



Bundesnetzagentur

# Mobilfunk-Bericht

Zustand der Mobilfunkversorgung 2022





# Mobilfunk-Bericht

## Bericht über den Zustand der Mobilfunkversorgung nach § 103 Absatz 5 TKG

Zur Vorlage an die Ausschüsse für Digitales und Verkehr des Deutschen Bundestages

Stand: Mai 2022

**Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas,  
Telekommunikation, Post und Eisenbahnen**

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Tel.: +49 228 14-0

Fax: +49 228 14-8872

E-Mail: [info@bnetza.de](mailto:info@bnetza.de)

[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	Executive-Summary .....	5
2	Einleitung .....	6
2.1	Zielsetzung und Inhalte .....	6
2.2	Abgrenzung Mobilfunk-Monitoring und Versorgungsaufgaben .....	6
2.3	Datengrundlagen .....	7
3	Mobilfunk-Monitoring .....	9
3.1	Flächenversorgung .....	9
3.2	5G-Ausbau .....	12
3.3	Grad der Versorgung entlang von Verkehrswegen .....	14
3.4	Verbindungsabbrüche bei der Sprachtelefonie .....	19
4	Versorgungsaufgaben .....	23
4.1	Stand der Haushaltsversorgung auf Länderebene .....	24
4.2	Versorgung der Verkehrswege .....	25
4.2.1	Bundesautobahnen .....	25
4.2.2	Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 .....	27
4.2.3	Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgäste pro Tag .....	29
4.2.4	Alle übrigen Bundesstraßen .....	31
4.2.5	Landes- und Staatsstraßen .....	33
4.2.6	Alle übrigen Schienenwege .....	35
4.2.7	Seehäfen und Kernnetz der Wasserstraßen im Binnenbereich .....	37
4.3	Sonstige Versorgungsaufgaben .....	40
4.3.1	500 Basisstationen in weißen Flecken .....	40
4.3.2	1.000 „5G-Basisstationen“ .....	41
5	Kooperationen und National Roaming .....	43
5.1	Kooperationen in weißen und grauen Flecken .....	43
5.2	National Roaming .....	44
	Anhang .....	45
	Parametervorgaben Versorgungsaufgaben und Mobilfunk-Monitoring .....	45
	Flächenversorgung gemäß Mobilfunk-Monitoring .....	46
	Verkehrswegeversorgung gemäß Mobilfunk-Monitoring .....	49
	Abbildungsverzeichnis .....	58
	Tabellenverzeichnis .....	59
	Abkürzungsverzeichnis .....	60
	Impressum .....	61



# 1 Executive-Summary

Mit diesem Bericht wird über den aktuellen Zustand der Mobilfunkversorgung nach dem Telekommunikationsgesetz (TKG) berichtet. Dazu gehört eine Betrachtung der Flächen- und Verkehrswegeversorgung mit Mobilfunk, Schwerpunkte von Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie sowie der Stand der Erfüllung der Nebenbestimmungen im Rahmen der Frequenzzuteilung (Versorgungsaufgaben).

Die Bundesnetzagentur erhebt im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings Daten zur Mobilfunkversorgung im Außenbereich von den drei etablierten Mobilfunknetzbetreibern (MNB) Telekom Deutschland GmbH (Telekom), Vodafone GmbH (Vodafone) und Telefónica Germany GmbH & Co. OHG (Telefónica). Mit Datenstand Januar 2022 ergibt sich folgendes Bild hinsichtlich der Versorgungssituation.

Die Mobilfunknetzabdeckung mit dem Mobilfunkstandard 2G durch mindestens einen Netzbetreiber ist in Deutschland nahezu flächendeckend. Ebenso wird mit 96,2 Prozent ein Großteil der Fläche durch mindestens einen Netzbetreiber mit 4G versorgt. Betrachtet man in gleicher Weise alle technologischen Ausprägungen von 5G - einschließlich Dynamic Spectrum Sharing (DSS) - als eine Kategorie, erreicht dieser Mobilfunkstandard mit 57,5 Prozent etwas mehr als die Hälfte der Fläche Deutschlands.

Der Grad der Versorgung der Verkehrswege wird einerseits technologiespezifisch im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings und andererseits in Bezug auf die Erfüllung der Versorgungsaufgaben betrachtet. Dabei zeigen die netzbetreiberspezifischen Auswertungen beim Monitoring einen sehr geringen Anteil gänzlich unversorgter Verkehrswege, sowohl bei der Sprachtelefonie als auch bei der Breitbandversorgung. Es bestehen jedoch noch unterversorgte Bereiche, in denen zwar grundsätzlich eine Mobilfunkversorgung durch mindestens einen Mobilfunknetzbetreiber, allerdings nicht von allen Mobilfunknetzbetreibern, gegeben ist.

Der Bericht enthält auch eine Auswertung zu lokalen Schwerpunkten von Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie auf Landkreisebene. Die Analyse der Daten zeigt, dass die Verbindungsabbruchraten gemäß internationalen Standards grundsätzlich bei allen Mobilfunknetzbetreibern niedrig sind. Die Verbindungsabbruchraten sind jedoch zwischen den Netzbetreibern nicht direkt miteinander vergleichbar. Die Karten zeigen daher lediglich die relativen Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche bei der Sprachtelefonie der einzelnen Netzbetreiber auf Landkreisebene.

Die drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber haben im Rahmen ihrer Frequenzzuteilungen Versorgungsaufgaben bis Ende 2022 und Ende 2024 zu erfüllen. Diese wurden in der Präsidentenkammerentscheidung (BK 1-17/001) festgelegt und umfassen Vorgaben hinsichtlich der Versorgung von Haushalten, Verkehrswegen und der Errichtung von Basisstationen.

Bis Ende 2022 sind 98 Prozent der Haushalte in jedem Bundesland, die Bundesautobahnen sowie die Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgästen pro Tag und die Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 mit einer Übertragungsraten von mindestens 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor zu versorgen. Außerdem sind 500 Basisstationen in „weißen Flecken“ in Betrieb zu nehmen. Zudem haben die drei etablierten Netzbetreiber und die 1&1 Mobilfunk GmbH (1&1) 1.000 Basisstationen für 5G-Anwendungen in Betrieb zu nehmen. In einigen Bundesländern wurde die Haushaltsauflage vor Fristablauf bereits erfüllt.

## 2 Einleitung

Mit dem Inkrafttreten des neuen Telekommunikationsgesetzes zum 01.12.2021 berichtet die Bundesnetzagentur dem Ausschuss für Digitales des Deutschen Bundestages jährlich über den Zustand der Mobilfunkversorgung insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung der Versorgung entlang der Verkehrswege (§ 103 Abs. 5 TKG). Dieser Bericht wird hiermit entsprechend den gesetzlichen Regelungen erstmals dem Ausschuss vorgelegt.

Nach Erläuterungen zur Zielsetzung, den gesetzlichen Grundlagen sowie den unterschiedlichen Zielen und Betrachtungsweisen von Monitoring und Versorgungsaufgabe folgen die beiden Hauptabschnitte „Mobilfunk-Monitoring“ und „Versorgungsaufgaben“. Daran schließt ergänzend das Kapitel „Kooperationen und National Roaming“ an.

Dieser erste Bericht ist auf Basis der zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellsten Daten entstanden und gibt einen Überblick über den Status Quo der Mobilfunkversorgung. In den nachfolgenden Berichten ist zusätzlich eine Darstellung der Entwicklung im Zeitverlauf vorgesehen.

### 2.1 Zielsetzung und Inhalte

Der Bericht enthält gemäß § 103 Absatz 5 TKG Aussagen über den Zustand der Mobilfunkversorgung im Sinne des Mobilfunk-Monitorings und über den Stand der Erfüllung der Nebenbestimmungen im Rahmen der Frequenzzuteilung (Versorgungsaufgaben). Der Bericht enthält zu diesen beiden Teilbereichen folgende detaillierte Informationen:

#### Mobilfunk-Monitoring:

- die von den Mobilfunknetzbetreibern übermittelten Informationen über die tatsächliche, standortbezogene Mobilfunknetzabdeckung,
- eine Darstellung der Entwicklung der anbieterbezogenen lokalen Schwerpunkte von Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie sowie der Grad der Versorgung entlang von Verkehrswegen

#### Versorgungsaufgaben und sonstige Nebenbestimmungen:

- den anbieterbezogenen Stand der Erfüllung von Nebenbestimmungen im Sinne des § 99 Absatz 3 TKG, die mit der Zuteilung von Frequenzen für den Mobilfunk verbunden und zum Zeitpunkt der Berichterstattung nicht bereits vollständig erfüllt sind.
- Kooperationen und National Roaming

### 2.2 Abgrenzung Mobilfunk-Monitoring und Versorgungsaufgaben

Das Monitoring stellt die zu erwartende Netzabdeckung aus Kundenperspektive dar. Bei den Versorgungsaufgaben wird überprüft, ob die von den Mobilfunknetzbetreibern aufgebaute und betriebene Infrastruktur in der Lage ist, die in den Versorgungsaufgaben geforderte Datenrate im Antennensektor bezogen auf Haushalte und vorgegebene Verkehrswege grundsätzlich bereitzustellen.



**Das Mobilfunk-Monitoring** stellt gemäß § 103 Absatz 3 TKG die tatsächliche, standortbezogene Mobilfunknetzabdeckung dar, d.h. mit welcher Mobilfunkversorgung Verbraucher auf ihren Endgeräten an einem bestimmten Standort rechnen können. Hierfür werden von den Mobilfunknetzbetreibern Versorgungsdaten für die einzelnen Technologien erhoben. Hierbei werden insbesondere auch die situativen Faktoren berücksichtigt, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Versorgung auf dem Endgerät haben. Beim Mobilfunk-Monitoring ist daher die auf dem Endgerät mindestens noch zu erreichende Datenrate entscheidend, während die Versorgungsaufgaben die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der errichteten Infrastruktur in den Fokus rücken.

**Die Versorgungsaufgaben** wurden in der Präsidentenkammerentscheidung (BK 1-17/001) festgelegt und sind auch Bestandteil der Frequenzuteilungen der Mobilfunknetzbetreiber. Sie legen fest, welchen Mindestversorgungsgrad und welche Mindestdatenrate die Mobilfunknetzbetreiber bezogen auf Haushalte und die verschiedenen Straßen- und Schienenwege innerhalb einer bestimmten Frist erreichen müssen. Die vollständige und fristgerechte Erfüllung der Versorgungsaufgaben ist durch die Mobilfunknetzbetreiber anhand von Versorgungsdaten nachzuweisen. Diese Angaben werden durch die Bundesnetzagentur messtechnisch mit Hilfe des hauseigenen Prüf- und Messdienstes in ausgewählten Referenzregionen und an ausgewählten Referenzstrecken überprüft.

Der Umfang und der Erfüllungszeitraum der Versorgungsaufgaben ist grundsätzlich in der o.g. Präsidentenkammerentscheidung vorgegeben und wurde mit Blick auf die eingesetzte Technik hinsichtlich zu erfüllender technischer Parameter im Nachgang konkretisiert. Bei nicht rechtzeitiger oder vollständiger Erfüllung können Sanktionen verhängt werden. Daher ist bei der Überprüfung ein rechtssicheres Verfahren zwingend notwendig, bei dem die der Entscheidung zugrundeliegenden Daten reproduzierbar sein müssen. Dies impliziert, dass die zu prüfenden Parameter nicht situations- oder nutzerabhängig sein dürfen, da auf diese Kriterien der Netzbetreiber keinen Einfluss hat.

## 2.3 Datengrundlagen

Das Mobilfunk-Monitoring und die Versorgungsaufgabe verfolgen unterschiedliche Ansätze und Sichtweisen und definieren daher auch unterschiedliche Parameter für die Versorgung. Im Anhang (Tabelle 14) dieses Berichtes sind die jeweiligen Parametervorgaben des Mobilfunk-Monitorings und der Versorgungsaufgaben im direkten Vergleich tabellarisch dargestellt.

Für das **Mobilfunk-Monitoring** werden die etablierten Mobilfunknetzbetreiber aufgefordert, für jede Gitterzelle (100 x 100 Meter) für die verschiedenen Technologien (2G, 4G, 5G DSS und 5G) und Frequenzbereiche anzugeben, ob die Zelle unter Berücksichtigung verschiedener Parameter versorgt ist. Die 1&1 hat zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch kein eigenes Mobilfunknetz betrieben und wird daher im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings nicht betrachtet. Für die unterschiedlichen Technologien wurden Mindestpegel für die Empfangsleistung vorgegeben. Weiterhin wurde festgelegt, dass bei der Messung für die Prognosehöhe die Verbraucherperspektive (1,5 m über Grund) im Außenbereich<sup>1</sup> eingenommen werden soll. Um möglichst zutreffend die tatsächlich nutzbare Mobilfunkversorgung darzustellen, wurden für das

---

<sup>1</sup> Die Indoor-Versorgung kann – abhängig von den jeweiligen Dämpfungseigenschaften – davon abweichen. Die Dämpfung wird z.B. durch Materialtypen und –stärken beeinflusst.

Mobilfunk-Monitoring außerdem weitere Qualitätskriterien zur Berechnung der Mobilfunkversorgung vorgegeben. Eine Fläche gilt beim Mobilfunk-Monitoring somit erst dann als versorgt, wenn sowohl der technologiespezifische Mindestpegel als auch die entsprechenden Qualitätskriterien erfüllt sind.

Um das Erreichen der Mindestdatenrate zu prüfen, wurde bei den **Versorgungsauflagen** eine sogenannte Pegeltabelle erstellt, in der für die eingesetzten Bandbreiten der zugeteilten Frequenzbereiche verschiedene Pegelwerte und die damit korrespondierende Datenrate festgelegt sind. Damit ist es möglich, verschiedene Frequenzbereiche und Bandbreiten mit ihren jeweils korrespondierenden Datenraten zu addieren, um die Gesamtdatenrate in der entsprechenden Gitterzelle (100 x 100 Meter) gemäß den Vorgaben aus o. g. Präsidentenkammerentscheidung zu errechnen.

Die Pegelwerte und die dazu korrespondierenden Datenraten wurden in Abhängigkeit der eingesetzten Bandbreite des genutzten Frequenzbandes vorher messtechnisch ermittelt. Sie basieren auf einem konkreten Empfangsmodell u.a. mit einer Antennenhöhe von 3 m über Grund. Die gewählte Antennenhöhe berücksichtigt einen Pegelaufschlag und leitet sich aus der Anordnung des Messaufbaus für Nachmessungen ab. Bei den festgelegten konkretisierten Versorgungsparametern wurden Umstände, auf die der Mobilfunknetzbetreiber keinen Einfluss hat, nicht miteinbezogen, wie z.B. die von vielen Faktoren abhängige Netzauslastung. Auf der Grundlage dieser festgelegten Parameter berechnen die Mobilfunknetzbetreiber mithilfe ihrer Netzplanungstools ihren Versorgungsgrad für die entsprechenden Versorgungsauflagen. Sie reichen außerdem die Versorgungsangaben getrennt für jeden Frequenzbereich pegelgenau elektronisch ein.

Sowohl für das Mobilfunk-Monitoring als auch für die Versorgungsauflagen kommt das geographische Gitter<sup>2</sup> (100 x 100 Meter) für Deutschland des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) zur Anwendung.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Auswertungen der Versorgungsauflagen und des Mobilfunk-Monitorings aufgrund der unterschiedlichen Betrachtungsweisen und Parametervorgaben keinesfalls direkt miteinander verglichen werden können.

---

<sup>2</sup> In Universal Transverse Mercator-Projektion (UTM-Projektion)

### 3 Mobilfunk-Monitoring

Im Oktober 2020 hat die Bundesnetzagentur erstmalig eine interaktive Karte zur aktuellen Mobilfunknetzabdeckung im Außenbereich aus Nutzerperspektive unter [www.breitband-monitor.de](http://www.breitband-monitor.de) veröffentlicht. Die Karte sowie die Bereitstellung eines Downloadbereiches mit statistischen Auswertungen und Datensätzen schaffen Transparenz hinsichtlich der aktuellen Mobilfunkversorgung für alle Interessierten. Diese Daten werden quartalsweise mit neuen Angaben der Mobilfunknetzbetreiber aktualisiert und das Online-Angebot stetig unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben weiterentwickelt.

Die Angaben der Netzbetreiber werden von der Bundesnetzagentur mithilfe der Daten der Funkloch-App validiert. Um die Qualität der Berechnungsmodelle der Betreiber zu überprüfen, werden eigene stichprobenhafte Messungen durch den Prüf- und Messdienst der Bundesnetzagentur herangezogen. Darüber hinaus nutzt die Bundesnetzagentur die Hinweise von Verbraucher\*innen zu Unstimmigkeiten in der Kartendarstellung, um die Qualität der Datengrundlagen zu verbessern.

Für das Jahr 2022 sind weitere Inhalte gemäß dem novellierten Telekommunikationsgesetz geplant. Die Visualisierung der Schwerpunkte von Verbindungsabbrüchen sowie die Darstellung der Versorgung entlang von Verkehrswegen befinden sich bereits in der Umsetzungsprüfung.

Im Kapitel Mobilfunk-Monitoring werden folgend die drei aufgrund des Gesetzes zu betrachtenden Ebenen Flächen-, Verkehrswegeversorgung und Verbindungsabbrüche untersucht und die Ergebnisse auf Basis der aktuellen Datenlage erläutert.

#### 3.1 Flächenversorgung

Die aktuell dargestellte Mobilfunknetzabdeckung in der Fläche bezieht sich auf die veröffentlichten Daten auf [www.breitband-monitor.de](http://www.breitband-monitor.de) mit Aktualisierungsstand von Januar 2022 und beschreibt den prozentualen Grad der Versorgung der jeweiligen Technologie durch mindestens einen Mobilfunknetzbetreiber.

#### Anteil der Flächenversorgung nach Technologie

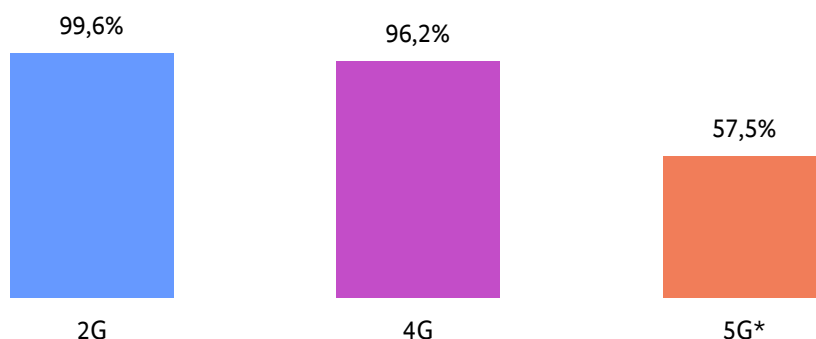


Abbildung 1: Anteil der Flächenversorgung nach Technologie  
\*alle technologischen Ausprägungen von 5G

Bei technologiespezifischer Betrachtung der prozentualen Flächenversorgung ist zu erkennen, dass die neueren Mobilfunkgenerationen aktuell noch weniger Fläche versorgen als die älteren. Entsprechend ist der größte Teil der Fläche Deutschlands, konkret 99,6 Prozent der Bundesfläche, mit der Technologie 2G versorgt. Diese wird hauptsächlich für Telefongespräche sowie den Versand von Kurzmitteilungen (SMS) genutzt. Geringfügig weniger Bundesfläche ist mit 96,2 Prozent durch die Mobilfunktechnologie 4G abgedeckt und belegt, dass dies die aktuell am weitesten ausgebaute Breitbandtechnologie in der Fläche ist. Diese Technologie ermöglicht neben Sprachdiensten auch breitbandige Anwendungen, wie beispielsweise die Übertragung von Video- und Bildinhalten. Mit der neusten Mobilfunktechnologie 5G (unter Berücksichtigung aller technologischen Ausprägungen von 5G, einschließlich DSS) sind derzeit insgesamt 57,5 Prozent der Fläche durch mindestens einen Mobilfunknetzbetreiber versorgt. Die technologiespezifische Mobilfunknetzabdeckung der einzelnen Netzbetreiber ist nachfolgender Grafik zu entnehmen.

### Technologieabdeckung der Mobilfunknetzbetreiber

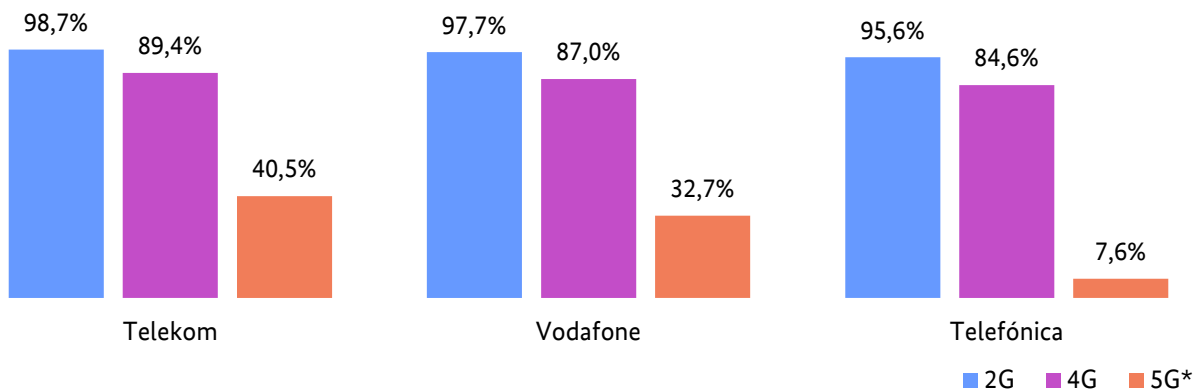


Abbildung 2: Technologieabdeckung der Mobilfunknetzbetreiber  
 \*alle technologischen Ausprägungen von 5G

In der nachfolgenden Tabelle sind die prozentuale Flächenversorgung der genannten Mobilfunktechnologien sowie die Anteile an grauen<sup>3</sup> und weißen<sup>4</sup> Flecken für die einzelnen Bundesländer aufgeführt.

<sup>3</sup> In grauen Flecken bieten nicht alle Netzbetreiber mobiles Breitband an.

<sup>4</sup> Weiße Flecken sind Gebiete, in denen kein mobiles Breitband (nur 2G) zur Verfügung steht.

**Monitoring Mobilfunk - Flächenversorgung nach Bundesland**

Bezugsraum	Anteil versorgter Fläche			weiße Flecken	graue Flecken
	2G	4G	5G*		
	in %	in %	in %	in %	in %
<b>Bund</b>	<b>99,64</b>	<b>96,17</b>	<b>57,45</b>	<b>3,79</b>	<b>20,86</b>
Schleswig-Holstein	100,00	99,65	69,80	0,35	9,66
Hamburg	100,00	99,99	94,73	0,01	1,78
Niedersachsen	99,95	97,70	61,92	2,28	15,72
Bremen	100,00	100,00	96,49	0,00	1,30
Nordrhein-Westfalen	99,86	97,62	71,20	2,38	15,83
Hessen	99,58	95,33	55,74	4,67	26,13
Rheinland-Pfalz	99,17	94,87	52,19	5,13	26,00
Baden-Württemberg	99,47	94,32	51,72	5,62	27,48
Bayern	99,08	94,13	59,37	5,82	25,55
Saarland	99,96	98,09	62,58	1,88	19,55
Berlin	100,00	100,00	95,22	0,00	1,77
Brandenburg	99,99	96,40	51,54	3,48	23,12
Mecklenburg	100,00	97,54	50,72	2,36	17,74
Sachsen	99,85	97,62	55,37	2,35	17,49
Sachsen-Anhalt	99,88	96,54	50,07	3,42	16,75
Thüringen	99,54	95,53	42,83	4,46	21,42

Quelle: Bundesnetzagentur

Die Spalte "Anteil versorgter Fläche" beschreibt die Versorgung durch mindestens einen Netzbetreiber.  
Sämtliche Angaben basieren auf Daten der Mobilfunknetzbetreiber (Stand Januar 2022) / © GeoBasis-DE / BKG (2021)

Tabelle 1: Monitoring Mobilfunk - Flächenversorgung nach Bundesland

\*alle technologischen Ausprägungen von 5G

Der mit der 2G-Technologie versorgte Flächenanteil ist bei allen Bundesländern größer als 99 Prozent. In fünf der aufgeführten Bundesländer ist in der gesamten Fläche des Bundeslandes 2G verfügbar. Besonders erwähnenswert ist weiterhin, dass bereits vier Bundesländer einen versorgten Flächenanteil von über 99 Prozent für die Technologie 4G aufweisen. Die Spannweite des versorgten Flächenanteils bei der 5G-Technologie ist im Vergleich zu den zuvor genannten Technologien wesentlich höher. Diese erstreckt sich von rund 43 Prozent für das Bundesland Thüringen bis zu 96 Prozent für das Bundesland Bremen. Die Übersicht der Bundesländer zeigt zudem die Konzentration des 5G-Ausbaus auf die dichtbesiedelten städtischen Gebiete, wodurch die Stadtstaaten und Bundesländer mit hohen Siedlungsdichten wesentlich höhere Versorgungswerte aufweisen.

Die 3G-Netze wurden, wie geplant, durch die Netzbetreiber zum Ende des Vorjahres vollständig abgeschaltet.

Betrachtet man die Flächenversorgung an Hand der Flächenanteile weißer und grauer Flecken (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21 im Anhang), lassen sich zwei begünstigende Indikatoren für den Grad der Mobilfunknetzabdeckung in der Fläche erkennen. So zeigt sich, dass sowohl in urban geprägten Regionen, wie dem Rheinland in Nordrhein-Westfalen, als auch in weniger topographisch geprägten Regionen, z.B. entlang

der Küstengebiete der Nord- und Ostsee, der Mobilfunknetzausbau aller Mobilfunknetzbetreiber in der Fläche am weitesten vorangeschritten ist.

Die zuvor in der Tabelle für den Bund und die Länder abgebildete Mobilfunkversorgung ist in Tabelle 2 auch für die Gebietskategorien Ländlich, Halbstädtisch und Städtisch mit gleichem Datenstand dargestellt.

**Netzabdeckung nach Gebietskategorien**

Gebietskategorie	Flächenanteil	Technologie				
		2G	4G	5G*	weiße Flecken	graue Flecken
		in %	in %	in %	in %	in %
Ländlich	50,86	99,46	94,75	47,21	5,19	25,74
Halbstädtisch	39,23	99,78	97,23	63,99	2,75	18,01
Städtisch	9,91	99,96	99,26	84,13	0,73	7,09

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 2: Netzabdeckung nach Gebietskategorien

\*alle technologischen Ausprägungen von 5G

Die Aufteilung der Gebietskategorien erfolgt anhand der Bevölkerungsdichte. Ländliche Gebiete definieren sich durch eine Bevölkerungsdichte kleiner 100 Einwohner pro km<sup>2</sup>. Halbstädtische Gebiete weisen eine Bevölkerungsdichte ab 100 Einwohner pro km<sup>2</sup> bis kleiner 500 Einwohner pro km<sup>2</sup> auf. Ab 500 Einwohner pro km<sup>2</sup> handelt es sich um städtische Gebiete.

### 3.2 5G-Ausbau

Zum Erhebungszeitpunkt Ende Januar 2022 waren über 57 Prozent der Fläche mit dem neuesten Mobilfunkstandard durch mindestens einen Mobilfunknetzbetreiber über alle 5G-Varianten versorgt. Der aktuelle Ausbau von 5G-Netzen beruht im Wesentlichen auf der bestehenden 4G-Infrastruktur. Bei einem Netz-Roll-Out in dieser Form spricht man von 5G Non-Stand-Alone (NSA). Eine besondere NSA-Variante ist das Dynamic Spectrum Sharing (DSS). In dieser wird das verfügbare Spektrum für die 4G- und 5G-Technologien dynamisch und bedarfsgerecht auf die Nutzer aufgeteilt. Der durch 5G DSS versorgte Flächenanteil beträgt bereits 55,8 Prozent. Im Gegensatz dazu ist 5G Stand-Alone (SA) nicht mehr auf eine 4G-Infrastruktur angewiesen. Hier kommt ausschließlich 5G-Infrastruktur, sowohl im Funkzugangnetz<sup>5</sup> als auch im Kernnetz<sup>6</sup>, zum Einsatz. 5G ist eine technologische Entwicklung, die neue Anwendungen ermöglichen soll, welche insbesondere sehr hohe Datenraten oder besonders geringe Netzantwortzeiten (Latenzen) benötigen.

<sup>5</sup> Das Funkzugangnetz (Radio Access Network (RAN)) ist die drahtlose Verbindung zwischen den mobilen Endgeräten und dem Kernnetz. Dies umfasst hauptsächlich die Basisstationen (eNodeB (evolved Node B) für 4G und gNodeB (Next Generation Node B) für 5G) und Endgeräte (typischerweise Smartphones).

<sup>6</sup> Das Kernnetz (Core Network (CN)) ist die Verbindung zwischen mehreren Zugangnetzen bzw. zwischen Zugangnetzen und anderen externen IP-Netzen (enthält alle technischen Komponenten für die Vermittlung von Datenpaketen/Gesprächen sowie für das Teilnehmer- und Mobilitätsmanagement).

Die erreichbare Datenrate hängt zum einen von der verfügbaren Bandbreite in MHz sowie der implementierten technischen Realisierungen, nämlich SA, NSA und DSS ab. Zum anderen variiert die erreichbare Datenrate, je nach verfügbarer Bandbreite in den Frequenzbändern. Zur Versorgung großer und dünn besiedelter Flächen werden vor allem Frequenzen unterhalb von 1 GHz aufgrund ihrer großen Reichweite verwendet. Hier steht nur eine begrenzte Menge an Frequenzspektrum zur Verfügung, wodurch die Datenrate limitiert wird.

Im Bereich zwischen 1 GHz und 3 GHz werden die Frequenzen derzeit in großem Umfang für 4G genutzt. DSS bietet die Möglichkeit, 5G bedarfsgerecht dynamisch bereits im Funkzugangnetz einzusetzen und einen ersten Schritt hin zu vollwertigen 5G-Netzen, also 5G SA, zu unternehmen. Die Datenrate kann allein durch den Einsatz von DSS jedoch nicht gesteigert werden. Im Frequenzbereich unter 1 GHz kommen NSA-Implementierungen einschließlich DSS zum Einsatz. Unter gleichen Bedingungen, u.a. der gleichen Bandbreite (in MHz), ist die erreichbare Datenrate (in Mbit/s) bei NSA größer als im Fall eines DSS Roll-Outs. Dies ist jedoch nicht mit den erreichbaren Datenraten im oberen Frequenzbereich (> 3 GHz) vergleichbar. Die möglichen Ausprägungen der 5G-Technologie und deren Eigenschaften sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

#### Technische Ausprägungen der 5G-Technologie

Gebietskategorie	Non-Stand-Alone (NSA)				Stand-Alone (SA)	
	Mit DSS		Ohne DSS			
	< 3 GHz	> 3 GHz	< 3 GHz	> 3 GHz	< 3 GHz	> 3 GHz
Extrem hohe Datenraten		nicht im Einsatz		x		x
Extrem niedrige Latenzzeit		nicht im Einsatz			x	x

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 3: Technische Ausprägungen der 5G-Technologie

In Städten wiederum sind die Netze dichter ausgebaut, sodass auch Frequenzen oberhalb von 3 GHz eingesetzt werden, um die in der Regel bereits versorgten Gebiete mit zusätzlicher Kapazität auszustatten. In diesem Frequenzbereich steht im Vergleich zu den darunterliegenden Frequenzbändern sehr viel Spektrum zur Verfügung. Unabhängig davon, ob ein NSA- oder SA-Netzbetrieb erfolgt, lassen sich sehr hohe Datenraten erreichen. So wird zum Zeitpunkt der Datenerhebung ein Anteil von 7,6 Prozent der Fläche mit 5G (ohne Einsatz von DSS) versorgt.

Durch den exklusiven Einsatz von Netzinfrastruktur und Frequenzressourcen für 5G kann zukünftig das volle Potenzial der 5G-Technologie ausgeschöpft werden. Dazu zählen neben höheren Datenraten auch niedrigere Latenzzeiten, bspw. für Echtzeitanwendungen. Für die Reaktionszeit des Netzes (sog. Latenz) spielt die technische Ausstattung im Funkzugangnetz als auch im Kernnetz die entscheidende Rolle. Mit NSA, also dem Rückgriff auf Komponenten aus dem 4G-Kernnetz, sind bspw. extrem niedrige Latenzzeiten technisch nicht erreichbar.

Bei Betrachtung der 5G-Versorgung im Vergleich der Mobilfunknetzbetreiber zeigt sich der unterschiedliche Grad der Versorgung sowie die verschiedenen Strategien beim Ausbau der 5G-Netze.

### 5G-Realisierungen der Mobilfunknetzbetreiber

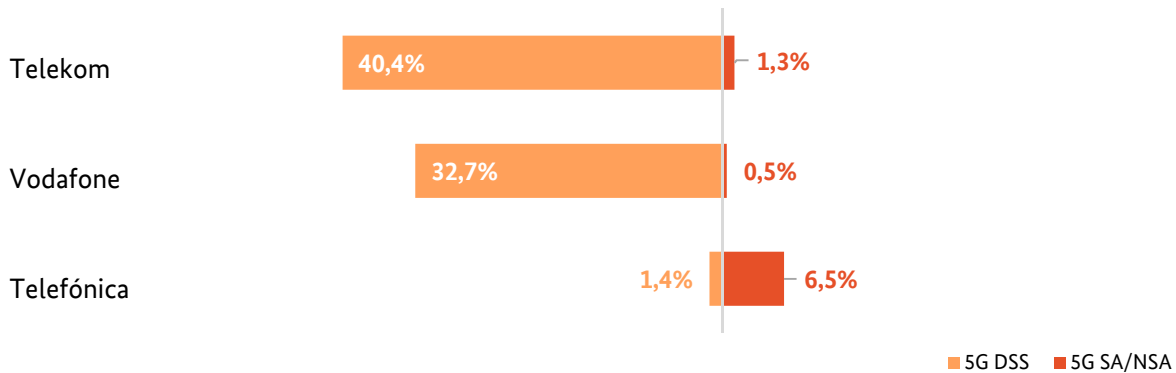


Abbildung 3: 5G-Realisierungen der Mobilfunknetzbetreiber

Während die Telekom sowie Vodafone einen deutlich höheren Anteil an 5G DSS implementiert haben, hat sich der Netzbetreiber Telefónica auf den Ausbau der 5G NSA Realisierung ohne DSS in der ersten Phase des Roll-Outs fokussiert. Zudem werden in den letzten Monaten für den Ausbau der technischen Realisierung von 5G NSA auch Frequenzen unterhalb von 1 GHz von Telefónica eingesetzt. Dies erklärt eine verbesserte Flächenversorgung für die 5G NSA/SA Realisierung seitens Telefónica im Vergleich zu den Netzbetreibern Telekom und Vodafone. Diese beiden letztgenannten Netzbetreiber haben jedoch insgesamt jeweils einen deutlich größeren Anteil der Fläche mit den 5G Varianten versorgt.

### 3.3 Grad der Versorgung entlang von Verkehrswegen

Nach § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG ist der Grad der Versorgung entlang von Bundesfernstraßen, des nachgeordneten Straßennetzes sowie der Schienen- und Wasserwege durch die Bundesnetzagentur zu ermitteln und zu veröffentlichen. Die Definition der Verkehrswege wird in den jeweiligen Abschnitten gegeben. Ebenso wird die Wahl der verwendeten Datengrundlage erläutert.

Zur Ermittlung des Grades der Versorgung entlang von Verkehrswegen werden die Daten des Mobilfunk-Monitorings für den Außenbereich (Stand Januar 2022) zugrunde gelegt. Darin sind Faktoren (beispielsweise die Dämpfung durch das Fahrzeug), die den Empfang in den verschiedenen Verkehrsmitteln beeinflussen, nicht berücksichtigt. Die Information zur Flächenversorgung wird mit den Geometrien, die den Streckenverlauf der Verkehrswege abbilden, in einem geographischen Informationssystem (GIS) überlagert<sup>7</sup>. Einige Teilstrecken der Verkehrswege – insbesondere der Wasserwege (z.B. Gebiete auf offener See ohne

<sup>7</sup> Das Mobilfunk-Monitoring erhebt keine separaten Daten zur Mobilfunkversorgung innerhalb von Bauwerken. Daher werden z.B. Tunnelabschnitte von Verkehrswegen nicht gesondert in der Auswertung betrachtet. An diesen Streckenabschnitten kann es daher zu Abweichungen zwischen ausgewiesener und tatsächlicher Versorgungssituation kommen.



amtliche Gemeindeschlüssel) – liegen außerhalb des Bereiches der Mobilfunk-Monitoring-Daten. Diese werden für die Ermittlung der Streckenlänge nicht berücksichtigt.

Die Betrachtung der Mobilfunkversorgung entlang von Verkehrswegen erfolgt netzbetreiberspezifisch für die Technologien 4G und 5G (alle technologischen Ausprägungen zusammengefasst). Zusätzlich wird die Versorgung mit Sprachdiensten (2G oder 4G) und die breitbandige Versorgung (4G oder 5G) hinsichtlich der Anzahl der versorgenden Netzbetreiber betrachtet. Daraus werden Aussagen zu Strecken in graue Flecken (von einem, aber nicht allen Mobilfunknetzbetreibern versorgt) und weiße Flecken (von keinem Mobilfunknetzbetreiber versorgt) abgeleitet. Diese werden im Folgenden als graue und weiße Flecken der Sprachtelefonie bzw. graue und weiße Flecken der Breitbandversorgung bezeichnet.

Detaillierte Auswertungen auf Bundeslandebene sind im Anhang zu finden.

Die Auswertungen zur Versorgung der Verkehrswege im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings sind insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Bezugsbasis und Parametervorgaben sowie der technologiespezifischen Betrachtungsweise nicht mit den Angaben zum Stand der Erfüllung der Versorgungsaufgaben vergleichbar. So ist bei den Versorgungsaufgaben nur eine Teilmenge der Verkehrswege betroffen.

### **Bundesfernstraßen und das nachgeordnete Straßennetz**

Im Kontext dieses Kapitels bilden die Bundesautobahnen und Bundesstraßen das Netz der Bundesfernstraßen. Das nachgeordnete Straßennetz setzt sich aus den Landes- bzw. Staatsstraßen und den Kreisstraßen zusammen. Es werden jegliche Streckenabschnitte inklusive der Verbindungsfahrbahnen an Netzknoten, die eine entsprechende Widmung aufweisen, berücksichtigt. Die Gemeindestraßen werden nicht betrachtet. Im Bau befindliche und stillgelegte Streckenabschnitte werden von der Betrachtung ausgeschlossen. Die Daten zur Abbildung der Bundesfernstraßen und des nachgeordneten Straßennetzes werden dem Digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) des BKG entnommen (Stand 01.01.2021). Die gesamte Streckenlänge beträgt rund 242.000 Kilometer und setzt sich aus rund 62.000 Kilometer Bundesfernstraßen und rund 180.000 Kilometer Strecke des nachgeordneten Straßennetzes zusammen.

Die Bundesfernstraßen sind nahezu vollständig mit Sprachdiensten sowie zu 99,6 Prozent mit Breitband durch mindestens einen Netzbetreiber versorgt. Bei der Sprachtelefonie sind allerdings 0,7 Prozent der Strecken und beim Breitband 6,7 Prozent der Strecken zwar von mindestens einem, aber nicht allen Netzbetreibern versorgt (graue Flecken). Bei Betrachtung der netzbetreiberspezifischen 4G-Abdeckung ist ersichtlich, dass alle Netzbetreiber eine Abdeckung der Bundesfernstraßen von über 96 Prozent der Strecke erreichen. Demgegenüber ist die Spannweite der 5G-Abdeckung je Netzbetreiber größer und erstreckt sich von 13,8 Prozent der Strecke bei Telefónica bis zu 70,6 Prozent der Strecke bei der Telekom.

### Stand der Versorgung - Bundesfernstraßen

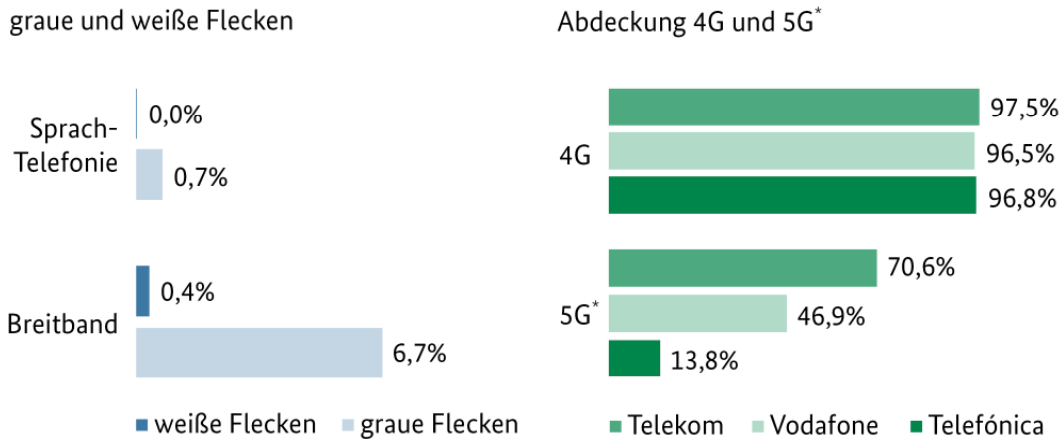


Abbildung 4: Stand der Versorgung entlang von Bundesfernstraßen  
 \*alle technologischen Ausprägungen von 5G

Im nachgeordneten Straßennetz bestehen graue Flecken auf rund 3,5 Prozent der Strecken für die Sprachtelefonie, wobei Versorgungslücken (weiße Flecken) von insgesamt etwa 300 Kilometern (0,2 Prozent) existieren. Breitbandige Versorgung liegt im nachgeordneten Straßennetz auf rund 98 Prozent der Strecken vor und ein Anteil von rund 17 Prozent (über 31.000 Kilometer) zeigt sich bei Betrachtung der grauen Flecken der Breitbandversorgung im nachgeordneten Straßennetz. Bezüglich der 4G-Abdeckung liegt der Grad der Versorgung der Strecken bei den einzelnen Netzbetreibern jeweils über 89 Prozent. Ähnlich der Bundesfernstraßen zeigt sich bei der Betrachtung der 5G-Abdeckung jedoch eine hohe Spannweite von 8,7 Prozent Streckenabdeckung bei der Telefónica bis 48,6 Prozent Streckenabdeckung bei der Telekom.

### Stand der Versorgung - nachgeordnetes Straßennetz

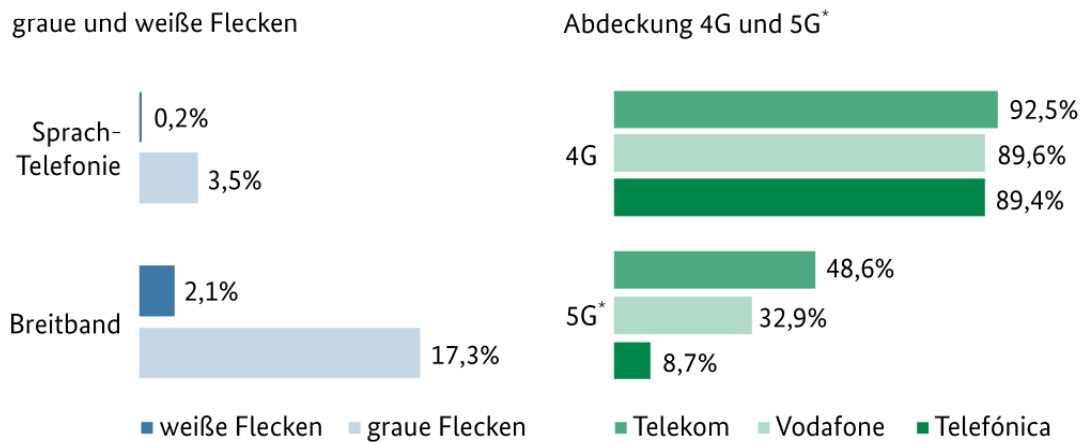


Abbildung 5: Stand der Versorgung entlang dem nachgeordneten Straßennetz  
 \*alle technologischen Ausprägungen von 5G

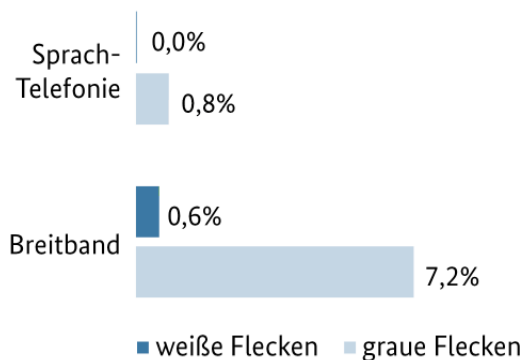
## Schienenwege

Die Daten zur Abbildung der Schienenwege werden dem Basis-DLM des BKG entnommen (01.01.2021). Als Schienenwege werden im Kontext dieses Kapitels alle schienengebunden Verkehrswege gesehen, die im Nah- und Fernverkehr der Beförderung von Personen sowie dem Transport von Gütern oder der schnellen Personenbeförderung in Ballungsräumen dienen. Ausgenommen sind die ausschließlich dem Nahverkehr dienlichen Schienenwege wie Strecken der Straßen- und U-Bahnen sowie Sonderformen<sup>8</sup> des schienengebundenen Verkehrs. Im Bau befindliche und stillgelegte Streckenabschnitte werden von der Betrachtung ausgeschlossen. Die gesamte Streckenlänge beträgt rund 42.000 Kilometer.

Mit Ausnahme von rund 12 Kilometern Strecke (0,03 Prozent), die sich auf neun Bundesländer verteilen, sind die betrachteten Schienenwege durch mindestens einen Netzbetreiber mit Sprachdiensten versorgt. Bundesweit liegt der Grad der Versorgung durch alle drei Netzbetreiber hinsichtlich der Sprachtelefonie bei über 99 Prozent (0,8 Prozent graue Flecken). Hinsichtlich einer mobilen Breitbandversorgung sind bundesweit rund 92 Prozent (7,2 Prozent graue Flecken) der Schienenwege durch drei Netzbetreiber abgedeckt – lediglich 0,6 Prozent der Strecke zeigt Versorgungslücken bzgl. Breitband. Die hohe Abdeckungsquote wird vor allem durch die netzbetreiberspezifische 4G-Abdeckung von über 95 Prozent erreicht. Bei der Betrachtung der 5G-Abdeckung ist jedoch eine höhere Spannweite der prozentualen Abdeckung von 16,9 Prozent bei der Telefónica bis zu 71,5 Prozent bei der Telekom ersichtlich.

## Stand der Versorgung - Schienenwege

graue und weiße Flecken



Abdeckung 4G und 5G\*

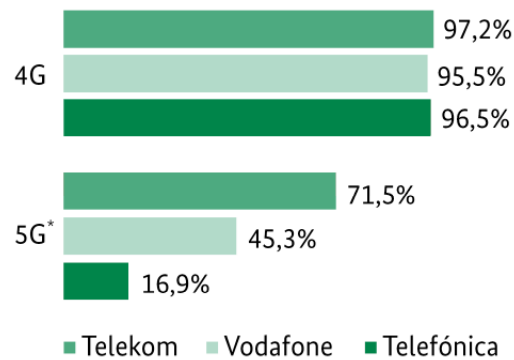


Abbildung 6: Stand der Versorgung entlang von Schienenwegen

\*alle technologischen Ausprägungen von 5G

<sup>8</sup> Dazu gehören u.a. Magnetschwebe- und Museumsbahnen.

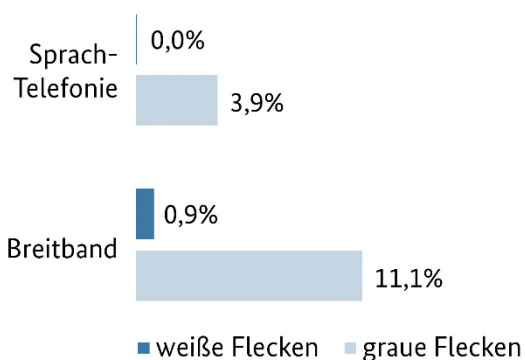
## Wasserwege

Als Wasserwege werden in diesem Kapitel sämtliche Bundeswasserstraßen betrachtet. Die Datengrundlage dafür bildet der Vektordatensatz der Bundeswasserstraßen der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (Stand 14.10.2021). Es wird das gesamte Verkehrsnetz inklusive der Verbindungen an Netzknoten berücksichtigt. Die gesamte Streckenlänge beträgt rund 8.500 Kilometer.

Das Netz der Wasserwege ist nahezu vollständig durch mindestens einen Netzbetreiber mit Sprachdiensten versorgt. Der Großteil der Streckenabschnitte wird von allen Netzbetreibern mit Sprachdiensten versorgt. Ein anderes Bild zeigt sich hinsichtlich der Breitbandversorgung. Während die Versorgung durch mindestens einen Netzbetreiber ebenfalls der Vollversorgung nahekommt, sind viele Bereiche nur von einem oder zwei Netzbetreibern abgedeckt (11,1 Prozent graue Flecken). Unter technologiespezifischer Betrachtung fällt auf, dass im 4G-Netz alle Netzbetreiber ähnliche Abdeckungswerte (über 92 Prozent) erreichen. Im Fall von 5G zeigt sich ein heterogenes Bild. Die Abdeckungszahlen reichen je nach Netzbetreiber von einer Abdeckung von 12,2 Prozent bis zu einer Abdeckung von über 66 Prozent. Bundesweit versorgt die Telekom durch den Einsatz von DSS bereits zwei Drittel und die Vodafone die Hälfte der Wasserwege.

### Stand der Versorgung - Wasserwege

graue und weiße Flecken



Abdeckung 4G und 5G\*

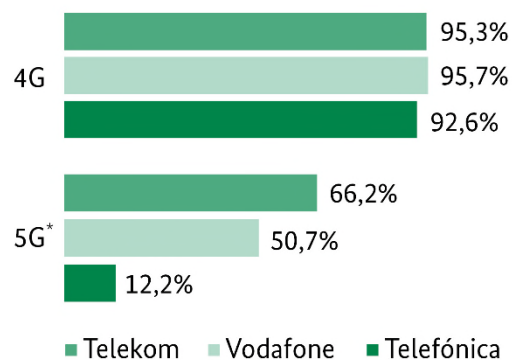


Abbildung 7: Stand der Versorgung entlang von Wasserwegen

\*alle technologischen Ausprägungen von 5G

### 3.4 Verbindungsabbrüche bei der Sprachtelefonie

Mit dem novellierten Telekommunikationsgesetz verfügt die Bundesnetzagentur über eine gesetzliche Grundlage, um von den Mobilfunknetzbetreibern Informationen zur Versorgung sowie Schwerpunkten von Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie zu erheben und zu veröffentlichen (§ 103 Absatz 3 und 4 TKG). In diesem Bericht werden zunächst die Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche bei der Sprachtelefonie in der Fläche betrachtet.

Ein Verbindungsabbruch bei der Sprachtelefonie (auch Gesprächsabbruch genannt) wird als ein unerwartet beendeter Anruf nach einem erfolgreichen Verbindungsaufbau definiert. Die Ursachen für einen Verbindungsabbruch können im Einzelnen vielfältig sein. Typischerweise sind sie auf eine nicht vorhandene oder unzureichende Mobilfunkversorgung zurückzuführen. In Innenräumen oder Verkehrsmitteln kann der Empfang aufgrund von Abschirmungseffekten stark beeinträchtigt sein. Sogenannte „Handover-Fehler“ können ebenfalls zu einem Gesprächsabbruch führen. Dabei geht das Gespräch bei einem Übergang in den Empfangsbereich einer benachbarten Mobilfunkzelle verloren.

Die Sprachtelefonie wird derzeit durch die 2G- und 4G-Technologien realisiert. Zukünftig wird „Voice over New Radio“ (VoNR) von den Mobilfunknetzbetreibern angeboten. Dies setzt ein eigenes 5G-Kernnetz voraus, was sich derzeit im Ausbau befindet. Aus diesen Gründen werden aktuell nur die Gesprächsabbrüche für die 2G- und 4G-Technologien betrachtet.

Die Daten zur Darstellung von Verbindungsabbrüchen werden aus den Performance Management (PM)-Systemen der Mobilfunknetzbetreiber abgeleitet. Die Auswertung basiert auf einer Statistik der Gesprächsabbrüche für die 2G- und 4G-Technologien getrennt sowie einer aus 2G/4G kombinierten Rate über die letzten drei Monate. Die Parametrisierung der Systeme zur Berechnung der Gesprächsabbruchraten (Dropped-Call-Rate oder DCR aus dem Englischen) der einzelnen Netzbetreiber unterscheidet sich hinsichtlich der vom 3rd Generation Partnership Project (3GPP) definierten wesentlichen Timer und Konstanten<sup>9</sup>, die die Bestimmung der Gesprächsabbruchrate beeinträchtigen können. Darüber hinaus unterscheiden sich die PM-Systeme verschiedener Hersteller in der genauen Definition der Messgrößen. Aus diesen Gründen sind die jeweiligen DCR der einzelnen Netzbetreiber nicht direkt miteinander vergleichbar.

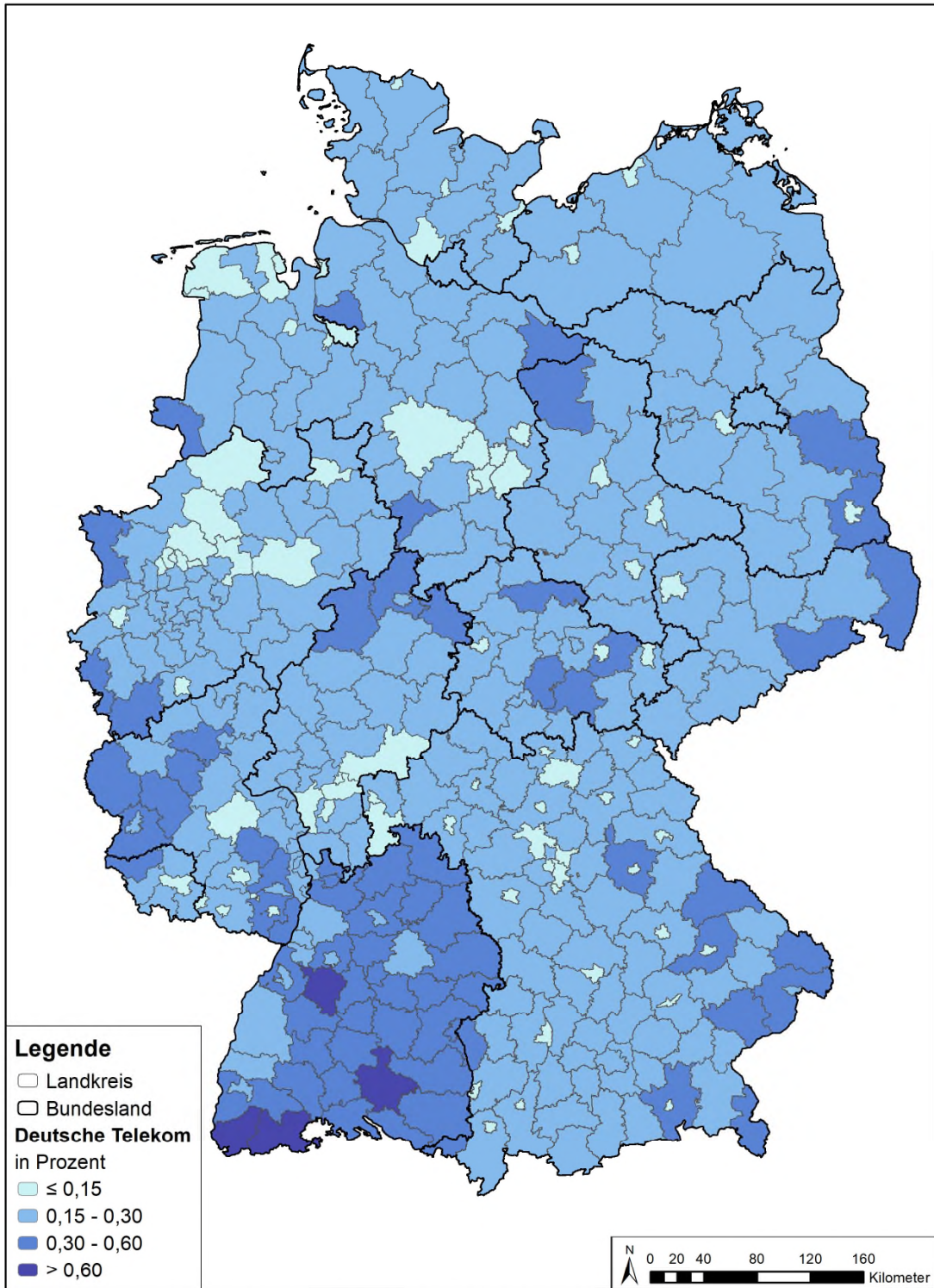
Die von den MNB gemeldeten DCR-Werte liegen innerhalb der Grenzen, die laut internationalen Standards als akzeptabel<sup>10</sup> anzusehen sind. In allen Fällen wurde eine maximale DCR i.H.v. 1,58 Prozent festgestellt. In der Abbildung 8, Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die 401 Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland je Netzbetreiber und aggregierter DCR klassifiziert. Die Kartendarstellungen zeigen die relativen Schwerpunkte von Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie, das heißt die höchste DCR, innerhalb eines Mobilfunknetzes. Diese befinden sich typischerweise in den Grenzgebieten sowie entlang von Gebirgsketten, bspw. in Südwestdeutschland im Schwarzwald oder auf der Schwäbischen Alb.

<sup>9</sup> Die Timer und Konstanten sind hier als die in den PM-Systemen der Netzbetreiber konfigurierten Zeiträume bzw. als die Anzahl von Wiederholungen eines bestimmten Ereignisses zu verstehen, deren Ablauf bzw. Erreichen zu einem Verbindungsabbruch führen kann.

<sup>10</sup> Beispielweise werden zwei Schwellen für die DCR in ETSI TR 103 559 festgelegt. Diese entsprechen den folgenden Werten: (1) „Good limit = 0,00%“ und (2) „Bad limit = 10,00%“. Darüber hinaus wird eine strengere Schwelle i.H.v. 3% in ITU-T Rec. E.807 definiert.



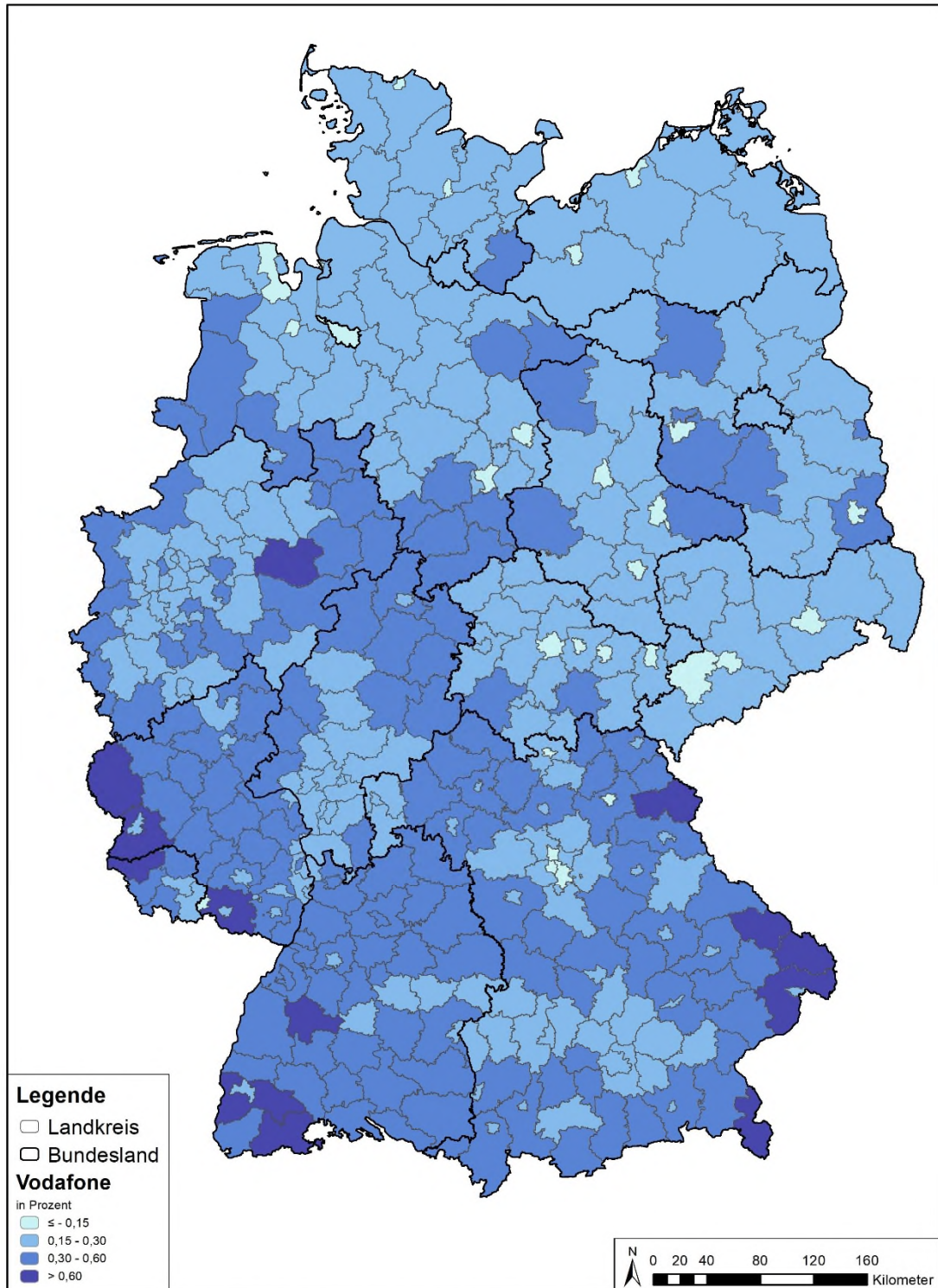
### Verbindungsabbruchrate Deutsche Telekom GmbH



Die Werte der Mobilfunknetzbetreiber sind aufgrund unterschiedlicher Zählweisen nicht miteinander vergleichbar.  
Quelle: ©GeoBasis-DE/BKG (2021) / Bundesnetzagentur, auf Basis von Daten der Mobilfunknetzbetreiber (Stand April 2022)

Abbildung 8: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Deutschen Telekom GmbH

Verbindungsabbruchrate Vodafone GmbH

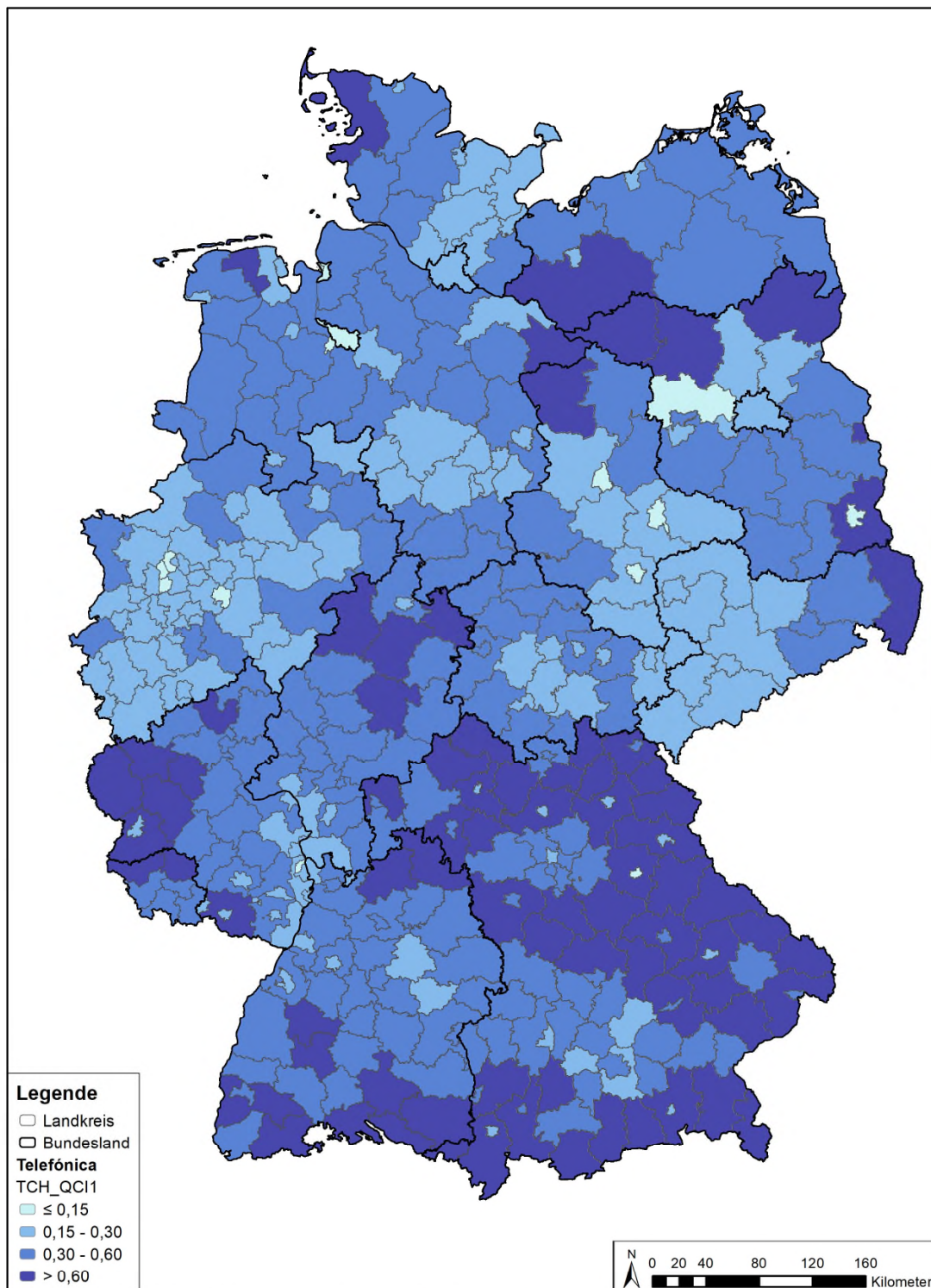


Die Werte der Mobilfunknetzbetreiber sind aufgrund unterschiedlicher Zählweisen nicht miteinander vergleichbar.  
 Quelle: ©GeoBasis-DE/BKG (2021) / Bundesnetzagentur, auf Basis von Daten der Mobilfunknetzbetreiber (Stand April 2022)

Abbildung 9: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Vodafone GmbH



### Verbindungsabbruchrate Telefónica Germany GmbH & Co. OHG



Die Werte der Mobilfunknetzbetreiber sind aufgrund unterschiedlicher Zählweisen nicht miteinander vergleichbar.  
Quelle: ©GeoBasis-DE/BKG (2021) / Bundesnetzagentur, auf Basis von Daten der Mobilfunknetzbetreiber (Stand April 2022)

Abbildung 10: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Telefónica Germany GmbH & Co. OHG



## 4 Versorgungsaufgaben

Die Versorgungsaufgaben wurden in der Präsidentenkammerentscheidung zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz (BK 1-17/001) festgelegt. Für die Erfüllung der Versorgungsaufgaben können alle zugeteilten Frequenzen genutzt werden. Im Einzelnen haben die Mobilfunknetzbetreiber folgende Auflagen zu erfüllen:

### Bis zum 31.12.2022

- 98 Prozent der Haushalte in jedem Bundesland mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Alle Bundesautobahnen mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Die Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Schienenwege, auf denen täglich mehr als 2.000 Fahrgäste befördert werden mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- 500 Basisstationen in „Weißen Flecken“ mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- 1.000 Basisstationen für 5G-Anwendungen in Betrieb zu nehmen

### Bis zum 31.12.2024

- Die weiteren Bundesstraßen mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Die Landes- und Staatsstraßen mit einer Übertragungsrate von 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Alle übrigen Schienenwege mit einer Übertragungsrate von 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Die Binnenwasserwege des Kernnetzes des Bundes mit einer Übertragungsrate von 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor
- Seehäfen mit einer Übertragungsrate von 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor

Die vollständige und fristgerechte Erfüllung der Versorgungsaufgabe haben die Mobilfunknetzbetreiber in geeigneter Form darzulegen und nachzuweisen. Hierzu reichen sie auf der Grundlage von zuvor festgelegten funktechnischen Versorgungsparametern ihre prognostizierten Versorgungsdaten bezogen auf 100 x 100 Meter-Gitterzellen ein.

Diese elektronischen Versorgungsdaten werden durch die Bundesnetzagentur ausgewertet unter Berücksichtigung der angegebenen Pegelwerte und den zugrundeliegenden Haushalts- oder Verkehrswegedaten. Dabei ist zu beachten, dass für eine 100 x 100 Meter-Gitterzelle mehrere Pegelwerte aus verschiedenen Frequenzbereichen genannt werden können. Die sich daraus ergebenden Datenraten werden pro Gitterzelle addiert. Daraus ergibt sich eine Gesamtdatenrate pro 100 x 100 Meter-Gitterzelle.

Für die Sicherstellung der Prognosegenauigkeit der vorgelegten Versorgungsdaten werden in ausgewählten Referenzregionen und Referenzstrecken durch den Prüf- und Messdienst der Bundesnetzagentur die ausgewiesenen prognostizierten Versorgungsangaben mit der tatsächlichen Versorgungssituation vor Ort geprüft. Hierfür werden städtische, halbstädtische und ländliche Regionen mit unterschiedlichen topographischen und morphologischen Strukturen ausgewählt. Die durchgeführten Messungen ermöglichen eine verkehrslastunabhängige Aussage über die erzielbare Übertragungsrate im Downlink im Antennensektor.

Die Berechnung der nachfolgenden Versorgungsgrade bei den Versorgungsaufgaben beruhen auf den Versorgungsangaben der einzelnen Mobilfunknetzbetreiber.

#### 4.1 Stand der Haushaltsversorgung auf Länderebene

Die drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber Telekom, Vodafone und Telefónica müssen bis zum 31. Dezember 2022 eine Abdeckung von mindestens 98 Prozent der Haushalte in jedem Bundesland mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s (Megabit pro Sekunde) im Downlink im Antennensektor erreichen. Die 1&1 hat die Erfüllung von 25 Prozent der Haushalte erst zum 31.12.2028 zu erfüllen.

Die aktuellen Erfüllungsgrade der jeweiligen Mobilfunknetzbetreiber bezogen auf die jeweiligen Bundesländer sehen wie folgt aus:

Versorgungsverpflichtung Haushalte mit mindestens 100 Mbit/s je Antennensektor pro Bundesland in %	Telekom	Vodafone	Telefónica
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
Bundesweit	98,2	98,3	95,1
Baden-Württemberg	97,1	97,2	95,8
Bayern	98,5	97,3	90,0
Berlin	100,0	100,0	100,0
Brandenburg	95,7	99,7	92,0
Bremen	100,0	100,0	100,0
Hamburg	100,0	100,0	100,0
Hessen	98,5	96,5	94,5
Mecklenburg-Vorpommern	97,1	99,7	88,0
Niedersachsen	99,1	98,8	94,0
Nordrhein-Westfalen	99,7	99,2	99,2
Rheinland-Pfalz	97,0	96,1	91,1
Saarland	98,9	97,8	95,5
Sachsen	95,9	99,5	97,3
Sachsen-Anhalt	95,6	98,9	94,1
Schleswig-Holstein	99,2	100,0	95,1
Thüringen	90,2	96,2	90,8

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 4: Haushaltsversorgung auf Länderebene

Danach hat Telekom bereits in 9, Vodafone in 11 und Telefónica in 4 Bundesländern die Versorgungsaufgabe vor Ablauf der Frist erfüllt.

## **4.2 Versorgung der Verkehrswege**

### **4.2.1 Bundesautobahnen**

Alle drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber müssen bis zum 31. Dezember 2022 für Bundesautobahnen eine Versorgung mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.

Dabei ist eine Latenz von nicht mehr als 10 ms (Millisekunden) zwischen einem Endgerät und der zugehörigen Basisstation sicherzustellen.



Abbildung 11: Bundesautobahnen

Der anbieterbezogene Erfüllungsgrad bei den Autobahnen sieht wie folgt aus:

	<b>Telekom</b>	<b>Vodafone</b>	<b>Telefónica</b>
	Stand: 04.2022	Stand: 04.2022	Stand: 04.2022
Versorgungsverpflichtung Autobahnen mit mindestens 100 Mbit/s im Antennensektor in %	99,4	99,8	94,1

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 5: Prozentuale Versorgung der Bundesautobahn

#### 4.2.2 Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1

Bis zum 31. Dezember 2022 muss der Zuteilungsinhaber ebenfalls für die Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 (siehe Abbildung 12) eine Versorgung mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.

Dabei ist eine Latenz von nicht mehr als 10 ms zwischen einem Endgerät und der zugehörigen Basisstation sicherzustellen.

Bei dieser Auflage können die Mobilfunknetzbetreiber Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.



Abbildung 12: Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1

**Versorgungsverpflichtungen**

	<b>Telekom</b>	<b>Vodafone</b>	<b>Telefónica</b>	<b>OverAll</b>
	Stand: 04.2022	Stand: 04.2022	Stand: 04.2022	Stand: 04.2022
Versorgungsverpflichtung für Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 mit 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	96,2	96,6	91,7	99,7

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 6: Prozentuale Versorgung der Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1

**4.2.3 Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgäste pro Tag**

Der Zuteilungsinhaber muss unter Berücksichtigung von Kooperationen mit den Betreibern der Schienenwege sowie den Eisenbahnverkehrsunternehmen bis zum 31. Dezember 2022 eine Versorgung der Schienenwege, auf denen täglich mehr als 2.000 Fahrgäste befördert werden, mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.



Abbildung 13: Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgäste pro Tag

Auch hier können die Zuteilungsinhaber im Rahmen der Erfüllung der Versorgungsaufgaben Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.



Bei der Erfüllung dieser Auflage sind die Mobilfunknetzbetreiber insbesondere auch von Kooperationen und Mitwirkungen mit den Betreibern der Schienenwege und der Eisenbahnverkehrsunternehmen abhängig. Im Rahmen des Masterplans Konnektivität sind bereits seit Oktober 2019 Arbeitsgruppen geschaffen worden, denen die beteiligten Unternehmen und Organisationen angehören und die sich mit den unterschiedlichen Aspekten im Hinblick auf eine Verbesserung der Mobilfunkversorgung entlang der Schiene befassen.

	<u>Telekom</u>	<u>Vodafone</u>	<u>Telefónica</u>	<u>OverAll</u>
	<u>Stand 04.2022</u>	<u>Stand 04.2022</u>	<u>Stand 04.2022</u>	<u>Stand 04.2022</u>
Versorgungsverpflichtung der Schienenwege mit mehr als 2000 Teilnehmern pro Tag mit 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	96,9	97,6	92,8	99,6

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 7: Prozentuale Versorgung der Schienenwege mit mehr als 2.000 Teilnehmern pro Tag

#### 4.2.4 Alle übrigen Bundesstraßen

Alle weiteren Bundesstraßen, die nicht den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1 zuzuordnen sind, sind durch den Zuteilungsinhaber bis zum 31. Dezember 2024 ebenfalls mit 100 Mbit/s zu versorgen.

Auch bei dieser Versorgungsauflage können die Mobilfunknetzbetreiber Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.



Abbildung 14: alle übrigen Bundesstraßen

Der aktuelle Versorgungsgrad sieht wie folgt aus:

	<u>Telekom</u>	<u>Vodafone</u>	<u>Telefónica</u>	<u>OverAll</u>
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
Versorgungsverpflichtung alle übrigen Bundesstraßen mit mindestens 100 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in%	93,3	95,5	89,8	99,0

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 8: Prozentuale Versorgung aller Bundesstraßen

#### 4.2.5 Landes- und Staatsstraßen

Der Zuteilungsinhaber muss bis zum 31. Dezember 2024 für Landes- und Staatsstraßen eine Versorgung mit einer Übertragungsrate von mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.

Zuteilungsinhaber können Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.



Abbildung 15: Landes- und Staatsstraßen

Der aktuelle Versorgungsgrad der jeweiligen Mobilfunknetzbetreiber sieht wie folgt aus:

	<u>Telekom</u>	<u>Vodafone</u>	<u>Telefónica</u>	<u>OverAll</u>
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
Versorgungsverpflichtung Landes- und Staatsstraßen mit mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	96,9	98,6	97,6	99,7

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 9: Prozentuale Versorgung von Landes- und Staatsstraßen

#### 4.2.6 Alle übrigen Schienenwege

Der Zuteilungsinhaber muss unter Berücksichtigung von Kooperationen mit den Betreibern der Schienenwege sowie den Eisenbahnverkehrsunternehmen bis zum 31. Dezember 2024 eine Versorgung aller Schienenwege mit einer Übertragungsrate von mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.



Abbildung 16: alle übrigen Schienenwege

Zuteilungsinhaber können Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.

	<b>Telekom</b>	<b>Vodafone</b>	<b>Telefónica</b>	<b>OverAll</b>
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
Versorgungsverpflichtung aller übrigen Schienenwege mit 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	98,7	99,6	99,4	100

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 10: Versorgungsverpflichtung aller übrigen Schienenwege mit 50 Mbit/s

#### 4.2.7 Seehäfen und Kernnetz der Wasserstraßen im Binnenbereich

Der Zuteilungsinhaber muss bis zum 31. Dezember 2024 eine Versorgung der Seehäfen sowie der Binnenwasserwege des Kernnetzes des Bundes mit einer Übertragungsrate von mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor erreichen.



Abbildung 17: Binnenwasserwege des Kernnetzes des Bundes

Zuteilungsinhaber können Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen. Die Versorgung durch andere Zuteilungsinhaber ist anzurechnen.



Die Seehäfen mit besonderer wirtschaftlicher Bedeutung sind gem. III.4. Nr. 7 der Präsidentenkammerentscheidung (BK1-017/001) zu versorgen. Aus Sicht der Bundesnetzagentur umfasst dies folgende 18 Seehäfen: Brake, Bremen / Bremerhaven, Brunsbüttel, Büsum, Bützfleth, Cuxhaven, Emden, Hamburg, Husum, Kiel, Lübeck, Nordenham, Puttgarden / Fehmarn, Rostock, Sassnitz-Mukran (FHS), Stralsund (SHS), Wilhelmshaven und Wismar.



Abbildung 18: Seehäfen

Für die Auswahl der Seehäfen hat sich die Präsidentenkammer unter anderem an der EU-Verordnung aus dem Jahre 2013 über „Transeuropäische Verkehrsnetze“<sup>11</sup> orientiert. Im Wesentlichen wird dabei das jährliche Personenverkehrsaufkommen und/oder das jährliche Güterverkehrsaufkommen berücksichtigt.

**Versorgungsverpflichtungen**

	<u>Telekom</u>	<u>Vodafone</u>	<u>Telefónica</u>	<u>OverAll</u>
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
Versorgungsverpflichtung Wasserwege mit mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	98,9	99,6	98,9	99,9
Versorgungsverpflichtung der benannten Seehäfen mit mindestens 50 Mbit/s im Downlink im Antennensektor in %	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 11: Seehäfen und Kernnetz der Wasserstraßen im Binnenbereich

<sup>11</sup> Siehe unter: [http://publications.europa.eu/resource/cellar/f277232a-699e-11e3-8e4e-01aa75ed71a1.0004.01/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/cellar/f277232a-699e-11e3-8e4e-01aa75ed71a1.0004.01/DOC_1)

### **4.3 Sonstige Versorgungsauflagen**

#### **4.3.1 500 Basisstationen in weißen Flecken**

Die drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber müssen 500 Basisstationen mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s in zuvor definierten „weiße Flecken“ bis zum 31. Dezember 2022 in Betrieb nehmen.

Dabei ist in jedem Bundesland entsprechend dessen flächenmäßigen Anteils am Bundesgebiet auszubauen.

Zuteilungsinhaber können Kooperationen eingehen oder Frequenzen überlassen.

Die Bundesländer haben von ihrem Recht in der Präsidentenkammerentscheidung Gebrauch gemacht, die weißen Flecken bedarfsgerecht zu benennen. Die Netzbetreiber haben unter Berücksichtigung der bereits erfolgten Versorgung durch andere Auflagen aus den „Länderlisten“ ca. 600 weiße Flecken identifiziert, die im Rahmen dieser Auflage mit breitbandigem Mobilfunk versorgt werden sollen. Hierin sind 100 zusätzliche Standorte enthalten, um mindestens 500 Basisstationen realisieren zu können, wenn es in einzelnen Fällen zu Verzögerungen oder Unwägbarkeiten kommt, die nicht allein in der Hand der Netzbetreiber liegen.

Gemäß der Regelung der Präsidentenkammerentscheidung und auch im Einklang mit den Vorgaben der Bundesländer sollen an allen hier betreffenden Standorten alle drei Netzbetreiber vertreten sein. Die Mobilfunknetzbetreiber haben im Rahmen der Kooperationsmöglichkeit die 600 ausgewählten weißen Flecken anteilig aufgeteilt, sodass nunmehr jeder der drei Netzbetreiber für ca. 200 weiße Flecken Standorte zuständig ist.

Die vollständige und rechtzeitige Erfüllung dieser Auflage wird als höchstbedenklich eingeschätzt. Es finden regelmäßige Gespräche zwischen Ländern und Mobilfunknetzbetreibern unter Teilnahme der Bundesnetzagentur statt. Die Länder haben Unterstützung angeboten, die die Mobilfunknetzbetreiber auch in Anspruch nehmen. Vom Status des Suchkreises nach einem geeigneten Standort über Baugenehmigungen oder Verträge und Installation von Masten und Technik ist in der Regel ein Zeitraum von über einem Jahr einzuplanen.

Derzeit sind folgende Standorte realisiert:

**500 Basisstationen**

mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s in zuvor definierten „weißen Flecken“	in Betrieb genommene Basisstationen				Standorte mit allen MNB
	Zielvorgabe	Telekom	Vodafone	Telefónica	
	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022	Stand 04.2022
<b>Bundesweit</b>	<b>500</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>0</b>
Baden-Württemberg	50	3		2	0
Bayern	99	5	1	9	0
Berlin	1			1	0
Brandenburg	41	2	1	3	0
Bremen	1			1	0
Hamburg	1			1	0
Hessen	30	2		1	0
Mecklenburg-Vorpommern	33	4		1	0
Niedersachsen	67	4		1	0
Nordrhein-Westfalen	48	7		3	0
Rheinland-Pfalz	28	2	1	1	0
Saarland	4				0
Sachsen	26			3	0
Sachsen-Anhalt	29			1	0
Schleswig-Holstein	22	1		2	0
Thüringen	23	1		1	0

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 12: 500 Basisstationen mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s

**4.3.2 1.000 „5G-Basisstationen“**

Sowohl die drei etablierten Netzbetreiber als auch der Neueinsteiger 1&1 müssen, da sie Frequenzen im Bereich 3,6 GHz ersteigert haben, 1.000 Basisstationen bis zum 31. Dezember 2022 in Betrieb nehmen und für 5G-Anwendungen bereitstellen. Je Bundesland ist entsprechend dem flächenmäßigen Anteil am Bundesgebiet auszubauen.

Die Versorgungsaufgabe zur Inbetriebnahme von 1.000 Basisstationen für 5G-Anwendungen ist beim Einsatz von DSS (Dynamic Spectrum Sharing) nur dann erfüllt, wenn hierbei Frequenzen aus dem Bereich 3,6 GHz eingesetzt werden. Die Erfüllung der Versorgungsaufgabe kann nicht durch den Einsatz von DSS in anderen Frequenzbändern erfüllt werden, da dadurch insbesondere keine höheren Datenraten ermöglicht werden, sondern vielmehr auch mit Kapazitätseinbußen zu rechnen ist.

Nach Angaben der Zuteilungsinhaber sieht der Stand der Erfüllung dieser Auflagen wie folgt aus:

**1.000 Basisstationen in Betrieb nehmen und für 5G-Anwendungen bereitstellen**

<b>Bundesland</b>	<b>Zielvorgabe</b>	<b>Telekom</b>	<b>Vodafone</b>	<b>Telefónica</b>
		Stand 04.2022 non stand alone - Kernnetz 4G	Stand 04.2022 stand alone - Kernnetz 5G	Stand 04.2022 non stand alone - Kernnetz 4G
Bundesweit	1.000	2.595	680	1.659
Baden-Württemberg	100	137	22	231
Bayern	197	417	87	375
Berlin	3	145	105	280
Brandenburg	83	82	29	11
Bremen	1	37	11	0
Hamburg	2	79	15	143
Hessen	59	158	36	62
Mecklenburg-Vorpommern	65	67	16	1
Niedersachsen	133	282	59	77
Nordrhein-Westfalen	95	710	147	417
Rheinland-Pfalz	56	133	24	19
Saarland	7	21	6	0
Sachsen	52	135	81	37
Sachsen-Anhalt	57	52	21	0
Schleswig-Holstein	44	62	8	6
Thüringen	45	78	13	0

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 13: 1.000 5G-Basisstationen

Der Mobilfunknetzbetreiber 1&1 hat zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch keine 5G Basisstation in Betrieb genommen. Nach eigenen Angaben soll Mitte des Jahres 2022 mit den sogenannten Friendly user Tests begonnen werden. Die Inbetriebnahme der 1.000 5G Basisstationen mit Fixed Wireless Access (FWA) Diensten ist für Ende des Jahres beabsichtigt.

## 5 Kooperationen und National Roaming

### 5.1 Kooperationen in weißen und grauen Flecken

Kooperationen zwischen Mobilfunknetzbetreibern können einen wichtigen Beitrag zur besseren Mobilfunkversorgung leisten. Frequenzzuteilungsinhaber können unter Beachtung des Wettbewerbs- und Kartellrechts Kooperationen zum gemeinsamen wirtschaftlichen Netzausbau eingehen (sog. „burden sharing“). Aus Sicht der Bundesnetzagentur ist es sachdienlich, dass Infrastruktur-Sharing zum kosteneffizienten Netzausbau im Interesse einer besseren Versorgung des ländlichen Raums zum Beispiel in den Gebieten genutzt wird, in denen bisher kein Netzausbau erfolgte und in absehbarer Zeit nicht erfolgen würde. Aus diesen Gründen wurde den Zuteilungnehmern ein Verhandlungsgebot zu diskriminierungsfreien Verhandlungen über Infrastruktur-Sharing auferlegt.

Die drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber wollen beim Mobilfunkausbau stärker als bisher miteinander kooperieren. Daher sind sie an die Bundesnetzagentur herantreten, um bei der Versorgung sogenannter grauer Flecken zusammenzuarbeiten. Bei grauen Flecken handelt es sich in Abgrenzung zu den sogenannten weißen Flecken um Gebiete, die bislang nur von einem Betreiber mit mobilem Breitband versorgt werden.

Die Bundesnetzagentur hat diese Verhandlungen bis zum Abschluss der Kooperationsverträge Mitte des Jahres 2021 zusammen mit dem Bundeskartellamt begleitet und den Kooperationen jüngst die frequenzregulatorische Unbedenklichkeit bescheinigt. Ziel der Bundesnetzagentur war es, die Kooperationen der Netzbetreiber in nichtdiskriminierender Weise zu ermöglichen, da diese zu einem kosteneffizienten Netzausbau und einer Verbesserung der mobilen Breitbandversorgung beitragen können. Gleichzeitig war dabei auch dem Regulierungsziel eines chancengleichen Wettbewerbs Rechnung zu tragen. Zunächst beabsichtigten nur Telekom und Vodafone in grauen Flecken zu kooperieren. Nach Intervention von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt wurden auch mit Telefónica jeweils Kooperationen zur Versorgung grauer Flecken vereinbart.

Hinsichtlich der Versorgung weißer Flecken – also solcher Regionen, in denen bislang keine Versorgung bestand – standen die drei Netzbetreiber seit 2019 in Verhandlungen zu einem passiven Infrastruktur-Sharing. Mitte des Jahres 2021 konnten die Verhandlungen, welche die Bundesnetzagentur und das Bundeskartellamt seitdem begleitet haben, abgeschlossen werden. Mittels eines passiven Infrastruktur-Sharings sollen unversorgte Gebiete in ländlichen Regionen sowie entlang der Verkehrswege auf Straßen, Schienen und Wasserwegen mit mobilem Breitband erschlossen werden. Die drei etablierten Mobilfunkanbieter wollen auf diese Weise bis zu 6.000 neue Mobilfunkstandorte aufbauen und in Betrieb nehmen. Im Rahmen der Kooperation hat sich jeder Netzbetreiber verpflichtet, seinen Anteil an passiver Infrastruktur aufzubauen, der von den anderen Netzbetreibern genutzt und mit eigener Netztechnologie ausgestattet werden kann. Auf diese Weise können die Netzbetreiber Kosten und Zeit beim Netzausbau in bislang unversorgten Gebieten einsparen.

Auch der vierte Mobilfunknetzbetreiber 1&1 hat die Möglichkeit, sich an Kooperationen zu beteiligen.

## 5.2 National Roaming

Die aus der Auktion 2019 als Neueinsteiger hervorgegangene 1&1 hatte in der Frequenzauktion im Jahr 2019 Nutzungsrechte bei 2 GHz (nutzbar ab 2026) und 3,6 GHz ersteigert. Diese wurden 1&1 Anfang des Jahres 2021 auf Antrag zugeteilt. Weitere Frequenzen bei 2,6 GHz wurden ihr durch Telefónica zur Nutzung bis Ende des Jahres 2025 überlassen.

Um unmittelbar bundesweite Dienste anbieten zu können, hatte 1&1 National Roaming gefordert. Die Bundesnetzagentur hatte den etablierten Mobilfunknetzbetreibern in der Frequenzauktion aufgegeben, mit einem Neueinsteiger, der in der Auktion Frequenzen ersteigert, über ein National Roaming zu verhandeln (Verhandlungsgebot).

Im Februar 2021 hat die 1&1 ein Angebot der Telefónica über ein National Roaming angenommen. Das bundesweite Roaming auf dem Netz der Telefónica versetzt 1&1 in die Lage, während des sukzessiven Netzaufbaus bereits bundesweite Mobilfunkdienste anzubieten.

Die getroffene Vereinbarung zum National Roaming intensiviert die bereits bestehende Kooperation zwischen Telefónica und 1&1. Bereits jetzt vertreibt 1&1 als Diensteanbieter/MVNO („Mobile Virtual Network Operator“) Mobilfunkdienste auf dem Netz der Telefónica. 1&1 kann zukünftig überall dort, wo sie noch kein eigenes Mobilfunknetz hat, das Netz der Telefónica nutzen.

## Anhang

### Parametervorgaben Versorgungsauflagen und Mobilfunk-Monitoring

#### Vergleich Parametervorgaben

Technologie	Versorgungsauflagen technologie-neutral	Mobilfunk-Monitoring			
		2G	4G	5G (f < 3 GHz)	5G (f > 3 GHz)
Pegelwert [dBm]	Datenrate korreliert mit Pegelwerten	-103		-109	
Wahrscheinlichkeit am Zellrand (Pegelberechnung)*	unbeachtlich**			75%	
Antennenhöhe [m]	3			1,5	
Mindestdatenrate (am Zellrand)	unbeachtlich**	nicht zutreffend	2 Mbit/s (DL) 512 kbit/s (UL)	2 Mbit/s (DL) 512 kbit/s (UL)	5 Mbit/s (DL) 1 Mbit/s (UL)
Zellrandwahrscheinlichkeit (Datenrate)	unbeachtlich**	nicht zutreffend	90%	90%	90%
Zellauslastung	zellastunabhängig	nicht zutreffend	50%	50%	50%
Mindestdatenrate (Sektor)	50 Mbit/s bzw. 100 Mbit/s*		nicht zutreffend***		
Pegelwert für Ankerband	unbeachtlich**			-120	

Quelle: Bundesnetzagentur

\* Die Datenrate wird auf Basis der Pegelwerte berechnet.

\*\* Bei der Versorgungsauflage wird gemäß PKE geschaut, ob die Netzkapazität bezogen auf eine Fläche zur Verfügung gestellt wird. Die Netzkapazität ist unabhängig von der Nutzung durch Anwender. Daher ist dieser Parameter aus Sicht der Versorgungsauflage irrelevant.

\*\*\* Das Mobilfunk-Monitoring fokussiert auf die Nutzerwahrnehmung. Dies wird von mehreren Faktoren, z.B. Lage des Endgeräts in der Funkzelle, Zellauslastung, etc., beeinträchtigt. Daher ist die gesamte Kapazität bzw. Mindestdatenrate (Sektor) aus Sicht des Mobilfunk-Monitoring irrelevant.

Tabelle 14: Parametervorgaben Versorgungsauflagen und Mobilfunk-Monitoring

## Flächenversorgung gemäß Mobilfunk-Monitoring

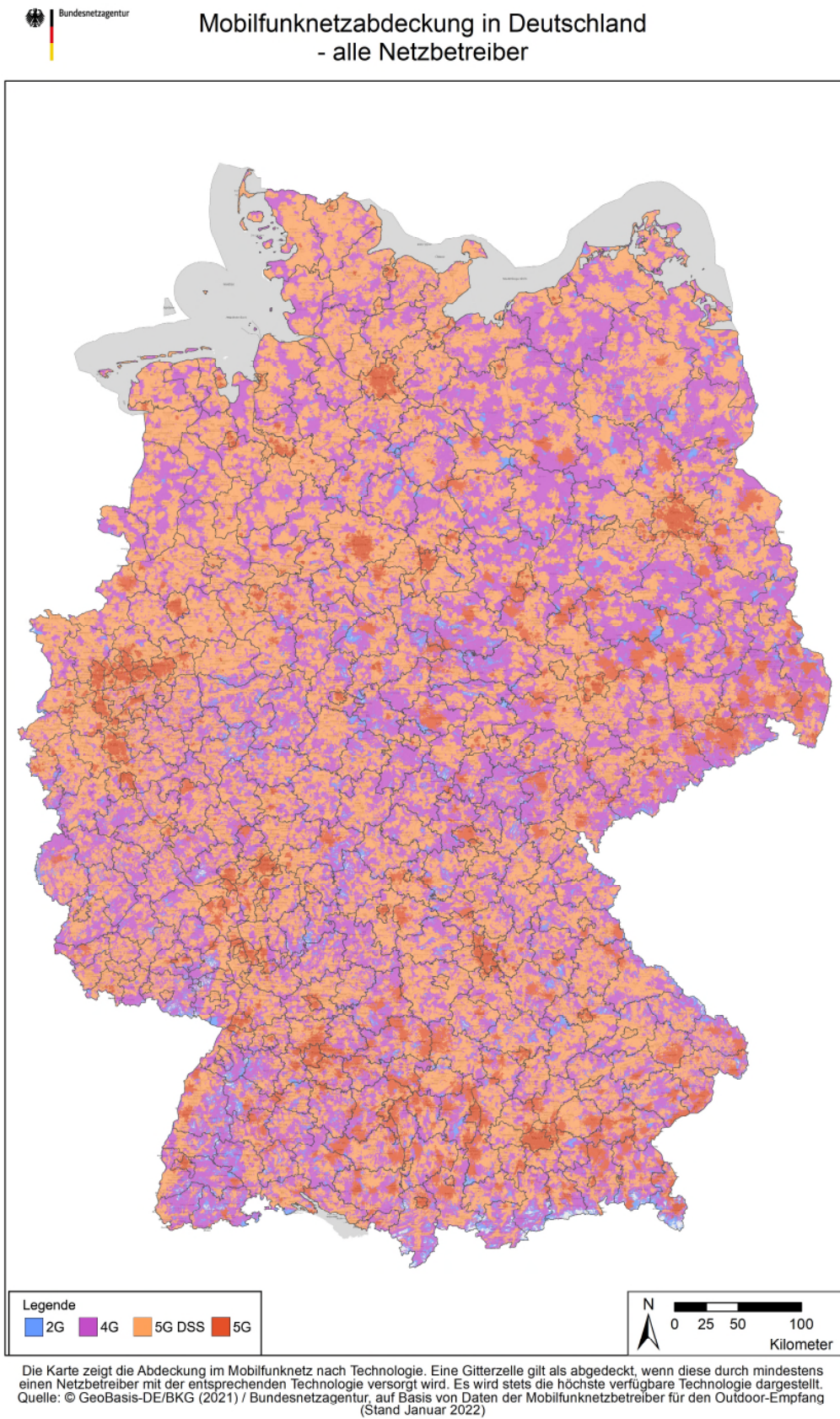
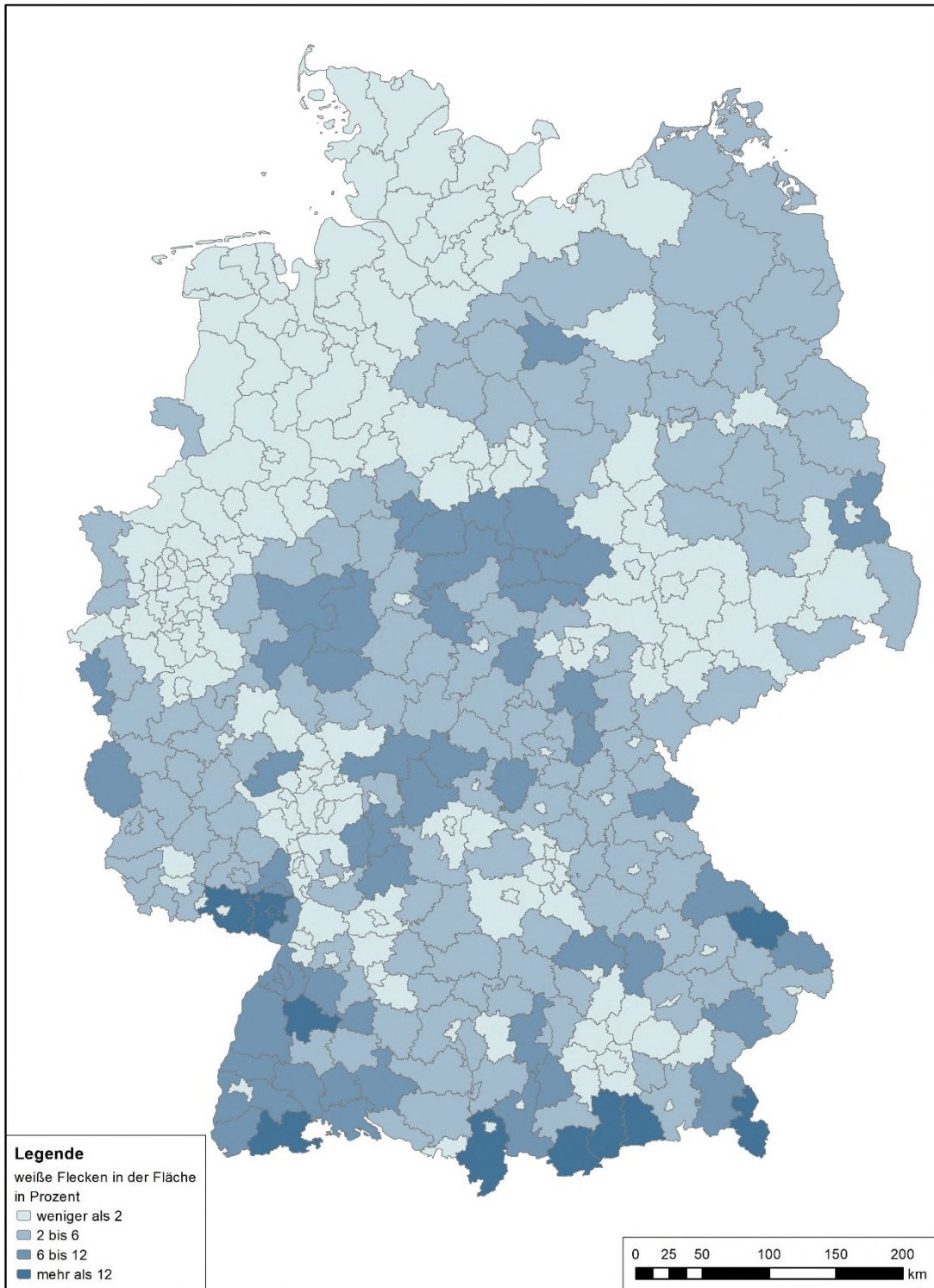


Abbildung 19: Karte Technologieabdeckung Bund (Mobilfunk-Monitoring)





## Flächenanteile weißer Flecken je Landkreis

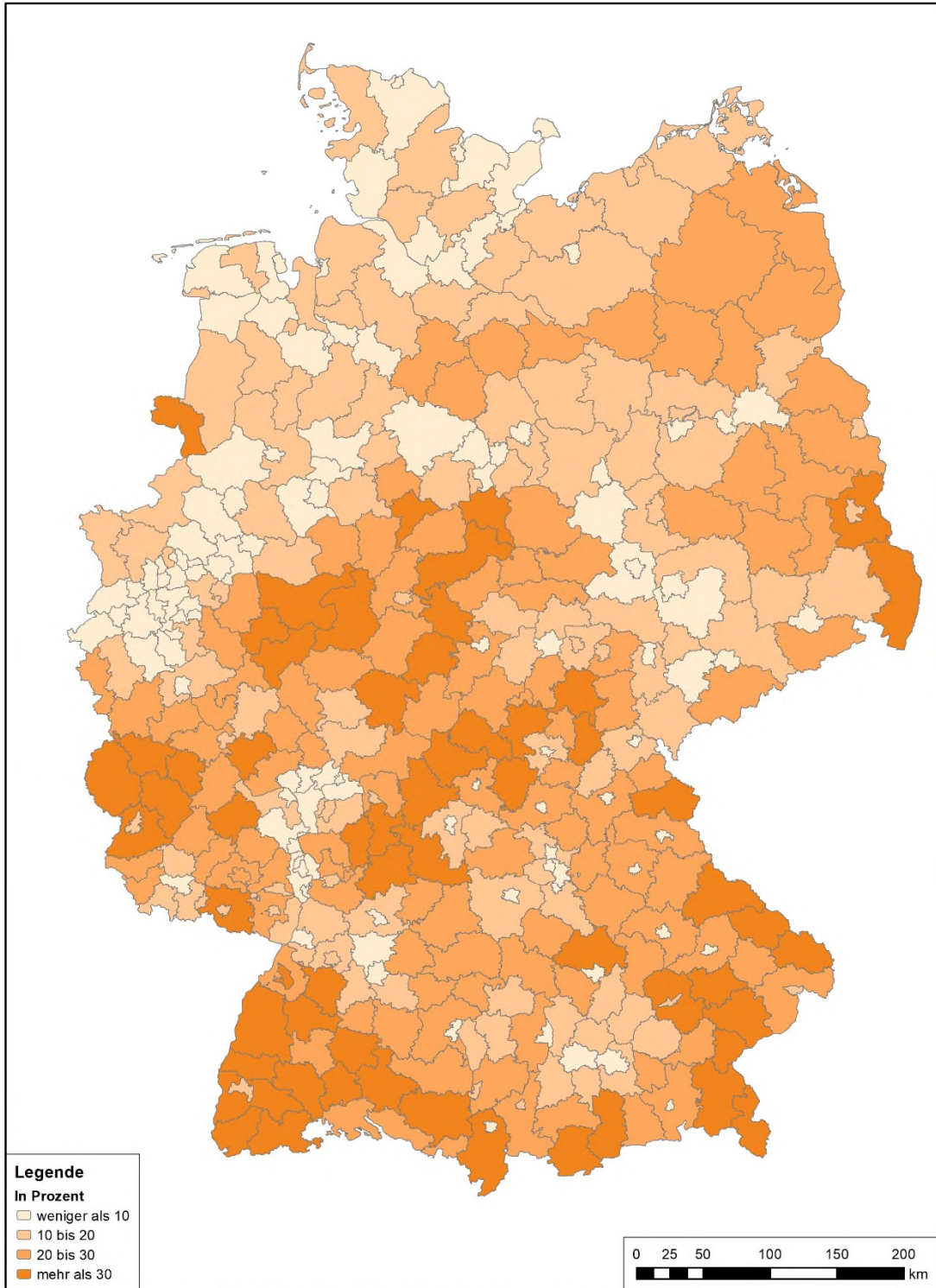


Die Karte zeigt die Flächenanteile weißer Flecken im Mobilfunknetz in den Landkreisen.  
 Quelle: ©GeoBasis-DE/BKG (2021) / Bundesnetzagentur, auf Basis von Daten der Mobilfunknetzbetreiber für den Outdoor-Empfang (Stand Januar 2022)

Abbildung 20: Flächenanteil weißer Flecken je Landkreis (Mobilfunk-Monitoring)



### Flächenanteile grauer Flecken je Landkreis



Die Karte zeigt die Flächenanteile grauer Flecken im Mobilfunknetz in den Landkreisen.  
Quelle: ©GeoBasis-DE/BKG (2021) / Bundesnetzagentur, auf Basis von Daten der Mobilfunknetzbetreiber für den Outdoor-Empfang (Stand Januar 2022)

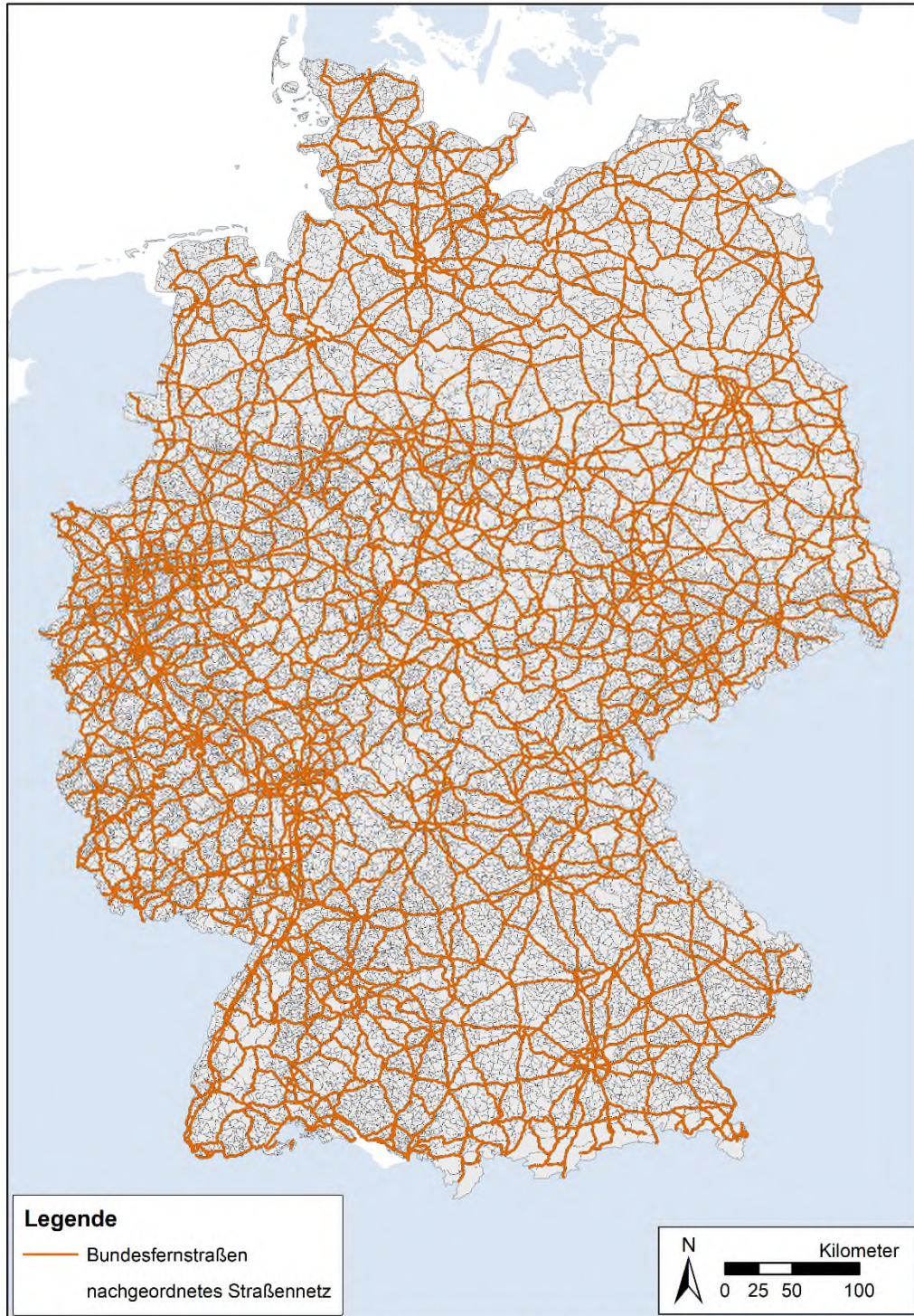
Abbildung 21: Flächenanteil grauer Flecken je Landkreis (Mobilfunk-Monitoring)

## Verkehrswegeversorgung gemäß Mobilfunk-Monitoring



## Bundesfernstraßen | nachgeordnetes Straßennetz

im Sinne des § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG



Dargestellt ist das Straßennetz, dessen Grad der Versorgung im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings nach § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG ermittelt wird. Datenstand: 01.01.2021  
Quelle: © GeoBasis-DE / BKG (2021)

Abbildung 22: Bundesfernstraßen und nachgeordnetes Straßennetz Bund

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	4G			5G		
	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %
<b>Gesamt</b>	<b>93,75</b>	<b>91,33</b>	<b>91,31</b>	<b>54,23</b>	<b>36,47</b>	<b>9,99</b>
<b>Bundesfernstraßen</b>	<b>97,48</b>	<b>96,48</b>	<b>96,77</b>	<b>70,63</b>	<b>46,85</b>	<b>13,79</b>
Schleswig-Holstein	98,52	99,49	98,39	69,35	61,07	0,14
Hamburg	99,95	100,00	99,90	98,62	93,38	61,09
Niedersachsen	97,52	97,07	97,02	70,90	49,91	7,19
Bremen	99,75	100,00	100,00	95,33	92,81	0,00
Nordrhein-Westfalen	98,58	97,33	98,00	84,36	48,39	22,54
Hessen	97,45	95,89	97,48	79,75	43,64	10,14
Rheinland-Pfalz	96,24	93,71	94,49	70,71	36,42	7,86
Baden-Württemberg	95,87	94,86	96,64	69,53	47,04	22,02
Bayern	97,49	95,82	96,38	81,36	44,00	19,97
Saarland	99,53	98,60	94,84	82,43	32,49	1,49
Berlin	100,00	100,00	100,00	98,99	89,07	60,00
Brandenburg	96,80	97,18	95,46	49,06	47,29	7,59
Mecklenburg	98,68	97,15	96,03	42,93	47,93	0,29
Sachsen	97,53	97,83	96,66	56,75	48,86	17,03
Sachsen-Anhalt	97,22	96,40	96,54	51,03	46,31	7,55
Thüringen	97,57	96,33	97,57	55,43	38,78	5,01
<b>nachgeordnetes Straßennetz</b>	<b>92,47</b>	<b>89,57</b>	<b>89,44</b>	<b>48,64</b>	<b>32,93</b>	<b>8,69</b>
Schleswig-Holstein	96,39	97,44	95,35	46,99	49,80	0,12
Hamburg	88,32	100,00	87,37	43,92	15,45	6,10
Niedersachsen	94,82	94,07	92,85	50,79	37,82	4,19
Bremen	100,00	100,00	100,00	85,50	79,96	0,00
Nordrhein-Westfalen	96,14	92,22	94,14	69,68	33,54	14,34
Hessen	91,18	83,21	86,95	57,70	24,84	5,26
Rheinland-Pfalz	87,97	84,04	86,65	48,80	25,89	3,72
Baden-Württemberg	87,33	85,26	86,58	40,84	32,14	14,18
Bayern	92,24	87,35	85,35	58,67	29,22	11,35
Saarland	95,74	91,98	91,84	65,95	21,92	2,61
Berlin	100,00	100,00	100,00	100,00	93,50	48,22
Brandenburg	92,71	92,68	87,68	27,79	40,21	6,07
Mecklenburg	95,00	93,00	91,09	25,99	39,88	0,38
Sachsen	93,39	92,97	91,93	31,70	34,71	16,32
Sachsen-Anhalt	94,71	93,35	91,27	29,39	35,88	6,81
Thüringen	90,35	87,52	89,54	31,24	25,90	4,33

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 15: Technologieabdeckung 4G und 5G für Bundesfernstraßen und das nachgeordnete Straßennetz

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	Sprachtelefonie		Breitband	
	weiße Flecken	graue Flecken	weiße Flecken	graue Flecken
	in %	in %	in %	in %
<b>Gesamt</b>	<b>0,14</b>	<b>2,83</b>	<b>1,66</b>	<b>14,64</b>
<b>Bundesfernstraßen</b>	<b>0,02</b>	<b>0,73</b>	<b>0,39</b>	<b>6,72</b>
Schleswig-Holstein	0,00	0,17	0,00	3,44
Hamburg	0,00	0,00	0,00	0,10
Niedersachsen	0,00	0,61	0,42	5,84
Bremen	0,00	0,00	0,00	0,25
Nordrhein-Westfalen	0,00	0,54	0,27	4,43
Hessen	0,00	0,58	0,27	7,03
Rheinland-Pfalz	0,12	1,70	0,93	10,21
Baden-Württemberg	0,01	1,13	0,51	8,98
Bayern	0,04	0,76	0,48	7,21
Saarland	0,00	0,42	0,07	6,52
Berlin	0,00	0,00	0,00	0,00
Brandenburg	0,00	0,46	0,20	8,57
Mecklenburg	0,00	0,37	0,15	6,86
Sachsen	0,03	0,49	0,34	5,72
Sachsen-Anhalt	0,05	0,82	0,59	6,65
Thüringen	0,01	0,94	0,34	6,20
<b>nachgeordnetes Straßennetz</b>	<b>0,18</b>	<b>3,54</b>	<b>2,10</b>	<b>17,35</b>
Schleswig-Holstein	0,00	0,61	0,15	9,33
Hamburg	0,00	0,00	0,00	24,31
Niedersachsen	0,04	1,79	0,97	12,48
Bremen	0,00	0,00	0,00	0,00
Nordrhein-Westfalen	0,04	1,57	1,13	11,39
Hessen	0,27	5,00	3,11	22,21
Rheinland-Pfalz	0,47	6,87	3,65	23,11
Baden-Württemberg	0,44	5,38	3,82	22,03
Bayern	0,20	4,75	2,56	21,08
Saarland	0,13	2,71	1,48	13,47
Berlin	0,00	0,00	0,00	0,00
Brandenburg	0,00	1,94	1,14	18,94
Mecklenburg	0,00	1,62	0,96	14,86
Sachsen	0,06	2,25	1,23	14,35
Sachsen-Anhalt	0,10	2,25	1,39	13,67
Thüringen	0,30	5,26	2,88	18,15

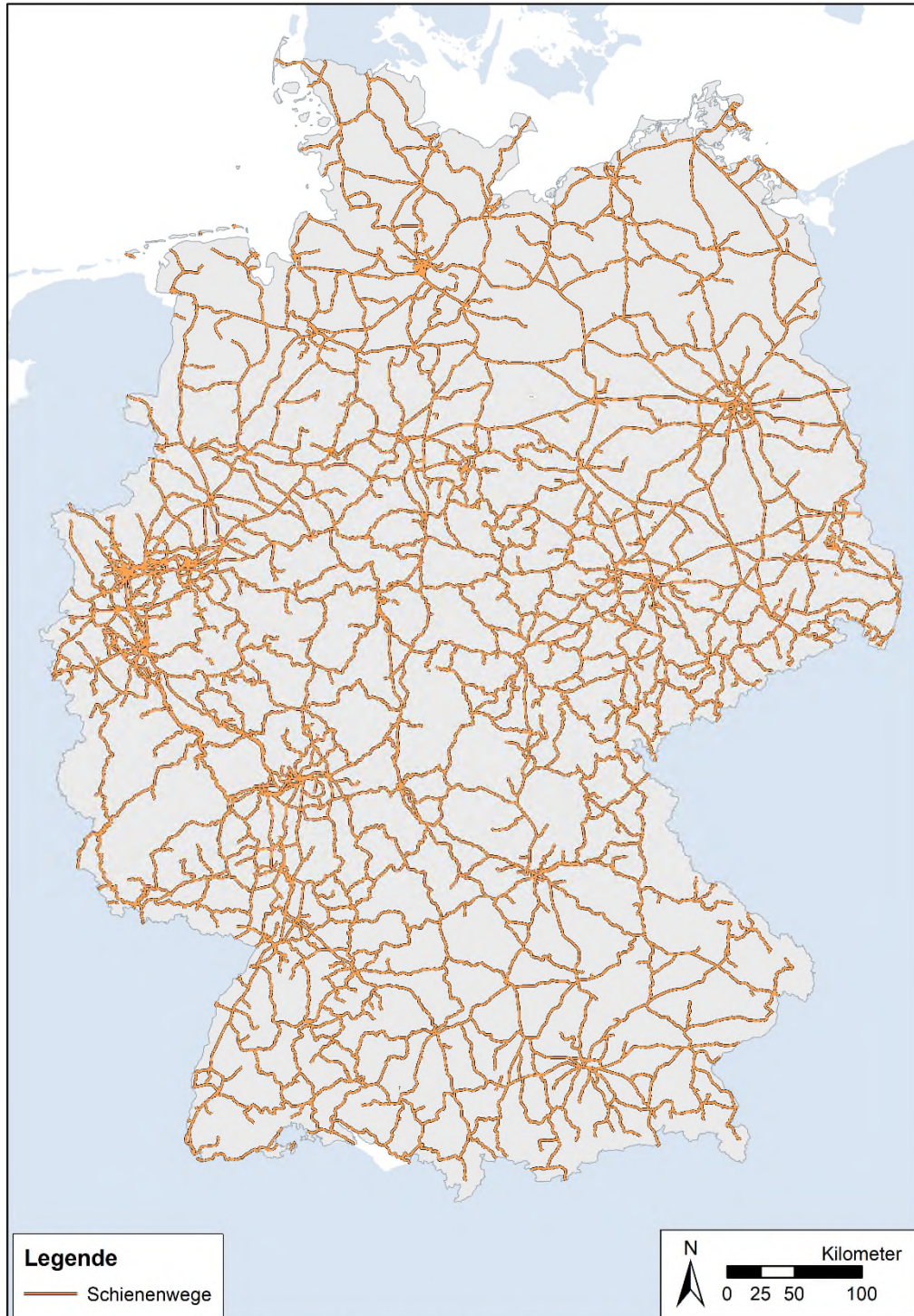
Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 16: graue und weiße Flecken für Bundesfernstraßen und das nachgeordnete Straßennetz



## Schienenwege

im Sinne des § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG



Dargestellt sind die Schienenwege, deren Grad der Versorgung im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings nach § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG ermittelt wird. Datenstand: 01.01.2021  
Quelle: © GeoBasis-DE / BKG (2021)

Abbildung 23: Schienenwege Bund

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	4G			5G		
	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %
<b>Schienenwege</b>	<b>97,21</b>	<b>95,52</b>	<b>96,48</b>	<b>71,52</b>	<b>45,34</b>	<b>16,88</b>
Schleswig-Holstein	98,83	99,61	98,29	73,22	72,52	0,70
Hamburg	100,00	100,00	99,97	98,84	92,06	81,00
Niedersachsen	98,29	97,50	97,39	74,03	64,59	17,68
Bremen	99,79	100,00	99,72	97,53	90,39	0,00
Nordrhein-Westfalen	98,89	97,24	98,55	87,85	54,01	59,35
Hessen	98,29	95,73	97,62	83,33	55,10	35,28
Rheinland-Pfalz	95,62	91,21	96,07	73,45	47,62	26,37
Baden-Württemberg	95,24	92,33	95,34	69,77	60,20	58,65
Bayern	97,28	94,64	95,45	79,68	50,31	53,86
Saarland	99,07	97,65	98,33	85,90	39,93	0,00
Berlin	99,98	99,93	100,00	98,48	91,08	75,56
Brandenburg	96,27	95,25	93,34	49,78	87,05	17,81
Mecklenburg	97,39	95,16	94,58	50,26	79,46	1,32
Sachsen	94,03	94,66	94,20	51,84	81,32	37,26
Sachsen-Anhalt	97,20	96,05	96,05	51,23	95,18	11,59
Thüringen	95,06	93,31	98,14	50,55	75,24	11,86

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 17: Technologieabdeckung 4G und 5G für Schienenwege

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	Sprachtelefonie		Breitband	
	weiße Flecken	graue Flecken	weiße Flecken	graue Flecken
	in %	in %	in %	in %
<b>Schiene</b>	<b>0,03</b>	<b>0,84</b>	<b>0,60</b>	<b>7,23</b>
Schleswig-Holstein	0,00	0,26	0,01	3,09
Hamburg	0,00	0,00	0,00	0,03
Niedersachsen	0,01	0,52	0,33	4,92
Bremen	0,00	0,00	0,00	0,50
Nordrhein-Westfalen	0,00	0,22	0,29	3,83
Hessen	0,04	0,63	0,43	5,84
Rheinland-Pfalz	0,00	1,56	0,89	11,17
Baden-Württemberg	0,06	1,45	0,97	11,01
Bayern	0,03	1,18	0,70	8,33
Saarland	0,00	0,04	0,00	4,80
Berlin	0,00	0,00	0,00	0,09
Brandenburg	0,01	0,62	0,84	10,42
Mecklenburg	0,00	0,25	0,58	9,52
Sachsen	0,12	1,42	0,99	10,60
Sachsen-Anhalt	0,06	1,27	1,12	5,97
Thüringen	0,02	1,78	0,46	9,22

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 18: weiße und graue Flecken für Schienenwege





## Wasserwege

im Sinne des § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG



Dargestellt sind die Wasserwege, deren Grad der Versorgung im Rahmen des Mobilfunk-Monitorings nach § 103 Absatz 4 Satz 2 TKG ermittelt wird. Datenstand: 14.10.2021  
Quelle: © Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Abbildung 24: Wasserwege Bund

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	4G			5G		
	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %	Telekom in %	Vodafone in %	Telefónica in %
<b>Wasserwege</b>	<b>95,28</b>	<b>95,74</b>	<b>92,62</b>	<b>66,23</b>	<b>50,74</b>	<b>12,19</b>
Schleswig-Holstein	96,80	97,16	96,96	50,32	55,82	0,34
Hamburg	100,00	100,00	100,00	92,82	92,54	62,26
Niedersachsen	98,10	96,76	96,47	67,60	48,46	6,11
Bremen	100,00	97,79	100,00	88,82	85,49	0,00
Nordrhein-Westfalen	98,48	98,91	97,98	84,75	57,84	26,57
Hessen	91,40	95,50	96,75	76,84	42,74	15,98
Rheinland-Pfalz	91,77	94,85	93,15	74,71	36,95	5,07
Baden-Württemberg	96,79	86,58	70,13	59,04	48,86	27,06
Bayern	94,00	97,40	95,48	89,22	42,75	19,36
Saarland	95,71	99,16	84,57	76,62	36,23	0,00
Berlin	100,00	99,88	99,90	93,55	88,19	59,83
Brandenburg	91,51	93,54	82,12	48,89	58,45	6,84
Mecklenburg	90,31	94,76	95,01	45,46	40,06	0,00
Sachsen	96,40	94,02	96,38	64,94	59,15	27,80
Sachsen-Anhalt	98,77	97,51	97,06	53,38	50,31	4,32
Thüringen	87,66	92,42	95,27	74,68	0,00	0,00

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 19: Technologieabdeckung 4G und 5G für Wasserwege

## Monitoring Mobilfunk - Verkehrswegeversorgung nach Bundesland

Bezugsraum	Sprachtelefonie		Breitband	
	weiße Flecken	graue Flecken	weiße Flecken	graue Flecken
	in %	in %	in %	in %
<b>Wasserwege</b>	<b>0,03</b>	<b>3,95</b>	<b>0,86</b>	<b>11,06</b>
Schleswig-Holstein	0,00	0,38	0,00	8,09
Hamburg	0,00	0,00	0,00	0,00
Niedersachsen	0,00	0,22	0,13	7,07
Bremen	0,00	0,00	0,00	1,53
Nordrhein-Westfalen	0,00	0,96	0,09	3,80
Hessen	0,00	1,19	1,44	9,45
Rheinland-Pfalz	0,00	4,44	0,83	13,21
Baden-Württemberg	0,00	22,07	1,21	32,25
Bayern	0,11	1,35	1,28	7,82
Saarland	0,00	11,43	0,00	19,61
Berlin	0,00	0,00	0,00	0,17
Brandenburg	0,00	11,30	2,41	20,72
Mecklenburg	0,00	2,34	1,17	12,99
Sachsen	0,75	1,36	1,96	5,73
Sachsen-Anhalt	0,00	0,15	0,22	4,59
Thüringen	0,00	0,00	0,00	19,92

Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 20: weiße und graue Flecken für Wasserwege

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil der Flächenversorgung nach Technologie .....	9
Abbildung 2: Technologieabdeckung der Mobilfunknetzbetreiber .....	10
Abbildung 3: 5G-Realisierungen der Mobilfunknetzbetreiber .....	14
Abbildung 4: Stand der Versorgung entlang von Bundesfernstraßen.....	16
Abbildung 5: Stand der Versorgung entlang dem nachgeordneten Straßennetz.....	16
Abbildung 6: Stand der Versorgung entlang von Schienenwegen.....	17
Abbildung 7: Stand der Versorgung entlang von Wasserwegen.....	18
Abbildung 8: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Deutschen Telekom GmbH.....	20
Abbildung 9: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Vodafone GmbH .....	21
Abbildung 10: Schwerpunkte der Verbindungsabbrüche im Netz der Telefónica Germany GmbH & Co. OHG	22
Abbildung 11: Bundesautobahnen.....	26
Abbildung 12: Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1.....	28
Abbildung 13: Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgäste pro Tag .....	30
Abbildung 14: alle übrigen Bundesstraßen.....	32
Abbildung 15: Landes- und Staatsstraßen .....	34
Abbildung 16: alle übrigen Schienenwege .....	36
Abbildung 17: Binnenwasserwege des Kernnetzes des Bundes.....	38
Abbildung 18: Seehäfen.....	39
Abbildung 19: Karte Technologieabdeckung Bund (Mobilfunk-Monitoring) .....	46
Abbildung 20: Flächenanteil weißer Flecken je Landkreis (Mobilfunk-Monitoring) .....	47
Abbildung 21: Flächenanteil grauer Flecken je Landkreis (Mobilfunk-Monitoring) .....	48
Abbildung 22: Bundesfernstraßen und nachgeordnetes Straßennetz Bund .....	49
Abbildung 23: Schienenwege Bund .....	52
Abbildung 24: Wasserwege Bund.....	55

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Monitoring Mobilfunk - Flächenversorgung nach Bundesland .....	11
Tabelle 2: Netzabdeckung nach Gebietskategorien .....	12
Tabelle 3: Technische Ausprägungen der 5G-Technologie .....	13
Tabelle 4: Haushaltsversorgung auf Länderebene.....	24
Tabelle 5: Prozentuale Versorgung der Bundesautobahn.....	27
Tabelle 6: Prozentuale Versorgung der Bundesstraßen mit den Verbindungsfunktionsstufen 0 und 1.....	29
Tabelle 7: Prozentuale Versorgung der Schienenwege mit mehr als 2.000 Teilnehmern pro Tag .....	31
Tabelle 8: Prozentuale Versorgung aller Bundesstraßen.....	33
Tabelle 9: Prozentuale Versorgung von Landes- und Staatsstraßen .....	35
Tabelle 10: Versorgungsverpflichtung aller übrigen Schienenwege mit 50 Mbit/s.....	37
Tabelle 11: Seehäfen und Kernnetz der Wasserstraßen im Binnenbereich .....	39
Tabelle 12: 500 Basisstationen mit einer Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit/s .....	41
Tabelle 13: 1.000 5G-Basisstationen.....	42
Tabelle 14: Parametervorgaben Versorgungsaufgaben und Mobilfunk-Monitoring .....	45
Tabelle 15: Technologieabdeckung 4G und 5G für Bundesfernstraßen und das nachgeordnete Straßennetz.....	50
Tabelle 16: graue und weiße Flecken für Bundesfernstraßen und das nachgeordnete Straßennetz.....	51
Tabelle 17: Technologieabdeckung 4G und 5G für Schienenwege .....	53
Tabelle 18: weiße und graue Flecken für Schienenwege .....	54
Tabelle 19: Technologieabdeckung 4G und 5G für Wasserwege.....	56
Tabelle 20: weiße und graue Flecken für Wasserwege .....	57

## Abkürzungsverzeichnis

3GPP	3rd Generation Partnership Project
Basis-DLM	Digitales Basis-Landschaftsmodell
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
CN	Core Network
DCR	Dropped Call Rate
DSS	Dynamic Spectrum Sharing
eNodeB	evolved Node B
FWA	Fixed Wireless Access
GIS	Geographisches Informationssystem
gNodeB	Next Generation Node B
MNB	Mobilfunknetzbetreiber
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
NSA	Non-Stand-Alone
PM	Performance Management
RAN	Radio Access Network
SA	Stand-Alone
TKG	Telekommunikationsgesetz
UTM	Universal Transverse Mercator
VoNR	Voice over New Radio

## Impressum

### Herausgeber

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

### Bezugsquelle | Ansprechpartner

Bundesnetzagentur

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)

Tel. +49 228 14-0

### Stand

Mai 2022

### Text

Bundesnetzagentur, Abteilung 2

**Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas,  
Telekommunikation, Post und Eisenbahnen**

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Telefon: +49 228 14-0

Telefax: +49 228 14-8872

E-Mail: [info@bnetza.de](mailto:info@bnetza.de)

[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)