



Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen: Potentiale, Unsicherheiten und Grenzen

Koordination: Markus Weiler



Übergeordnetes Projektziel



Ziel von AVOSS ist die stringente Verknüpfung von Starkregenereignis, davon ausgehenden Sturzflutgefahren und potentiell resultierenden Schäden auf verschiedenen räumlichen Skalen.

AVOSS ist ein Beitrag, um bestehende Lücke bei der Warnung von lokal auftretenden Sturzflutereignissen zu schließen

AVOSS arbeitet prototypisch auf verschiedenen räumlichen Skalen

- Anwenderorientierte **Vorhersage von Starkregenereignissen** basierend auf Radar-basierten Niederschlagsvorhersagen
- Entwicklung eines hydrologischen Sturzflutindex (SFI) für kleinere Einzugsgebiete und Ableitung einer **Sturzflutwarnung** durch Kombination von Radarvorhersage und SFI
- Entwicklung und Test eines Verfahrens, um **in Quasi-Echtzeit** kontinuierliche und räumlich hochaufgelöste **Vorhersagen zum oberirdischen Abflussgeschehen** in bebauten Gebieten zu erhalten
- Entwicklung und Praxistest von **Risikokarten zur Schadensvorhersage** bei Starkregen- und Sturzflutereignissen

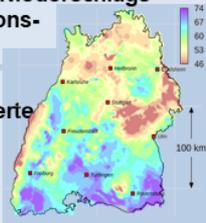


Übersicht der APs



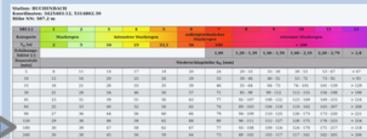
AP A

A1: Historische Niederschlagsradar und Stationsdaten



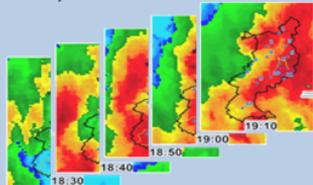
A2: Regionalisierte Starkregensbemessungsniederschläge (KombStRA)

A3: Pluvialer Starkregenindex (SRI)



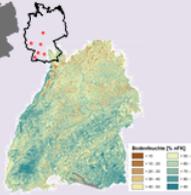
A1

A4: Hindcasting (Radar) inkl. Unsicherheiten



AP B

B1: Vorfeuchtebedingungen für Bemessung und Echtzeit-Vorhersage

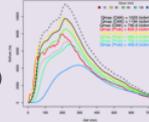


A4

A2

B2: Hydrologische Starkregen Modellierung

Szenarien für Bemessungsereignisse T_x f(Dauerstufe, Vorfeuchte) -> Abflussvolumen -> Spitzenabfluss



Hydrologischer Sturmflutindex (SFI)

SRI	Überschneidungsbereichswahrscheinlichkeit			
	20%	30%	50%	80%
10	0.1	0.2	0.3	0.4
15	0.2	0.3	0.4	0.5
20	0.3	0.4	0.5	0.6
25	0.4	0.5	0.6	0.7
30	0.5	0.6	0.7	0.8
35	0.6	0.7	0.8	0.9
40	0.7	0.8	0.9	1.0
45	0.8	0.9	1.0	1.1
50	0.9	1.0	1.1	1.2
55	1.0	1.1	1.2	1.3
60	1.1	1.2	1.3	1.4
65	1.2	1.3	1.4	1.5
70	1.3	1.4	1.5	1.6
75	1.4	1.5	1.6	1.7
80	1.5	1.6	1.7	1.8
85	1.6	1.7	1.8	1.9
90	1.7	1.8	1.9	2.0
95	1.8	1.9	2.0	2.1
100	1.9	2.0	2.1	2.2
105	2.0	2.1	2.2	2.3
110	2.1	2.2	2.3	2.4
115	2.2	2.3	2.4	2.5
120	2.3	2.4	2.5	2.6
125	2.4	2.5	2.6	2.7
130	2.5	2.6	2.7	2.8
135	2.6	2.7	2.8	2.9
140	2.7	2.8	2.9	3.0
145	2.8	2.9	3.0	3.1
150	2.9	3.0	3.1	3.2
155	3.0	3.1	3.2	3.3
160	3.1	3.2	3.3	3.4
165	3.2	3.3	3.4	3.5
170	3.3	3.4	3.5	3.6
175	3.4	3.5	3.6	3.7
180	3.5	3.6	3.7	3.8
185	3.6	3.7	3.8	3.9
190	3.7	3.8	3.9	4.0
195	3.8	3.9	4.0	4.1
200	3.9	4.0	4.1	4.2

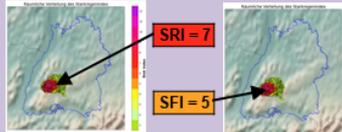
A2

A3

B1

B3: Vorhersage SRI und SFI inkl. Unsicherheiten

Prototyp Sturmflut Warnung



AP C

C1: Ermittlung Starkregengefahrenkarten



Benchmarkdatensatz Beobachtungen (Feuerwehr, Videos, HRB)

A4

B2

C2: Neuronale Netze als Echtzeitvorhersage

$z, v(x,y) = f(N\text{-Eigenschaften, Vorfeuchte})$ inkl. Unsicherheiten



A4

B1

B2

C3: Reduzierung der Unsicherheit durch Assimilierung lokaler Daten und Optimierung der Messnetze

Aktuelle Messungen Fernerkundung, lokale Messungen

Prototyp Echtzeit Überflutungsmodell



AP D

D1: Probabilistische Multi-paramter Schadenmodelle für Gebäude

Schadenmodell für Sturzfluten



D2: Risikokarten zur Unterstützung einer effektiven Risikokommunikation



A4

B3

C3

D3: Schadensbasierte Vorhersage und Schadensschwerpunkte

Risikokarten mit quantitativer Schadenskartierung



AP A: Entwicklung und Bemessung von Starkregen und SRI mit kombinierten Radar- und Stationsdaten



AP A

A1: Historische Niederschlags-radar und Stations-daten

A2: Regionalisierte Starkregen-bemessungs-niederschläge (KombStRA)

A3: Pluvialer Starkregenindex (SRI)

A4: Hindcasting (Radar) inkl. Unsicherheiten

AP B

A1 B1: Vorfeuchte-bedingungen für Bemessung und Echtzeit-Vorhersage

A2 B2: Hydrologische Starkregen Modellierung
Szenarien für Bemessungsereignisse T_x
 f (Dauerstufe, Vorfeuchte)
-> Abflussvolumen
-> Spitzenabfluss

A2 B3: Vorhersage SRI und SFI inkl. Unsicherheiten

A3 B1: Prototyp Sturzflut Warnung

A4 B1

Hydrologischer Sturzflutindex (SFI)

SRI	Unsicherheitsausprägung				
	10%	20%	30%	40%	50%
10	10	10	10	10	10
20	10	10	10	10	10
30	10	10	10	10	10
40	10	10	10	10	10
50	10	10	10	10	10

Prototyp Sturzflut Warnung

SRI = 7

SFI = 5

AP C

A1 C1: Ermittlung Starkregen-gefahrenkarten

A2 B2

C2: Neuronale Netze als Echtzeitvorhersage
 $z, v(x,y) = f(N\text{-Eigenschaften, Vorfeuchte})$ inkl. Unsicherheiten

A4 C3: Reduzierung der Unsicherheit durch Assimilierung lokaler Daten und Optimierung der Messnetze

A4 B1 B2

Prototyp Echtzeit Überflutungsmodell

Überflutungstiefe (z), Geschwindigkeit (v)

AP D

D1: Probabilistische Multi-paramter Schadenmodelle für Gebäude

D2: Risikokarten zur Unterstützung einer effektiven Risikokommunikation

A4 D3: Schadensbasierte Vorhersage und Schadensschwerpunkte

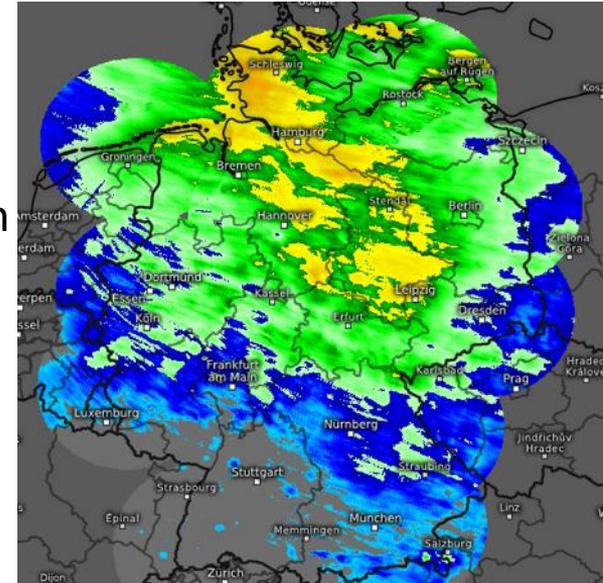
B3 C3

Risikokarten mit quantitativer Schadenskartierung

Räumliche Skala: BRD Länder ausgewählte Gemeinden/Einzugsgebiete

Produkte und Meilensteine: dunkler unterlegt

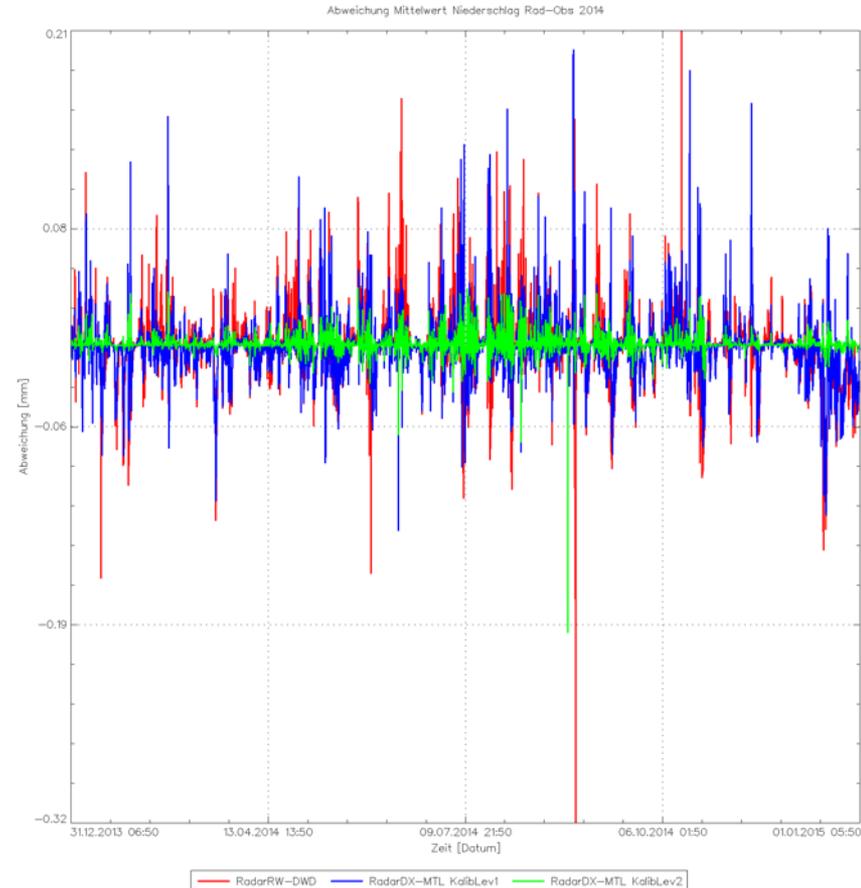
- Berechnung qualitativ hochwertiger Radarniederschlagssummen
 - auf der Basis des Radardatenprodukts DX des DWD, jedoch mit eigener Kalibrierung zur Steigerung der Datenqualität
 - in hoher räumlicher (1km) und zeitlicher (5 min) Auflösung
 - größtmöglicher räumlicher wie zeitlicher (2006-2023) Gesamtabdeckung Deutschlands
- Durchgeführte Arbeiten:
 - Qualitätskontrolle der DX-Rohdaten
 - Interpolationen
 - Eliminierung von radarstandortspezifischen Störsignalen
 - Ableitung radarstandortspezifischer Niederschlagssummen (Kalibrierung)
 - Aggregation der abgeleiteten standortspezifischen Niederschlagssummen zu Deutschlandkomposit



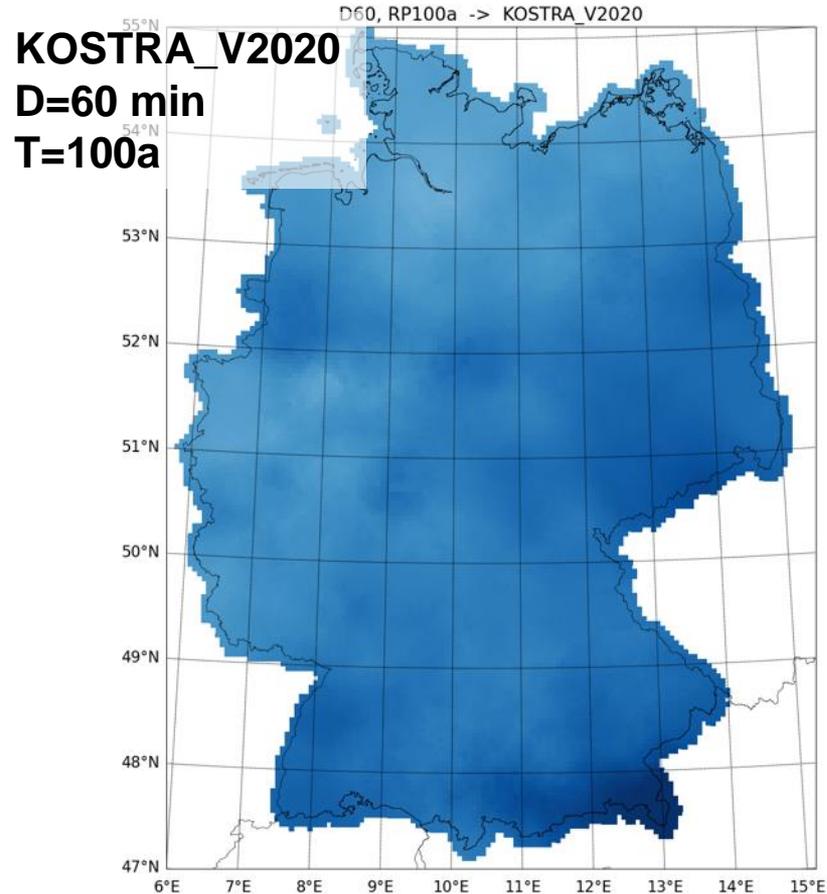
Güte der abgeleiteten Niederschlagssummen



- Nutzung standortspezifischen Beobachtungswerten zur Berechnung von Abweichungen und Korrelationen für
 - das unabhängige Radardatenprodukt RW des DWD ("RadarRW-DWD")
 - das abgeleitete Radardatenprodukt DX von MTL ("RadarDX-MTL KalibLev1" und "RadarDX-MTL KalibLev2")
- Ergebnis "RadarDX-MTL KalibLev2" vs. "RadarRW-DWD"
 - weniger Störsignale
 - höhere mittlere Korrelationen (+20 %)
 - niedrigere Abweichungen (-50 %)



Regionalisierte Starkregenbemessungsniederschläge (KombStRA)



Hydrol. Earth Syst. Sci., 26, 5069–5084, 2022
<https://doi.org/10.5194/hess-26-5069-2022>
© Author(s) 2022. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Hydrology and
Earth System
Sciences

The logo for the European Geosciences Union (EGU), featuring the letters 'EGU' in a circular arrangement.

Enhancing the usability of weather radar data for the statistical analysis of extreme precipitation events

Andreas Hänsler and Markus Weiler

Faculty of Environment and Natural Resources, Chair of Hydrology, University of Freiburg, 79098 Freiburg, Germany

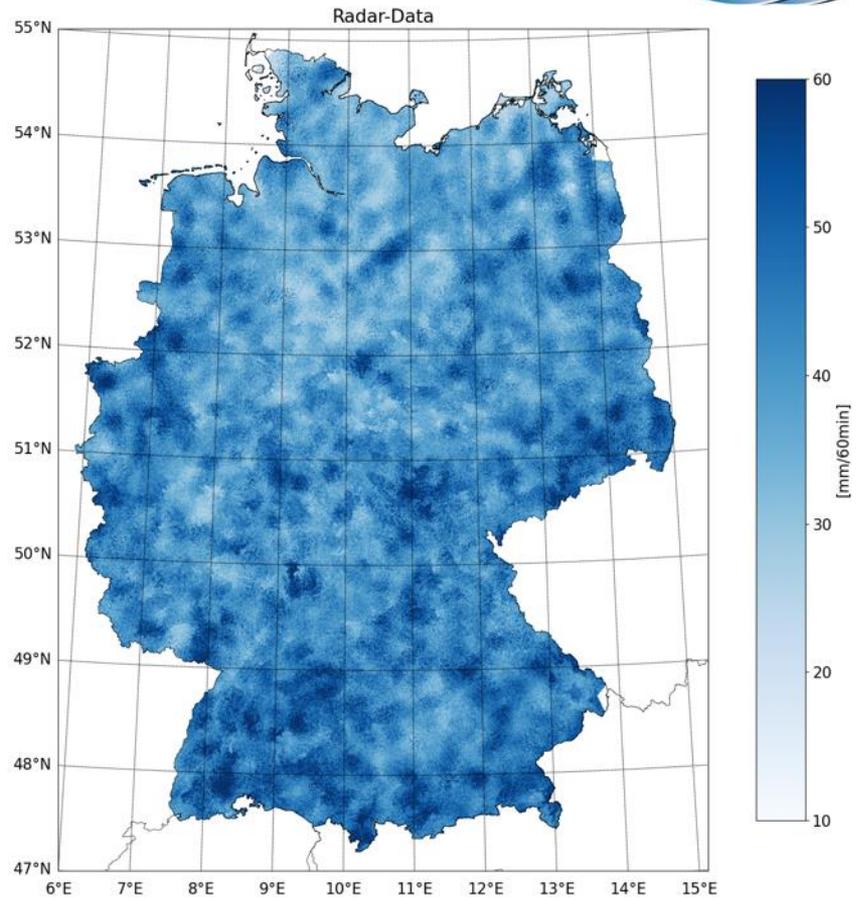
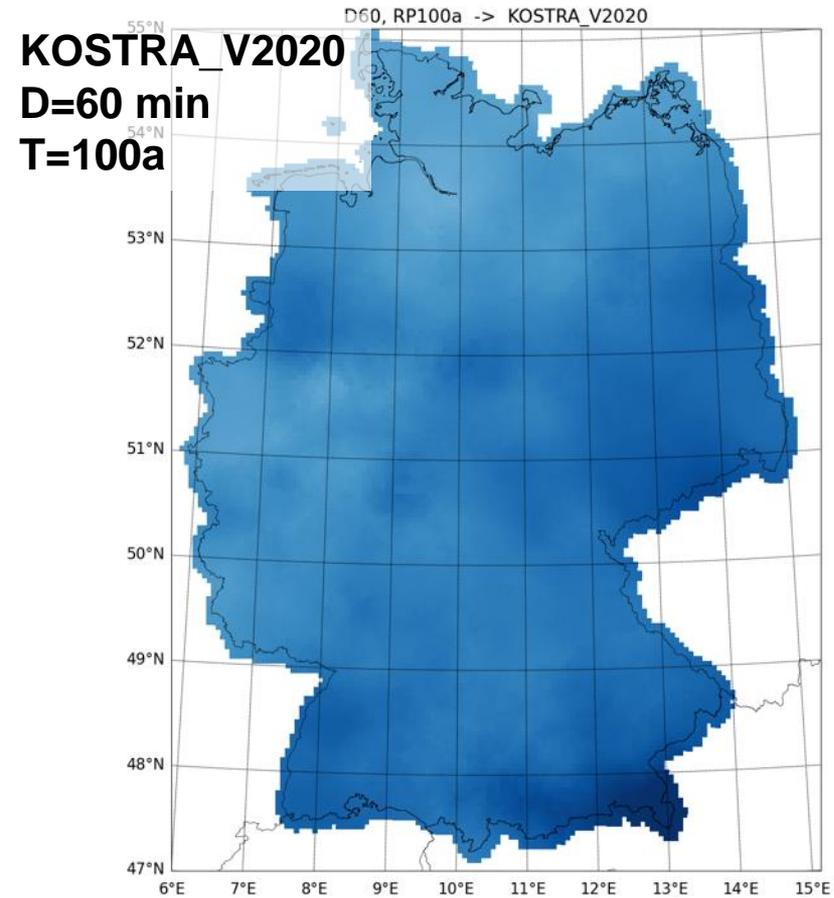
Correspondence: Andreas Hänsler (andreas.haensler@hydrology.uni-freiburg.de)

Received: 22 December 2021 – Discussion started: 27 January 2022

Revised: 15 June 2022 – Accepted: 23 August 2022 – Published: 11 October 2022

- Methodenentwicklung abgeschlossen und publiziert
 - Allerdings nur für BW und auf Basis der RADKLIM (DWD) Daten
 - Verfahren jetzt für ganze Deutschland angewandt

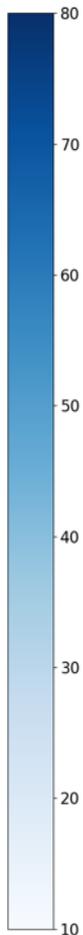
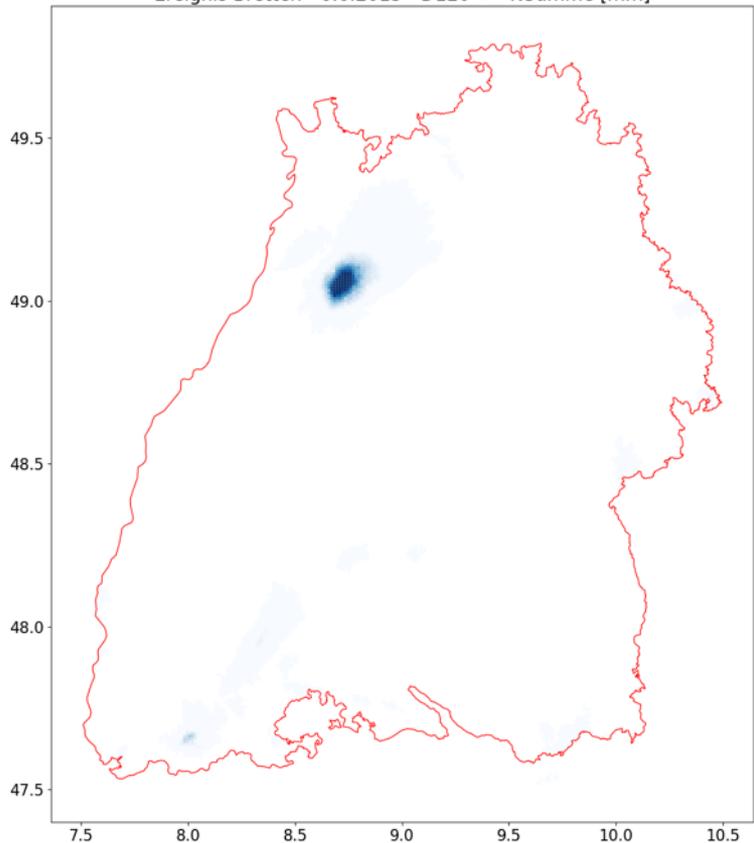
Regionalisierte Starkregenbemessungsniederschläge (KombStRA)



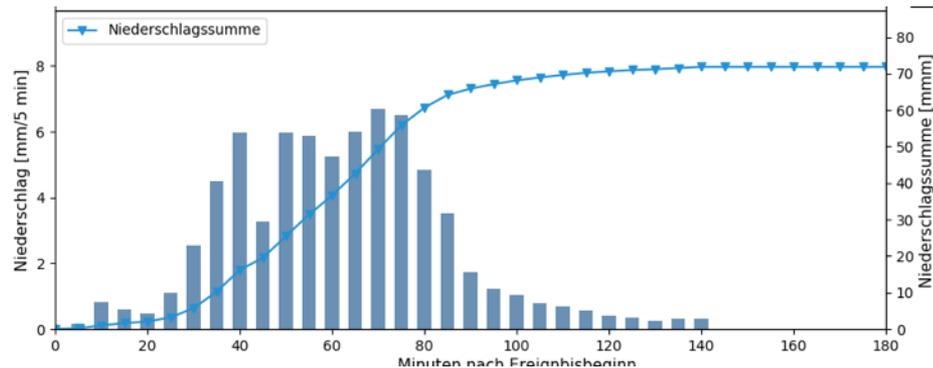
Daraus: Pluvialer Starkregenindex



Ereignis Bretten - 6.6.2015 - D120 -> NSumme [mm]



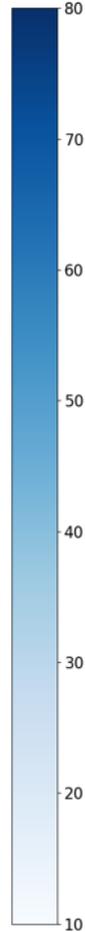
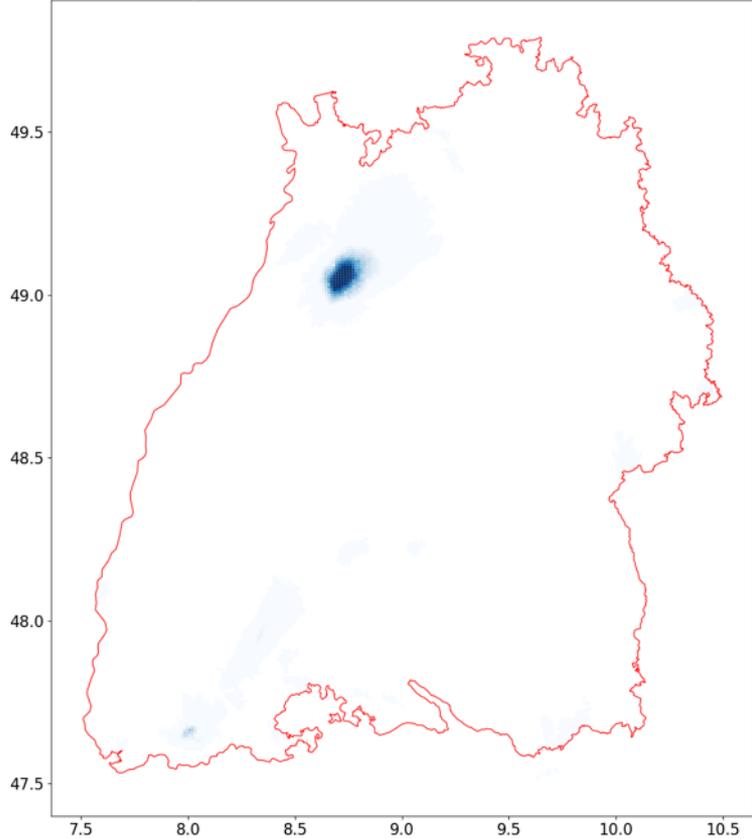
SRI direkt aus Radarniederschlägen abgeleitet unter Nutzung des KombStRA



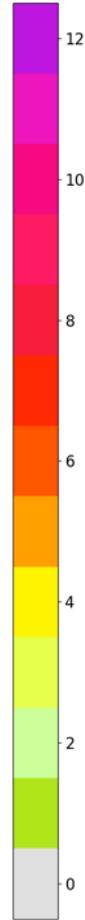
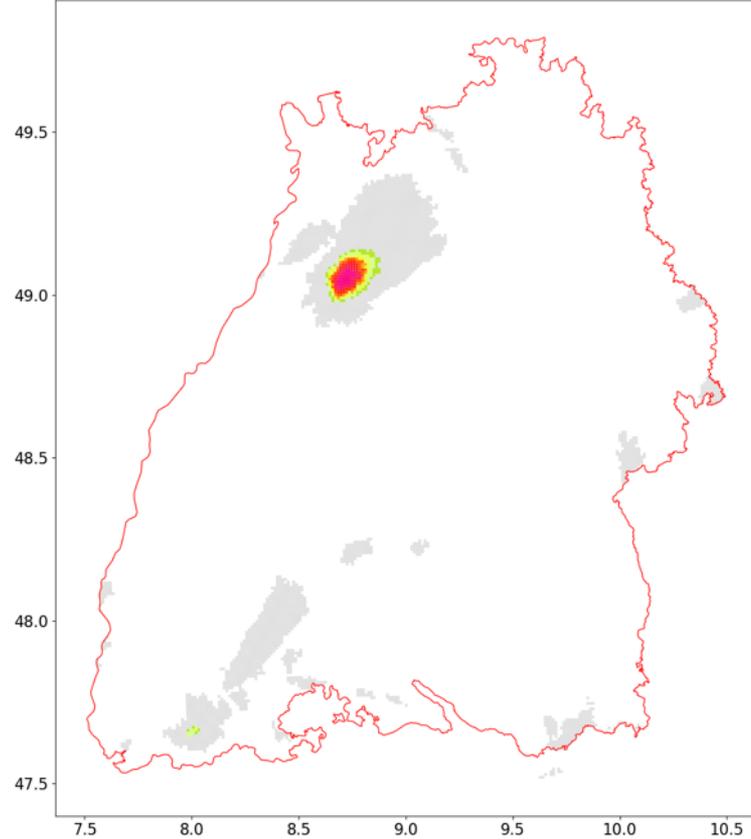
Daraus: Pluvialer Starkregenindex



Ereignis Bretten - 6.6.2015 - D120 -> NSumme [mm]



SRI

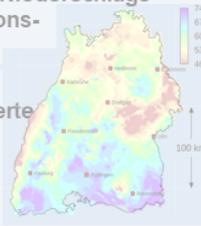


AP B: Hydrologische Modellierung und Bestimmung des Sturmflutindex (SFI)



AP A

A1: Historische Niederschlagsradar- und Stationsdaten



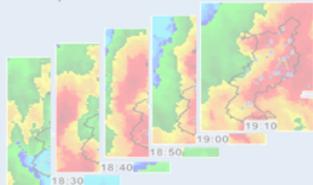
A2: Regionalisierte Starkregens-bemessungs-niederschläge (KombStRA)

A3: Pluvialer Starkregenindex (SRI)

Region	SRI		SFI	
	1000	2000	1000	2000
NRW	0.1	0.2	0.1	0.2
BY	0.2	0.3	0.2	0.3
HE	0.3	0.4	0.3	0.4
NI	0.4	0.5	0.4	0.5
SH	0.5	0.6	0.5	0.6
ST	0.6	0.7	0.6	0.7
TH	0.7	0.8	0.7	0.8
SN	0.8	0.9	0.8	0.9
BB	0.9	1.0	0.9	1.0
BE	1.0	1.1	1.0	1.1
SL	1.1	1.2	1.1	1.2
HT	1.2	1.3	1.2	1.3
RP	1.3	1.4	1.3	1.4
LS	1.4	1.5	1.4	1.5
HE	1.5	1.6	1.5	1.6
NI	1.6	1.7	1.6	1.7
SH	1.7	1.8	1.7	1.8
ST	1.8	1.9	1.8	1.9
TH	1.9	2.0	1.9	2.0
SN	2.0	2.1	2.0	2.1
BB	2.1	2.2	2.1	2.2
BE	2.2	2.3	2.2	2.3
SL	2.3	2.4	2.3	2.4
HT	2.4	2.5	2.4	2.5
RP	2.5	2.6	2.5	2.6
LS	2.6	2.7	2.6	2.7
HE	2.7	2.8	2.7	2.8
NI	2.8	2.9	2.8	2.9
SH	2.9	3.0	2.9	3.0
ST	3.0	3.1	3.0	3.1
TH	3.1	3.2	3.1	3.2
SN	3.2	3.3	3.2	3.3
BB	3.3	3.4	3.3	3.4
BE	3.4	3.5	3.4	3.5
SL	3.5	3.6	3.5	3.6
HT	3.6	3.7	3.6	3.7
RP	3.7	3.8	3.7	3.8
LS	3.8	3.9	3.8	3.9
HE	3.9	4.0	3.9	4.0
NI	4.0	4.1	4.0	4.1
SH	4.1	4.2	4.1	4.2
ST	4.2	4.3	4.2	4.3
TH	4.3	4.4	4.3	4.4
SN	4.4	4.5	4.4	4.5
BB	4.5	4.6	4.5	4.6
BE	4.6	4.7	4.6	4.7
SL	4.7	4.8	4.7	4.8
HT	4.8	4.9	4.8	4.9
RP	4.9	5.0	4.9	5.0
LS	5.0	5.1	5.0	5.1
HE	5.1	5.2	5.1	5.2
NI	5.2	5.3	5.2	5.3
SH	5.3	5.4	5.3	5.4
ST	5.4	5.5	5.4	5.5
TH	5.5	5.6	5.5	5.6
SN	5.6	5.7	5.6	5.7
BB	5.7	5.8	5.7	5.8
BE	5.8	5.9	5.8	5.9
SL	5.9	6.0	5.9	6.0
HT	6.0	6.1	6.0	6.1
RP	6.1	6.2	6.1	6.2
LS	6.2	6.3	6.2	6.3
HE	6.3	6.4	6.3	6.4
NI	6.4	6.5	6.4	6.5
SH	6.5	6.6	6.5	6.6
ST	6.6	6.7	6.6	6.7
TH	6.7	6.8	6.7	6.8
SN	6.8	6.9	6.8	6.9
BB	6.9	7.0	6.9	7.0
BE	7.0	7.1	7.0	7.1
SL	7.1	7.2	7.1	7.2
HT	7.2	7.3	7.2	7.3
RP	7.3	7.4	7.3	7.4
LS	7.4	7.5	7.4	7.5
HE	7.5	7.6	7.5	7.6
NI	7.6	7.7	7.6	7.7
SH	7.7	7.8	7.7	7.8
ST	7.8	7.9	7.8	7.9
TH	7.9	8.0	7.9	8.0
SN	8.0	8.1	8.0	8.1
BB	8.1	8.2	8.1	8.2
BE	8.2	8.3	8.2	8.3
SL	8.3	8.4	8.3	8.4
HT	8.4	8.5	8.4	8.5
RP	8.5	8.6	8.5	8.6
LS	8.6	8.7	8.6	8.7
HE	8.7	8.8	8.7	8.8
NI	8.8	8.9	8.8	8.9
SH	8.9	9.0	8.9	9.0
ST	9.0	9.1	9.0	9.1
TH	9.1	9.2	9.1	9.2
SN	9.2	9.3	9.2	9.3
BB	9.3	9.4	9.3	9.4
BE	9.4	9.5	9.4	9.5
SL	9.5	9.6	9.5	9.6
HT	9.6	9.7	9.6	9.7
RP	9.7	9.8	9.7	9.8
LS	9.8	9.9	9.8	9.9
HE	9.9	10.0	9.9	10.0

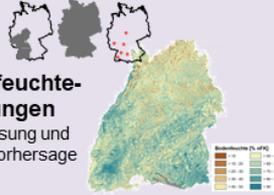
A1

A4: Hindcasting (Radar) inkl. Unsicherheiten



AP B

B1: Vorfeuchtebedingungen für Bemessung und Echtzeit-Vorhersage

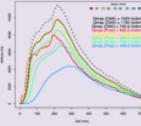


A4

A2

B2: Hydrologische Starkregen Modellierung

Szenarien für Bemessungsereignisse T_x
f(Dauerstufe, Vorfeuchte)
-> Abflussvolumen
-> Spitzenabfluss



Hydrologischer Sturmflutindex (SFI)

SRI	Unsicherheitskoeffizienten			
	10%	20%	50%	80%
10	0.1	0.2	0.3	0.4
20	0.2	0.3	0.4	0.5
30	0.3	0.4	0.5	0.6
40	0.4	0.5	0.6	0.7
50	0.5	0.6	0.7	0.8
60	0.6	0.7	0.8	0.9
70	0.7	0.8	0.9	1.0
80	0.8	0.9	1.0	1.1
90	0.9	1.0	1.1	1.2
100	1.0	1.1	1.2	1.3

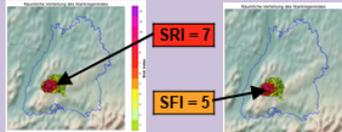
A2

A3

B1

B3: Vorhersage SRI und SFI inkl. Unsicherheiten

Prototyp Sturmflut Warnung



AP C

C1: Ermittlung Starkregengefahrenkarten



Benchmarkdatensatz
Beobachtungen (Feuerwehr, Videos, HRB)

A4

B2

C2: Neuronale Netze als Echtzeitvorhersage

$z, v(x,y) = f(N\text{-Eigenschaften, Vorfeuchte})$ inkl. Unsicherheiten



A4

B1

B2

C3: Reduzierung der Unsicherheit durch Assimilierung lokaler Daten und Optimierung der Messnetze

Aktuelle Messungen
Fernerkundung, lokale Messungen

Prototyp Echtzeit Überflutungsmodell



AP D

D1: Probabilistische Multi-parameter Schadenmodelle für Gebäude

Schadenmodell für Sturmfluten



D2: Risikokarten zur Unterstützung einer effektiven Risikokommunikation



A4

B3

C3

D3: Schadensbasierte Vorhersage und Schadensschwerpunkte

Risikokarten mit quantitativer Schadenskartierung



Räumliche Skala: BRD Länder ausgewählte Gemeinden/Einzugsgebiete

Produkte und Meilensteine: dunkler unterlegt

Bezugsphänomen für die Sturzflutgefahr:

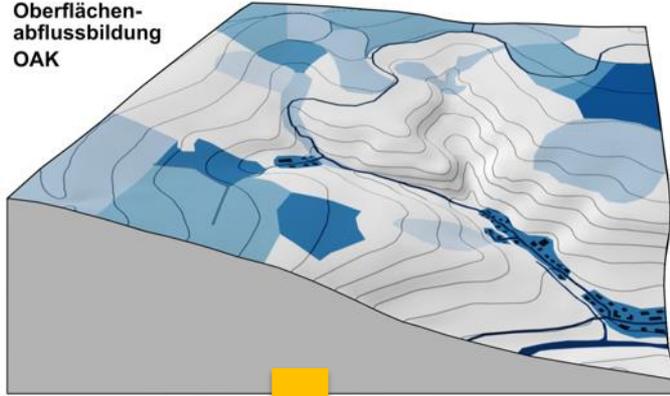
- Sturzflut = pluviales (i. d. R. lokales) Ereignis
- Hauptgefahrenquelle **wild abfließendes Wasser** (außerhalb der Gewässer)
- Führt auch zu Hochwasser in (kleineren) Gewässern
- ÜAbgrenzung zu Flusshochwasser muss berücksichtigt werden

→ SFI – Bezugsphänomen: wild abfließendes Wasser

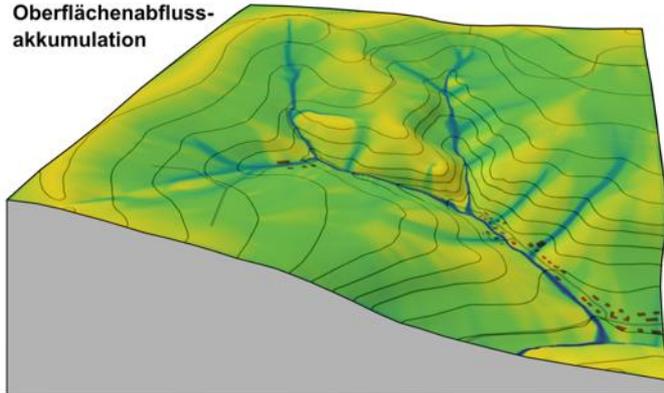


Vorgehen Sturzflutindex

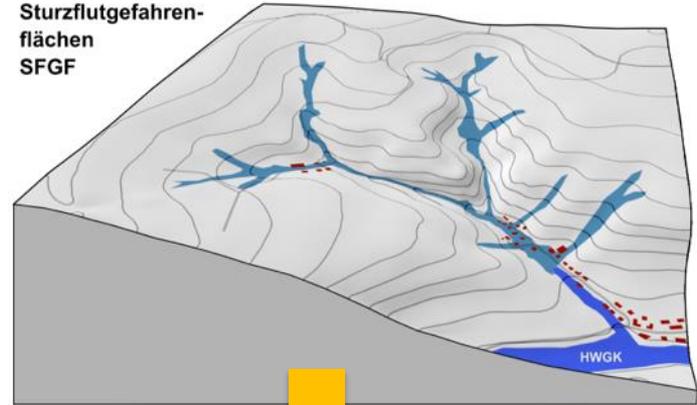
Oberflächen-
abflussbildung
OAK



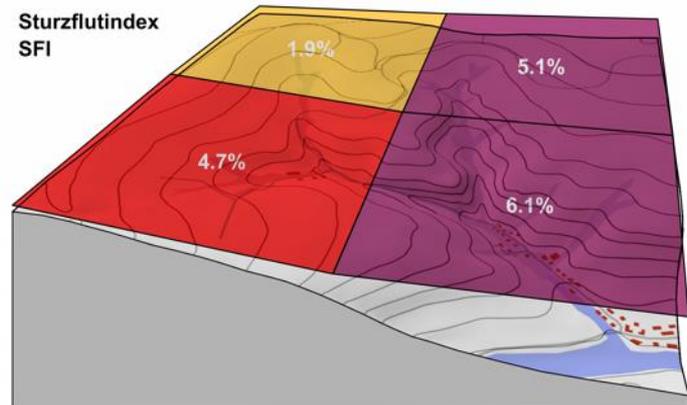
Oberflächenabfluss-
akkumulation



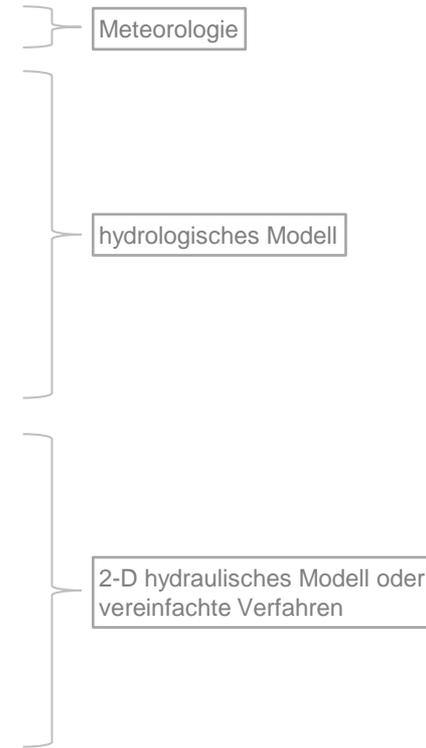
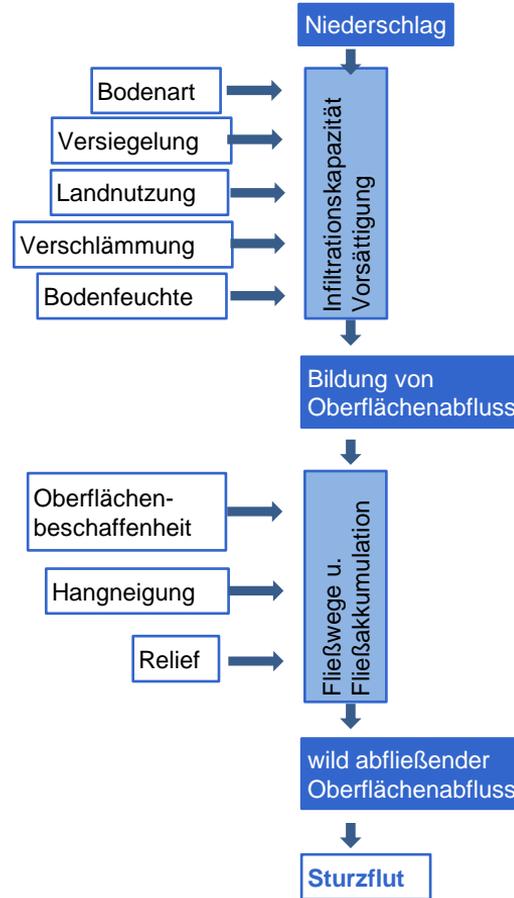
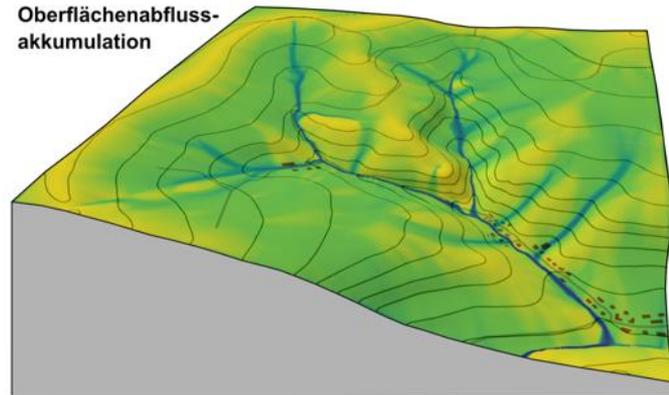
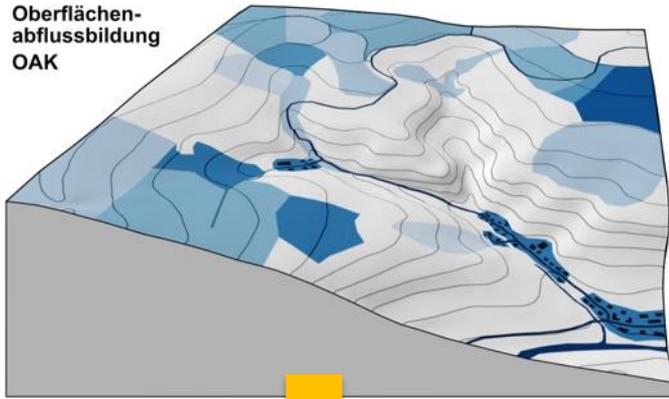
Sturzflutgefahren-
flächen
SFGF



Sturzflutindex
SFI



Vom Starkregen zur Sturzflut



Sturzflutgefahrenflächen (SFGF)

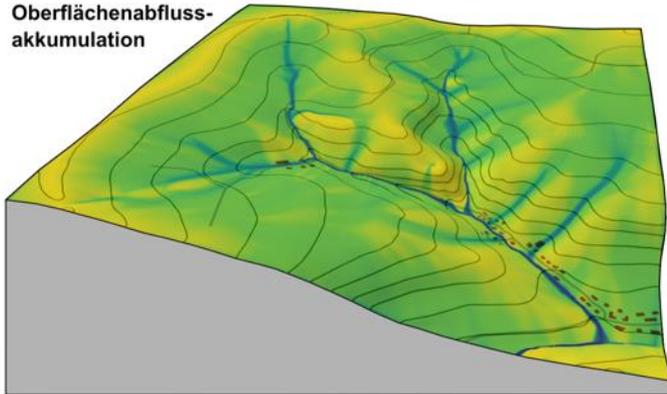


→ SFI – Bezugsgröße: Sturzflut-
Gefahrenflächen (SFGF)

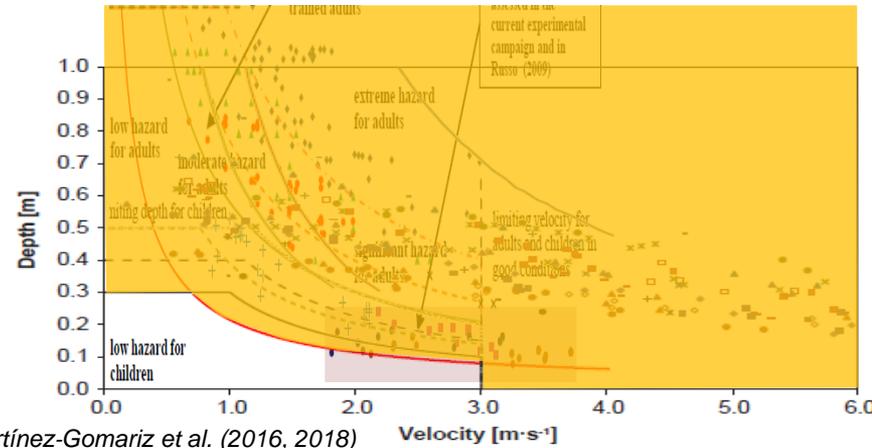
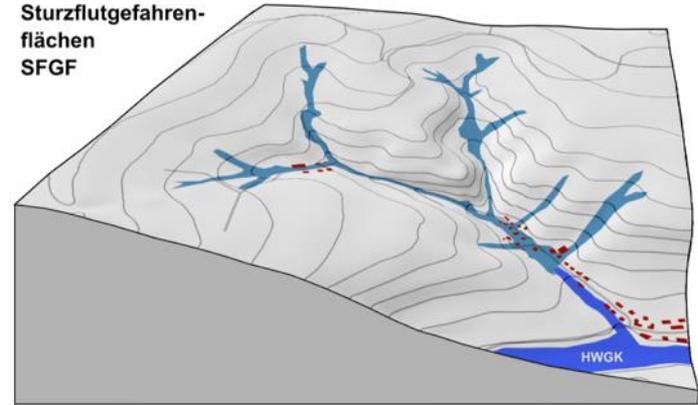
→ SFGF-Abgrenzung: Fläche, auf der
Fußgänger oder Autos gefährdet sind

**Geschwindigkeit ≥ 3 m/s oder
Wasserstand $\geq 0,3$ m oder $q \geq 0,2$ m³/s/m**

Oberflächenabfluss-
akkumulation



Sturzflutgefahren-
flächen
SFGF



Sturzflut-Index (SFI)

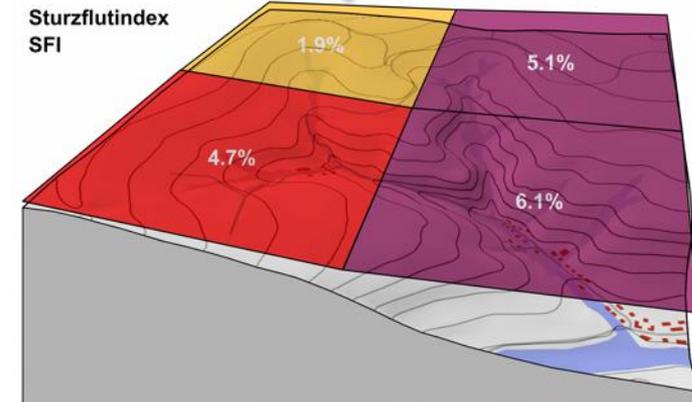
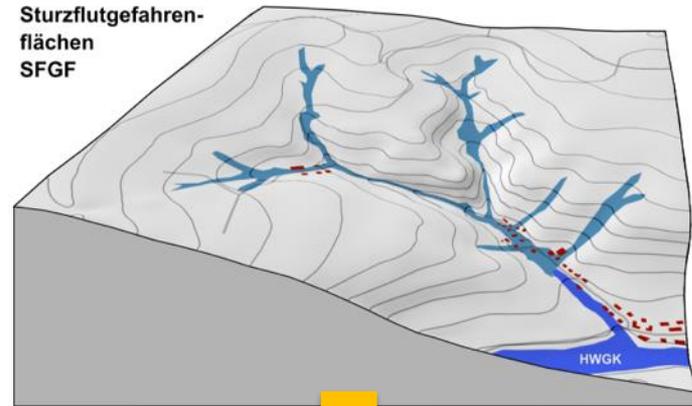


- vereinfachte, dimensionslose Kennzahl
- Klassifikation anhand von Schwellenwerten

Absolute oder relative Schwellenwerte:

- Absolut: Prozentsätze SFGF-Anteile als Schwellenwerte
- Relativ: anhand von Jährlichkeiten
- Im Gegensatz zu Flusshochwassern liegen für Sturzfluten keine Jährlichkeiten vor (kein HQ_{100} -Sturzflutschutz)
- In Gebieten, die sehr „sturzflutanfällig“ sind, kann ein Ereignis geringer Jährlichkeit große Auswirkungen haben
- Die Sturzflut-Gefahr bemisst sich primär am absoluten Ausmaß (betroffene Fläche, Wasserstand, Fließgeschwindigkeit)

Flächenanteil \ Flächenabgrenzung	SFGF-Kriterium (w, v, q)
< 0.5 %	SFI = 0
> 0.5 %	SFI = 1
> 2 %	SFI = 2
> 5 %	SFI = 3



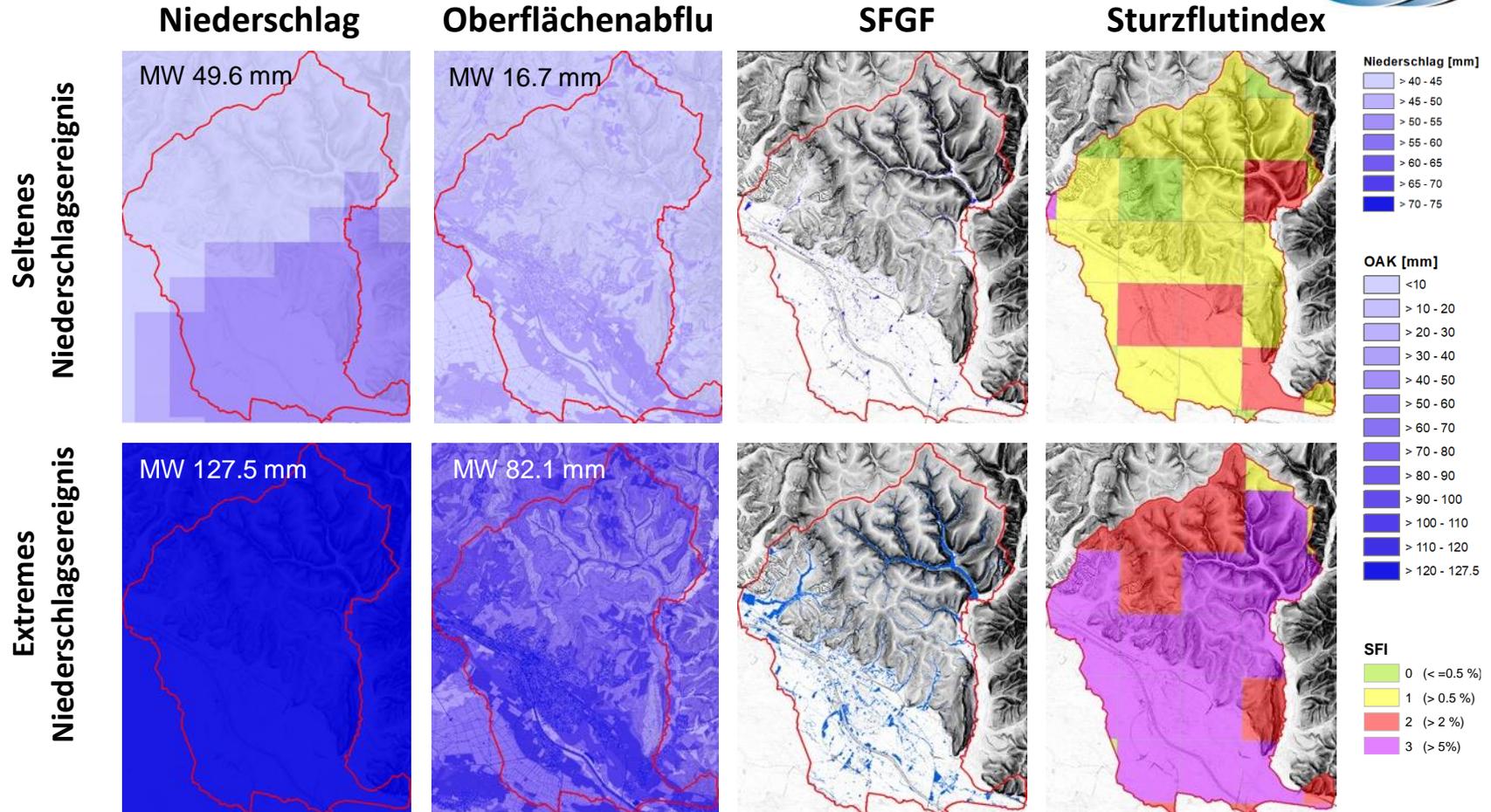
0: gering

1: mittel

2: hoch

3: extrem

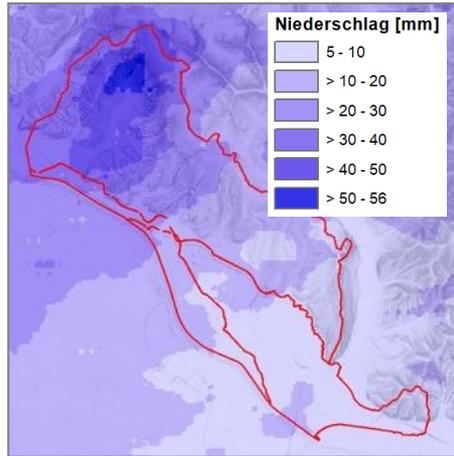
SFI für zwei Starkregengefahrenszenarien



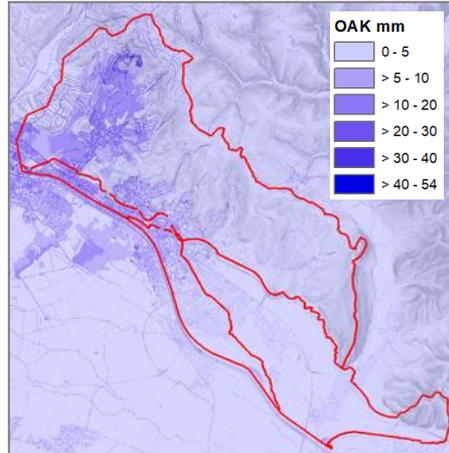
Ereignisses am 08.06.2021 in Emmendingen



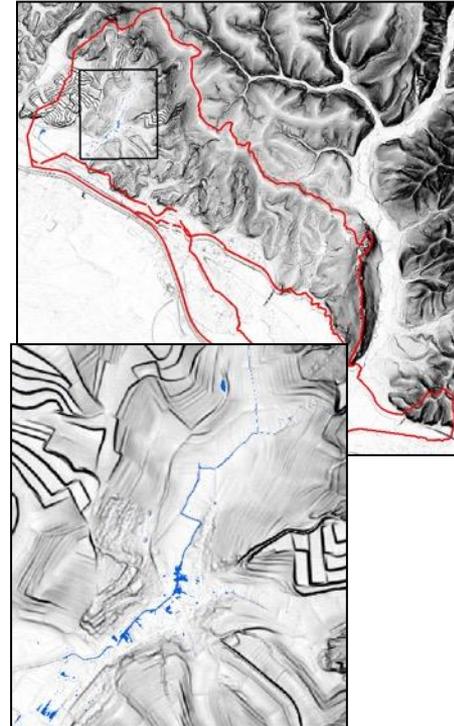
Niederschlag



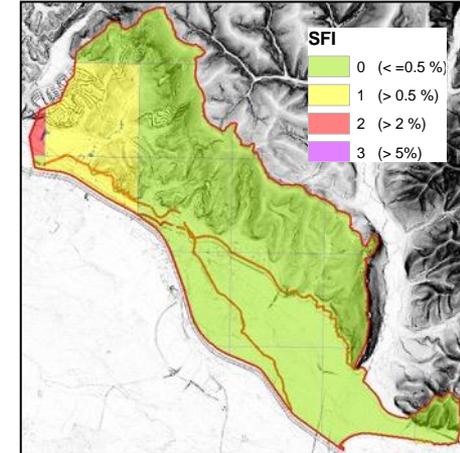
Oberflächenabfluss



SFGF



Sturzflutindex

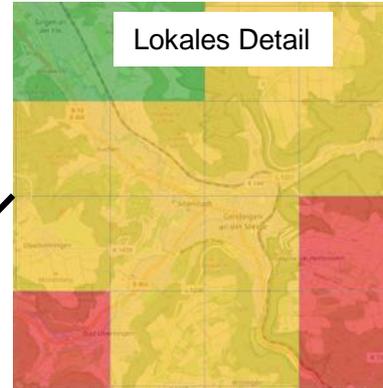
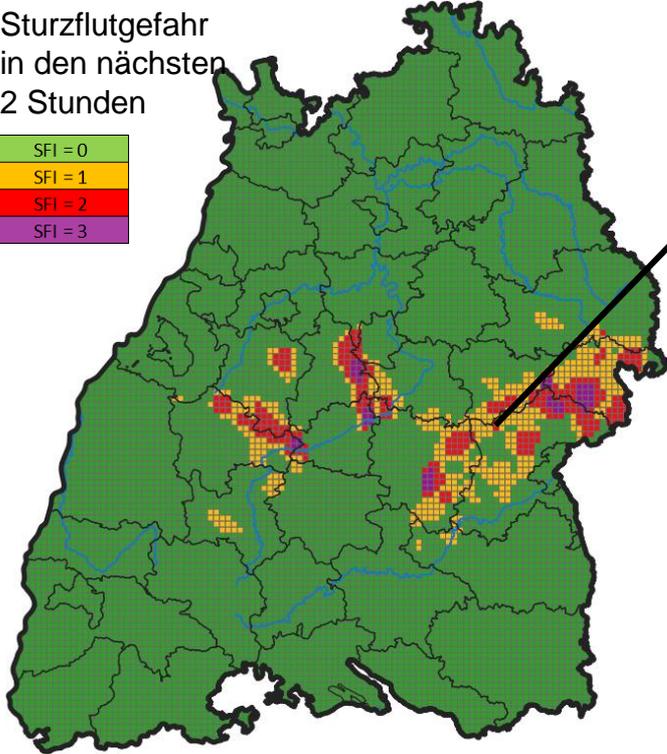


Sturzflutwarnung mit SFI



Landesweite SFI-Warnung

Sturzflutgefahr
in den nächsten
2 Stunden



Quelle: LUBW (2019)

Poster

Alarm-
und
Einsatz
plan



→ Die Verknüpfung zwischen SFI (SFGF) und lokalen Auswirkungen kann über vorhandene SRGK erfolgen

KI-Ersatzmodell ersetzt in Pilotgemeinden das hydrodynamische Modell

- Verwendete KI-Modell muss für jede Gemeinde separat trainiert werden
- Trainings-Daten werden mit zweidimensionalen, hydrodynamischem Modell generiert
- Output: Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten (Maximum oder zeitlich aufgelöst)

Oberflächenabfluss
(5x5m, 5 min)



Hydrodynamische
Modellierung

Ereignisdatenbank
(Wassertiefe, Fließgeschw.)



Überwachtes
Training

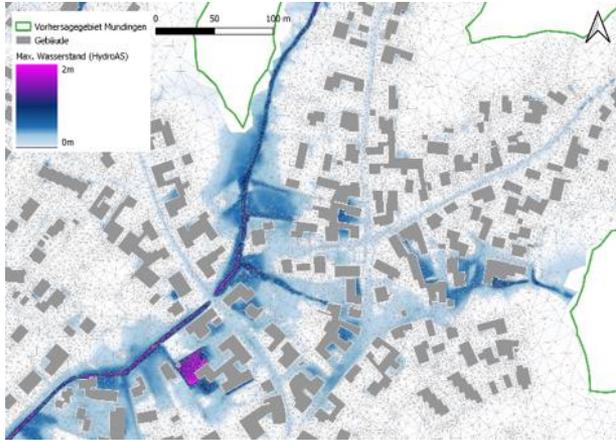
**Ersatzmodell
zur Live-Vorhersage
in Pilotgemeinde**

- Vorhersage für 4h Ereignis in < 1 Sekunde
- Ensemble-Rechnungen (> 100 Ensemble-Member) zur Unsicherheitsbetrachtung möglich

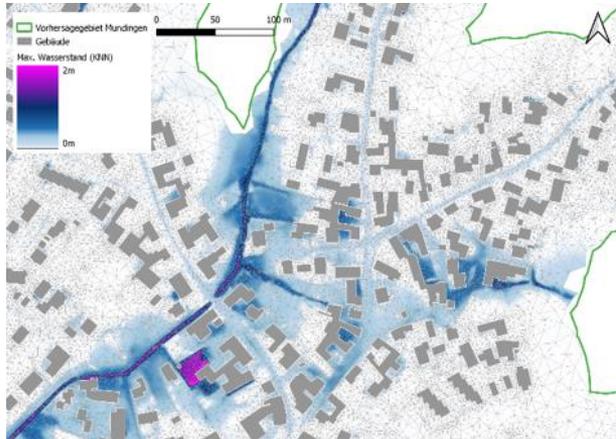
Neuronale Netze zur Echtzeitvorhersage



HydroAS



KNN



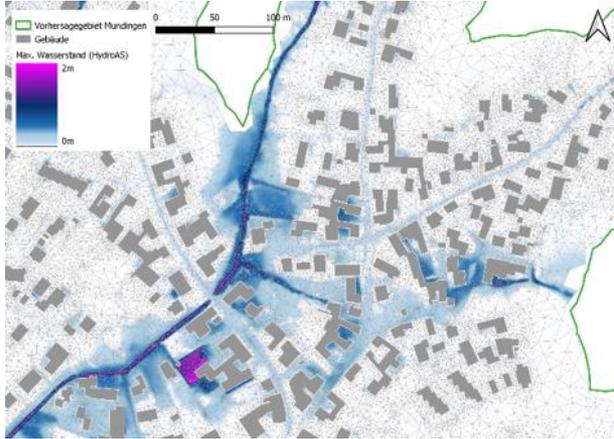
Beispiel: KI-gestützte Vorhersage von Überflutungstiefen für Mündungen, Landkreis Emmendingen



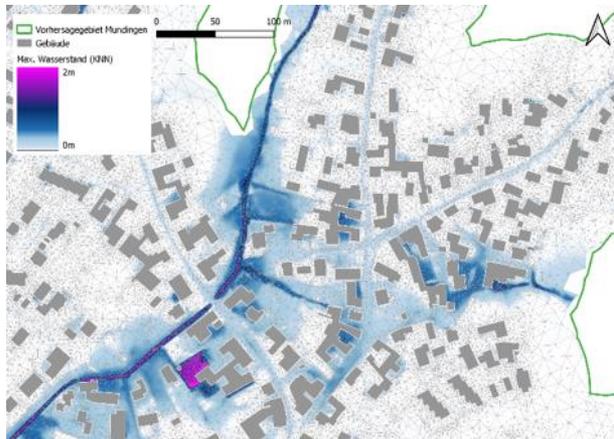
Neuronale Netze zur Echtzeitvorhersage



HydroAS



KNN



Beispiel: KI-gestützte Vorhersage von Überflutungstiefen für Mündungen, Landkreis Emmendingen

Poster

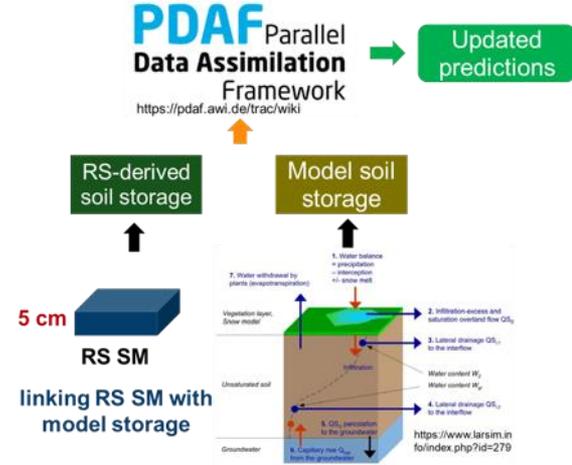
KNN minus HydroAS



Daten-Assimilierung und Unsicherheitsreduktion

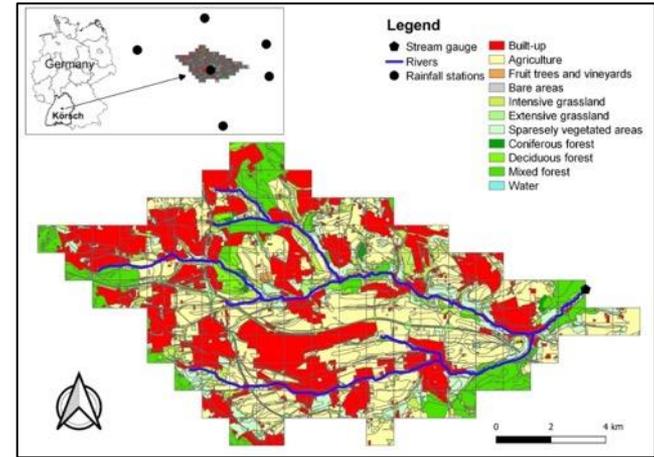


LARSIM

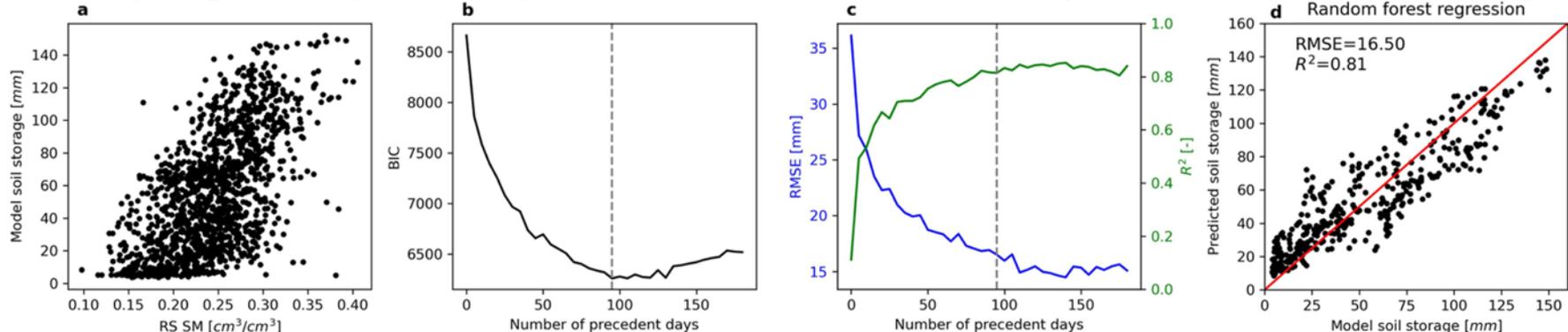


- Sturzflutsimulation: LARSIM, 1km × 1km grid
- Datenassimilierung: PDAF
- Bodenfeuchte aus Fernerkundungsprodukt (RS SM) – ober 5cm, aber Modell berechnet **Gesamtbodenspeicher**
- Ereignisse aus der Vergangenheit beeinflussen aktuelle Bodenfeuchte

Körsch EZG



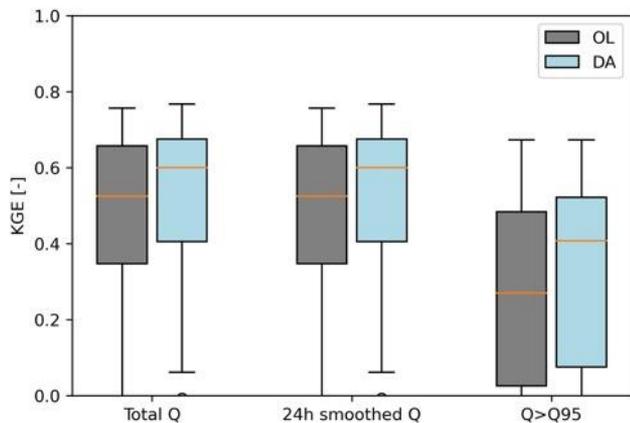
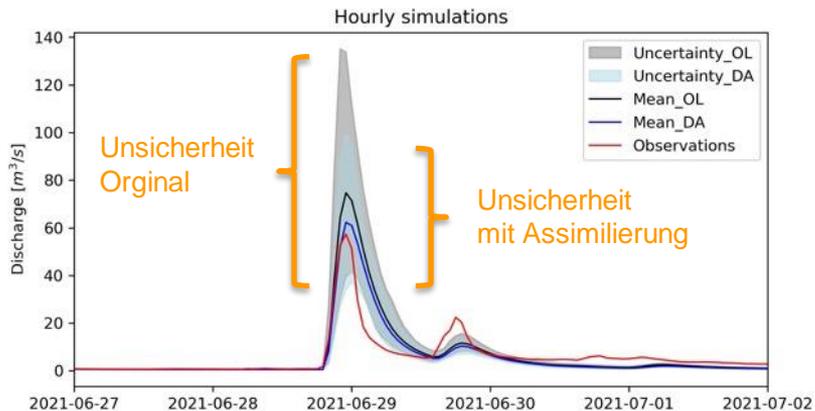
Verknüpfung RS SM (obere 5cm) zum modellierten Gesamtbodenspeicher → Datenassimilierung



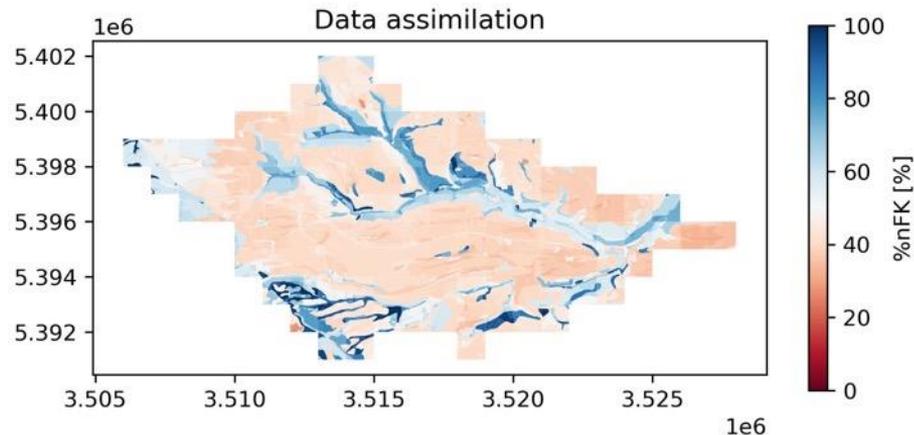
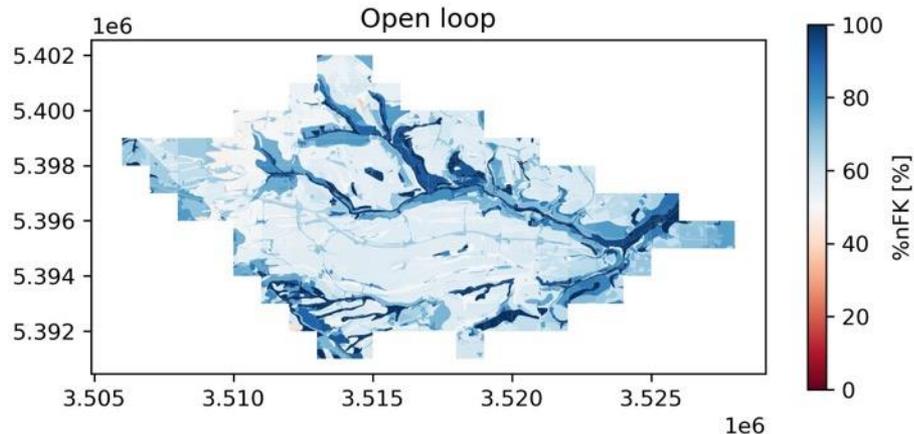
Daten-Assimilierung und Unsicherheitsreduktion



Verbesserung Abflussmodellierung



Optimierung Bodenfeuchte



AP D: Schadensmodelle, schadensbasierte Vorhersage und Risikokommunikation



AP A

A1: Historische Niederschlags-radar und Stations-daten

A2: Regionalisierte Starkregen-bemessungs-niederschläge (KombStRA)

A3: Pluvialer Starkregenindex (SRI)

A4: Hindcasting (Radar) inkl. Unsicherheiten

AP B

A4 B1: Vorfeuchte-bedingungen für Bemessung und Echtzeit-Vorhersage

A2 B2: Hydrologische Starkregen Modellierung
Szenarien für Bemessungsereignisse T_x f(Dauerstufe, Vorfeuchte)
-> Abflussvolumen
-> Spitzenabfluss

A2 B3: Vorhersage SRI und SFI inkl. Unsicherheiten

A3 B1: Prototyp Sturzflut Warnung

AP C

A4 B2 C1: Ermittlung Starkregen-gefahrenkarten + Benchmark-datensatz Beobachtungen (Feuerwehr, Videos, HRB)

A4 C2: Neuronale Netze als Echtzeitvorhersage
 $z, v(x,y) = f(N\text{-Eigenschaften, Vorfeuchte})$ inkl. Unsicherheiten

A4 B1 B2 C3: Reduzierung der Unsicherheit durch Assimilierung lokaler Daten und Optimierung der Messnetze

+ Aktuelle Messungen Fernerkundung, lokale Messungen

Prototyp Echtzeit Überflutungsmodell

Überflutungstiefe (z), Geschwindigkeit (v)

AP D

D1: Probabilistische Multi-paramter Schadenmodelle für Gebäude

D2: Risikokarten zur Unterstützung einer effektiven Risikokommunikation

D3: Schadensbasierte Vorhersage und Schadensschwerpunkte

Risikokarten mit quantitativer Schadenskartierung

Räumliche Skala: BRD Länder ausgewählte Gemeinden/Einzugsgebiete

Produkte und Meilensteine: dunkler unterlegt

Erstellung eines probabilistischen multi-parameter Schadenmodells für Gebäude



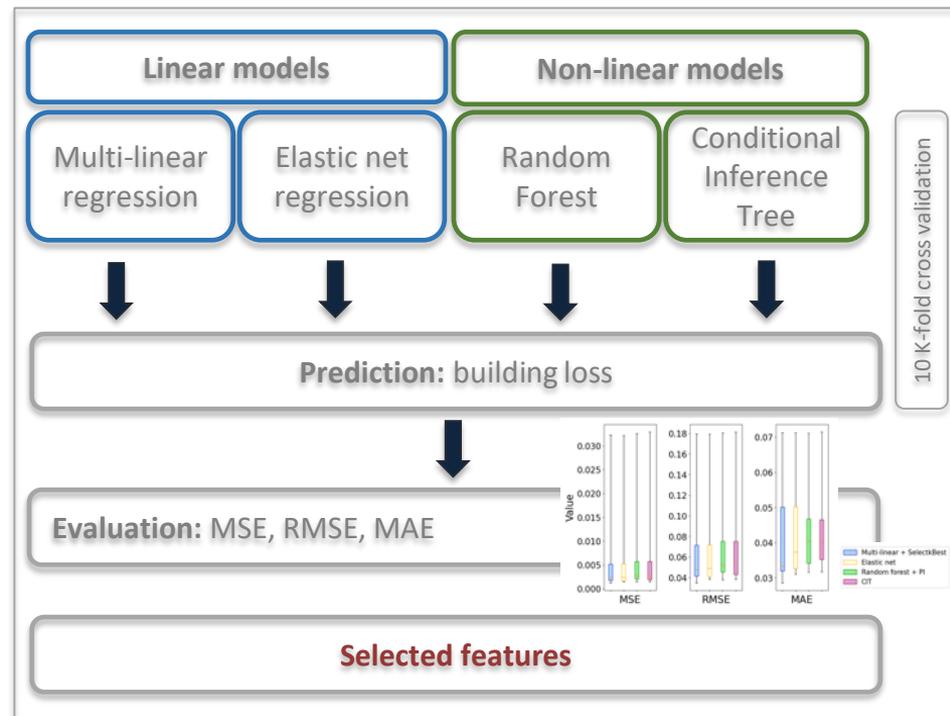
Schadensdatenbasis:

Schadendaten (Computergestützte Telefoninterviews)	Wohn- gebäude	Unternehmen
Ereignisse	2002, 2016, 2021	2002, 2016, 2021
Datensätze insgesamt	2883	952
Ausgewählte Datensätze aus Sturzflutgebieten (Terrainanalyse)	1778	473
Potentiell schadenbeeinflussende Variablen	44	27



Spearman Korrelationskoeffizient für ausgewählte, potentiell schadenbeeinflussende Variablen bei Unternehmen

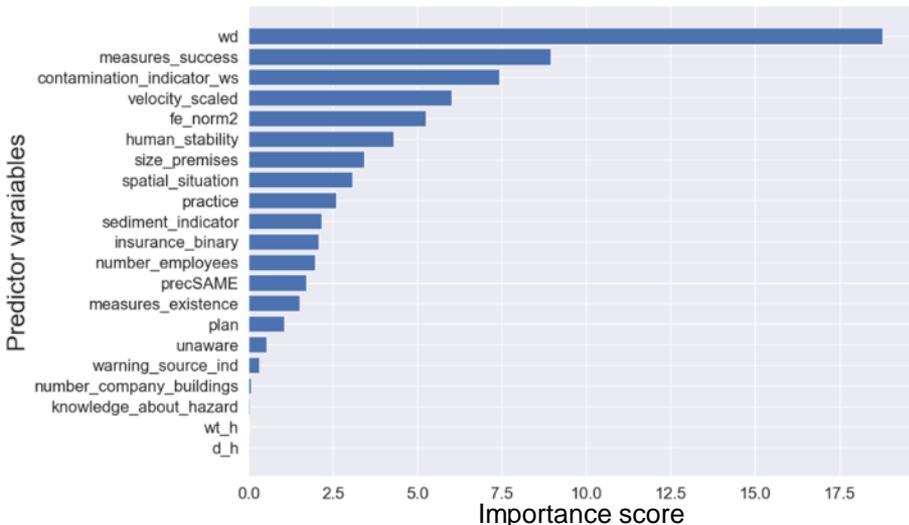
Auswahl der Inputvariablen für Schadenmodell (Feature Selection):



Erstellung eines probabilistischen multi-parameter Schadenmodells für Gebäude



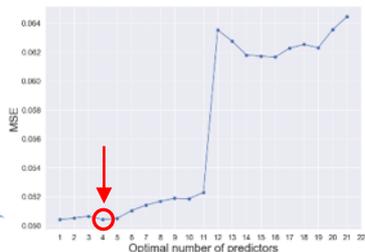
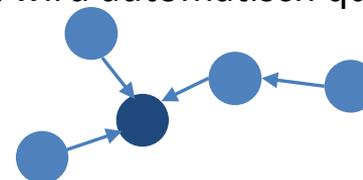
Inputvariablen für Schadenmodell (Unternehmen):



Poster

Nächster Schritt: Schadenmodellentwicklung

- Bayes'sches Netz: beschreibt die gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen
- Netzwerkstruktur und Parameter aus Daten lernen
- Multiparameter Modell beschreibt Schadenprozesse besser als traditionelle Modelle
- Unsicherheit wird automatisch quantifiziert



Wassertiefe
Erfolg Notmaßnahmen
Kontaminationsindikator
Indikator Fließgeschwindigkeit

- **AVOSS** ist ein Forschungsprojekt – Erforschung der Potentiale, Unsicherheiten und Grenzen der Vorhersageprodukte steht im Vordergrund des Projekts

Ansätze zur Quantifizierung der Vorhersageunsicherheit

Datenassimilierung

Probabilistische Forecasts

Modellvergleiche

Ensemblerechnungen

Parametersensitivität

Kontakt



www.avoss.uni-freiburg.de

Projektkoordination

Prof. Dr. Markus Weiler
Professur für Hydrologie
Universität Freiburg
Friedrichstraße 39
D-79098 Freiburg

HYDR *LOGY*

universität freiburg



BIT | INGENIEURE



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung