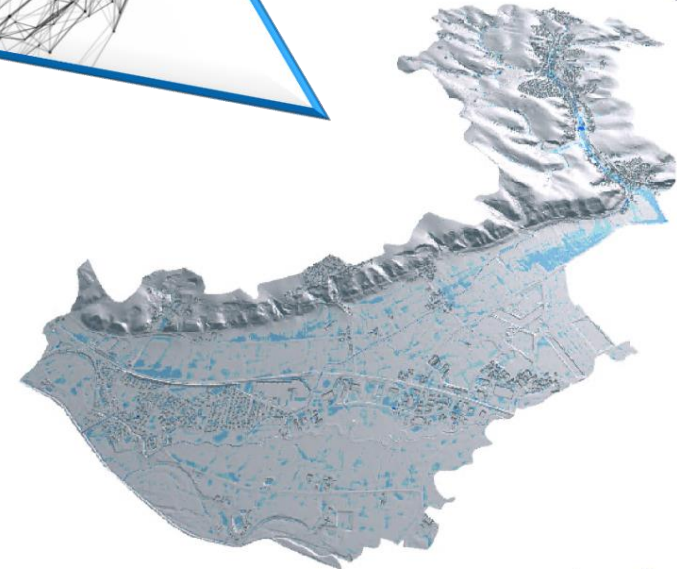
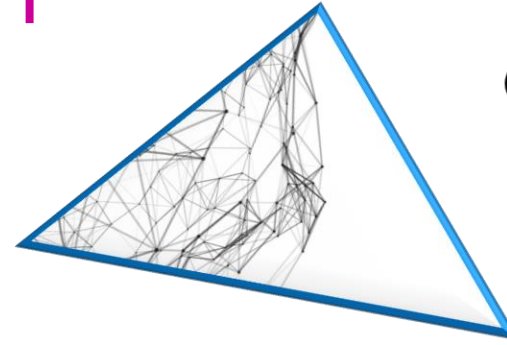




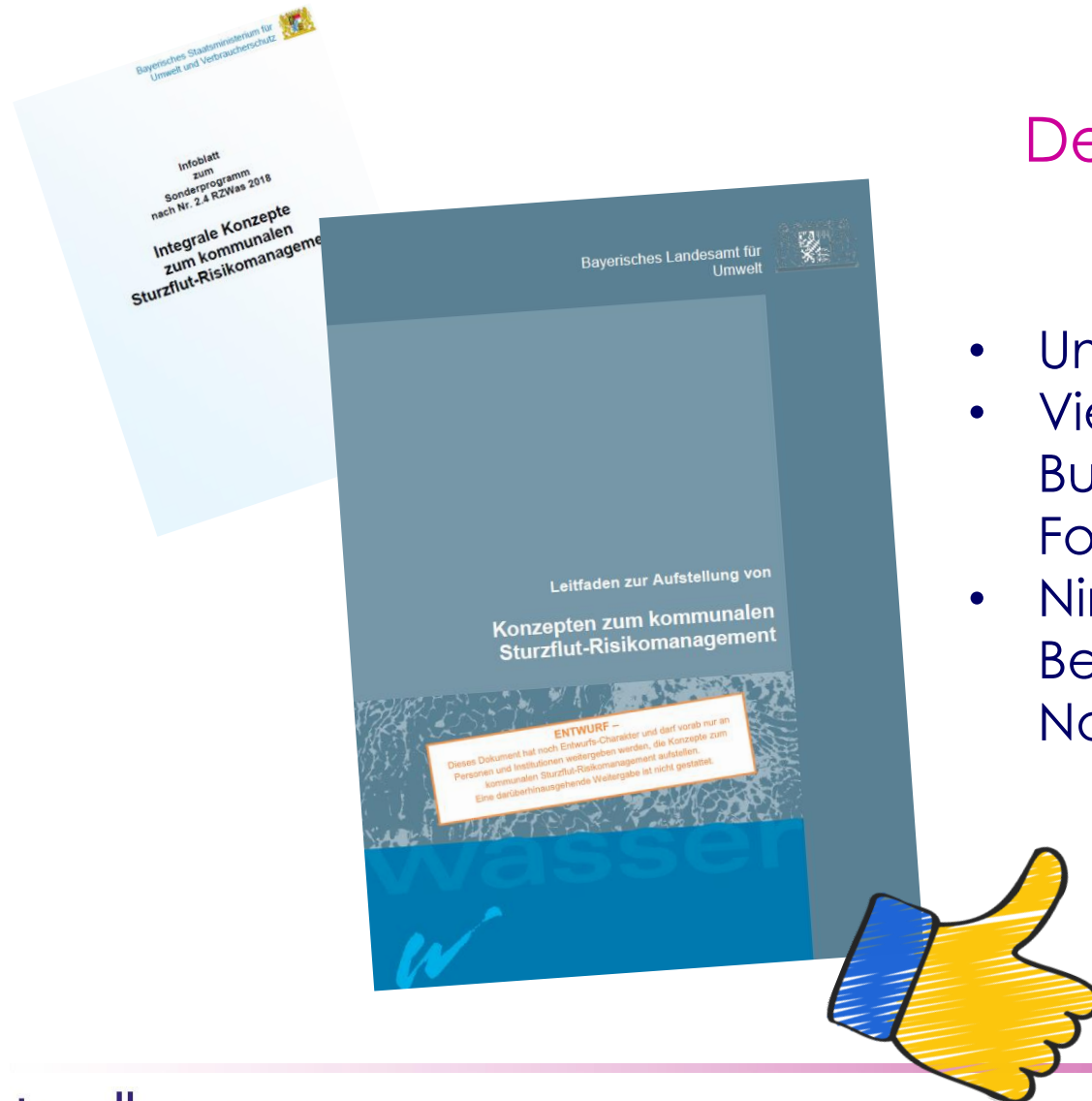
November 2023

# Kommunales Sturzfluten Risikomanagement in Bayern



tandler.com

# Leitfaden – Entwurf - LFU

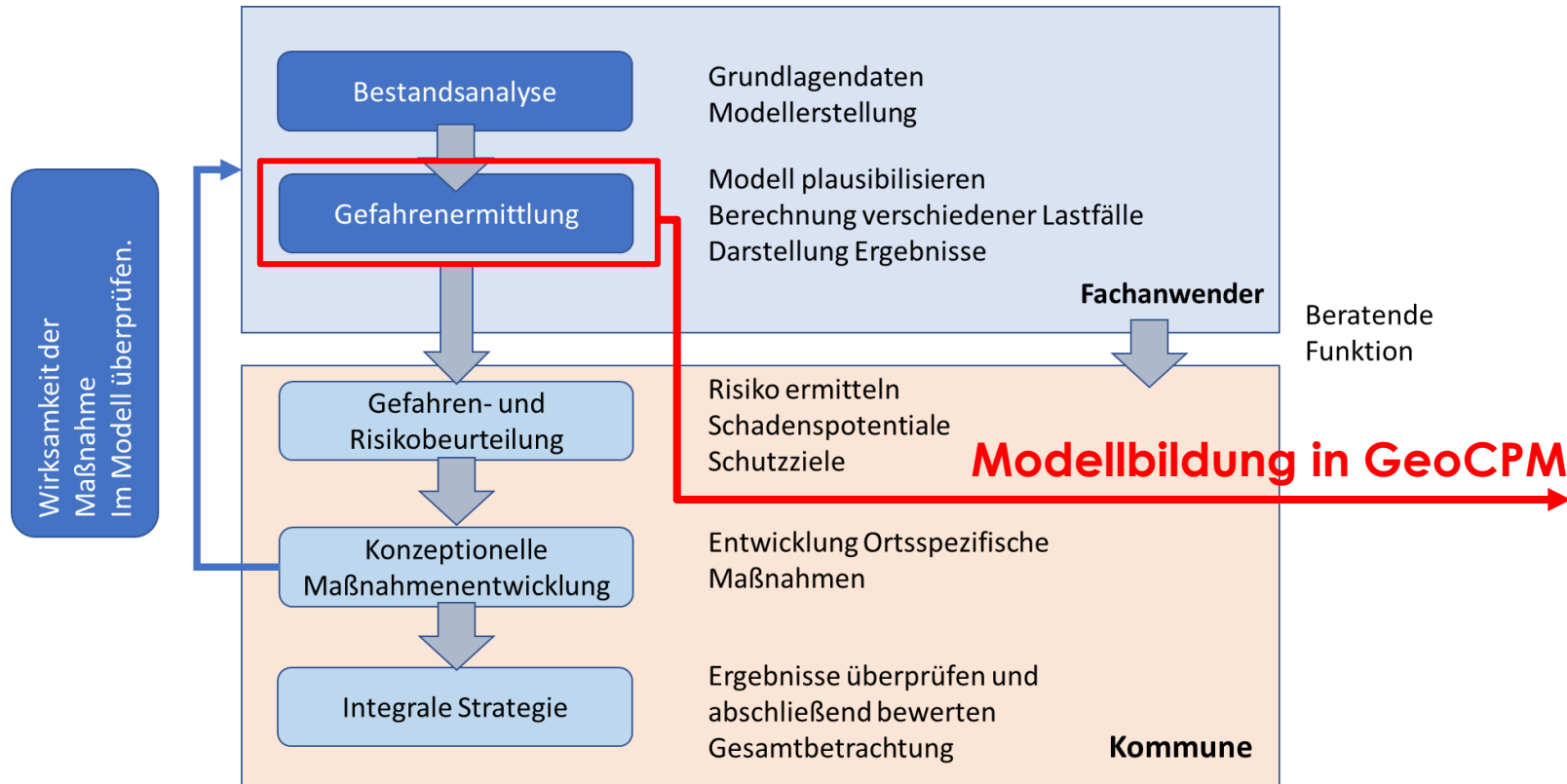


Der Leitfaden ist bisher nur als Entwurf verfügbar!

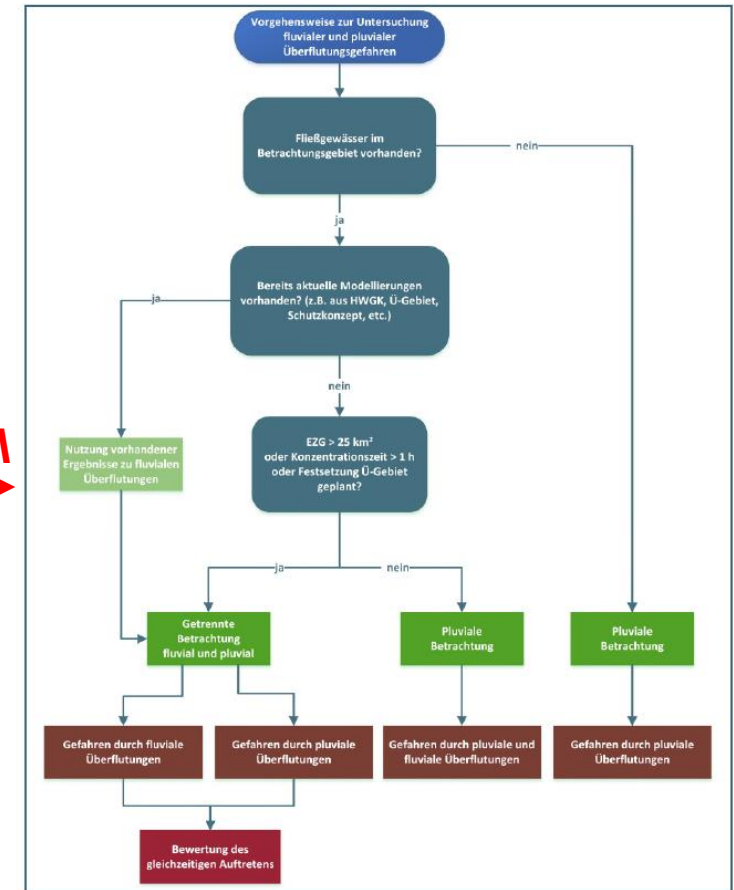
- Umfangreiches Werk mit 113 Seiten!
- Viele Informationen auch für andere Bundesländer → nimmt auf aktuelle Forschungsfelder Bezug!
- Nimmt Stellung zu verschiedenen Berechnungsvarianten und deren Vor- und Nachteile.

# Schritte im Konzept

## Allgemeine Konzeptschritte

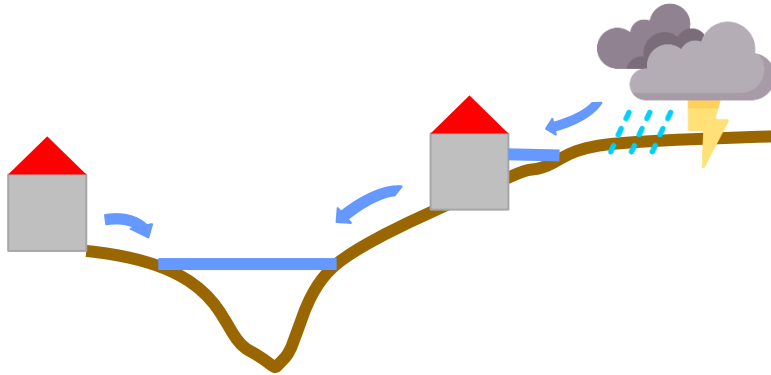


## Gefahrenermittlung



# Unterschied der Überflutungen

pluviale  
Überflutungen

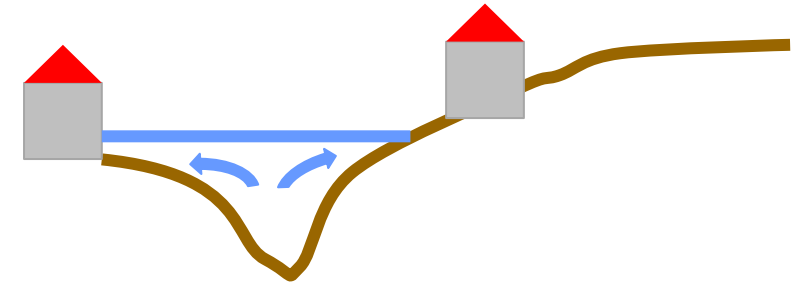


Auf dem Weg zum Gewässer kommt es bereits zu Überschwemmungen

Hydrodynamisches Modell

- Instationärer Berechnung
- Direkte Berechnung

fluviales  
Hochwasser



Überschwemmung geht vom Gewässer aus

Kombination aus:

- Hydrologische Modelle: Abflussbildung
- Hydrodynamische Modelle: für die Überschwemmungsfläche

**Für kleinere Einzugsgebiete ist eine Vergleichbarkeit schwierig!**

„Die für den fluvialen Ermittlungsansatz etablierten Verfahrensweisen lassen sich aus verschiedenen Gründen nicht auf den pluvialen Fall übertragen.“

# Exkurs: Berechnungsansätze 2D-Oberflächenmodelle

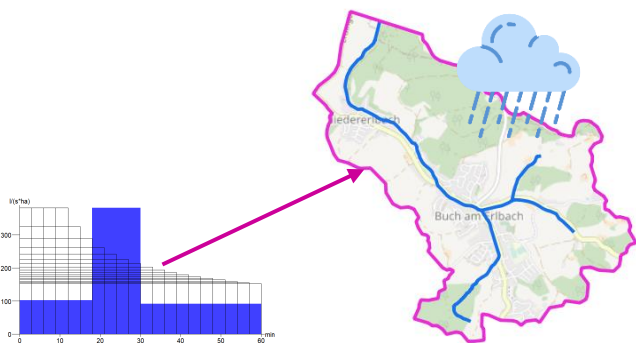
## Stationäre Berechnung



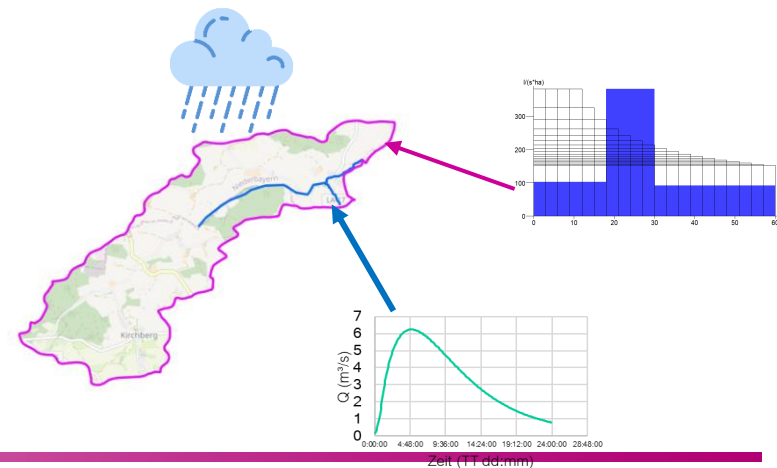
## Instationäre Berechnung mit Abflussganglinien



## Instationäre Berechnung mit Niederschlag



## Instationäre Berechnung – Kombination: Niederschlag & Abflussganglinien

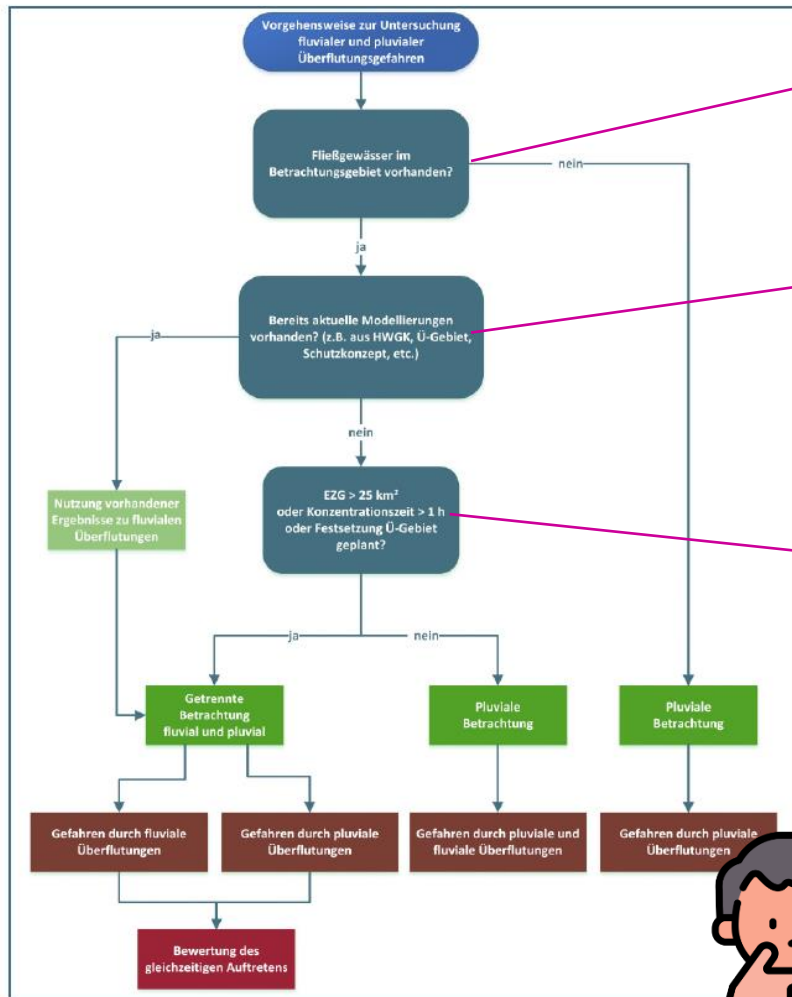


# Exkurs: Berechnungsansätze 2D-Oberflächenmodelle

## 2D-Oberflächenmodell

Berechnungsansatz	Stationäre Berechnung	Instationäre Berechnung	Instationäre Berechnung	Instationäre Berechnung: Kombination
<b>Belastung</b>	Konstanter Wert	Abflussganglinien	Niederschlag	Niederschlag + Abflussganglinien
<b>Benötigt hydrologische Verfahren</b>	✓	✓	✗	✓
<b>Berechnungszeit</b>	bis ein konstanter Abfluss sich im Modell einstellt	Länge der ermittelten Abflussganglinie + Nachlaufzeit	Länge des Niederschlagsereignisse + Nachlaufzeit	Meist abhängig von der Abflussganglinie
<b>Nachteile</b>	Bildet die tatsächliche Abflusssituation nur unzureichend ab	Wo sollen die Ganglinien dem Modell zugegeben werden, Geringe Genauigkeit bei kleinen EZG	Erhöhte Berechnungszeit, hydrologisches Einzugsgebiet	Erhöhte Berechnungszeit, Belastungswahl schwierig
<b>Vorteile</b>	Spart Berechnungszeit, leicht zu evaluieren	Spart Berechnungszeit,	Hohe Genauigkeit und Realitätsbezug Fließwege außerhalb des Gewässers werden erkannt!	Auch für EZG ohne hydrologische Abgrenzung, Hohe Genauigkeit

# Wann muss welche Fall betrachtet werden?



Fließgewässer Ja/Nein

Aktuelle Modellierung vorhanden?

EZG > 25 km<sup>2</sup>  
Konzentrationszeit > 1h  
Festsetzung Ü-Gebiet



- Was bedeutete aktuelle Modellierung? 2010~2020?
- Was ist mit EZG <25 km<sup>2</sup> mit vorhanden Ü-Gebiet?

# Parameterwahl - Versickerung

---

Grundsätzlich wird vom Leitfaden eine **detaillierte Versickerung** empfohlen:

- „Eine pauschale Annahme eines konstanten Wertes oder die vollständige Vernachlässigung der Abflussbildungskomponente eine **unverhältnismäßige, unrealistische Vereinfachung**.“
- „Die Auswertungen bestätigen auch, dass **Abflussbeiwerte  $> 0,79$**  zwar möglich, diese **aber sehr extremen und unwahrscheinlichen Ereignissen vorbehalten sind**.“
- „Dies gilt für Siedlungsgebiete wie auch für land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebiete gleichermaßen, wobei das Puffer- und Speicherpotential der Böden mit zunehmendem Versiegelungsgrad natürlich stark abnimmt.“



Bodenhydrologische Prozesse sollen **möglichst genau physikalisch** abgebildet werden!

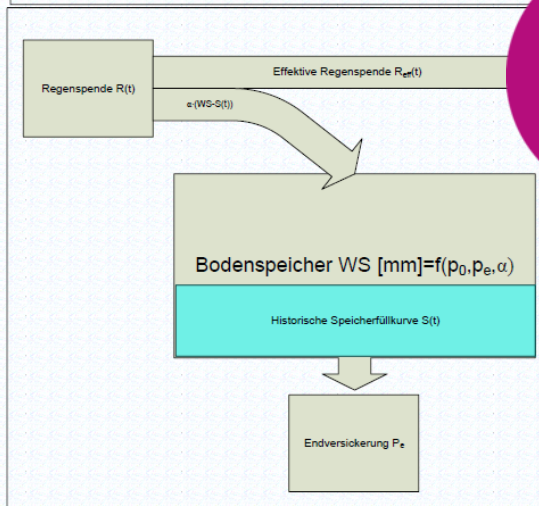


# Parameterwahl - Versickerung

## Wie schaut es in GeCPM aus?

- Infiltrationsrate/Infiltrationsleistung der Böden abgebildet durch den Versickerungsprozess Horton-Ansatz
- Versickerungswerte für durchlässige Flächen
- Keine Versickerung für Straßen und Wohnbauflächen
- Dauerverlust möglich!

Der Versickerungsprozess gemäß Horton



Daten aus Oberflächenabflussberechnungsobjekt: DGM\_GEKO

Bodencharakteristika (Versickerungsmodell)	
Dauerverlust:	0 l/s*ha
Endversickerung:	20 l/s*ha
Anfangsversickerung:	166.67 l/s*ha
Rückgangskonstante:	0.0555
Bodenspeicher:	15.8562 mm

Rauheit  
konstant: 140 mm  
wasserstandsabhängig:

Hydraulische Werte und Parameter  
Abflusswerte:   
 Fläche direkt berechnen  
 Regen auf angrenzende Dreiecke verteilen (Randverteilung)

berechnete Häufigkeit:   
Wasserstand: 0.0204419 m  
Wasserstand über NN: 438.9 m

Individuelle Berechnung	
Regenkurve	Anteil

Zeile einfügen Zeile löschen

Abbrechen OK

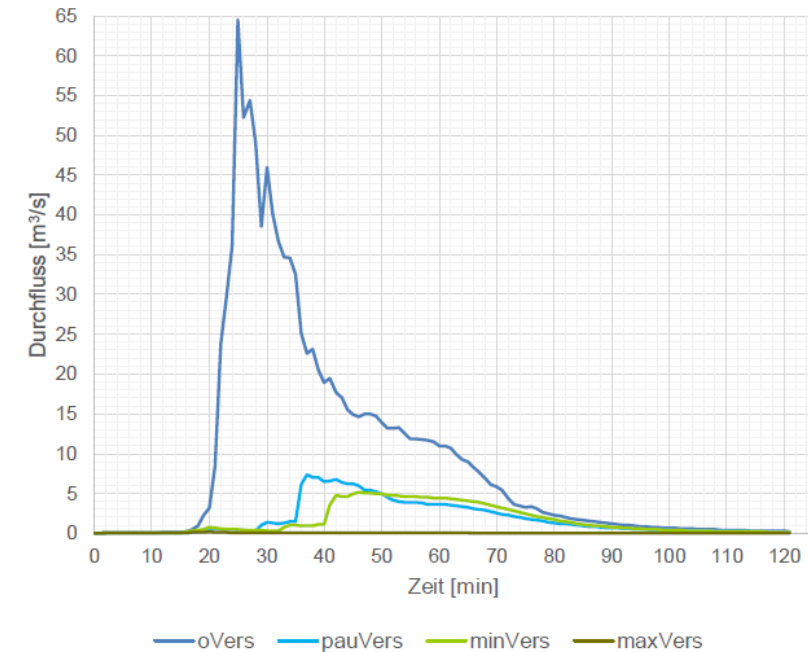
# Versickerungsparameter – Literaturrecherche & Modell

**Masterarbeit: Julia Schiehandl**

**Bestandsanalyse und Gefahrenermittlung bei kommunalen Sturzflut-Risikokonzepten**

Auswirkungen von unterschiedlichen Modellgenauigkeiten und flächenbezogenen Versickerungswerten

Bodenart	Vegetation	$f_0$ in $l/(s \cdot ha)$			$f_e$ in $l/(s \cdot ha)$		
		MIN	MITTEL	MAX	MIN	MITTEL	MAX
sandige / kiesige Böden	dicht	694	706	5.556	40	71	1.389
	wenig	167	300	353	15	27	69
lehm. Sand / sand. Lehm	dicht	694	706	1.389	21	71	333
	wenig	131	167	353	10	32	58
lehmige Böden	dicht	139	424	564	10	35	56
	wenig	50	167	212	5	8	14
Böden mit hohem Tongehalt	dicht	3	142	211	0	7	8
	wenig	0,3	50	71	0	5	5



**Mehr dazu:** demnächst auf dem Wiki und in einem eigenen Webinar

# Parameterauswahl – Rauigkeit

	Rauheit nach Gauckler-Manning-Strickler $k_{st} [m^{1/3}/s]$	
	Dünnsfilm bis 2 cm	ab 10 cm
Ackerland	8 bis 10	15 bis 30
Ackerland, verschlamm	10 bis 15	20 bis 35
Gartenland	3 bis 6	5 bis 15
Wald, Gehölz, Laub- und Nadelholz	3 bis 6	5 bis 20
Grünland	5 bis 10	20 bis 35
Rasen	3 bis 8	20 bis 35
Siedlungsfläche	6 bis 15	10 bis 20
Dachflächen *	50 bis 60	
Fließgewässer, stehendes Gewässer *	15 bis 35	
Fließgewässer, verschlamm *	25 bis 50	
Fließgewässer, stark bewachsen *	5 bis 20	
Gerinne, gemauert, Beton *	50 bis 80	
Landwirtschaftlicher Weg (Kies, Schotter) *	20 bis 40	
Straße, Weg (Asphalt) *	40 bis 60	
Straße, Weg (gepflastert) *	30 bis 50	

Rauigkeiten	Gering	Mittel	Hohe
Fläche besonderer funktionaler Prägung	80	120	140
Fläche gemischter Nutzung	80	120	140
Fließgewässer	60	80	100
Flugverkehr	50	80	120
Friedhof	100	150	200
Gehölz	200	250	300
Industrie- und Gewerbefläche	50	80	120
Wirtschaft	150	200	350
Grünz	40	70	90
Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche	100	150	200
Stehendes Gewässer	110	160	210
Straßenverkehr	5	10	20
Sumpf	150	200	250
Unland/Vegetationslose Fläche	200	250	300
Wald	250	300	400
Weg	60	80	100
Wohnbaufläche	80	100	120
Bahnverkehr	80	130	150

Fließformel nach Darcy Weisbach:  $v = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R_h \cdot I}$

$\lambda$  wird dabei mit der Colebrook-White Gleichung :  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left( \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k_s}{3.71 \cdot 4R_h} \right)$

**Hier gilt: erhöhte wasserstandsabhängige Rauigkeiten für kleinere Wasserstände machen nach der Formel von Darcy keinen Sinn!**

# Leitfaden – Regenereignisse



Die Gefährdungsbetrachtung (hydraulische Berechnung) erfolgt mindestens für die Niederschlagsjährlichkeiten 30, 50, 100 (mittel) und 1000 (selten).

Für den **N1000** sind die PEN-LAWA Daten zu verwenden.



## Szenario 1 - Seltenes Oberflächenabflussereignis:

- Niederschlag N30:  $T_n = 30$  Jahre,  $D = 1$  h

## Szenario 2 - Außergewöhnliches Oberflächenabflussereignis:

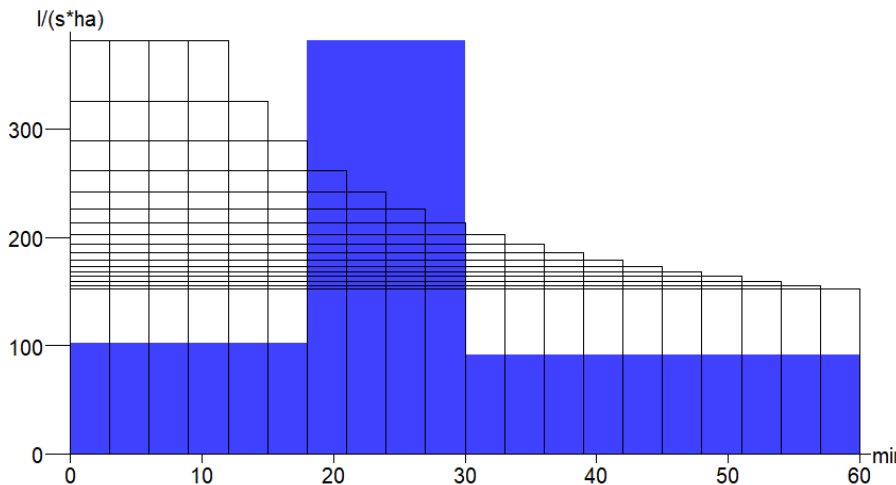
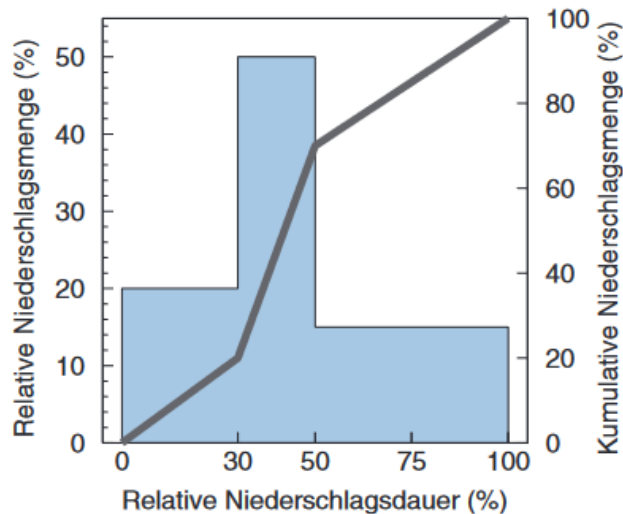
- Niederschlag N100:  $T_n = 100$  Jahre,  $D = 1$  h

## Szenario 3 – Extremes Oberflächenabflussereignis:

- Niederschlagshöhe  $h_N = 100$  mm,  $D = 1$  h

Bei diesem Ereignis handelt es sich um ein extremes Ereignis, das **unabhängig statistischer Wahrscheinlichkeiten**, überall in Bayern auftreten kann.

# Niederschlagsbelastung für die Modelle



Mittenbetont

in den ersten 30 % der Niederschlagsdauer fallen 20 % der Niederschlagssumme, in den nächsten 20 % der Niederschlagsdauer 50 % und im dritten und vierten Viertel der Niederschlagsdauer je 15 % der Niederschlagssumme

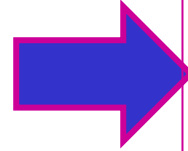


- Warum keinen Euler II Regen ?

# Extremes Ereignis

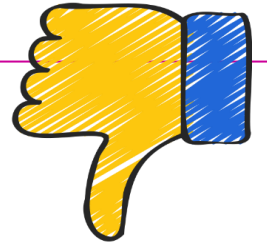
## Einsortierung des extremen Ereignisses

- Niederschlagshöhe  $h_N = 100 \text{ mm}$ ,  $D = 1 \text{ h}$
- Jahresmittelwert Landshut  $790,0 \text{ mm}$
- $100 \text{ mm}$  werden erreicht bei  $12\text{h}$  Dauerstaufe



## Extremen Ereignisses – außerhalb der Statistik

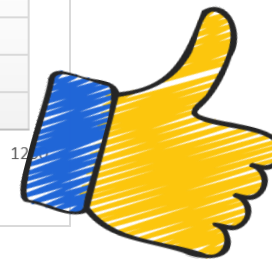
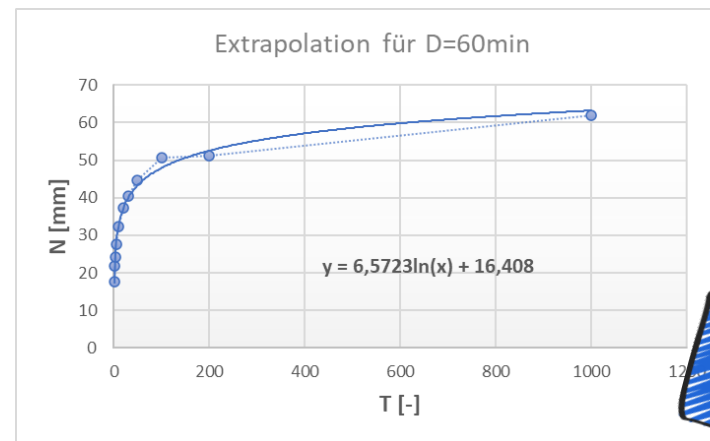
- Extreme Überschwemmungsflächen zu erwarten
- Extreme Abflüsse zu erwarten



## Infoblatt zum Sonderprogramm

Für den **N1000** sind die PEN-LAWA Daten zu verwenden.

T	N[mm]
1	17.6
2	21.7
3.3	24.2
5	27.5
10	32.3
20	37.2
30	40.4
50	44.6
100	50.7
200	51.2
1000	61.8



# Vergleich Extremer Ereignisse

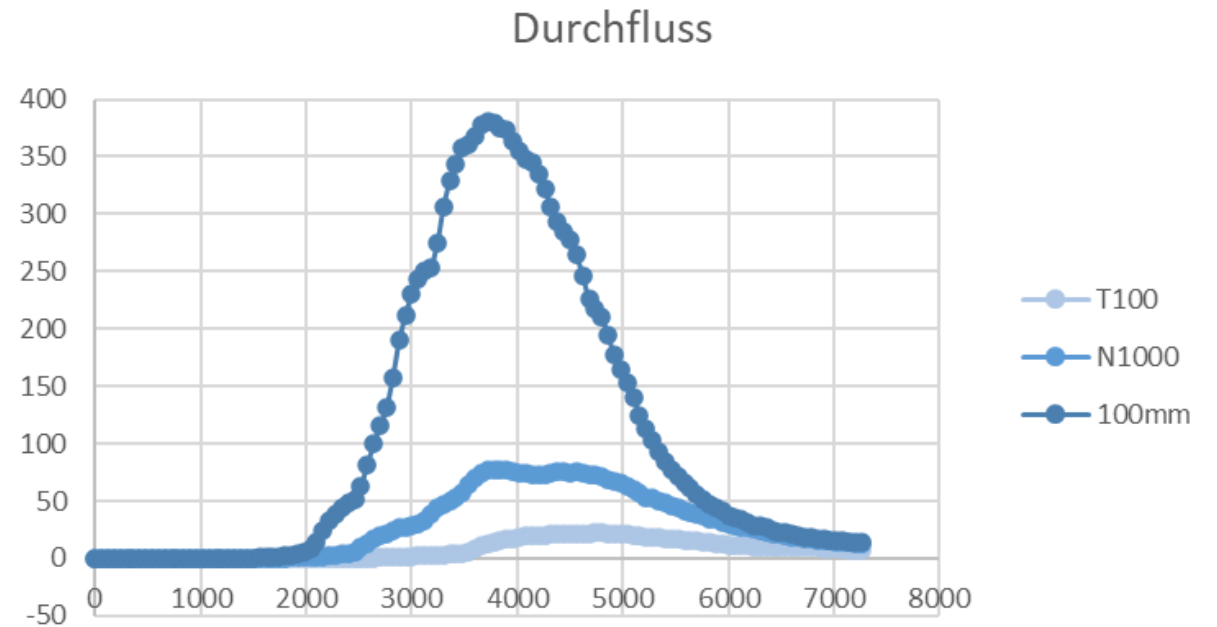
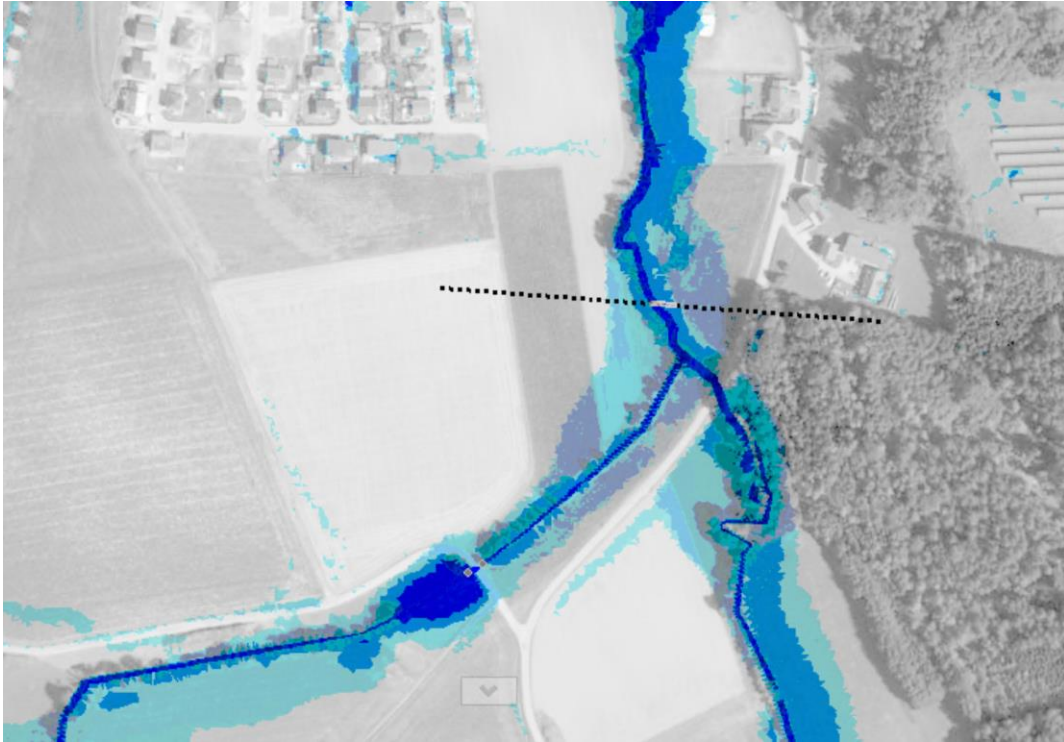
N100 = 60 mm, D=60 min



Extrem = 100 mm, D=60 min

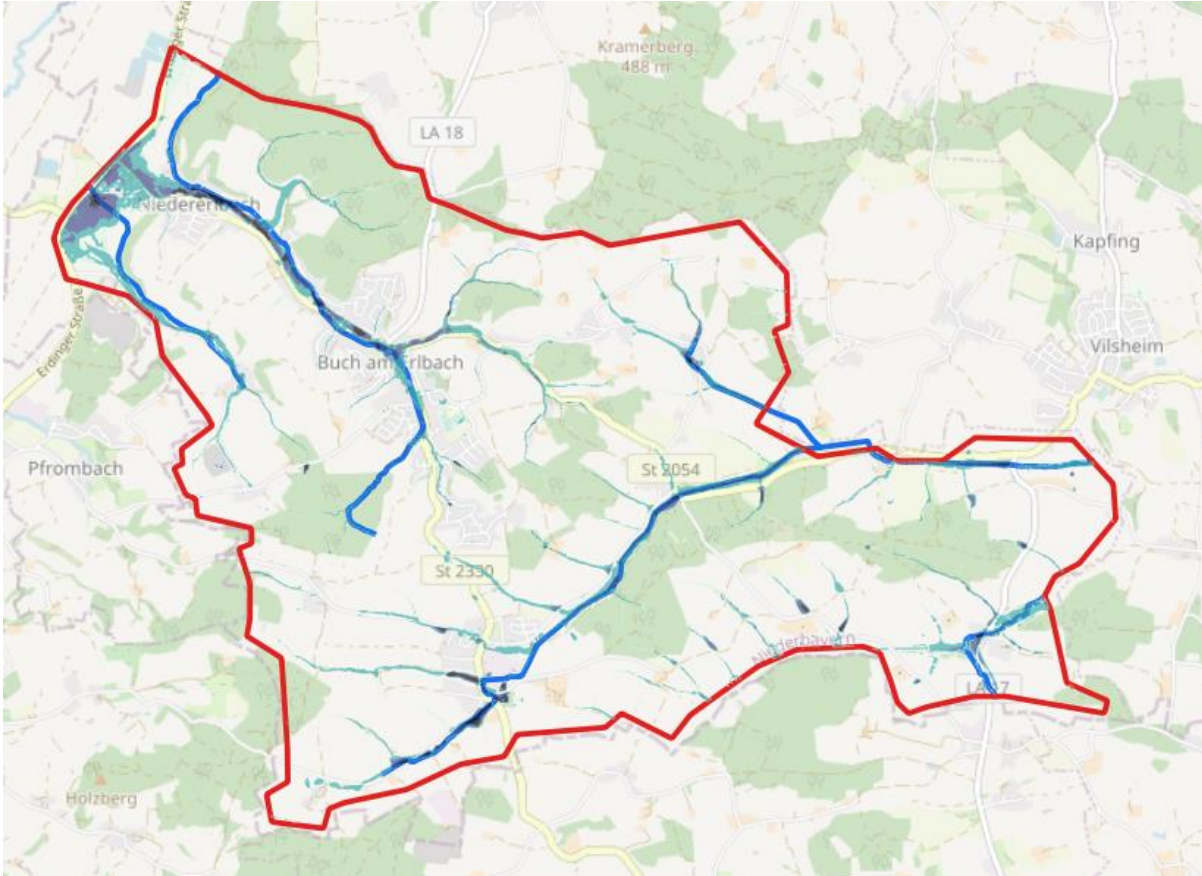


# Vergleich 100mm zu anderen Ereignissen





# Tipp: Fließweg-Analyse leicht gemacht!



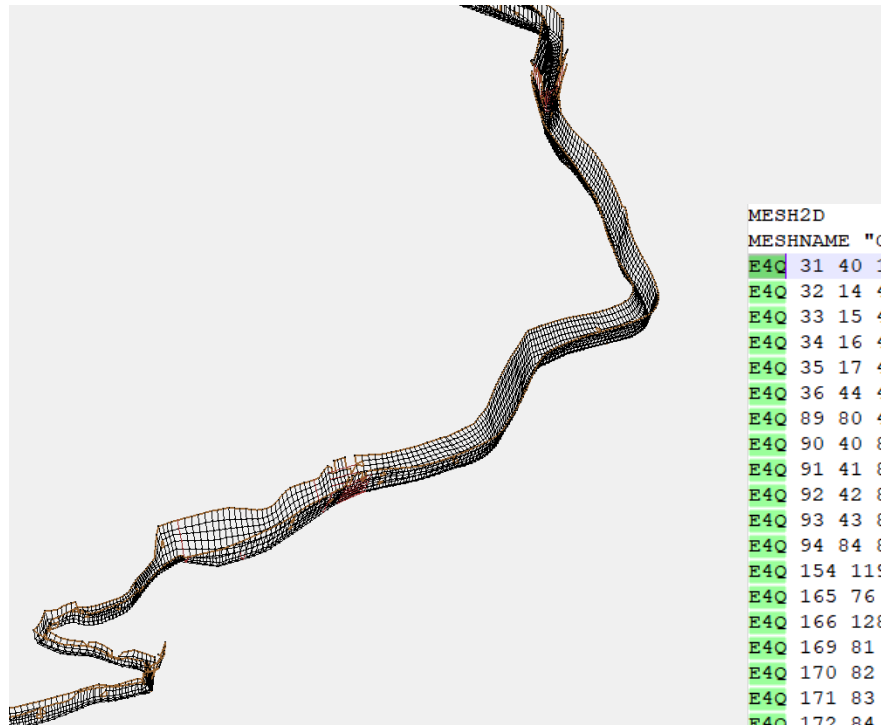
## Schnelle hydrodynamische Fließweg-Analyse

- DGM Daten Ausdünnen auf 3~5 m<sup>2</sup>
- Gemeindegrenze nehmen und als BK importieren
- Einfachen Blockregen über das Modell kippen (15 min mit 500 l/s\*ha) und kurzer Nachlaufzeit

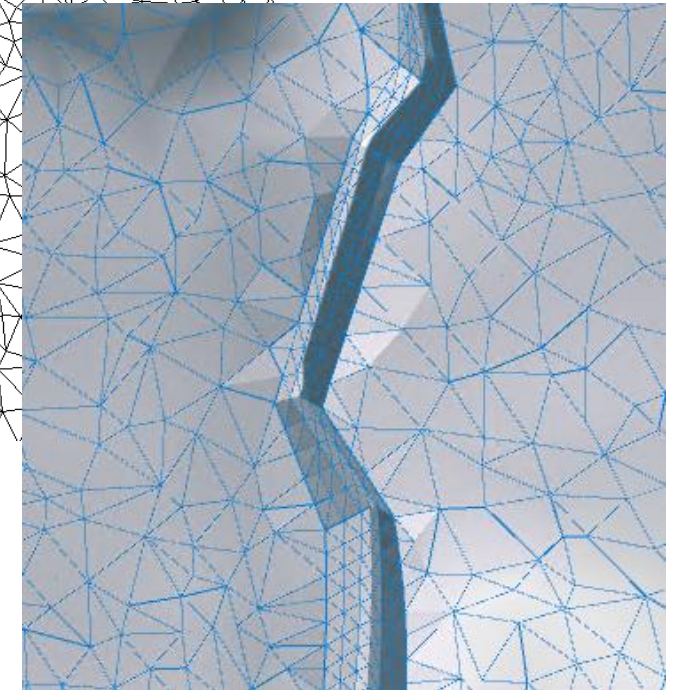
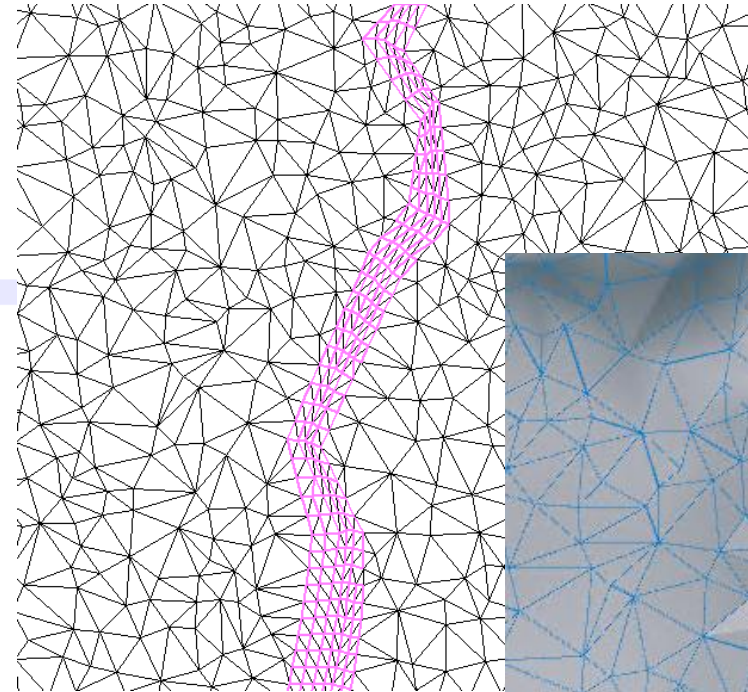
### Vorteile:

- Schnelle Ermittlungen der ersten Brennpunkte
- Gute Vorbereitung auf die Vermessung
- Schneller Überblick über die hydrologischen Verhältnisse

# Tipp: Integration „alter“ Gewässermodelle







```
MESH2D
MESHNAME "Gleißenbach Gewässer"
E4Q 31 40 14 13 39 210
E4Q 32 14 40 41 15 200
E4Q 33 15 41 42 16 200
E4Q 34 16 42 43 17 200
E4Q 35 17 43 44 18 200
E4Q 36 44 45 19 18 210
E4Q 89 80 40 39 79 210
E4Q 90 40 80 81 41 200
E4Q 91 41 81 82 42 200
E4Q 92 42 82 83 43 200
E4Q 93 43 83 84 44 200
E4Q 94 84 85 45 44 210
E4Q 154 119 121 120 72 210
E4Q 165 76 127 129 128 0
E4Q 166 128 80 79 76 0
E4Q 169 81 80 128 130 200
E4Q 170 82 81 130 131 200
E4Q 171 83 82 131 132 200
E4Q 172 84 83 132 133 200
E4Q 173 133 134 85 84 0
E4Q 240 169 171 170 118 210
E4Q 244 173 174 121 119 210
E4Q 245 121 176 175 120 210
E4Q 247 174 177 176 121 210
E4Q 253 182 181 124 180 210
```



Aquaveo bietet für SMS bietet eine Community Edition

# Berechnungsergebnisse

Farbgebung	Wasserstand
	5 bis 10 cm
	10 bis 50 cm
	50 bis 100 cm
	>100 cm



Wie kann ich jetzt sichergehen, das meine Ergebnisse auch stimmen?

# Plausibilisieren

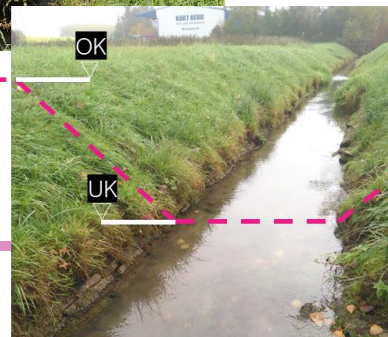
Keinerlei Messung oder Pegel vorhanden?

Bestandsanalyse

Historische Ereignisse

Vermessung

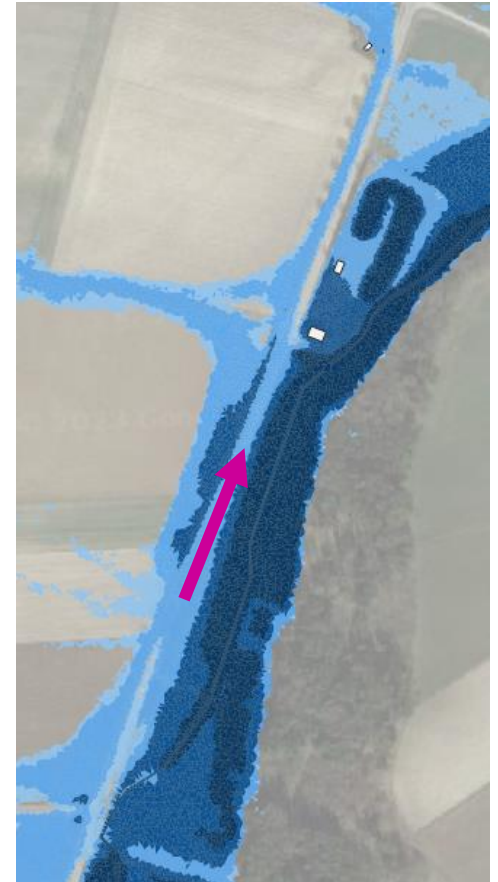
Hydrologische Analysen



# Plausibilisieren



N100



N1000

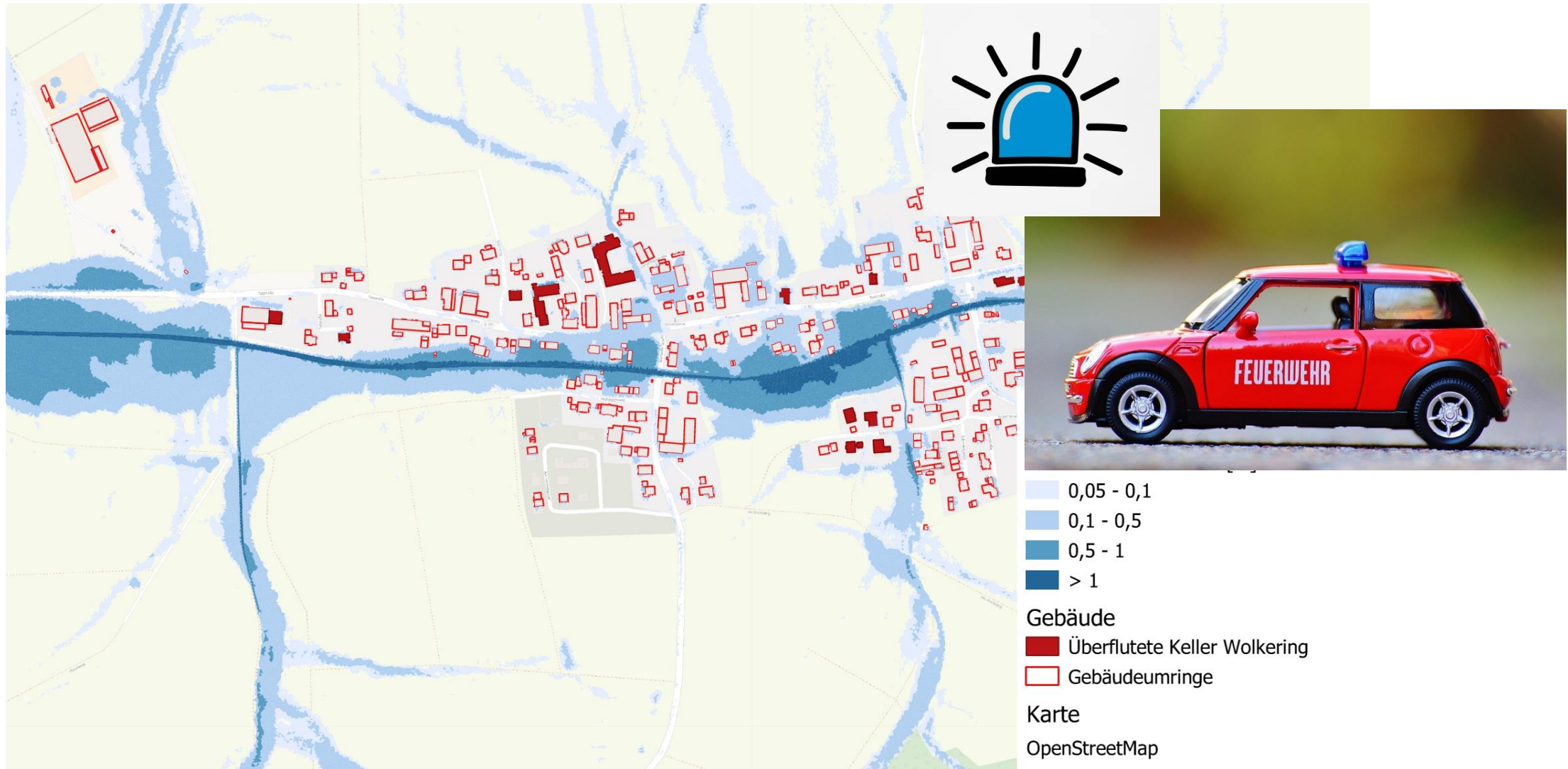
# Plausibilisieren



N100

N1000

# Plausibilisieren - Feuerwehr



# Exkurs: Vergleich zu festgelegten Überschwemmungsgebieten

## In vielen Fällen in Bayern gibt es bereits festgesetzte Überschwemmungsflächen

- Nach § 76 WHG werden Bereiche, in denen ein 100-jährliches Hochwasserereignis (HQ100) zu erwarten ist, amtlich per Verordnung als Überschwemmungsgebiete festgesetzt.

**Neues Modell → Neuer Berechnungsansatz → Neue Überschwemmungsflächen**

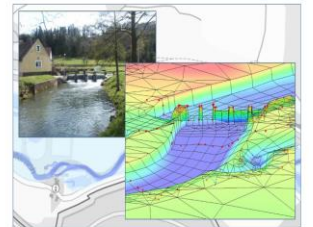
## Was sagt der Leitfaden dazu:

- **Das heißt:** Überschwemmungsflächen werden nach dem „üblichen Verfahren“ gerechnet, hier ist eine Niederschlagsbelastung nicht vorgesehen.
- Für pluviale Überflutungsflächen **existiert keine rechtliche Pflicht** und keine Möglichkeit der Festsetzung als Überschwemmungsgebiet gemäß § 76 Abs. 2 WHG, die mit den Rechtsfolgen des § 78 WHG verbunden wären.



Handbuch hydraulische Modellierung

Vorgehensweisen und Standards für die  
2-D-hydraulische Modellierung  
von Fließgewässern in Bayern



UmweltSpezial



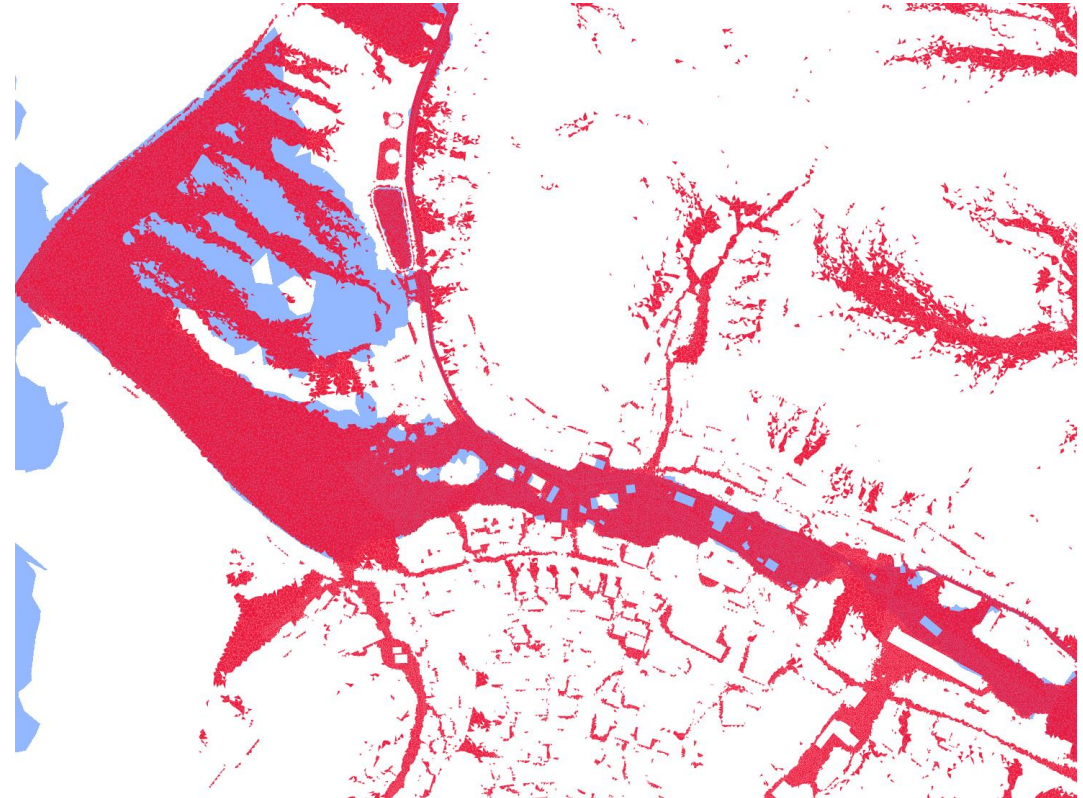
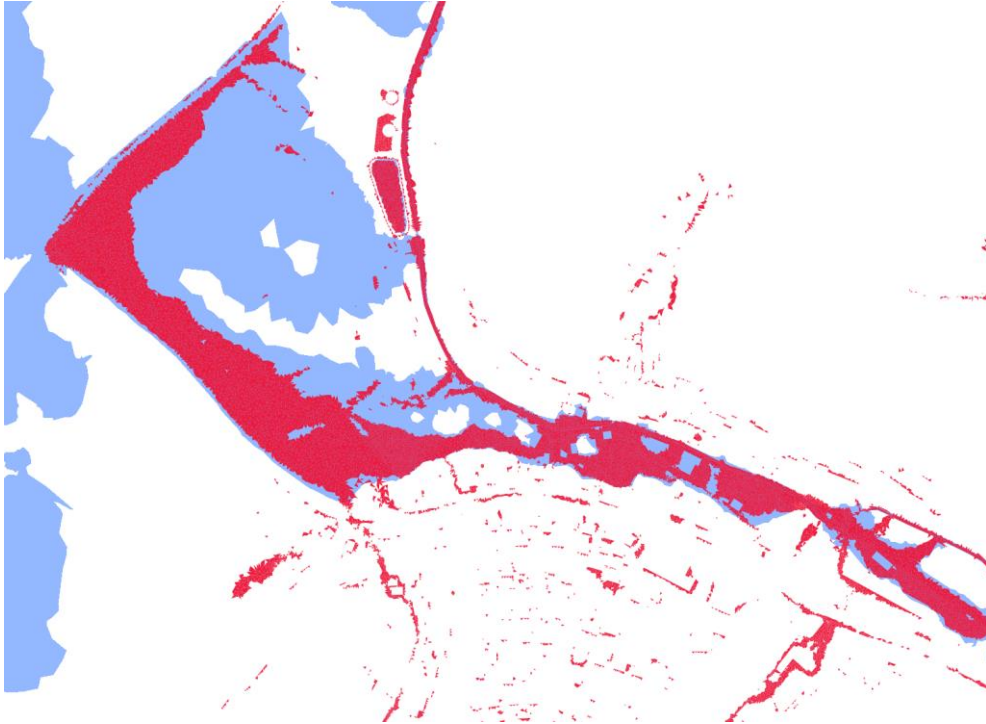
# Vergleich Überschwemmungsflächen zu aktueller Berechnung



# Vergleich Überschwemmungsflächen



Achtung unterschiedliche Wasserstands Darstellung?!



# Vergleich zu festgelegten Überschwemmungsgebieten

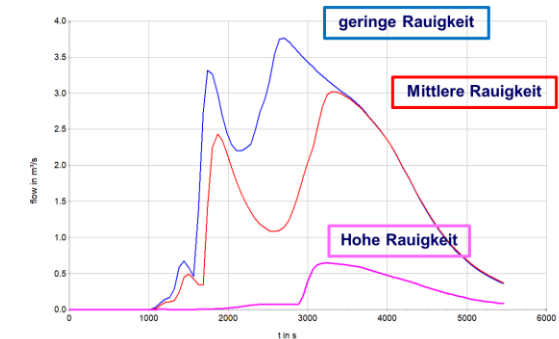
## Flächen



## Möglichkeiten zum Anpassen:

- Rauigkeiten
- Versickerungen/Verlustparameter

## Durchflüsse



Grundlage der vorherigen Berechnung sind Abflussganglinien aus häufig vereinfachten hydrologischen Verfahren – in älteren Projekten sogar mit stationären Ansätzen gerechnet!

- Verfahren nach Lutz (1984)
- SCS-Verfahren (Soil Conservation Service 1985)

# Vergleich zu festgelegten Überschwemmungsgebieten



- Kann ich die unterschiedlichen Berechnungsansätze vergleichen?
- Ist das gesamtheitlich aufgestellte Modell nicht das bessere?
- Ist der Vergleich zu „alten“ hydrologischen Modellen sinnvoll?

Neues Modell → Neuer Berechnungsansatz → Neue Überschwemmungsflächen

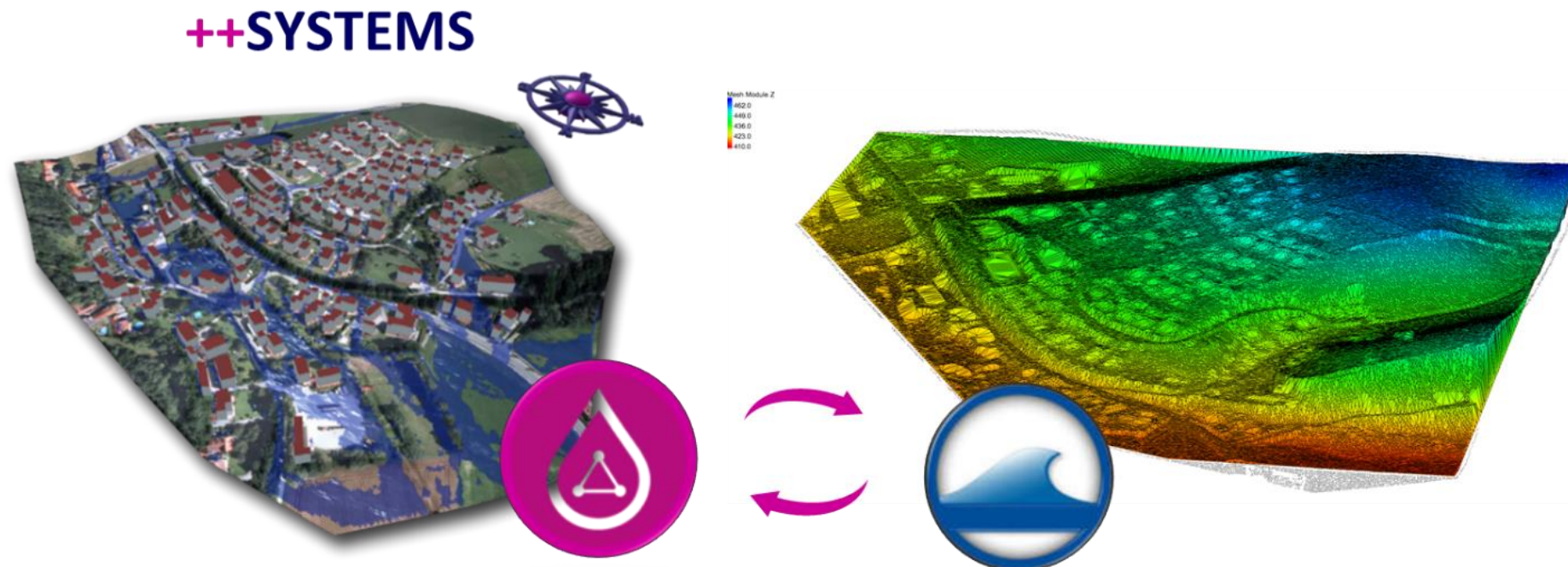
- Neues Modell mit **aktuellen Daten**
- Meist **hohe Punktdichte** gegenüber vergangenen Modellen
- Versuch der Modellierung **hydrologischen Einzugsgebiete**
- Diffuse Zuflüsse werden aus Hangeinzugsgebieten lokal richtig berücksichtigt  
→ Vergleich instationäre Berechnung mit Abflussganglinien

Stand der Technik: **Beste Modell** zum jetzigen Zeitpunkt!

# Export-Format: .2dm

## Ziel der erweiterten Schnittstellen:

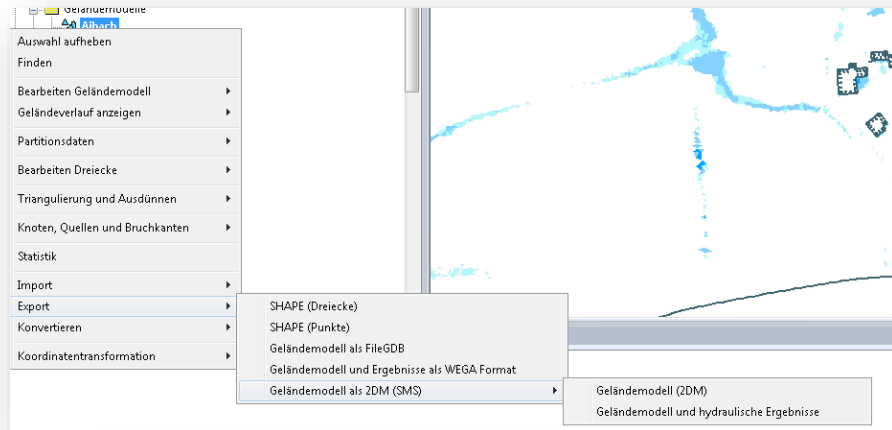
- Übernahme von Bestandsdaten von historischen Projekten
- Offenheit gegenüber den Auftraggebern und Dienstleistern
- Vermeiden von grundlegendem Neuaufbau, wenn möglich



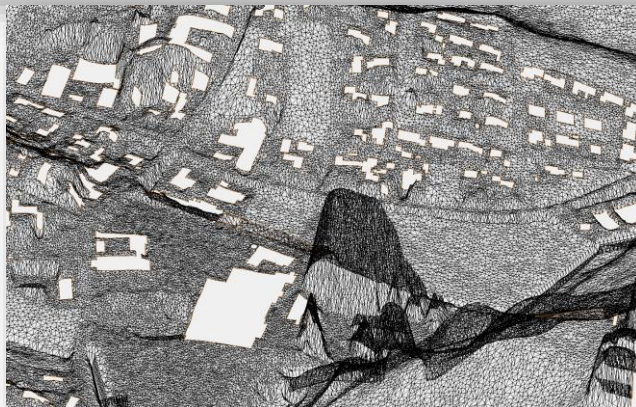
# Hydro\_As2d - Ergebnisausgabe

## Ziel der Ergebnisausgabe im Hydro\_As2d:

- Übernahme der Daten in die offizielle Geodatenbank des LFU in Bayern
- schneller Abgleich der Ergebnisse für Behörden im SMS-lesbaren Format



depth.dat  
veloc.dat  
wspl.dat  
wspl\_max.dat



## Besonderheit:

Häuserbruchkanten werden erkannt und für diese Bereiche werden keine Daten ausgegeben

Gebäude-Bruchkantenmenge

Aibach-Gebäude

GeoCPM bietet alle Werkzeuge die für den Leitfaden  
gebraucht werden!



tandler.com



## V15 SP1 Release: Fehlerbehebung

- Pfadverknüpfung auf Dateien für KOSTRA2020 korrigiert.
- Doppelte Markierungen/Zählungen über die Auflistungsfunktionen werden im Meldungsfenster nur einfach dargestellt.
- Zuvor ausgegraute Sortiermöglichkeiten unter Knoten im Projektbaum sind wieder aktiv
- Anpassungen bei Funktionen und Ansichten bei Darstellungen, Konfigurationen und Plandruck
- Anpassungen im Punktfang von Bruchkanten (GeoCPM)
- Anpassungen bei der Ergebnisdarstellung (GeoCPM)
- Fehler behoben bei der Ungleichmäßigen Berechnung mit den OBOs (GeoCPM)
- Rückhaltewerte/Wirkungsgrade und Gewerbliche Einleiter werden beim Kopieren eine Schmutzfrachtvariante übernommen (FLOW)
- Anpassungen bei ausgelagerten Einzelregenergebnissen (FLOW)
- Kläranlagenauslauf kann auch im Realen System berücksichtigt werden (FLOW)

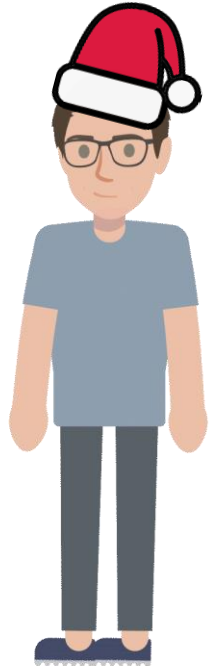
**Bleibt V15.00.00: nur Fehlerbehebung !**



„Danke für Ihre Aufmerksamkeit...“

---

**Alles hat ein Ende, auch das heutige Webinar!**  
**Das wars für dieses Jahr 2023 mit unseren Webinaren!**



**Neue Themenreihe im Jahr 2024**

**Schöne Adventszeit wünscht das ganze tandler.com Team!**



Quellen verwendete Bilder:

- Adobe Stock  
(<https://stock.adobe.com>)
- tandler.com