

# Sturzfluten 2016: neues Phänomen durch den Klimawandel?

Die Sturzfluten 2016 waren außergewöhnlich. Das Poster beschäftigt sich mit der Frage, ob diese Sturzfluten ein Zeichen des Klimawandels sind und ob sie die bisher gültigen Bemessungsstatistiken in Frage stellen. Sind neue Methoden oder Anpassungsstrategien zu entwickeln?

## Starkregen 2016

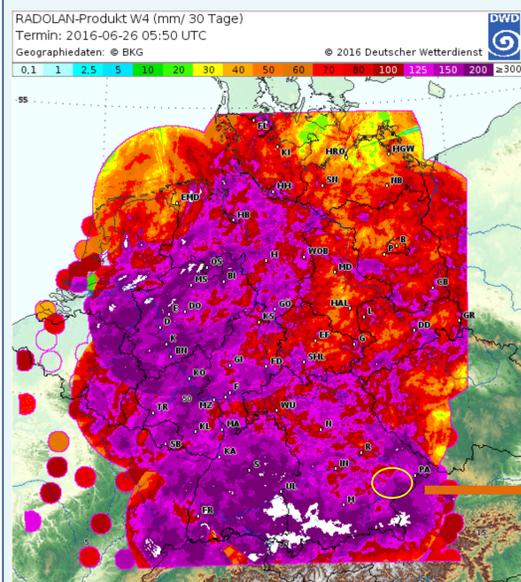


Abb. 1: Niederschlagssumme 28.5.2016-26.6.2016 (Quelle: DWD)

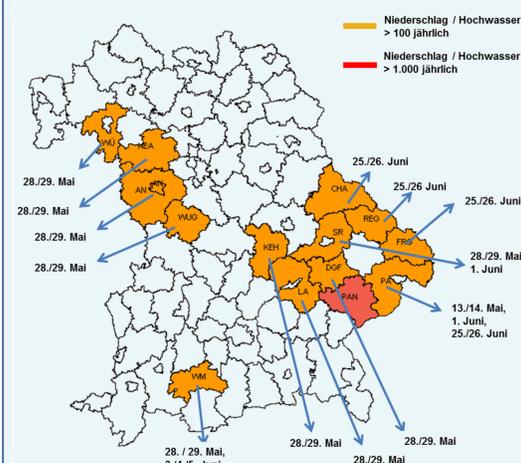


Abb. 2 Die stärksten Einzelereignisse innerhalb der Starkregenperiode Mai / Juni 2016 in Bayern (landkreisbezogen dargestellt)

### WETTERLAGE

Die Wetterlage Tief über Mitteleuropa ist der Auslöser für die großen Hochwasser in Mitteleuropa\* und auch für die Sturzfluten 2016: Juli 1954 – August 2002 – August 2005 – Juni 2013 – Starkregen 2016 -???

\*Besonders gefährlich in Kombination mit einer Vb-Zugbahn des Tiefs (von der Adria nach Nordosten)

2016 wurden durch die Ausdehnung bis in hohe Luftschichten Niederschläge sehr hoher Intensität ausgelöst. Geringe Potentialunterschiede haben zu geringer Lateralbewegung der Luftmassen geführt, so dass die Sturzfluten ungewöhnlich lange ortsfest blieben: => relativ lange charakteristische Dauer für Starkregen von 1 bis 6 h mit Jährlichkeiten bis N500 bzw. N1000.

Die immer wiederkehrenden Starkregen (Abb. 2) summieren sich über 30 Tage auch flächendeckend zu ungewöhnlichen Mengen (Abb. 1):

- In Schwaben und Oberbayern Niederschlagssummen > 300 mm.
- Im Vergleich zum langjährigen Mittel (30-Tage Zeitraum ab 28. Mai) zum Teil mehr als das doppelte an Regen.

Starkregen traf in dieser feuchten Periode zum Teil wiederholt dieselben Einzugsgebiete, z. B. Polling im Lkr. Weilheim (Abb. 2).

Im Landkreis-Rottal Inn (Simbach) haben in direkter Folge verkettete Ereignisse innerhalb kürzester Zeit das extremste je in Bayern aufgezeichnete Abflussereignis erzeugt (Abb. 3).

### EREIGNISANALYSE SIMBACH:

Verteilung der Niederschläge ausschlaggebend für die Katastrophe:

- Gesamtniederschlag über einen längeren Zeitraum (36 h)
- Gesamtniederschlag über zwei gekoppelte Ereignisse
- maximale Summen in 4-6 h (N 500-1000) zum Intervallende
- Zeitpunkt Jährlichkeit N 1000 auf bereits bestehendes HQ100
- Einzelne Stundenintensitäten über 30 mm/h (Radar/Station)
- Leichte räumliche Verlagerung der Starkniederschläge in Fließrichtung (Analyse BOKU Wien)
- => ungünstige räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge im Verhältnis zur Abflusskonzentration
- => ungünstige Wellenüberlagerung
- => Hohe NS-Intensitäten überschreiten Infiltrationskapazität
- => Böden gesättigt bzw. verschlammte
- => durch Vorfüllung aller Geländeerinnen und Mulden wird der Oberflächenabfluss durch die reduzierte Reibung in der Abflusskonzentrationszeit extrem beschleunigt (STAHL et al., 2016)

### SCHLUSSEFOLGERUNGEN:

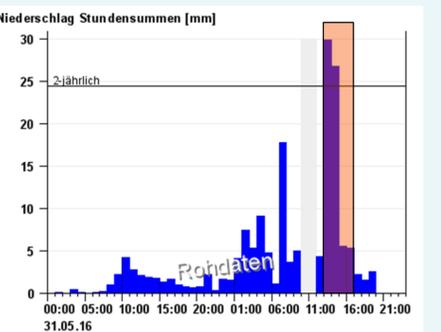
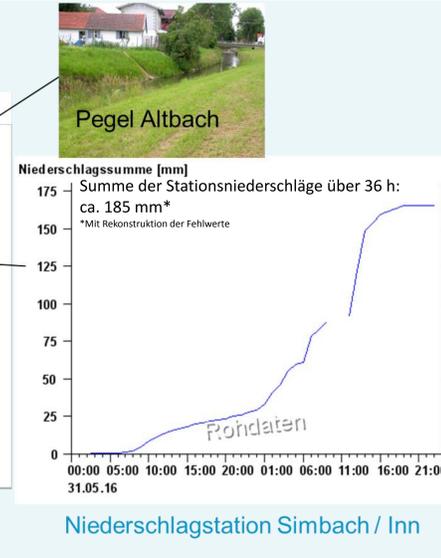
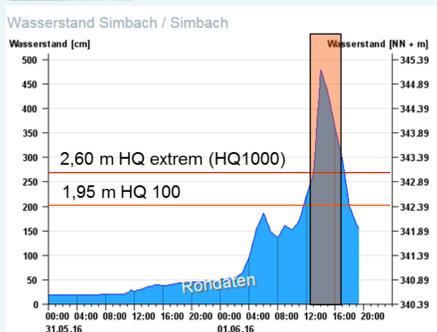
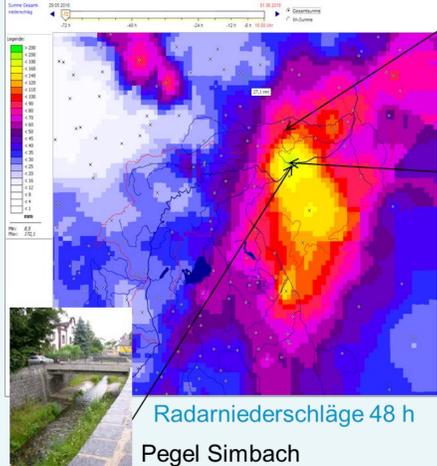
Statistische Einordnung der Niederschläge gibt nicht die Jährlichkeit der Abflüsse wieder:

- statistische Einordnung der Niederschläge „gesamter Zeitraum“ (36 h N 200) bzw. „maximale Jährlichkeit“ (4-6 h N 500-1000)
- Jährlichkeit der Abflüsse in Simbach >> HQ1000 (gestützt durch Nachbarpegel Altbach >> HQ1000)

Die abflussbildenden Prozesse sind statistisch nicht vollständig beschrieben:

- => Neben den reinen Niederschlagssummen, die durch Statistiken gut beschrieben werden können, ist für die Abflussbildung vor allem der zeitliche Verlauf des Niederschlages mit den eingebetteten maximalen Intensitäten, sowie die zeitliche und räumliche Verteilung im Verhältnis zur Konzentrationszeit entscheidend (STAHL, 2016 & STAHL et al. 2016, STAHL 2017).
- => Abflusskonzentration: Anstehendes Oberflächenwasser aus dem Vorregen beschleunigt den Oberflächenabfluss durch die reduzierte Reibung und verminderten Rückhalt in der Fläche.

Radardaten: Gemittelte Niederschlagstagesumme für das Einzugsgebiet des Simbach ca. 132 mm (d. h. in 24 h ca. 110 % des mittleren Monatsniederschlages)



Landkreis/Dauerstufe	1 h *)	2 h	3 h	4 h	6 h	*) Zeitpunkt in MEZ
Max. Radarniederschlag im Lkr. Rottal-Inn	37 [20 a]	61 [100-200 a]	75 [ca. 200 a]	92 [500-1000 a]	111 [500-1000 a]	1.6.16 11:00

Abb. 3: Ereignisanalyse Simbach Niederschläge und Wasserstand

## Klimawandel?

NEHMEN DIESE WETTERLAGEN ZU (Tief über Mitteleuropa / Vb-Zugbahnen)? Sie werden zwar nach den Auswertungen von WETRAX in der Zukunft nicht häufiger, können aber mit immer höheren Temperaturen durch den Klimawandel mehr Wasser speichern und daher zu ergiebigeren Starkregen führen (HOFSTÄTTER, 2015).

### WIE VERÄNDERT SICH DIE PERSISTENZ VON WETTERLAGEN?

Beispiel 2016: Die extremsten Ereignisse vom 28.5.2016 und 1.6.2016 fanden innerhalb einer persistenten Wetterlage (7 Tage) statt. Eine solch lange Persistenz trat nur 6 Mal in den letzten 136 Jahren auf (bisheriges Maximum 11 Tage in 1984). Die Persistenz ist Thema eines aktuell geplanten Forschungsvorhabens (WETRAX Plus).

### ZUNAHME DER STARKNIEDERSCHLÄGE?

Die zurückliegenden Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und Abflussverhalten in Bayern werden u. a. im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA durch die Analyse langer Messzeitreihen ermittelt (KLIWA, 2016):

- Zunahme der mittleren Jahrestemperatur in Bayern seit 1931 um ca. 1,3 °C
- bis 2100 im Vergleich zu 1971 bis 2000 um +2,3 °C bis +3,6 °C (BLFU, 2016)

Mit diesem Anstieg der Temperaturen steigt der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und es besteht generell die Gefahr für höhere Niederschlagsintensitäten.

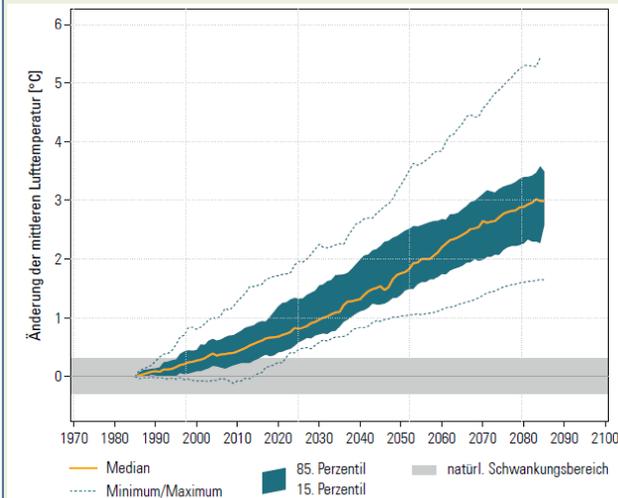


Abb. 4 Veränderung der mittleren Jahrestemperatur [°C] in Bayern auf Basis von 31 regionalen Klimaprojektionen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zum Kontrollzeitraum 1971-2000 auf Basis des Emissionsszenarios A1B (30-jähriger gleitender Mittelwert). Das graue Band zeigt die natürliche Variabilität der Temperatur im Zeitraum 1971-2000. Quelle: BLFU (2016).

## Methodik Bemessungshochwasser / Anpassungsstrategien?



Abb. 5 Links: Luftbild 6.6.2016 (Aerial data © Europ. Commission by CGR SpA under Copernicus EC)

Rechts: Luftbild vor dem Ereignis (Google Maps) Detail und Übersichtskarte

Vorher-Nachher Analyse Kirchberg (Edmühle) oberhalb von Simbach (Oberhalb von Einflüssen durch Dämme): Bereits im Oberlauf wurden Gebäude an kleinen Gewässern (Zusammenfluss Aichbach und Holzhamer Bach) weggerissen.

### KONSEQUENZEN FÜR DIE METHODIK DER BEMESSUNG AUS DEN STARKNIEDERSCHLÄGEN 2016

- Wie kann im Niederschlagsverlauf die gekoppelte Wahrscheinlichkeit von maximalen Niederschlägen kleiner Dauerstufen eingelagert in lange Dauerstufen genügend berücksichtigt werden?
- Wie ist der Zusammenhang vom Zusammentreffen der Vorbedingungen im Gebiet mit Niederschlägen bestimmter Dauerstufen?
- Wie kann bei längeren Starkregen die verringerte Retention bei gleichzeitig beschleunigter Fließzeit durch bereits an der Oberfläche anstehendes Wasser im Gelände abgebildet werden (verringerte Konzentrationszeit)?
- Derzeit sind in vielen Ländern Starkregengefahrenkarten in Bearbeitung, diese beschränken sich jedoch häufig auf die Dauerstufen kleiner 1 h (z. B. aktueller Leitfaden Baden-Württemberg LUBW, 2016). Ist das ausreichend? Die sprunghafte Veränderung (Schwellwertverhalten) der Konzentrationszeit scheint vor allem ein Phänomen der längeren Dauerstufen 1 bis 6 h zu sein.
- => 2017 starten mehrere Forschungsvorhaben zur Methoden-Weiterentwicklung in Bayern
- => Neue Vorgabe für die Bemessung: Für Sturzfluten auch die Dauerstufen 1 bis 6 h rechnen?
- => Dafür neue Methodik „Schwellwertverhalten Konzentrationszeit“ nötig?

### HOCHWASSERVORSORGE (ANPASSUNGSSTRATEGIE)

- Vorwarnung vor Sturzfluten** in kleinen Einzugsgebieten schwierig:
- hohe Unsicherheiten in der Niederschlagsvorhersage bei hochdynamischen Starkregen
  - Messwerte liegen zeitlich nicht rechtzeitig vor (Gewässerreaktion unmittelbar) (z. B. Pegel Simbach erst im Unterlauf)
- Bauliche Vorsorge:**
- für kleine Einzugsgebiete feste Schutzvorrichtungen empfehlenswert
  - im Rahmen der Eigenvorsorge direkt am Gebäude
- Finanzielle Vorsorge:**
- Elementarschadenversicherung: Absicherung gegen das Risiko kleinräumiger plötzlicher Überflutungen durch Starkregen auch abseits von Gewässern bzw. an kleinen Gewässern
  - => Bayern: Kampagne zur Erhöhung der Versicherungsquote (Bund?)

Autorin: Natalie Stahl, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Abteilung 5 - Wasserwirtschaft und Bodenschutz, Referat 54 Monitoring, Wasserhaushalt und Warndienste, Rosenkavalierplatz 2, 81925 München; Natalie.Stahl@stmuv.bayern.de

### LITERATURVERZEICHNIS

KLIWA (2016): Klimawandel in Süddeutschland; Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen; Klimamonitoring im Rahmen der Kooperation KLIWA; [http://www.kliwa.de/download/KLIWA\\_Monitoringbericht\\_2016.pdf](http://www.kliwa.de/download/KLIWA_Monitoringbericht_2016.pdf)

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016): Niedrigwasser in Bayern - Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen ([http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/ifu\\_was\\_00124.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/ifu_was_00124.htm))

HOFSTÄTTER, M., et al. (2015): WETRAX (Weather Patterns, Cyclone TRACKS and related precipitation Extremes), Geographica Augustana Band 19, Universität Augsburg, 2015.

LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg; <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/261161/>

STAHL, N., BAUER, A., LANG, T. (2016): Standortbewertung potenzieller Hochwasserrückhaltstandorte durch eine Wirkungsanalyse mittels Niederschlags-Abfluss-Modellierung und 2D-Berechnung am Beispiel des Isareinzugsgebietes. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung (60), Heft 3, Juni 2016, S. 213-221

STAHL, N. (2016): Das Tief über Mitteleuropa als Ursache für extreme Hochwasser. DWA Landesverband Bayern Mitglieder-Rundbrief (Ausgabe 34), Dez. 2016, S. 29-33

STAHL, N. et al. (2016): Strategien zur Bewältigung: Hochwasser ist nicht gleich Hochwasser. Eine Gegenüberstellung der Ereignisse von 2013 und 2016. DWA Landesverband Bayern Mitglieder-Rundbrief (Ausgabe 34), Dez. 2016, S. 3-7

STAHL, N. et al. (2017): Eine neue ereignisbasierte Variante zur Ableitung von synthetischen Niederschlagsverteilungen zur Generierung von Hochwasserganglinien mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell LARSIM am Beispiel des Isareinzugsgebietes. DOI:10.5675/HyWa\_2017\_2\_2