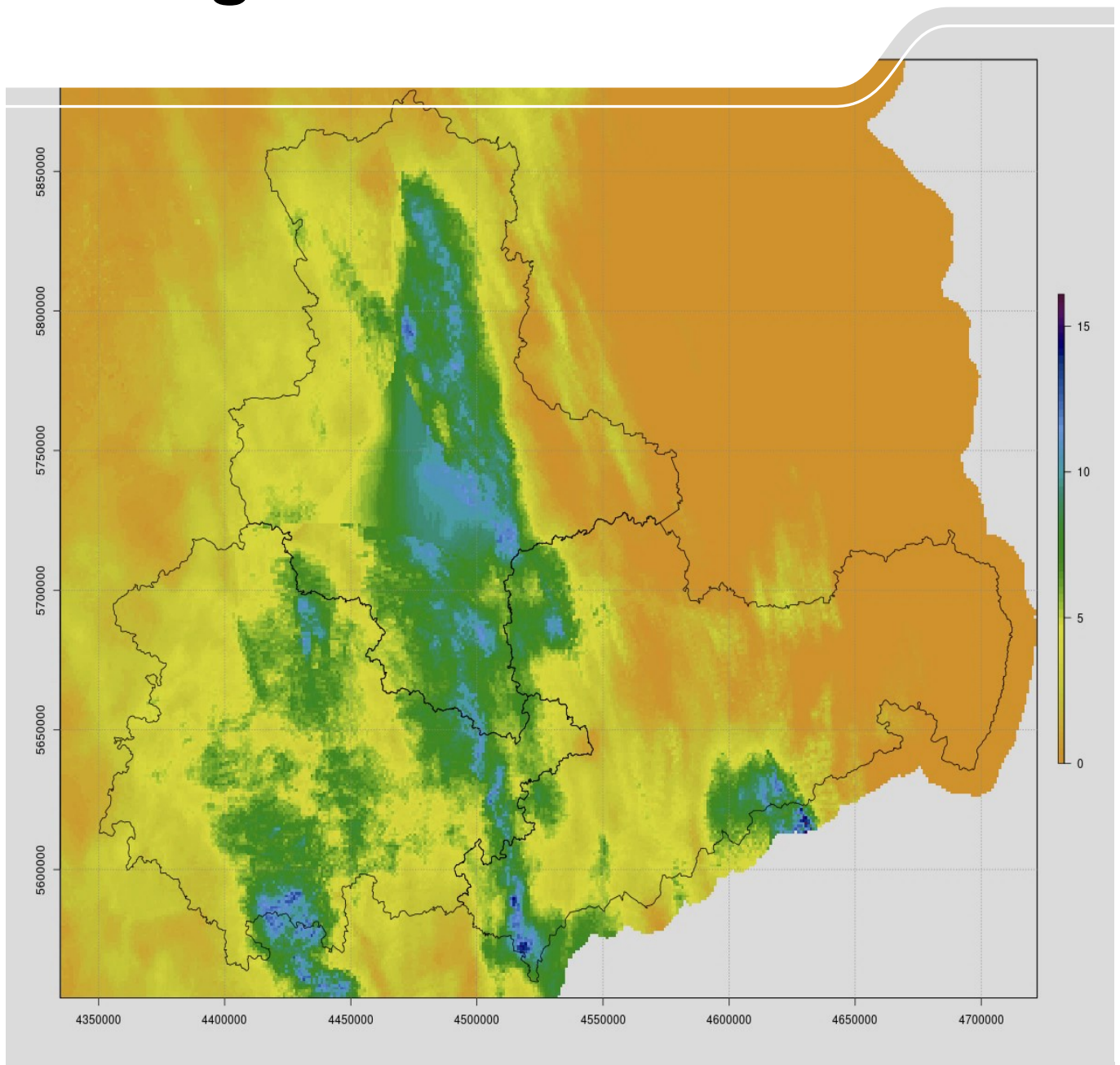


Radarbasierte Nieder- schlagsdaten 2001 - 2020



**Radarbasierte Niederschlagsdaten
im Zeitraum 2001-2020
Beschaffung, Aufbereitung und Bereitstellung
im ReKIS**

Philipp Körner, iamk GmbH, Institut für angewandte Meteorologie und Klimatologie

im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Daten	5
3	Methoden	6
3.1	Hintergrundfeld erzeugen	6
3.2	Lückenfüllen.....	7
4	Ergebnisse	7
5	Verfügbarkeit	12
	Literaturverzeichnis	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung des Mitteldeutschen Kernensembles.....	6
Abbildung 2: Darstellung der originalen Niederschlagsdaten aus Radolan für das MDK-Gebiet.	8
Abbildung 3: Darstellung des lückengefüllten Produktes für das MDK-Gebiet.....	9
Abbildung 4: Darstellung des Hintergrundfeldes aus Stationsdaten für das MDK-Gebiet.....	10
Abbildung 5: Darstellung der Datenherkunft für das MDK-Gebiet.....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle: Flagging des Datensatzes mit Bedeutung	7
---	---

Abkürzungsverzeichnis

DWD	Deutscher Wetterdienst
ReKIS	Regionales Klimainformationssystem
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
SMEKUL	Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft
GB	Geschäftsbereich
CDC	Climate Data Center
dgm	digitales Geländemodell
MDK	mitteldeutsches Kernensemble
CHMI	Czech Hydrometeorological Institute
Tps	thin plate splines

1 Einleitung

Ziel des Projektes ist die Bereitstellung von hochaufgelösten (zeitlich: 1 h, räumlich: 1 km), radarbasierten Niederschlagsdaten (RADOLAN-Produkt) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für den Zeitraum 2001-2020 über das Regionale Informationssystem (ReKIS) der Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Im ReKIS werden neben anderen Informationen meteorologische Daten rasterbasiert in einer Auflösung von 1 km (teilweise inzwischen 100 m) und 1d zur Verfügung gestellt. Der Bedarf der zusätzlichen Daten generiert sich aus vermehrten Anfragen aus dem GB SMEKUL (beispielsweise Regenerosivität), aber auch von Externen (beispielsweise abgeleitete Produkte zur Beratung von Kommunen). Ein entscheidender Vorteil des Radarproduktes ist seine hohe Datendichte von einem Wert pro km², wohingegen die klassischen Rasterdaten aus Messstationen mit einer Dichte von etwa einer Station pro 300 km² für Stundendaten generiert werden.

2 Daten

Als Basisdaten wurde das RADOLAN-Produkt des DWD in der Versionierung 2017.002 verwendet. Die Daten wurden vom CDC¹ des DWD heruntergeladen. Es stehen Daten mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde und einer räumlichen Auflösung von einem km² zur Verfügung. Das Produkt deckt die Jahre 2001 bis 2020 ab. Die Version ist auf Deutschland zugeschnitten und enthält bereits zahlreiche Korrekturen von Fehlern, die bei der Messung mittels Radar auftreten können (Winterrath et al., 2017). Dennoch enthalten die Daten noch einige Artefakte, insbesondere werden Niederschläge in Gebieten, die sehr nahe an einer Radarstation oder weit entfernt von selbiger liegen, teilweise unterschätzt (Winterrath et al., 2017). Außerdem gibt es, bedingt durch Ausfälle einzelner Radarstationen, Lücken in den Stundendaten.

Zusätzlich zu den RADOLAN-Daten werden zur Lückenfüllung Stationsdaten in stündlicher² und täglicher³ Auflösung des DWD verwendet und ebenfalls vom CDC des DWD bezogen. Tägliche Daten werden zusätzlich vom CHMI, dem tschechischen Wetterdienst, bezogen⁴. Die Art der Verwendung dieser Daten ist in Abschnitt 3 beschrieben. Der räumliche Ausschnitt ist das MDK-Gebiet (Abbildung 1), definiert in Struve et al. (2020).

¹ https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/hourly/radolan/reproc/2017_002/asc/

² https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/precipitation/historical/

³ https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/more_precip/historical/

⁴ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/open_data/RDATA/denni_data_cs.html



Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung des Mitteldeutschen Kernensembles (Struve et al., 2020)

3 Methoden

In diesem Abschnitt werden die Schritte zur Verarbeitung des Niederschlagsproduktes genannt und erläutert. Für die Jahre 2001 bis 2020 stehen insgesamt 174.844 stündliche Raster für Niederschläge zur Verfügung. Für 476 Stunden stehen keine Daten zur Verfügung.

Im ersten Schritt werden die Niederschlagsraster vom Ausgangsformat, einer polarstereografische Projektion (DWD, 2021), über die geografischen Koordinaten in die Zielprojektion, Gauss-Krüger 4, überführt. Zielraster ist hierbei das im ReKIS verwendete digitale Geländemodell (dgm) mit einer Auflösung von 1 km². Die reprojizierten Raster werden auf die Ausdehnung des mitteldeutschen Kernensembles (MDK) zurechtgeschnitten (Struve et al., 2020)

3.1 Hintergrundfeld erzeugen

Verwendet werden die in Abschnitt 2 genannten Stationswerte des Niederschlages in stündlicher und täglicher Auflösung. In einem ersten Schritt wird für alle Stationen im MDK-Gebiet, für die tägliche, jedoch keine stündlichen Daten vorliegen, mithilfe der Stationswerte in stündlicher Auflösung der Niederschlag in Stundenauflösung geschätzt. Die Schätzung erfolgt mittels des im ReKIS-Fortschrittsbericht von 2019 beschriebenen Verfahrens mittels Kriging und Thin Plate Splines (Tps). Mithilfe der bekannten täglichen Niederschlagssumme werden die Stundenwerte dieser Stationen im Folgenden skaliert. Auf diese Weise stehen für die räumliche Interpolation des Hintergrundfeldes im MDK-Gebiet insgesamt bis zu 2.824 Zeitreihen in Stundenauflösung zur Verfügung, welche die ca. 1.000 deutschlandweiten Stationen ergänzen. Die Stationsdaten werden zur Interpolation des Hintergrundfeldes verwendet. Dieses wird ebenfalls mit der im ReKIS-Fortschrittsbericht von 2019 beschriebenen Methode bestimmt. Zielraster ist nun das MDK-Gebiet in 1 km² Auflösung. Dieses wird für die Jahre 2001 bis 2020 in Stundenauflösung gerechnet.

3.2 Lückenfüllen

Die Lückenfüllung erfolgt wie in Körner et al. (2018) beschrieben. Angelemt wird mit den vorhandenen Radardaten (Prediktanten) des jeweiligen Zeitschnittes sowie des zeitlichen Vorgängers und Nachfolgers. Als Prädiktoren sind die vorher erzeugten Niederschlagsfelder aus Stationsdaten definiert.

4 Ergebnisse

Insgesamt bestehen die Jahre 2001 bis 2020 aus 175.320 Rastern in Stundenauflösung. 34.797 Raster hiervon weisen im MDK-Gebiet Lücken auf. Diese Lücken wurde mit der Methodik aus Abschnitt 3.3 gefüllt. Weitere 476 stündliche Zeitschnitte fehlen vollständig. Zu diesen Zeitpunkten gibt es keine Radar-Rasterdaten. Somit stehen in diesen Fällen keine Daten zum Anlernen des Modells zur Verfügung. Stattdessen wurde für diese Fälle auf das Hintergrundfeld aus Stationsdaten für diesen Zeitpunkt zurückgegriffen. Insgesamt besteht das Produkt aus 175.320 Rastern mit je 113.309 Zellen im Untersuchungsgebiet. Multipliziert man die Anzahlen der Raster und Rasterzellen erhält man somit knapp 20 Mrd. einzelne Zellen. Etwas über 250 Mio. hiervon mussten gefüllt werden. Dies entspricht einem Anteil von rund 1,3%.

Neben den Rastern der Niederschlagsdaten, welche in der Einheit Millimeter pro Stunde [mm/h] abgelegt sind, werden Raster zur Datenherkunft erstellt. Mithilfe von "Flags" wird die Datenherkunft jeder einzelnen Rasterzelle angezeigt (Tabelle).

Tabelle: Flagging des Datensatzes mit Bedeutung

Flag	Bedeutung
0	Außerhalb MDK-Gebiet
1	Originaldaten Radolan - Version: 2017.002
2	Lückengefüllte Daten

Im Folgenden soll beispielhaft für einen Zeitschnitt aufgezeigt werden, welche Auswirkungen das Lückenfüllen auf das Radarprodukt hat. Der ausgewählte Zeitschnitt ist der 09.09.2013 3:00 Uhr. Dieser wurde ausgewählt, da erstens die Niederschlagssumme für diesen Zeitschnitt relativ groß ist und zweitens die Datenlücken durch Radarausfall mitten im Niederschlagsfeld liegen. Abbildung 2 zeigt hier die originalen Radolan-Daten des Zeitschnittes mit größeren Lücken im Gebiet Sachsen-Anhaltes.

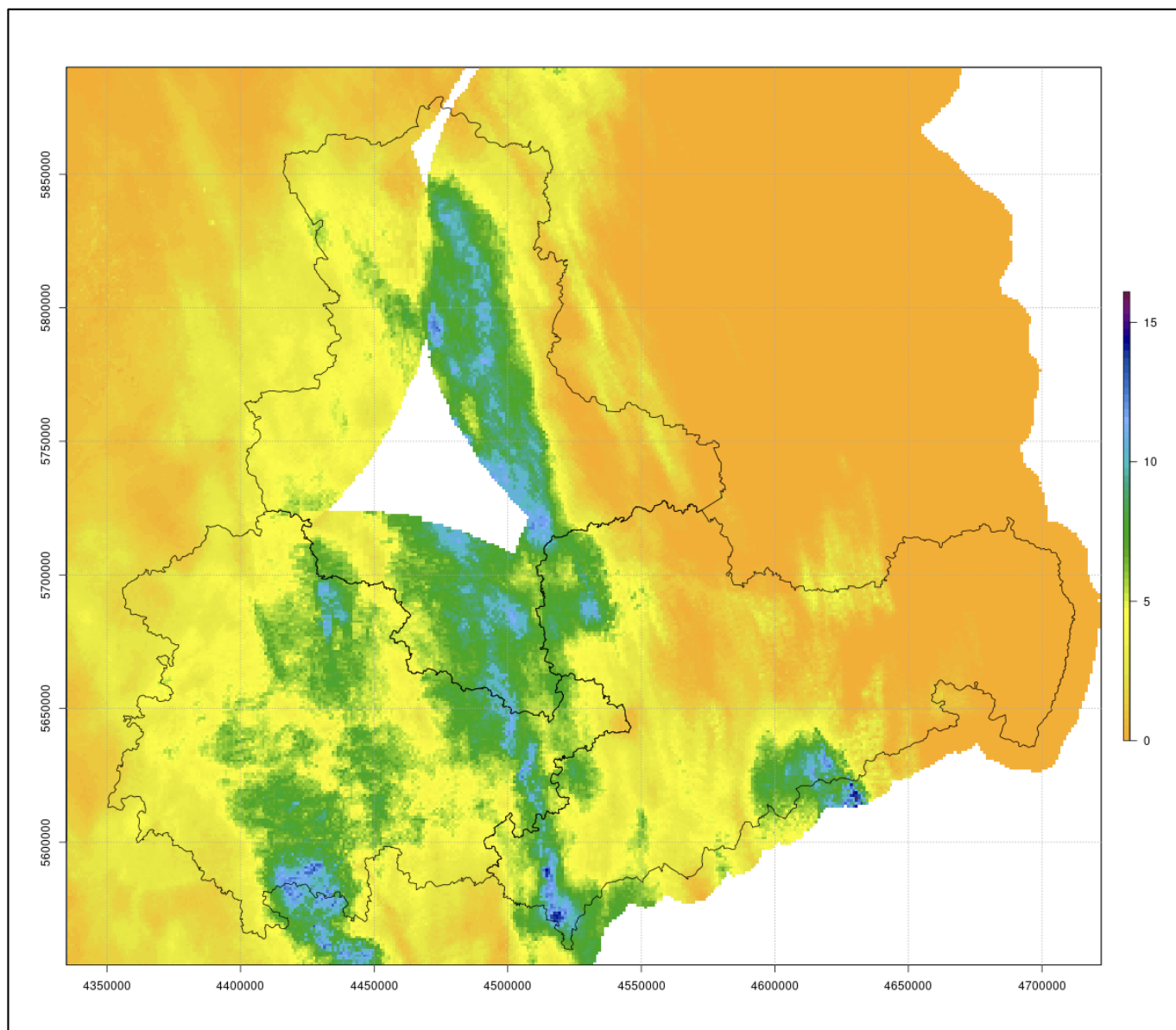


Abbildung 2: Darstellung der originalen Niederschlagsdaten aus Radolan für das MDK-Gebiet.

Nach der Anwendung des Algorithmus zur Lückenfüllung sind die Flächen ohne Daten gefüllt, es liegen also geschätzte Daten zur Niederschlagssumme vor (Abbildung 3).

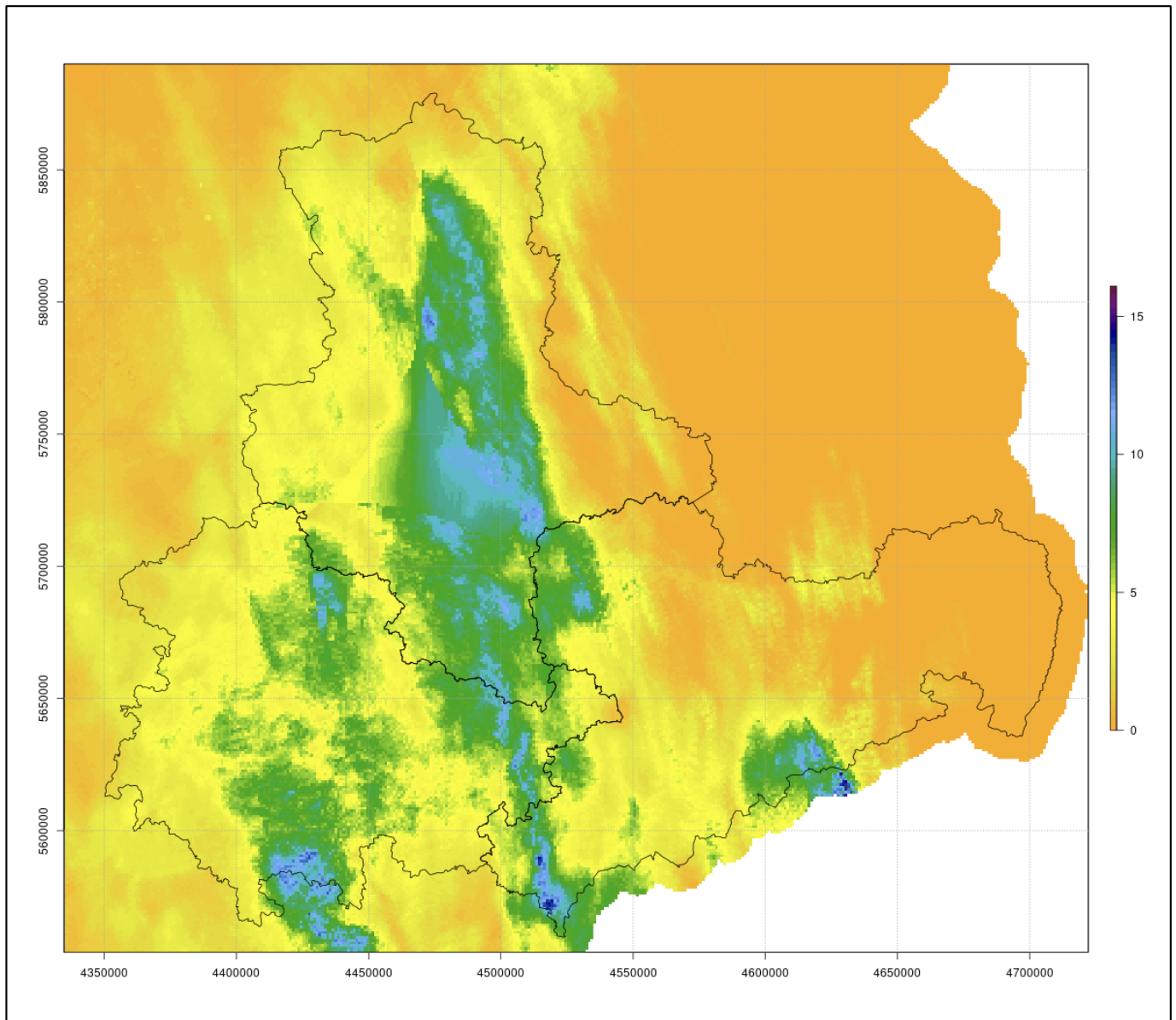


Abbildung 3: Darstellung des lückengefüllten Produktes für das MDK-Gebiet.

In Abbildung 4 ist das Hintergrundfeld zu sehen, welches mittels Kriging und Tps aus Stationsdaten erstellt wurde. Es ist deutlich zu sehen, dass die Messstationen in großen Bereichen des Gebietes, welches vom Ausfall des Radars betroffen sind, Niederschlag in relevanter Menge gemessen haben. Dieses Hintergrundfeld wird verwendet, um die Beziehungen zwischen selbigem und dem Radarprodukt mittels gradient boosting zu erlernen.

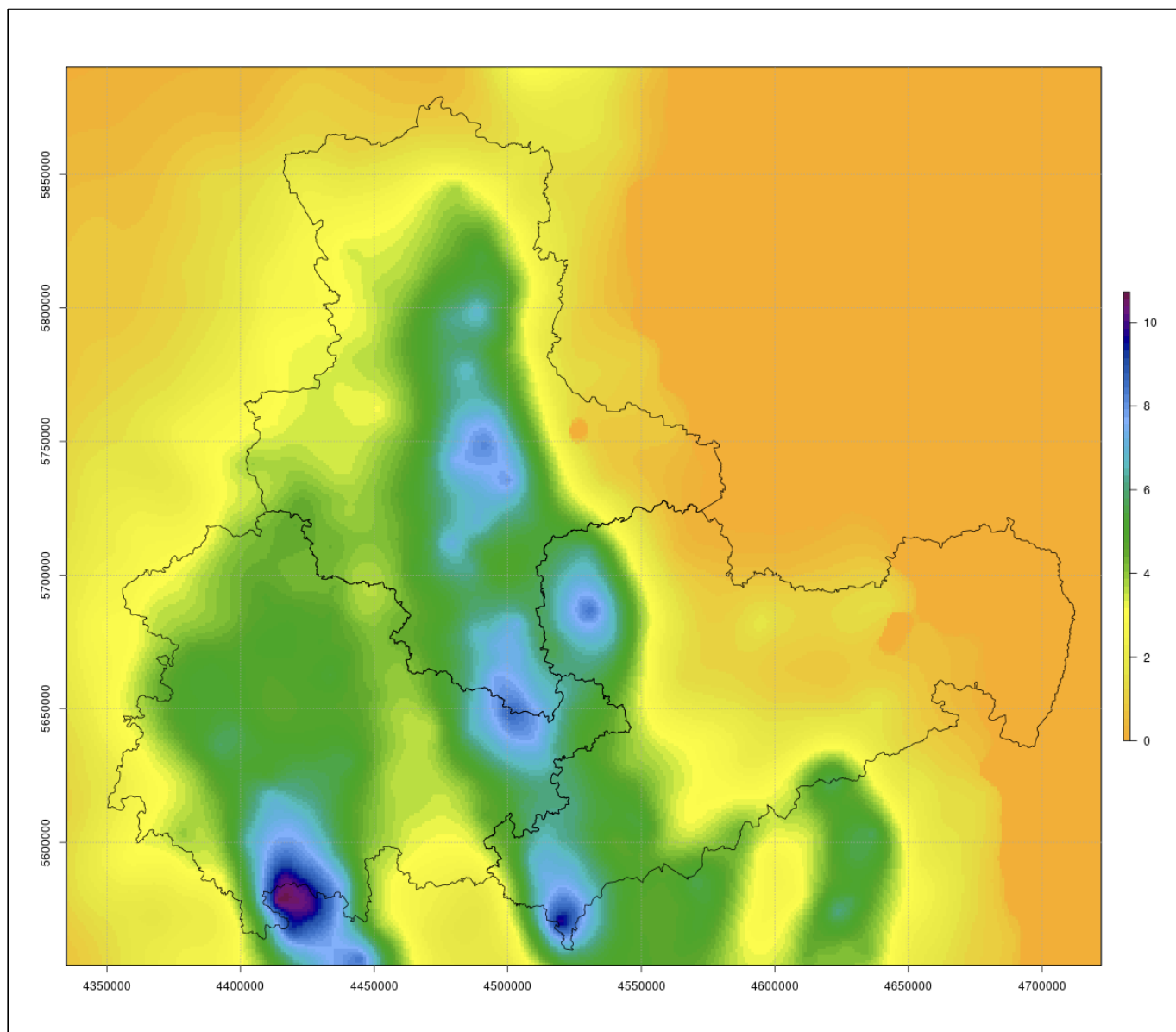


Abbildung 4: Darstellung des Hintergrundfeldes aus Stationsdaten für das MDK-Gebiet.

Abbildung 5 zeigt die Datenherkunft mittels flagging an. Gebiete mit "0" liegen außerhalb des Untersuchungsgebietes, für "1" sind Originaldaten verfügbar. Für Gebiete mit "2" musste eine Lückenfüllung durchgeführt werden. Neben den lückengefüllten Daten wie in Abbildung 2 werden auch die Daten zur Datenherkunft wie in Abbildung 5 zum Download bereitgestellt.

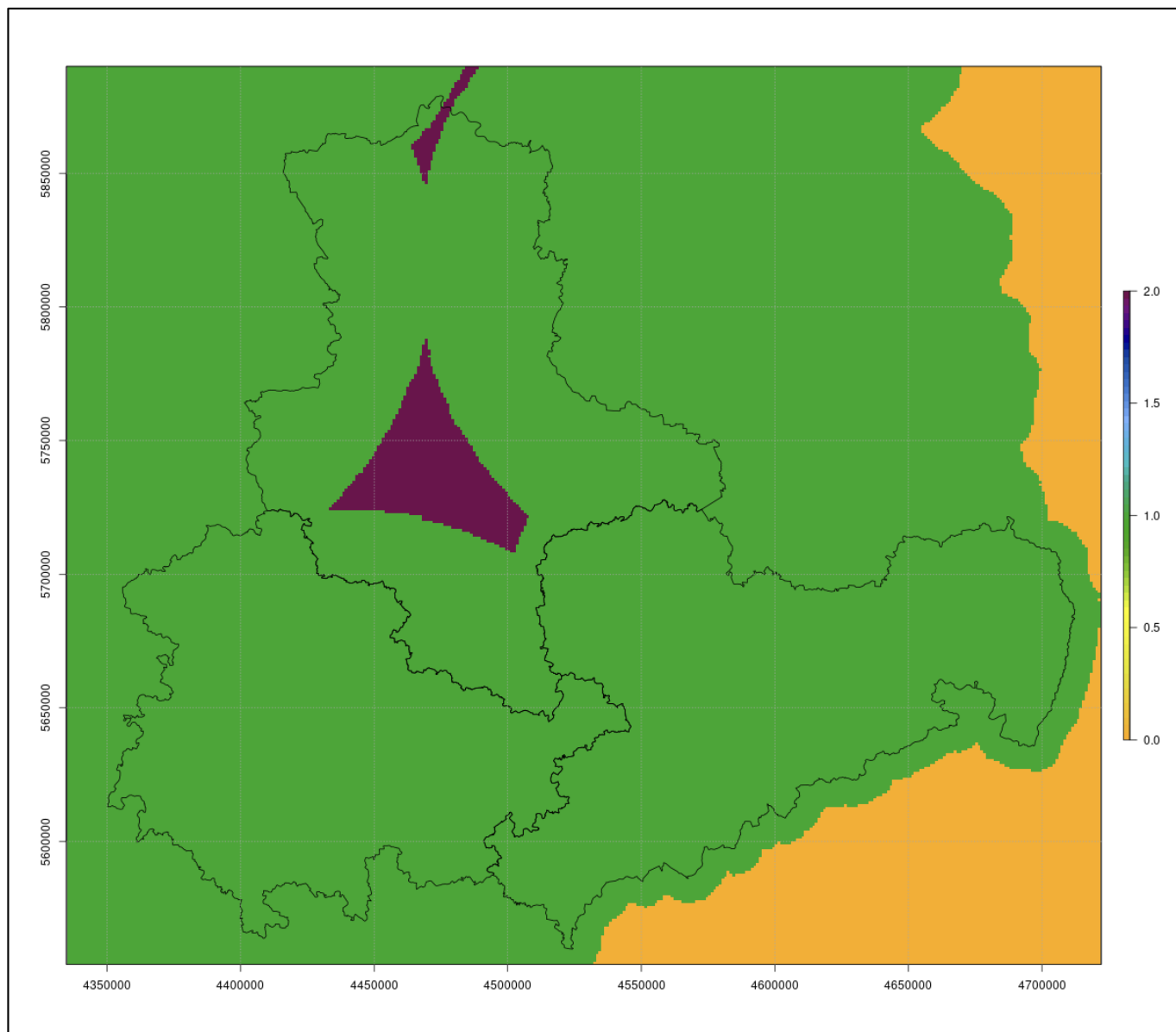


Abbildung 5: Darstellung der Datenherkunft für das MDK-Gebiet.

5 Verfügbarkeit

Die Niederschlagsraster und die Raster zur Datenherkunft werden über das Regionale Klimainformationssystem ReKIS verfügbar gemacht. Sie sind unter ReKIS Expert → Datensätze → Rasterdaten zu finden. Hiefür wurde die Web-Oberfläche von ReKIS EXPERT angepasst. Der Menü-Punkt "Rasterdaten (RakliDa)" wurde in "Rasterdaten" umgenannt. In diesem Daten-Tab wurden die Radardaten mit aufgenommen. Sie werden durch den ReKIS Web-Service in jährlich gepackten Datenpaketen zum Download bereitgestellt. Außerdem wurden zwei Informationsbutton installiert um eine kurze Produkt-Beschreibung mit anzubieten. Die Datenpakete des Radar-Produktes haben eine gepackte Größe von ca. 100 MB pro Jahr und die Flag-Raster von ca. 10 MB pro Jahr.

Literaturverzeichnis

- DWD. „RADOLAN/RADVOR Hoch aufgelöste Niederschlagsanalyse und –vorhersage auf der Basis quantitativer Radar- und Ombrometerdaten für grenzüberschreitende Fluss-Einzugsgebiete von Deutschland im Echtzeitbetrieb Beschreibung des Kompositformats Version 2.5.3“. Offenbach, 2021.
- KÖRNER, PHILIPP, RICO KRONENBERG, SANDRA GENZEL, UND CHRISTIAN BERNHOFER. „Introducing Gradient Boosting as a Universal Gap Filling Tool for Meteorological Time Series“. *Meteorologische Zeitschrift*, 2018, 369–76. <https://doi.org/10.1127/metz/2018/0908>.
- STRUVE, STEFAN, KAI PFANNSCHMIDT, FRANK HEYER, JOHANNES FRANKE, RICO KRONENBERG und MARCUS EICHHORN. „Mitteldeutsches Kernensemble (MDK) zur Auswertung regionaler Klimamodelldaten - Dokumentation - Version 1.0“. Halle (Salle), 2020.
- WINTERRATH, TANJA, CHRISTOPH BRENDEL, MARIO HAFFER, THOMAS JUNGHÄNEL, ANNA KLAMETH, EWELINA WALAWENDER, ELMAR WEIGL, und ANDREAS BECKER. *Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie*, 2017.

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: lfulg@smul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Das LfULG ist eine nachgeordnete Behörde
des Sächsischen Staatsministeriums für Energie,
Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft.

Diese Veröffentlichung wird finanziert mit
Steuermitteln auf Grundlage des von den
Abgeordneten des Sächsischen Landtags
beschlossenen Haushalts.

Autor:

Philipp Körner

iamk GmbH, Institut für angewandte Meteorologie
und Klimatologie

Klingestraße 1, 01159 Dresden

Telefon: + 49 176 45747729

E-Mail: philipp.koerner@iamk-gmbh.de

Redaktion:

Dr. Johannes Franke

LfULG, Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen /
Fachzentrum Klima

Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden

Telefon: + 49 351 2612-5501

E-Mail: johannes.franke@smekul.sachsen.de

Fotos:

Philipp Körner, iamk GmbH (Titelbild)

Auflage:

1. Auflage

Redaktionsschluss:

12.01.2022

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 verfassungs-
mäßigen Verpflichtung zur Information der Öffent-
lichkeit 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 Wahlveranstal-
tungen, an Informationsständen der Parteien
sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben
parteilichtischer Informationen oder Werbemittel.
Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur
Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de