

# Starkregenvorsorge für die Gemeinde Eppelborn – Aktuelle Methoden und Erkenntnisse

## HYDRO\_AS-2D Anwendertreffen 2020

23. September 2020

Volker Mißler, M. Eng.  
Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük



- Einleitung
- Hinweise  
Datengrundlage und Modellerstellung
- Ergebnisse Maßnahmenanalyse
- 2D-Modellgrenzen bei Starkregensimulation
- Fazit



- ▶ Leitfaden SRGK im Saarland
  - ▶ 3 Pilotprojekte mit unterschiedlicher Detaillierung
  - ▶ Ergebnisse Pilotprojekte Grundlage des Leitfadens
  
- ▶ htw saar Pilotprojekt Eppelborn mit u.a. Hydrotec
- ▶ → u.a. Einfluss Modellkomplexität
  - ▶ GIS-Analyse
  - ▶ Screening-Modell
  - ▶ Fein-Modell mit und ohne Kanalnetzkopplung
  
- ▶ Folgeprojekt
  - ▶ Erstellung/Veröffentlichung Gefahren-/Risikokarten
  - ▶ Risikokommunikation
  - ▶ Maßnahmenanalyse
  
- ▶ Hier Auswahl an Erkenntnissen...



Quelle: Gemeinde Eppelborn

- ▶ Abbildung NA-Prozess mit einem 2D-Modell? Ja, hat sich bewährt!
  - ▶ Definition von Niederschlag oder Versickerung durch Quell- und Senkenterme
  - ▶ *Neu: Dünnfilmabfluss sowie tlw. starke Gefälle*
- ▶ Fragestellung sowie dominierende Prozesse maßgeblich für das Modellierkonzept
  - ▶ „Echtes“ 2D-Modell oder vereinfachte Ansätze bis hin zu GIS-Ansätzen erforderlich?
  - ▶ Raster-Diskretisierung oder Ausdünnung (ggf. Kombination)?
  - ▶ Berücksichtigung Kanalnetz?!
  - ▶ ...

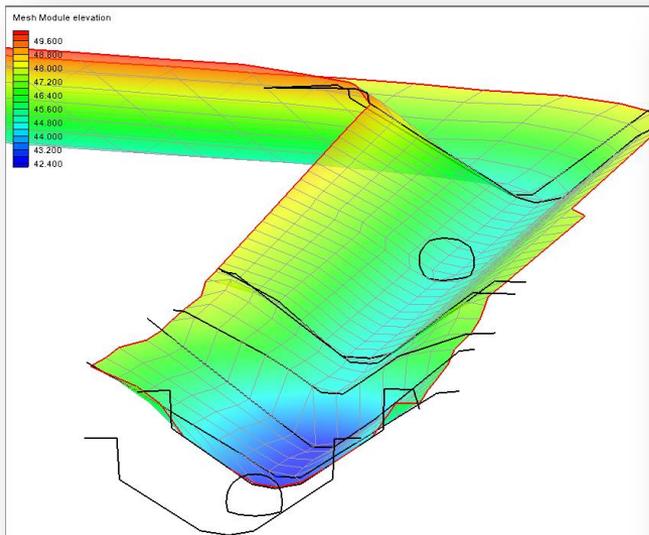
Quelle: youtube (Wuppertal 2018)



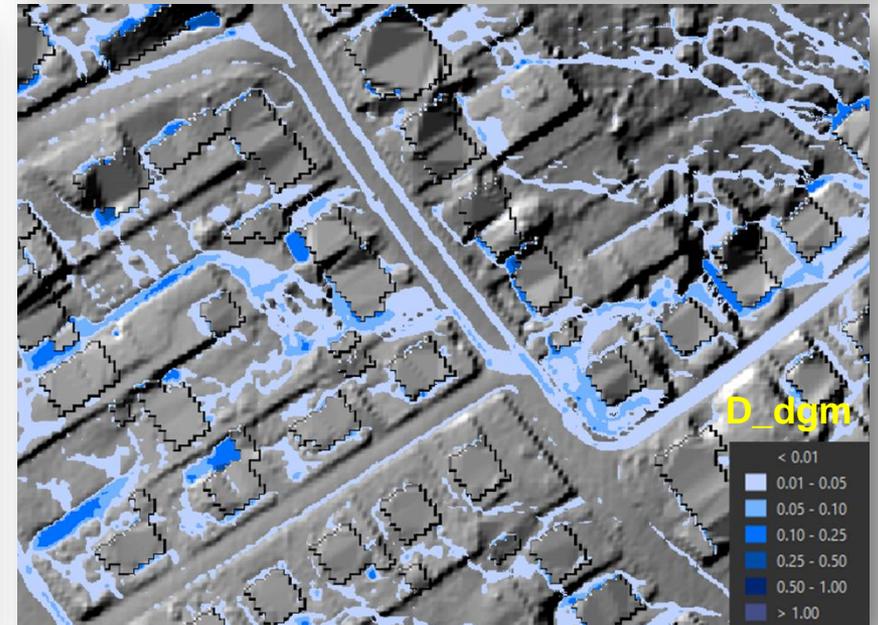
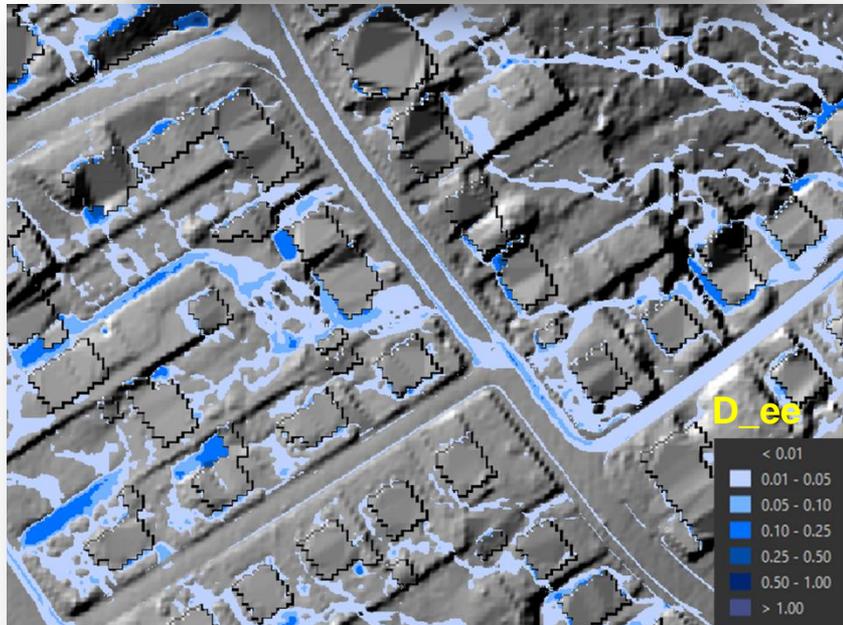
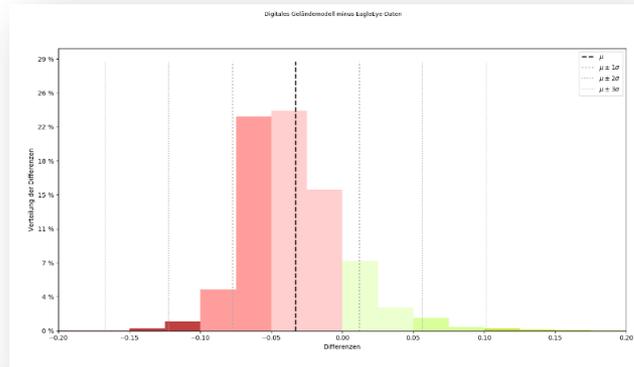
- Datengrundlage
  - Geländemodelle, Laserscans
  - ALKIS, Landnutzung
  - Ggf. Gewässervermessungen, Bauwerke
  - Ggf. Kanalnetzinformationen
  - Bruchkanten
  - Belastungsdaten
- Modellerstellung nach Erfordernis!



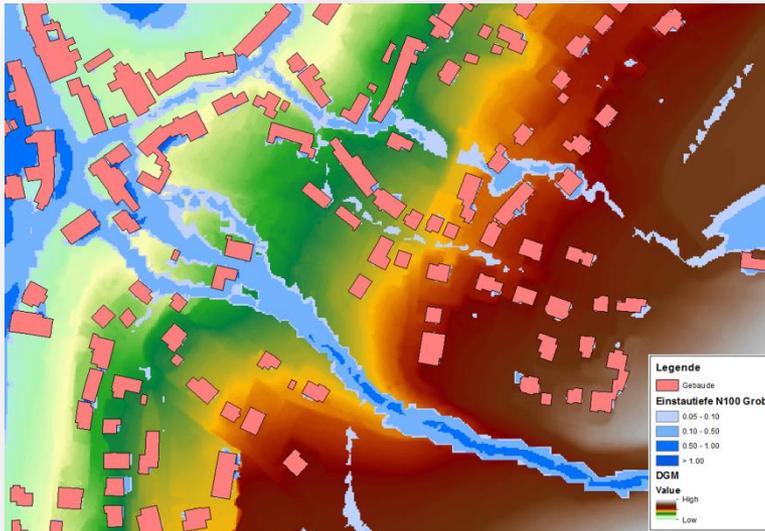
© 2019 eagle eye technologies GmbH



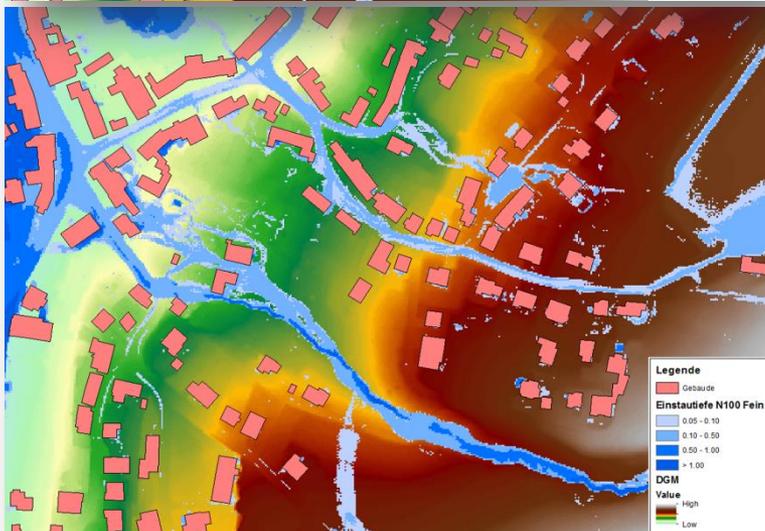
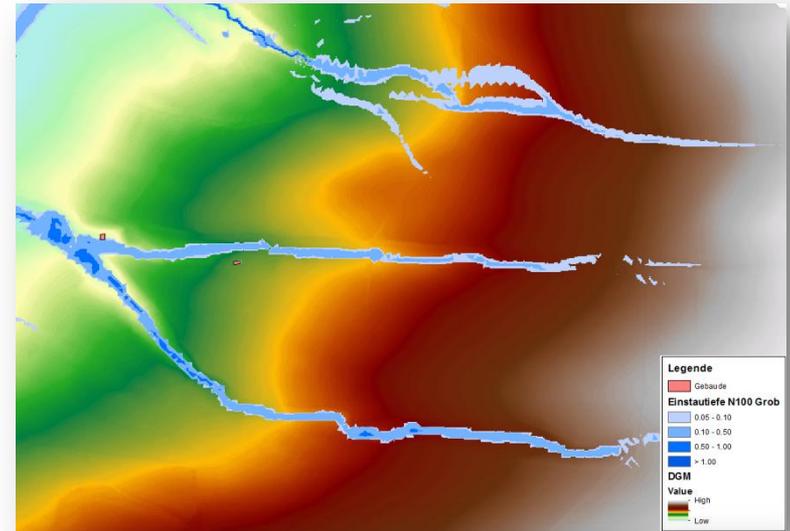
## ▸ Einfluss hochaufgelöste DGM-Daten



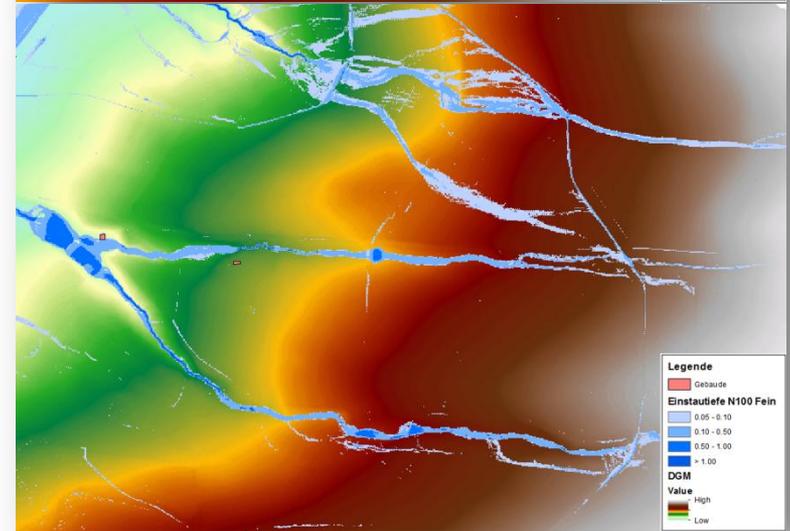
► Raster-Modell (hier Raster-Auflösung 1 m und 5 m) oder ausgedünntes Netz



5 m

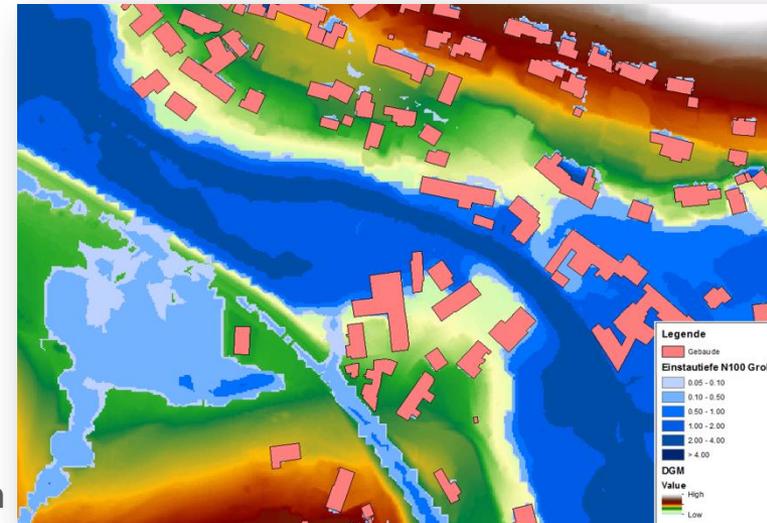


1 m



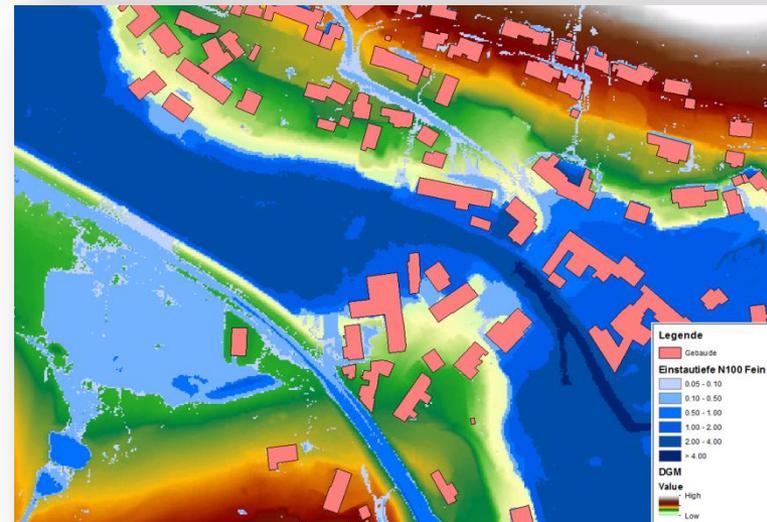
- Grobe Raster gehen mit Genauigkeitsverlust einher
- Alle relevanten Strukturen müssen abgebildet sein
  - Gräben
  - Durchlässe
  - Gebäude, etc.

5 m

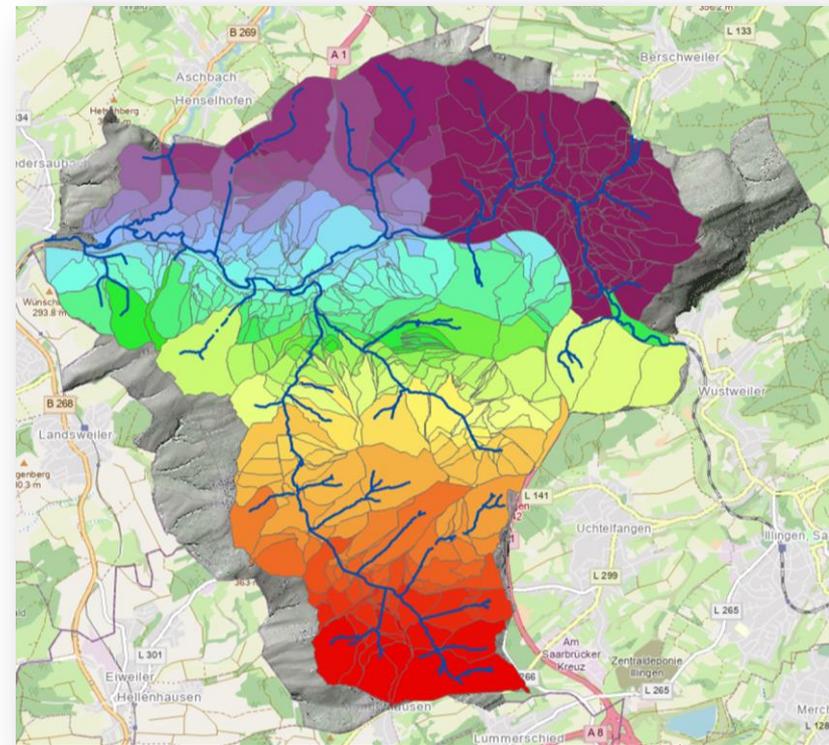


- Ausgedünntes Netz oder 1m-Raster
  - Vergleichbare Ergebnisqualität
  - Sehr detaillierte Strukturen abzubilden?  
→ Ausdünnung flexibler (Mauern/Gräben)

1 m



- ▶ Ein Gesamtmodell oder „viele“ Teilmodelle?!
- ▶ Grundsätzlich :
  - ▶ Kriterium 1: Anzahl Modellknoten
  - ▶ Kriterium 2: Niederschlagsbelastung
- ▶ Zu 1:
  - ▶ Kriterium: Max. mögliche Netzknoten!
  - ▶ Grundsätzlich EZG oder „Raster“-Modell möglich
- ▶ → Optimale Ausnutzung Rechnerkapazitäten wenn EZG verwendet wird

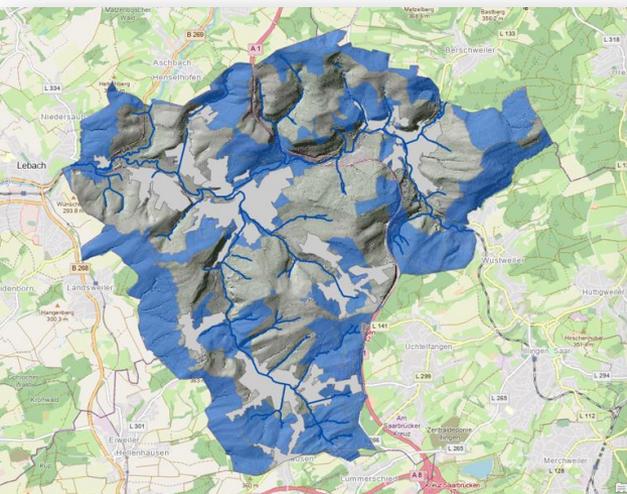
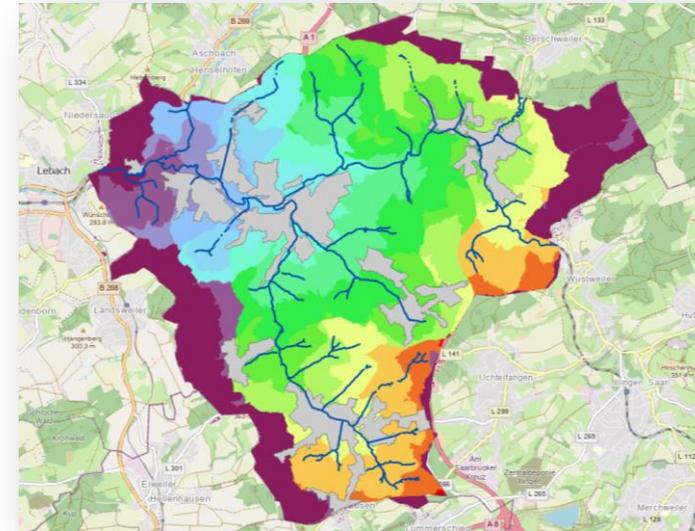


TEG

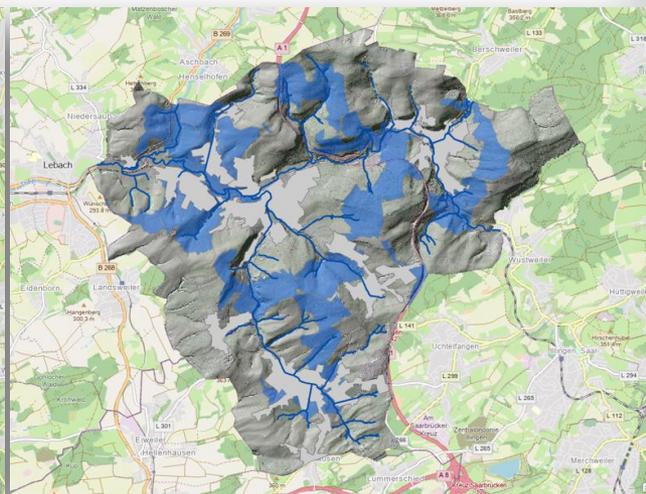
➤ Zu 2:

- I.d.R. 5 km<sup>2</sup> große N-Belastung. Wie ist damit umzugehen?
- A.) Teileinzugsgebiete entsprechend dieser Größe ableiten
- B.) Gesamtgebiet mit def. N-Zellen belasten (min. RL!)
- C.) „Alles“ berechnen und nach ca. 2 h Simulation stoppen!

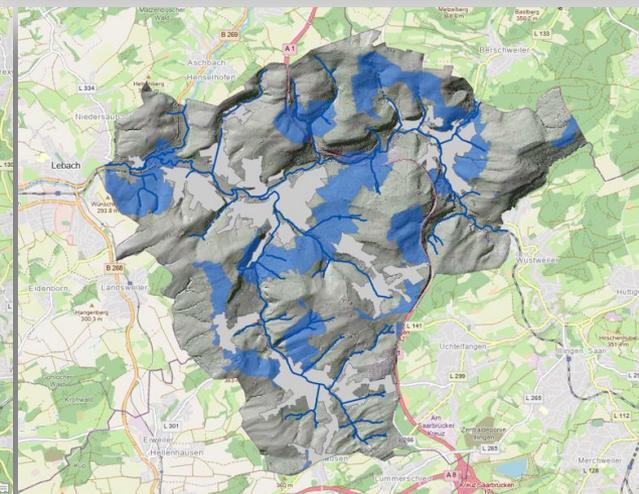
## EZG-Ermittlung für Neff



RL1

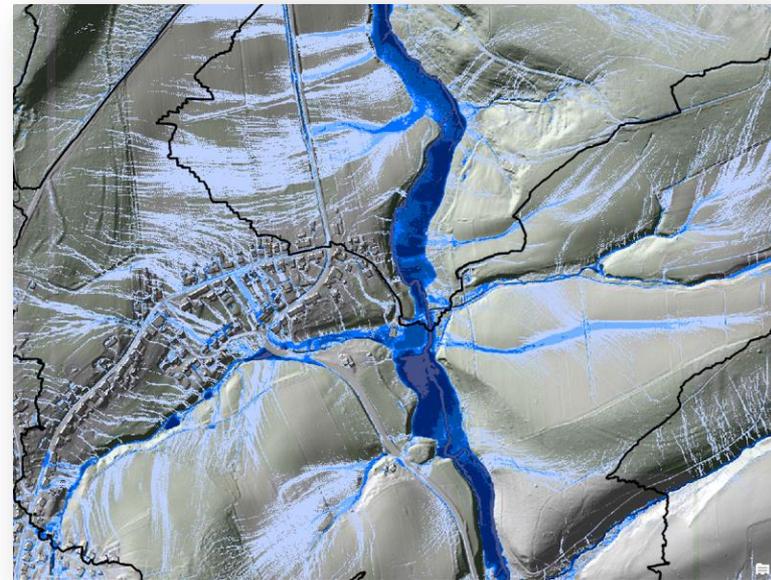
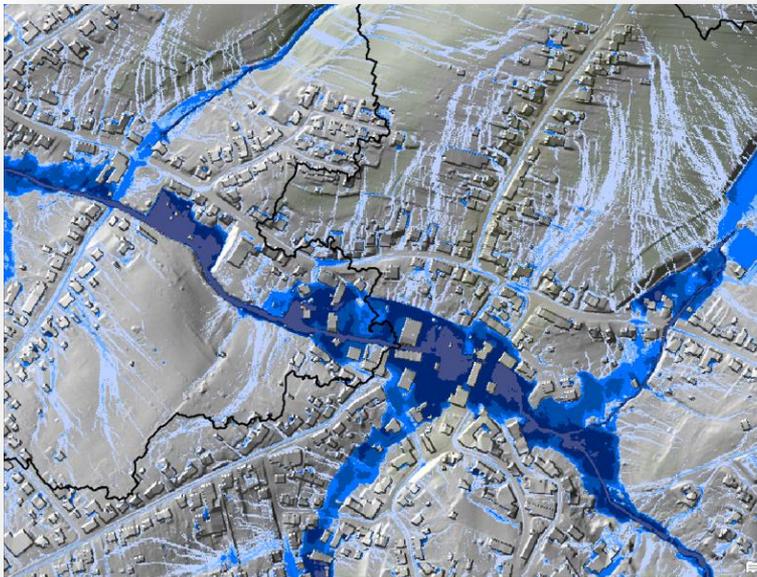


RL2



RL3

- ▶ Zu 2:
  - ▶ I.d.R. 5 km<sup>2</sup> große N-Belastung. Wie ist damit umzugehen?
  - ▶ A.) Teileinzugsgebiete entsprechend dieser Größe ableiten
  - ▶ B.) Gesamtgebiet mit def. N-Zellen belasten (min. RL!)
  - ▶ C.) „Alles“ berechnen und nach ca. 2 h Simulation stoppen!
- ▶ Zu A.) und B.) → Übergänge N-Belastung plausibel?



Modellergebnisse aus 2RL an Übergängen

- ▶ A.) Effektivniederschlag extern vorgeben (vgl. BW)
  
- ▶ B.) I.d.R. gute Erfahrung mit vereinfachtem Ansatz für Abflussbildung:
  - ▶  $N_{eff} = N - k_f \cdot t - AV$  [mm]
  - ▶ Berücksichtigung der Infiltrationskapazität und der Interzeption
  - ▶ Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit (vereinfacht konstant)
  - ▶ Anfangsverluste in Abhängigkeit der Landnutzung
  
- ▶ C.) Alternativ über Skripte Abflussbildung detailliert modellierbar!

- ▶ Abbildung Kanalnetzmodell?!
- ▶ Abbildungsmöglichkeiten sind:
  - ▶ 1. KEINE Berücksichtigung
  - ▶ 2. Vereinfachter Ansatz über Neff (Reduzierung Neff auf Dach- und versiegelten Flächen)
  - ▶ 3. Offline-Kopplung
    - ▶ Befestigte, kanalisierte Flächen werden durch Überstauganglinien aus überstauenden Kanalschächten belastet
    - ▶ Freie Kapazitäten im Kanal werden als Senken abgebildet (Regeneinläufe)
  - ▶ 4. Online-Kopplung
- ▶ Erfordernis hängt insbesondere von der Eintrittswahrscheinlichkeit von N und vom Ort ab.

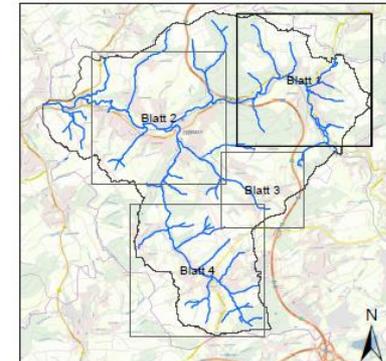
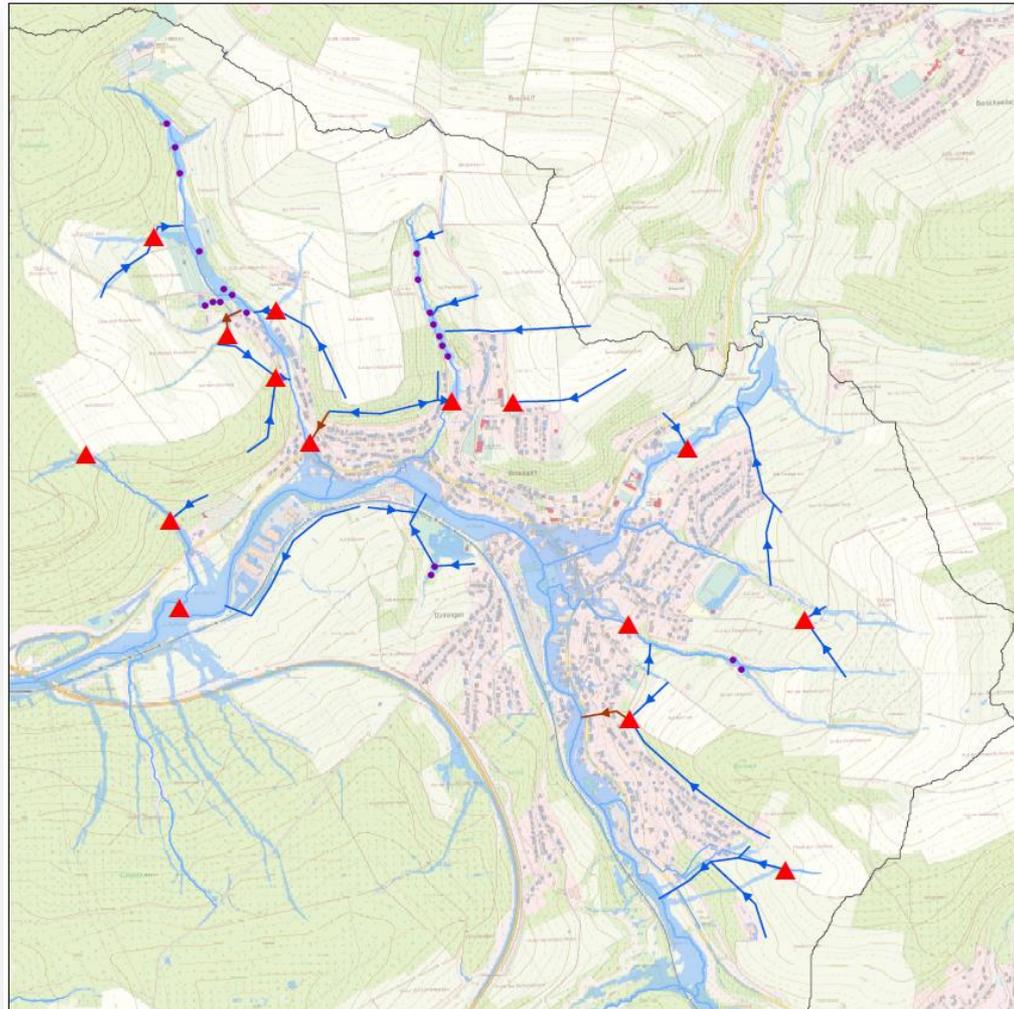


Quelle: ikt



Quelle: LZonline

## ▸ Ableitung von Schutzmaßnahmen



- ▲ Rückhaltebecken
- Graben
- Kanal
- Anhebung Dammkrone
- Maximale Überflutungsfäche NS0mm
- Modellgrenze
- Gewässer

Kartengrundlage: DTMS

Forschungsgruppe Wasser der HTW Saar  
Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük  
Lehrgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft  
Telefon: 0681/5887-172  
alpaslan.yoeruek@htwsaar.de

**FGwasser**  
FORSCHUNGSGRUPPE  
WASSER DER HTW SAAR

**Hydrotec**  
Ingenieurgesellschaft für  
Wasser und Umwelt mbH  
Telefon: 0241/94889-0 | Telefax: 0241/94889-14  
E-Mail: info@hydrotec.de

**Hydrotec**  
Ingenieurgesellschaft für  
Wasser und Umwelt mbH

Untersuchung der Auswirkungen von Überflutungen  
infolge Starkregens in drei Detaillierungsstufen  
für die Gemeinde Eppelborn

**Maßnahmenvorschläge**

Dirmingen

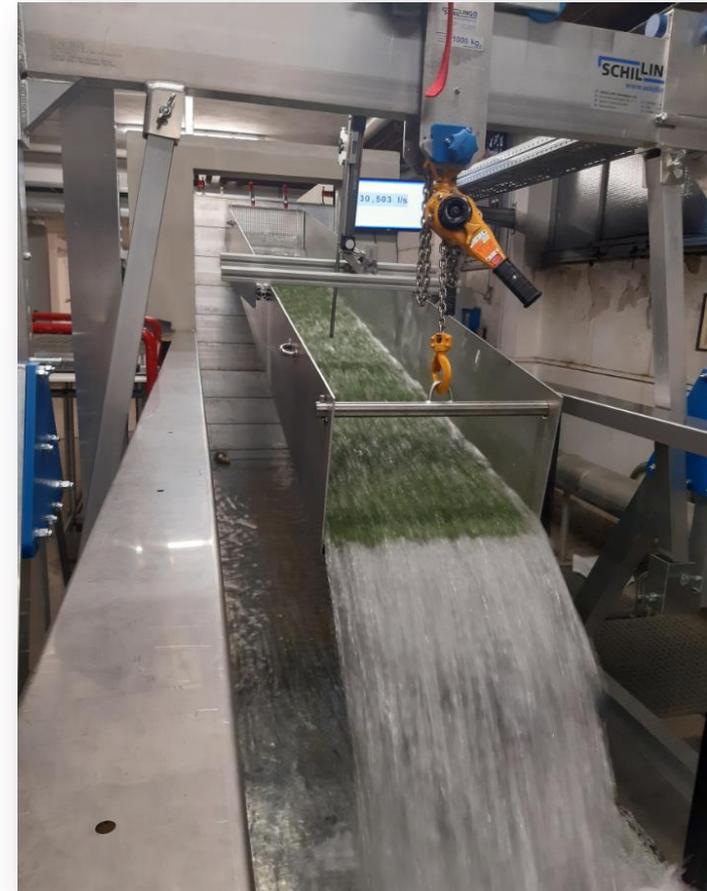
Karte:	Blatt 1
Maßstab:	1:8.000
Projektbearbeiter:	V. Mißler & R. Mittelstädt
Anlage:	Anlage 7
Ort, Datum:	Aachen, Dezember 2018

# Maßnahmenanalyse – Wirkungsanalyse



- ▶ Grundsätzlich gilt: Prüfen, ob der Ansatz sowie Modellergebnisse richtig sind!
  
- ▶ 1.) Reduktion Fließbewegung auf die Ebene bei 2D-Modellen
  - ▶ Vernachlässigung vertikale Geschwindigkeiten/Beschleunigung und
  - ▶ Annahme **geringe Sohlneigung**
  
- ▶ 2.) Reibungseinflüsse und sonstige Verluste werden in einem (i.d.R. konstanten) **Sohlreibungsterm** zusammengefasst
  - ▶ Einsatz 2D-Modelle bisher primär für Fließgewässer  
→ dementsprechend liegen Rauheitstabellen vor
  
- ▶ Daraus folgen die Fragen:
  - ▶ Sind Parameteranpassungen infolge der teils extrem großen Gefälle im EZG erforderlich (Rauheit)?
  - ▶ Sind Rauheitsanpassungen (aus Gewässerhydraulik) bei Dünnschichtabfluss erforderlich?

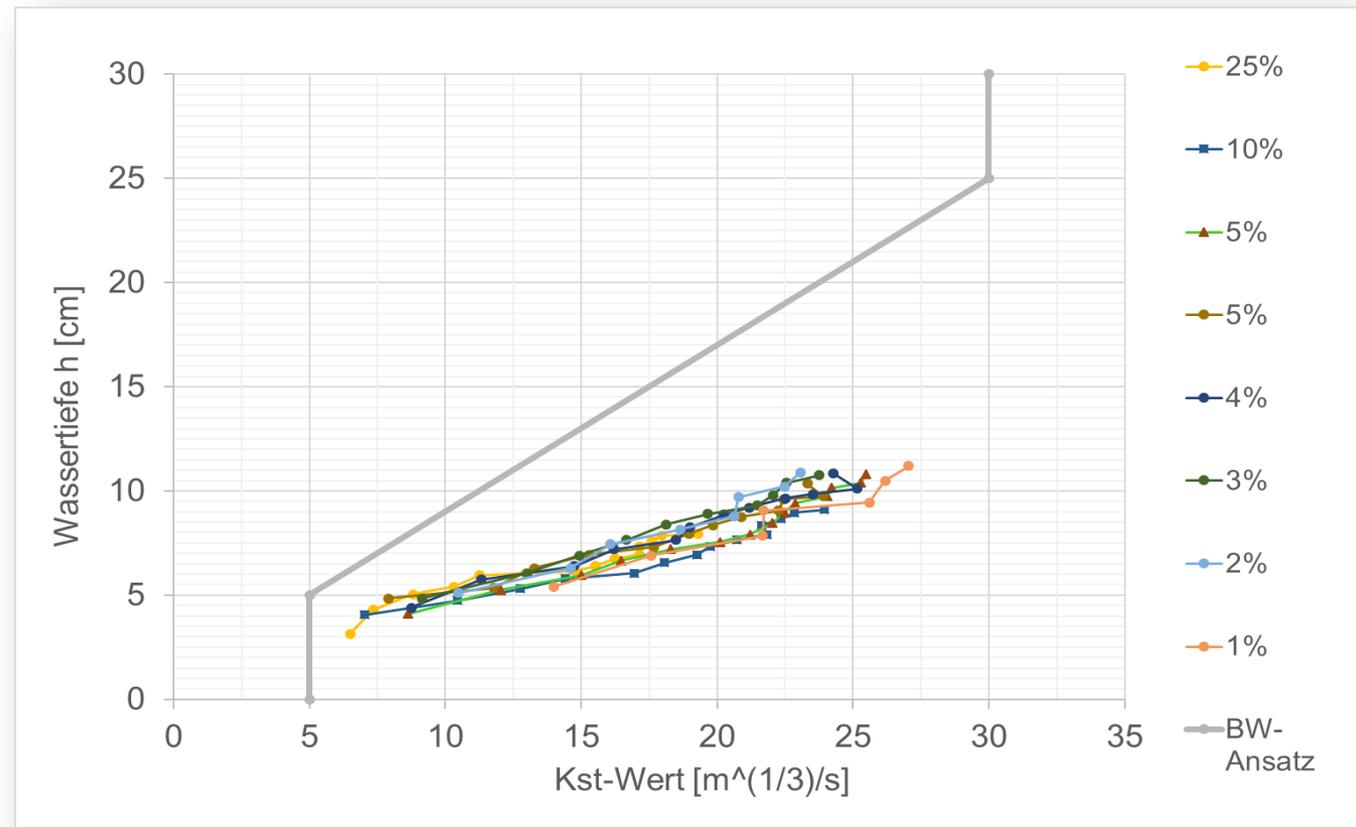
- ▶ Eigene Modellversuche zur Ermittlung von  $K_{st}$ -Werten für
  - ▶ ausgewählte Materialien
  - ▶ bei unterschiedlichen Neigungen
  - ▶ und unterschiedlichen Wassertiefen
  
- ▶ Frage:  $k_{st} = f(h, l)$ ?!



## Ergebnisse Laborversuche

- ▶  $K_{st} = f(h)$ ! → Funktion ist abhängig von der Sohlbeschaffenheit
  - ▶ Kunstrasen:  $K_{st}$ -Wertebereich von ca. 6 – 25  $m^{1/3}/s$
  - ▶ Asphalt  $k_{st}$ -Wertebereich von ca. 35-55  $m^{1/3}/s$

Ergebnisse Kunstrasen

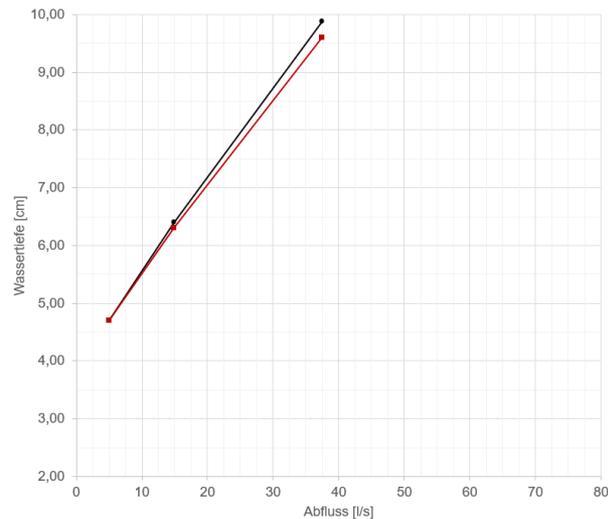


**Hinweis:  
Empfehlungen BW  
in den aktuellen LV  
überarbeitet!**

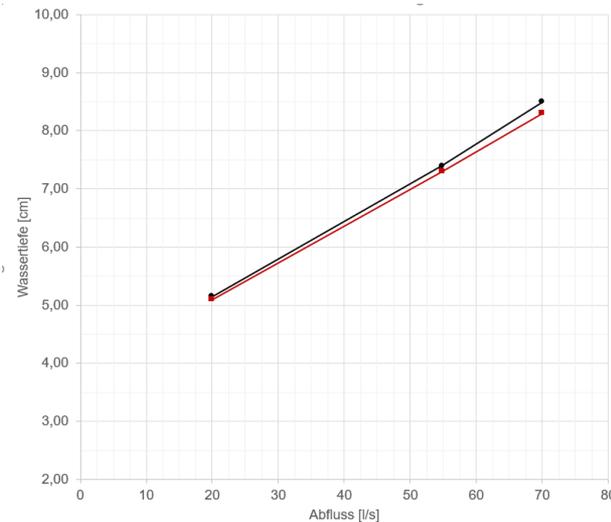
## Ergebnisse Laborversuche

- ▶ Kst ist nicht signifikant vom Gefälle abhängig!
- ▶ 2D-Modell liefert auch bei starken Gefällen plausible Werte!

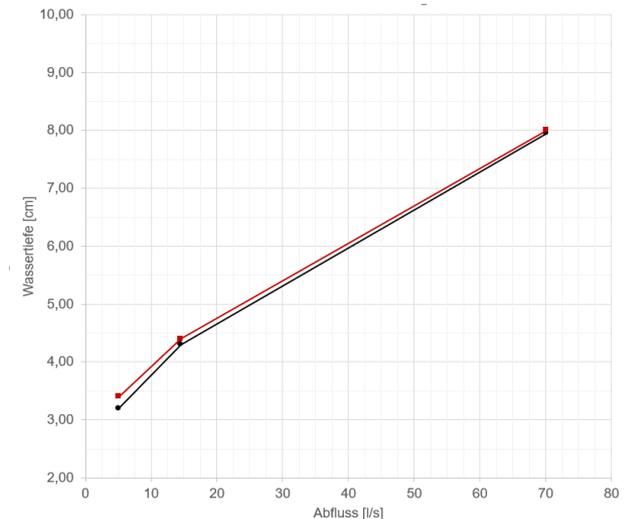
● Wassertiefe gemessen  
■ Wassertiefe 2D-Modell



1 %



15 %



40 %

- ▶ 2D-Modellieransatz stark von der Fragestellung/Datengrundlage/Topografie etc. abhängig
  - ▶ Raster- oder Ausdünnung?
  - ▶ Raster-Auflösung?
  - ▶ Kanalnetz ja/nein/wie?
  - ▶ Niederschlagsbelastung ...
  - ▶ HYDRO\_AS-2D bietet alle technischen Möglichkeiten und ist ein **echtes 2D-Modell**
- ▶ Parametrisierung beachten!
  - ▶ Klassischer Rauheitsansatz ist anzupassen →  $K_{st} = f(h)$ !
  - ▶ Modellfehler infolge hoher Sohlgefälle ist zu vernachlässigen (bei Dünnschichtabfluss)
- ▶ Maßnahmenanalyse zeigt, dass ein 100%-Schutz nicht möglich ist!
- ▶ Modelle sind Spezialistenwerkzeuge und
- ▶ Modellergebnisse sind stets zu plausibilisieren.

# Starkregenvorsorge für die Gemeinde Eppelborn – Aktuelle Methoden und Erkenntnisse

## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

### HYDRO\_AS-2D Anwendertreffen 2020

23. September 2020

Volker Mißler, M. Eng.  
Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük

