



Urban Flood Resilience – Smart Tools

Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer
(Hochschule Koblenz)

GEFÖRDERT VOM



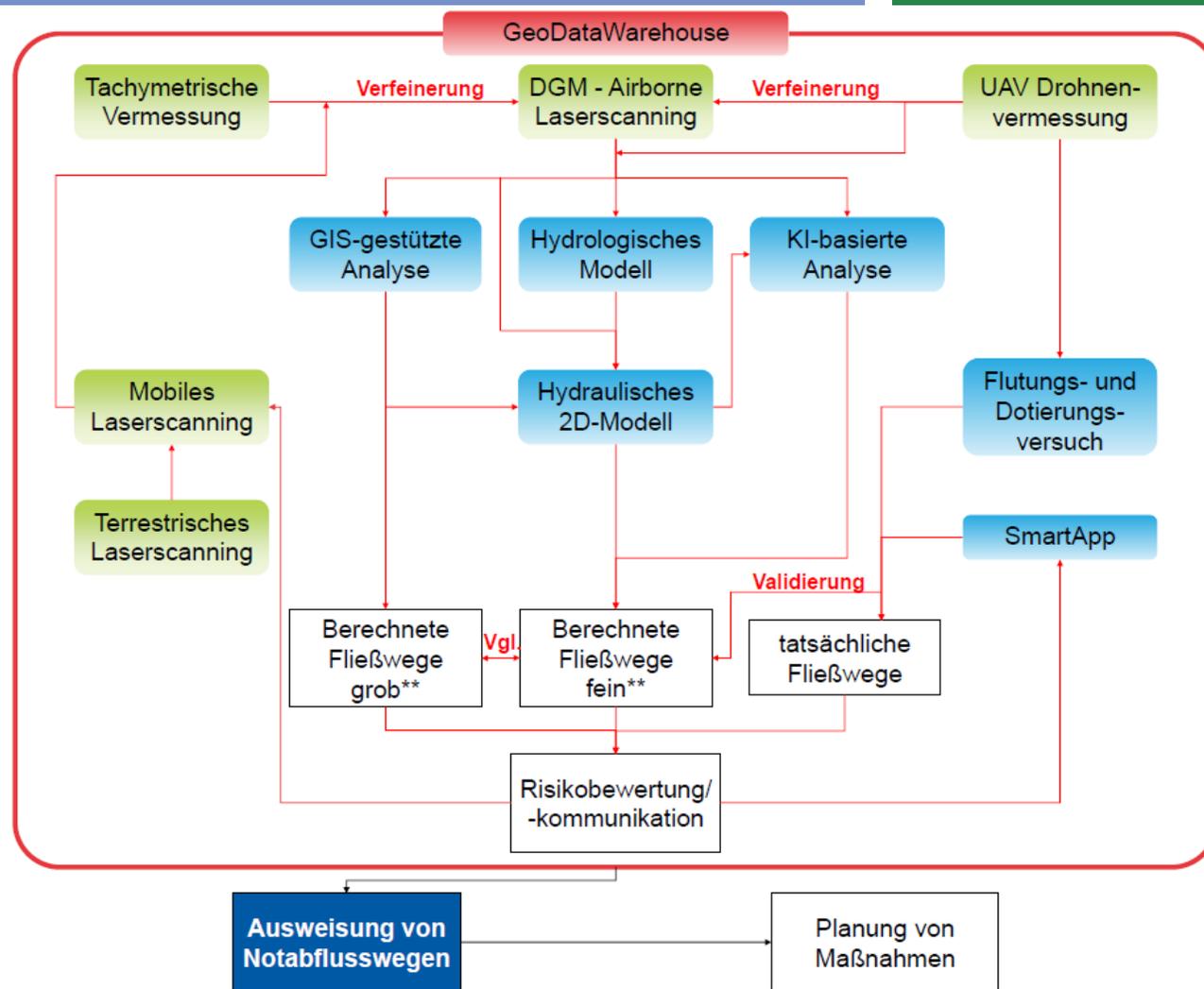
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

WaXo
Wasser-Extremereignisse

- ▶ Ausloten von Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz urbaner Infrastrukturen gegen Starkregenereignisse
- ▶ Entwicklung verschiedener innovativer, technologiebasierter Lösungen zur belastungsunabhängigen und -abhängigen Ausweisung von Notabflusswegen



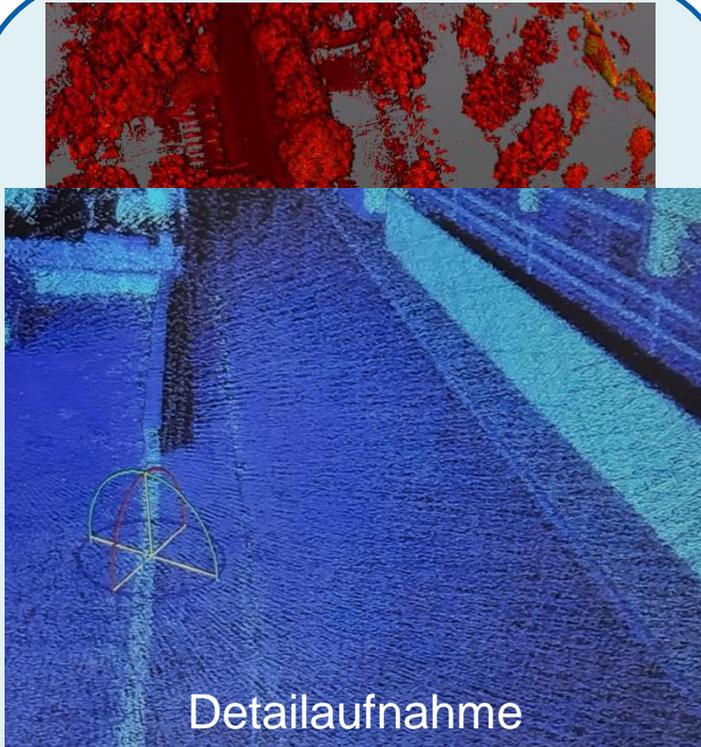
Methoden der Geländeaufnahme*

Methoden der Fließwegbestimmung*

* Auflistung ist nicht abschließend

** Detaillierungsgrad

Ziel: hochaufgelöste Geländeaufnahme für vorausgewählte Route (Datenmenge):
Vergleichende Gegenüberstellung von Vermessungstechniken



Detailaufnahme

GeoSLAM

(Rucksack gestütztes System)



Detailaufnahme

viDoc

(Smartphoneaufsatz)



Detailaufnahme

Terrestrischer Scanner

Ziel: hochaufgelöste Geländeaufnahme für vorausgewählte Route (Datenmenge):
Vergleichende Gegenüberstellung von Vermessungstechniken



Wo stehen wir 2023?

- Unterschiedliche marktgängige Verfahren zur mobilen Erfassung von Geodaten per Laserscan im mittleren Preissegment getestet:

- ✓ GeoSLAM: <https://geoslam.com/>
- ✓ viDoc: <https://vigam.com/vidoc/>

vs. Erfahrungen mit:

- ✓ Terrestrische Scanner
- ✓ Photogrammetrie per Drohne



Ergebnis:

- Erfasste und aufbereitete Daten weisen in Lage und Höhe deutliche Abweichungen zu mittels terrestrischen Scans aufgenommenen Daten auf

Konsequenz:

- Entwicklung einer alternativen Methodik zur Aufnahme hochaufgelöster Geodaten

Idee:

- Entkopplung Routenerfassung mittels Bildinformationen und eigentlicher (punktuel) Aufnahme hochaufgelöster Daten

Ziel: hydraulisch-numerische Modellierung zur Ermittlung von Fließwegen und Ausweisung von Notabflusswegen nach State-of-the-Art

Erstellung 2D-HN-Modell (DGM1)
→ im Siedlungsbereich zu ungenau

Hochaufgelöste Vermessung pot. krit. Bereiche

Erstellung DGM0,25 durch Kombination hochaufgelöster Vermessung und Interpolation des DGM1

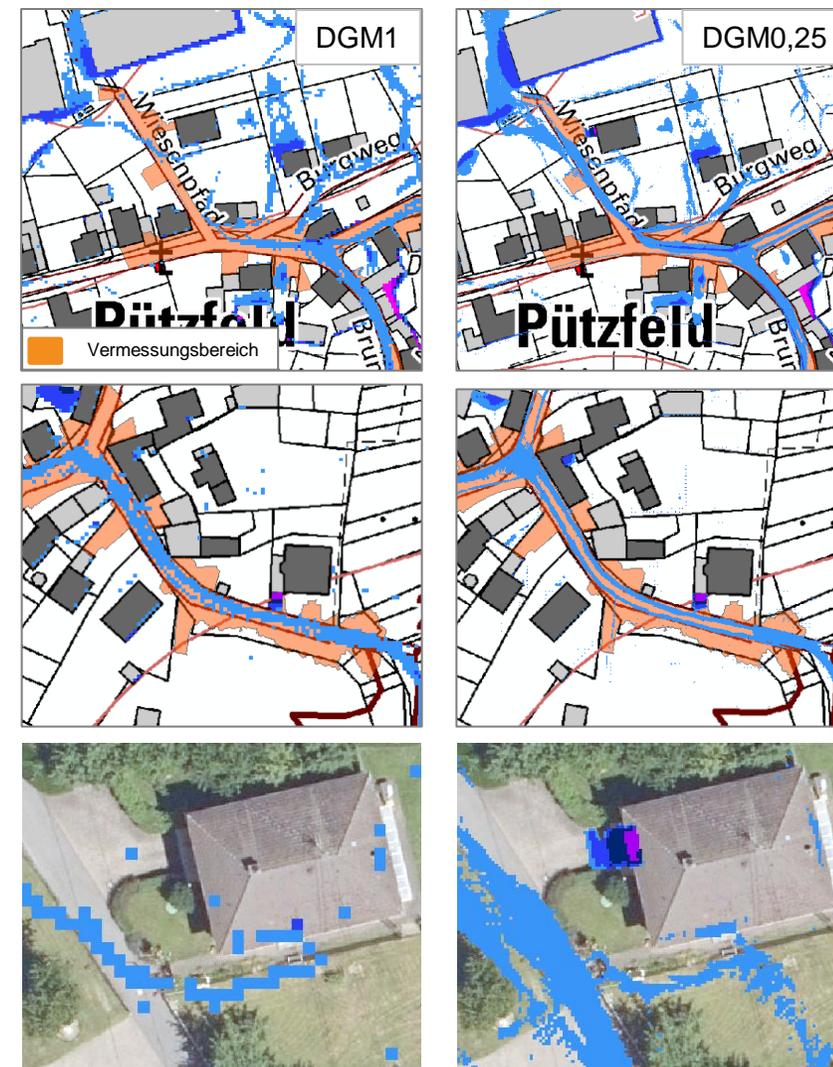
2D-HN-Modell (DGM0,25) & anschließende Ausweisung von Notabflusswegen & pot. Maßnahmenbereiche 

2D-HN-Modellierung ohne Berücksichtigung des Einflusses des Kanalnetzes;
vereinfachte Abbildung der Abflussbildungsprozesse über das SCS-Verfahren;
Rasterbasierte Modellierung mittels HydroAS MapWork

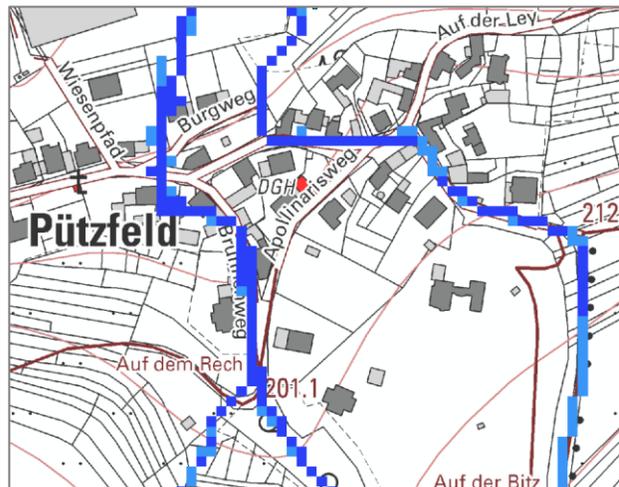
Identifizierung kritischer Bereiche

Modellverfeinerung
0,5 % der Gesamtfläche wurde zur Modellverfeinerung terrestrisch vermessen

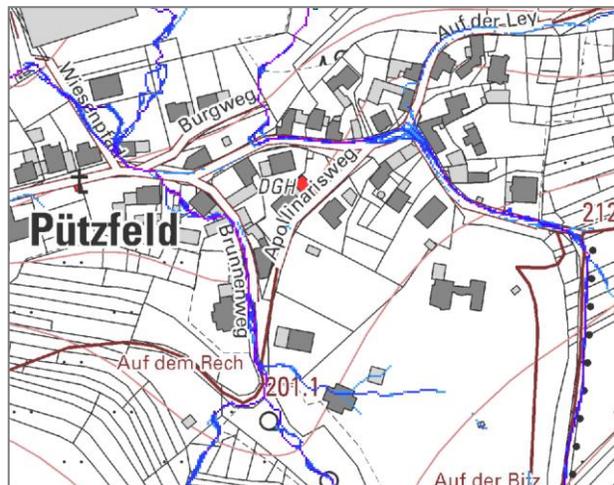
Modellierungsergebnisse max. Wassertiefe ($t > 0,03\text{m}$):



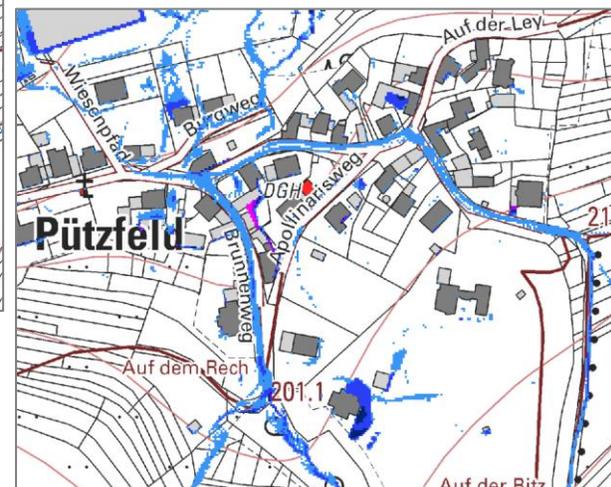
AP-C1: hydraulisch-numerische Modellierung



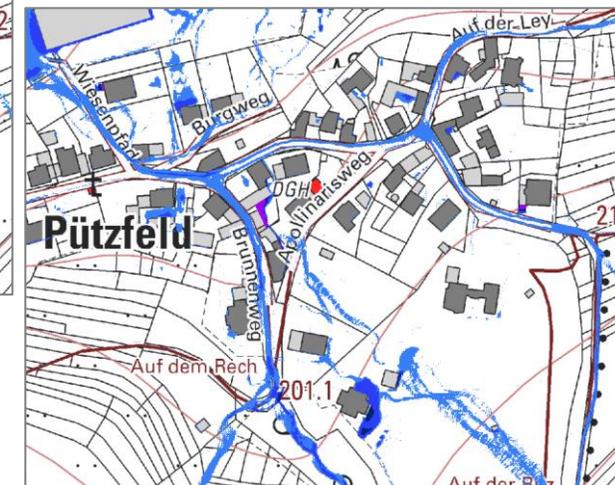
GIS-basierte Analyse
DGM5 (HWVK)



GIS-basierte Analyse
DGM1



Belastungsabhängiges
2D-HN-Modell (DGM1)



Belastungsabhängiges
2D-HN-Modell (DGM0,25)

Detailgenauigkeit

gering

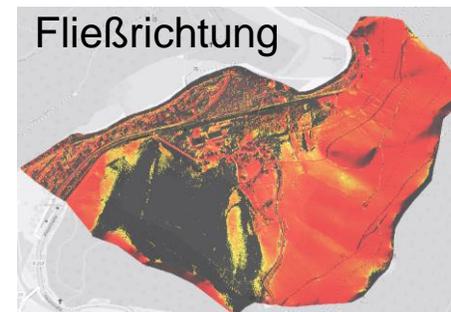
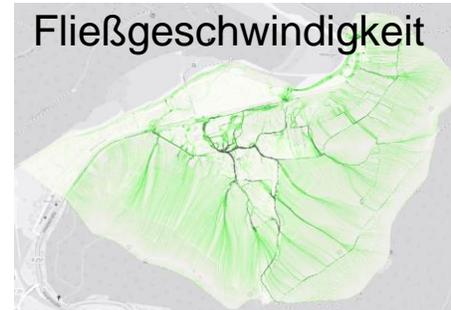
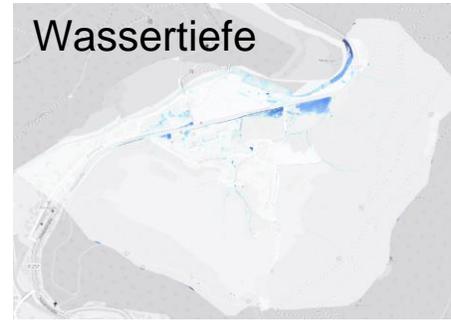
hoch



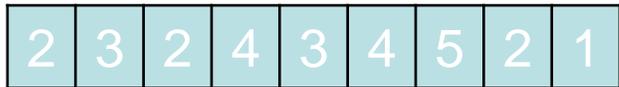
Digitales Höhenmodell



Machine Learning Modell

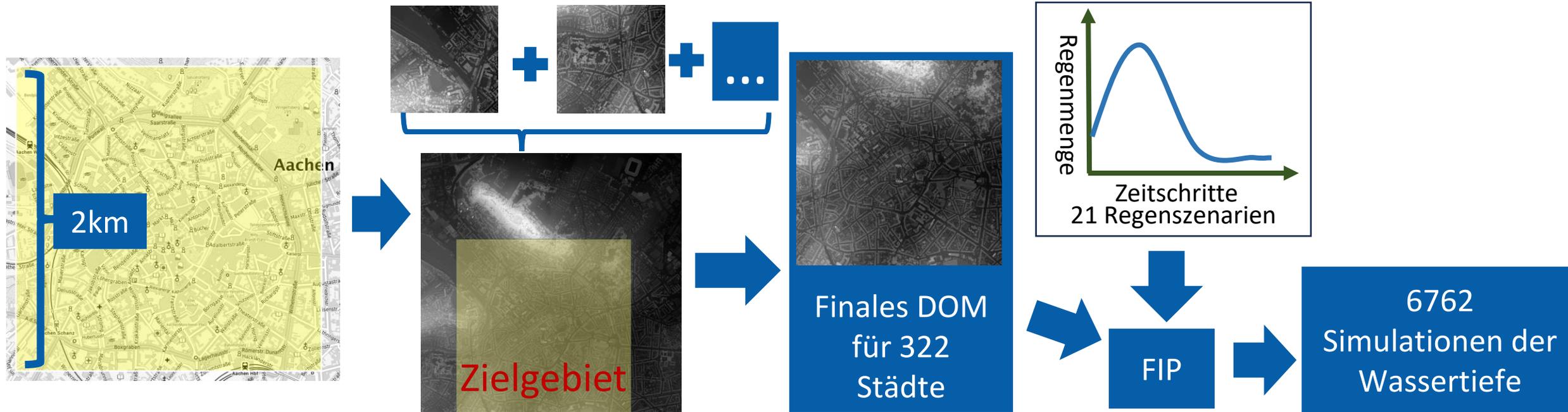


- ▶ Effiziente Vorhersage von Fließwegen als Grundlage zur Ausweisung von Notabflusswegen
- ▶ ML-Methoden zur Beschleunigung konventioneller Verfahren
- ▶ Digitales Höhenmodell ist expliziter Input zum Modell
 - Einfluss baulicher Veränderungen auf Fließwege können simuliert werden, indem die Höheninformationen im DHM (1x1m) angepasst werden



Zeitreihe der Niederschlagshöhe

Automatische Datenerfassung und Simulation:



1. Shapefile um Stadtzentrum erstellen
2. Herunterladen der Kacheln des DOM von Open NRW

3. Heruntergeladene Kacheln kombinieren
4. Auf Zielgebiet zuschneiden

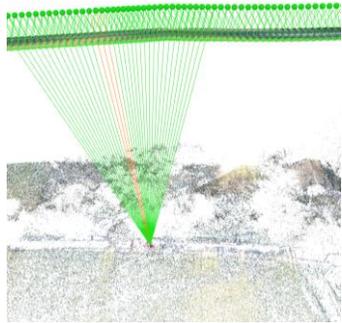
5. Erstellen von Regenszenarien
6. Simulation der Wassertiefe mit Hilfe des konventionellen Tools FIP der TU Darmstadt

→ Trainingsdatensatz für ML

AP-C3: Remote-Sensing basierte belastungsunabhängige Ausweisung von Notabflusswegen

Ziel:

- ▶ Entwicklung eines neuartigen Ansatzes zur experimentellen Bestimmung von Notabflusswegen mittels drohnenbasierter, thermaler Markierversuche



Generieren einer Punktwolke aus RGB-Fotos für ein 3D-Modell des Notabflussweges



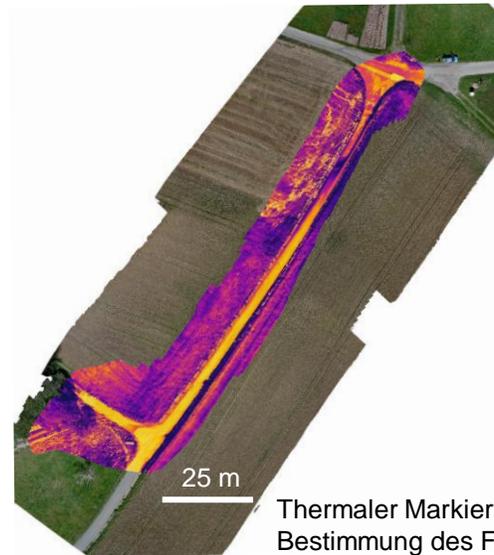
3D-Modell der Straße mit Notabflussweg



Orthofoto aus RGB-Fotos

Thermale Dotierversuche:

- ▶ Zur Bestimmung der Notabflusswege wird Wasser als thermischer Marker freigesetzt

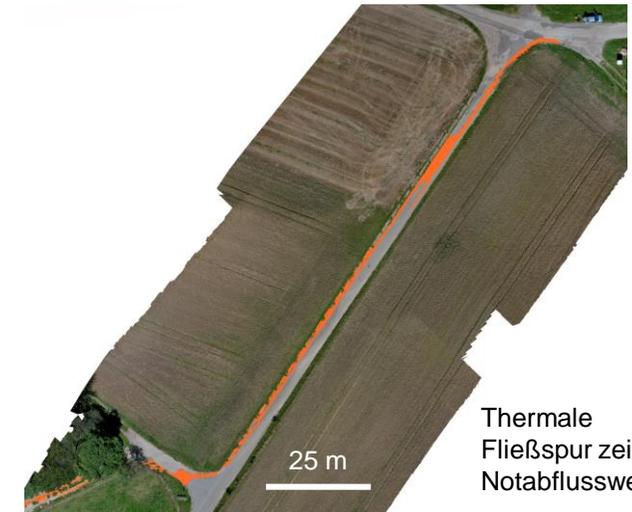


Thermaler Markierversuch zur Bestimmung des Fließweges

- ▶ Thermalaufnahmen zeigen den Fließweg anhand der thermischen Reflexion
- Fließweg kann nun aus Thermalbild extrahiert und in ein Modell eingefügt werden

Postprocessing:

- ▶ Extrahieren der Fließwege aus Thermalbildern und Darstellung im Modell / Orthofoto



Thermale Fließspur zeigt Notabflussweg

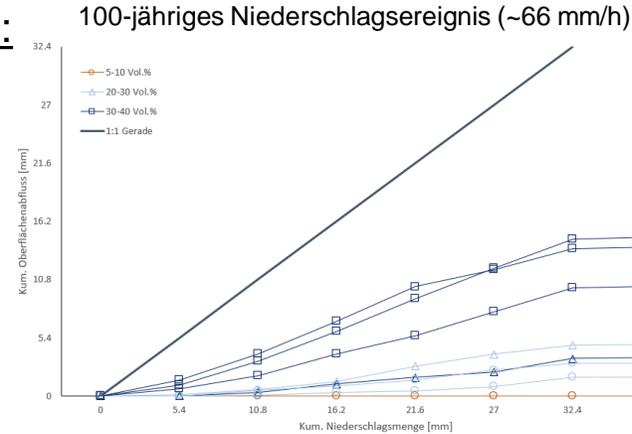
- ▶ Problematik: bei geringen Temperaturunterschieden sind Fließwege nur schwer erkennbar (bisher nicht automatisiert & fehlerfrei extrahierbar)
- ▶ Visualisierung der Fließwege in (Ortho)-Fotos bisher einfacher (Einfärben)

Ermittlung der Abflussbildung und Belastungsszenarien:

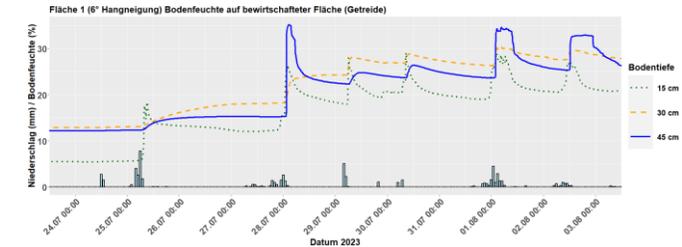
- ▶ SCS-Verfahren als Standardverfahren
- ▶ Dieses Verfahren ist oftmals zu ungenau
→ Keine Berücksichtigung der Vorfeuchte etc.

Ansatz in FloReST:

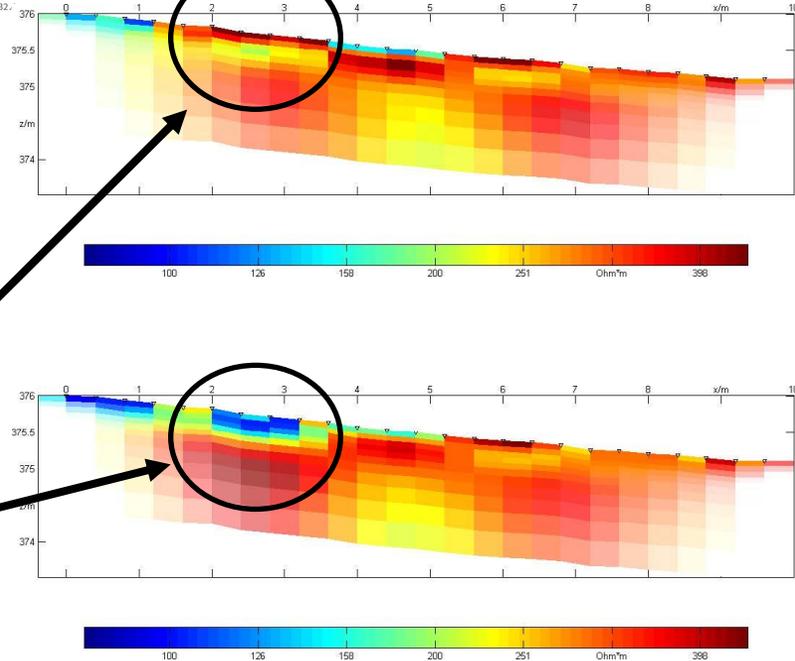
- ▶ Langzeitmonitoring des EZGs mit Bodenfeuchtesensoren
- ▶ Starkregensimulation mit Kleinberegnungsanlage und verschiedenen Vorfeuchten
- ▶ ERT-Messung vor und nach den Beregnungen zur Ermittlung der Infiltrationsfront
→ Verwendung der Daten für Methodenverbesserung, Kalibrierung und Validierung



Erhöhte Vorfeuchte bewirkt auch bei Extremereignissen einen erhöhten Oberflächenabfluss



- Oberboden sättigt schneller und intensiver auf
- 45 cm Tiefe weist ein Plateau auf → Aufstauung des Wassers an Pflughorizont?!



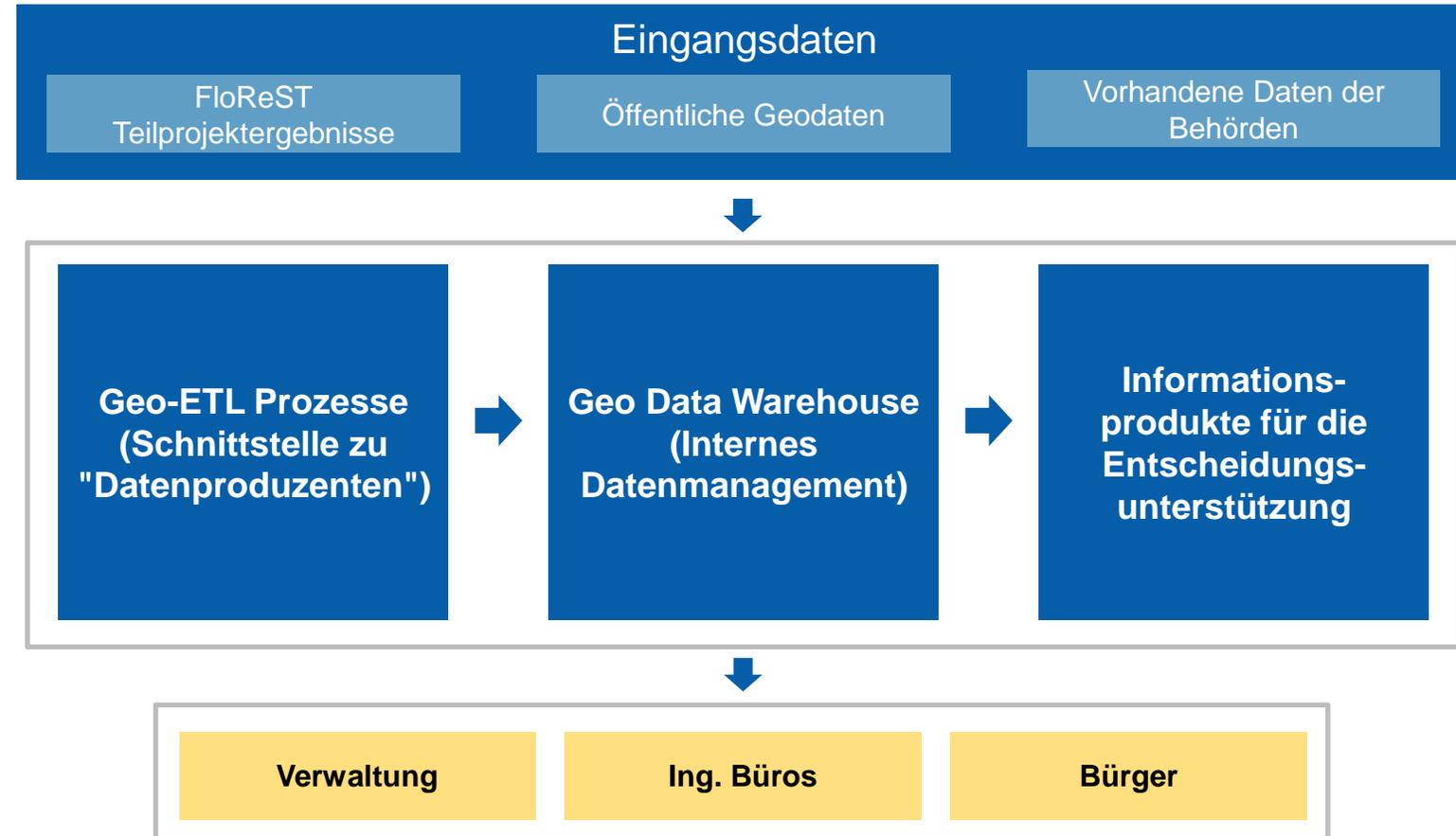
Ort der Beregnung:
- zeigt die Infiltrationsfront nach der Beregnung

- **Prototypische Realisierung eines Geo Data Warehouse für entscheidungsrelevante Daten und Metadaten**

Aktueller Stand:

- Infrastruktur eingerichtet und Systeme konfiguriert
- Entwicklungs- und Bereitstellungsumgebung
- Datenmodellierung
- Integration erster Fach- und Geodaten

Datenflüsse Geo Data Warehouse:



Aktueller Stand:

- Aufbau Plattform zur Daten- und Informationsbereitstellung
- Erste prototypische Benutzer- und Aufgabenspezifische Visualisierungen sowie Auswertemöglichkeiten für die Entscheidungsunterstützung
- Bereitstellung von Datendiensten als OGC WMS-Layer
- Entwicklung einer REST-API zur Anbindung der Citizen Science App an das Geo Data Warehouse inkl. OpenAPI Spezifikation

The screenshot displays the 'disy Cadenza Web' interface. On the left, a map shows various water management measures (Maßnahmen) marked with colored circles. On the right, a table titled 'Maßnahmenübersicht' lists these measures and their counts. Below the map, there is a detailed view of a specific area with a heatmap and a table of 'Meldung' (reports) with columns for date, deficiency type, and status.

Maßnahme	Anzahl
1 Abflusshindernis	9
2 Aktivierung Aue	16
3 Beckenversickerung	3
4 Bewirtschaftung von Massnahmen	2
5 Einlaufbauwerk	14
6 Führungsgraben	9
7 Gehölzpflege	32
8 Gewässerrenaturierung	9

Citizen Science App API ^{0.1} OAS3

The Citizen Science App API supports storage of user generated deficiency reports as well as attaching media such as pictures to them.

Servers:

FloReST App

POST /reports Add new report

Parameters: No parameters

Request body ^{required}

Example Value | Schema

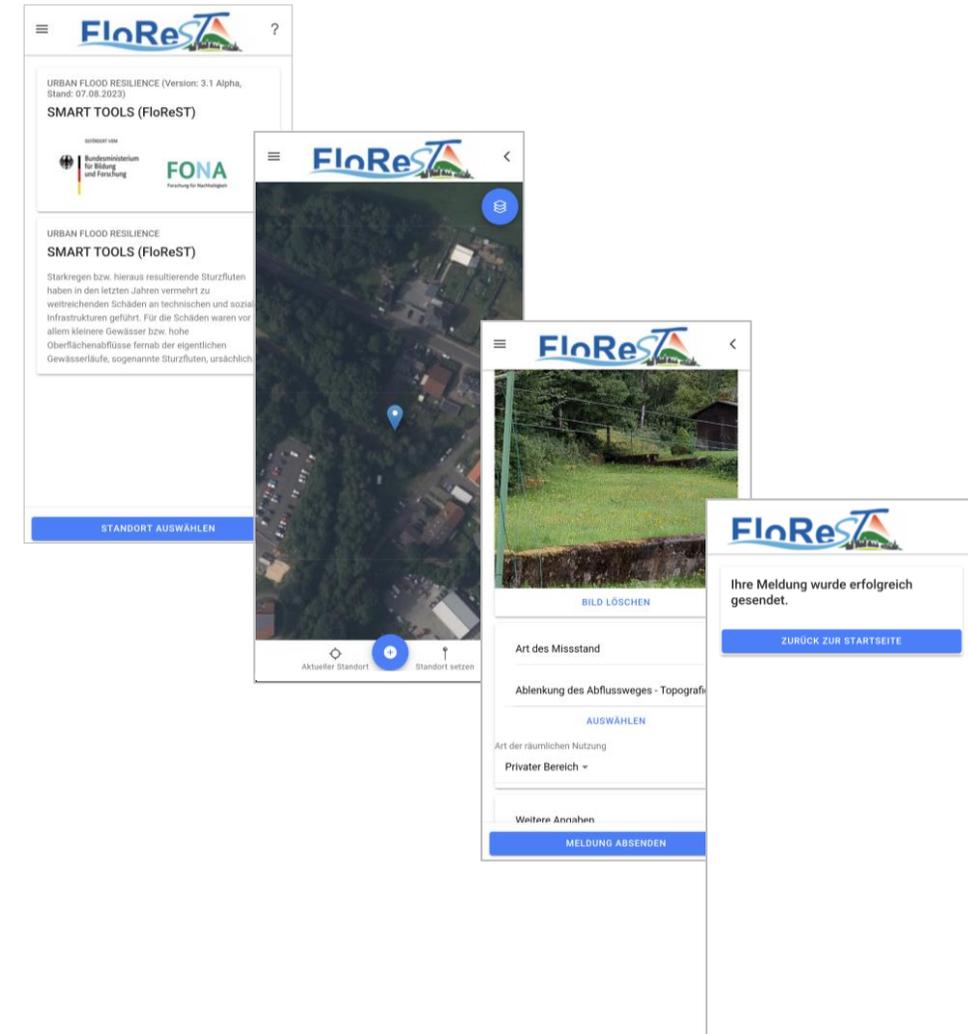
```

{
  "applicationId": "app-id-5",
  "report": {
    "reportId": 42,
    "userId": 4711,
    "timestamp": "2022-11-11 10:59:11",
    "latitude": 49.0000705,
    "longitude": 8.4034459,
    "deficiencyType": "Verstopfung durch Ablagerung",
    "onPublicProperty": true,
    "additionalInformation": "Ganz viele Äste und Blätter"
  }
}
    
```

Ziel: Entwicklung einer Smart App zur Integration lokalen Wissens zu Wasser-Extremereignissen durch Citizen Science.

Aktueller Stand:

- ▶ Bestimmung der relevanten Daten (z. B. Zeitpunkt, Koordinaten, Art des Missstands, öffentlicher- / privater Bereich, Bild-Dokumentation, usw.)
- ▶ Erstellung eines funktionstüchtigen Prototyps der Smart App
- ▶ Realisierung aller Grundfunktionen:
 - Integration der Kartendienste und der Standortbestimmung
 - Erstellung des Meldeformulars mit den benötigten Features
 - Kommunikation mit dem Backend (Geodatawarehouse)



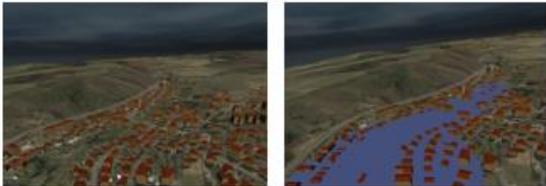
Auswertung der Umfrage zur Risikokommunikation in den fünf Pilotkommunen:

Bildung

- **85%** wissen nicht, dass Sirenen als Frühwarnsysteme fungieren
- Wissen bzgl. Starkregenschutzmaßnahmen auf dem eigenen Grundstück = durchwachsen
- **71%** würden gern mehr darüber wissen
- Erste Reaktionen bei Frühwarnsignal = aktives Verhalten
- Bürger*innen müssen in der Lage sein, Signale zu verstehen, um aktiv werden zu können

Leitfragen:

- Wie können Bürger*innen gezielter informiert werden?
- Wie können wir die Bürger*innen gezielter im Bereich Katastrophenvorsorge (aus)bilden?



Frühwarnung/ Kommunikation

- Smartphone = gängigstes Kommunikationsmedium
- Wetter-Apps und Nachrichten = meistgenutzte Informationsquellen für Starkregengefahrenlagen
- Reger Austausch mit **Partnern, Freunden und Familie** über Starkregenereignisse (**78%**)
- **Potenzial für Frühwarnung und Multiplikation**
- **61%** geben an, nicht über potenzielle Risiken in den Heimatgemeinden informiert zu werden
- **69%** wissen nicht, ob es ein Hochwasserschutzkonzept* in der Heimatgemeinde gibt
- **Jüngere scheinen nicht zu wissen wo man das HWSK finden kann**

Leitfragen:

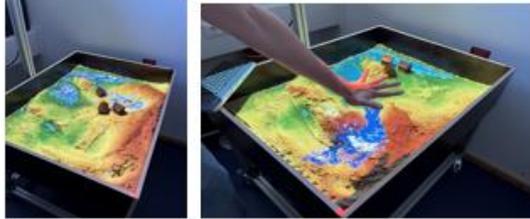
- Wie können informelle Warnketten genutzt werden?
- Wie können jüngere Menschen besser erreicht werden?

Partizipation

- Hochwasserschutz in der Heimatgemeinde wird als eher schlecht eingeschätzt
- **81%** waren (noch) nicht an Hochwasserschutzmaßnahmen in der Heimatgemeinde beteiligt
- **Mehr Partizipation für verstärkte Risikowahrnehmung in der Bevölkerung?**

Leitfragen:

- Gibt es Möglichkeiten, die Bürger*innen vermehrt am Hochwasser-/Starkregenschutz zu beteiligen? Falls ja, wie könnte eine entsprechende Aktion aussehen, in der die Bürger*innen partizipativ beteiligt werden?



* Unter Hochwasserschutz wird im allgemeinen Sprachgebrauch ebenso die Hochwasser- und Starkregenvorsorge verstanden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

