

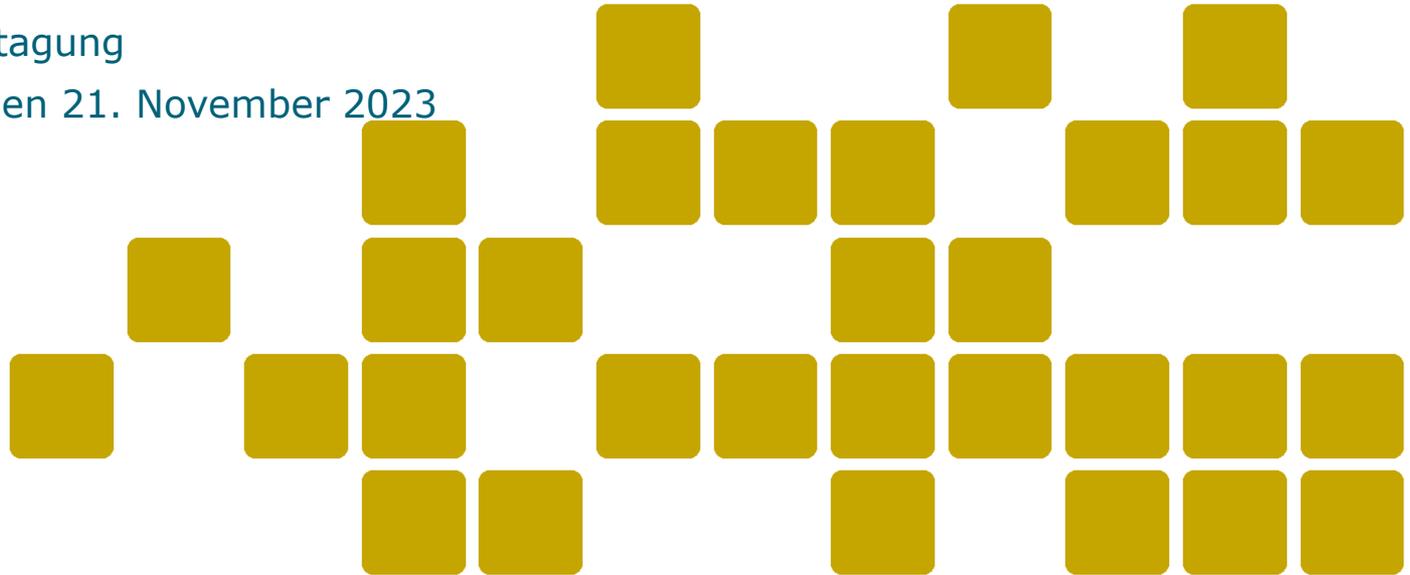


# Rain Chaser – Was wir aus dem Hochwasser an der Ahr lernen müssen

Carina Götzen

DAV Herbsttagung

Hannover, den 21. November 2023





# Agenda

- › Klimawandel und Starkregen
- › Rain Chaser: Geophysikalische Starkregenmodellierung
- › Praxistest: Wie gut ist die Modellprognose?
- › Ausblick





# Fast in ganz Europa haben Starkniederschläge zugenommen

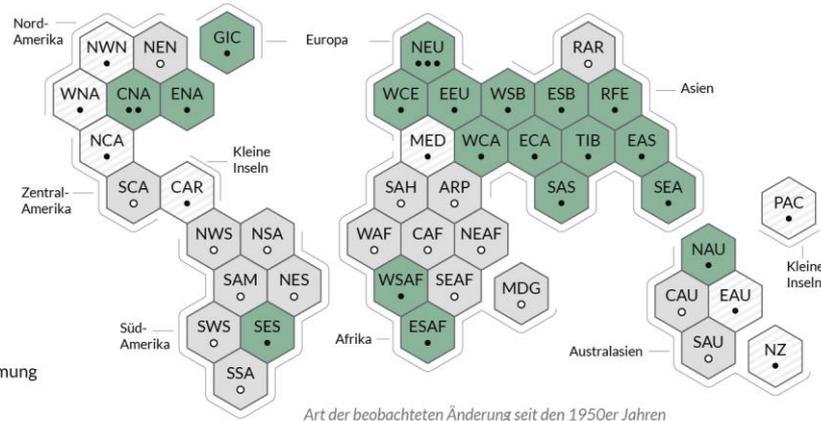
(b) Synthese der Bewertung der beobachteten Änderung bei **Starkniederschlag** und Vertrauen in den Beitrag des Menschen zu den beobachteten Änderungen in den Weltregionen

Art der beobachteten Änderung bei Starkniederschlag

-  Zunahme (19)
-  Abnahme (0)
-  Geringe Übereinstimmung hinsichtlich Art der Änderung (8)
-  Begrenzte Daten und/oder Literatur (18)

Vertrauen in den Beitrag des Menschen zur beobachteten Änderung

- Hoch
- Mittel
  - Gering aufgrund begrenzter Übereinstimmung
  - Gering aufgrund begrenzter Belege

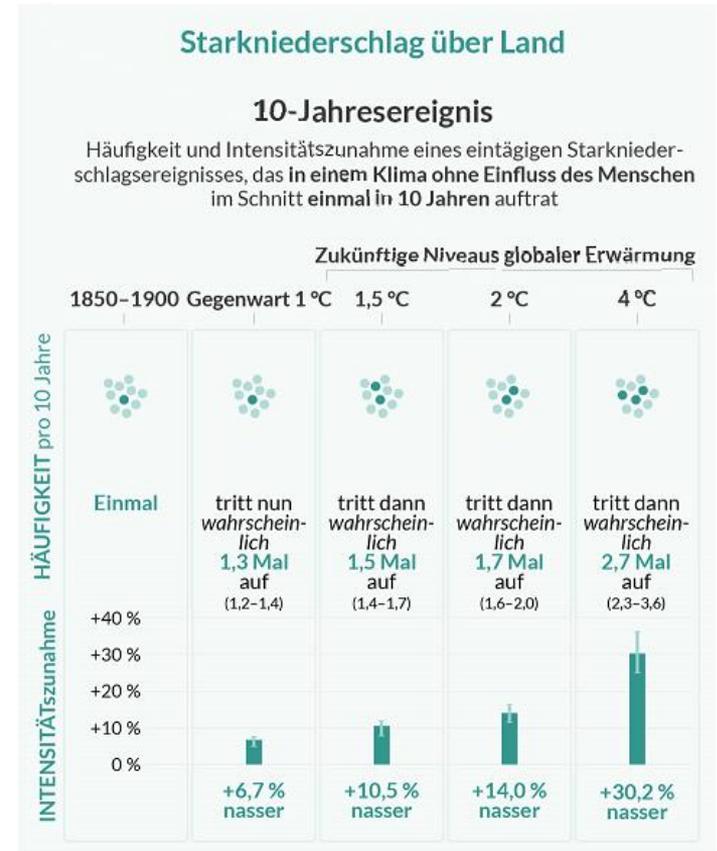


Quelle: Sechster IPCC-Sachstandsbericht (2021), AR6-WGI Abbildung SPM.3



# Die Häufigkeit und die Intensität von Starkniederschlägen wird weiter zunehmen

Quelle: Sechster IPCC-Sachstandsbericht (2021), AR6-WGI Abbildung SPM.6



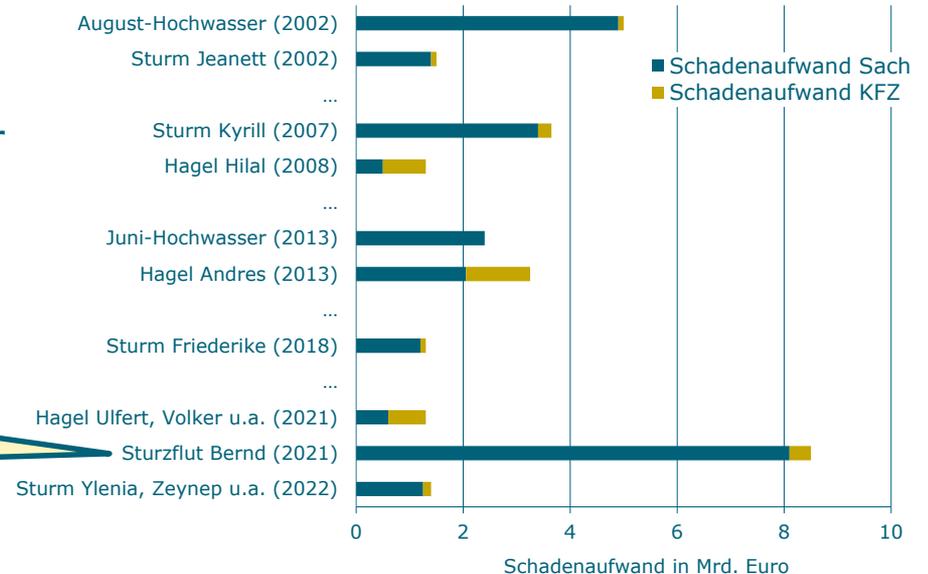


# Überschwemmung und Starkregen stellen die größten Naturgefahren-Risiken für Kompositversicherer dar

- › Schäden durch Bernd führten zum größten versicherten Schaden in der Historie der deutschen Versicherungswirtschaft
- › Sturm-Ereignisse verursachen eher viele kleine Schäden
- › Starkregen-Ereignisse verursachen weniger aber deutlich größere Schäden

Elementar-Anbündelung im Bernd-Gebiet unter 50%

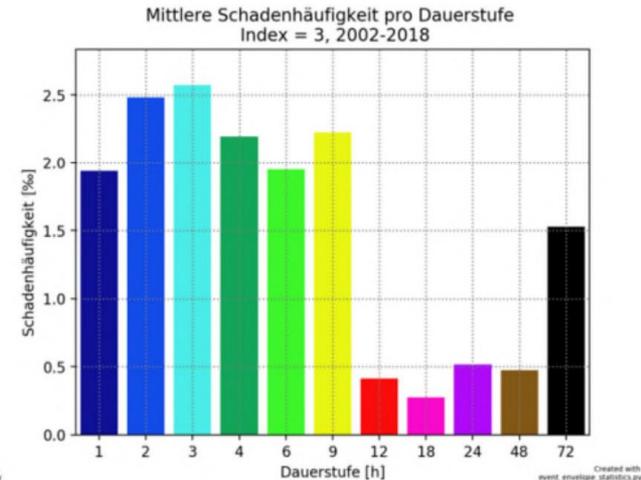
Sachversicherung und KFZ. Die 10 verheerendsten Naturkatastrophen in Deutschland 2002-2022





# Die Schadenhäufigkeit bei kurzem Starkregen ist höher als bei Dauerregen

- › Starkregenereignisse mit niedrigen Dauerstufen sind deutlich schadenträchtiger als langanhaltender Dauerregen
- › Diese kurzen Ereignisse treten über Deutschland eher zufällig, das heißt unabhängig von der Topographie auf
- › Ein empirischer Ansatz anhand von Niederschlags- oder Schadenhistorien erscheint daher unzureichend



„Ableitung deutschlandweiter Zusammenhangsmaße von versicherten Schäden zu kleinräumigen Starkregenereignissen basierend auf hochauflösenden radargestützten Niederschlagsmessungen des DWD seit Januar 2001“, Forschungsprojekt „Starkregen“, DWD, GDV



# Agenda

- > Klimawandel und Starkregen
- > Rain Chaser: Geophysikalische Starkregenmodellierung
- > Praxistest: Wie gut ist die Modellprognose?
- > Ausblick



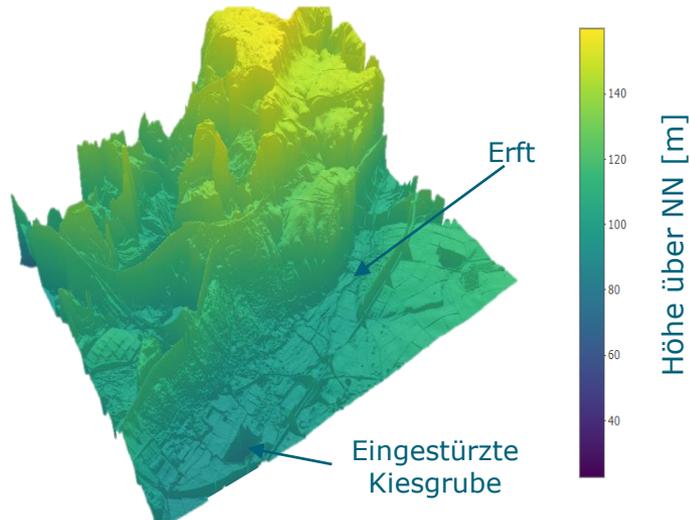


# Der MSK Rain Chaser: Eine ausgereifte geophysikalische Starkregen-Modellierung





# Ein hochauflösendes digitales Höhenmodell bildet die Basis der Modellierung



- › Auflösung des digitalen Geländemodells: 25m x 25m = 1 Kachel
- › Die Höhenangabe ist zentimetergenau

Gebiet: Erftstadt-Blessem



# Es wird ein flächendeckendes, gleichmäßiges Starkregenereignis simuliert

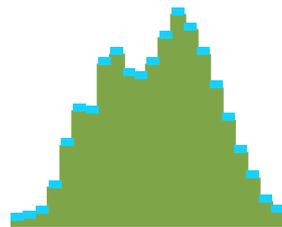


- > In einem Zeitschritt regnet es auf den bisherigen Simulationsstand gleichverteilt auf alle Kacheln des Höhenmodells
- > Die Regenmenge pro Zeitschritt ist konstant



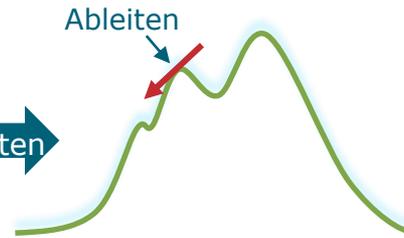


# Auf Basis des Höhenmodells wird simuliert, wohin das Wasser abfließt und in welcher Geschwindigkeit

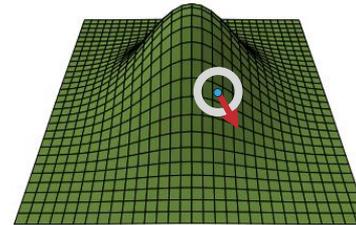


Höhenmodell

Glätten



Gradientenmodell



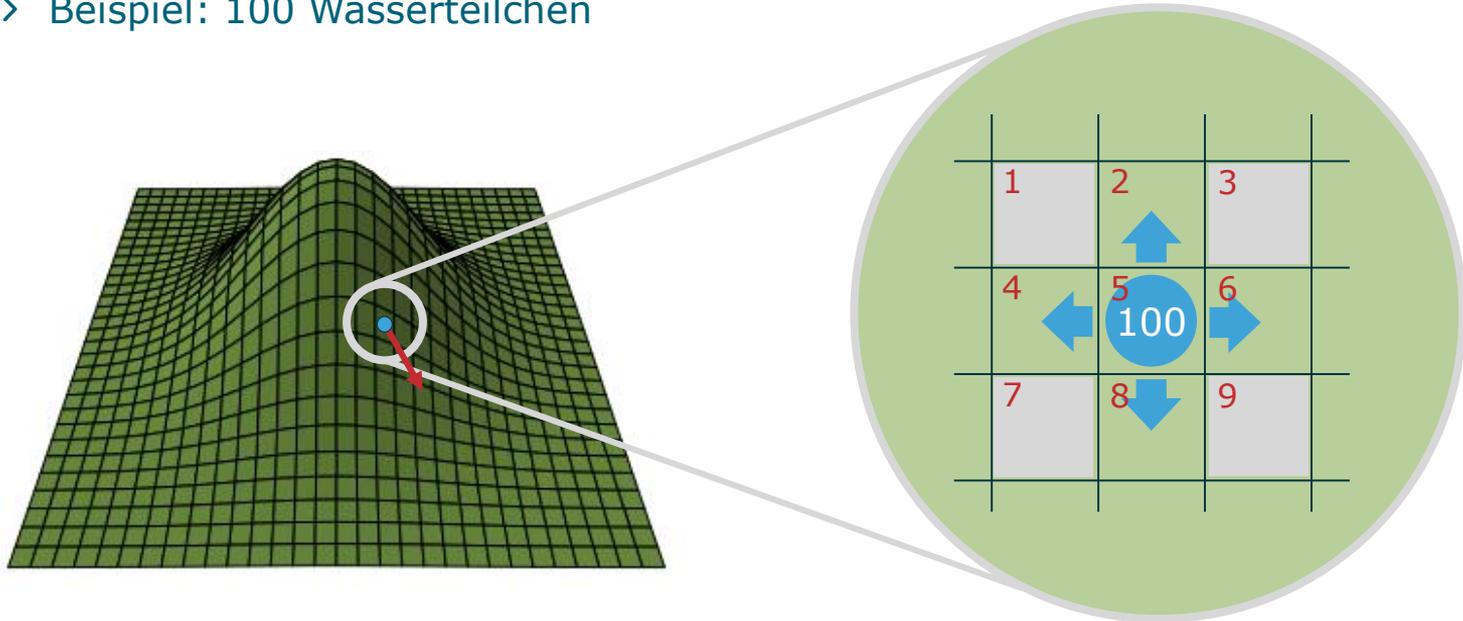
- > Das Wasser fließt in Richtung des steilsten Abhangs
- > Diese Information lässt sich durch das Ableiten der geglätteten Höhendaten gewinnen

- > Das Gefälle bestimmt, in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit das Wasser abfließt



# In jeder Zeiteinheit wechseln die Wasserteilchen auf ein benachbartes Feld

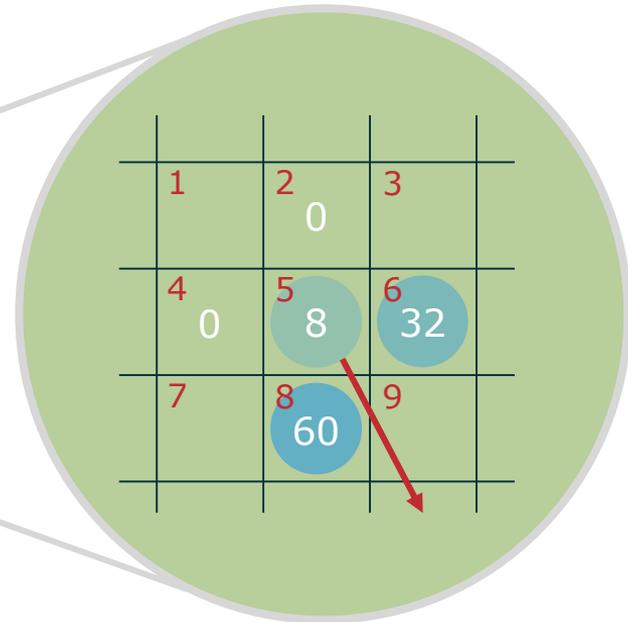
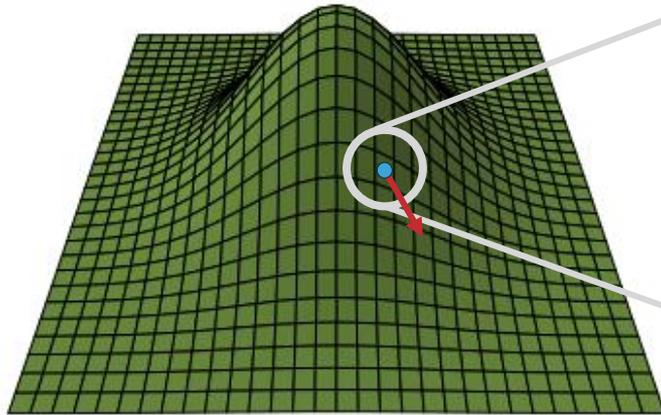
› Beispiel: 100 Wasserteilchen





# Das Gefälle bestimmt, in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit das Wasser abfließt

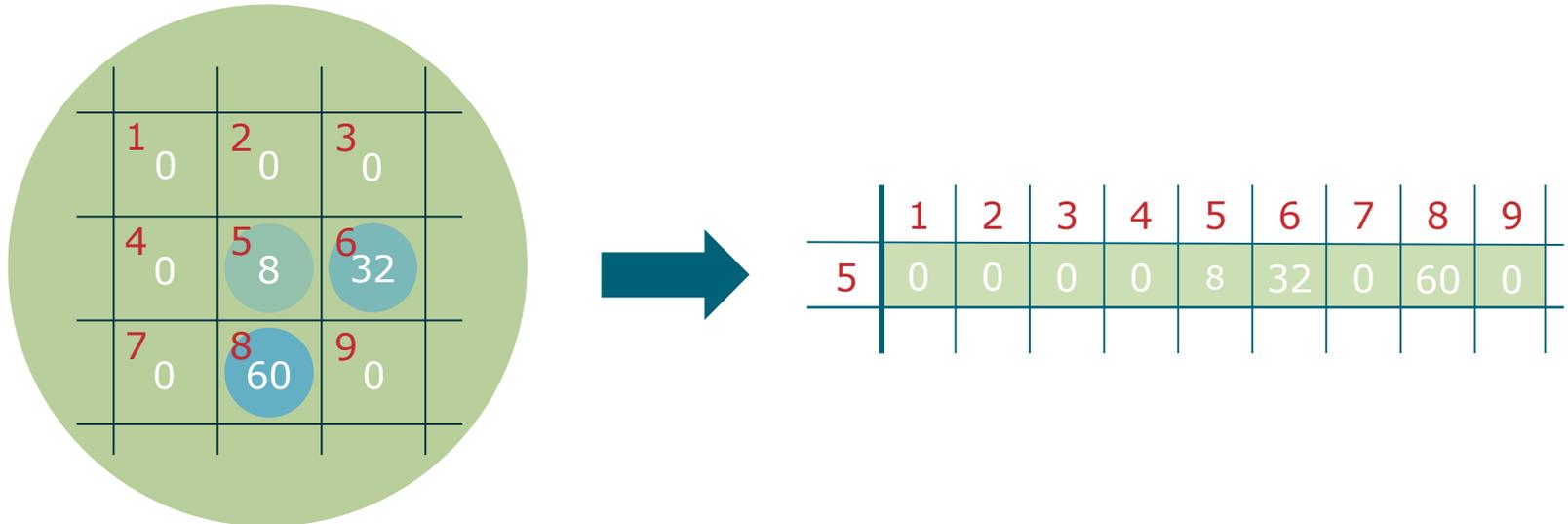
- › Beispiel: Aufgrund der Steilheit bleiben nur wenige Teilchen unbewegt auf Feld 5





# Die Übergangswahrscheinlichkeiten lassen sich effizienter darstellen

- › Beispiel: Angenommen es gibt nur diese 9 Felder
- › Die Ergebnisse für Feld 5 lassen sich in einem Vektor kompakt notieren





# Die Übergangswahrscheinlichkeiten lassen sich effizienter darstellen – in einer Übergangsmatrix

- › Diese Vektoren können für jedes der neun Felder bestimmt werden

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8  | 9 |
|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|
| 1 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 2 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 3 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 4 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 32 | 0 | 60 | 0 |
| 6 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 7 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 8 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 9 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |

Der Vektor für Feld 5: „Mit welcher Wahrscheinlichkeit fließt das Wasser von Feld 5 auf welches Feld?“



# Einmal Multiplizieren mit der Übergangsmatrix entspricht einem Zeitschritt – angewendet auf einen Startzustand

Startzustand: Auf Feld 5 liegen 100 Wasserteilchen

|     |
|-----|
| 0   |
| 0   |
| 0   |
| 0   |
| 100 |
| 0   |
| 0   |
| 0   |
| 0   |
| 0   |

**T**



Übergangsmatrix: Werte in Prozent

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7 | 8  | 9 |
|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|
| 1 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 2 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 3 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 4 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 32 | 0 | 60 | 0 |
| 6 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 7 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 8 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |
| 9 | • | • | • | • | • | •  | • | •  | • |



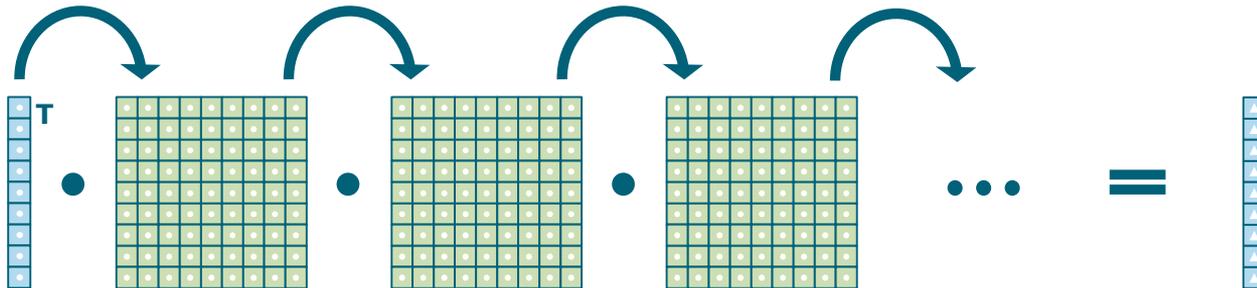
Folgezustand: Die Teilchen haben sich entsprechend der Matrix verteilt

|    |
|----|
| 0  |
| 0  |
| 0  |
| 0  |
| 8  |
| 32 |
| 0  |
| 60 |
| 0  |



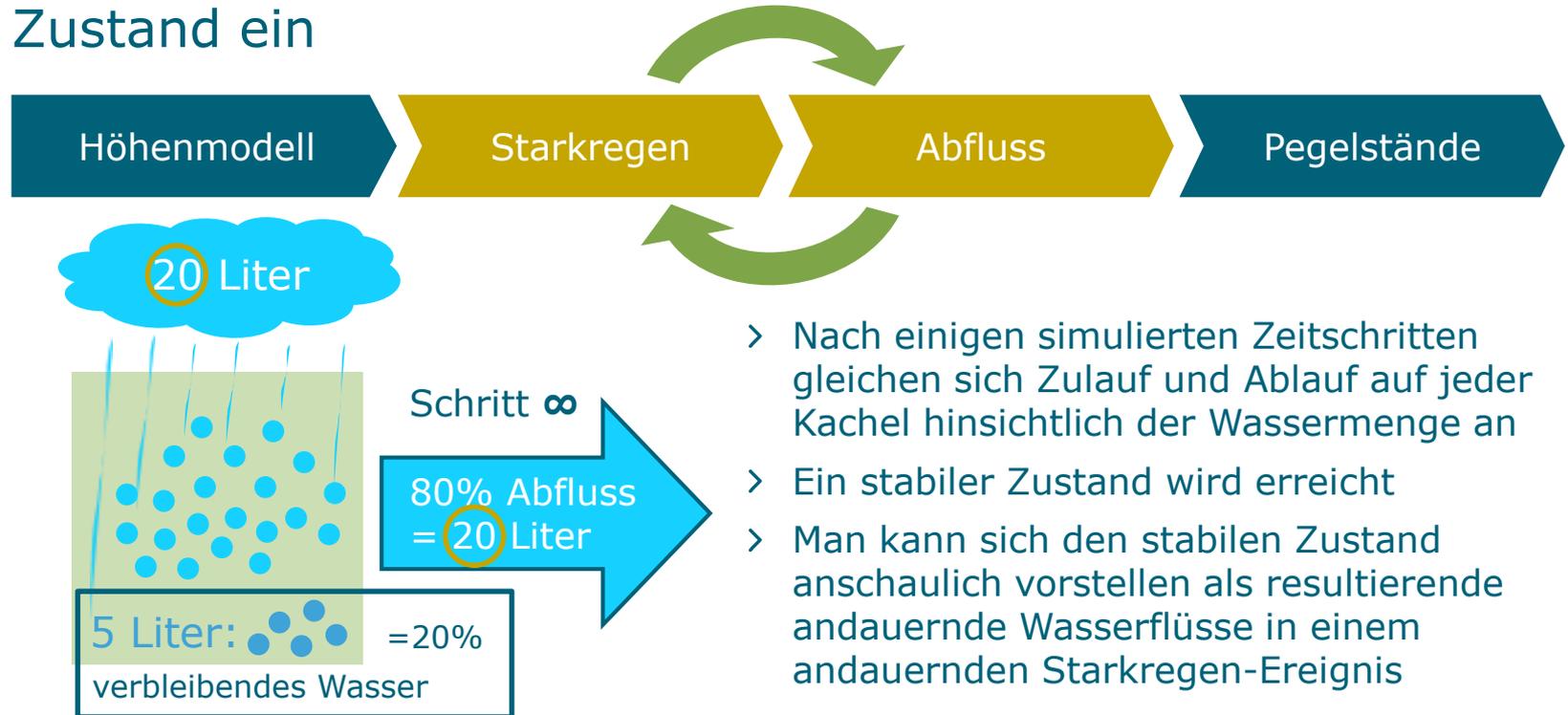
# Mit Hilfe der Übergangsmatrix können beliebig viele Zeitschritte simuliert werden

- › Die Übergangsmatrix ist nicht nur eine effiziente Schreibweise
- › Das Problem wurde auf Grundrechenarten reduziert



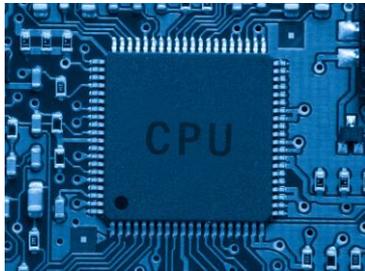


## Nach vielen Tausend Schritten stellt sich ein stationärer Zustand ein





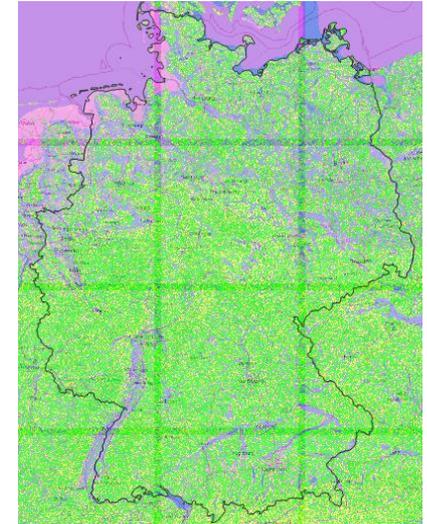
# Für die Berechnungen ist der Einsatz von Grafikkarten unabdingbar



Laufzeit: 100 Tage

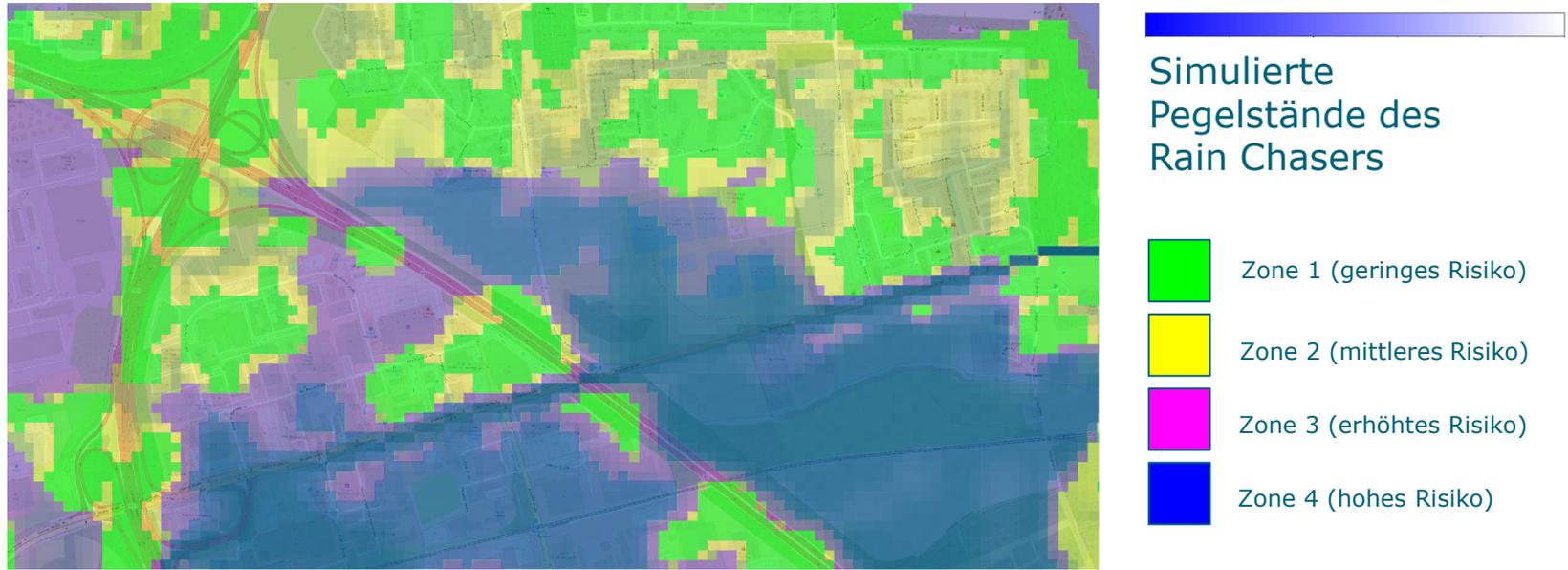


Laufzeit: 20 Stunden



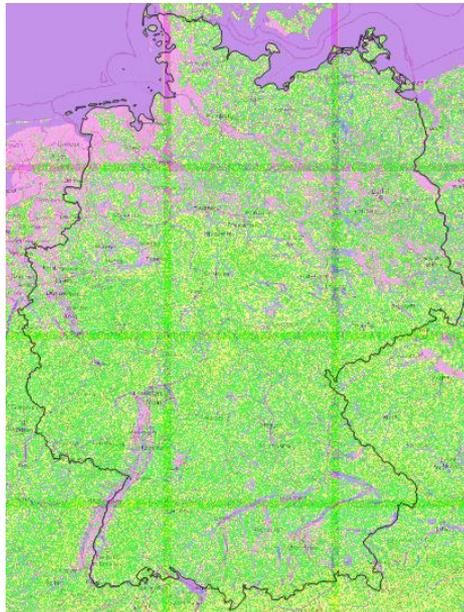


## Aus den simulierten Pegelständen des Rain Chasers lassen sich die Risiken in hohe/mittlere/geringe Risiken einteilen

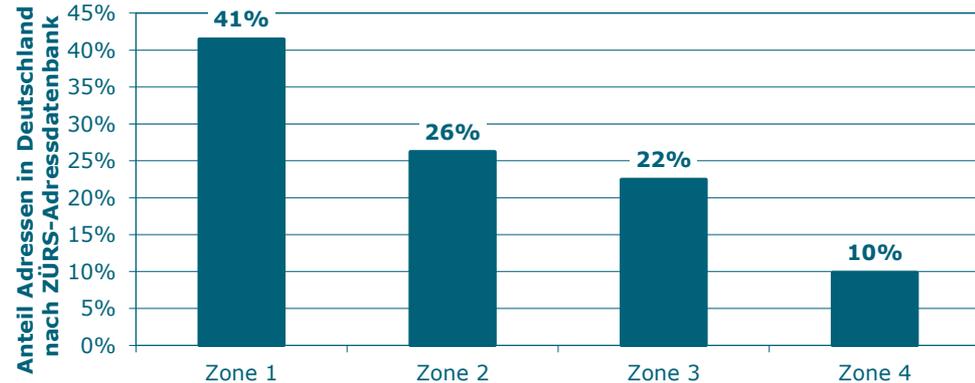




# Die MSK-Starkregenzonierung wurde für Deutschland und umliegende Gebiete berechnet



MSK-SRZ:  
■ Zone 1  
■ Zone 2  
■ Zone 3  
■ Zone 4

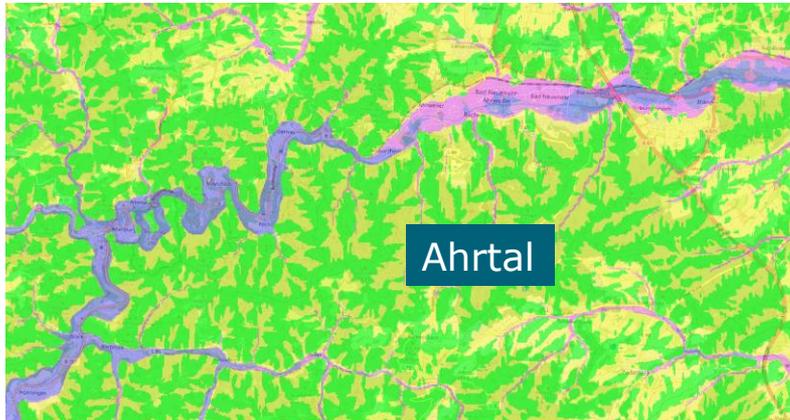


## MSK Starkregenzonierung

■ Anteil Adressen in Deutschland



## Beispiel-Kartenabschnitte: Die Ergebnisse sind sehr plausibel und passen zu vergangenen Ereignissen



MSK-SRZ:

-  Zone 1
-  Zone 2
-  Zone 3
-  Zone 4



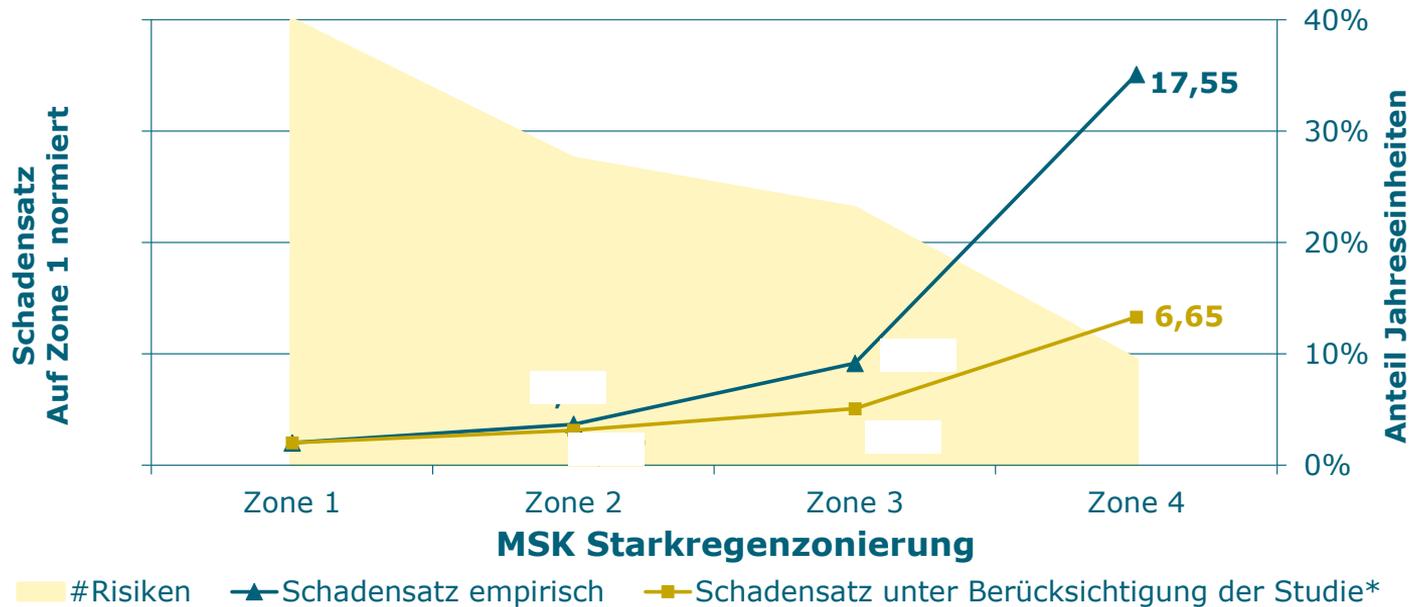
# Agenda

- > Klimawandel und Starkregen
- > Rain Chaser: Geophysikalische Starkregenmodellierung
- > **Praxistest: Wie gut ist die Modellprognose?**
- > Ausblick





# VGW: Die MSK-Starkregenzonierung differenziert um den Faktor 17,5



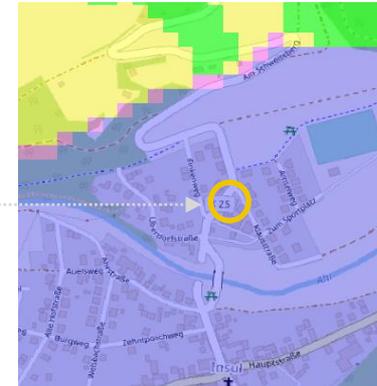
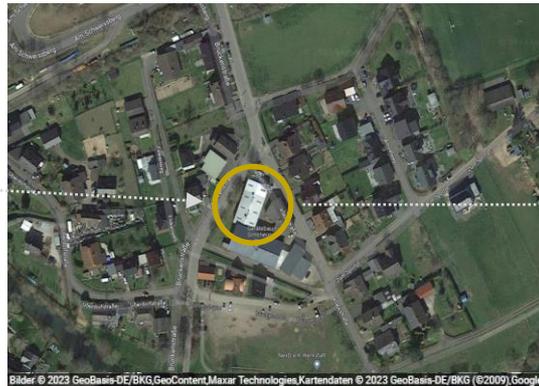
VGW, Gefahr Elementar, Statistikjahr 2021, Nur Berndschäden

\*Glättung des empirischen Schadensatzes anhand der vom GDV empfohlenen Schadensätze nach Elementarstudie 2023



## Die Zonierung liefert insbesondere in Gebieten ohne größere Starkregenereignisse in der Vergangenheit zusätzliche Erkenntnisse

- › Das Dorf Insul im Ahrtal wurde durch Bernd komplett zerstört
- › Beim GDV lag dieses 2021 in HGK1 (seit 2022 in HGK3)
- › Der Rain Chaser hätte die Gegend schon in 2021 in Zone 4 eingeteilt



MSK-SRZ:  
■ Zone 1  
■ Zone 2  
■ Zone 3  
■ Zone 4



# Auch in Österreich liefert die Starkregenzonierung plausible Ergebnisse

- › Die Gemeinde Gnas in Österreich war stark vom Starkregen im Aug 2023 betroffen
- › Der Rain Chaser teilt das Gebiet in Zone 3 und 4 ein

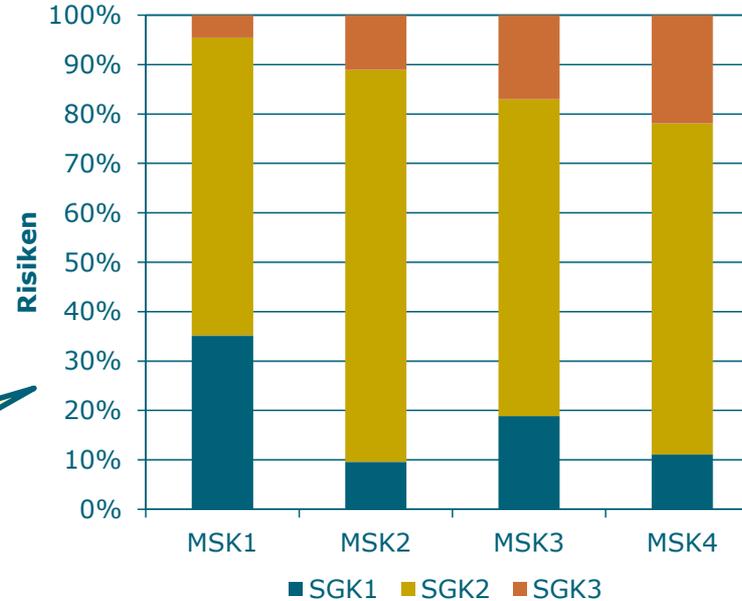


Foto: APA/FEUERWEHR GNAS, 04. August 2023, Steiermark, Gnas



## Die GDV- &MSK-Starkregen-Zonierungen sind weitestgehend unabhängig

Anteil Risiken der MSK Zonen  
pro ZÜRS SGK



Die beiden Starkregenzonierungen sind unabhängig voneinander (Kontingenzkoeffizient: 0,35)



# Agenda

- › Klimawandel und Starkregen
- › Rain Chaser: Geophysikalische Starkregenmodellierung
- › Praxistest: Wie gut ist die Modellprognose?
- › **Ausblick**



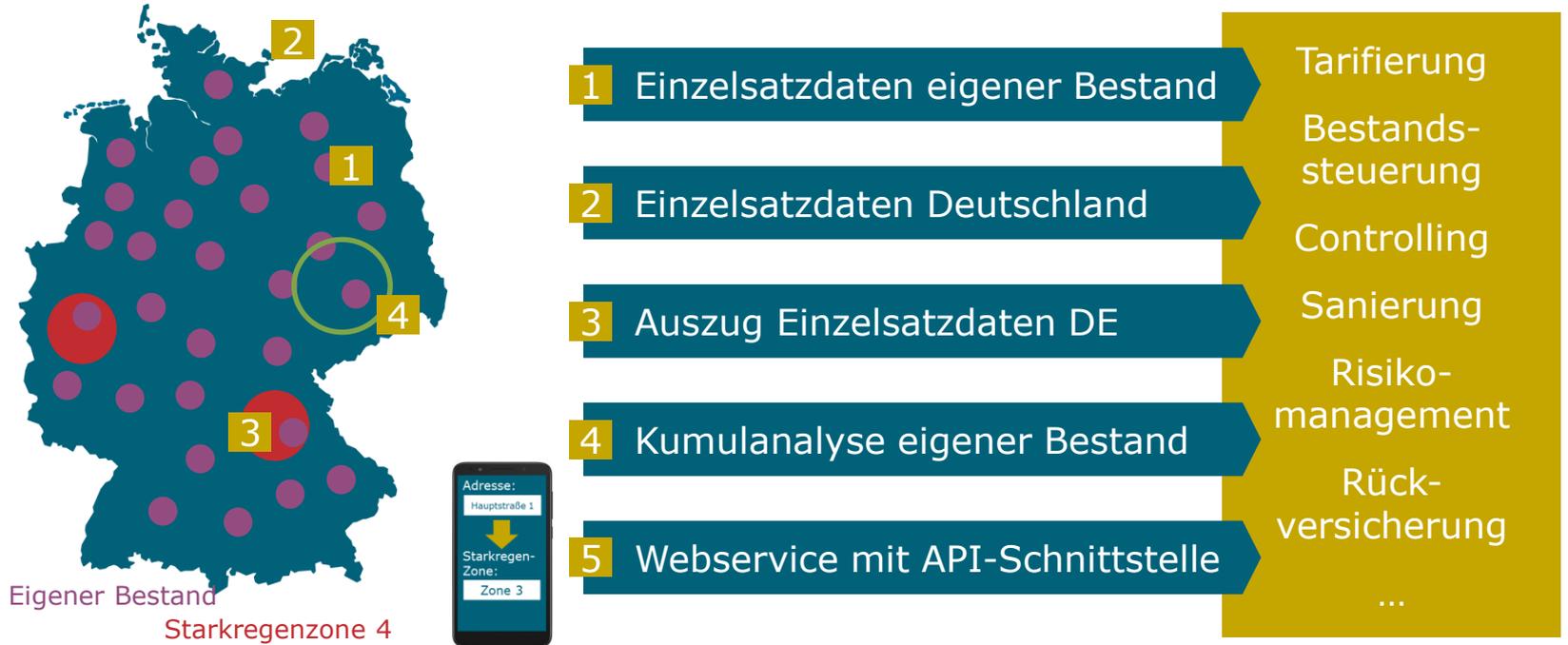


## Das MSK-Starkregenmodell wird stetig weiterentwickelt

- › Berücksichtigung der Durchflussmenge im stationären Zustand als weiteres Kriterium bei der Zoneneinteilung (stehendes vs. fließendes Gewässer)
- › Variation der Fließgeschwindigkeit in einem Zeitschritt in Abhängigkeit der Steilheit
- › Anwendung der Starkregenzonierung zur tagesaktuellen Einschätzung und Optimierung des Kumulrisikos
- › Parametrisierung von Vulnerabilitätskurven für Schadensschätzungen
- › Überführung in ein stochastisches Modell bis hin zur Ermittlung von AEP- und OEP-Kurven



# Die MSK-Starkregenzonierung ist bereits bei verschiedenen Versicherern im Einsatz





# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Carina Götzen**

Leitende Beraterin

Expertin Pricing, Datenpools und  
Naturgefahren

Tel: +49 - 221 42053-19

[carina.goetzen@aktuare.de](mailto:carina.goetzen@aktuare.de)



# Kontakt



Meyerthole Siems Kohlruss  
Gesellschaft für aktuarielle Beratung mbH  
Hohenstaufenring 57, 50674 Köln  
Tel +49 221 42053-0  
Fax +49 221 42053-29

[info@aktuare.de](mailto:info@aktuare.de)  
[www.aktuare.de](http://www.aktuare.de)

Folgen Sie uns auf

