

## Überprüfung der Mobilfunkabdeckung in der Region Nordthüringen, Kyffhäuserkreis, Landkreis Nordhausen, Unstrut-Hainich-Kreis

### *Kurzfassung für Download*



#### **Auftraggeber**

Regionalmanagement Nordthüringen  
Landratsamt Kyffhäuserkreis  
Markt 8  
99706 Sondershausen  
[reg.management@kyffhaeuser.de](mailto:reg.management@kyffhaeuser.de)



#### **Auftragnehmer**

viridas GmbH  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Hampe  
Am Wendenwehr 24  
38114 Braunschweig

#### **Messdurchführung**



**viridas GmbH**  
Am Wendenwehr 24 • 38114 Braunschweig  
www.viridas.de • info@viridas.de  
Telefon: +49 531 257 321 36

**Bankverbindung**  
IBAN: DE49 2505 0000 0200 7123 88  
SWIFT-BIC: NOLADE2HXXX  
Braunschweigische Landessparkasse

**Geschäftsführer**  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Hampe  
Amtsgericht Braunschweig: HRB 205258  
USt-IdNr: DE299552516

Nikita Arndt, Danila Arndt, Prof. Dr.-Ing. Matthias Hampe  
Zeitraum vom 03.02.2021 bis 25.03.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorgang</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Gegenstand des Auftrags</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Messmethodik</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Messauswertung</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Messergebnisse Kyffhäuserkreis</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Messergebnisse Landkreis Nordhausen</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Messergebnisse Unstrut-Hainich-Kreis</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>13</b>

## 1 Vorgang

Neben dem leitungsgebundenen Breitbandausbau ist eine leistungsfähige, stabile und flächendeckend verfügbare Mobilfunkversorgung ein bedeutender Faktor bei der Sicherung gleichwertiger Lebensverhältnisse in der Bundesrepublik. Zudem ist es ein essenzieller Aspekt für den Wirtschafts- und Lebensstandort Nordthüringen. In den letzten 20 Jahren hat sich der Mobilfunk rasant entwickelt. Fast jeder Deutsche besitzt und nutzt Smartphones oder andere mobile Endgeräte. Die Grundlage dafür ist der kontinuierliche Ausbau und der sich ständig weiterentwickelnde Umwandlungsprozess der Mobilfunkinfrastruktur. Seit den 1990er- Jahren haben die Mobilfunknetzbetreiber diese Infrastruktur sukzessiv auf- und ausgebaut. Allerdings variiert die Flächenabdeckung der Netze bei jedem Mobilfunkanbieter und von Region zu Region. In allen drei Netzen existieren jedoch sogenannte „Funklöcher“, also Gebiete, in denen keine Verbindung zwischen einem Sender und einem Empfänger möglich ist. Zahlreiche Bürger und Unternehmen der Projektregion wünschen sich eine bessere Mobilfunkabdeckung.

Im Rahmen des Regionalmanagements Nordthüringen, eines Kooperationsprojektes zwischen dem Kyffhäuserkreis, dem Landkreis Nordhausen und dem Unstrut-Hainich-Kreis, soll daher eine flächendeckende Mobilfunkmessung durchgeführt werden. In einem ersten Schritt sollen aussagekräftige und belastbare Daten über die tatsächliche Netzqualität generiert werden, da frei zugängliche Daten und Netzkarten in vielen Fällen auf Berechnungen der Mobilfunkbetreiber basieren und die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort nicht ausreichend berücksichtigen. Die auf diesem Wege gewonnenen Informationen sollen zum einen eine passgenauere Bearbeitung des Schwerpunktes Mobilfunk im Zuge der „Beratungsleistung Gigabitgesellschaft“ des Bundes ermöglichen, und zum anderen Kommunen vor Ort und ggf. den Freistaat Thüringen in die Lage versetzen, auf Augenhöhe Gespräche mit Mobilfunkbetreibern zu führen.

## 2 Gegenstand des Auftrags

Im vorliegenden Bericht wird mittels einer flächendeckenden Befahrung des Projektgebietes die Mobilfunkversorgung der drei Netzbetreiber Telefónica, Telekom und Vodafone ermittelt. Das Projektgebiet umfasst dabei die Fläche des Kyffhäuserkreises, des Landkreises Nordhausen und des Unstrut-Hainich-Kreises. Im Endergebnis wird der gesamte öffentliche Verkehrsraum des Projektgebietes abgefahren, insbesondere also sämtliche Bundesautobahnen sowie Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen.

Im Anschluss an die Befahrung werden die erhobenen Versorgungsdaten in geeigneter Form getrennt nach den Mobilfunknetzbetreibern und den Mobilfunkgenerationen georeferenziert analysiert und dokumentiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der praktischen Verfügbarkeit aller Netzbetreiber. Sämtliche Messungen und Auswertungen werden jeweils getrennt nach den Mobilfunknetzbetreibern Telefónica, Telekom und Vodafone sowie den Mobilfunkgenerationen 2G, 3G, 4G und 5G dargestellt.

### 3 Messmethodik

Die Messmethode veranschaulicht das folgende Bild 1. Die Messdaten werden mittels eines hochgenauen Messgerätes aufgezeichnet, das das Frequenzspektrum von 400 MHz – 6 GHz und somit alle Mobilfunkanbieter und alle Mobilfunkstandards abdeckt. Insbesondere werden vorliegend gemäß Auftrag die Mobilfunkstandards 2G, 3G, 4G und 5G erfasst. Vereinfacht kann das Messgerät als eine Art „Multifunktionshandy“ bezeichnet werden, das allerdings rein passiv ist und keine eigenen Daten zu den Basisstationen sendet. Die Messdaten werden durchgehend an einen Steuerrechner übertragen und dort gespeichert.

Die Mobilfunksignale werden über eine Breitbandantenne empfangen, die in ungefähr 1,5 m Höhe außerhalb des Messfahrzeugs angeordnet ist. Als Witterungsschutz kommt dabei ein Dachgepäckträger zum Einsatz. Dieses Vorgehen bietet den Vorteil, dass Mobilfunksignale definiert, hochgenau und reproduzierbar erfasst werden. Bei herkömmlichen Verfahren unter Einsatz von Mobiltelefonen können die Messergebnisse stark variieren je nach Telefonmodell und deren Anbringung. Die Messorte werden mittels eines GPS-Empfängers durchgehend erfasst und aufgezeichnet. Die Messungen erfolgen grundsätzlich zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr. Insgesamt stellen die flächendeckenden Messungen eine hochgenaue Momentaufnahme dar.

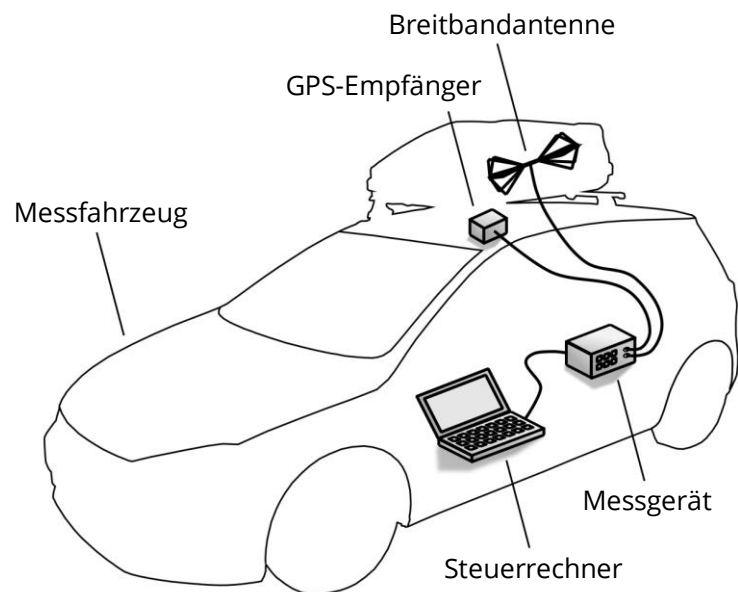


Bild 1: Messfahrzeug mit Messausrüstung.

## 4 Messauswertung

Für alle Mobilfunkanbieter werden detaillierte Daten als Shapefile zur Verfügung gestellt. Shapefiles stellen ein einfaches Format für vektorielle Geodaten dar. Diese sind der Quasi-Standard im Umfeld von Desktop-Geoinformationssystemen. Bild 2 zeigt die Abdeckung eines Mobilfunkanbieters am Beispiel der Stadt Nordhausen für den Mobilfunkstandard 4G. Gebiete mit sehr schlechter Mobilfunkversorgung sind in Rot dargestellt, solche mit sehr guter Versorgung in Grün. Zwischen diesen Extremfällen erfolgt ein Farbverlauf von Hellgrün über Gelb nach Orange. Insgesamt ist die Abdeckung im Beispiel als gut einzustufen, in einigen Gebieten sind jedoch Funklöcher in Orange und Rot zu erkennen.

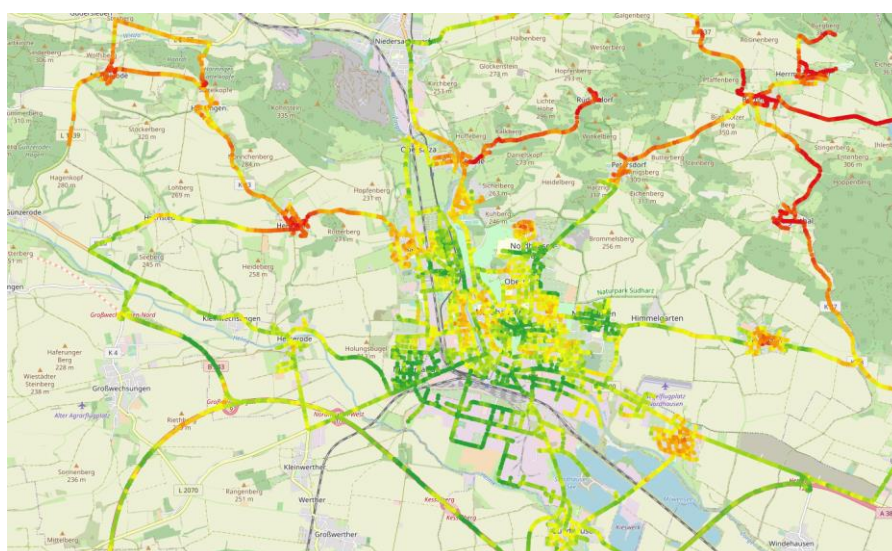


Bild 2: Messergebnis der Stadt Nordhausen für den Mobilfunkstandard 4G eines Anbieters (Kartenmaterial: Openstreetmap.org).

Zusätzlich zu den Shapefiles werden sogenannte Leaflet-Dateien zur Verfügung gestellt. Leaflet bedeutet übersetzt in etwa Broschüre, Flyer oder Merkblatt. Etwas genauer ist Leaflet eine freie Programmierumgebung, mittels derer sich geografische Informationen visualisieren lassen. Diese Dateien bieten den Vorteil, dass sie sich ohne Zusatzprogramm bei bestehender Internetverbindung öffnen lassen und so einen schnellen ersten Überblick erlauben. Durch Klicken auf die Messpunkte können auch die dazugehörigen Messdaten abgerufen werden. Um die jeweiligen Dateigrößen klein zu halten, wird bei den Leaflet-Dateien die verwendete Messpunktanzahl reduziert.

Die Bewertung der Empfangsqualität erfolgt mittels der Kennzahlen in

Tabelle 1, die in den Shapefiles hinterlegt sind und eine Bewertung der Abdeckung sowie des zu erwartenden Datendurchsatzes erlauben. Zu beachten ist, dass sich die Wertebereiche der Kennzahlen je nach Mobilfunkstandard unterscheiden. Die Farbgebung in den Shapefiles und Leaflet-Dateien ist daher nur als Orientierung zu verstehen, da dort ein fester Wertebereich hinterlegt ist mit Grün -70 dBm und Rot -120 dBm. Für eine detailliertere Beurteilung der Mobilfunkabdeckung sollten also zusätzlich zu den Farbwerten die genauen Messwerte in den Shapefiles herangezogen werden.

Tabelle 1: Bewertung der Mobilfunkempfangsqualität mittels geeigneter Kennzahlen.

Standard und Kennzahl	Wertebereich in dBm	Empfangsqualität
2G: PSCH (Power of Physical Synchronisation Channel)	größer -70	sehr gut
	-70 bis -85	gut
	-85 bis -100	befriedigend
	-100 bis -110	schlecht
	kleiner -110	sehr schlecht
3G: RSCP (Received Signal Code Power)	größer -60	sehr gut
	-60 bis -75	gut
	-75 bis -85	befriedigend
	-85 bis -95	schlecht
	kleiner -95	sehr schlecht
4G: RSRP (Reference Signal Received Power)	größer -80	sehr gut
	-80 bis -90	gut
	-90 bis -95	befriedigend
	-95 bis -100	schlecht
	kleiner -100	sehr schlecht
5G: RSRP (Reference Signal Received Power)	größer -80	sehr gut
	-80 bis -90	gut
	-90 bis -95	befriedigend
	-95 bis -100	schlecht
	kleiner -100	sehr schlecht

Für die Bewertung der Empfangsqualität gibt es keine einheitliche Festlegung und die Mobilfunkbetreiber halten ihre eigenen Bewertungsgrenzen grundsätzlich geheim. Die gewählten Wertebereiche oben fassen daher unterschiedliche offene Quellen<sup>1</sup> aus Expertensicht zusammen. Eine spätere Vergleichbarkeit zu den Daten eines Mobilfunkbetreibers kann in jedem Fall auch nachträglich hergestellt werden, insbesondere da die Mobilfunkbetreiber in der Regel auf dieselben Kennzahlen zurückgreifen. Zusätzlich zu den Kennzahlen oben wird dem Auftraggeber auch die Empfangsstärke (Kennzahl RSSI) für alle Mobilfunkstandards bereitgestellt.

<sup>1</sup> Zum Beispiel [https://wiki.teltonika-networks.com/view/Mobile\\_Signal\\_Strength\\_Recommendations](https://wiki.teltonika-networks.com/view/Mobile_Signal_Strength_Recommendations) oder <https://www.lte-anbieter.info/technik/asu.php>, Datum des letzten Abrufs 18.04.2021.

Für die Identifizierung von unterversorgten Gebieten wurde abschließend eine Anfrage an die Bundesnetzagentur gerichtet. Als untere Grenzen für die jeweiligen Kennzahlen wurden die Werte in Tabelle 2 genannt, die im vorliegenden Projekt so auch übernommen wurden.

Tabelle 2: Mindestpegel gemäß Auskunft Bundesnetzagentur<sup>2</sup>.

Standard und Kennzahl	Mindestpegel
2G: PSCH	-103 dBm
3G: RSCP	-105 dBm
4G: RSRP	-109 dBm
5G: RSRP	-109 dBm

Bei den Abkürzungen 2G, 3G, 4G und 5G handelt es sich um Mobilfunkstandards. Der Buchstabe G steht dabei für Generation. Der wesentliche Unterschied zwischen den jeweiligen Generationen liegt in der Geschwindigkeit der Datenübertragung:

1. Der Mobilfunkstandard 2G, auch als GSM bezeichnet, wurde in Deutschland 1992 eingeführt und dient bis heute noch hauptsächlich zur Telefonie. Auch andere Anwendungen wie z.B. Notrufsysteme im Automobil greifen auf 2G zurück. Die Datenübertragung ist bei 2G grundsätzlich langsam.
2. Der Mobilfunkstandard 3G, auch als UMTS bezeichnet, wurde in Deutschland 2000 eingeführt. Der Mobilfunkstandard 3G soll bis Ende 2021 vom Netz genommen werden, um dessen Frequenzbereiche für 4G und 5G frei zu machen. Die Datenübertragung ist bei 3G grundsätzlich gut.
3. Der Mobilfunkstandard 4G, auch als LTE bezeichnet, wurde in Deutschland 2010 eingeführt und dient zur Telefonie und Datenübertragung. 4G wird in Deutschland immer weiter ausgebaut. Die Datenübertragung ist bei 4G grundsätzlich schnell.
4. Der Mobilfunkstandard 5G wird in Deutschland seit 2019 eingeführt, vorwiegend zunächst in Städten und Ballungsgebieten. 5G dient zur Telefonie und insbesondere zur sehr schnellen

<sup>2</sup> Vorgangsnummer 2021-04-06-0049/214a, Referat 216, Datum 07.04.2021, Mindestpegel für 5G entspricht Mindestpegel von 4G, da für 5G keine Mindestpegel genannt wurden.

Datenübertragung. Wichtige Anwendungen sind neben der mobilen Breitbandverbindung das „Internet der Dinge“, das autonome Fahren oder die Industrie-Automation.



Bild 3 zeigt abschließend das Mobilfunkspektrum nach der 5G-Frequenzauktion 2019 getrennt nach den Netzbetreibern. Es ist zu beachten, dass die Angaben ohne Gewähr sind, da insbesondere die Nutzung der Mobilfunkstandards in den Frequenzbändern einer starken Änderung unterworfen ist.

Frequenzen 700 MHz LTE Nutzung	
Telekom	713-723MHz und 768-778MHz
Vodafone	723-733MHz und 778-788 MHz
Telefónica	703-713MHz und 758-768MHz
Frequenzen 800 MHz LTE Nutzung	
Telekom	811-821MHz und 852-862MHz
Vodafone	801-811MHz und 842-852MHz
Telefónica	791-801MHz und 832-842MHz
Frequenzen 900 MHz GSM Nutzung	
Telekom	900-915MHz und 945-960MHz
Vodafone	935-945MHz und 890-900MHz
Telefónica	925-935MHz und 880-890MHz
Frequenzen 1,5GHz	
Telekom	1452-1472MHz
Vodafone	1472-1492MHz
Telefónica	-
Frequenzen 1,7GHz und 1,8GHz	
Telekom	1710-1740MHz und 1805-1835MHz
Vodafone	1760-1785MHz und 1855-1880MHz
Telefónica	1740-1760MHz und 1835-1855MHz
Frequenzen 1,9 GHz UMTS Nutzung	
Telekom	1910,1-1915,1MHz und 1969,8-1979,7MHz
Vodafone	1915,1-1920,1MHz und 1920,3-1935,15MHz
Telefónica	1900,1-1910,1MHz und 1935,15-1969,8MHz
Frequenzen 2 GHz UMTS Nutzung	
Telekom	-
Vodafone	-
Telefónica	2010,5-2024,7MHz
Frequenzen 2,1 GHz	
Telekom	2159,8-2169,7MHz
Vodafone	2110,3-2125,15MHz
Telefónica	2125,15-2159,8MHz
Frequenzen 2,5 GHz LTE Nutzung	
Telekom	2520-2540MHz
Vodafone	2500-2520MHz und 2580-2605MHz
Telefónica	2540-2580MHz
Frequenzen 2,6 GHz LTE Nutzung	
Telekom	2605-2610MHz und 2640-2660MHz
Vodafone	2620-2640MHz
Telefónica	2610-2620MHz und 2660-2690MHz

Bild 3: Frequenzen der Mobilfunkanbieter und ursprüngliche Nutzung (Quelle: Bundesnetzagentur, Januar 2020).

---

## 5 Messergebnisse Kyffhäuserkreis

Auf eine detaillierte Darstellung der Messergebnisse wird an dieser Stelle in der Kurzfassung auf Grund der Dateigröße verzichtet. Die kartografische Übersicht zu den Messergebnissen können auf der Website des Regionalmanagements Nordthüringen unter [www.perspektive-nordthueringen.de](http://www.perspektive-nordthueringen.de) getrennt nach Mobilfunkanbieter und Mobilfunkgeneration aufgerufen werden. Für den vollständigen Bericht kontaktieren Sie bitte die Geschäftsstelle des Regionalmanagements Nordthüringen unter [reg.management@kyffhaeuser.de](mailto:reg.management@kyffhaeuser.de).

## 6 Messergebnisse Landkreis Nordhausen

Auf eine detaillierte Darstellung der Messergebnisse wird an dieser Stelle in der Kurzfassung auf Grund der Dateigröße verzichtet. Die kartografische Übersicht zu den Messergebnissen können auf der Website des Regionalmanagements Nordthüringen unter [www.perspektive-nordthueringen.de](http://www.perspektive-nordthueringen.de) getrennt nach Mobilfunkanbieter und Mobilfunkgeneration aufgerufen werden. Für den vollständigen Bericht kontaktieren Sie bitte die Geschäftsstelle des Regionalmanagements Nordthüringen unter [reg.management@kyffhaeuser.de](mailto:reg.management@kyffhaeuser.de).

## 7 Messergebnisse Unstrut-Hainich-Kreis

Auf eine detaillierte Darstellung der Messergebnisse wird an dieser Stelle in der Kurzfassung auf Grund der Dateigröße verzichtet. Die kartografische Übersicht zu den Messergebnissen können auf der Website des Regionalmanagements Nordthüringen unter [www.perspektive-nordthueringen.de](http://www.perspektive-nordthueringen.de) getrennt nach Mobilfunkanbieter und Mobilfunkgeneration aufgerufen werden. Für den vollständigen Bericht kontaktieren Sie bitte die Geschäftsstelle des Regionalmanagements Nordthüringen unter [reg.management@kyffhaeuser.de](mailto:reg.management@kyffhaeuser.de).

## 8 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurde mittels einer flächendeckenden Befahrung die Mobilfunkversorgung der drei Netzbetreiber Telefónica, Telekom und Vodafone in den Landkreisen Kyffhäuser, Nordhausen und Unstrut-Hainich ermittelt. Im Endergebnis wurde der gesamte öffentliche Verkehrsraum des Projektgebietes abgefahren, insbesondere also sämtliche Bundesautobahnen sowie Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen. Teilweise gab es allerdings größere Baustellen, weshalb einige Straßen von der Befahrung ausgenommen werden mussten.

Die Befahrung erfolgte mittels eines speziell umgerüsteten Messfahrzeugs im Zeitraum vom 03.02.2021 bis 25.03.2021. Dabei kam ein hochgenaues Messgerät zum Einsatz, mit dem alle Mobilfunkanbieter und alle geforderten Mobilfunkstandards 2G, 3G, 4G und 5G erfasst wurden. Die Messungen erfolgen grundsätzlich zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr. Insgesamt stellen die flächendeckenden Messungen eine hochgenaue Momentaufnahme dar.

Im Anschluss an die Befahrung wurden die erhobenen Versorgungsdaten in geeigneter Form getrennt nach den Mobilfunknetzbetreibern und den Mobilfunkgenerationen georeferenziert analysiert und dokumentiert. Hierzu wurden dem Auftraggeber Shapefiles zur Verfügung gestellt, die eine detaillierte Nachauswertung ermöglichen. Zudem wurden sogenannte Leaflet-Dateien zur Verfügung gestellt, die eine einfache und schnelle Übersicht der Mobilfunkabdeckungen ermöglichen. Sämtliche Messungen wurden jeweils getrennt nach den Netzbetreibern Telefónica, Telekom und Vodafone sowie den Mobilfunkgenerationen 2G, 3G, 4G und 5G ausgewertet.

Die Vorauswertung im Rahmen dieses Berichts hat ergeben, dass der Mobilfunkstandard 2G bei allen drei Mobilfunkbetreibern in allen drei Landkreisen eine sehr gute Abdeckung aufweist. Meistens ist der Empfang nur stellenweise schlechter, insbesondere in den jeweiligen Wäldern und Gebirgen der Landkreise. Beim Mobilfunkstandard 3G hat sich ein differenzierteres Bild ergeben. Bei einigen Mobilfunkbetreibern ist die Abdeckung hier teils großflächig schlecht bis sehr schlecht. Vermutlich lässt sich das damit begründen, dass der Mobilfunkstandard 3G bis Sommer 2021 sukzessive ersetzt werden soll durch den Mobilfunkstandard 4G. Beim Mobilfunkstandard 4G schließlich gibt es ebenfalls einige Unterschiede zwischen den Mobilfunkbetreibern. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass alle drei Mobilfunkbetreiber die Ballungsgebiete in allen drei Landkreisen gut bis sehr gut versorgen. In ländlichen Gebieten ist die Versorgung meist gut oder befriedigend, wobei hier stellenweise auch schlechte oder sehr schlechte Abdeckungswerte gemessen wurden, insbesondere in den ausgedehnten Wäldern und Gebirgen der drei Landkreise. Beim Mobilfunkstandard 5G sind weite Teile des Projektgebietes noch unterversorgt. Im Grunde hat nur die Telekom einzelne Städte und Gemeinden bereits gut versorgt. Bei Vodafone wurden nur wenige 5G-Sender erfasst, Telefónica hatte zum Zeitpunkt der Untersuchung keinen 5G-Sender aktiv.

Abschließend soll nochmals bemerkt werden, dass die Farbgebung im Rahmen dieses Projektes als erste Orientierung zu verstehen ist. Dort ist ein einheitlicher Wertebereich für alle Mobilfunkstandards hinterlegt. Für eine detailliertere Nachauswertung der Mobilfunkabdeckungen sollten zusätzlich die Messwerte in den Shapefiles herangezogen werden.

Prof. Dr.-Ing. Matthias Hampe