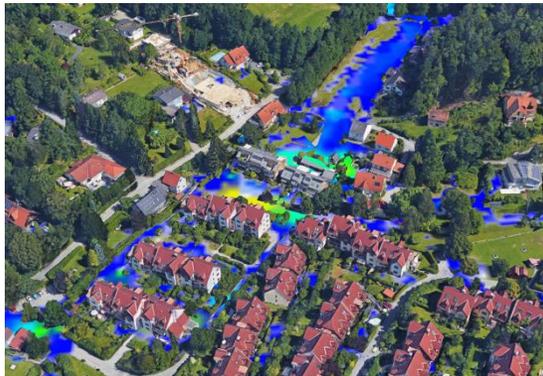
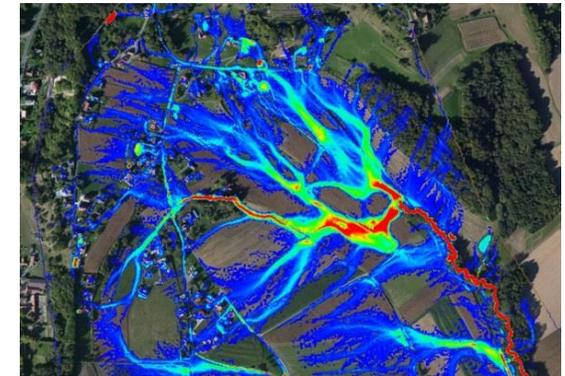


# AQUA URBANICA 2017

Urbanes Niederschlagswassermanagement  
im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen



## 2d-hydraulische Modellierung von Hangwassereinzugsgebieten im stadtnahen Bereich



**Valentin Gamerith, Bernhard Sackl, Thomas Scaria**  
Hydroconsult GmbH

# Einleitung

- Gefährdung und Schäden durch Starkregen in urbanen und stadtnahen Gebieten
- Neben Gefährdung durch Fließgewässer: Häufung lokaler Überflutungsereignisse durch Sturzfluten bzw. Hangwässer
  - Siedlungsdruck, zunehmende Verbauung und Versiegelung
  - Unzureichend ausgelegte Maßnahmen (Objektentwässerung, zentrale Entwässerungssysteme und Maßnahmen)
- In ländlicher geprägten Gebieten im stadtnahen Bereich akuter Handlungsbedarf für Maßnahmen und Bewusstseinsbildung

# Herausforderung und Zielsetzung

- Flächenhafte Ausweisung der potentiellen Gefährdung in Hangbereichen
  - Möglichst detailgenaue Darstellung der Abflussverhältnisse
- Planungsgrundlage für Maßnahmen
  - Berücksichtigung auf Auswirkungen von Maßnahmen auf Dritte
- Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung

# Lösungsansatz

- 2d-hydraulische Modellierung von gesamten Einzugsgebieten
  - Basis: 3d-Geländemodell
  - Zugabe von Niederschlagsdaten in jedem Netzknoten
- Abflussbildung über vorgeschaltetes Niederschlags-Abfluss Modul
- Test an zwei Fallbeispielen
  - Plausibilisierung und lokale Sensitivitätsanalyse

# Methodik – 3d-Geländemodell

- Basis: Airborn Laserscan Daten (1-Meter Raster), i.d.R. zus. terrestrische Vermessung und Begehungen
- Definition von Bruchkanten, Objekte auf Basis Katastermappe und Luftbildern (undurchströmbare)
- Netzerstellung halb-automatisch über Programm Laser-AS (Hydrotec)
- Manueller Einbau von Durchlässen, Brücken, Kleinstrukturen etc.

# Methodik – 2d-Hydraulik

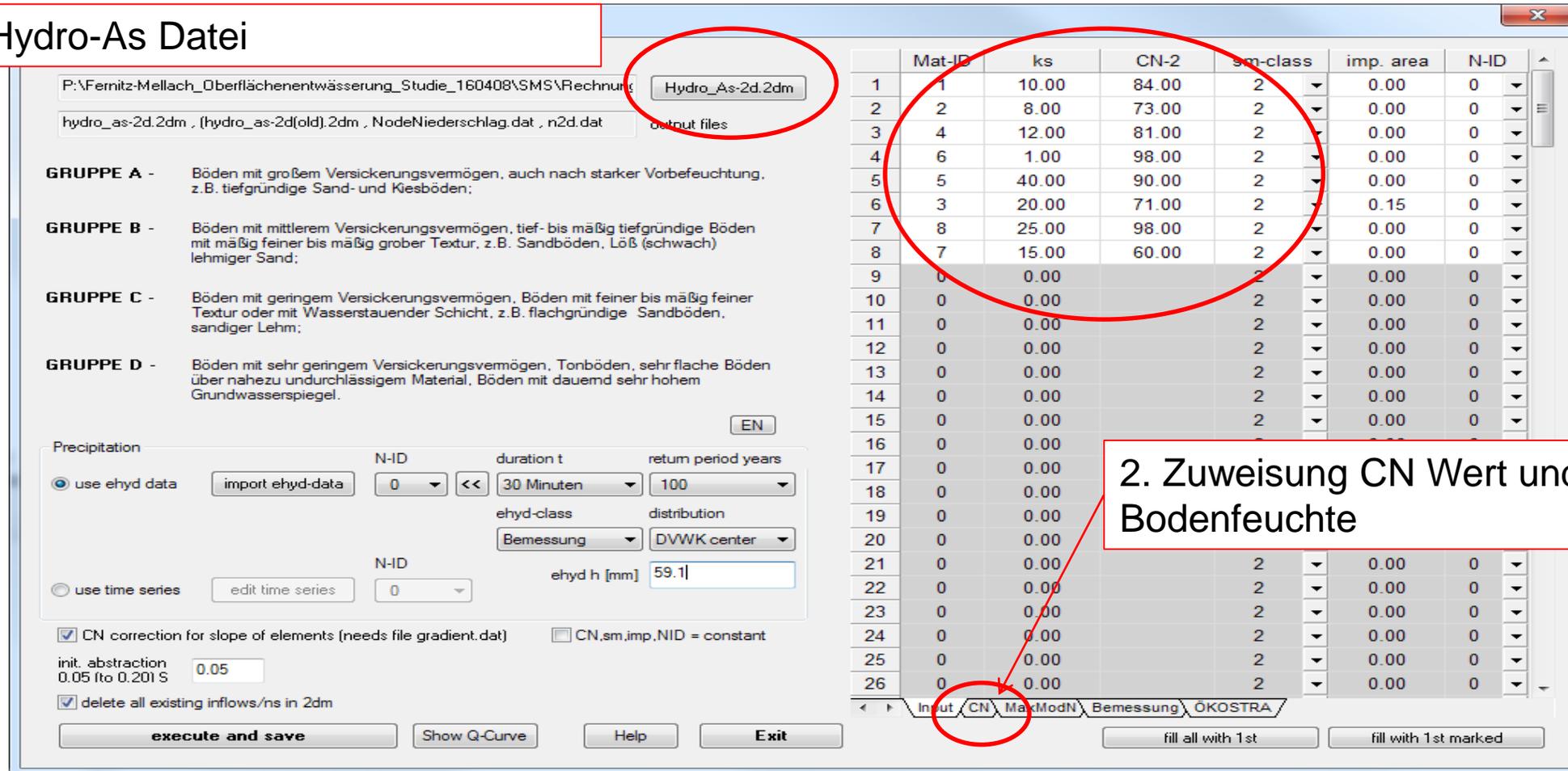
- Software: **Hydro-As 2d** Version 4.2 (Hydrotec):
  - Lösung der 2d-tiefengemittelte Strömungsgleichungen
  - Berechnung spezieller Bauwerke: 1d-Elemente mit empirischen Formeln
  - Beliebige Netzgeometrie möglich (3- und 4-Ecks-Netz)
- Zugabe von Niederschlägen in Netzknoten möglich
  - Niederschlag kann verteilt über Netz zugegeben werden
  - 20 verschiedene Ganglinienformen
  - Abflüsse werden in jedem Element berechnet
  - Zusätzliche Zugabe von einzelnen Zuflüssen möglich

# Methodik – Hydrologie / N2D

- Abflussbildung: vorgeschaltetes **NA-Modell N2D** (Hydroconsult)
- SCS-Curve Number Methode
  - Beliebige CN-Klassen gekoppelt an Material-IDs des 2d-Modells
- Eingabe beliebiger Niederschläge
  - Kopplung mit eHyd und KOSTRA (Deutschland)
- Übertrag in Hydro-As 2d Modell
  - Bildung von 20 Klassen aus CN Werten
  - Berechnung effektiver Niederschlag
  - Zuweisung zu Modellknoten

# Methodik – Hydrologie / N2D – Workflow II

## 1. Auswahl Hydro-As Datei

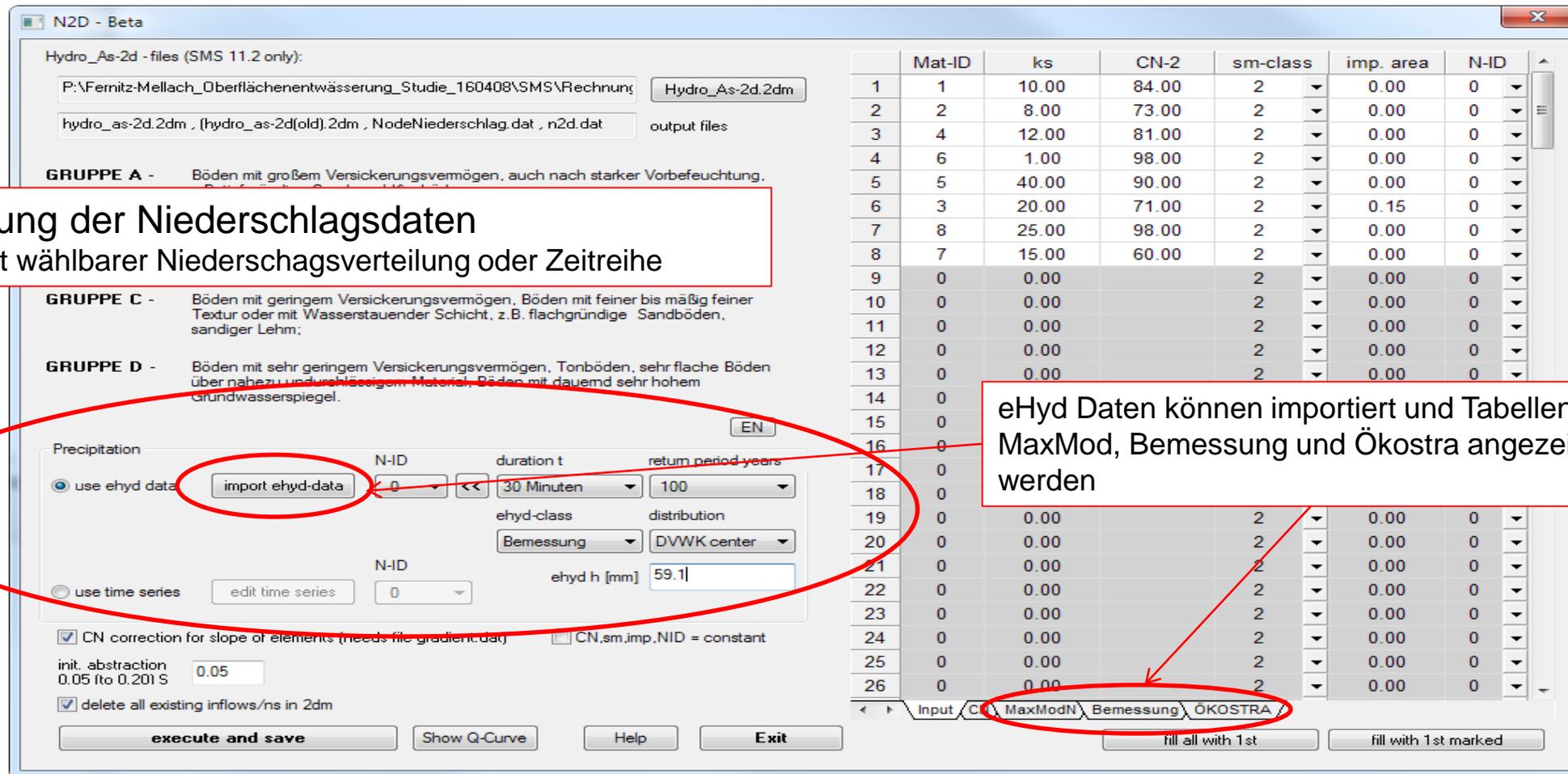


The screenshot shows the N2D software interface. On the left, there are four soil groups (GRUPPE A, B, C, D) with their respective descriptions. Below that are precipitation settings, including 'use ehyd data' and 'use time series' options, and checkboxes for 'CN correction for slope of elements' and 'delete all existing inflows/ns in 2dm'. The main part of the interface is a table with columns: Mat-ID, ks, CN-2, sm-class, imp. area, and N-ID. A red circle highlights the 'Hydro\_As-2d.2dm' file in the file list above the table. Another red circle highlights the 'CN-2' column in the table, with an arrow pointing to a callout box.

Mat-ID	ks	CN-2	sm-class	imp. area	N-ID
1	10.00	84.00	2	0.00	0
2	8.00	73.00	2	0.00	0
3	12.00	81.00	2	0.00	0
4	1.00	98.00	2	0.00	0
5	40.00	90.00	2	0.00	0
6	20.00	71.00	2	0.15	0
7	25.00	98.00	2	0.00	0
8	15.00	60.00	2	0.00	0
9	0.00		2	0.00	0
10	0.00		2	0.00	0
11	0.00		2	0.00	0
12	0.00		2	0.00	0
13	0.00		2	0.00	0
14	0.00		2	0.00	0
15	0.00		2	0.00	0
16	0.00		2	0.00	0
17	0.00		2	0.00	0
18	0.00		2	0.00	0
19	0.00		2	0.00	0
20	0.00		2	0.00	0
21	0.00		2	0.00	0
22	0.00		2	0.00	0
23	0.00		2	0.00	0
24	0.00		2	0.00	0
25	0.00		2	0.00	0
26	0.00		2	0.00	0

2. Zuweisung CN Wert und Bodenfeuchte

# Methodik – Hydrologie / N2D – Workflow II



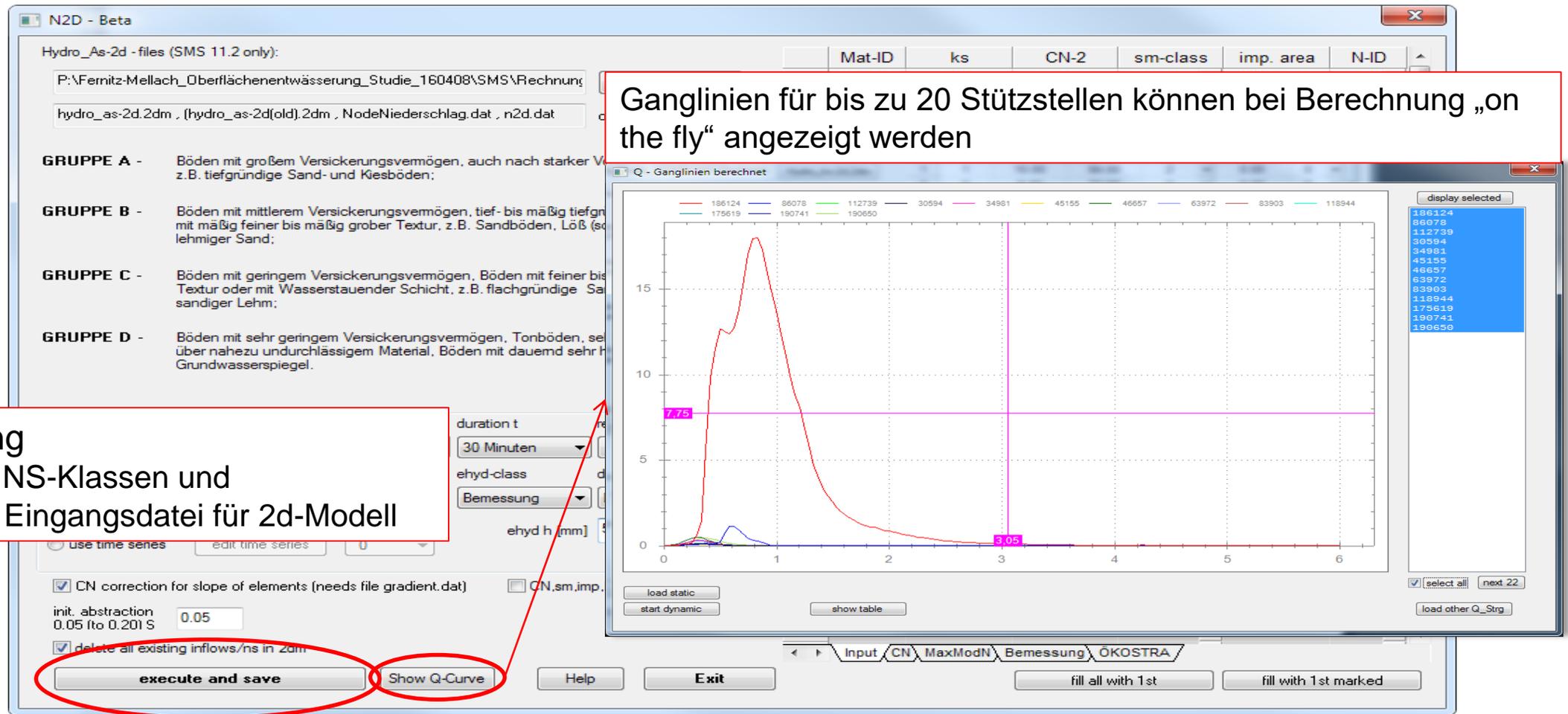
The screenshot shows the 'N2D - Beta' software interface. On the left, there are configuration options for precipitation data. A red circle highlights the 'use ehyd data' section, which includes an 'import ehyd-data' button and a dropdown menu set to '0'. Below this, there are options for 'use time series' and 'edit time series'. At the bottom of the configuration area, there are checkboxes for 'CN correction for slope of elements' and 'CN,sm,imp,NID = constant', along with an 'init. abstraction' field set to '0.05' and a 'delete all existing inflows/ns in 2dm' checkbox. The right side of the interface displays a table with columns: Mat-ID, ks, CN-2, sm-class, imp. area, and N-ID. The table contains 26 rows of data. A red circle highlights the 'N-ID' column, and a red arrow points from a text box to this column. At the bottom of the table, there are buttons for 'fill all with 1st' and 'fill with 1st marked'.

	Mat-ID	ks	CN-2	sm-class	imp. area	N-ID
1	1	10.00	84.00	2	0.00	0
2	2	8.00	73.00	2	0.00	0
3	4	12.00	81.00	2	0.00	0
4	6	1.00	98.00	2	0.00	0
5	5	40.00	90.00	2	0.00	0
6	3	20.00	71.00	2	0.15	0
7	8	25.00	98.00	2	0.00	0
8	7	15.00	60.00	2	0.00	0
9	0	0.00		2	0.00	0
10	0	0.00		2	0.00	0
11	0	0.00		2	0.00	0
12	0	0.00		2	0.00	0
13	0	0.00		2	0.00	0
14	0					
15	0					
16	0					
17	0					
18	0					
19	0	0.00		2	0.00	0
20	0	0.00		2	0.00	0
21	0	0.00		2	0.00	0
22	0	0.00		2	0.00	0
23	0	0.00		2	0.00	0
24	0	0.00		2	0.00	0
25	0	0.00		2	0.00	0
26	0	0.00		2	0.00	0

3. Zuweisung der Niederschlagsdaten  
z.B. eHyd mit wählbarer Niederschlagsverteilung oder Zeitreihe

eHyd Daten können importiert und Tabellen für MaxMod, Bemessung und Ökostra angezeigt werden

# Methodik – Hydrologie / N2D – Workflow III



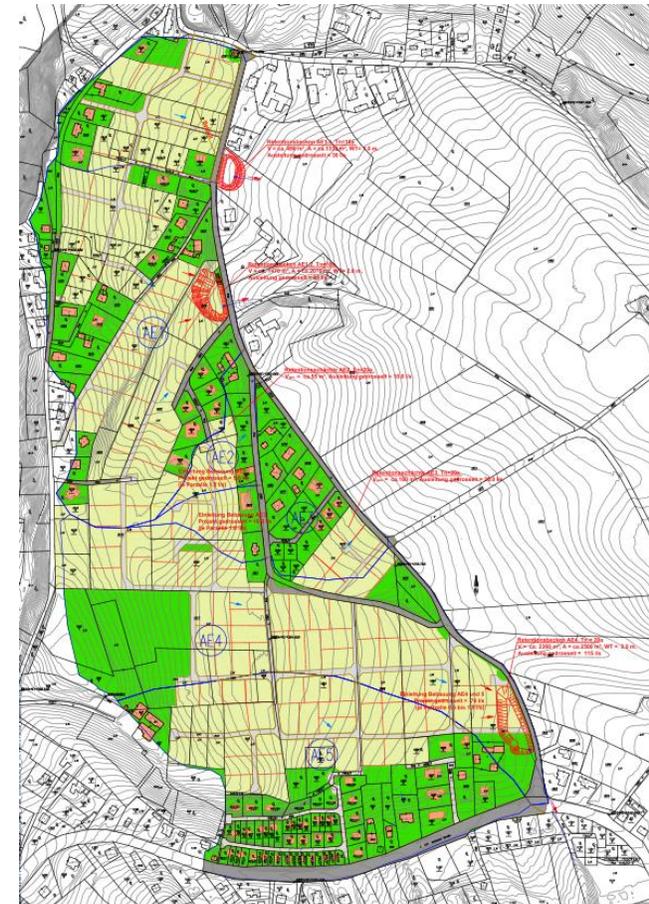
The screenshot shows the N2D - Beta software interface. On the left, there are settings for soil groups (GRUPPE A, B, C, D) and model parameters like duration t (30 Minuten) and ehyd-class (Bemessung). The 'execute and save' button is circled in red. A red box highlights the 'Show Q-Curve' button. On the right, a graph titled 'Q - Ganglinien berechnet' displays a discharge curve with a peak at 7.75 and a value of 3.05 at time 3. A list of station IDs is shown on the right side of the graph.

**4. Ausführung**  
Berechnet 20 NS-Klassen und schreibt neue Eingangsdatei für 2d-Modell

Ganglinien für bis zu 20 Stützstellen können bei Berechnung „on the fly“ angezeigt werden

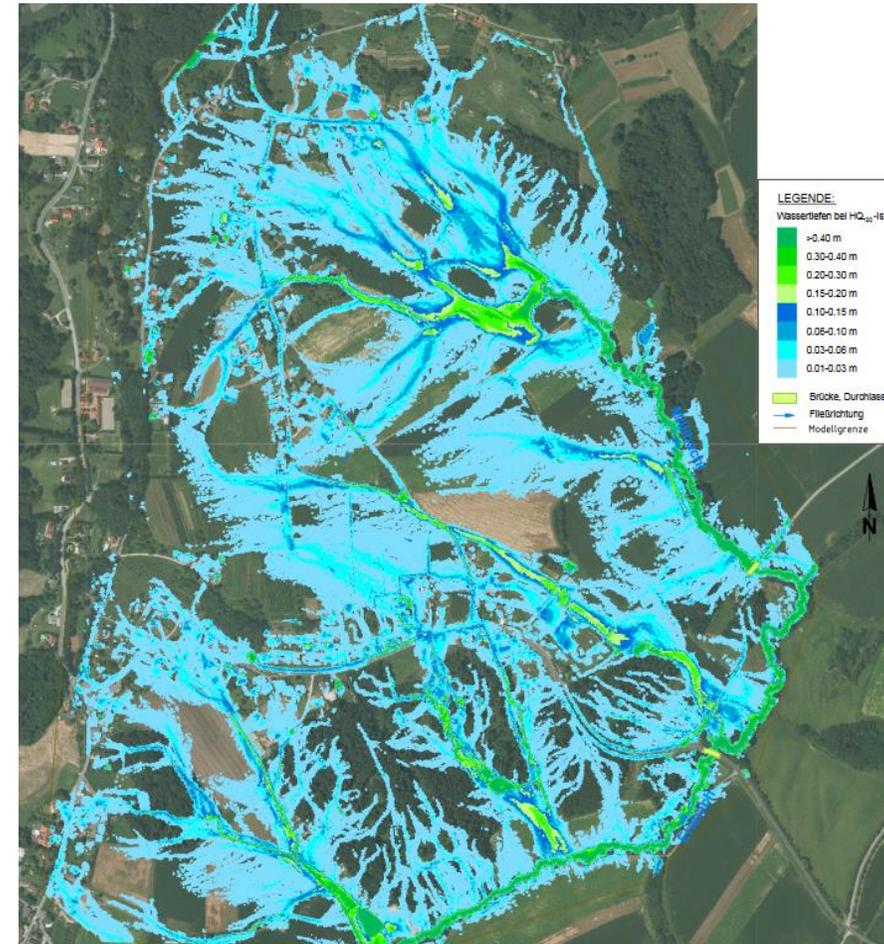
# Fallbeispiel A – ländliches Einzugsgebiet

- Geplante großflächige Neuerschließung, 35 ha
- Gefährdung von Objekten und massive Erosionen
- Ableitung über Straßengräben und alte Drainagen
- Zuweisung Rauheiten und CN-Werte aus Literatur
- eHyd Starkregendaten



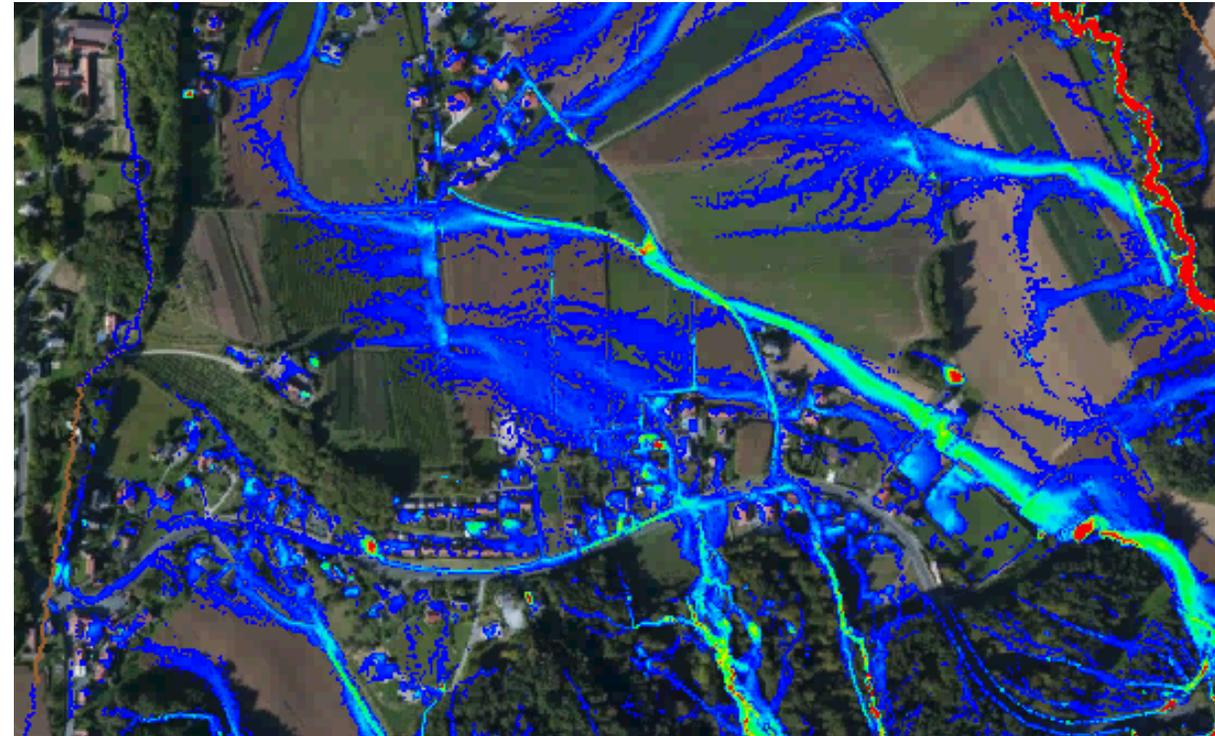
# Ergebnisse – Fallbeispiel A

- [Video](#)
- Abflüsse analog zu Beobachtungen
- Maßgebliche Fließwege über geplantes Bauland
- Grundlage zur Maßnahmenplanung (3 Retentionsbecken)
- Plakative Ergebnisse für Stakeholder



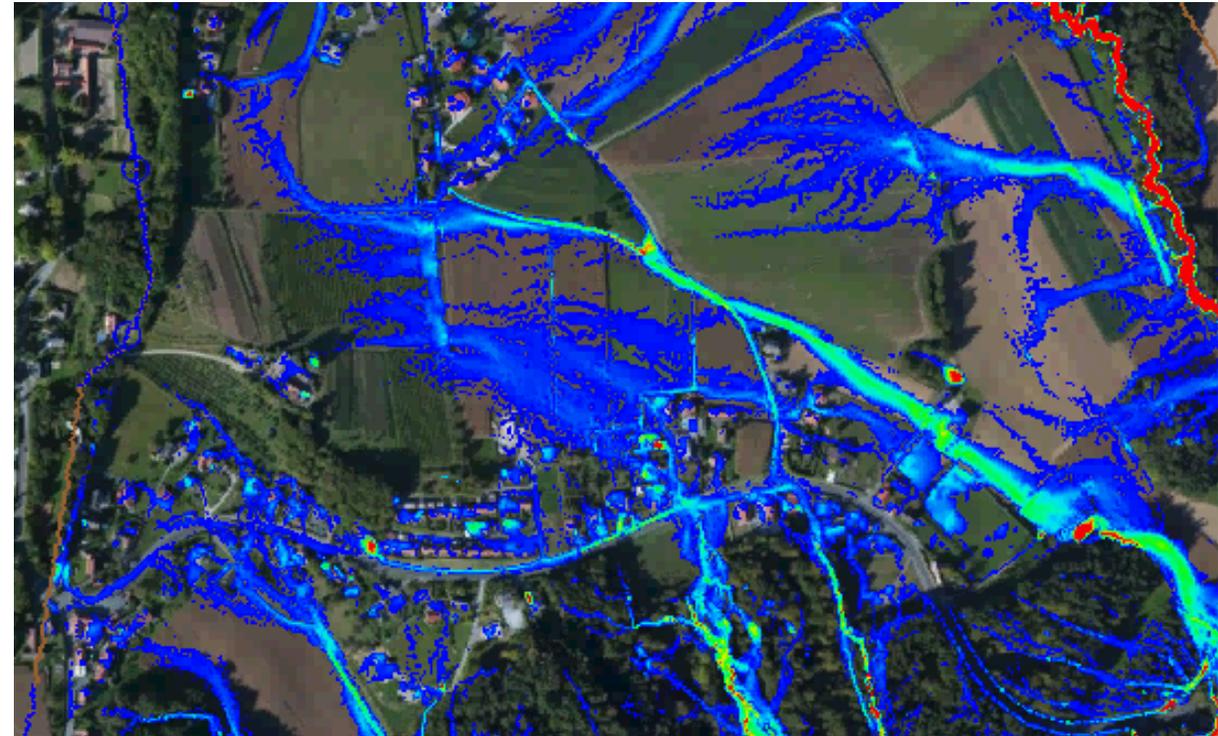
# Ergebnisse – Fallbeispiel A

- Maßgeblicher Fließweg in vorhandener Ausweisung der Fließpfade (GIS-basiert) nicht ersichtlich



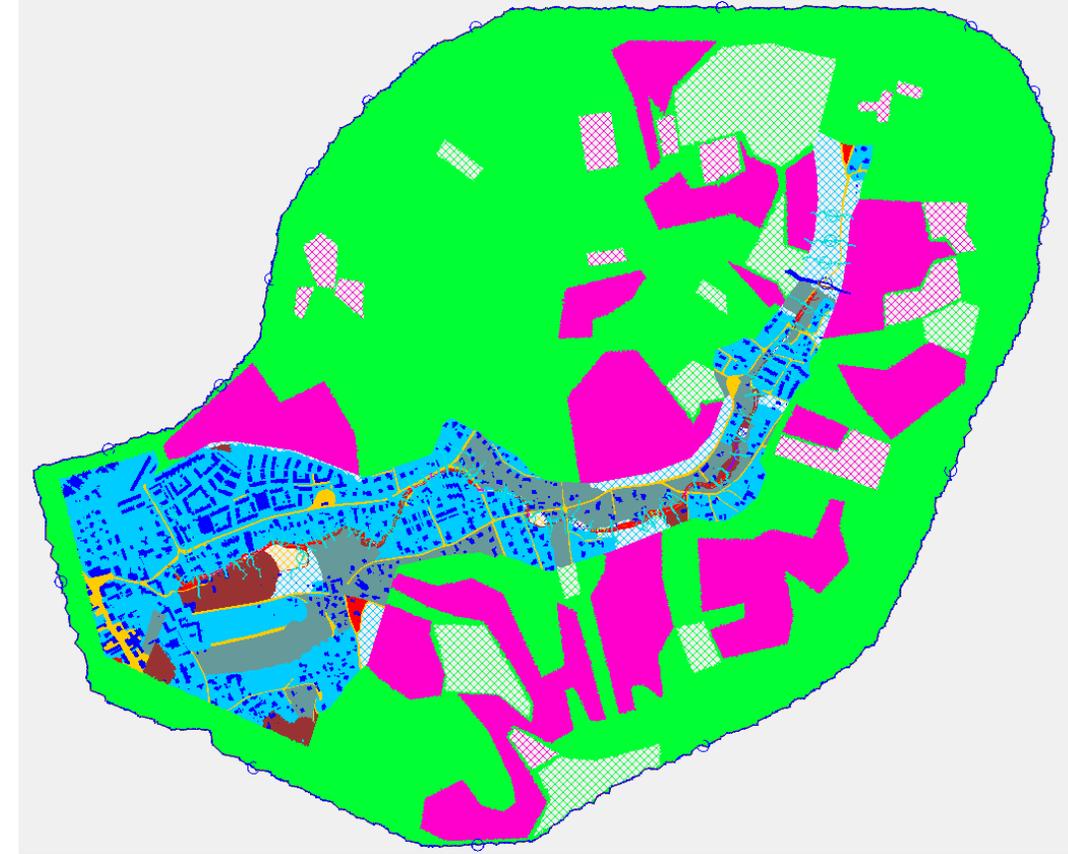
# Ergebnisse – Fallbeispiel A

- Übertritt Straßengraben in benachbarte Tiefenlinien



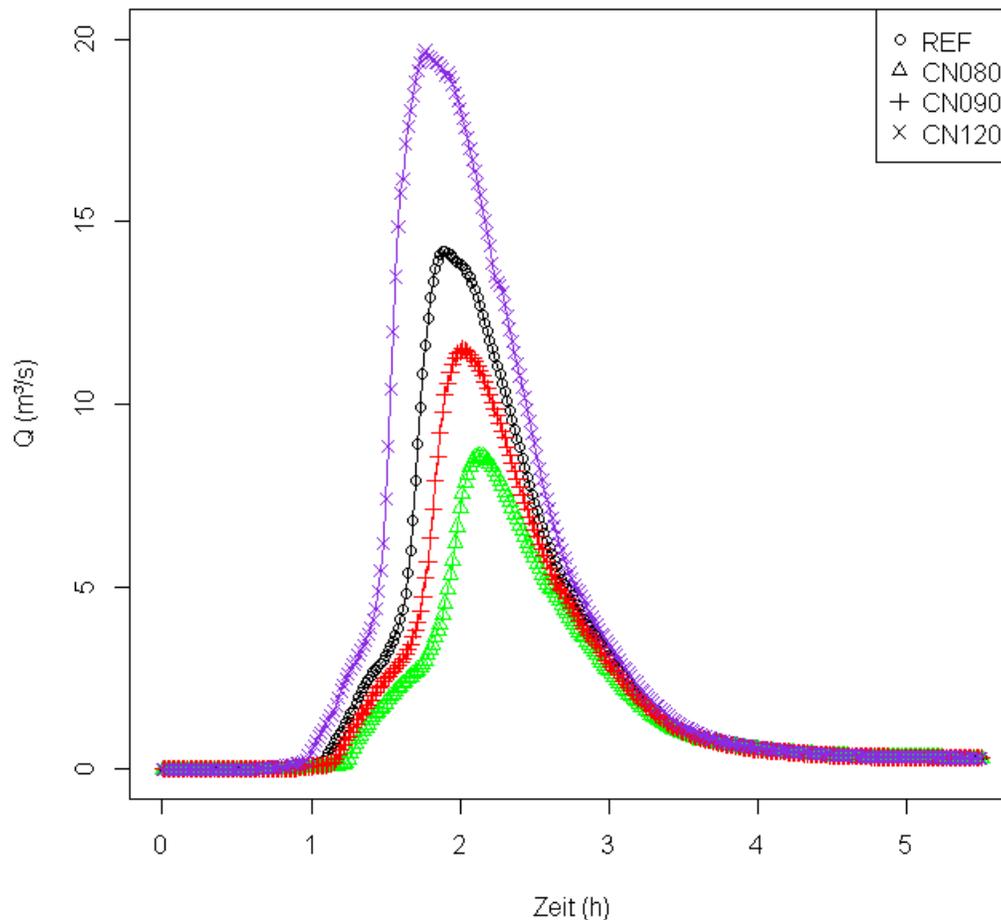
# Fallbeispiel B – urban geprägtes Einzugsgebiet

- 3.2 km<sup>2</sup>, urbane Struktur im Unterlauf
- Geplantes Rückhaltebecken in Oberlauf, bestehendes 2d-Modell des Talraumes, HEC 1 NA-Modell
- Zuweisung Rauheiten und CN-Werte aus Literatur, eHyd Starkregendaten
- lokale Sensitivitätsanalyse und Plausibilisierung



# Ergebnisse – Sensitivitätsanalyse I

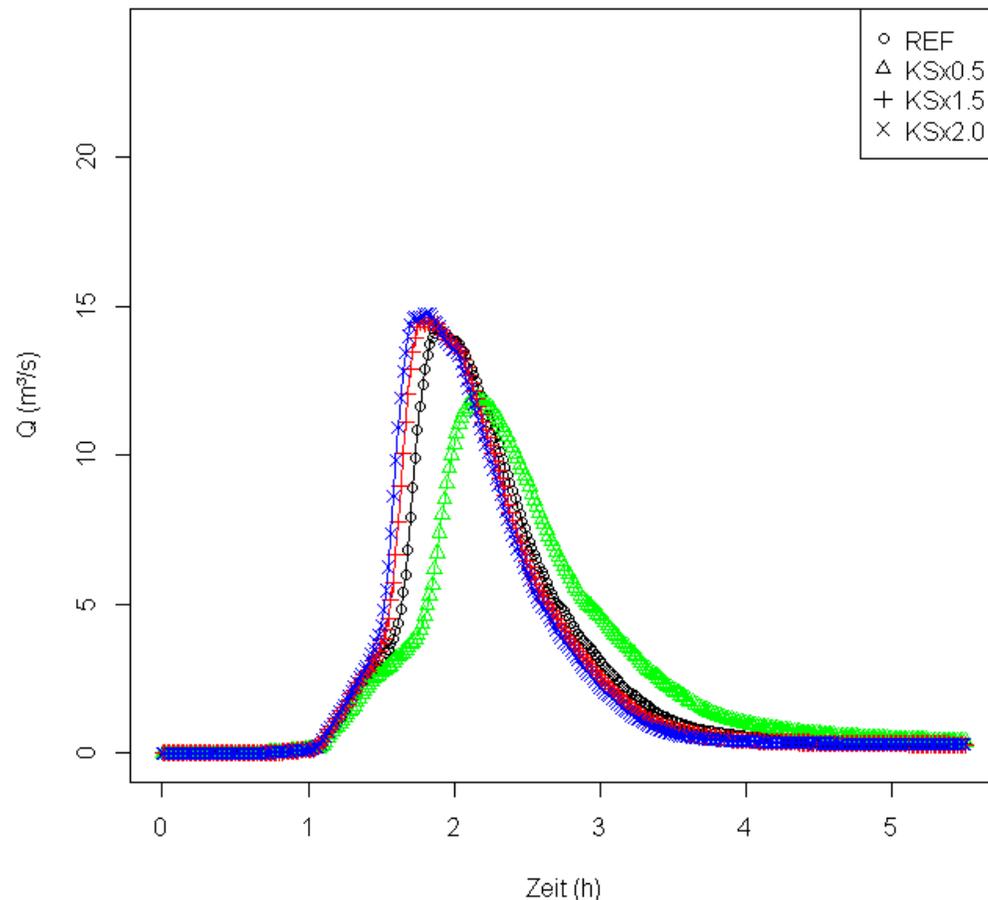
Vergleich Ganglinien Unterlauf - Variation CN-Werte



- Variation CN Werte (Faktor 0.8 bis 1.2)
- Volumina 35.000 bis 78.000 m<sup>3</sup>
- Maxima 8.5 bis 19 m<sup>3</sup>/s
- ca. 40 % Abweichung von Referenzmodell bei Variation 20 %
- Praktisch kein Einfluss auf Ganglinienform

# Ergebnisse – Sensitivitätsanalyse II

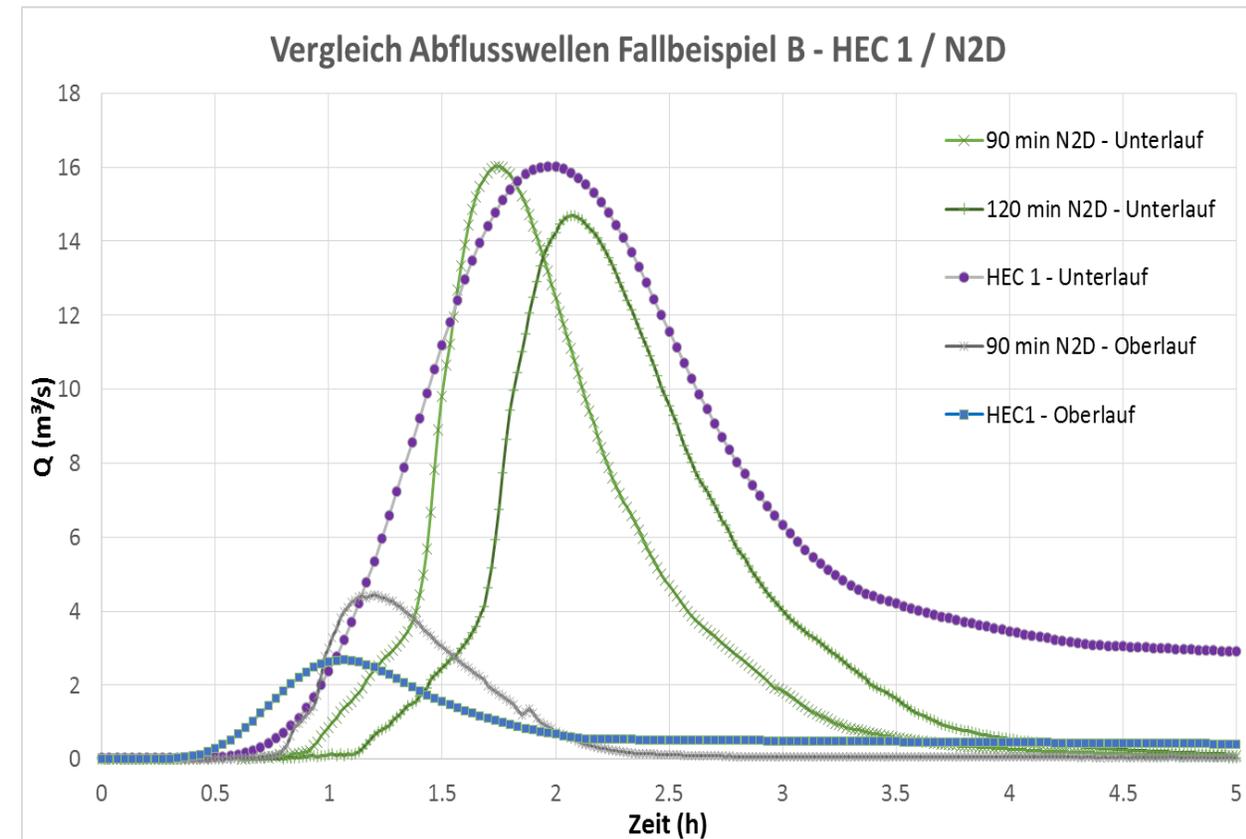
Vergleich Ganglinien Unterlauf - Variation ks-Werte Hangebereiche



- Variation ks-Werte (Faktor 0.5 bis 2.0)
- Maxima 11.9 bis 14.8 m<sup>3</sup>/s
- ca. 15 % Abweichung von Referenzmodell bei Variation Faktor 0.5
- Kein Einfluss auf Volumen

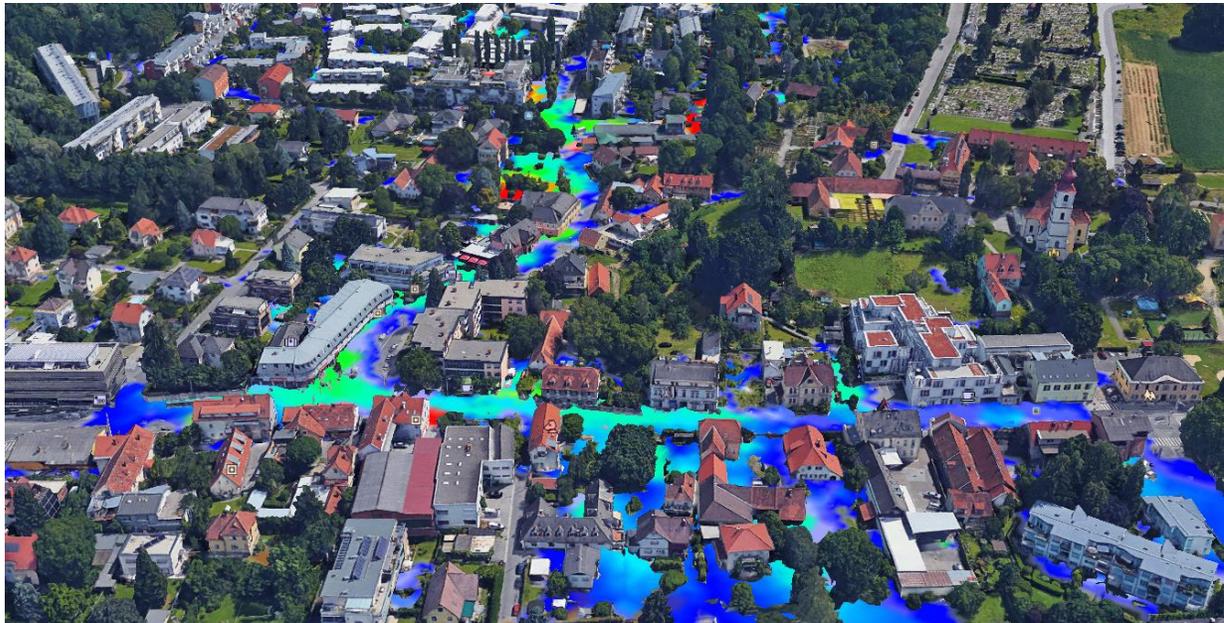
# Ergebnisse – Fallbeispiel B

- Variation CN und Rauheit für Spitzenabfluss
- Differenz Volumen
  - HEC: ca. 85.000 m<sup>3</sup> (ohne Basisabfluss)
  - N2D: ca. 55.000 m<sup>3</sup>
  - Modell: ca. 20.000 m<sup>3</sup> in Modell rückgehalten
- Ganglinienform Oberlauf



# Ergebnisse – Fallbeispiel B

- [Video](#)



Kartenmaterial: Google Earth

# Zusammenfassung

- Flächige Ausweisung  
Fließwege und Wassertiefen
- Hydrologie abbildbar
- Grundlage für  
Maßnahmenplanung und  
Bewusstseinsbildung
- Erfolgreich auch für größere  
EZG getestet
- Kalibrierung
  - Messdaten
  - Dokumentationen
  - Wasserstandsabhängige  
Rauheiten
- Einzugsgebiete Ausweisung  
bei untersch. maßgeblichen  
Dauerstufen

**Kontakt:** Valentin Gamerith - Hydroconsult GmbH - [www.hydroconsult.net](http://www.hydroconsult.net)