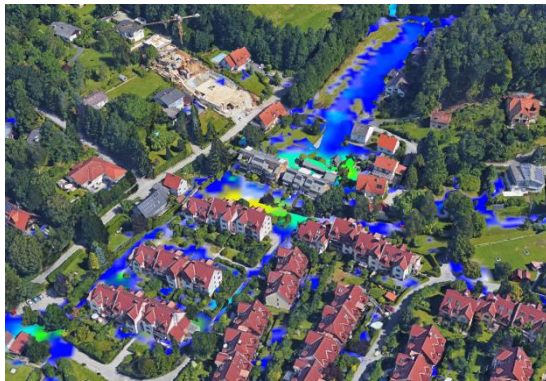
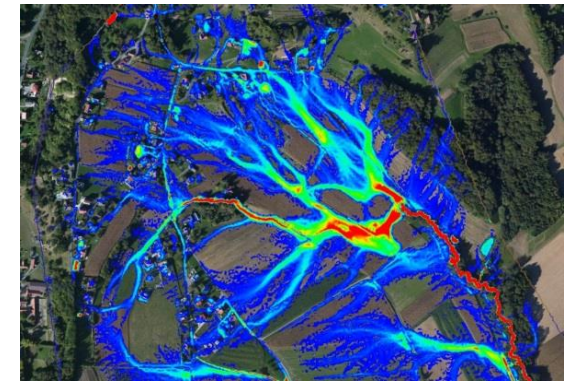


AQUA URBANICA 2017

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 (undurchströmbär)
- Netzerstellung halb-automatisch über Programm Laser-AS (Hydrotec)
- Manueller Einbau von Durchlässen, Brücken, Kleinstrukturen etc.

Methodik – 2d-Hydraulik

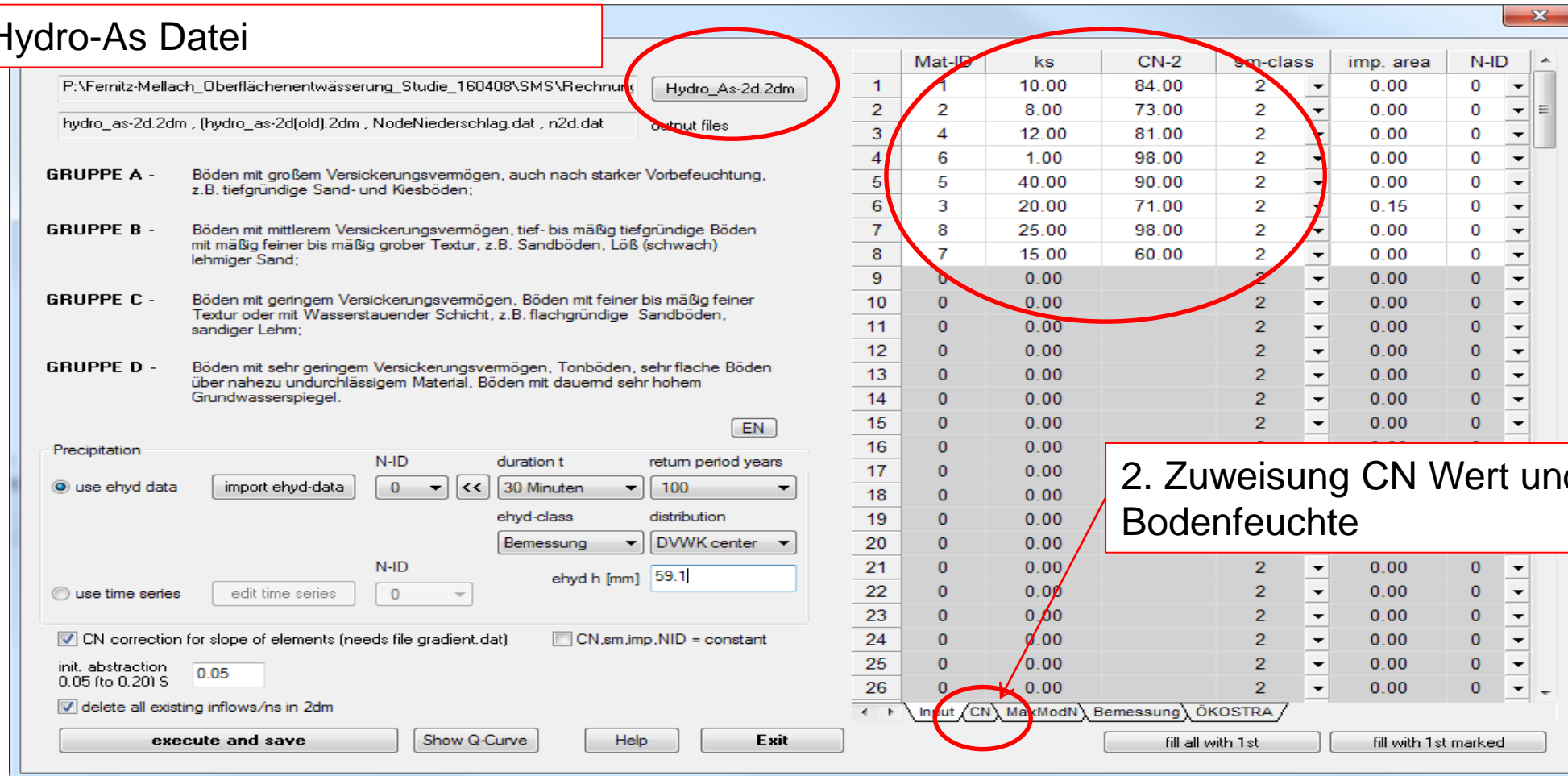
- Software: **Hydro-As 2d** Version 4.2 (Hydrotec):
 - Lösung der 2d-tiefengemittelte Strömungsgleichungen
 - Berechnung spezieller Bauwerke: 1d-Elemente mit empirischen Formeln
 - Beliebige Netzgeometrie möglich (3- und 4-Ecks-Netz)
- Zugabe von Niederschlägen in Netzknoten möglich
 - Niederschlag kann 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. The top right button 'Hydro_As-2d.2dm' is circled in red. The bottom right tab 'CN' is also circled in red, with an arrow pointing to it from the second section header. The interface includes a file path, a list of soil groups (A, B, C, D), precipitation settings, and a table of material properties.

	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	0.00		2	0.00	0
15	0	0.00		2	0.00	0
16	0	0.00		2	0.00	0
17	0	0.00		2	0.00	0
18	0	0.00		2	0.00	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

2. Zuweisung CN Wert und Bodenfeuchte

Methodik – Hydrologie / N2D – Workflow II

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

N2D - Beta

Hydro_As-2d - files (SMS 11.2 only):

P:\Fernitz-Mellach_Oberflächenentwässerung_Studie_160408\SMS\Rechnung Hydro_As-2d.2dm

hydro_as-2d.2dm , (hydro_as-2d(old).2dm , NodeNiederschlag.dat , n2d.dat output files

GRUPPE A - Böden mit großem Versickerungsvermögen, auch nach starker Vorbefeuchtung.

GRUPPE C - Böden mit geringem Versickerungsvermögen, Böden mit feiner bis mäßig feiner Textur oder mit Wasserstauer Schicht, z.B. flachgründige Sandböden, sandiger Lehm;

GRUPPE D - Böden mit sehr geringem Versickerungsvermögen, Tonböden, sehr flache Böden über nahezu undurchlässigem Material, Böden mit dauernd sehr hohem Grundwasserspiegel.

Precipitation

☒ use ehyd data ☐ use time series

☒ import ehyd-data ☐ edit time series

N-ID duration t return period years

ehyd-class distribution

N-ID ehyd h [mm]

☒ CN correction for slope of elements (needs file gradient.dat) ☐ CN,sm,imp,NID = constant

init. abstraction 0.05 (to 0.20) S

☒ delete all existing inflows/ns in 2dm

	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

Input \C\MaxModN Bemessung ÖKO STRA

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

Methodik – Hydrologie / N2D – Workflow III

N2D - Beta

Hydro_As-2d - files (SMS 11.2 only):
P:\Fernitz-Mellach_Oberflächenentwässerung_Studie_160408\SMS\Rechnung
hydro_as-2d.2dm , (hydro_as-2d(old).2dm , NodeNiederschlag.dat , n2d.dat

GRUPPE A - Böden mit großem Versickerungsvermögen, auch nach starker V...
z.B. tiefgründige Sand- und Kiesböden;

GRUPPE B - Böden mit mittlerem Versickerungsvermögen, tief- bis mäßig tiefgr...
mit mäßig feiner bis mäßig grober Textur, z.B. Sandböden, Löss (s...
lehmiger Sand;

GRUPPE C - Böden mit geringem Versickerungsvermögen, Böden mit feiner bis...
Textur oder mit Wasserstauer Schicht, z.B. flachgründige Sa...
sandiger Lehm;

GRUPPE D - Böden mit sehr geringem Versickerungsvermögen, Tonböden, se...
über nahezu undurchlässigem Material, Böden mit dauernd sehr H...
Grundwasserspiegel.

duration t
30 Minuten

ehyd-class
Bemessung

ehyd h [mm]

☒ CN correction for slope of elements (needs file gradient.dat) ☐ CN.sm.imp.

init. abstraction
0.05 (to 0.20) S 0.05

☒ delete all existing inflows/ns in 2dm

execute and save **Show Q-Curve** **Help** **Exit**

Q - Ganglinien berechnet

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

display selected

186124 86078 112739 30594 34981 45155 46657 63972 83903 118944

175619 190741 190650

7.75 3.05

load static start dynamic show table

Input CN MaxModN Bemessung ÖKOSTRA

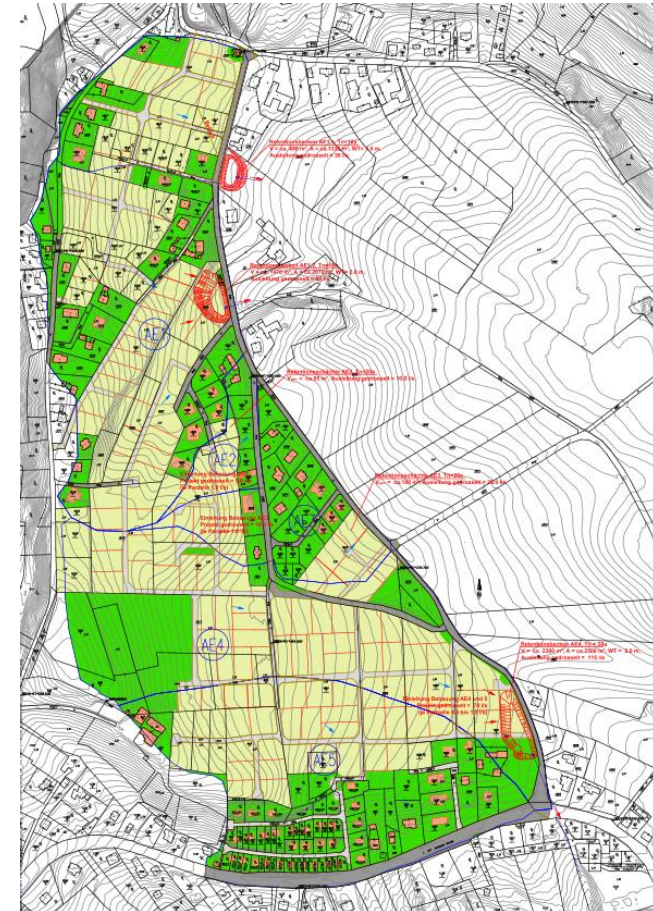
fill all with 1st fill with 1st marked

select all next 22 load other Q_Strg

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

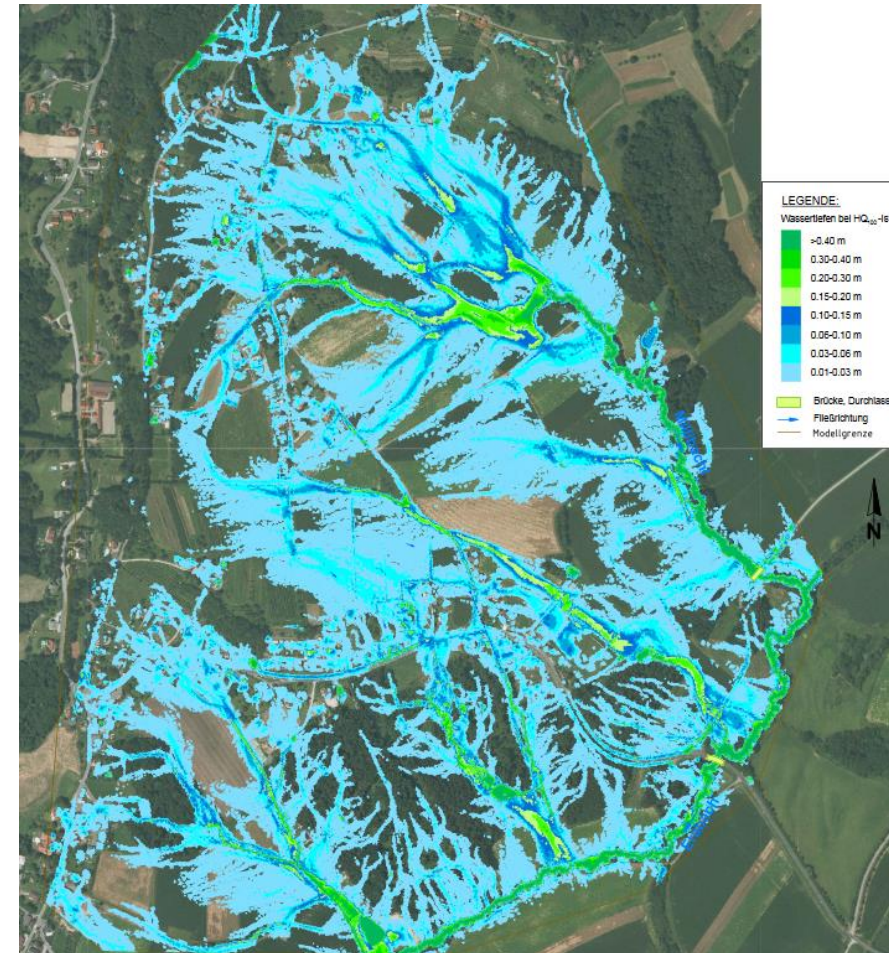
Fallbeispiel A – ländliches Einzugsgebiet

- 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



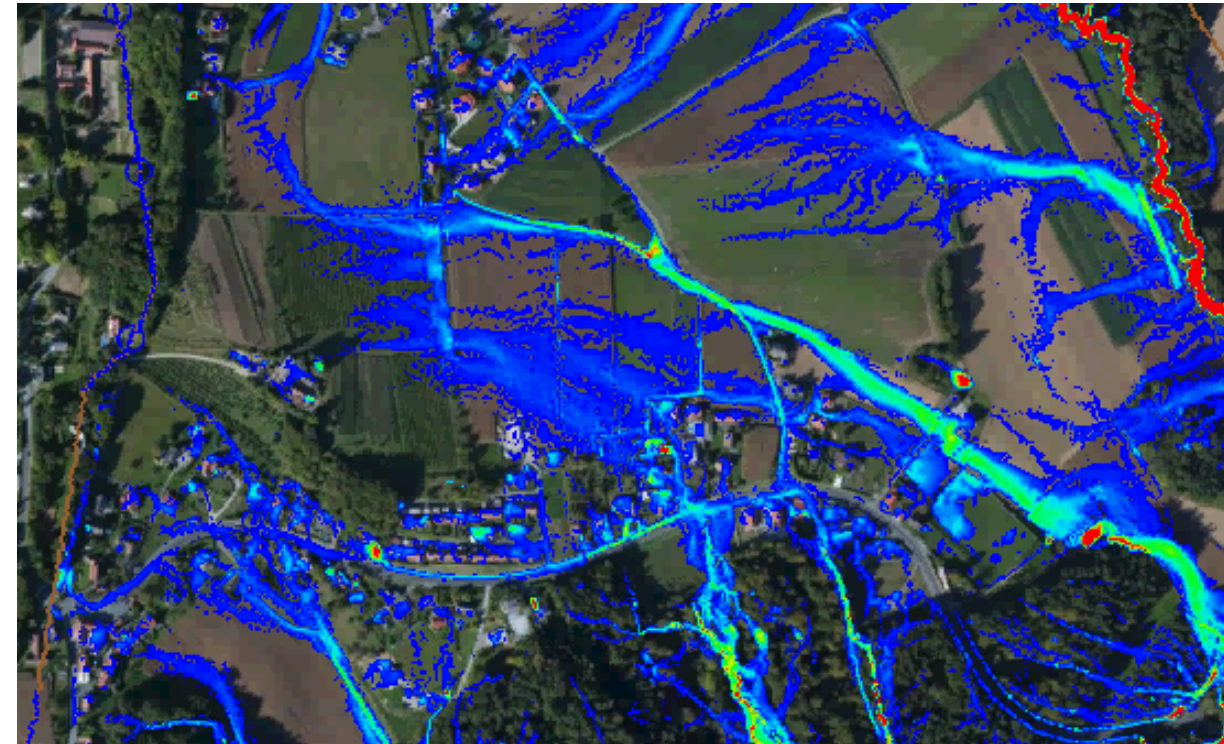
Ergebnisse – Fallbeispiel A

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



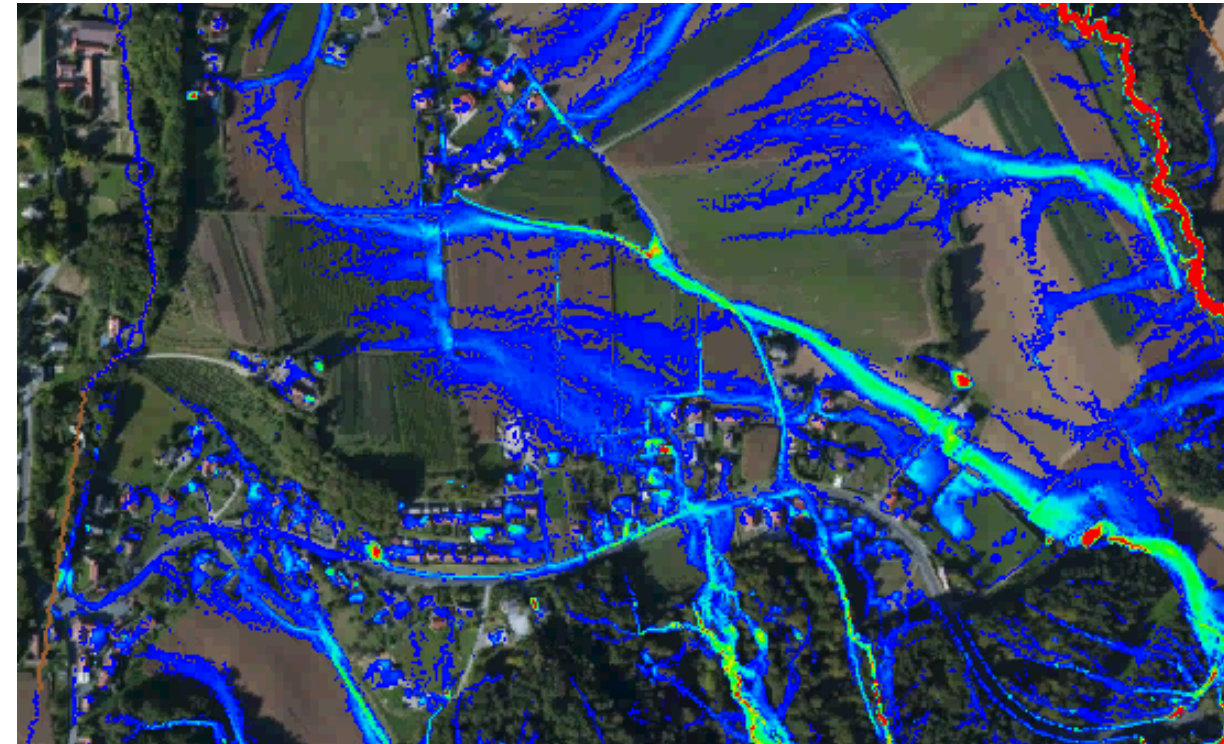
Ergebnisse – Fallbeispiel A

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



Ergebnisse – Fallbeispiel A

- Übertritt Straßengraben in benachbarte Tiefenlinien



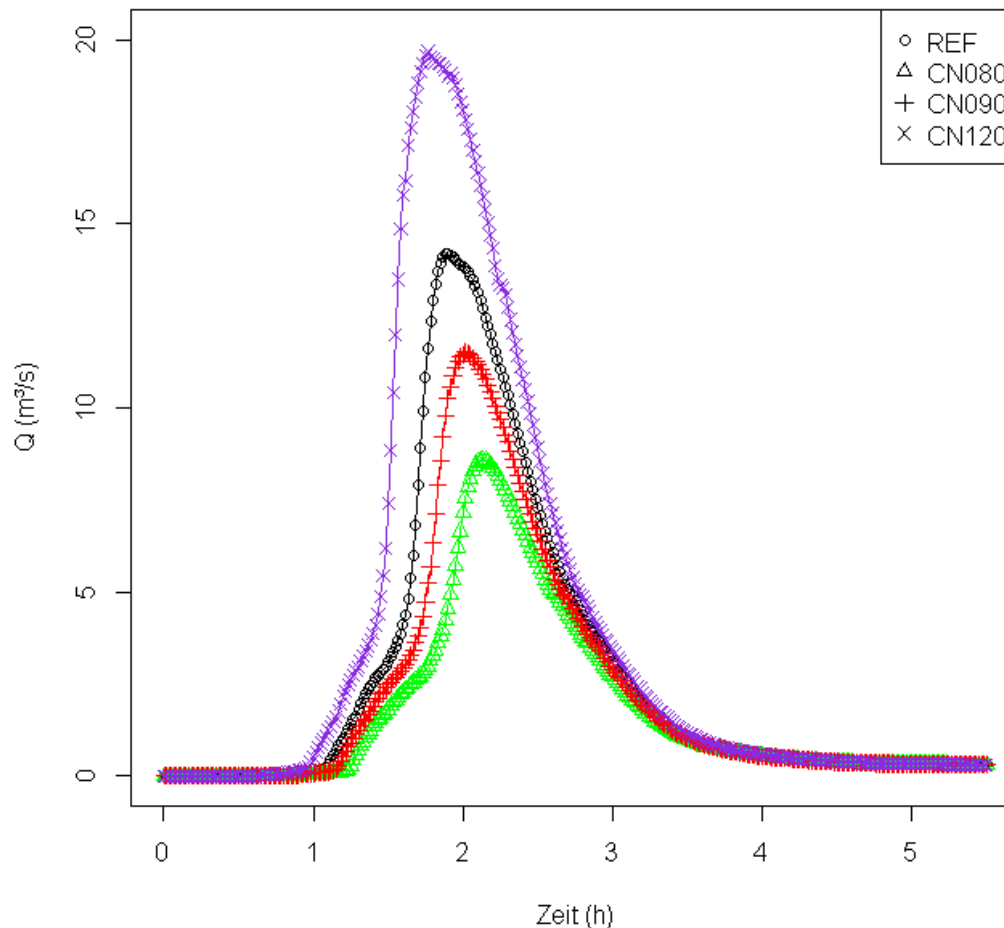
Fallbeispiel B – urban geprägtes Einzugsgebiet

- 3.2 km², 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

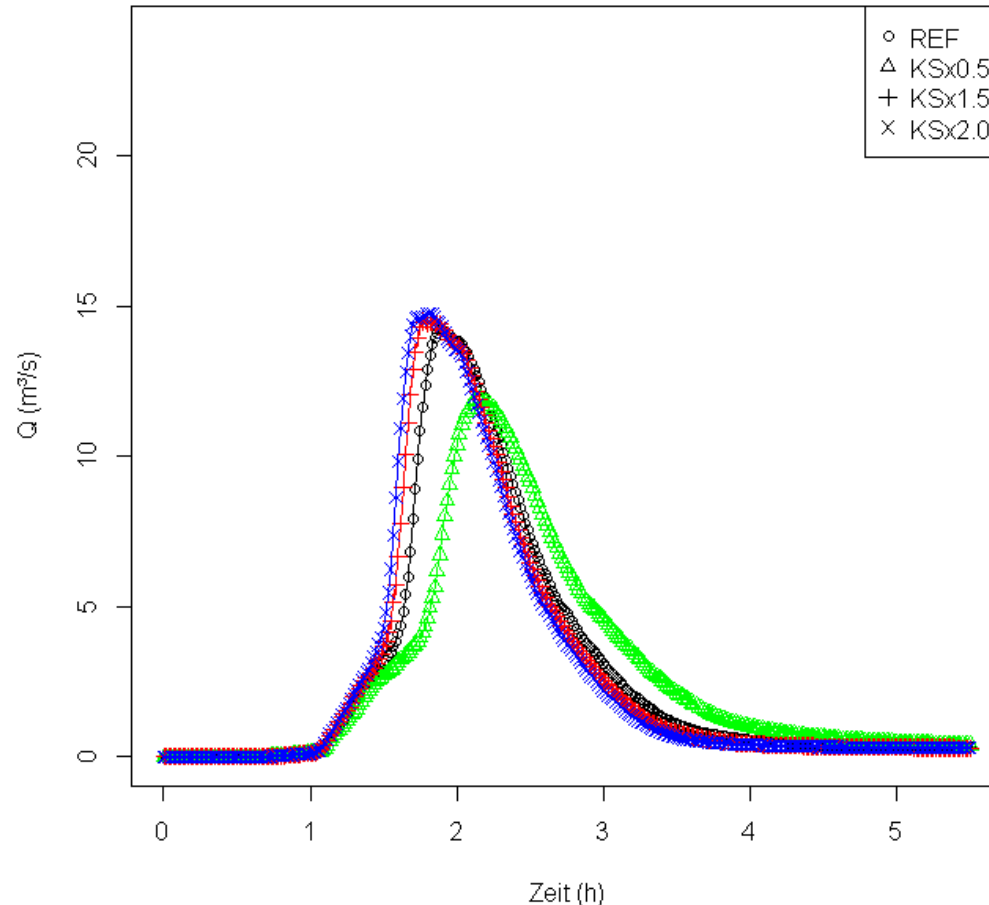
Vergleich Ganglinien Unterlauf - Variation CN-Werte



- Variation CN Werte (Faktor 0.8 bis 1.2)
- Volumina 35.000 bis 78.000 m³
- Maxima 8.5 bis 19 m³/s
- ca. 40 % Abweichung von Referenzmodell bei Variation 20 %
- Praktisch kein Einfluss auf Ganglinienform

Ergebnisse – Sensitivitätsanalyse II

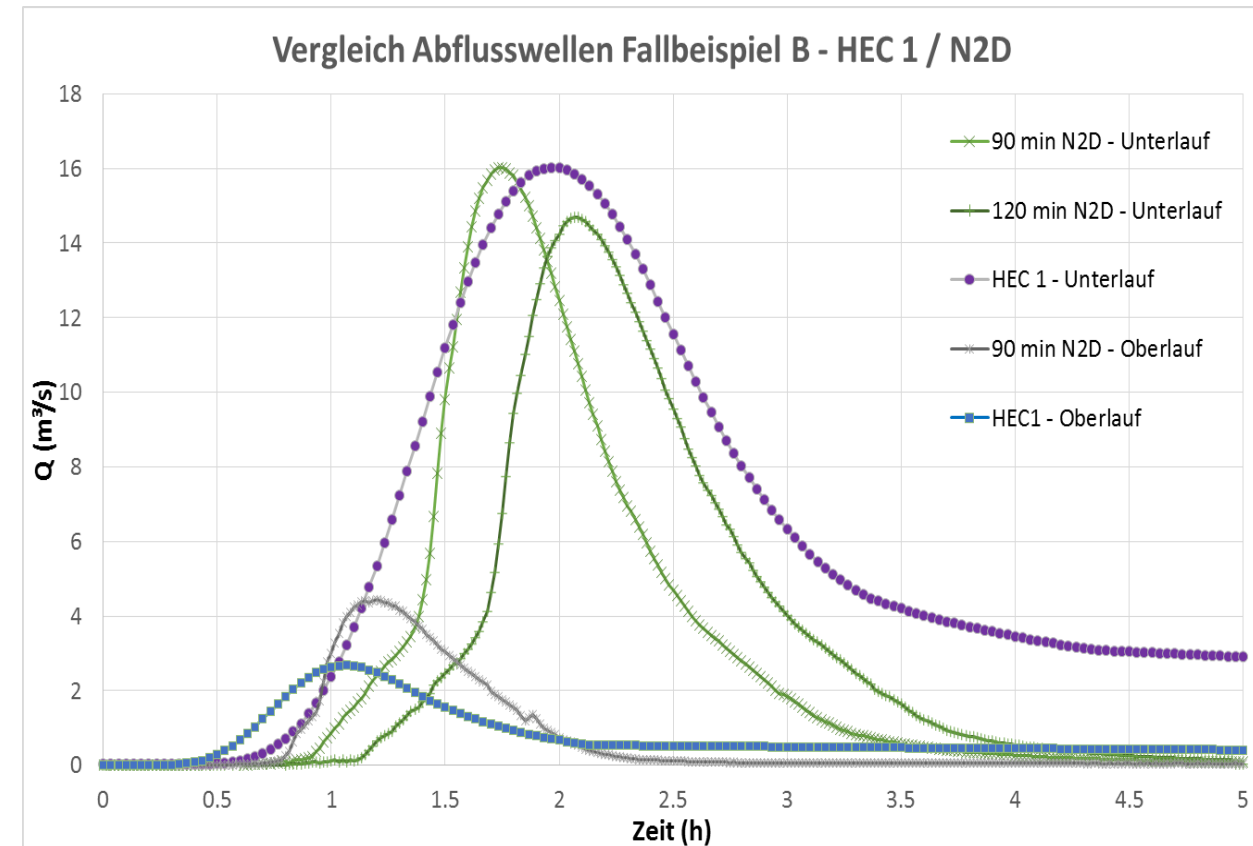
Vergleich Ganglinien Unterlauf - Variation ks-Werte Hangebereiche



- Variation ks-Werte (Faktor 0.5 bis 2.0)
- Maxima 11.9 bis 14.8 m³/s
- ca. 15 % Abweichung von Referenzmodell bei Variation Faktor 0.5
- Kein Einfluss auf Volumen

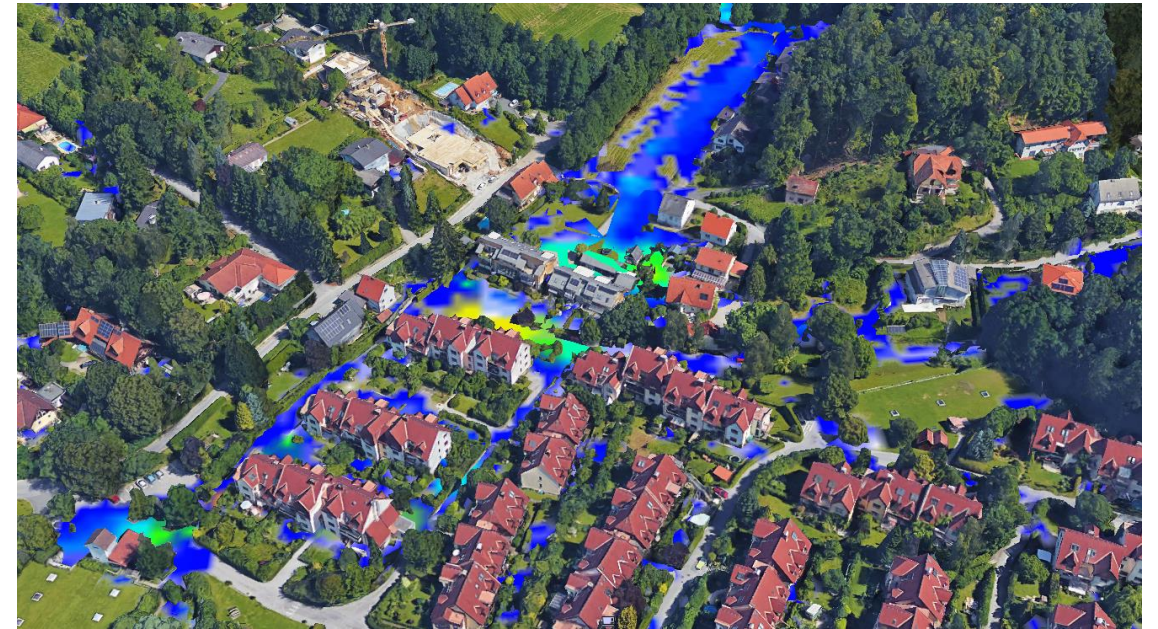
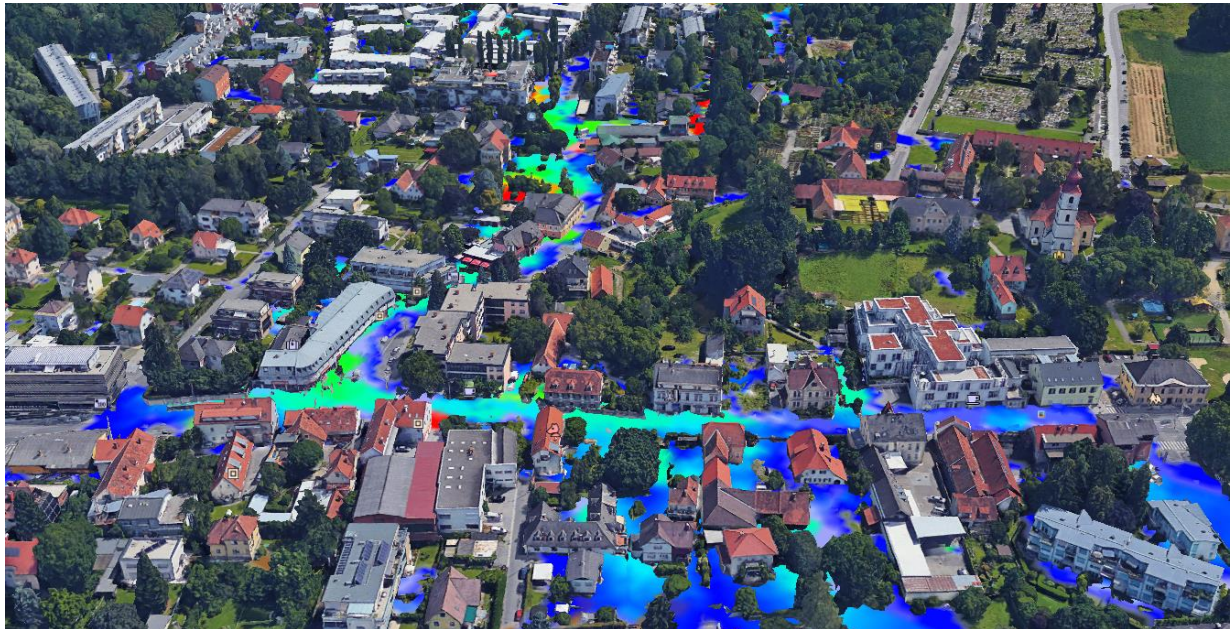
Ergebnisse – Fallbeispiel B

- Variation CN und Rauheit für Spitzenabfluss
- Differenz Volumen
 - HEC: ca. 85.000 m³ (ohne Basisabfluss)
 - N2D: ca. 55.000 m³
 - Modell: ca. 20.000 m³ 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