

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

A1: Historische Niederschlagsradar und Stationsdaten (ATMO)

A2: Regionalisierte Starkregenbemessungsniederschläge (KombStRA) (HyFR)

A3: Pluvialer Starkregenindex (SRI) (HyFR)

A4: Hindcasting (Radar) inkl. Unsicherheiten (ATMO)

In **A1** werden mit Hilfe von historischen Niederschlagsdaten und Radarrohdaten des DWD für das Bundesgebiet unter Verwendung eines neuen Kalibrierungsverfahrens die Rohdaten der letzten 16 Jahre analysiert und daraus in ein historisches Niederschlagsradarprodukt generiert.

Daraus werden dann in **A2** wieder in Kombination mit Stationsdaten, wenn notwendig, und eines Biaskorrekturverfahrens und eines neuen, auf regionaler Häufigkeitsanalyse beruhenden Regionalisierungsansatzes Bemessungsniederschläge von 5 Minuten bis 24 Stunden aus den hochauflösenden Radardaten generiert um daraus ein räumlich homogenes Produkt von regionalisierten Starkregenbemessungsniederschlägen (KombStRA) zu generieren und als WebGIS Anwendung bereit zu stellen. Aufbauend auf der entsprechenden Matrix (Dauerstufe, Wiederkehrintervall und Höhe Bemessungsniederschlag) wird dann in **A3** ein Starkregenindex für verschiedene Dauerstufen bundesweit für jede Gitterzelle berechnet. Damit können in **A4** einerseits beobachtete Ereignisse eingeordnet werden (Hindcasting) und andererseits Radarvorhersagen dazu verwendet werden, Gebiete zu identifizieren, in denen der vorhergesagte Niederschlag Starkregenpotential aufweist. Abschließend werden noch von historischen und synthetischen Ereignissen in ausgewählten Untersuchungsgebieten die Unsicherheiten in der Niederschlagsvorhersage ermittelt um schließlich diese Unsicherheiten in den Vorhersageprodukten mit auszugeben.

AP C: Lokale Bemessung und Vorhersage

A4 **C1: Ermittlung Starkregengefahrenkarten (SRGK)** (BIT ++)

B2 **C2: Neuronale Netze als Echtzeitvorhersage** $z, v(x,y) = f(N\text{-Eigenschaften, Vorfeuchte})$ inkl. Unsicherheiten (ISU)

B2 **C3: Reduzierung der Unsicherheit durch Assimilierung lokaler Daten und Optimierung der Messnetze** (FZJ ++)

A4 **B1** **B2** **Prototyp Echtzeit Überflutungsmodell** (Aktuelle Messungen Fernerkundung, lokale Messungen)

Überflutungstiefe (z), Geschwindigkeit (v)

In ausgewählten Untersuchungsgebieten mit Gefährdung durch Sturzfluten werden in **C1** mit verschiedenen 2D-hydraulischen Modellen, die verschiedene Prozesse (Infiltration entlang des Fließwegs, Kanalnetz, etc.) berücksichtigt, Starkregengefahrenkarten (SRGK) mit den relevanten Größen maximaler Wasserstand und maximale Fließgeschwindigkeit für relevante Starkregenszenarien berechnet. Die SRGK werden außerdem mit Beobachtungen und dem Radar Hindcasting für ausgewählte Ereignisse in der Vergangenheit, die in diesen Orten zu Überflutungen führten, validiert.

Für eine lokale Vorhersage von akuter Hochwassergefährdung durch eine Sturzflut sind hydrologische Vorhersagen oder die statistische SRGK oft zu ungenau. 2D-hydraulische Modelle sind jedoch zu rechenaufwändig für eine Kurzfristvorhersage. Für ausgewählte Gemeinden mit hohem Überflutungsrisiko sollen daher in **C2** neuronale Netze mit vorab berechneten Modellläufen der 2D-hydraulischen Modelle trainiert werden. Die neuronalen Netze sollen Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Bodenfeuchte mit kurzer Antwortzeit vorhersagen und Ensembleläufe ermöglichen um Unsicherheiten der Vorhersage abbilden zu können.

In **C3** werden verschiedene Methoden getestet um die Unsicherheit in der Vorhersage durch Assimilierung geeigneter Daten und Optimierung von Messnetzen zu erreichen. Dazu liegen Daten in ausgewählten Untersuchungsgebieten mit unterschiedlichen Merkmalen (z.B. geomorphol. Eigenschaften, aber auch Landnutzung, etc.) vor.

AP B: Hydrologische Modellierung und Bestimmung des Sturzflutindex (SFI) für Bemessungsereignisse und Vorhersage für ausgewählte Bundesländer

B1: Vorfeuchtebedingungen für Bemessung und Echtzeit-Vorhersage (HyFR +)

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

B3: Vorhersage SRI und SFI inkl. Unsicherheiten (ATMO ++)

A4 **A2** **A3** **B1** **Prototyp Sturzflut Warnung** (SRI = 7, SFI = 5)

Um einen hydrologischen Sturzflutindex aus den Starkregendaten berechnen zu können, muss einerseits in **B1** eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Vorfeuchtebedingungen flächendeckend bestimmt werden um daraus in **B2** für Bemessungsereignisse für verschiedene Szenarien als Funktion der Saison, Dauerstufe, Vorfeuchte und Landbedeckung und für verschiedene räumliche Skalen die Abflussbildung und Abflussganglinie zu simulieren.

Durch die Kombination des SRI mit Radar-Vorhersagen (Radar und Wettermodell) und des hydrologischen Sturzflutindex (SFI) in **B3** können großflächige Vorhersageprodukte entwickelt werden, die die räumlich spezifische Gefährdung durch Starkregen und Sturzfluten visualisieren und die in Kooperation mit den assoziierten Partnern in Zukunft den relevanten Akteuren zur Verfügung gestellt werden können.

AP D: Schadensmodelle, schadensbasierte Vorhersage und Risikokommunikation

D1: Probabilistische Multiparameter Schadenmodelle für Gebäude (GFZ +)

D2: Risikokarten zur Unterstützung einer effektiven Risikokommunikation (GFZ ++)

D3: Schadensbasierte Vorhersage und Schadensschwerpunkte (GFZ ++)

A4 **B3** **C3** **Risikokarten mit quantitativer Schadenskartierung**

Für Gebäude werden zuerst in **D1** auf Basis empirischer Daten probabilistische Multiparameter-Schadenmodelle erstellt. Dazu werden zusätzlich zu den vorhandenen Daten noch weitere Daten in betroffenen Gebieten durch Umfragen erhoben. Das Modell liefert neben der Schadensschätzung auch quantitative Unsicherheitsinformationen.

Durch die Kombination der SRGK mit den Schadenmodellen können in **D2** Risikokarten mit unterschiedlicher räumlicher Auflösung inklusive Informationen der Unsicherheit erstellt werden, um die Risikokommunikation zu verbessern. Dieser Ansatz soll auch für die Vorhersagen aus AP C getestet werden, um zu erwartende Schadens-Hotspots zu identifizieren, die als Zusatzinformation der Vorhersage die Entscheidungsfindung im Notfall erheblich unterstützen können.