



# Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie

*(Volltitel: Erstellung einer dekadischen radargestützten hoch-auflösenden Niederschlagsklimatologie für Deutschland zur Auswertung der rezenten Änderung des Extremverhaltens von Niederschlag)*

**Ein Projekt der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“  
von UBA, THW, BBK, BBSR und DWD**

**Projektleiterin:**

**Dr. Tanja Winterrath**  
Deutscher Wetterdienst

**Bearbeiter/innen:**

**Christoph Brendel, Anna Schmitt, Ewelina Walawender,  
Mario Hafer, Elmar Weigl**  
Deutscher Wetterdienst

## **2. Sachstandsbericht**

**Projektlaufzeit: 01. Juni 2014 – 31. August 2016**

**Berichtszeitraum: 16. November 2015 – 30. April 2016**

---

Datum: 29.04.2016

## 2. Sachstandsbericht

### **Absender (Zuwendungsempfänger)**

Name: Dr. Tanja Winterrath  
Straße: Frankfurter Straße 135  
Ort: 63067 Offenbach am Main  
Tel.: 069/80622978  
E-Mail: Tanja.Winterrath@dwd.de

Projekt / Thema: Erstellung einer dekadischen radargestützten hoch-auflösenden Niederschlagsklimatologie für Deutschland zur Auswertung der rezenten Änderung des Extremverhaltens von Niederschlag

Bearbeiter im BBSR Dr. Fabian Dosch  
Bearbeiterin im BBK Susanne Krings  
Bearbeiter im UBA Dr. Achim Daschkeit  
Bearbeiter im THW Tobias Nothhelfer  
Laufzeit 27 Monate; von 06/2014 – 08/2016



## Inhaltsverzeichnis

1	Arbeitspakete und Ablauf des Projektes (Projektskizze).....	4
2	Durchgeführte Arbeitsschritte und erreichte Ziele.....	5
a.	Modul2: Komplette Re-Analyse ab 2001 .....	5
b.	Modul3: Nutzerberatungs-Modul.....	9
3	Vergleich des Projektstandes mit dem verbindlichen Arbeits-, Zeit- und Finanzierungsplan .....	19
4	Wichtige Ergebnisse und andere wesentliche Ereignisse des Berichtszeitraums	19
5	Zusammenfassung.....	20
6	Literatur.....	20
7	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt .....	21

## 1 Arbeitspakete und Ablauf des Projektes (Projektskizze)

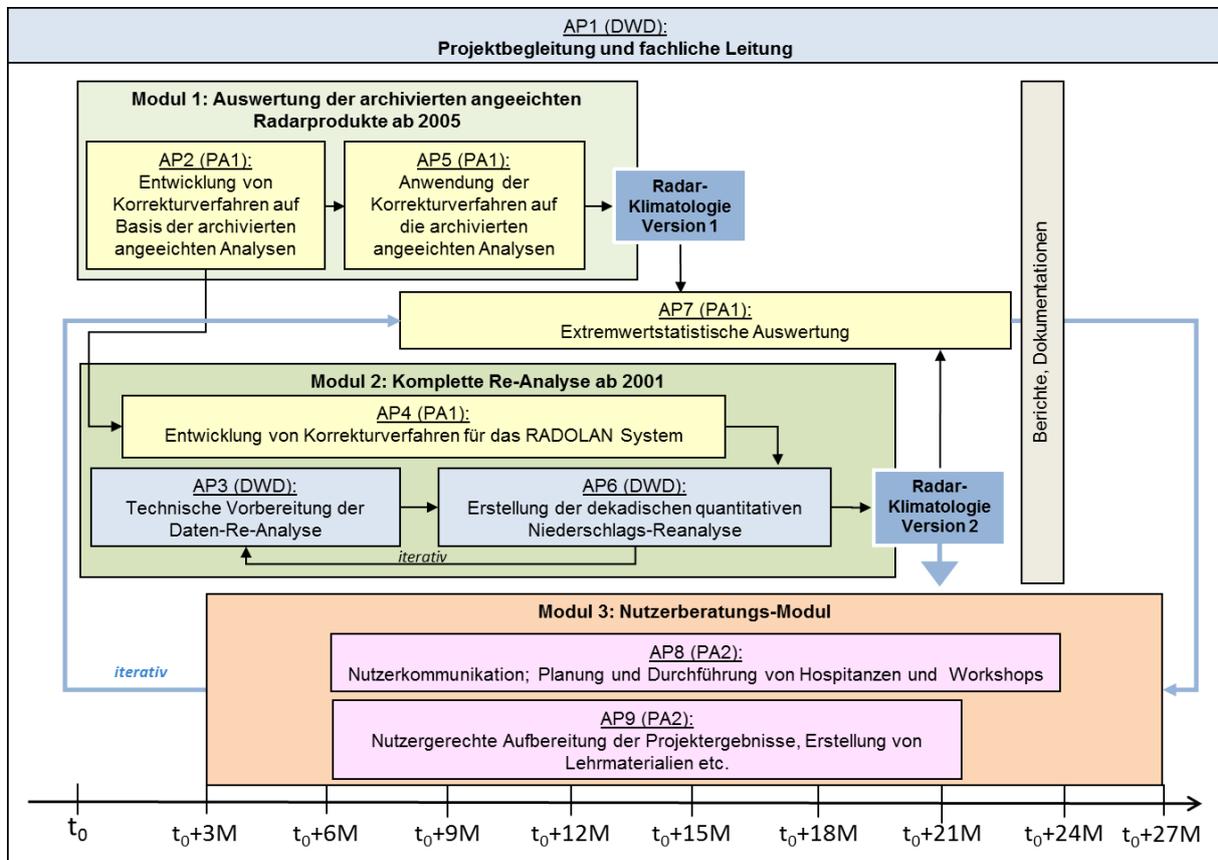


Abbildung 1: Projektplan des Projekts „Radarklimatologie“

Im Rahmen des Projekts mit einer Laufzeit von 27 Monaten werden insgesamt, wie in der vorstehenden Abbildung 1 dargestellt, neun Arbeitspakete in drei Modulen bearbeitet. Die im Rahmen des Berichtszeitraums des vorliegenden zweiten Sachstandsberichts bearbeiteten Arbeitspakete sind die folgenden:

AP1: Projektbegleitung und fachliche Leitung

### Modul2: Komplette Re-Analyse ab 2001:

AP3: Technische Vorbereitung der Daten-Re-Analyse

AP4: Entwicklung von Korrekturverfahren für das RADOLAN-System

AP6: Erstellung der dekadischen quantitativen Niederschlags-Reanalyse

AP7: Extremwertstatistische Auswertung

### Modul3: Nutzerberatungs-Modul:

AP8: Nutzerkommunikation; Planung und Durchführung von Hospitanzen und Workshops

AP9: Nutzergerechte Aufbereitung der Projektergebnisse, Erstellung von Lehrmaterialien etc.

## 2 Durchgeführte Arbeitsschritte und erreichte Ziele

### a. Modul2: Komplette Re-Analyse ab 2001

#### AP3: Technische Vorbereitung der Daten-Re-Analyse

##### Virtuelles Server-Cluster

Um eine weitere Beschleunigung der Reprozessierung zu erreichen, wurde eine Erweiterung und Optimierung des Rechenclusters durchgeführt. Neben der Erhöhung der Anzahl an eingebundenen virtuellen Servern wurde die Nutzung der Knoten pro Server optimiert, so dass nunmehr knapp 90 Rechenknoten zur Verfügung stehen.

##### RADOLAN-Software

Die RADOLAN-Software wurde erweitert, so dass auch eine reine Aneicherung ohne Vorprozessierung der Daten angesteuert werden kann. Somit konnte die Rechenzeit für eine Reanalyse auf Basis der RH-Daten auf ca. 2 Wochen Realzeit verkürzt werden.

##### Datenbanken

Um eine Speicherung der umfangreichen Endprodukte der Reanalyse sowie der Zwischenprodukte zu gewährleisten, wurden zusätzliche Datenklassen in den Datenbanken des DWD eingerichtet und getestet. Dies ermöglicht u. a. eine Bereitstellung im Rahmen der klimatologischen Auswertung korrigierter Daten für einen Reanalyselauf.

#### AP4: Entwicklung von Korrekturverfahren für das RADOLAN-System

##### Entfernungsabhängige Signalverstärkung

Im letzten Zwischenbericht wurde bereits umfänglich über die Entwicklungsarbeiten zur entfernungsabhängigen Signalverstärkung berichtet. Im Rahmen des Berichtszeitraums wurden die Untersuchungen fortgeführt und vertieft.

Die Bestimmung der entfernungsabhängigen Korrekturfunktion erfolgte im gezeigten Beispiel auf der Basis der Jahresniederschlagssummen, die einen linearen Abfall mit der Entfernung bzw. – damit verbunden - der Messhöhe ergaben. Eine der Hauptursachen für die Abnahme des Signals mit der Höhe über dem Erdboden ist neben der Aufweitung des Messvolumens mit der Entfernung sowie der Dämpfung des Radarsignals auf dem Weg durch die Atmosphäre das sogenannte „Overshooting“. Letzteres ist besonders bei winterlichen stratiformen Niederschlägen ausgeprägt, wenn die Wolkendecke unterhalb des Radarstrahls liegt. Saisonale bzw. Intensitätsabhängigkeiten wurden bereits in WAGNER ET AL. (2014) dokumentiert. Im Rahmen des Berichtszeitraums wurden die Untersuchungen daher verfeinert und stehen kurz vor dem Abschluss. Ziel ist die Erstellung korrigierter Eingangsdaten (DX-Produkt), die als Ausgangsprodukt für einen neuen Reanalyselauf Verwendung finden.

## Softwareanpassungen

Im Rahmen der Optimierung der Reanalysesoftware wurden darüber hinaus einige kleinere Anpassungen durchgeführt, die aufgrund der starken Erhöhung der Anzahl von Aneichstationen notwendig geworden waren:

- Verbesserung der Gewichtungsfunktion bei der Interpolation von Punktwerten
- Verkleinerung des Radius bei der Interpolation von Punktwerten
- Erhöhung des relativen Anteils an Kontrollstationen

## AP6: Erstellung der dekadischen quantitativen Niederschlags-Reanalyse

### Erfolgreiche Durchführung des Reanalyselaufs V2016.003

Im Rahmen des Berichtszeitraums wurde ein neuer Reanalyselauf V2016.003 erfolgreich durchgeführt. Da die Änderungen ausschließlich das Aneichmodul der Software betrafen, konnte ein reduzierter Lauf auf der Basis der archivierten RH-Daten der vorherigen Reanalyse durchgeführt werden. Im Vergleich zur vorherigen Version wurden folgende Änderungen durchgeführt:

- Berücksichtigung aller verfügbaren Tagesdaten über das Disaggregierungsverfahren
- Verwendung zusätzlicher digitalisierter Niederschlagsdaten
- Optimierung der Softwareeinstellungen

Abbildung 2 zeigt als Beispiel die Verbesserung der Reanalyse aufgrund der Verwendung zusätzlicher Tagesniederschlagsdaten in der Aneichung am Beispiel des 13.08.2002 in Bayern. Es zeigen sich deutlich die Reduktion synthetischer Interpolationsstrukturen sowie die bessere Erfassung der starken Niederschläge im Berchtesgadener Land.

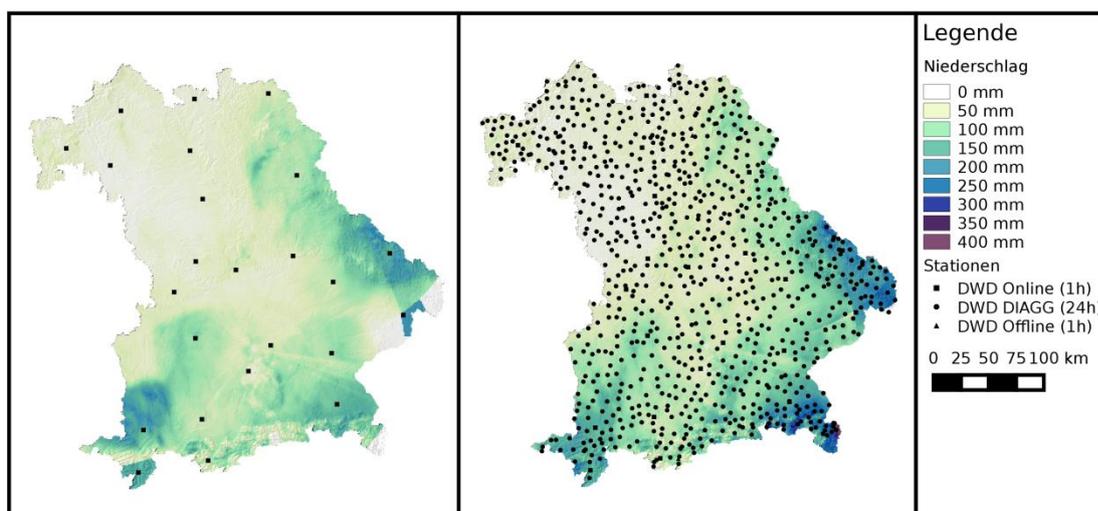


Abbildung 2: Verbesserung der Reanalyse aufgrund der zusätzlichen Verwendung der Tagesniederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes; Bayern, 13.08.2002 (Karte: BKG).

## AP7: Extremwertstatistische Auswertung (und abgeleitete Produkte)

### Statistische Niederschläge

Zur Ermittlung der statistischen Niederschläge wurde das DWA-Arbeitsblatt 531 zu Grunde gelegt. Hier werden die Extremwerte unter Verwendung einer Gumbelverteilung angenähert. Die Analyse der Ergebnisse deutet auf eine etwaige leichte Unterschätzung der statistischen Niederschläge im Vergleich mit den KOSTRA-DWD-basierten Bemessungsniederschlägen hin. Ursache hierfür können die unterschiedlichen Datengrundlagen (Punkt- gegenüber Volumenmessungen; Interpolationseffekte) sein. Darüber hinaus wurde der gewählte Ansatz untersucht und anschließend die Ausreißerbehandlung modifiziert sowie die Anzahl der verwendeten Ränge reduziert.

Es können in den Messungen sowohl Ausreißer aufgrund von Fehlmessungen als auch statistische Ausreißer auftreten. Letztere sind Extremereignisse, die zufällig innerhalb des 15-Jahres-Zeitraums aufgetreten sind, eigentlich aber eine deutlich längere Wiederkehrzeit besitzen. Es zeigte sich, dass auf der Basis des gewählten Kriteriums Ausreißer sehr effektiv aus der Datenreihe entfernt wurden, was ein deutliches Absinken der statistischen Niederschläge bewirkte, aufgrund der noch vorhandenen Fehlwerte jedoch als notwendig erachtet wurde. Das Kriterium zur Ausreißererkenntnis wurde im Rahmen des Berichtszeitraums abgeändert, so dass eine reduzierte Anzahl an Ausreißern detektiert und entfernt wird. Perspektivisch ist eine Überprüfung und etwaige Änderung der Extremwertverteilung zur besseren Berücksichtigung der statistischen Ausreißer notwendig.

### R-Faktoren

Auf dem 1. Nutzerworkshop des Projekts im Februar 2015 wurde die Ermittlung deutschlandweit einheitlicher, hoch-aufgelöster R-Faktoren gewünscht. Im Berichtszeitraum wurde eine Software erstellt, die pixelweise die jährlichen sowie jahreszeitlichen und monatlichen R-Faktoren bestimmt. Grundlage der Berechnung nach DIN 19708 sind die RW-Stundensummen. Eine Berechnung auf der Basis der 5-Minuten-Daten ist geplant.

Ein erster Vergleich mit Referenzdaten der BGR auf der Basis interpolierter Jahresniederschlagssummen zeigt ein ähnliches räumliches Muster, aber deutlich mehr Details.

Noch ausstehend ist die Einordnung der Extremwerte in die Bestimmung der R-Faktoren, die lokal – auch im 15-jährigen Mittel – von Einzelereignissen bestimmt sind. Hier sollen perspektivisch die Auswertungen auf Basis der DWA-A 531 Verwendung finden.

## Ausblick

### Nächste Reanalyseläufe

Folgende Reanalyseläufe sind in Planung:

- Nur Aneichung:
  - Verwendung von Daten aus externen Messnetzen
  - Testlauf auf Basis der POLARA-Recalc-Rechnung (es liegt bislang nur ein Testjahr 2014 vor)
  - Verifikationsläufe
- Komplette Reanalyse:
  - Produktion korrigierter DX-Daten als Basis für die Reanalyse

### Verifikation und Sensitivitätsstudien

Im Rahmen des Projekts ist eine Verifikation der Reanalyseprodukte geplant. Da alle verfügbaren Daten in die Reanalyserechnungen eingehen, ist keine direkte Verifikation der Ergebnisse möglich. Aus diesem Grund ist es notwendig, spezielle Verifikationsreanalysen durchzuführen.

Die Verifikation wird auf der Basis von Tagesniederschlägen durchgeführt. Hierzu werden verschiedene repräsentative Gruppen von Tagesniederschlagsstationen erstellt, vom jeweiligen Reanalyselauf ausgeschlossen und anschließend als Verifikationsbasis verwendet. Um eine aussagekräftige Verifikation zu erreichen, werden mehrere Verifikationsbasen verwendet. Aufgrund der Berechnungsdauer jeder Verifikationsreanalyse von ca. 2 Wochen, ist eine Beschränkung der Anzahl der Verifikationsläufe dennoch erforderlich.

Darüber hinaus sind Sensitivitätsuntersuchungen bezüglich der in der Software frei wählbaren Parameter geplant. Diese umfassen z. B. den Interpolationsradius und die Auswahl der Kontrollstationen für die interne Gewichtung der Aneichverfahren. Ziel ist hierbei, den Spread der Ergebnisse zu quantifizieren. Auch diese Untersuchungen sind durch den Berechnungsaufwand limitiert.

## **b. Modul3: Nutzerberatungs-Modul**

### **AP8: Nutzerkommunikation; Planung und Durchführung von Hospitanzen und Workshops**

#### Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des 2. Nutzerworkshops

Im Berichtszeitraum wurden im Arbeitspaket 8 hauptsächlich Arbeiten für den 2. Nutzerworkshop durchgeführt. Diese umfassten einerseits die Planung und Organisation der Veranstaltung in den Räumlichkeiten des DWD in Offenbach, die Erstellung von Präsentationsmaterial, die Moderation der Veranstaltung, die Kommunikation mit den Teilnehmern, die Organisation von Gastvorträgen sowie die Nachbereitung der Veranstaltung.

#### Konzept und Ablauf des Nutzerworkshops

Der zweite Nutzerworkshop „Radarklimatologie“ fand am 21.04.2016 in den Räumlichkeiten des DWD in Offenbach statt. An der Veranstaltung nahmen inklusive der Projektpartner 43 Personen teil, allen Interessenten wurde somit eine Teilnahme ermöglicht.

Das Konzept des 2. Nutzerworkshops sah einerseits eine Projektinformation zu Anfang der Veranstaltung vor, so dass Teilnehmer, die nicht am 1. Nutzerworkshop teilgenommen hatten, einen Einstieg in das Projekt erhalten haben. In einem zweiten Teil nach der Mittagspause lag der Fokus auf der Anwendung der Radardaten des Deutschen Wetterdienstes. Hierzu wurden vier Vortragende aus den Bereichen Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Ingenieurwesen eingeladen um ihre aktuellen Forschungen, Anwendungen bzw. Projekte vorzustellen, in denen die Radardaten Anwendung finden. Weiter wurde bei der Veranstaltung viel Wert auf den Austausch unter den Teilnehmern gelegt und daher in einer einstündigen Kaffeepause nach den Impulsvorträgen und Diskussionen Raum für Gespräche und zur Diskussion der zahlreichen Poster der Teilnehmer gegeben. In einer anschließenden Feedbackrunde bestand die Möglichkeit für die anwesenden Projektpartner die bisherigen Projektergebnisse für ihren Fachbereich einzuordnen, zu bewerten und weitere Anforderungen bis zum Ende der Projektlaufzeit zu formulieren.

Nach der Begrüßung durch die Leiterin der Abteilung Hydrometeorologie, Dr. Annegret Gratzki, führten die Projektleiterin Dr. Tanja Winterrath sowie die beiden Projektangestellten Christoph Brendel und Anna Schmitt in das Projekt ein und stellten erste Ergebnisse vor.

Eine Zusammenfassung des Vortrages des DWD sowie der anschließenden Impulsvorträge findet sich in der Workshop-Dokumentation.

Der erste Impulsvortrag von Franziska Fischer beschäftigte sich mit einer Anwendungsstudie zur Verwendung der RADOLAN-Daten bezogen auf die Berechnung von ereignisbezogenen R-Faktoren (der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung).

Der zweite Vortrag von Angela Pfister (Emschergenossenschaft/Lippeverband) sowie Marc Scheibel (Wupperverband) beschäftigte sich mit Online- und Offline- Anwendungen der Ra-

ardaten des Deutschen Wetterdienstes in genannten Wasserwirtschaftsverbänden und dem Nutzen einer Radarklimatologie im Allgemeinen.

In einem dritten Impulsvortrag stellte Prof. Ernesto Ruiz Rodriguez von der Hochschule Rhein-Main in Wiesbaden Arbeitspakete aus dem KLIMPRAX-Projekt vor. Hierbei sollen einerseits RADOLAN-Daten zur Auswertung von Starkniederschlagsereignissen in Hessen herangezogen werden, sowie geeignete Werkzeuge entwickelt werden, die den Umgang mit den RADOLAN-Daten in der Praxis vereinfachen. Ein Ziel ist es u. a. mithilfe der RADOLAN-Daten Starkregen-Gefahrenkarten sowie regionale Starkregen-Abfluss-Karten für Hessen zu erstellen.

In der Posterausstellung am Nachmittag wurde den Teilnehmern Raum geboten, ihre eigenen Arbeiten und Projekte zu präsentieren und zu diskutieren. Insgesamt wurden etwa 10 Poster zur Starkniederschlagsthematik ausgestellt.

### Nachbereitung und Ergebnisse des 2. Nutzerworkshops

Die Inhalte des 2. Nutzerworkshops wurden in einer Dokumentation zusammengeführt und an die Teilnehmer und Teilnehmerinnen versandt sowie auf der Projektwebseite zum Download zur Verfügung gestellt. Die Vortragsfolien der Gastredner des Nutzerworkshops sowie die des Projektteams sind auf der Projektwebseite für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen mit einem bekannten Passwort zugänglich. Ebenfalls wurde ein kurzer Bericht zum 2. Nutzerworkshop auf der Webseite verfasst. Alle Teilnehmer des 2. Nutzerworkshops wurden ebenfalls eingeladen sich auf der Kommunikationsplattform auf dem BSCW-Server weiter auszutauschen. Insgesamt bot der 2. Nutzerworkshop viele Möglichkeiten des interdisziplinären Austausches, welche von den Teilnehmern genutzt wurden und in einem positiven Feedback resultierte.

## **AP9: Nutzergerechte Aufbereitung der Projektergebnisse, Erstellung von Lehrmaterialien etc.**

### Auswertung der 2. Reanalyse-Version und Vorstellung möglicher Endprodukte

Im Berichtszeitraum wurden die Reanalyse-Version 2016.003 (s. AP 6) fertig gestellt und erste Auswertungen hierzu durchgeführt. Ein Vergleich mit der Reanalyseversion 2014.002 zeigt Qualitätsverbesserungen, die u. a. auf die Erhöhung der Anzahl an Aneichstationen zurückzuführen sind (s. Abb. 3).

Die Daten der neuen Reanalyse-Version wurden in der GIS-Software aufbereitet und darauf basierend Grundauswertungen durchgeführt. Im Hinblick auf die Endprodukte der Radarklimatologie, die nach Veröffentlichung des Radarklimatologie-Datensatzes nach Ende des Projektes zur Verfügung stehen sollen, wurden in diesem Zuge Beispielprodukte entwickelt, die zum Teil auch auf dem 2. Nutzerworkshop vorgestellt und diskutiert wurden.

Hierzu zählen Basisprodukte mit rein meteorologischer Information der Radarklimatologie wie Niederschlagssummen, Niederschlagsmittel und Überschreitungen in verschiedenen

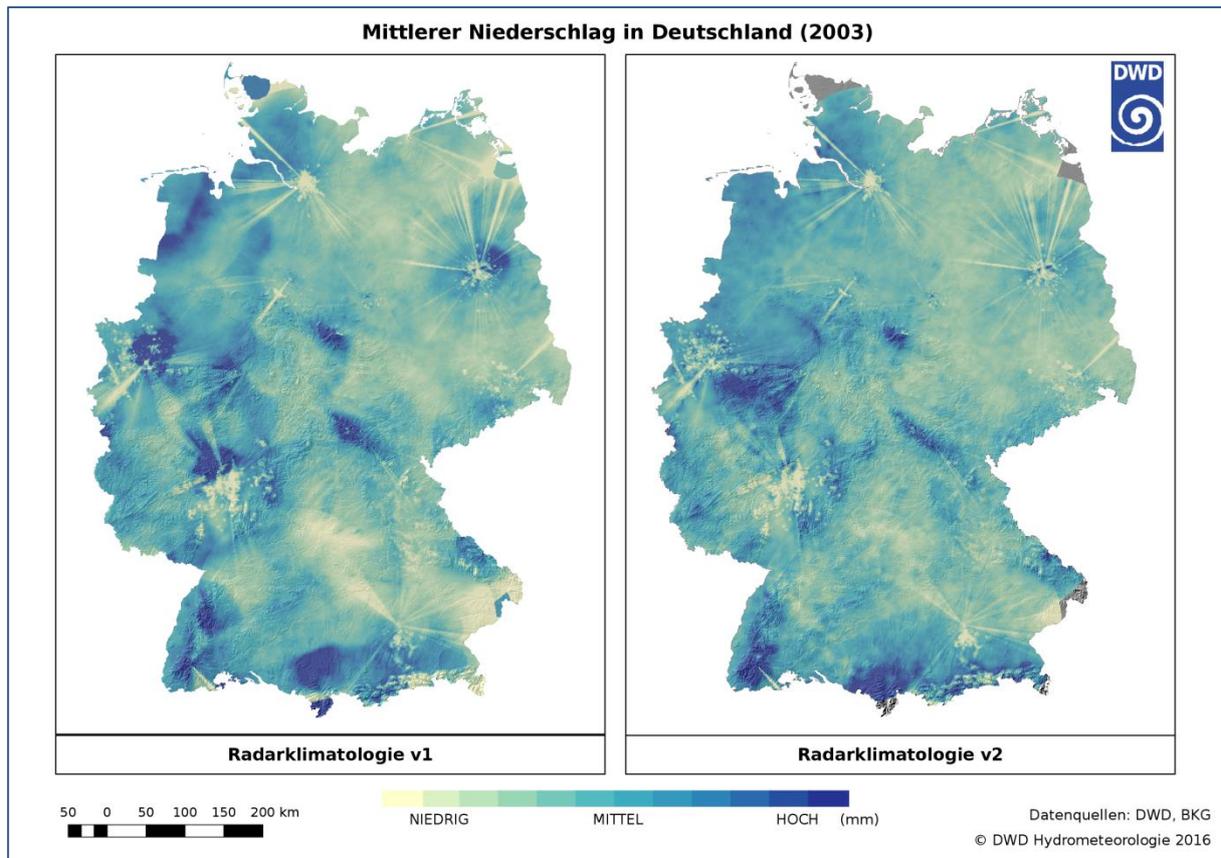


Abbildung 3: Vergleich der beiden Reanalyse-Versionen 2014.002 und 2016.003 für das Jahr 2003.

raum-zeitlichen Auflösungen. Abbildung 4 stellt die mittlere Jahresniederschlagssumme für den Zeitraum 2001-2015 dar. Die Verteilung der Niederschläge über Deutschland ist hieraus gut ersichtlich.

In Abbildung 5 sind die mittleren saisonalen Niederschlagssummen für den Gesamtzeitraum 2001-2015 abgebildet. Es lassen sich hier vor allem im Sommer Niederschlagsmaxima in den Alpen ausmachen, sowie im Winter in den Mittelgebirgen.

Abbildung 6 zeigt die Anzahl stündlicher Ereignisse für den Zeitraum 2001-2015 für Hessen, die im Durchschnitt einmal im Jahr oder seltener auftraten. Abgebildet sind weiter die Grenzen der Gemeinden mit mehr als 50 000 Einwohnern in Hessen. Eine solche Verschneidung macht es mithilfe der Zusatzinformation zur Bevölkerungsdichte in Hessen möglich, Gebiete mit einer hohen Bevölkerungsdichte abzuleiten, in denen in den letzten 15 Jahren häufig Starkniederschläge auftraten.

Im Rahmen der Basisauswertungen wird in der Restlaufzeit des Projektes eine einheitliche Gestaltung erarbeitet sowie das Produktangebot in dieser Kategorie bestimmt werden. Alle gezeigten Basisprodukte können für unterschiedliche räumliche (bis zu 1km) und zeitliche (bis zu 1h) Auflösungen generiert werden. Aufgrund einer Vielzahl an räumlichen und zeitlichen Variationen werden hier jedoch nur die gefragtesten Produkte standardmäßig angeboten werden können.

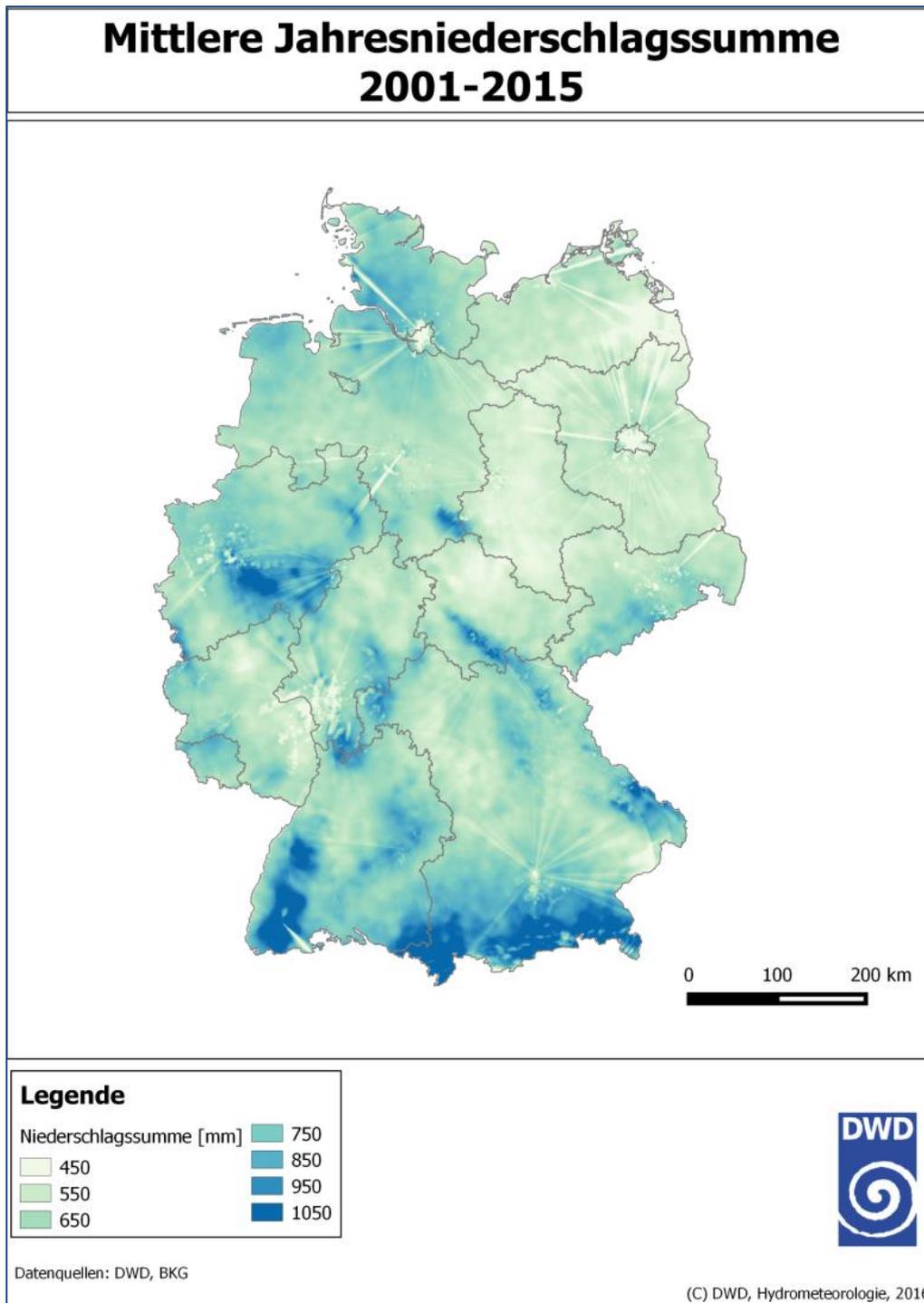


Abbildung 4: Beispiel für ein Basisprodukt: Mittlere Jahresniederschlagssumme für Deutschland für den Zeitraum 2001-2015.

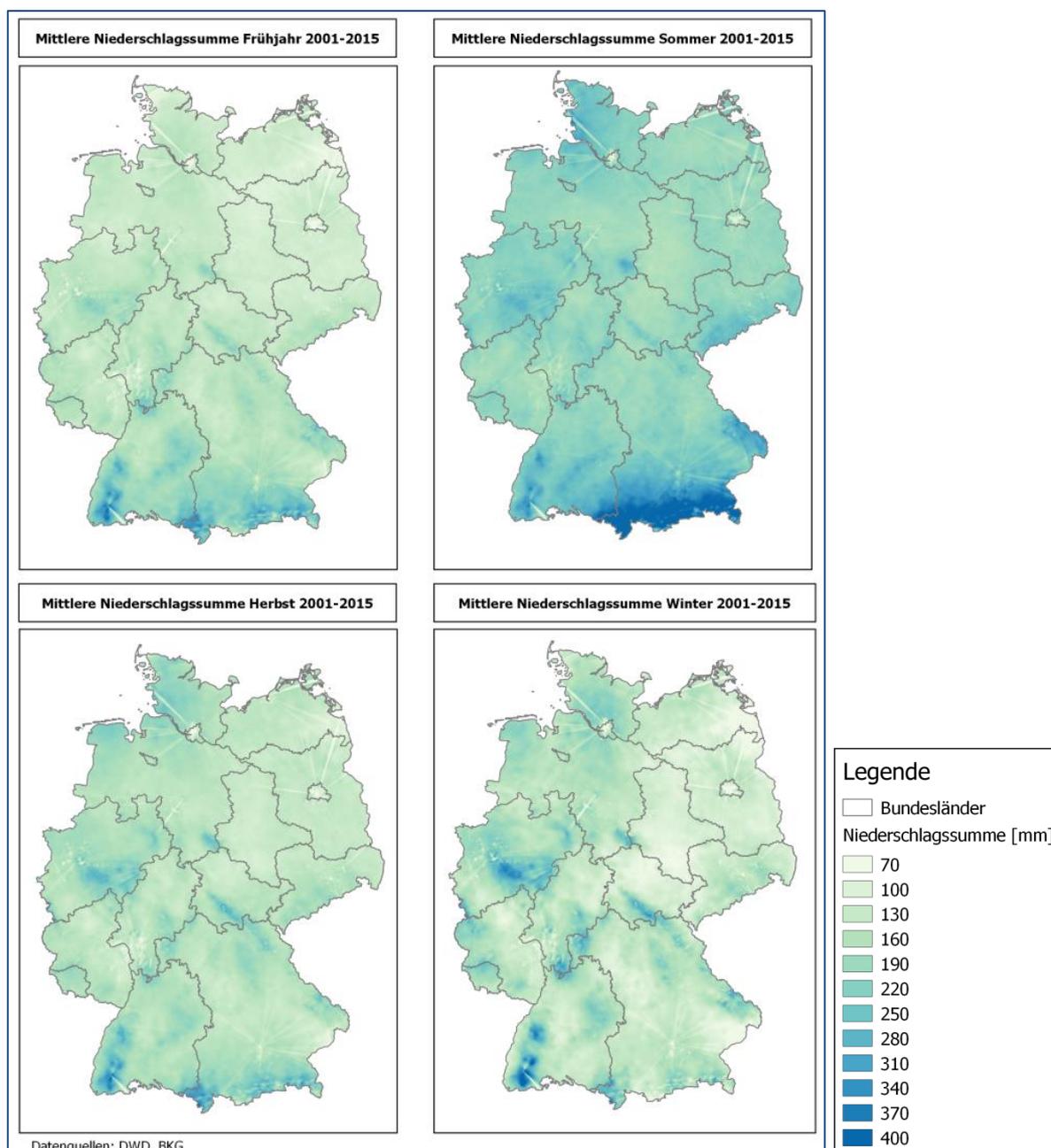


Abbildung 5: Beispiel für ein Basisprodukt: Mittlere saisonale Niederschlagssummen für den Zeitraum 2001-2015.

Weitere mögliche Produkte stellen extremwertstatistische Auswertungen für bestimmte Regionen und Städte dar. Erste Auswertungen der statistischen Niederschläge wurden bereits im 2. Zwischenbericht vorgestellt. Weitere Testgebiete wurden im Berichtszeitraum ausgewertet (s. Abb. 7), aber auch Berechnungen für Gesamtdeutschland angestellt (s. Abb. 8).

Auch extremwertstatistische Auswertungen sollen Eingang in den Endproduktkatalog finden. Hier können ebenfalls wie auch bereits bei den Basisdaten angesprochen nicht alle räumlichen und zeitlichen Permutationen als Produkte angeboten werden. Es wird hier ebenfalls eine Auswahl erfolgen müssen.

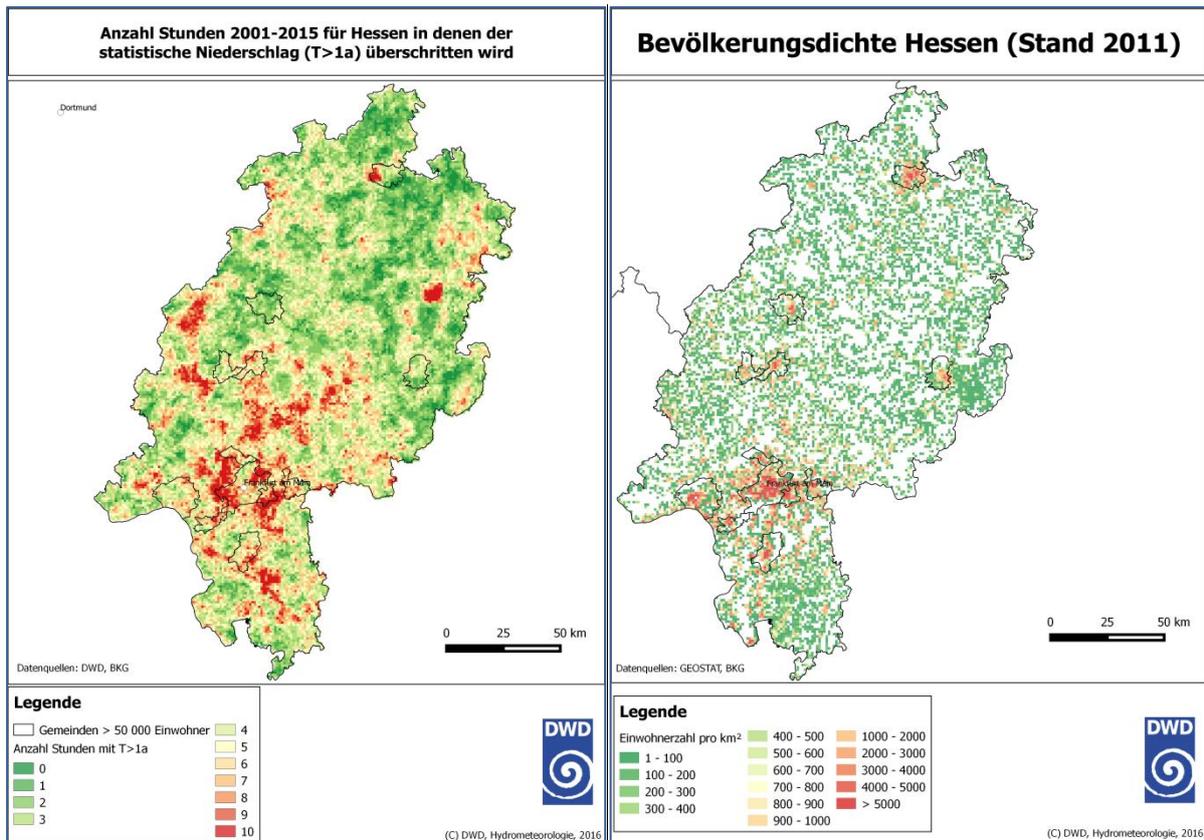


Abbildung 6: Beispiel für ein Basisprodukt: Anzahl der Stunden für den Zeitraum 2001-2015 für Hessen, in denen der statistische Niederschlag mit Wiederkehrzeit 1 Jahr überschritten wird und Bevölkerungsdichte für Hessen.

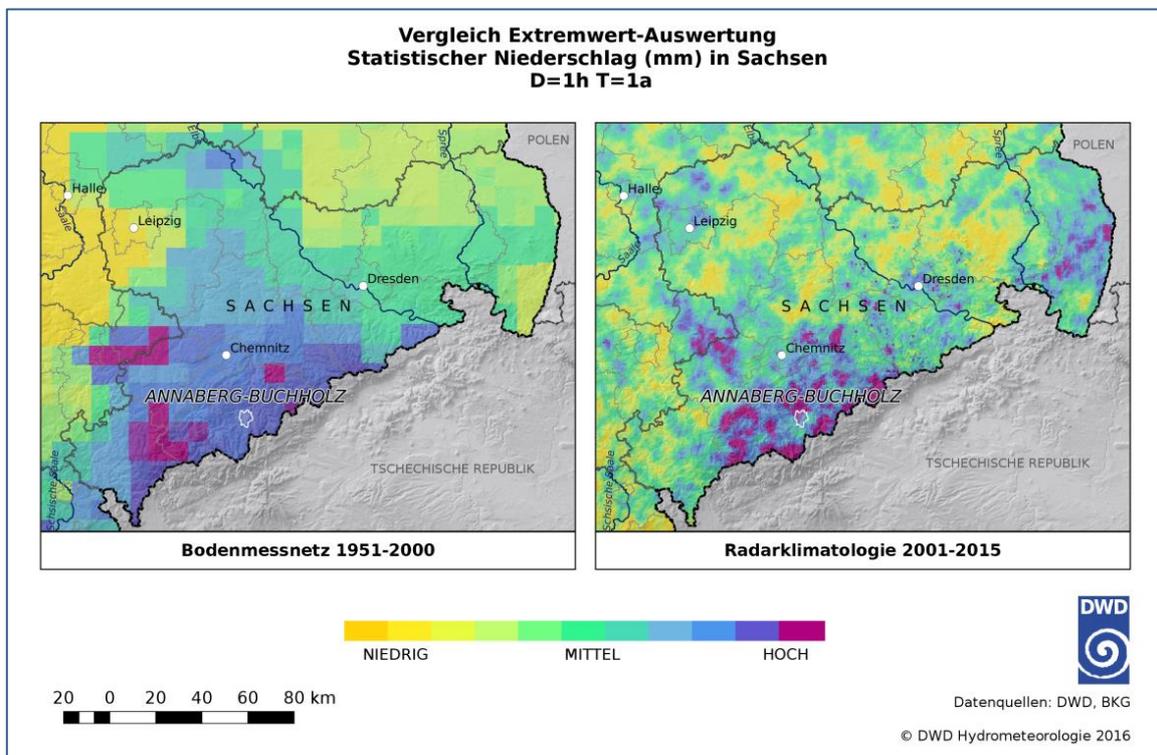


Abbildung 7: Beispielprodukt: Statistische Niederschläge für Sachsen (Dauerstufe 1h und Wiederkehrzeit 1a).

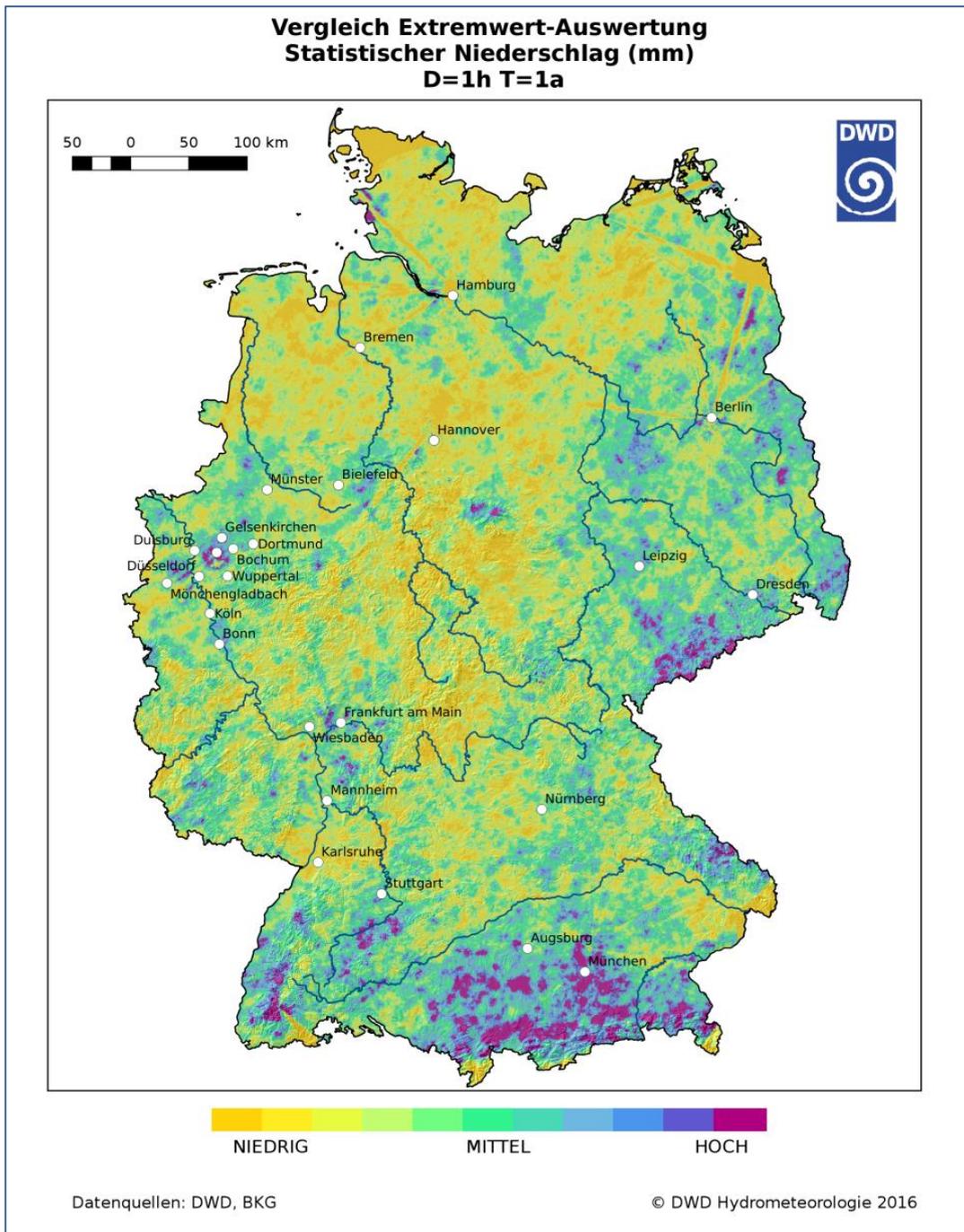


Abbildung 8: Beispielprodukt: Statistische Niederschläge für Deutschland (Dauerstufe 1h und Wiederkehrzeit 1a).

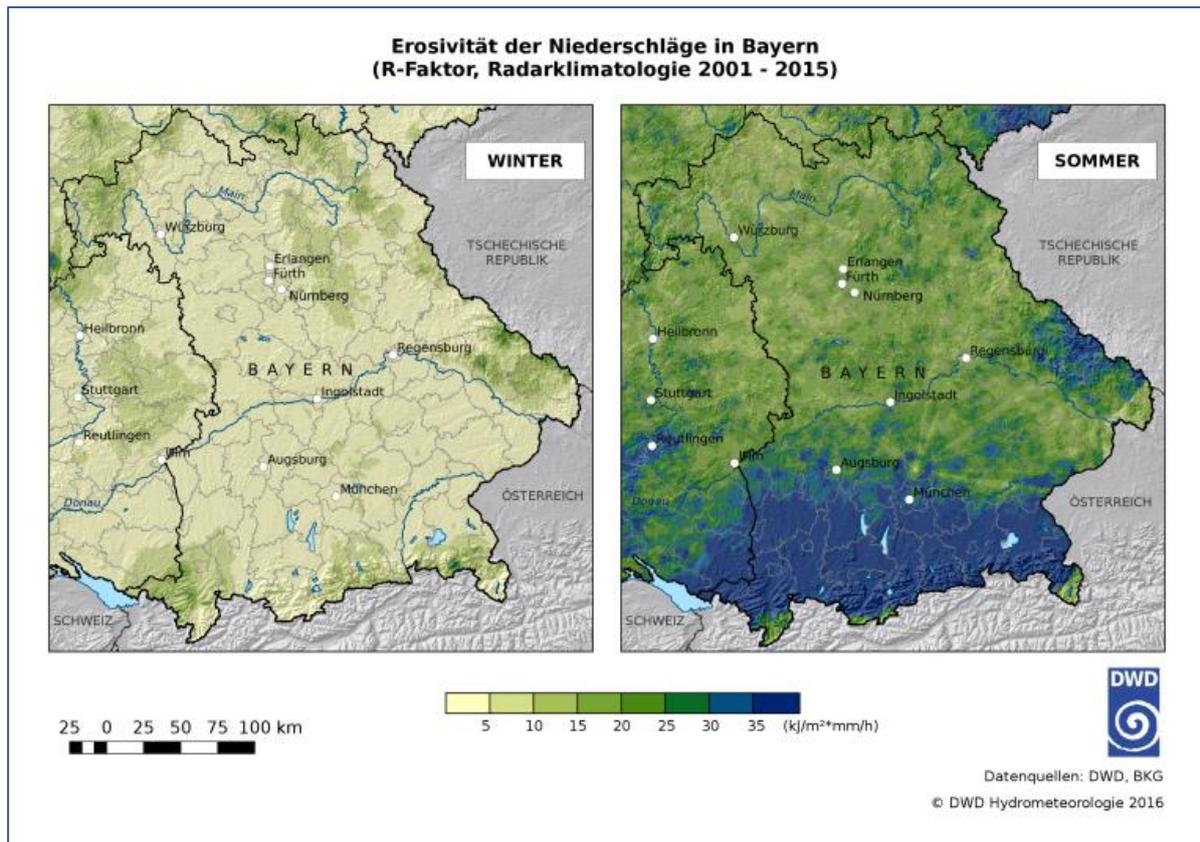


Abbildung 9: Beispielprodukt: Regenerosivität in Bayern im Winter- und Sommerhalbjahr auf Basis der 15-jährigen Radarklimatologie (2001-2015).

Eine dritte Produktkategorie der Endprodukte werden abgeleitete Produkte darstellen. Hierzu wurden ebenfalls erste Testprodukte erstellt. Der sogenannte R-Faktor (s. AP 7) kann mit Hilfe der Radarklimatologie-Daten berechnet werden, die statistische Belastbarkeit der 15 Jahre muss hierbei jedoch beachtet werden. Er ist ein Maß für die Regenerosivität und geht zusammen mit anderen Faktoren in die Allgemeine Bodenabtragsgleichung ein. Mithilfe der Radarklimatologie wurden R-Faktoren für den Gesamtzeitraum 2001-2015 berechnet. Räumlich wurden zunächst das komplette Bundesgebiet bzw. das Bundesland Bayern betrachtet (s. Abbildungen 9 und 10).

Weiterhin wurden erste Tests für weitergehende Fallstudien bzw. Sonderprodukte begonnen. Hierzu zählt beispielsweise die Auswertung der mittleren Radarniederschlagssumme abhängig von Wetterlagen der objektiven Wetterlagenklassifikation für die Sommermonate Juni – August (BISSOLLI u. DITTMANN, 2001).

Als Testgebiet wurde hierfür Köln verwendet (s. Abb. 11). Hohe Niederschläge werden dabei im Osten der Stadt bei Nordwest- sowie Südwest-Anströmung identifiziert. Bei Nordost-Anströmung werden die höchsten Niederschläge im Südwesten von Köln identifiziert, sowie bei Südost-Anströmung im Süden der Stadt. Bei der Bewertung der Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass die absoluten Niederschlagsmengen bei den beiden östlichen Anströmungsrichtungen deutlich geringer sind als bei den beiden westlichen Anströmungsrichtungen.

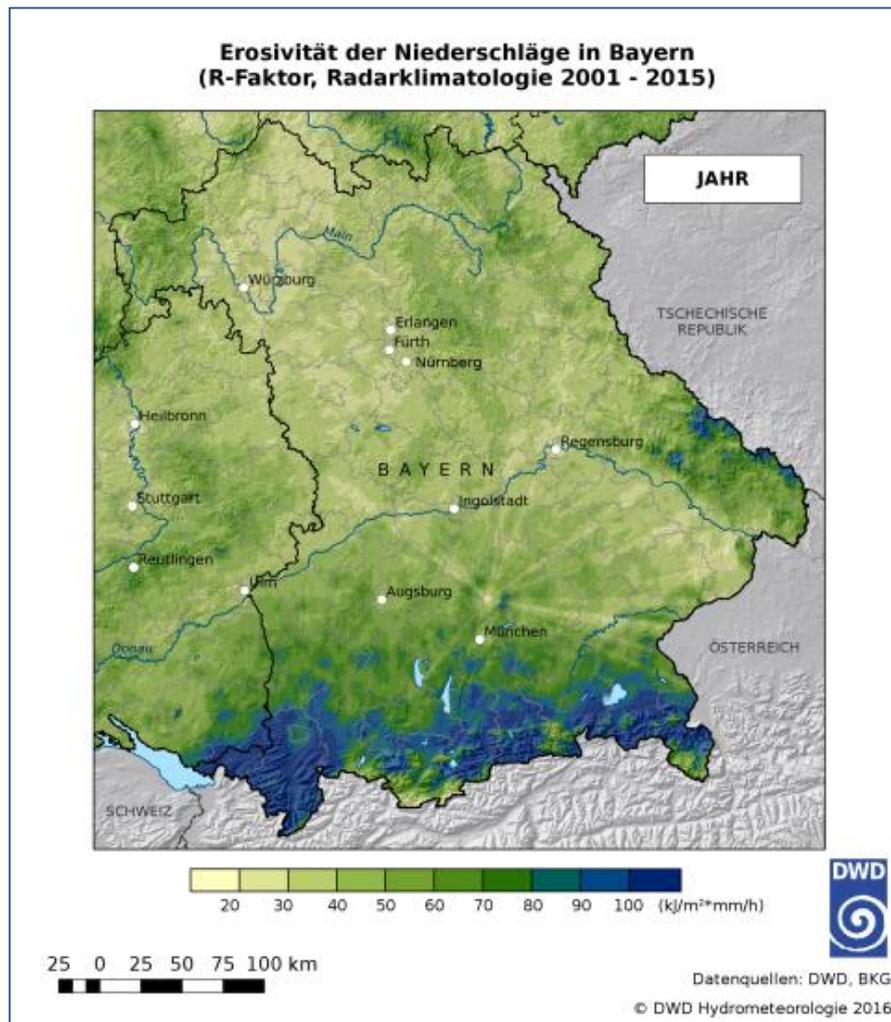


Abbildung 10: Beispielprodukt: Regenerosivität in Bayern für das gesamte Jahr auf Basis der 15-jährigen Radarklimatologie (2001-2015).

Die Verlagerung der Regionen mit maximalen Niederschlägen in Abhängigkeit von der vorherrschenden Anströmungsrichtung ist deutlich zu erkennen. Den größten Einfluss besitzt hierbei die komplexe Topographie in der Umgebung, vor allem das Bergische Land östlich von Köln. Ob auch die Stadt selbst, z. B. aufgrund der thermischen Gegebenheiten („urban heat island“), einen signifikanten Einfluss auf die Niederschlagstätigkeit besitzt, kann nur auf der Basis detaillierterer Studien unter Berücksichtigung zusätzlicher Datenquellen untersucht werden. Auswertungen für weitere Testregionen sollen hier bis Ende des Projektes erfolgen.

Weitere Analysen und Verschneidungen könnten ebenfalls mit Feuerwehreinsatzdaten durchgeführt werden, sollte eine Bereitstellung bis Ende des Projektzeitraumes möglich sein.

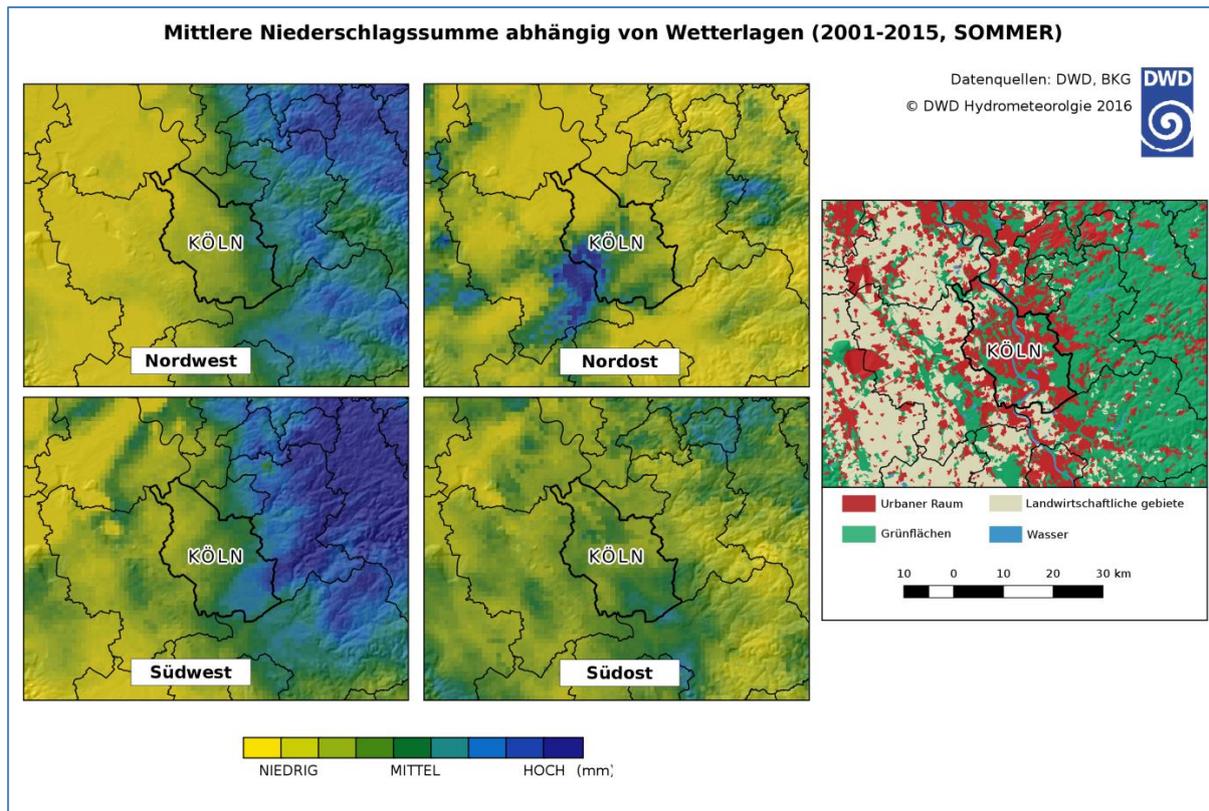


Abbildung 11: Beispielprodukt: Mittlere Niederschlagssummen für Köln abhängig von Wetterlagen für die Sommermonate des Gesamtzeitraumes 2001-2015.

### Webseite

Die Webseite wurde vor bzw. nach dem 2. Nutzerworkshop mit aktuellen Informationen ergänzt. Die Dokumentation des 2. Nutzerworkshops sowie die Gastvorträge können von den Teilnehmern des Workshops auf der Webseite heruntergeladen werden. Das lebende Dokument wurde in diesem Rahmen ebenfalls aktualisiert.

### **3 Vergleich des Projektstandes mit dem verbindlichen Arbeits-, Zeit- und Finanzierungsplan**

Wie in Kapitel 2 dargelegt, konnten alle vereinbarten Zwischenziele des Projekts erreicht werden. Es liegen keine grundlegenden Änderungen der Projektplanung vor. Die erneute Neubesetzung der Vollzeitstelle erfolgte zum 01.04.2016, so dass eine Fortführung der Projektarbeiten gewährleistet ist. Es sind keine Risiken bekannt, die die weitere erfolgreiche Durchführung des Projektes beeinflussen können.

### **4 Wichtige Ergebnisse und andere wesentliche Ereignisse des Berichtszeitraums**

- Optimierung der technischen Infrastruktur
- Weiterentwicklung der Korrekturverfahren auf der Basis lokaler Radardaten
- Arbeiten zur technischen Umsetzung der Korrekturverfahren
- Arbeiten zur Verwaltung und Einbindung zusätzlicher Messdaten
- Optimierung der RADOLAN-Software
- Durchführung der Reanalyse V2016.003 unter Verwendung der Tagesdaten
- Optimierung der Ausreißerkontrolle in der extremwertstatistischen Auswertung (DWA-A 531)
- Entwicklung abgeleiteter Produkte (R-Faktor)
- Planung und Durchführung des 2. Nutzerworkshops
- Pflege der Internetseite
- GIS-basierte Aufarbeitung und Visualisierung der Ergebnisse
- Erfolgreiche Einarbeitung der neuen Mitarbeiterin ab 01. April 2016

## 5 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts „Erstellung einer dekadischen radargestützten hoch-auflösenden Niederschlagsklimatologie für Deutschland zur Auswertung der rezenten Änderung des Extremverhaltens von Niederschlag“ liegt der 2. Sachstandsbericht nach einer Projektlaufzeit von 25 Monaten vor. Im Berichtszeitraum wurden dem Projektplan (s. Abbildung 1) entsprechend Arbeiten in den Modulen 2 und 3 durchgeführt.

Im Kontext des Moduls 2 wurden umfangreiche Arbeiten in Bezug auf die technische Infrastruktur durchgeführt, die eine effektive Steuerung und schnelle Berechnung der Reanalyse ermöglicht und (nach derzeitigem Stand im Bereich der DWD-IT) verstetigt. Darüber hinaus wurde eine neue Reanalyseversion V2016.003 unter Verwendung der Tagesdaten gerechnet und geprüft. Die komplexen Korrekturverfahren zum Ausgleich der entfernungsbedingten Signalreduktion wurden weiterentwickelt und getestet.

Die Auswertungen der Daten umfassen klassische statistische Auswertungen wie Jahresniederschläge, extremwertstatistische Analysen sowie abgeleitete Produkte (R-Faktor).

Im Kontext des Moduls 3 wurden umfangreiche Arbeiten zur Nutzerkommunikation durchgeführt. Diese umfassen die ständige Pflege und Aktualisierung verschiedener Informationsmaterialien wie der projektbezogenen Internetseite. Einen Schwerpunkt der Arbeiten bildeten die Vorbereitung und Durchführung des zweiten Nutzerworkshops am 21.04.2016, die Erstellung von Textmaterialien, die Akquise von Gastrednern und Teilnehmern und die Präsentation des Projekts im Rahmen eines Vortrags umfassend. Darüber hinaus wurden weitergehende Arbeiten zur Visualisierung der Projektergebnisse durchgeführt. Es wurden dabei zum einen Standardvisualisierungen verschiedener Produkte und zum anderen Karten von Basisprodukten erstellt.

Im Hinblick auf das Ende der Projektlaufzeit wurde besonderer Wert auf eine umfangreiche Dokumentation der Arbeiten sowie Automatisierung der Produktionsschritte gelegt.

Es konnten somit alle Zwischenziele des Projekts erreicht werden und keine Projektrisiken für die anstehenden Aufgaben erkannt werden.

## 6 Literatur

BISSOLI, P., DITTMANN, E. (2001): The objective weather type classification of the German Weather Service and its possibilities of application to environmental and meteorological investigations. *Meteorologische Zeitschrift* 10 (4), 253-260.

WAGNER, A., SELTMANN, J., KUNSTMANN, H. (2012): Joint statistical correction of clutters, spokes and beam height for a radar derived precipitation climatology in southern Germany. *Hydrology and Earth System Sciences* 16, 4101-4117.

## 7 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

### Vorträge:

BRENDEL, C., T. JUNGHÄNEL, T. WINTERRATH, A. SCHMITT, M. HAFER, E. WEIGL, A. BECKER. Entwicklung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie für Deutschland, Vortrag auf der DACH, Berlin, März 2016.

WINTERRATH, T., T. JUNGHÄNEL, C. BRENDEL, A. SCHMITT, E. WEIGL, M. HAFER: Bemessungswesen und Risikomanagement von Starkregen im urbanen Raum im Kontext des Klimawandels; Vortrag auf dem 13. Hochwasserschutzforum in der Metropolregion Rhein-Neckar; Dezember 2015.

SCHMITT, A., T. WINTERRATH, C. BRENDEL, T. JUNGHÄNEL, M. HAFER, E. WEIGL, A. BECKER: The German radar precipitation climatology and its fields of application in urbanized areas and urban flood risk mapping; Vortrag auf dem 10th International Workshop on Precipitation in Urban Areas (Pontresina, Schweiz); Dezember 2015.

### Poster:

BRENDEL, C., T. JUNGHÄNEL, T. WINTERRATH, A. SCHMITT, M. HAFER, E. WEIGL, A. BECKER: Towards a Radar-Based Precipitation Climatology for Germany – The Importance of Surface Precipitation Observation; Poster auf dem 10th International Workshop on Precipitation in Urban Areas (Pontresina, Schweiz); Dezember 2015.

### Textpublikationen:

WINTERRATH, T. (2016): Bemessungswesen und Risikomanagement von Starkregen im urbanen Raum im Kontext des Klimawandels. In: 13. Hochwasserschutzforum in der Metropolregion Rhein-Neckar, Schriftenreihe des Verbandes Region Rhein-Neckar, Heft 15, S. 1-9.

WINTERRATH, T. (2016): Hochaufgelöste Niederschlagsklimatologie für Deutschland zur nutzerspezifischen Analyse von Extremereignissen. In: Annalen der Meteorologie, Band 49, S. 39-42 (*im Druck*).

### Webpublikationen:

Projektwebseite mit Informationen zum Projekt unter:  
<ftp://ftp.dwd.de/pub/data/gpcc/radarklimatologie/index.html>.

## **Zweiter Sachstandsbericht**

Dr. Tanja Winterrath  
Deutscher Wetterdienst  
Geschäftsbereich Klima und Umwelt  
Abteilung Hydrometeorologie

April 2016

<ftp://ftp.dwd.de/pub/data/gpcc/radarklimatologie/index.html>