



Mobilfunk im Münsterland

Aufklärungskampagne zu den Engpassfaktoren
der Mobilfunkversorgung im Münsterland

Unternehmen & Mobilfunk

Anregungen für Unternehmen und
Privatpersonen zur Verbesserung
des Mobilfunkempfangs

Projektpartner:



Gefördert durch:

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Vorwort	3
I. Worum geht es bei dem Projekt?	4
II. Mobilfunk – wichtige Fakten und Zusammenhänge	5
1. Die „Anbieterlandschaft“	5
2. Die Mobilfunkgenerationen	6
3. Aufbau eines Mobilfunknetzes	7
4. Wichtige Effekte bei der Funkausbreitung	9
5. Versorgungsaufgaben und politische Vereinbarungen zur Mobilfunkversorgung	12
6. Weitere Hindernisse beim Mobilfunkausbau	13
III. Einflussfaktoren für den Mobilfunkempfang	14
1. Vertragliche Randbedingungen	14
2. Verwendete Endgeräte	14
3. Dämpfung von Funksignalen durch Baumaterialien	14
4. Abschattungen des Funksignals	14
5. Netzauslastung	14
IV. Probleme mit der Mobilfunkversorgung – was können Sie konkret tun?	15
1. Passenden Vertrag wählen	15
2. Dual-SIM-Geräte verwenden	16
3. Leistungsfähiges Endgerät wählen	17
4. Telefonie im Fahrzeug	18
5. Schlechter Empfang im Gebäude?	19
6. Mobilfunkbasierte betriebliche Fachanwendungen	20
7. Hinweise zur Meldung von Störungen und zur Erfassung der Versorgungslage	22

Das Thema Mobilfunk begleitet uns jeden Tag: Sei es, um zu telefonieren, im Internet zu surfen oder E-Mails, Fotos und Videos auszutauschen. Auch mit Blick auf Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft gewinnt Mobilfunk immer mehr an Bedeutung. Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 oder Smart Farming tragen Mobilfunk-basierte Anwendungen zur Automatisierung und Optimierung von datengestützten Prozessen in zahlreichen Branchen bei.

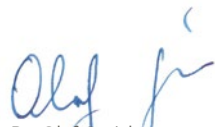
Entsprechend steigt das durchschnittliche mobile Datenvolumen seit Jahren deutlich an – und zwar so schnell, dass der erforderliche Auf- und Ausbau der Infrastruktur nicht überall mithält. Dies kann ein Grund für die Wahrnehmung sein, dass die Mobilfunkversorgung trotz eines immensen Infrastrukturausbaus nicht besser wird, sondern teilweise sogar schlechter.

Auf der einen Seite bietet z. B. der neue Mobilfunkstandard 5G mit seinen hohen Geschwindigkeiten und niedrigen Latenzzeiten Potenziale für zahlreiche Anwendungen vor allem für industrielle und technische Branchen. Auf der anderen Seite gibt es immer noch Beschwerden von Unternehmen und Privatpersonen, die an ihrem Standort oder unterwegs nicht einmal ohne Gesprächsabbrüche telefonieren können.

Was sind die Hintergründe für Mängel bei der Mobilfunkversorgung? Wie funktioniert überhaupt ein Mobilfunknetz und wo kann – abgesehen vom generellen Infrastrukturausbau – angesetzt werden, um auch auf Seite der Endkunden und Endkundinnen Verbesserungen zu erreichen? Unter anderem diese Fragen haben sich die Münsterlandkreise, die Stadt Münster und die Fachhochschule Südwestfalen in Zusammenhang mit zwei durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Projekten gestellt.

Die vorliegende Broschüre liefert entsprechende Handlungsempfehlungen zu konkreten Maßnahmen, die Endkunden und Endkundinnen ergreifen können, um eine Verbesserung ihres Mobilfunkempfangs zu erzielen.

Zu betonen ist, dass sich mit den empfohlenen Maßnahmen bei Weitem nicht alle Probleme lösen lassen, aber bei einigen Szenarien doch substantielle Verbesserungen erzielt werden können. Sie sollten daher als Ergänzung, jedoch nicht als Ersatz für einen erforderlichen Netzausbau durch die Betreiber verstanden werden.



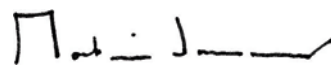
Dr. Olaf Gericke
Landrat des Kreises Warendorf



Markus Lewe
Oberbürgermeister der Stadt Münster



Christian Schulze Pellengahr
Landrat des Kreises Coesfeld



Dr. Martin Sommer
Landrat des Kreises Steinfurt



Dr. Kai Zwicker
Landrat des Kreises Borken



Das Projekt „Mobilfunk in Münsterland“ hat sich mit folgenden Fragen auseinandergesetzt:

- Wie sieht die Mobilfunkversorgung im Münsterland tatsächlich aus?
- Wie kommt es zu dem Unterschied zwischen tatsächlicher und gefühlter Versorgungslage?
- Und was können Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen tun, um die Versorgung zu verbessern?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden unter dem Obertitel „Mobilfunk im Münsterland“ zwei Projekte durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) gefördert.

Aufklärungskampagne zu den Engpassfaktoren der Mobilfunkversorgung im Münsterland

Diese Studie wurde durch die vier Münsterlandkreise Borken, Coesfeld, Steinfurt und Warendorf sowie durch die Stadt Münster im Zeitraum von August 2019 bis April 2021 durchgeführt. Im Rahmen des Projekts wurden typische Probleme der Mobilfunkversorgung identifiziert und konkrete Verbesserungsmöglichkeiten für Unternehmen formuliert. Zusätzlich wurde versucht, im Dialog mit den Mobilfunkanbietern eine Lösung für die Schließung einzelner Funklöcher zu finden. Die Projektergebnisse sind in zwei Handreichungen (für Kommunen und für Unternehmen) sowie auf einer Projektwebsite festgehalten.

www.mobilfunkstudie-muensterland.de



Untersuchung zur Verbesserung der Mobilfunkversorgung im ländlich geprägten Raum

Im Rahmen der zweiten geförderten Studie wurde die tatsächliche Versorgungslage untersucht. Dies geschah mittels einer Datenanalyse sowie mittels vertiefender Messungen durch das Breitbandkompetenzzentrum NRW an der Fachhochschule Südwestfalen. Die Handlungsempfehlungen wurden ebenfalls in den beiden Handreichungen und auf der Webseite zusammengefasst.

www.mobilfunkstudie-muensterland.de/downloads



In beiden Projekten lag der Fokus neben der Telefonie über GSM auf dem LTE-Standard¹. LTE hat aktuell die größte Bedeutung für mobilfunkbasierte Anwendungen und die Versorgung im Münsterland weist noch Lücken auf. Außerdem basiert der 5G-Ausbau im ländlichen Raum überwiegend auf LTE-Sendeinfrastruktur.

¹ zu den Mobilfunkstandards bzw. -generationen siehe Kap. 3.2.

Die Frage, ob eine ausreichende Mobilfunkversorgung vorliegt, ist nur scheinbar leicht zu beantworten. Tatsächlich hängt die Empfangsqualität von zahlreichen Faktoren ab. Viele dieser Einflüsse können die Netzbetreiber in ihrer Planung nur mit gewissen Wahrscheinlichkeiten berücksichtigen. Außerdem variieren sie zeitlich und räumlich stark. Ferner spielen auch die vertraglichen Randbedingungen sowie das Nutzungsverhalten und die Leistungsfähigkeit des Endgeräts eine entscheidende Rolle.

Für Mobilfunknutzer und -nutzerinnen ist es wichtig, die grundlegenden Zusammenhänge der Mobilfunkversorgung zu verstehen.

Nur dann können sie vorliegende Daten richtig interpretieren und Handlungsoptionen erkennen. Daher werden im Folgenden die wichtigsten Zusammenhänge kurz erläutert.

1. Die „Anbieterlandschaft“

In Deutschland gibt es derzeit drei Mobilfunk-Netzbetreiber: Telekom Deutschland GmbH, Vodafone GmbH und Telefónica Germany GmbH & Co. OHG. Die restlichen Anbieter nutzen eines der drei bestehenden Netze. Für den 5G-Bereich kommt zukünftig der Netzbetreiber 1&1 Drillisch AG hinzu.

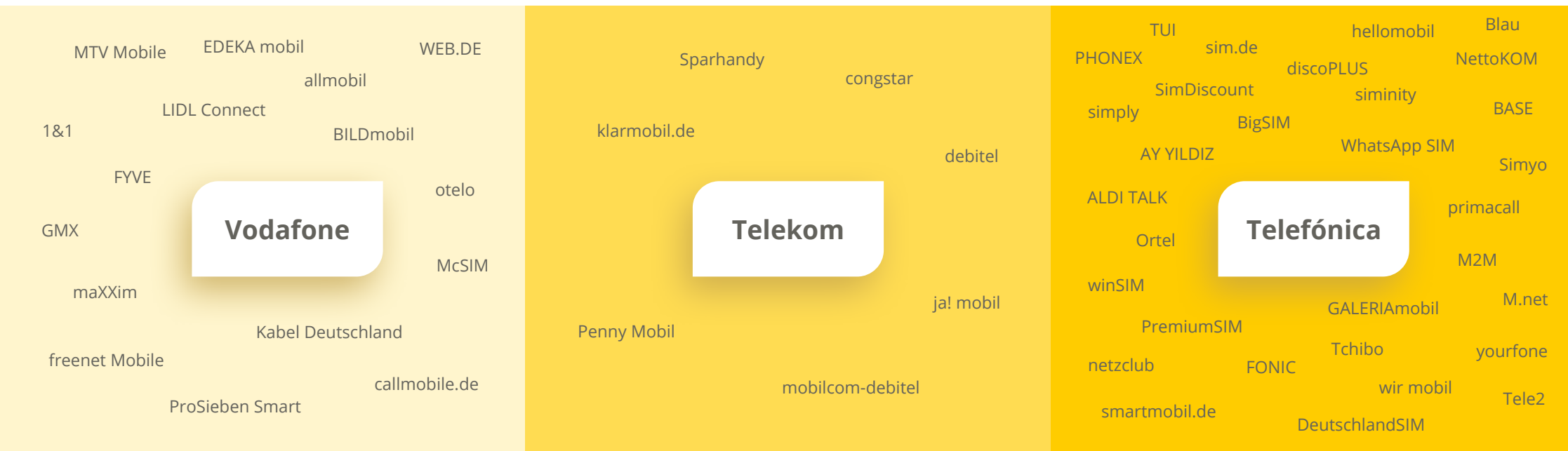


Abb. 1: Mobilfunkanbieter mit Zuordnung zum jeweiligen Netz (eigene Darstellung)

2. Die Mobilfunkgenerationen

Jeder der drei derzeitigen Betreiber verwendet in seinem Netz vier unterschiedliche Mobilfunkstandards: 2G, 3G, 4G und 5G. Jede nachfolgende Generation ist leistungsfähiger als ihre Vorgängerin.

Bei der ersten bis dritten Mobilfunk-Generation standen die von Menschen direkt genutzten Kommunikationsanwendungen im Vordergrund: zunächst vor allem die Telefonie und Kurzmitteilungen, dann auch Internet-Recherchen, E-Mail-Anwendungen und Videos.

4G (LTE) nahm zusätzlich die Kommunikation zwischen Maschinen bzw. „Dingen“ in den Blick: Maschine-zu-Maschine (M2M)-Kommunikation und das sogenannte „Internet der Dinge“ (IoT)².

Bei 5G wurde die Leistungsfähigkeit gerade in Hinblick auf dieses Anwendungsfeld noch einmal deutlich gesteigert - mit höheren Datenraten, geringeren Reaktionszeiten, höherer Zuverlässigkeit der Datenübertragung und mehr vernetzten Dingen pro Fläche.

² Bei der M2M-Kommunikation geht es darum, dass Anlagen/Geräte/Maschinen ohne menschlichen Auslöser Daten austauschen. Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) ist eine Weiterentwicklung. Es vernetzt internetbasiert viele Endgeräte/„Dinge“ miteinander.

1G	2G	3G	4G	5G
C-Netz	ab 1990 GSM/EDGE	ab 2000 UMTS/HSPA	ab 2010 LTE/LTE-A	ab 2020 IMT-2020
	Telefonie, SMS, Fax, geringe Daten	wie 2G und www, E-Mail, Bilder, Video,...	wie 3G und höhere Raten, M2M, IoT	wie 4G, schneller, "industrielle" Anwendungen

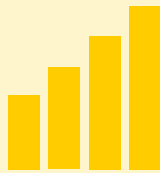
Abb. 2: Generationen von Mobilfunksystemen (eigene Darstellung)



3. Aufbau eines Mobilfunknetzes

In seinem groben Aufbau besteht ein Mobilfunknetz aus folgender Hardware:

Endgeräte



- Smartphones
- Tablets
- Funkmodule für Steuerungszwecke

Funknetz



- Mobilfunkantennen auf verschiedenen Trägerstrukturen
- zugehöriges elektronisches Equipment

Kernnetz



- Router
- Server
- Datenbanken
- ...

Abb. 3:
Elemente eines Mobilfunknetzes
(eigene Darstellung)



Für die Funkversorgung einer Fläche sind die **Mobilfunkstandorte** entscheidend. Im Münsterland gibt es ca. 1000 solcher Standorte, an denen die Mobilfunkantennen angebracht sind. Um hohe Datenraten weiterleiten zu können, müssen die Sendestandorte an das Kernnetz angeschlossen sein. Dies erfolgt über hochleistungsfähigen Richtfunk oder – besser noch – über Glasfaser.

Eine Mobilfunkantenne hat üblicherweise einen Strahlungswinkel von 120 Grad (Sektor). Mit drei solchen Antennen wird ein Gebiet rund um den Standort versorgt (Funkzelle). Die hier verfügbaren Datenraten teilen sich alle aktiven Nutzer und Nutzerinnen der Funkzelle. Das heißt, die verfügbare Datenrate pro Person bzw. Gerät sinkt mit steigender Anzahl der aktiven Endgeräte. Auch wenn in benachbarten Funkzellen Nutzer und Nutzerinnen aktiv sind, stört bzw. reduziert dies die Versorgung.

Bei Bewegung des Endgeräts z. B. im Fahrzeug, wird die bestehende Verbindung automatisch von Funkzelle zu Funkzelle weitergereicht (Handover). Durch Lücken in der Versorgung sowie durch andere technische Probleme kann ein Handover scheitern, also die Verbindung abbrechen. Um eine lückenlose Versorgung zu garantieren, sollten die Funkzellen verschiedener Standorte sich überlappen.

Wichtig: Ein Handover zwischen Funkzellen mit unterschiedlichen Mobilfunkstandards ist in der Regel nur vom besseren zum schlechteren Standard möglich – nicht andersherum³!

Wo Lücken zwischen Funkzellen vorhanden sind, so dass ein Verbindungsaufbau gar nicht möglich ist, spricht man umgangssprachlich von „Funklöchern“.

Mit dem Begriff „Mobilfunkstandort“ sind in dieser Broschüre sogenannte Makrostandorte gemeint, d.h. Türme, Masten, Dächer oder sehr hohe Gebäude, an denen Antennen angebracht sind. Im Zusammenhang mit 5G werden zusätzlich sogenannte Kleinzellen (Small Cells) mit Installationen z.B. an Gebäudefassaden oder Straßenlaternen an Bedeutung gewinnen.

³ Ein Handover von 4G zu 3G zu 2G funktioniert - der von 2G zu 3G kann ebenfalls funktionieren, der von 3G zu 4G allerdings nicht.



4. Wichtige Effekte bei der Funkausbreitung

In Mobilfunknetzen werden Informationen wie Sprache und Daten über elektromagnetische Wellen übertragen. Diese Wellen schwingen mit einer bestimmten Frequenz. Zum Austausch von Informationen zwischen Endgeräten und Basisstationen wurden jedem Mobilfunkstandard bestimmte Frequenzbereiche zugewiesen.

Die deutschen Mobilfunkanbieter verfügen über acht verschiedene Frequenzbänder, die sie je nach Einsatzzweck nutzen – auch in Kombination miteinander⁴.

Je höher die verwendeten Frequenzen sind,

- desto geringer ist ihre Reichweite,
- desto höher sind die möglichen Datenraten⁵,
- desto schlechter ist die Durchdringung von dämpfenden Materialien.

⁴ So benötigt z. B. 5G neben den eigentlichen 5G-Frequenzen zusätzlich sogenannte LTE-Ankerfrequenzen mit hoher Sendereichweite. Aber auch bei LTE selbst werden Frequenzbänder an einem Standort kombiniert.

⁵ Bei hohen Frequenzen sinkt die erzielbare Datenrate mit wachsender Entfernung rasch, sodass dann die niedrigeren Frequenzen Vorteile bringen (siehe Abb. 5). Grundsätzlich gilt: Sendet ein Endgerät („uplink“), sind erzielbare Datenraten im Allgemeinen geringer, als wenn es empfängt („downlink“). Der Grund: Die Sendeleistung des Endgeräts ist deutlich geringer als die der Basisstation am Mobilfunkstandort.

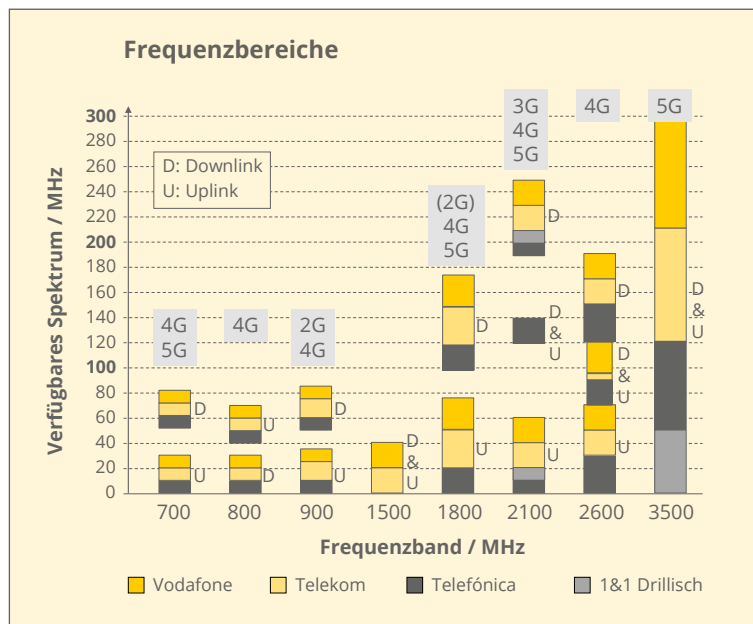


Abb. 4: Nutzungen Frequenzbänder durch Netzbetreiber (eigene Darstellung)

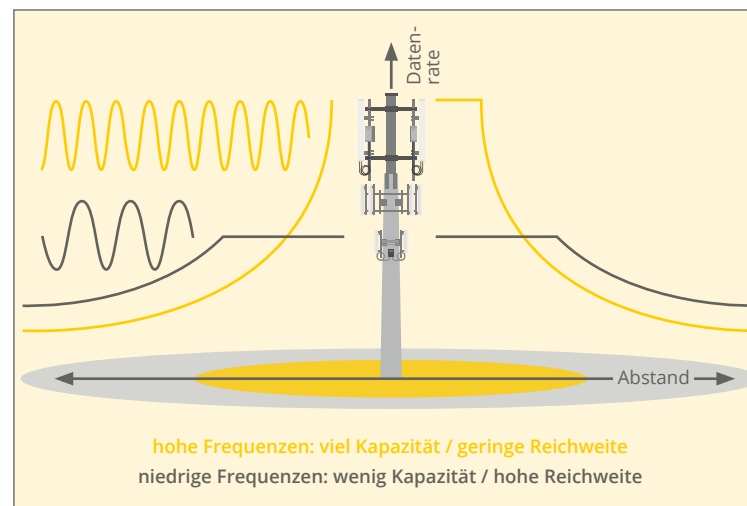


Abb. 5: Frequenzen, Reichweite und Kapazität (eigene Darstellung)

Abschwächung von Funksignalen

Entfernung:

Mit zunehmender Entfernung vom Sender werden die Signale auch ohne Hindernisse schwächer.

Transmission:

Durchdringen Funkwellen Hindernisse wie Wände, werden sie im Allgemeinen deutlich schwächer – die Funksignale werden gedämpft. Hohe Dämpfungen treten insbesondere bei dickeren Betonwänden bzw. Stahlbetondecken, metallischen Hüllen sowie Wärmeschutzverglasung auf.

Ablenkung:

Funkwellen gelangen auch „auf Umwegen“ (durch Reflexion und Beugung, siehe Abb. 5) zu einem Empfänger. Dabei werden sie allerdings deutlich geschwächt. Wie stark, ist abhängig von Frequenz und Winkel.

Diese und weitere Effekte werden durch die Netzbetreiber berücksichtigt, wenn sie ihre Funknetze planen. Wichtig sind hierfür auch Daten zur Verteilung der Nutzer und Nutzerinnen und zum zugehörigen Datenaufkommen.

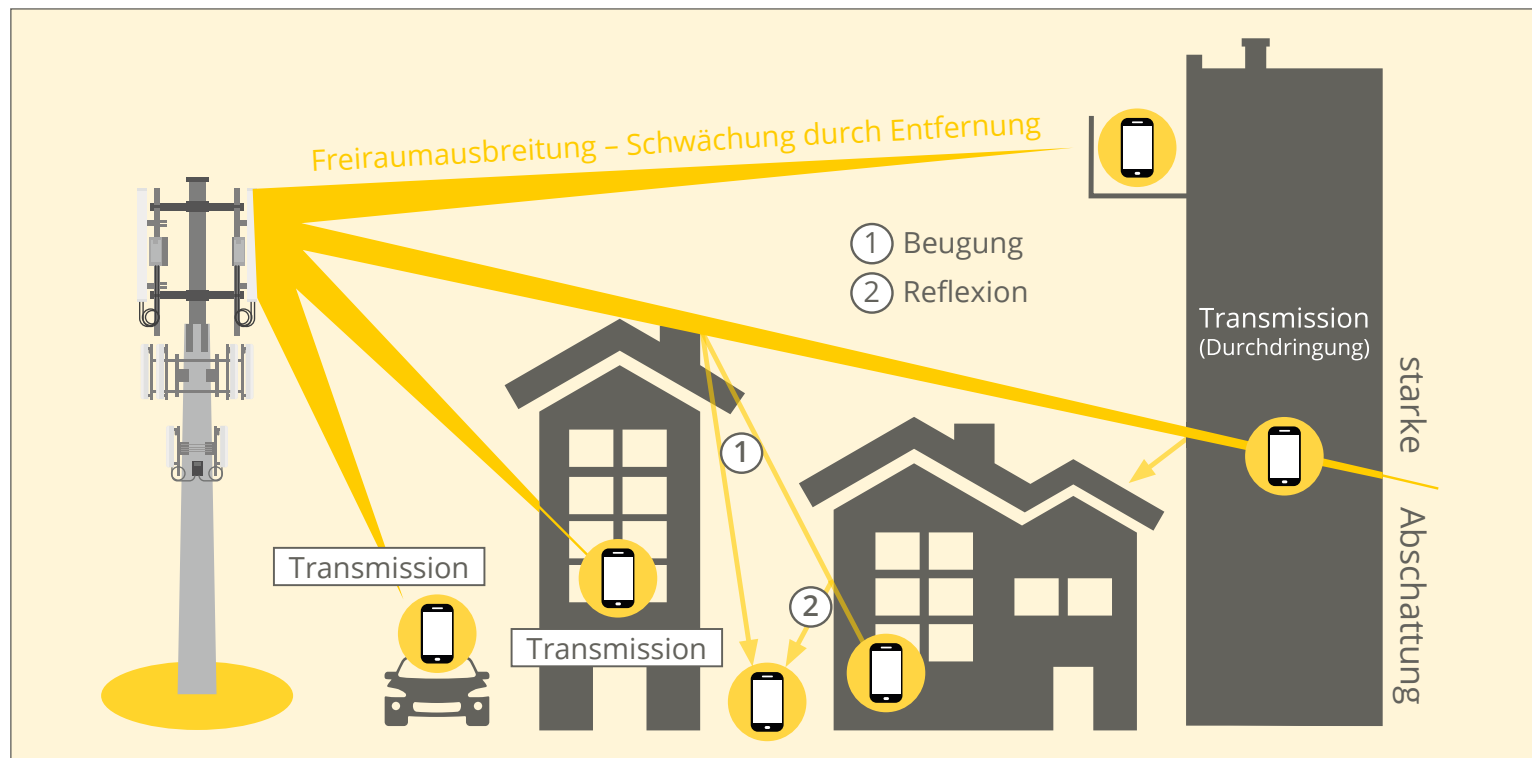


Abb. 5:
Effekte der Funkausbreitung
(eigene Darstellung)

Die versorgte Fläche pro Mobilfunkstandort hängt von folgenden Faktoren ab:

- den verwendeten Frequenzen
- den Funkausbreitungsbedingungen (z. B. Topografie, Vegetation, bauliches Umfeld)
- der Installationshöhe der Antennen
- der technisch und auflagenbedingt begrenzten Stärke des Sendesignals
- dem Datenaufkommen in einem Gebiet

Im ländlichen Raum werden zur Flächenversorgung Frequenzen unter 1 GHz eingesetzt. Damit lassen sich teilweise bis zu 50 km² und mehr über einen einzigen Mobilfunkstandort abdecken. In Städten sind es in der Regel nur 2 km², teilweise sogar weniger.

Sonderfall Grenzregionen

Im Münsterland betrifft dieser Sonderfall vor allem den Kreis Borken mit seiner über 100 km langen Grenze zu den Niederlanden. Hier haben sich die deutschen Netzbetreiber in der Vergangenheit aufgrund von international vereinbarten Auflagen der Bundesnetzagentur (BNetzA) mit ihrem Ausbau entlang der Grenze eher zurückgehalten. So bestehen in Grenznähe teilweise noch unversorgte Bereiche oder solche, die nur mit niederländischem Netz versorgt sind.

Bestehende Auflagen wurden 2019 gelockert, sodass eine Verbesserung der Situation möglich ist. Es besteht allerdings der Eindruck, dass hier nach wie vor Zurückhaltung herrscht. Ein Grund hierfür wird sein, dass neue Standorte nahe der Grenze oft nur wenige zusätzliche Kunden und Kundinnen erschließen. Bei Verwendung gleicher Frequenzen können zudem Störungen zwischen deutschen und niederländischen Funkzellen zu Beeinträchtigungen führen und müssen dann unverzüglich beseitigt werden.

Beim Handover zwischen deutschen und niederländischen Netzen kommt es vereinzelt zu Problemen. Bei der Telefonie über 4G/LTE ist ein grenzüberschreitender Handover derzeit noch nicht möglich.



5. Versorgungsaufgaben und politische Vereinbarungen zur Mobilfunkversorgung

Bei der Versteigerung von Frequenzen hat die BNetzA den Netzbetreibern Versorgungsaufgaben erteilt. Die verbindlichen Vorgaben bezogen sich allerdings zunächst nur auf Anteile versorgter Haushalte und auf bedeutende Verkehrswege.

Damit wurden ländlich geprägte, dünn besiedelte Gebiete benachteiligt. Eine Versorgung der Fläche unabhängig von Haushaltszahlen ist hier aber ebenfalls wichtig. Auch Anwendungen im Tourismus sowie der Land- und Forstwirtschaft benötigen Mobilfunk. Das Gleiche gilt für Mitarbeitende im Außendienst, die unterwegs kommunizieren. Aufgrund der Siedlungsstruktur im Münsterland befinden sich zudem produzierende Betriebe häufig im Außenbereich.

Flächenbezogene Ausbauziele wurden erst im Rahmen der Mobilfunkstrategie der Bundesregierung angesprochen (vgl. Tab. 1). Häufig ist der Ausbau in dünn besiedelten Gebieten für die Netzbetreiber nicht wirtschaftlich, sodass hier unter Umständen ein Marktversagen vorliegt. Dies kann eine öffentliche Förderung rechtfertigen. Mithilfe eines Förderprogramms soll daher nun auch in solchen Gebieten eine Mobilfunkversorgung hergestellt werden. Das Förderprogramm befindet sich aktuell zur Notifizierung bei der Europäischen Kommission. Zuständig für die Umsetzung ist die neu gegründete **Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft (MIG)**. Insgesamt sollen auf diesem Wege ca. 5.000 zusätzliche Standorte realisiert werden. Ziel ist die Versorgung von insgesamt 99,95 % der Haushalte und 97,5 % der Fläche⁶.

Die Kriterien für den Status „versorgt“ lassen allerdings einige Spielräume offen. Dadurch sind beispielsweise die tatsächlich erzielbaren Datenraten durch die Nutzer und Nutzerinnen deutlich geringer als die in den Auflagen genannten⁷.

Zur Umsetzung der Mobilfunkstrategie der Bundesregierung wurde Ende 2020 die Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft (MIG) gegründet. Sie hat ihren Sitz in Naumburg (Sachsen-Anhalt). Die MIG soll insbesondere das Bundesförderprogramm von 1,1 Mrd. Euro betreuen. Ihr kommen u. a. die folgenden Aufgaben zu:

- Erfassung der aktuellen Versorgungssituation, von öffentlichen Liegenschaften und mitnutzbaren Infrastrukturen
- Festlegung von Suchkreisen in Förderprojekten für mögliche Mobilfunk-Standorte im Dialog mit den Netzbetreibern
- Abstimmung von Nutzungsbedingungen und Musterverträgen
- Unterstützung von Kommunen bei der Schließung weißer Flecken mit Fördermitteln des Bundes in weitgehend standardisierten Prozessen
- Koordinierung von privatwirtschaftlichen und geförderten Ausbauaktivitäten in einem institutionalisierten Austausch mit Netzbetreibern, Ländern und Kommunen

Einen Überblick über die jeweiligen Versorgungsaufgaben bzw. -ziele der Bundesnetzagentur bzw. der Bundesregierung gibt die Tab. 1.

⁶ Das Land NRW hatte bereits vorher im Mobilfunkpakt mit den Netzbetreibern vereinbart, bis Ende 2019 insgesamt 99 % der Haushalte in NRW mit verlässlicher Sprachtelefonie sowie mit schnellem mobilem Internet durch mindestens einen Anbieter zu versorgen.

⁷ Die geforderten Datenraten beziehen sich nur auf den Empfang im Freien – bei einer Person in einer Funkzelle und ohne Störung von Funkzellen untereinander.

Überblick über Versorgungsaufgaben und angestrebte Versorgungsziele

	Datenrate DL / Mbit/s	Versorgte Haushalte	Versorgte Fläche	Versorgte Verkehrswege	Bis wann?
Auktion 2015	50	97 %	-	Autobahn, Schiene	Ende 2019
Auktion 2019	100	98 %	-	Autobahn, Schiene (stark genutzt)	Ende 2022
	100			Bundesstraßen (stark befahren)	Ende 2022
	100			andere Bundesstraßen	Ende 2024
	50			Landes-/Staatsstraßen	Ende 2024
Mobilfunkstrategie Bundesregierung	100	99 %	97 %	„	Ende 2024
Förderprogramm Mobilfunkstrategie (+ 5.000 Standorte)	100	99,95 %	97,5 %	„	Ende 2024

Tab. 1: Versorgungsaufgaben und angestrebte Versorgungsziele der Bundesregierung (BNetzA, BNetzA, BMVI)



Mobilfunknetze



Mobilfunkmonitoring der BNetzA



Mobilfunkstrategie des BMVI

6. Weitere Hindernisse beim Mobilfunkausbau

Von der Planung bis zur Realisierung eines neuen Standortes vergehen in der Regel zwei Jahre. Ohnehin sind potenzielle Mobilfunkstandorte oft rar, da Flächen bereits für andere Zwecke in Anspruch genommen werden und die mögliche Nutzung durch Auflagen aus verschiedenen Rechtsbereichen eingeschränkt ist (z. B. Naturschutz, Denkmalschutz, Baurecht etc.). Zudem fehlt bei Grundstückseigentümern und -eigentümerinnen oft die Bereitschaft, ihre Liegenschaften zur Nutzung als Sendestandort zu vermieten.

Ein weiteres Hindernis für den Mobilfunkausbau sind eine Vielzahl von Initiativen, die sich gegen eine Ausbreitung des Mobilfunknetzes einsetzen. Insbesondere mit Blick auf die neue Mobilfunkgeneration 5G wurden vermehrt Bürgerinitiativen gegründet – u. a. auch im Münsterland.



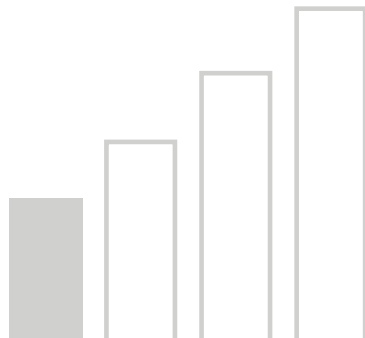
Einige weitere technische Einflussfaktoren führen dazu, dass der Mobilfunkempfang nicht überall optimal ist.

1. Vertragliche Randbedingungen

Die 4G/LTE-Versorgung ist derzeit besser als die Versorgung mit 3G/UMTS. Zukünftig wird immer mehr auf den LTE-Ausbau gesetzt, während UMTS zurückgebaut und bis Mitte (Telekom, Vodafone) bzw. Ende (Telefónica) des Jahres 2021 komplett abgeschaltet wird. Kunden und Kundinnen der Netzbetreiber, deren Verträge LTE bisher nicht enthielten, werden automatisch für LTE freigeschaltet bzw. werden über die Freischaltung informiert und bekommen eine LTE-SIM-Karte zugesandt. Die gute Versorgungslage und die bessere Leistungsfähigkeit des LTE-Netzes machen den Übergang möglich.

2. Verwendete Endgeräte

Ältere Endgeräte unterstützen zum Teil nicht die Telefonie über LTE oder WLAN. Ferner werden von manchen – auch neueren Geräten – nicht alle in Deutschland verwendeten Frequenzbereiche unterstützt, was zu Einschränkungen beim Empfang führen kann. Außerdem kommen unterschiedliche Endgeräte unterschiedlich gut mit schwierigen Empfangsverhältnissen zurecht.



3. Dämpfung von Funksignalen durch Baumaterialien

Innerhalb eines Gebäudes ist der Empfang im Allgemeinen schlechter als außerhalb, insbesondere bei Gebäuden mit Wärmeschutzverglasung, metallischer Gebäudehülle oder Stahlbetondecken sowie in Altbauten mit dicken Ziegelmauern. Selbst innerhalb eines Einfamilien-Hauses kann der Empfang stark schwanken. Ähnliches gilt für die Verwendung eines Mobiltelefons im Fahrzeug.

4. Abschattungen des Funksignals

Durch Gebäude, Berge oder Vegetation werden Funksignale geschwächt. Zusätzlich kann es zu zeitlichen Schwankungen und kurzfristig stärkeren Abschattungen kommen, z. B. durch einen vorbeifahrenden LKW. Auch Bäume können den Empfang dämpfen – belaubte stärker als unbelaubte, insbesondere bei feuchtem Laub.

5. Netzauslastung

Sind mehrere Personen gleichzeitig in der gleichen Funkzelle aktiv (vor allem mit datenintensiven Anwendungen wie Videostreaming), so müssen sich diese die Kapazität der Funkzelle teilen: Die Datenrate sinkt und der Empfang wird schlechter. Auch wenn in benachbarten Funkzellen Personen aktiv sind, führt dies zu Störungen oder zu einer Reduktion der Versorgungsgüte.

In diesem Kapitel sind Hinweise für private und geschäftliche Kunden und Kundinnen zusammengefasst. Mit ihrer Hilfe können Sie selbst Ihre Mobilfunkversorgung verbessern. Zu betonen ist, dass sich mit den empfohlenen Maßnahmen bei Weitem nicht alle Probleme lösen lassen, aber Sie bei einigen Szenarien doch substantielle Verbesserungen erzielen können. Verstehen Sie die Hinweise daher bitte als Ergänzung, jedoch nicht als Ersatz für einen erforderlichen Netzausbau durch die Betreiber.

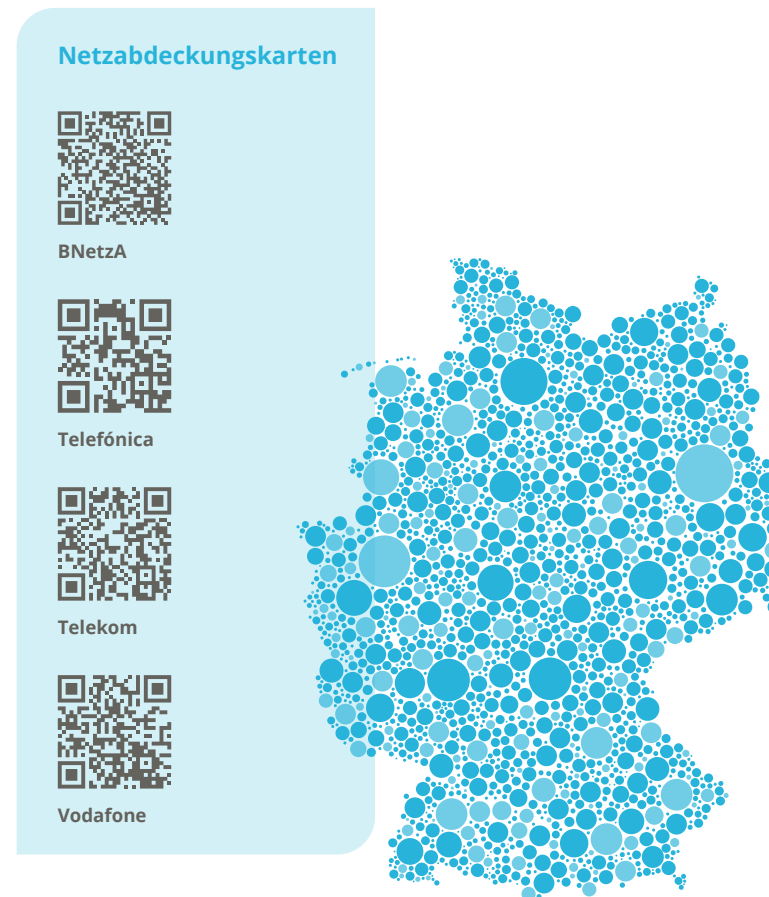
Wir empfehlen, ein **hinreichendes Datenvolumen** zu buchen und einen **geeigneten Anbieter** auszuwählen. Diese Wahl sollten Sie nicht nur auf Basis des Preises treffen, sondern auf Basis des Netzausbaus in den für Sie relevanten Regionen. Netzabdeckungskarten der Betreiber bzw. Versorgungskarten der Bundesnetzagentur können erste Hinweise liefern (aus methodischen Gründen können aber Abweichungen vorliegen). Ggf. können Sie Messungen vor Ort durchführen lassen, um festzustellen, welcher Betreiber z. B. an Ihrem Unternehmensstandort die **beste Versorgung** bietet.

* sog. Reseller, siehe Kap. 3.1.

1. Passenden Vertrag wählen

Viele ältere Mobilfunkverträge umfassen keine 4G/LTE-Nutzung. Daher sollten Sie bestehende Verträge dahingehend überprüfen, ob sie eine **4G/LTE-Nutzung umfassen** – und in Zukunft ggf. auch die 5G-Nutzung. Wichtig ist dies aus folgenden Gründen:

- 4G/LTE ist deutlich leistungsfähiger als 3G/UMTS. Zudem ist seit einigen Jahren die Versorgungslage bei 4G/LTE im Allgemeinen deutlich besser, wie auch die Analysen der FH Südwestfalen zeigen.
- 3G/UMTS wird Mitte 2021 (Telekom, Vodafone) bzw. Ende 2021 (Telefónica) abgeschaltet. Kunden und Kundinnen der Netzbetreiber ohne LTE-Vertrag werden automatisch für LTE freigeschaltet bzw. werden informiert und bekommen eine LTE-SIM-Karte zugesandt. Sind Sie Kunde oder Kundin anderer Anbieter*, sollten Sie sich frühzeitig informieren, wenn die LTE-Option nicht zu Ihrem Vertrag gehört.

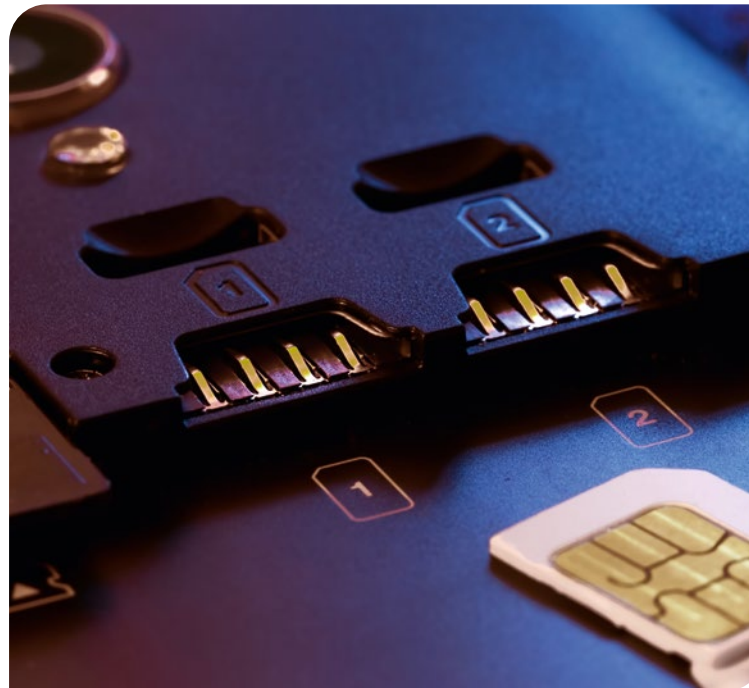


2. Dual-SIM-Geräte verwenden

Es gibt Bereiche, in denen nur bestimmte Betreiber eine Versorgung gewährleisten. Durch die Nutzung sogenannter Dual-SIM-Geräte, bei denen Sie zwei SIM-Karten verwenden⁹, können Sie das **Angebot zweier unterschiedlicher Anbieter** nutzen. So kann das Gebiet verkleinert werden, in dem Sie gar kein Netz haben.

Welche **Anbieterkombination** dabei die beste ist, sollten Sie im Einzelfall anhand der **Versorgungskarten der Netzbetreiber** ermitteln. Auch ob sich der finanzielle Mehraufwand lohnt, sollten Sie für sich prüfen – wenn Sie nur selten auf einen anderen Anbieter als Ihren „Hauptanbieter“ ausweichen müssen, genügt eine einfache Prepaid-Karte als Ergänzung.

Verbesserungen können Sie aber nur erzielen, wenn es sich um eine Nutzung an nur einem Ort handelt oder wenn der Standort nur von Zeit zu Zeit gewechselt wird. Bei der **Telefonie z. B. während der Fahrt** erzielen Sie dadurch **keine Verbesserung**, da die Verbindung nicht automatisch von einem an den anderen Betreiber weitergereicht wird.



⁹ Oft wird die zweite SIM-Karte heute über eine sogenannte eSIM realisiert, bei der keine Karte, sondern elektronische Zugangsdaten verwendet werden.

3. Leistungsfähiges Endgerät wählen

Die folgenden Bänder sollte Ihr Endgerät für LTE/4G unterstützen: 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz und 3500 MHz (Datenblätter beachten). In der Regel können Sie davon ausgehen, dass neuere Endgeräte diese **Frequenzen** unterstützen¹⁰.

5G wird in Deutschland – je nach Betreiber – in den Frequenzbereichen 700 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz und 3500 MHz realisiert. Da 5G derzeit nur in Kombination mit LTE realisiert ist, muss das Endgerät mehrere Kombinationen aus einer sogenannten LTE-Ankerfrequenz und einer 5G-Frequenz unterstützen. Viele Endgeräte leisten dies jedoch noch nicht für alle Frequenzkombinationen.

Telefonie über LTE (Voice over LTE, VoLTE) und **mobiles Telefonieren über WLAN** (WLAN-Call bzw. WiFi Calling)¹¹ sollten unterstützt werden. Ältere Endgeräte bieten diese Leistungsmerkmale oft nicht.

Für Unternehmen empfiehlt sich ggf., **Endgeräte zentral anzuschaffen** bzw. zu verwalten, damit die erforderlichen Leistungsmerkmale erfüllt sind. „Bring-your-own-device“-Lösungen¹² führen zu einer begrenzten Kontrolle.

Weil **in anderen Ländern teilweise andere Frequenzbänder für die LTE-Technik** genutzt werden, ist es wichtig zu wissen, welche LTE-Frequenzbänder von welchem Endgerät unterstützt werden. Diese Informationen finden Sie im Datenblatt zum jeweiligen Gerät. Auch für die Mobilfunkstandards GSM (G), GPRS (2G), Edge (E) und UMTS (3G) werden in verschiedenen Ländern unterschiedliche Frequenzbänder genutzt.

Voice over LTE, VoLTE: Die Technologie Voice over LTE ermöglicht das Telefonieren im Mobilfunkstandard LTE. Bei guten Empfangsbedingungen ist die Sprachqualität dabei besser als bei der Telefonie über 2G oder 3G. Sinkt der LTE-Empfangspegel unter einen bestimmten Wert, so erfolgt ein Wechsel auf 2G (oder 3G). Bei einem solchen Technologiewechsel ist das Risiko des Scheiterns größer als bei einem Zellwechsel innerhalb der gleichen Technologie. VoLTE steht mittlerweile bei allen aktuellen Geräten zur Verfügung.

WLAN-Call bzw. WiFi Calling: Mit WLAN-Call oder auch Wifi Calling können Sie in Gebäuden mit WLAN oder in Außenbereichen, wo WLAN verfügbar ist (z. B. in Innenstädten), ohne Mobilfunknetz über WLAN telefonieren. Sie müssen hierfür keine speziellen Apps herunterladen und auch Ihr Gesprächspartner oder Ihre Gesprächspartnerin muss keine besonderen Voraussetzungen erfüllen. In der Regel unterstützen Smartphones, die ab 2016 auf den Markt gekommen sind, diese Funktion.

¹⁰ siehe Abb. 3

¹¹ Die Aktivierung dieser Funktionen unterscheidet sich je nach Marke und Betriebssystem des jeweilig genutzten Endgeräts, weshalb an dieser Stelle auf Anleitungen der Anbieter bzw. auf einschlägige Verbraucherforen verwiesen wird.

¹² BYOD = Mitarbeitende nutzen eigene Geräte auch für dienstliche Zwecke

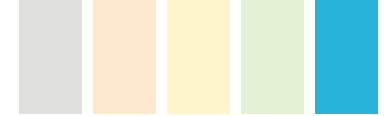


4. Telefonie im Fahrzeug

Falls das Fahrzeug eine für den Mobilfunk vorgesehene **Außenantenne** besitzt, sollten Sie diese unbedingt verwenden. Falls keine Außenantenne im Fahrzeug verbaut ist, könnte eine **Magnetfußantenne**, die Sie auf der Metallfläche des Autos anbringen (z. B. auf dem Dach), den Empfang deutlich verbessern. Die Antenne ist mit einem auf das Mobiltelefon ausgerichteten Adapter ausgestattet. Der Adapter ist mit dünnen Koaxialkabeln versehen. Auch Antennen, die an das Autofenster geklemmt werden, sind erhältlich. Wie anderes Autozubehör werden auch Antennen von vielen Herstellern und Marken angeboten.

Eigene Tests zeigen, dass die Anbringung des **Smartphones in einer Halterung am Armaturenbrett** vielfach deutliche Vorteile bietet gegenüber z. B. einer Lagerung in der Mittelkonsole, der Jackentasche oder auf dem Rücksitz, da hier das Funksignal weniger stark gedämpft wird.

Bei der Telefonie über längere Strecken, bei der es in der Vergangenheit vielfach zu Gesprächsabbrüchen gekommen ist, können Sie in den **Einstellungen des Smartphones** den **Netzmodus auf „nur 2G/GSM“** stellen. Ohne Technologiewechsel ist das Risiko scheiternder Handover geringer. Auf Android-Geräten ist der Netzmodus je nach Modell und Version im Menü unter einer anderen Bezeichnung zu finden. In den meisten Fällen unter „Einstellungen“ > „Mobile Netze“ oder „Mobile Netzwerke“, beim IOS-Betriebssystem ebenfalls unter „Einstellungen“ > „Mobiles Netz“. Im Anschluss denken Sie bitte daran, wieder alle Netzmodi freizugeben.



5. Schlechter Empfang im Gebäude?

Innerhalb von Gebäuden ist aufgrund der Dämpfungswirkung von Baumaterialien (siehe Kap. 3.4.) der Mobilfunkempfang häufig deutlich schlechter als draußen. Dies führt aktuell vor allem bei der Telefonie zu Problemen, da viele Firmenkunden bevorzugt Mobilfunknummern ihrer Ansprechpersonen nutzen. Ein Unternehmen mit schlechtem Empfang im eigenen Gebäude sollte sich mit dem jeweiligen Netzbetreiber in Verbindung setzen. Dort kann im Vorfeld geprüft werden, welche Lösung am Kundenstandort sinnvoll ist. Folgende Möglichkeiten gibt es:

Ein eigenes WLAN kann zusammen mit der **Nutzung von WLAN-Call** (bzw. WiFi Calling) die Versorgungslage verbessern. Für Besucher und Besucherinnen empfiehlt sich ein gesonderter Gastzugang.

Netzbetreiber bieten zum Teil **Repeater-Lösungen** an, bei denen das Mobilfunksignal mit einer Antenne im Außenbereich aufgenommen und mit einer anderen im Innenbereich verstärkt wiedergegeben wird. Für solche Repeater sollten Sie aus rechtlichen Gründen nur auf die Lösungen der Netzbetreiber zurückgreifen, nicht auf andere Anbieter im Internet. Insgesamt geht der Trend bei der Versorgung der Innenbereiche mehr in Richtung WLAN als in Richtung Repeater.

Für größere Firmen bieten die Betreiber besondere Lösungen zur Versorgung von Gebäuden oder des Firmengeländes sowie Angebote für **5G-Campusnetze**. Dies betrifft insbesondere die Datenübertragung, z. B. für die „Smarte Produktion“, und wird in Zukunft immer wichtiger werden.



6. Mobilfunkbasierte betriebliche Fachanwendungen

Insgesamt gewinnen mobilfunkbasierte Anwendungen durch die Digitalisierung an Bedeutung. Dies betrifft alle Branchen, u. a. die Industrie, die Energiewirtschaft, die Landwirtschaft oder auch die Baubranche.

In der Unternehmensumfrage zu Beginn des Projektes wurde unter anderem auch nach der Nutzung mobilfunkgestützter betrieblicher Fachanwendungen gefragt. Genannt wurden Anwendungen in den Bereichen Enterprise-Ressource-Planning (ERP) und Zeiterfassung, Steuerung/Überwachung/Fernwartung von Maschinen/Anlagen, Flottenmanagement/Telematik und Kommunikation (Chat, Mail, Onlinekonferenzen).

Landwirtschaftliche Anwendungen machen rund zehn Prozent der Nennungen aus (14 % der Umfrageteilnehmenden). Genannt wurden hier Anwendungen aus der Ackerschlagkartei/Überwachung, Planung von Saat-, Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen, Herdenmanagement, Hofmanagement, Wetterinformationen und Anlagenüberwachung/-steuerung.

In der Landwirtschaft tritt die Unzufriedenheit mit der Mobilfunkversorgung besonders stark zutage. Dies liegt vermutlich daran, dass die Versorgung vor allem in den dünn besiedelten Außenbereichen noch nicht optimal ist. Dementsprechend erhielt die Mobilfunkversorgung im Münsterland auch vonseiten der Landwirtschaft mit einer Note von 4,3 eine deutlich schlechtere Bewertung gegenüber der durchschnittlichen Bewertung anderer Umfrageteilnehmer (3,8).

Das Konjunkturbarometer Agrar des Deutschen Bauernverbandes von Juni 2020 hat ergeben, dass eine unzureichende Internetversorgung nach hohen Investitionskosten als zweitgrößtes Hemmnis für die Digitalisierung in der Landwirtschaft angesehen wird.¹⁴

Viele der in der Umfrage genannten Anwendungen erfordern im Allgemeinen keine hohen Datenraten, sodass sie sich über LTE-M oder LTE NarrowBand IoT nutzen lassen – oder sogar ohne Mobilfunk mittels z. B. eigenständiger LoRaWAN-Netze. Es ist aber zu erwarten, dass die Anforderungen an die Mobilfunkversorgung weiter steigen werden, z. B. mit der stärkeren Nutzung bildgestützter Verfahren, Echtzeit-Datenauswertungen, Smart Manufacturing-Prozessen, autonom fahrenden Landmaschinen, etc.

LTE-M/LTE NarrowBand IoT: LTE-M (Long Term Evolution for Machines) und NB-IoT (NarrowBand Internet of Things) ermöglichen die Vernetzung einer großen Zahl von „Dingen“ untereinander und mit dem Internet (Internet der Dinge/Internet of Things). Sie basieren auf dem 4G-Standard, belegen aber nur ein ganz schmales Frequenzband mit sehr hohen Reichweiten und geringem Energiebedarf.

LoRaWAN-Netze: Auch LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) zeichnet sich durch hohe Reichweiten und geringen Energiebedarf aus, basiert aber auf einer eigenen Infrastruktur (Sensoren, Gateways und Netzwerkserver) und ist zugeschnitten auf die Übertragung kleiner Datenpakete. In den Kreisen Borken und Steinfurt wird aktuell der Aufbau von LoRaWAN-Netzen geplant bzw. umgesetzt. Insgesamt besitzen LTE-M und LTE NarrowBand IoT eine höhere Leistungsfähigkeit als LoRaWAN. Man ist dabei allerdings auf eine Versorgung durch einen Netzbetreiber angewiesen, während man bei LoRaWAN den Netzausbau eigenständiger vorantreiben kann.



Hierauf verweist Dr. Peter Pacher (Deutscher Bauernverband e.V.) in einem Interview.

Bei der Suche nach individuellen Lösungen für Unternehmen, die über allgemeine Kommunikation und Datenübertragung hinausgehen, ist zu beachten, dass die Anforderungen der jeweiligen Anwendungen sehr variieren. Sie unterscheiden sich beispielsweise in Bezug auf folgende Fragen:

- Welche Datenmengen müssen übertragen werden?
- Wie oft müssen Daten übertragen werden? Muss dies kontinuierlich erfolgen oder genügt eine Übertragung von Zeit zu Zeit, z. B. am Unternehmensstandort?
- Wie sicher muss die Datenverbindung sein (in Bezug auf Störanfälligkeit und Zugriff durch andere)?
- Wie gering müssen Reaktionsgeschwindigkeiten (Latenzen) sein?
- Wie viele Teilnehmer und Teilnehmerinnen oder Maschinen/Geräte/Gegenstände kommunizieren miteinander?
- Sind diese Maschinen/Geräte/Gegenstände stationär angebracht oder können sie sich über einen größeren Bereich bewegen?
- Welches Gebiet muss abgedeckt werden?
- Müssen Gebäude (mit-)versorgt werden und wie sind diese baulich beschaffen?

Schon diese Vielfalt an Kriterien zeigt, dass hier individuelle technische Lösungsansätze erforderlich sind, die von Fachfirmen ausgewählt und konfiguriert werden müssen. Eine solche fachliche Beratung oder eine Aufbereitung der theoretisch möglichen Lösungen im Detail kann das vorliegende Projekt ebenso wenig leisten wie eine Stelle für Mobilfunkkoordination, wie sie seitens der öffentlichen Hand sinnvoll scheint (siehe Handreichung „Kommunen und Mobilfunk“).

Bei der Suche nach fachlicher Unterstützung im Zusammenhang mit Digitalisierungsprozessen inklusive mobilfunkbasierter Lösungen hilft die Datenbank „digi[x]“. Sie wurde von der Wirtschaftsförderungsgesellschaft für den Kreis Borken in Zusammenarbeit mit der IHK NordWestfalen und der Handwerkskammer Münster initiiert. Anbieter sind herzlich eingeladen, sich in diese Datenbank einzutragen!

Auch die Netzbetreiber selbst bieten ihren Firmenkunden und -kundinnen spezifische Lösungen an, so z. B. im Bereich Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) und „Internet of Things“ (IoT)¹⁵.



[digi\[x\]](#)

¹⁵ siehe:



[Telefónica „IoT Connect“](#)



[Telekom „IoT-Lösungen“](#)



[Vodafone „Internet of Things“](#)

7. Hinweise zur Meldung von Störungen und zur Erfassung der Versorgungslage

Die Netzbetreiber sind auf Ihre Rückmeldung zu Versorgungsproblemen angewiesen:

- Bei Telefonaten mit schlechter Sprachqualität sollten Sie die Verbindung nicht selbst frühzeitig beenden, sondern einige Zeit (ca. 30 Sekunden) warten, bis die Verbindung endgültig abgerissen ist. Nur dann werden Abbrüche in der Betriebszentrale des Netzbetreibers als solche registriert.
- Alternativ oder zusätzlich können Sie Störungen an die Hotline des jeweiligen Netzbetreibers übermitteln. Hierzu sollten Sie diese zusammen mit dem Ort möglichst genau erfassen.
- Ferner bietet die BNetzA ein „Kontaktformular Kundenschutz Telekommunikation“ über das Sie Anliegen klären können, die sich über den Netzbetreiber nicht lösen ließen.
- Neben den Abdeckungskarten der Netzbetreiber und der Bundesnetzagentur gibt es verschiedene Apps, mit denen Sie laufend die Empfangsqualität messen können. Die daraus erstellten crowd-basierten¹⁶ Karten geben einen ergänzenden Überblick über bestehende Mobilfunkinfrastrukturen und die Netzabdeckung. Beispiele für solche Apps zur Messung der Empfangsqualität¹⁷ sind:

Breitbandmessung / Funkloch-App der BNetzA:

Mit der kostenlosen App können Sie die lokal zur Verfügung stehende Datenübertragungsrate auf mobilen Endgeräten prüfen. Die Messung ist anbieter- und technologieunabhängig möglich.



CellMapper ist eine crowdbasierte Datenbank, die Informationen zur Netzabdeckung sowie Mobilfunk-Sendestandorten bietet.



Network Cell Info ist eine kostenpflichtige App für Android-Endgeräte die eine Übersicht der Netzwerkinformationen von bis zu zwei Mobilfunknetzen und einem WLAN-Netz bietet. Neben Details zu Ihrem Empfang, wie etwa das verwendete Frequenzband, den Übertragungsstandard und die Signalstärke, zeigt sie ergänzend auf einer Karte, wo es besseren Empfang gibt.



¹⁶ Daneben gibt es noch eine Vielzahl vergleichbarer Apps.



Herausgeber:

Kreis Steinfurt
Tecklenburger Str. 10
48565 Steinfurt

Telefon: 02551 69 2700
mobilfunk@kreis-steinfurt.de
www.mobilfunkstudie-muensterland.de

Layout & Gestaltung:

Eilinghoff+Team GmbH & Co. KG
Sprickmannstraße 57
48431 Rheine
Fon 05971 9207-0
Fax 05971 9207-11
info@eilinghoff.de
www.eilinghoff.de

Bildmaterial:

www.adobestock.de
www.unsplash.com

Stand: Mai 2021