

# Aufbau und Betrieb eines EMF-Messnetzes



# Aufbau und Betrieb eines projektbegleitenden EMF-Messnetzes beim SIH-Projekt "Landnetz" im SIH-Test- und Demonstrationsfeld

Dipl.-Ing. Christoph Fritzsche

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Situation und Aufgabe .....	4
<b>2</b>	<b>Messungen</b> .....	<b>4</b>
2.1	Messgeräte.....	4
2.1.1	Weiterverwendung der Messstationen nach Projektabschluss.....	5
2.2	Durchführung der Messungen.....	5
2.2.1	Messpunkte .....	5
<b>3</b>	<b>Auswertung</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Weiterer Handlungsbedarf</b> .....	<b>8</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>9</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lageplan der Mobilfunkanlage und der Messstationen.....	6
Abbildung 2:	Fotografien der Messstationen, im Hintergrund jeweils die Funkanlage, links: Multifunktionshalle, rechts: Wohnheim .....	6
Abbildung 3:	Messpunkt am Wohnheim: Zeitverlauf der elektrischen Feldstärke.....	7

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Frequenzbänder und beispielhafte Messergebnisse .....	8
------------	---	---

## Abkürzungsverzeichnis

5G	5. Mobilfunkgeneration
BNetzA	Bundesnetzagentur
EMF	Elektromagnetische Felder
GSM	Global System for Mobile Communications
HF	Hochfrequenz
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LVG	Lehr- und Versuchsgut
RMS	Effektivwert (root mean square)
SIH	simul+ Innovation Hub
UKW	Ultrakurzwelle

# 1 Einführung

Eines der Digitalen Experimentierfelder zur Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft in Deutschland ist das SIH-Test- und Demonstrationsfeld mit dem Projekt "Landnetz". In diesem werden die zur flächendeckenden drahtlosen Datenübertragung mit Hilfe von 5G im ländlichen Raum erforderlichen Kommunikations- und Cloudinfrastrukturen zur Erforschung und Prüfung von Technologien in der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt. Das Experimentierfeld umfasst eine Vielzahl räumlich verteilter landwirtschaftlich genutzter Flächen und wird einige Jahre betrieben.

Da beim Projekt "Landnetz" mit 5G eine völlig neue Mobilfunk-Technologie zum Einsatz kommen sollte und es noch nicht viel Erfahrung gab, wie sich die neue Technologie auf die Belastung der Umwelt durch elektromagnetische Felder im Detail auswirkt, wurde beschlossen, bei den verschiedenen Anwendungen innerhalb des "Landnetzes" parallel die Feldstärken in der Umgebung zu ermitteln. Dazu sollte ein "Messnetz" errichtet werden, in welchem an verschiedenen Punkten jeweils über eine längere Zeit kontinuierlich die Feldstärken gemessen und aufgezeichnet werden. Verlauf und Erfolg des EMF-Messnetzes waren somit von vorn herein abhängig vom Verlauf des Projektes "Landnetz".

Die Laufzeit des Projektes "Messnetz" wurde festgelegt mit Beginn am 01.07.2020 und Ende am 31.12.2022.

## 1.1 Situation und Aufgabe

Bei der Besprechung zu den 5G-Emissionen des Projektes "Landnetz" am 13.05.2019 im SMUL wurde festgelegt, dass die Erstellung eines Messkonzepts für die Ermittlung der hochfrequenten elektromagnetischen Felder, die im Zusammenhang mit dem SIH-Test- und Demonstrationsfeld entstehen, sowie die Ermittlungen selbst extern vergeben werden sollen. Bislang waren noch keine Messergebnisse der EMF-Immissionen aus regulärem Betrieb eines großräumigen 5G-Funknetzes verfügbar, sodass Aussagen über zu erwartenden Immissionen, die beim SIH-Test- und Demonstrationsfeld entstehen, nicht auf solche Messergebnisse gestützt werden konnten.

Die auf den Menschen einwirkenden Feldstärken der hochfrequenten elektromagnetischen Felder in der Umgebung der Mobilfunk-Sendeanlagen des SIH-Test- und Demonstrationsfeldes sollten also in den einzelnen Testphasen über einen längeren Zeitraum kontinuierlich und repräsentativ ermittelt und veröffentlicht werden.

Da der zeitliche Ablauf sowie der Umfang des Projektes noch nicht konkret bekannt waren, konnte die für eine Leistungsvergabe erforderliche Leistungsbeschreibung nicht genau genug formuliert werden. Eine erfolgreiche Vergabe erschien deshalb unrealistisch, sodass Alternativen gesucht wurden. So wurde bei der Bundesnetzagentur angefragt, ob dort die Möglichkeit und das Interesse besteht, das LfULG mit automatischen Messstationen zu unterstützen. Dies war nicht möglich. Letztlich wurde entschieden, die erforderliche Messtechnik im LfULG selbst zu beschaffen und nach Ende des Projektes weiter für Fachaufgaben zu nutzen.

# 2 Messungen

## 2.1 Messgeräte

Für die kontinuierlichen Messungen wurden zwei automatische Messstationen der Firma Narda vom Typ Area Monitor Selective AMS-8061 eingesetzt. Es handelt sich dabei um autark arbeitende Messgeräte mit Solar-Stromversorgung. Diese können mittels einer isotropen Sonde elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz – 6 GHz erfassen. Es sind 20 Frequenzbänder definierbar, in denen unabhängig voneinander Mittel- und

Maximalwerte der Feldstärken ermittelt werden. Die Auflösung der elektrischen Feldstärke beträgt 10 mV/m. Die Geräte verfügen über ein Modem zur Verbindung mit einem FTP-Server und können die Messdaten zeitgesteuert automatisch an diesen übertragen. Außerdem ist ein GPS-Empfänger eingebaut, welcher zu den Feldstärke-Messwerten die Standort-Koordinaten liefert.

Die Messstationen mit ihren Sonden sind werkskalibriert.

### **2.1.1 Weiterverwendung der Messstationen nach Projektabschluss**

Bereits bei der Beschaffung der Messgeräte war es vorgesehen worden, diese nach Abschluss des Projektes auch für Fachaufgaben des LfULG einzusetzen. Diese eignen sich insbesondere für automatische Langzeitmessungen.

## **2.2 Durchführung der Messungen**

Seit Ende des Jahres 2021 ist im LVG Köllitsch auf dem höchsten Gebäude eine 5G-Funkanlage fest installiert und in Betrieb. Diese dient ausschließlich dem nicht öffentlich zugänglichen Campusnetz, das im Projekt "Landnetz" betrieben wird, für welches die BNetzA das Frequenzband 3,7 GHz – 3,8 GHz zugeteilt hat.

Da dieses Frequenzband an diesem Standort nur von den Funkanlagen im Projekt "Landnetz" genutzt wird, können die im selben Frequenzband ermittelten Feldstärken auch genau dem Projekt zugeordnet werden. Deshalb wurde in den Messstationen dieses Frequenzband als eines von 20 Bändern definiert (siehe Tabelle 1). Die anderen Frequenzbänder stehen für bestimmte Funkdienste oder die Summe aus mehreren Frequenzbereichen.

Von den Messstationen wurden automatisch die 6-Minuten-Mittel- und -Maximalwerte der elektrischen Feldstärke in den genannten Frequenzbändern ermittelt und gespeichert und zu vorgegebenen Zeiten an den FTP-Server übermittelt. Von dort können die Daten mithilfe entsprechender Software automatisch oder händisch abgeholt und weiterverarbeitet werden.

Die Messstationen werden ausschließlich mit Strom aus Photovoltaik-Modulen versorgt. Diese sind so ausgelegt, dass bei mittlerer Sonneneinstrahlung die Akkus der Stromversorgung für einen durchgehenden Betrieb genügend aufgeladen werden. Bei zu geringer Sonneneinstrahlung kann es passieren, dass die Akkuspannung so stark absinkt, dass die Stromversorgung nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Derartige Geräteausfälle sind in den Diagrammen durch Ausfall der Messwerte zu erkennen. Sobald die Spannung wieder ausreicht, arbeiten die Stationen weiter - ein personeller Eingriff ist nicht erforderlich.

### **2.2.1 Messpunkte**

Die beiden Messstationen wurden am 13.12.2021 an zwei Punkten auf dem Gelände des LVG Köllitsch installiert und laufen seitdem soweit die Stromversorgung gesichert ist. Sie befinden sich auf dem Dach des Anbaus an der Multifunktionshalle sowie auf dem Dach des Verbinders zwischen Wohnheim und Turnhalle. Einen Lageplan (Luftbild) mit der Funkanlage und den beiden Messstationen sowie Fotografien zeigen Abbildung 1 und Abbildung 2.



Quelle: Bornkessel / Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), dl-de/by-2-0

**Abbildung 1: Lageplan der Mobilfunkanlage und der Messstationen**



Quelle: LfULG

**Abbildung 2: Fotografien der Messstationen, im Hintergrund jeweils die Funkanlage, links: Multifunktionshalle, rechts: Wohnheim**

### 3 Auswertung

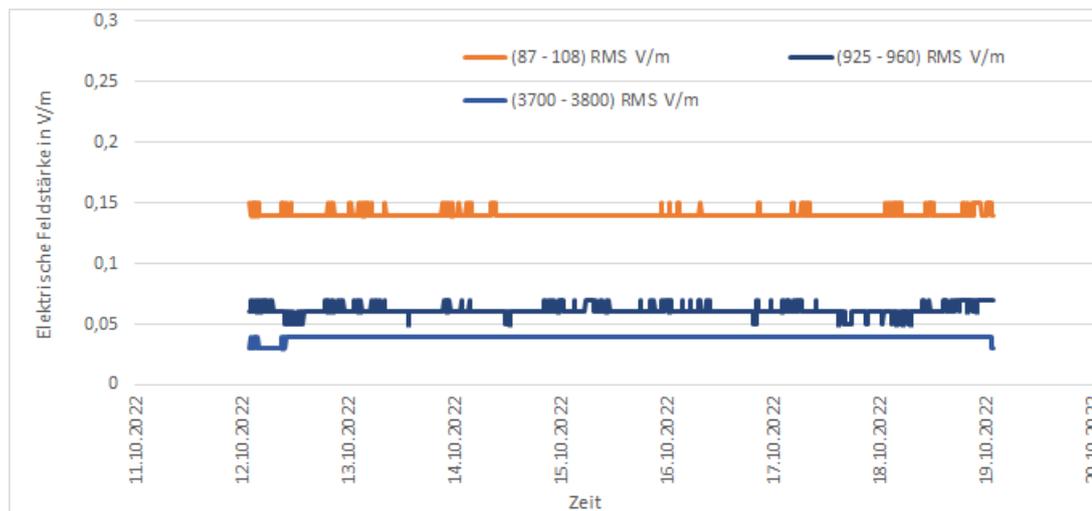
Vorgesehen war die Betrachtung verschiedener Szenarien, die sich durch verschiedene Projekte bzw. Projektphasen im SIH-Test- und Demonstrationsfeld ergeben sollten. Leider haben sich solche speziellen Konstellationen nicht ergeben, in welchen vergleichbare Messungen hätten durchgeführt werden können. Deshalb werden hier die Ergebnisse betrachtet, die bei den Messungen auf dem Gelände des LVG Köllitsch bei Betrieb der 5G-Funkanlagen gewonnen wurden.

Mit der Erfassung von Mittelwerten (RMS) und Maximalwerten (Peak) erfolgt ein Teil der Auswertung bereits im Messgerät.

# 4 Ergebnisse

Die Messergebnisse von drei der oben genannten Frequenzbänder werden in Diagrammen auf der LfULG-Website veröffentlicht: <https://www.umwelt.sachsen.de/messung-der-elektrischen-feldstaerke-und-der-magnetischen-flussdichte-30609.html>

Beispielhaft zeigt Abbildung 3 ein Diagramm des Zeitverlaufs der elektrischen Feldstärken der drei Frequenzbänder der Messstation am Wohnheim. Dargestellt sind die RMS-Werte der elektrischen Feldstärken des UKW-Rundfunks (87 MHz - 108 MHz), des GSM900-Downlink-Bandes (925 MHz - 960 MHz) sowie des Bandes des 5G-Campusnetzes (3700 MHz - 3800 MHz) über den Zeitraum einer Woche. Es handelt sich hierbei um Momentanwerte.



**Abbildung 3: Messpunkt am Wohnheim: Zeitverlauf der elektrischen Feldstärke**

Alle Ergebnisse liegen in Form der gespeicherten Messdaten vor. Die folgende Tabelle 1 zeigt beispielhaft die Ergebnisse eines 6-Minuten-Intervalls der am Wohnheim installierten Messstation. Es handelt sich um die Werte vom 16.10.2022, 08.15 Uhr.

Der Grenzwert gemäß der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) für die elektrische Feldstärke hochfrequenter elektromagnetischer Felder von 61 V/m für Frequenzen oberhalb von 2 GHz wurde während der Messzeit durch die 5G-Funkanlagen am Standort des LVG Köllitsch an den betrachteten Immissionsorten nicht einmal annähernd erreicht oder gar überschritten (siehe Nr. 16 in Tabelle 1). Die Bedingung nach Anhang 2b der 26. BImSchV wird durch alle im Frequenzbereich von 100 kHz bis 6 GHz einwirkenden Funkanlagen sicher eingehalten (siehe Nr. 20 in Tabelle 1).

**Tabelle 1: Frequenzbänder und beispielhafte Messergebnisse**

Nr.	Untere Frequenzgrenze in MHz	Obere Frequenzgrenze in MHz	E-Feld RMS in V/m	E-Feld Peak in V/m
1	87	108	0,14	0,15
2	138	174	0,05	0,05
3	380	400	0,01	0,01
4	420	430	0,01	0,01
5	430	470	0,02	0,02
6	470	790	0,05	0,05
7	790	821	0,03	0,03
8	832	862	0,01	0,01
9	880	915	0,01	0,01
10	925	960	0,06	0,07
11	1710	1784	0,01	0,01
12	1805	1880	0,04	0,04
13	2110	2170	0,03	0,03
14	2400	2500	0,02	0,02
15	3600	3700	0,04	0,04
16	3700	3800	0,04	0,04
17	87	6000	0,65	0,65
18	0,1	2	0,12	0,13
19	0,1	87,5	1,63	1,65
20	0,1	6000	2,00	2,01

Werte vom 16.10.2022, 08.15 Uhr

Ergebnisse von verschiedenen Konstellationen der 5G-Funkanlagen liegen nicht vor und können deshalb nicht verglichen werden. Jedoch lassen sich die in der Nähe der 5G-Funkanlage ermittelten Feldstärken mit den Feldstärken am selben Ort von anderen Funkanlagen vergleichen. Beispielsweise liegen an den beiden Messpunkten die Feldstärken des UKW-Rundfunks höher als die der vor Ort befindlichen 5G-Funkanlagen.

## 5 Weiterer Handlungsbedarf

Handlungs-/Anpassungsbedarf bezüglich des „Integrierten 5G-Test-, Mess- und Akzeptanzkonzeptes“ entsteht daraus, dass dieses auf der Kopplung der Projekte "EMF-Messnetz" und "Landnetz" basiert. Das "EMF-Messnetz" sollte die Aktivitäten im "Landnetz" kontinuierlich begleiten. Mit dem formalen Abschluss des Projektes "EMF-Messnetz" am 31.12.2022 werden weitere Messungen nicht mehr in dem eigens dafür angelegten Projekt durchgeführt. Jedoch steht das Referat 52 des LfULG weiterhin für EMF-Messungen zur Verfügung. Der Bedarf ist dann bei Referat 52 anzumelden und die Messungen sind direkt mit Referat 52 abzustimmen. Um dem „Integrierten 5G-Test-, Mess- und Akzeptanzkonzept“ gerecht zu werden, muss dies bei allen weiteren immissionsrelevanten Anwendungen im Projekt "Landnetz" erfolgen. Die Verantwortung dafür liegt bei den Verantwortlichen für das Projekt "Landnetz".

# Literaturverzeichnis

BORNKESSEL, CHRISTIAN (2021): Protokoll zur „Aufstellung von zwei Langzeitmessstationen auf dem Lehr- und Versuchsgut Köllitsch“, erstellt für das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, V1.0, 20.12.2021

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0  
Telefax: + 49 351 2612-1099  
E- Mail: Poststelle.LfULG@smekul.sachsen.de  
www.lfulg.sachsen.de

**Autor:**

Christoph Fritzsche  
Abteilung 5 / Referat 52  
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-5209  
Telefax: + 49 351 2612-5099  
E-Mail: Christoph.Fritzsche@smekul.sachsen.de

**Redaktion:**

Christoph Fritzsche  
Abteilung 5 / Referat 52  
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-5209  
Telefax: + 49 351 2612-5099  
E-Mail: Christoph.Fritzsche@smekul.sachsen.de

**Fotos:**

LfULG

**Redaktionsschluss:**

23.12.2022

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für  
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de