genauso wie ein Szenenmanagement. Das Input-Subsystem muss die Position und die Bewegungen des Nutzers aufzeichnen. Das Output-Subsystem gibt dem Nutzer eine realistische 3D-Umwelt aus, die auf den Bewegungen und der Position des Nutzers basiert, zusammen mit anderen sensorischen Informationen wie Ton (Orlosky, Kiyokawa, & Takemura 2016). Bei vielen dieser Systeme ergeben sich bei der aktuellen Infrastruktur noch hohe Latenzzeiten, welche zu einem geminderten Nutzererlebnis führen (ITU 2014). Heutige VR-Systeme benötigen Datenübertragungsraten von 100 bis 200 Mbit/s um eine einseitig immersive Erfahrung zu ermöglichen (Bastug et al. 2017). Bidirektionale AR- und VR-Systeme werden dagegen deutlich höhere Datenübertragungsraten und insbesondere eine äußerst geringe Latenzzeit benötigen, um ein zufriedenstellendes Nutzererlebnis zu bieten. Im Vergleich dazu empfehlen die meisten Diensteanbieter für ein UHD-Video eine Internetverbindung mit einer Übertragungsrate von vergleichsweise geringeren 25 Mbit/s.

---

**35** Der Wert stammt aus der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage des WIK aus dem Jahr 2017 mit N=2036. Frage: Würden Sie in Zukunft gerne Filme und Serien nicht mehr nur auf dem Bildschirm schauen, sondern durch neue technische Möglichkeiten aktiv in das Geschehen eintauchen (z.B. in die Haut einer der Charaktere schlüpfen)?

**36** Der Wert stammt aus der Datenbank des Global Web Index (<https://www.globalwebindex.com/>). Basis war die Bevölkerung mit 16 bis 64 Jahren.

## Literaturverzeichnis

- Akamai. 2015. Maximizing Audience Engagement: How online video performance impacts viewer behavior. Cambridge: Akamai.
- Arnold, René, Vincent Bonneau, Johanna Bott, Miodrag Djurica, Arjen Holtzer, Thomas Plückebaum, Tiana Ramahandry, Serpil Tas & Christian Wernick. 2017. Implications of the emerging technologies Software-Defined Networking and Network Function Virtualization on the future Telecommunications Landscape – SMART 2015/0011- A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology. Brussels: WIK-Consult/IDATE/TNO.
- Arnold, Renè, Christian Hildebrandt, & Martin Waldburger. 2016. Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste.
- Arnold, René, & Anna Schneider. 2018. Für Auge und Ohr - Streamingdienste in Deutschland. Bad Honnef, Köln: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste und Hochschule Fresenius.
- Arnold, Renè, Martin Waldburger, Valentina Cilli, Sebastiaan van der Peijl, Patrick Wauters, Bastian Morasch, Frieder Schmid & Anna Schneider. 2015. The Value of Network Neutrality to European Consumers.
- Bastug, Ejder, Mehdi Bennis, Muriel Médard & Mérouane Debbah. 2017. "Towards Interconnected Virtual Reality: Opportunities, Challenges and Enablers." *IEEE Communications Magazine*, 55 (6), 110-117.
- BEREC. 2017. BEREC Report on IP-Interconnection practices in the Context of Net Neutrality. Body of European Regulators for Electronic Communications.
- Bundesnetzagentur. 2017a. Jahresbericht 2016 - Märkte im digitalen Wandel. Bonn: Bundesnetzagentur.
- Bundesnetzagentur. 2017b. Tätigkeitsbericht - Telekommunikation 2016/2017. Bonn: Bundesnetzagentur.
- Cisco Systems Inc. 2017. "Germany - 2021 Forecast Highlights." Zugriff: 21.05.2018. [https://www.cisco.com/c/m/en\\_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights.html#](https://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights.html#).
- Doutsis, Effrosyni. 2017. Retina-Inspired Image and Video Coding. Université Côte d'Azur.
- EBU. 2016. Audiovisual media services and 5G. European Broadcasting Union.
- Engel, B., L. Mai & T. Müller. 2017. "Massenkommunikation Trends 2017: Intermediale Nutzungsportfolios - Ergebnisse aus der Studienreihe "Medien und ihr Publikum". *Media Perspektiven*, 7-8, 358-374.
- Europäische Union. 2010. Richtlinie 2010/13/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2010 zur Koordinierung bestimmter rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die bereitstellung audiovisueller Mediendienste (Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste).
- European Commission. 2014. On-Demand Audiovisual Markets in the European Union. Luxemburg: European Commission.
- Filmby Aarhus, Alexandra Institute & High Tech Accelerator Innovation Center University of Lodz Foundation. 2011. Report on business models, value chains and business development services in the audiovisual/creative industries: cases of the Łódź and Małopolska provinces and West Denmark. Lodz: University of Lodz.
- Fontaine, Gilles & Agnes Schneeberger. 2015. Origin and availability of On-Demand services in the European Union. Straßburg: European Audiovisual Observatory.

- Fontaine, Gilles & Agnes Schneeberger. 2016. MAVISE EXTRA: Linear and on-demand audiovisual media services in Europe 2015. European Audiovisual Observatory.
- Goldmedia GmbH Strategy Consulting, HMS Hamburg Media School GmbH & DIW Econ GmbH. 2017. Wirtschaftliche Bedeutung der Filmindustrie in Deutschland - Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin.
- Gries, Christin, & Imme Philbeck. 2013. Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks. Diskussionsbeitrag Nr. 376. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste.
- Hatfield, D.N. 2010. "The Challenge of Increasing Broadband Capacity." *Federal Communications Law Journal*, 63 (1):43-66.
- ITU. 2009. SERIES Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS AND NEXT-GENERATION NETWORKS - Internet protocol aspects – IPTV over NGN Requirements for the support of IPTV services. In Recommendation ITU-T Y.1901: International Telecommunication Union.
- ITU. 2014. The Tactile Internet. In ITU-T Technology Watch Report. Geneva: International Telecommunication Union.
- Krishnan, S. Shunmuga & Ramesh K. Sitaraman. 2013. "Video Stream Quality Impacts Viewer Behavior: Inferring Causality Using Quasi-Experimental Design." *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 21 (6):2001-2014.
- Martens, Dirk, & Jan Herfert. 2013. Der VoD-Markt Deutschland - Fakten und Einschätzungen zur Entwicklung von Video-on-Demand. Berlin: House of Research GmbH.
- Nooke, Antonia, Signe S. Jørgensen & Lothar Mikos. 2015. "Video-on-Demand in Deutschland - Angebot und Nutzungsgewohnheiten." *tv diskurs*, 68-73.
- Orlosky, Jason, Kiyoshi Kiyokawa & Haruo Takemura. 2016. "Virtual and Augmented Reality on the 5G Highway." *Journal of Information Processing*, 25,133-141.
- Pankert, Gregory, Andrea Faggiano & Karim Taga. 2014. Die Zukunft des Internets - Innovationen und Investitionen ber der IP-Zusammenschaltung. Arthur D. Little, Liberty Global.
- Peitz, Martin & Florian Schuett. 2016. "Net neutrality and inflation of traffic." *International Journal of Industrial Organization*, 46:16-62.
- Sackl, Andreas, Patrick Zwickl & Peter Reichl. 2012. "From Quality of Experience to Willingness to Pay for Interconnection Service Quality." *Networking Workshop*, Prague, Czech Republic.
- Schatz, Raimund, Tobias Hoßfeld, Lucjan Janowski & Sebastian Egger. 2013. "From Packets to People: Quality of Experience as a New Measurement Challenge." In: Data Traffic Monitoring and Analysis - From Measurement, Classification, and Anomaly Detection to Quality of Experience, edited by Ernst Biersack, Christian Callegari & Maja Matijasevic, 219-263. Berlin und Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Sitaraman, Ramesh K. 2013. "Network Performance: Does It Really Matter To Users And By How Much?)." *Fifth International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS)*.
- Strube Martins, S., C. Wernick, T. Plückebaum & I. Henseler-Unger. 2017. Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste.
- Tatcha, Sudtasan & Mitomo Hitoshi. 2016. "Effects of OTT services on consumer's willingness to pay for optical fibre broadband connection in Thailand." *27th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS)*.
- TÜV Rheinland. 2017. Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2017). edited by Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

- VPRT. 2013. "TV-Erlöse 2012." Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V., Zugriff: 25.01.2018, <https://www.vprt.de/umsaetze/content/tv-erloese-2012>.
- VPRT. 2014. "TV-Erlöse 2013." Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V., Zugriff: 25.01.2018, <https://www.vprt.de/werbeumsaetze-tv-video/content/tv-erloese-2013>.
- VPRT. 2015. Umsätze der audiovisuellen Medien in Deutschland - Audiovisuelle Medien sind Motoren der Kreativwirtschaft - Statistik 2014 - Prognose 2015 - Trends 2016-2021. Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V.
- VPRT. 2016. Umsätze der audiovisuellen Medien in Deutschland 2016 - Statistiken 2015 - Prognosen 2016 - Trends 2017-2021. Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V.
- VPRT. 2017. Umsätze der audiovisuellen Medien in Deutschland 2017 - Statistiken 2016 - Prognosen 2017 - Trends 2018-2022. Verband Privater Rundfunk und Telemedien e.V.



Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 352: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann:  
Nationale Breitbandstrategien und Implikationen für Wettbewerbspolitik und Regulierung, März 2011
- Nr. 353: Christine Müller:  
New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences, IRIN working paper for working package: Advancing incentive regulation with respect to smart grids, April 2011
- Nr. 354: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Elektronische Zustellung: Produkte, Geschäftsmodelle und Rückwirkungen auf den Briefmarkt, Juni 2011
- Nr. 355: Christin Gries, J. Scott Marcus:  
Die Bedeutung von Bitstrom auf dem deutschen TK-Markt, Juni 2011
- Nr. 356: Kenneth R. Carter, Dieter Elixmann, J. Scott Marcus:  
Unternehmensstrategische und regulatorische Aspekte von Kooperationen beim NGA-Breitbandausbau, Juni 2011
- Nr. 357: Marcus Stronzik:  
Zusammenhang zwischen Anreizregulierung und Eigenkapitalverzinsung, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Juli 2011
- Nr. 358: Anna Maria Doose, Alessandro Monti, Ralf G. Schäfer:  
Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, September 2011
- Nr. 359: Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann, Thomas Plückebaum  
unter Mitarbeit von Konrad Zoz:  
Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, Oktober 2011
- Nr. 360: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen, November 2011
- Nr. 361: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:  
Qualitätsfaktoren in der Post-Entgeltregulierung, November 2011
- Nr. 362: Gernot Müller:  
Die Bedeutung von Liberalisierungs- und Regulierungsstrategien für die Entwicklung des Eisenbahnpersonenfernverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011
- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:  
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011
- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:  
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:  
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012

- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:  
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:  
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückebaum, Matthias Wissner:  
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückebaum:  
VDSL Vectoring, Bonding und Phantomring: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:  
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:  
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:  
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:  
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Peter Stamm:  
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:  
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 382: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Netzugang im Briefmarkt, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:  
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 384: Christian M. Bender, Marcus Stronzik:  
Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, März 2014
- Nr. 385: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:  
Die Marktentwicklung für Cloud-Dienste - mögliche Anforderungen an die Netzinfrastuktur, April 2014
- Nr. 386: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Smart Metering Gas, März 2014
- Nr. 387: René Arnold, Sebastian Tenbrock:  
Bestimmungsgründe der FTTP-Nachfrage, August 2014
- Nr. 388: Lorenz Nett, Stephan Jay:  
Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, September 2014
- Nr. 389: Stephan Schmitt:  
Energieeffizienz und Netzregulierung, November 2014
- Nr. 390: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, September 2014

- Nr. 391: Peter Stamm, Franz Büllingen:  
Stellenwert und Marktperspektiven öffentlicher sowie privater Funknetze im Kontext steigender Nachfrage nach nomadischer und mobiler hochbitratiger Datenübertragung, Oktober 2014
- Nr. 392: Dieter Elixmann, J. Scott Marcus, Thomas Plückerbaum:  
IP-Netzzusammenschaltung bei NGN-basierten Sprachdiensten und die Migration zu All-IP: Ein internationaler Vergleich, November 2014
- Nr. 393: Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Implikationen der Internationalisierung von Telekommunikationsnetzen und Diensten für die Nummernverwaltung, Dezember 2014
- Nr. 394: Rolf Schwab:  
Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, Dezember 2014
- Nr. 395: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm:  
Produktive Effizienz von Postdienstleistern, November 2014
- Nr. 396: Petra Junk, Sonja Thiele:  
Methoden für Verbraucherbefragungen zur Ermittlung des Bedarfs nach Post-Universaldienst, Dezember 2014
- Nr. 397: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:  
Analyse des Preissetzungsverhaltens der Netzbetreiber im Zahl- und Messwesen, März 2015
- Nr. 398: Annette Hillebrand, Martin Zauner:  
Qualitätsindikatoren im Brief- und Paketmarkt, Mai 2015
- Nr. 399: Stephan Schmitt, Marcus Stronzik:  
Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen, Juli 2015
- Nr. 400: Franz Büllingen, Solveig Börnsen:  
Marktorganisation und Marktrealität von Machine-to-Machine-Kommunikation mit Blick auf Industrie 4.0 und die Vergabe von IPv6-Nummern, August 2015
- Nr. 401: Lorenz Nett, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Ein Benchmark neuer Ansätze für eine innovative Ausgestaltung von Frequenzgebühren und Implikationen für Deutschland, November 2015
- Nr. 402: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk:  
Zur Marktabgrenzung bei Kurier-, Paket- und Expressdiensten, November 2015
- Nr. 403: J. Scott Marcus, Christin Gries, Christian Wernick, Imme Philbeck:  
Entwicklungen im internationalen Mobile Roaming unter besonderer Berücksichtigung struktureller Lösungen, Januar 2016
- Nr. 404: Karl-Heinz Neumann, Stephan Schmitt, Rolf Schwab unter Mitarbeit von Marcus Stronzik:  
Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA, März 2016
- Nr. 405: Caroline Held, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückerbaum:  
Entgelte für den Netzzugang zu staatlich geförderter Breitband-Infrastruktur, März 2016
- Nr. 406: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:  
Kapazitätsmechanismen – Internationale Erfahrungen, April 2016
- Nr. 407: Annette Hillebrand, Petra Junk:  
Paketshops im Wettbewerb, April 2016
- Nr. 408: Tseveen Gantumur, Iris Henseler-Unger, Karl-Heinz Neumann:  
Wohlfahrtsökonomische Effekte einer Pure LRIC - Regulierung von Terminierungsentgelten, Mai 2016
- Nr. 409: René Arnold, Christian Hildebrandt, Martin Waldburger:  
Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland, Juni 2016
- Nr. 410: Christian Hildebrandt, Lorenz Nett:  
Die Marktanalyse im Kontext von mehrseitigen Online-Plattformen, Juni 2016

- Nr. 411: Tseveen Gantumur, Ulrich Stumpf:  
NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, Juni 2016
- Nr. 412: Alex Dieke, Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
UPU-Endvergütungen und internationaler E-Commerce, September 2016 (in deutscher und englischer Sprache verfügbar)
- Nr. 413: Sebastian Tenbrock, René Arnold:  
Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, Oktober 2016
- Nr. 414: Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Big Data und OTT-Geschäftsmodelle sowie daraus resultierende Wettbewerbsprobleme und Herausforderungen bei Datenschutz und Verbraucherschutz, November 2016
- Nr. 415: J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Ansätze zur Messung der Performance im Best-Effort-Internet, November 2016
- Nr. 416: Lorenz Nett, Christian Hildebrandt:  
Marktabgrenzung und Marktmacht bei OTT-0 und OTT-1-Diensten, Eine Projektskizze am Beispiel von Instant-Messenger-Diensten, Januar 2017
- Nr. 417: Peter Kroon:  
Maßnahmen zur Verhinderung von Preis-Kosten-Scheren für NGA-basierte Dienste, Juni 2017
- Nr. 419: Stefano Lucidi:  
Analyse marktstruktureller Kriterien und Diskussion regulatorischer Handlungsoptionen bei engen Oligopolen, April 2017
- Nr. 420: J. Scott Marcus, Christian Wernick, Tseveen Gantumur, Christin Gries:  
Ökonomische Chancen und Risiken einer weitreichenden Harmonisierung und Zentralisierung der TK-Regulierung in Europa, Juni 2017
- Nr. 421: Lorenz Nett:  
Incentive Auctions als ein neues Instrument des Frequenzmanagements, Juli 2017
- Nr. 422: Christin Gries, Christian Wernick:  
Bedeutung der embedded SIM (eSIM) für Wettbewerb und Verbraucher im Mobilfunkmarkt, August 2017
- Nr. 423: Fabian Queder, Nicole Angenendt, Christian Wernick:  
Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, Dezember 2017
- Nr. 424: Stefano Lucidi, Bernd Sörries, Sonja Thiele:  
Wirksamkeit sektorspezifischer Verbraucherschutzregelungen in Deutschland, Januar 2018
- Nr. 425: Bernd Sörries, Lorenz Nett:  
Frequenzpolitische Herausforderungen durch das Internet der Dinge - künftiger Frequenzbedarf durch M2M-Kommunikation und frequenzpolitische Handlungsempfehlungen, März 2018
- Nr. 426: Saskja Schäfer, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Stephan Schmitt:  
Zugang zu gebäudeinterner Infrastruktur und adäquate Bepreisung, April 2018
- Nr. 427: Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Marktbeobachtung in der digitalen Wirtschaft – Ein Modell zur Analyse von Online-Plattformen, Mai 2018
- Nr. 428: Christin Gries, Christian Wernick:  
Treiber und Hemmnisse für kommerziell verhandelten Zugang zu alternativen FTTH/H-Netzinfrastrukturen, Juli 2018
- Nr. 429: Serpil Taş, René Arnold:  
Breitbandinfrastrukturen und die künftige Nutzung von audiovisuellen Inhalten in Deutschland: Herausforderungen für Kapazitätsmanagement und Netzneutralität, August 2018



**ISSN 1865-8997**