



Quelle: DWD-WarnWetterApp

Veranstaltung „Ergebnisse des Pilotprojektes ‚Starkregen – Ahrtal‘“
13. April 2023 – Mainz

Das Starkregenereignis vom 14.07.2021 aus meteorologischer und klimatologischer Sicht

Dr. Tanja Winterrath
Abteilung Hydrometeorologie
Deutscher Wetterdienst

*... mit Beiträgen von
Ewelina Walawender, Dr. Katharina Lengfeld, Thomas Junghänel,
Dr. Monika Rauthe, Rolf Ullrich und weiteren Kolleg:innen des DWD...*

Attributionsstudie zum „Tief Bernd“

Durch den anthropogenen Klimawandel¹ erhöhte sich...

- ➔ ... die max. Niederschlagssumme des Ereignisses um **3 bis 19%**
- ➔ ... die Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses um einen Faktor zwischen **1,2 und 9,0**

¹ globale Klimaerwärmung +1,2 K

Quelle: Kreienkamp et al., 2021: Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021

<https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf>



Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021



Quelle: Christina Nikogosian

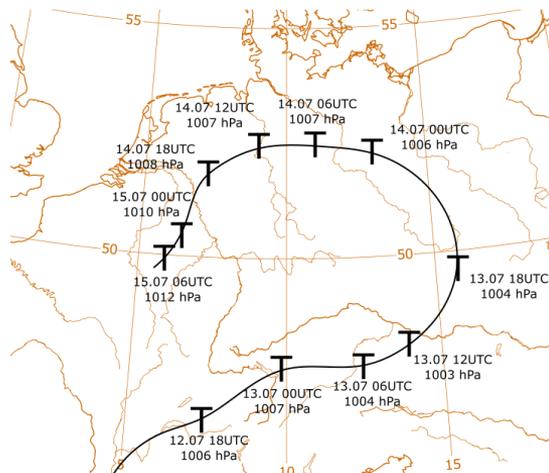
Das Ahrtalhochwasser im Juli 2021 – eine meteorologische Betrachtung

13. April 2023

Dr. Tanja Winterrath, Das Starkregenereignis vom 14.07.2021

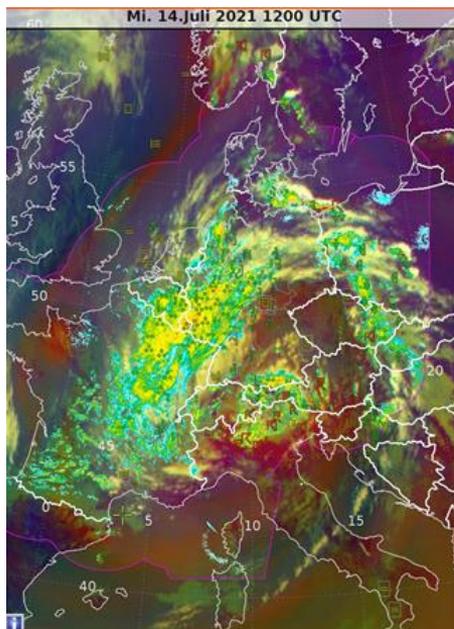
Synoptische Situation im Juli 2021

- ➔ Tief Mitteleuropa (TM)
- ➔ ähnlich zu Vb/Vd-Zugbahn



Position Tief Bernd im Bodendruckfeld

Quelle: Dennis Schneider / Berliner Wetterkarte

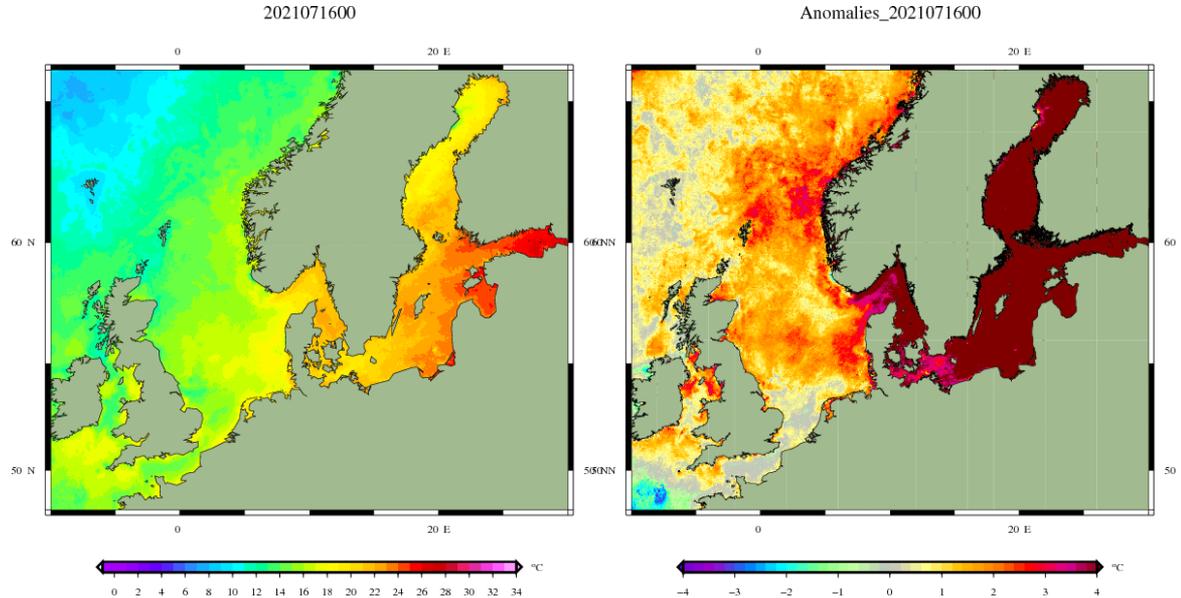


Satelliten- und Radarbild + Wettersymbole

- ➔ warme und extrem feuchte Luftmasse (Mittelmeer und Adria / Ostsee)
- ➔ Verweildauer 2-3 Tage über DE
- ➔ Dynamische Hebungsprozesse
- ➔ Aufgleit- und Staueffekte an Mittelgebirgen
- ➔ Längerfristige Vorberegnung mit teils gut gefüllten Böden

Temperaturanomalie in der Ostsee

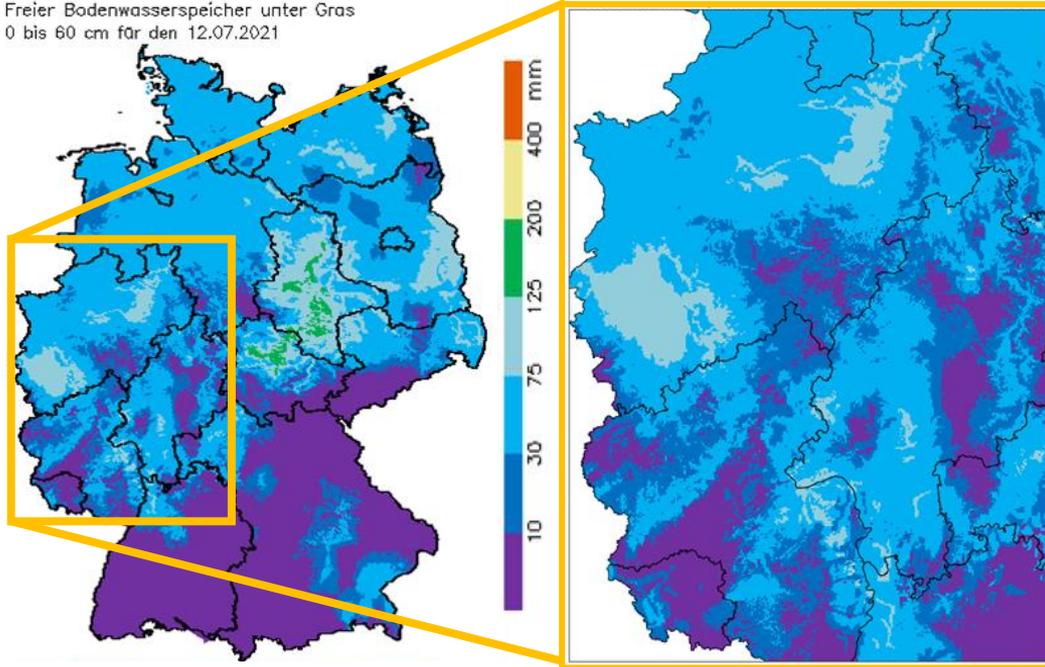
→ überdurchschnittlich warme Wassertemperaturen in der Ostsee (Anomalie > 4 K)



Quelle: Danmarks Meteorologiske Institut (DMI,
<http://ocean.dmi.dk/satellite/index.uk.php>)

Hohe Bodensättigung durch Vorberegnung

Freier Bodenwasserspeicher unter Gras
0 bis 60 cm für den 12.07.2021

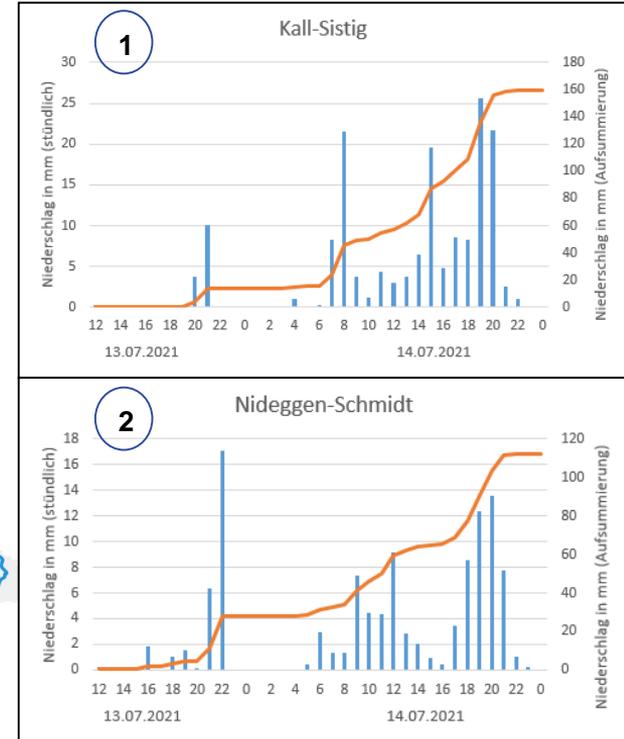


- ➔ Aufnahmekapazität des Bodens aufgrund der Vorberegnung gering
- ➔ Freier Bodenwasserspeicher in RLP und NRW flächendeckend unter 125 mm, regional sogar unter 10 mm

Link zum DWD Bodenfeuchteviewer
<https://dwd.de/bodenfeuchteviewer>

Chronologie des Niederschlags

- ➔ kein klassischer Dauerregen, sondern stundenweise „schauerartig verstärkt“
- ➔ Stundensumme an der Station Kall-Sistig (1) im Maximum 25,6 mm - in Köln bis 32,7 mm
- ➔ pluviale und fluviale Komponenten





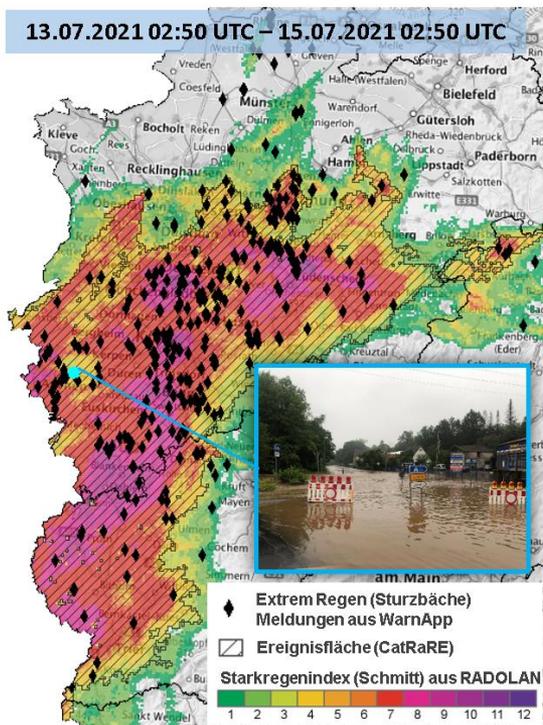
Quelle: Christina Nikogosian

Das Ahrtalhochwasser im Juli 2021 – eine klimatologische Einordnung

13. April 2023

Dr. Tanja Winterrath, Das Starkregenereignis vom 14.07.2021

„Tief Bernd“ führt zu extremen Niederschlägen in NRW und RLP



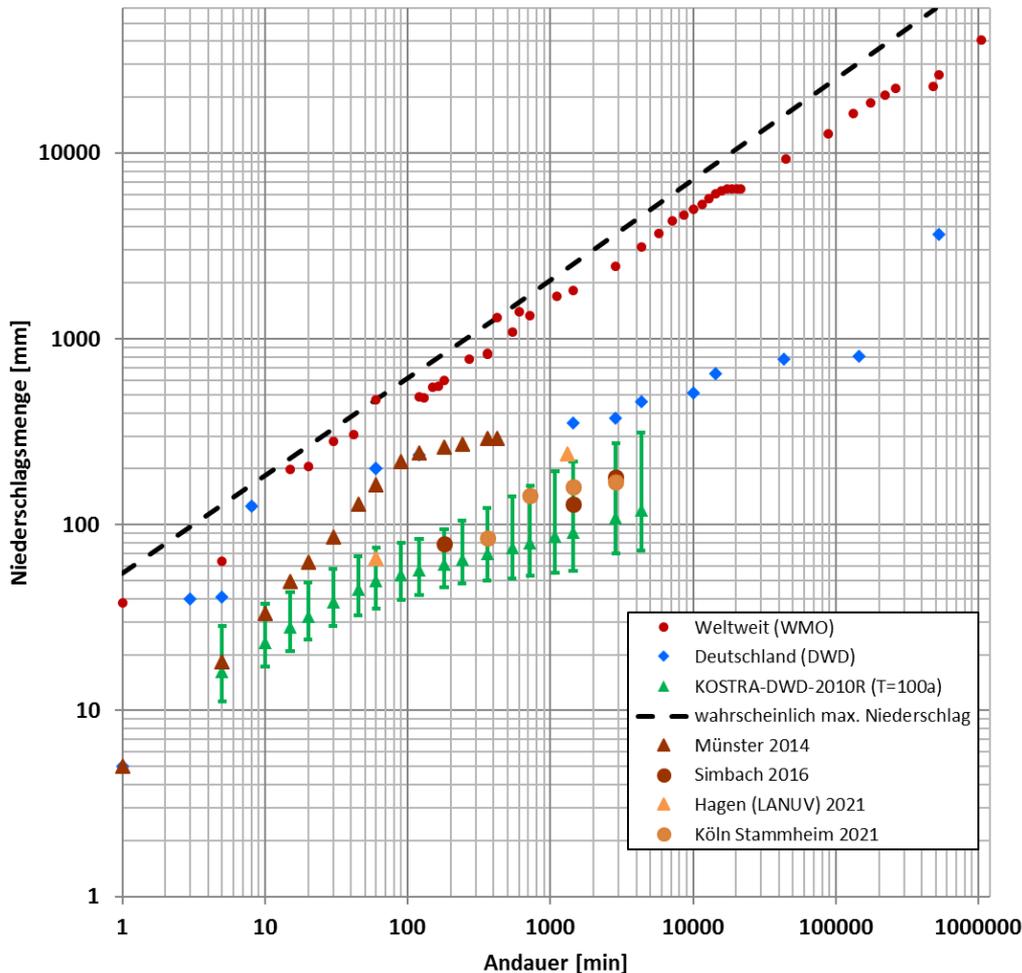
Geodaten: © GeoBasis-DE / BKG 2020 (Stand: 01.01.2020), Hintergrundkarte: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017, Datenquellen: https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_17.02.2022.pdf

Niederschlagsereignis „Tief Bernd“

Menge [mm]	Ort	Dauer	Datum
241	Hagen-Holthausen (LANUV)	22 h	14.07.2021
162	Wipperfürth-Gardeweg	24 h	14.07.2021
152	Kall-Sistig	24 h	14.07.2021
151	Wuppertal-Buchenhofen	24 h	14.07.2021
125	Schneifelforsthau (LfU RP)	24 h	14.07.2021

Allzeitrekorde in Deutschland je nach Dauer

Menge [mm]	Ort	Dauer	Datum
126	Bei Füssen (Ostallgäu)	8 min	25.05.1920
245	Münster	2 h	28.07.2014
354	Zinnwald-Georgenfeld	24 h	12./13.08.2002
515	Schneizreuth-Weißbach	1 Woche	7.-14.09.1899
779	Stein (Kreis Rosenheim)	1 Monat	Juli 1954



Niederschlagsrekorde

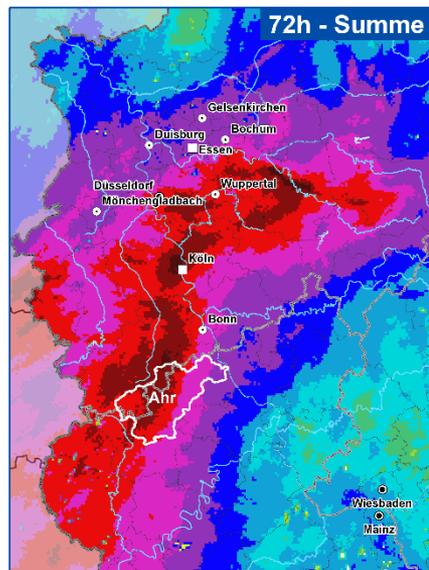
- ➔ Die weltweit gemessenen Rekorde liegen entlang der Geraden der theoretischen Maximalwerte.
- ➔ Die deutschen Rekorde liegen in der Regel deutlich niedriger.
- ➔ Die höchsten Messwerte im Kontext von „Tief Bernd“ liegen deutlich unter den Rekordwerten.

(Diagramm nach Matsumoto, 1993: Global Distribution of Daily Maximum Precipitation. Japanese Progress in Climatology 25, 1-6)

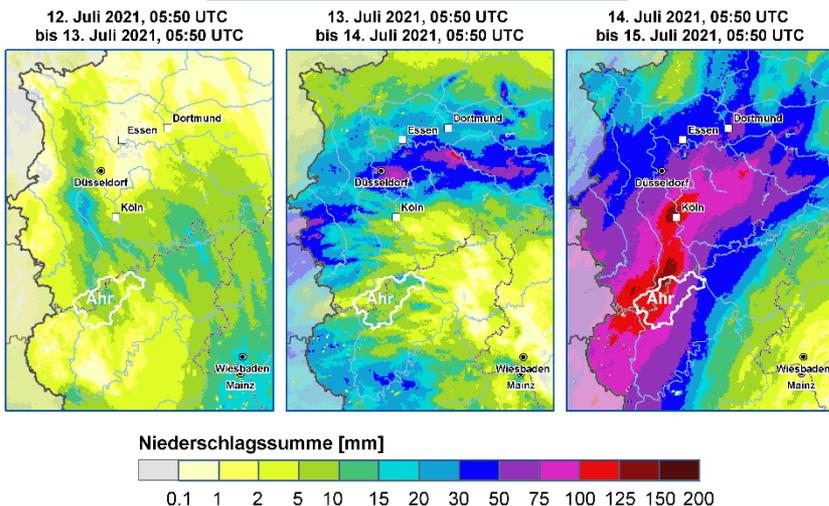
Hohe Niederschlagssummen über eine große Fläche.

Niederschlagssummen und Wiederkehrzeiten

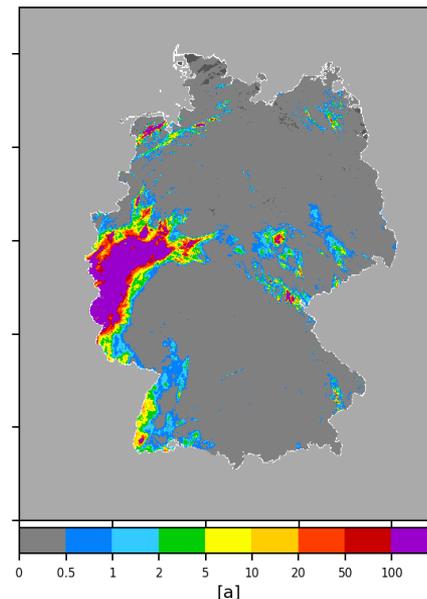
Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz,
Summe des Niederschlags aus Radar: 12. Juli, 05:50 UTC - 15. Juli 2021, 05:50 UTC



24h - Niederschlagssummen



Maximale Wiederkehrzeiten
14./15. Juli 2021



Klimadaten und Darstellung: © Deutscher Wetterdienst 2021 (Stand: 06.01.2022); Geodaten: © GeoBasis-DE/BKG 2020 (Stand: 01.01.2020).



Intensität

Gesamtsumme

Häufigkeit/
Trends

Andauer

Extremereignisse

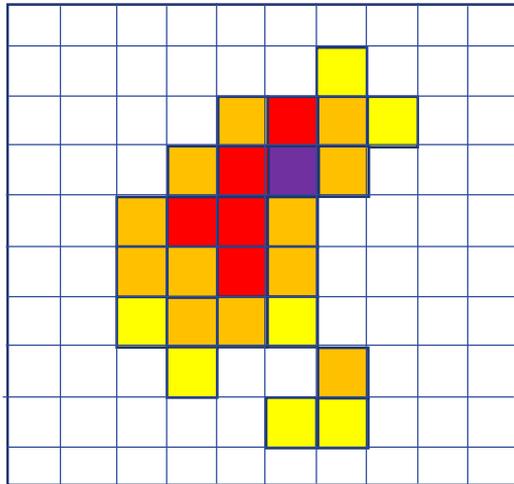
zeitlicher
Verlauf

Größe/
Fläche

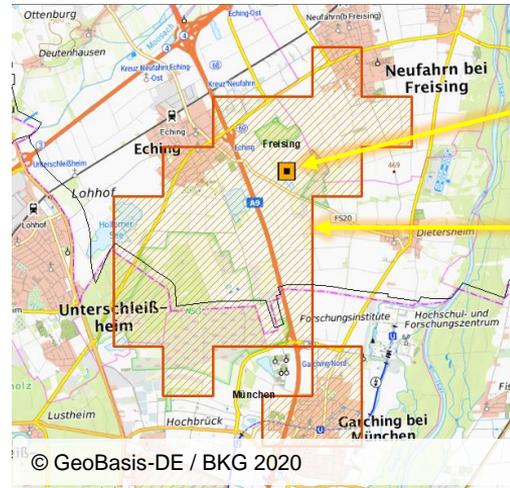
räumliche
Verteilung

Katalogisierung extremer Niederschlagsereignisse

➔ Objektbasierte Ereignisdefinition (**Zeit** und **Raum**) auf der Basis von RADKLIM



„Vom Raster
zum Objekt“



Referenzpunkt

Ereignispolygon

+ Ereignisattribute

Ranking der extremsten Niederschlagsereignisse 2001 - 2021



RANK	Ereignisbeginn	D (h)	Area	Eta	RRmax	RRmean	SRImax	SRImean	BDL/LKS/GMD_Rrmax
1	12.08.2002 02:50	24	48420	208	283.1	86.9	11	5	SN / Sächsische Schweiz-Osterzgebirge / Altenberg
2	24.07.2017 07:50	48	54878	188	255.8	85	9	5	NI / Goslar / Bad Harzburg
3	17.07.2002 01:50	48	45053	180	187.2	85.3	10	5	NI / Hildesheim / Sibbesse
4	12.07.2021 23:50	48	41177	177	164.7	90.5	9	5	RP / Eifelkreis Bitburg-Prüm / Wawern
5	29.06.2017 10:50	24	33927	165	161.9	71.6	9	5	BE / Berlin / Berlin
6	26.08.2010 04:50	24	14519	135	163.9	86.2	10	6	NW / Borken / Schöppingen
7	30.05.2013 17:50	72	33283	132	319.5	131.7	8	5	BY / Rosenheim / Aschau i. Chiemgau
8	21.07.2011 05:50	48	37884	132	187.2	82.4	8	4	Tschechien
9	25.09.2010 21:50	48	45660	131	154.5	79.4	8	4	SN / Bautzen / Wachau
10	30.06.2021 11:50	24	14239	121	254.3	92.5	10	6	BB / Uckermark / Gramzow

**Extremität =
Kombination aus
Intensität und Fläche**

1 – Elbe-Hochwasser 2002
4 – Ahrtal-Ereignis 2021
10 – Uckermark 2021

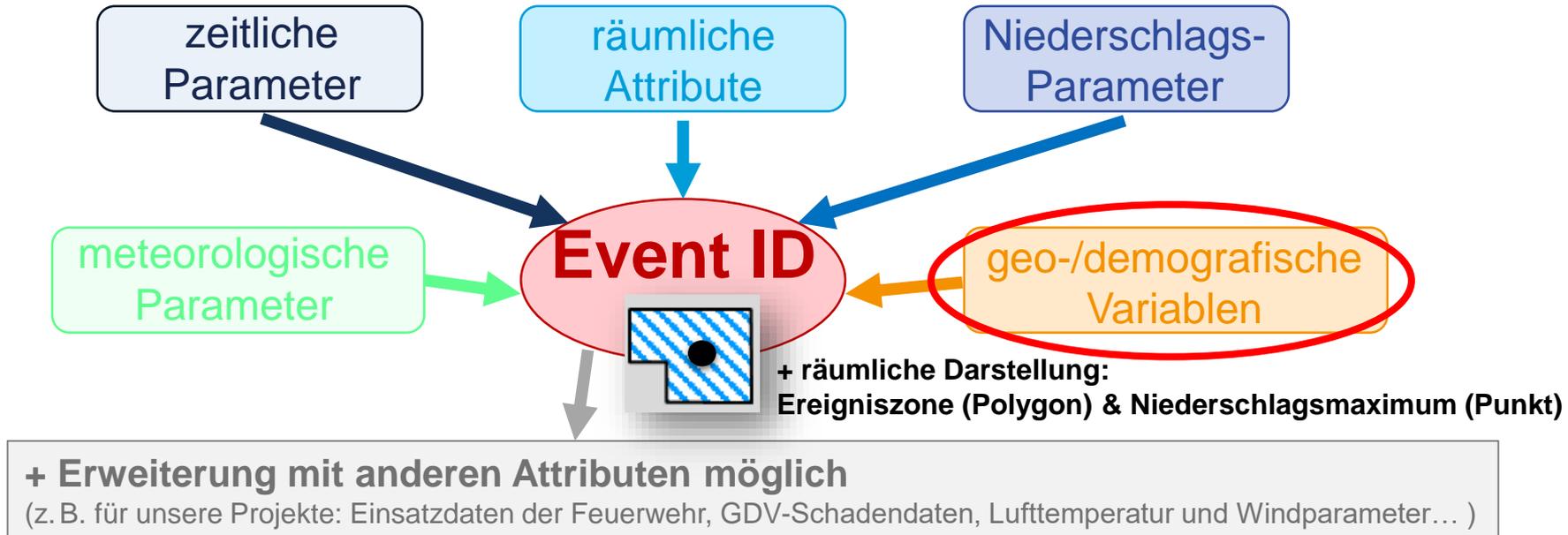
Datenbasis: © DWD 2022 (CatRaRE, DOI: https://doi.org/10.5676/DWD/CatRaRE_W3_ETA_V2022.01); Geodaten: © GeoBasis-DE/BKG 2020 (Stand: 01.01.2021).



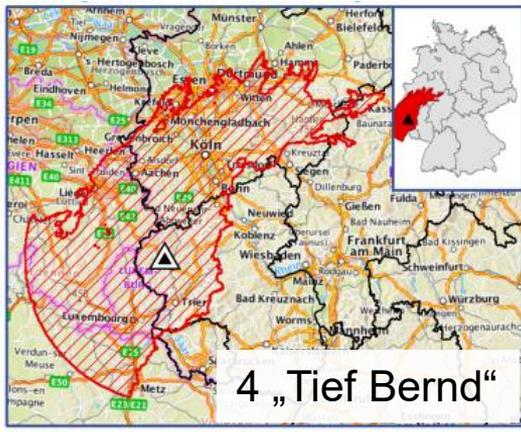
Von der Meteorologie zum Impact

13. April 2023

Dr. Tanja Winterrath, Das Starkregenereignis vom 14.07.2021

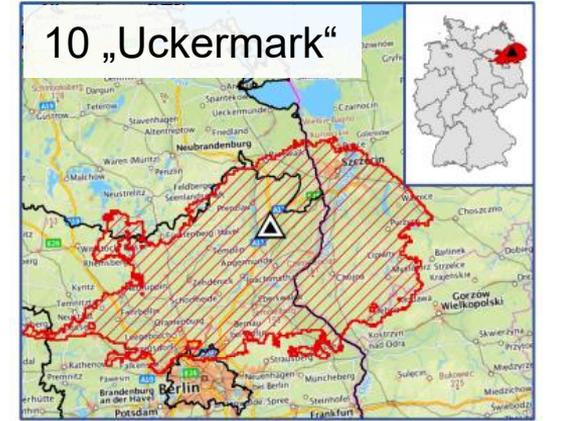
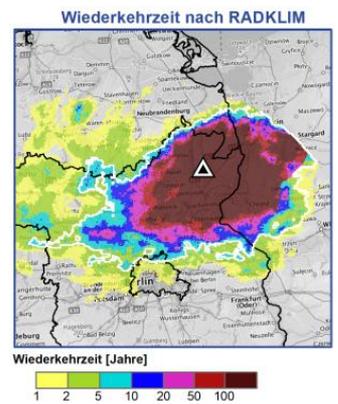
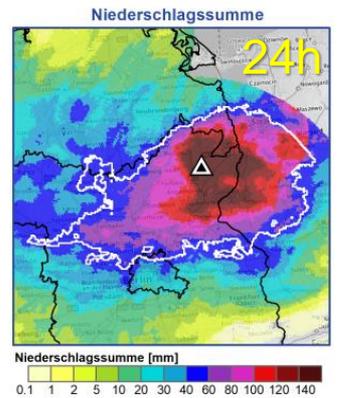
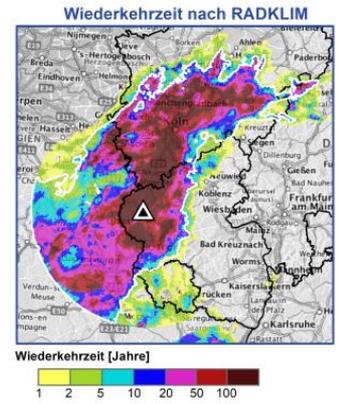
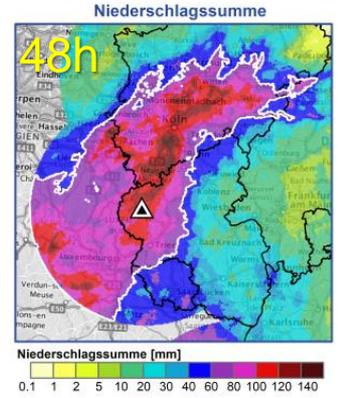


Einschätzung des potenziellen Impacts.



Start Time: 12.07.2021 23:50:00
 Dauerstufe: 48 h
 Fläche / Fläche in DE: 41177 km² / 22611 km²
 RRmax / RRmean: 164.7 mm / 90.5 mm
 SRImax / SRImean: 9 / 5
 Tmax / Tmean: >> 100 Jahre / 35 Jahre
 Eta: 176.71

Einwohnerzahl: 14763715
 Bebaute Fläche: 4.7 %
 Versiegelte Fläche: 5.8 %
 Minimale Höhe über Meeressniveau: 1 m
 Maximale Höhe über Meeressniveau: 846 m



Start Time: 30.06.2021 11:50:00
 Dauerstufe: 24 h
 Fläche / Fläche in DE: 14239 km² / 9641 km²
 RRmax / RRmean: 254.3 mm / 92.5 mm
 SRImax / SRImean: 10 / 6
 Tmax / Tmean: >> 100 Jahre / 63 Jahre
 Eta: 120.94

Einwohnerzahl: 1439795
 Bebaute Fläche: 1.5 %
 Versiegelte Fläche: 2.2 %
 Minimale Höhe über Meeressniveau: 1 m
 Maximale Höhe über Meeressniveau: 168 m

am Beispiel Wuppertal

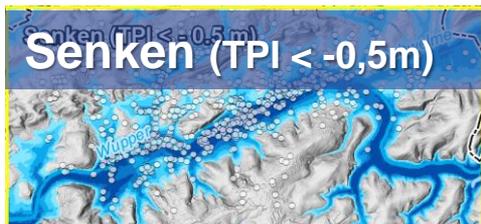
Topographic Position Index [m]

← ≤-50 ≤-25 ≤-10 ≤-5 ≤-0.5 >0.5



Versiegelungsgrad [%]

← < 10 ≥ 10 ≥ 20 ≥ 30 ≥ 40 ≥ 50



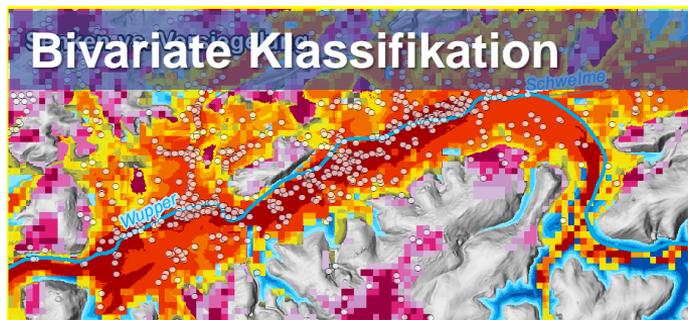
~ Gefährdung

+



~ Schadenspotenzial

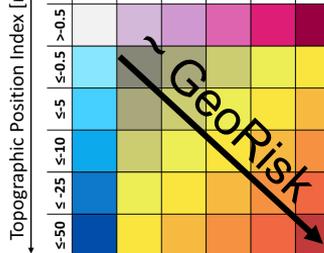
=



○ Feuerwehreinsätze

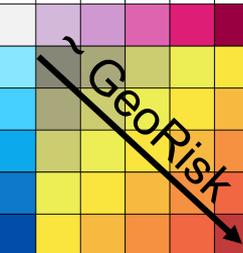
Versiegelungsgrad [%]

← < 10 ≥ 10 ≥ 20 ≥ 30 ≥ 40 ≥ 50



Topographic Position Index [m]

← ≤-50 ≤-25 ≤-10 ≤-5 ≤-0.5 >0.5



Einfacher Ansatz zur Bestimmung des Georisikos eines Ereignisses

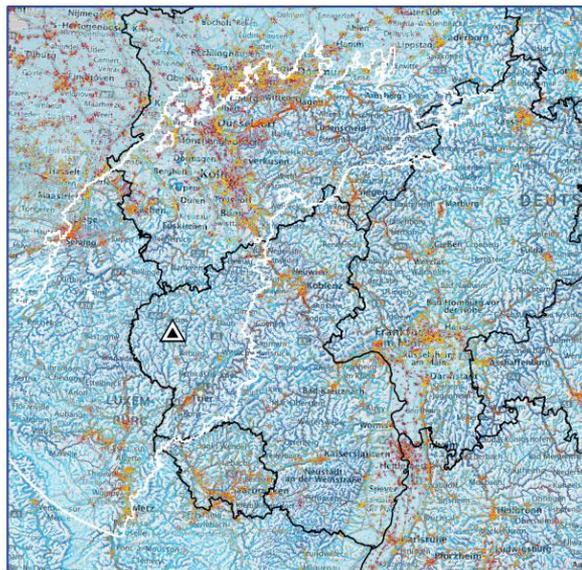
		Versiegelungsgrad [%]					
		< 10	≥ 10	≥ 20	≥ 30	≥ 40	≥ 50
Topographic Position Index [m]	>0.5						
	≤-0.5		1	2	4	7	11
	≤-5		2	4	7	11	16
	≤-10		4	7	11	16	20
	≤-25		7	11	16	20	23
	≤-50		11	16	20	23	25

GeoRisk-Summe – Summe von GeoRisk-Werten innerhalb einer Zone

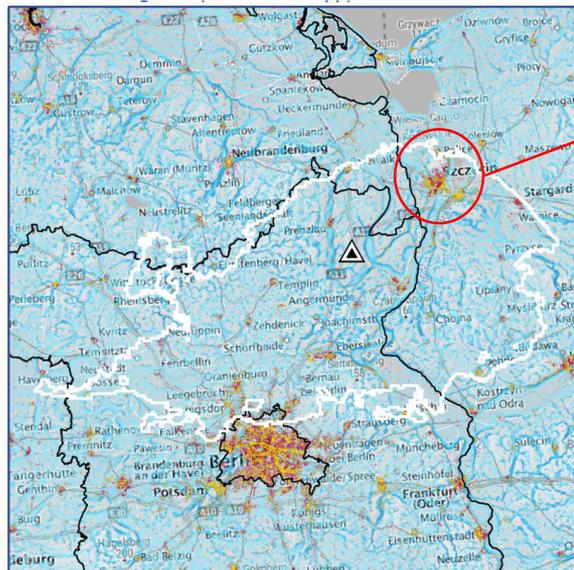
GeoRisk-Index - % der max. möglichen GeoRisk-Summe innerhalb einer Zone

Einschätzung des potenziellen Impacts.

GeoRisk-Sum (DE): > 8.500.000 > 460.000
 GeoRisk-Index (DE): 4,2 % 0,5 %



Ahrtal – Juli 2021



Uckermark – Juni 2021

Betroffenheit in Stettin...



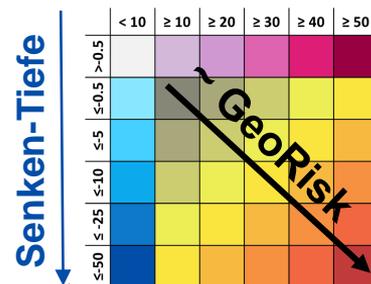
Fot. Pawel Iwanczak



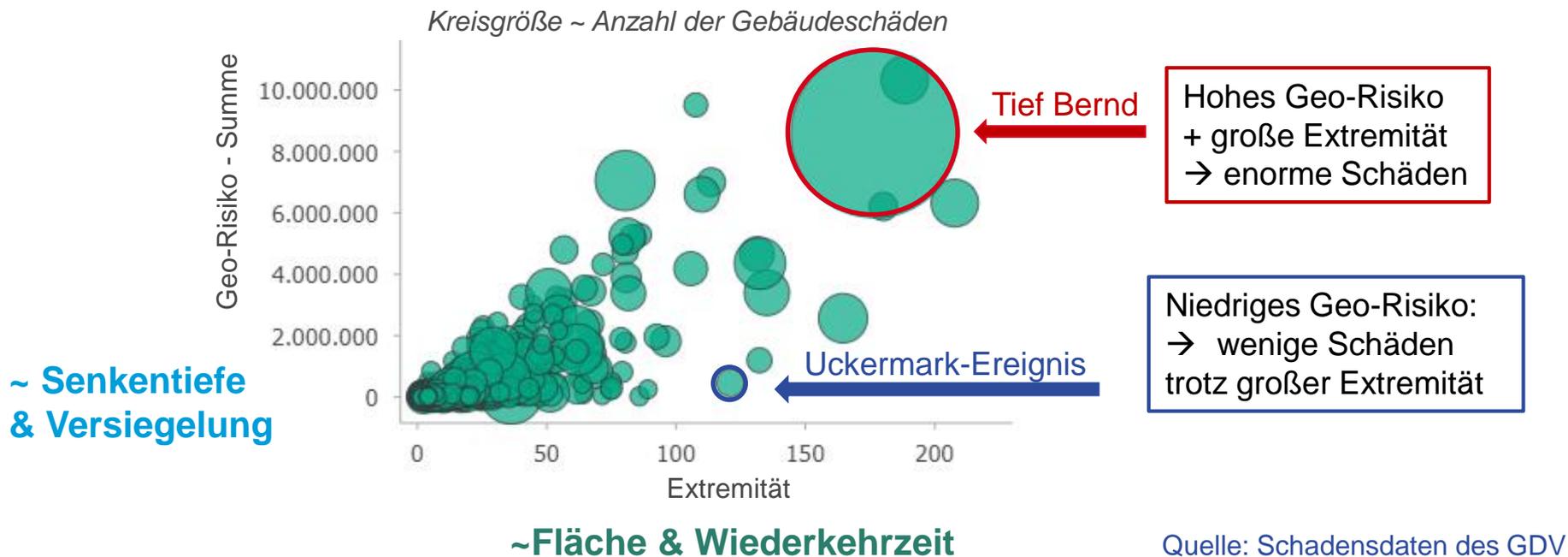
Fot. https://gs24.pl

500 Einsätze

Versiegelung →



Alle CatRaRE Ereignisse (1 bis 72 h, 2001-2021) GeoRisk vs. Extremität





<https://unsplash.com/photos/j2uMHOU5qfU>

Starkregen betrifft uns alle – ein Fazit

Starkregen betrifft uns alle – ein Fazit!

- Stabiles **Tiefdruckgebiet** „**Bernd**“ führte im Juli 2021 zu extremen Niederschlägen.
- Starke Vorberegnung führte zu **geringer Aufnahmekapazität** des Bodens.
- **Intensität und Fläche** bestimmen die **Extremität** eines Ereignisses.
- Der **Impact** hängt von den lokalen Gegebenheiten ab (**GeoRisk**).
- Extreme Niederschläge können in Zukunft **intensiver** werden / **häufiger** auftreten.
- Der **menschengemachte Klimawandel** hat einen entscheidenden Anteil daran!

Die Einbindung weiterer Parameter ist geplant, um perspektivisch den potenziellen Impact eines Ereignisses abschätzen zu können



Kontakt

Dr. Tanja Winterrath
Deutscher Wetterdienst
Abteilung Hydrometeorologie
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main

Email: tanja.winterrath@dwd.de
hydromet@dwd.de

URL: www.dwd.de/radklim
www.dwd.de/klamex
www.dwd.de/catrare

Twitter: https://twitter.com/DWD_klima

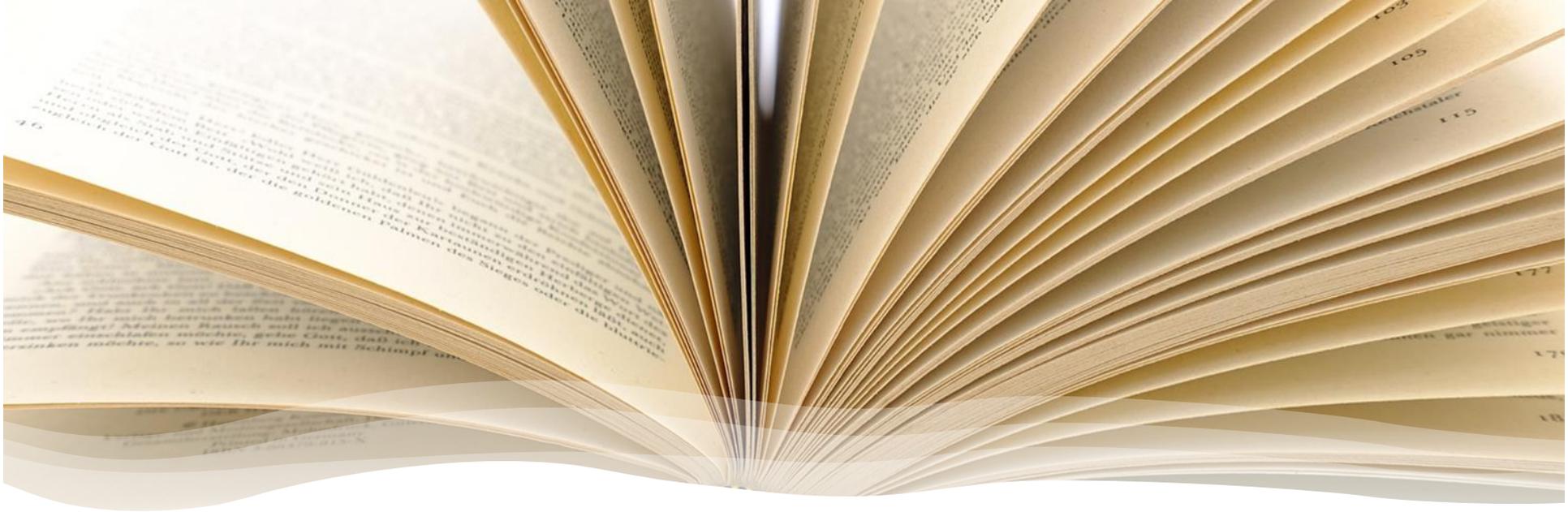


70 Jahre

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



+++ Danke für Ihre Aufmerksamkeit! +++



Informationen und Daten

13. April 2023

Dr. Tanja Winterrath, Das Starkregenereignis vom 14.07.2021

Der DWD auf einen Blick

- gegründet in 1952
- Behörde des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV)
- Zentrale in Offenbach am Main
- 6 Zweigstellen in Hamburg, Potsdam, Leipzig, Essen, Stuttgart und München
- ca. 2.200 Mitarbeitende



Zentrale in Offenbach



Informationen und Daten des DWD

opendata.dwd.de

Modellvorhersagen, Radardaten, aktuelle Mess- und Beobachtungsdaten, Klimadaten

klivoportal.de

Daten und Informationen rund um das Thema Klimawandel und Anpassung

cdc.dwd.de/portal

Climate Data Center des DWD, Daten zum direkten Download und interaktive Zugriffsmöglichkeiten





Informationen und Daten des DWD

dwd.de/zeitreihen

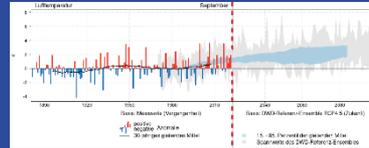
Zeitreihen und Trends von Gebietsmitteln der Parameter Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und verschiedener Kenntage.

dwd.de/klimaatlas

Präsentation möglicher Szenarien unseres zukünftigen Klimas in einer Zusammenschau mit unserem früheren und derzeitigen Klima.

twitter.com/DWD_klima

Hier twittern #Klima-ExpertInnen des #DWD.



Aufgaben der Abteilung Hydrometeorologie

- Kontaktstelle für Kund:innen aus dem Bereich Hydrologie und Wasserwirtschaft
 - Verantwortlichkeit für „Wasser am und im Boden“ liegt in den Bundesländern
- Bereitstellung von Services, die auf die Wünsche und Bedürfnisse der Wasserwirtschaftskund:innen zugeschnitten sind
 - in **Echtzeit** für Hochwasser- und Sturmflutvorhersagen und -warnungen
 - als **Klimadienst** für die Bemessung hydraulischer Systeme und das Hochwasserrisikomanagement
- **Politikberatung**
- Durchführung und Unterstützung **wissenschaftlicher Projekte**
- Leitung von **GPCC** und **CM-SAF**

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Klassifikation meteorologischer Extremereignisse zur Risikovorsorge gegenüber Starkregen für den Bevölkerungsschutz und die Stadtentwicklung (KlamEx)

Projekt der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“

www.dwd.de/klamex



Fachinformation

Abschlussbericht

August 2021

BBK. Gemeinsam handeln. Sicher leben.

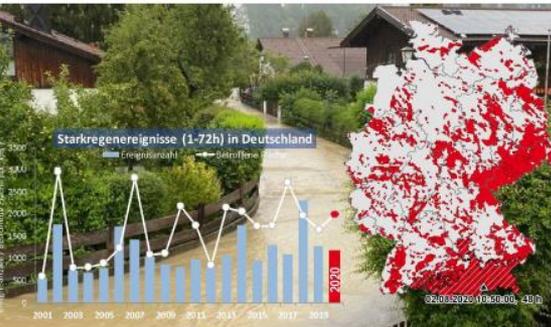
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

Nr. 01 – 2021

RADKLIM-Bulletin

Projekt-Rundschau | Panorama und Werkstatt

- Jährliche Fortschreibung und Erweiterung der Radarklimatologie
- Jahres-Ergebnisse der Klimatologie
- Extreme Niederschlagsereignisse des vergangenen Jahres



Starkregenerereignisse (1-72h) in Deutschland

Abbildung 1: Überflutete Straße in Miesbach (Bayern) am 4. August 2020; zu sehen sind Auswirkungen eines extremen 48-stündigen Dauerregenerereignisses (schraffierte Fläche); Quelle und Foto: © DWD 2020

Dauerregenerereignis in Bayern vom 2. bis 4. August 2020

Ergebiger Dauerregen am Alpenrand wurde anfangs durch eine Aufgleitsituation mit südwestlichen Höhenwinden und später im Randbereich eines Cut-Off-Tiefs über Italien - das Resultat eines Abtropfprozesses in der Nacht zum 4. August - hervorgerufen. Der Niederschlag wurde durch Staueffekte an den Alpen unwetterartig verstärkt...

Bitte lesen Sie weiter auf Seite 14.



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Niederschlagsklimatologie: Daten und Produkte

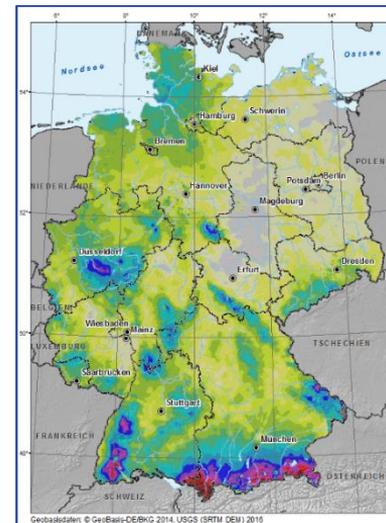
Mit Radardaten in die nächste Dimension

www.dwd.de/radklim



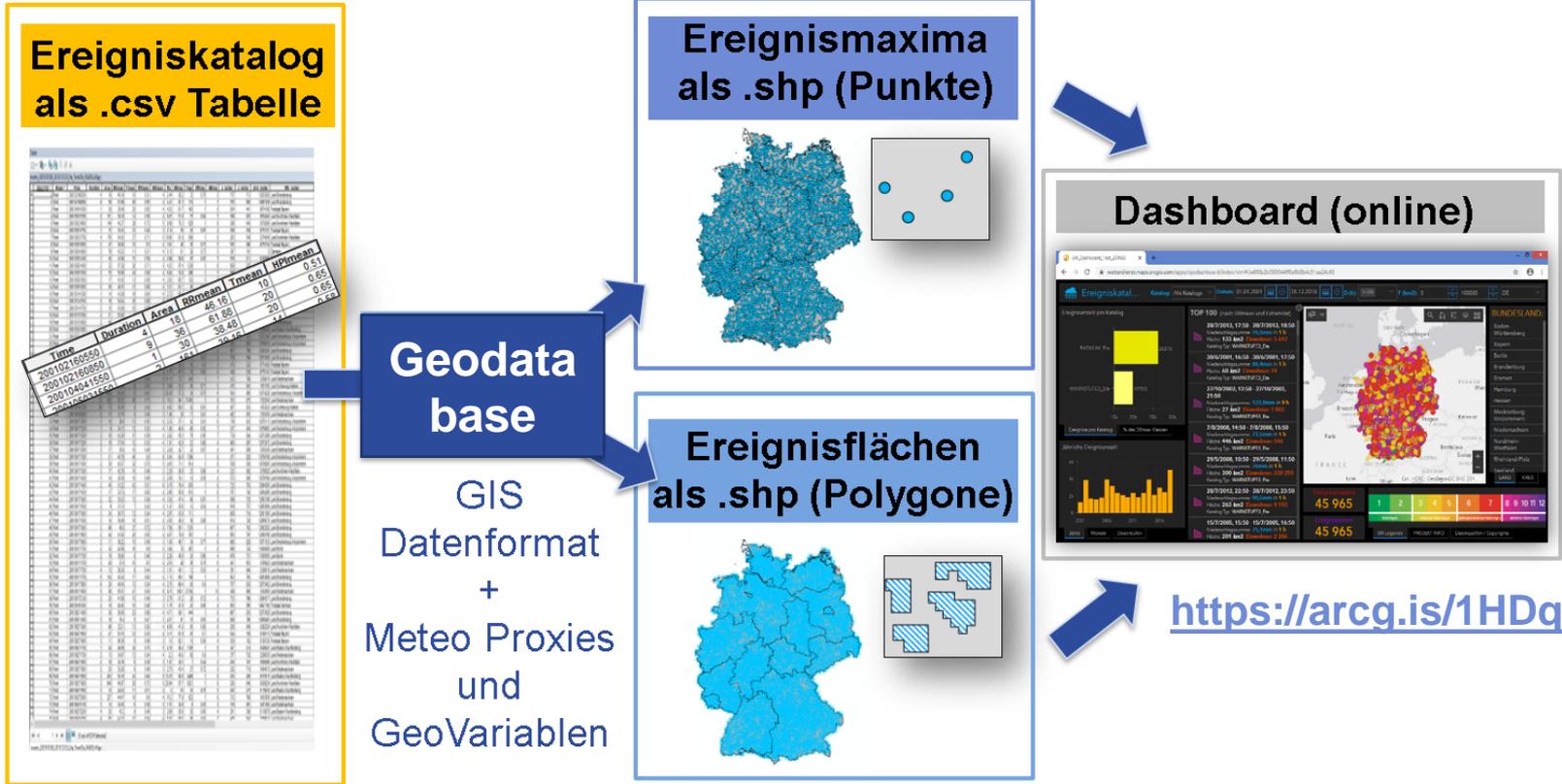
Daten und Dokumentation der Radarklimatologie (RADKLIM)

- Informationen abrufbar via www.dwd.de/radklim
- **Abschlussbericht** in „Berichte des Deutschen Wetterdienstes“ ([Nr. 251](#))
- Niederschlagsstundensummen (**RW**) der Version 2017.002:
[DOI: 10.5676/DWD/RADKLIM_RW_V2017.002](https://doi.org/10.5676/DWD/RADKLIM_RW_V2017.002)
- 5-Minuten-Niederschlagsraten (**YW**) der Version 2017.002:
[DOI: 10.5676/DWD/RADKLIM_YW_V2017.002](https://doi.org/10.5676/DWD/RADKLIM_YW_V2017.002)
- Derzeit sind RADKLIM-Ergebnisse für den Zeitraum **01.01.2001 – 31.12.2022** auf opendata.dwd.de verfügbar.
- Die Publikation jährlicher Fortschreibungen ist für jedes Folgejahr geplant.
- KliVo: https://www.klivoportal.de/SharedDocs/Steckbriefe/DE/dwd_radklim/dwd_radklim_steckbrief



Daten und Dokumentation des Ereigniskatalogs (CatRaRE)

- Lengfeld, K., Walawender, E., Winterrath, T., Becker, A.: **CatRaRE: A Catalogue of radar-based heavy rainfall events** in Germany derived from 20 years of data, Meteorologische Zeitschrift, DOI: [10.1127/metz/2021/1088](https://doi.org/10.1127/metz/2021/1088), 2021.
- Informationen abrufbar via www.dwd.de/catrare
- Ereigniskatalog CatRaRE W3_Eta_2022.01 (RADKLIM 2017.002): DOI: [10.5676/DWD/CatRaRE_W3_Eta_v2022.01](https://doi.org/10.5676/DWD/CatRaRE_W3_Eta_v2022.01)
- Ereigniskatalog CatRaRE T5_Eta_2022.01 (RADKLIM 2017.002): DOI: [10.5676/DWD/CatRaRE_T5_Eta_v2022.01](https://doi.org/10.5676/DWD/CatRaRE_T5_Eta_v2022.01)
- Die Ereigniskataloge sind derzeit für den Zeitraum **01.01.2001 – 31.12.2021** auf opendata.dwd.de verfügbar.
- Die Publikation jährlicher Fortschreibungen ist für jedes Folgejahr geplant.



- Projekte „**Radarklimatologie**“ und „**KlamEx**“ der **Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“**



Bundesamt
für Bevölkerungsschutz
und Katastrophenhilfe



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Technisches
Hilfswerk



Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt

- „**Starkregenprojekt**“ des DWD mit dem **Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)**