

Modellplausibilisierung von Gebieten ohne Pegel und Nachweis nach DIN 19700

Dirk Sobolewski, Hydrotec

NASIM Infotag 2025, 13. November 2025

Leipzig

- Kalibrierung von N-A-Modellen
- Referenzprojekt Burgkunstadt
- Methodik zur Modellplausibilisierung
- Plausibilisierung der N-A-Retentionskonstanten auf Grundlage eines 2D-Starkregenmodells
- Ergebnisse der N-A-Untersuchungen
- Nachweis nach DIN 19700

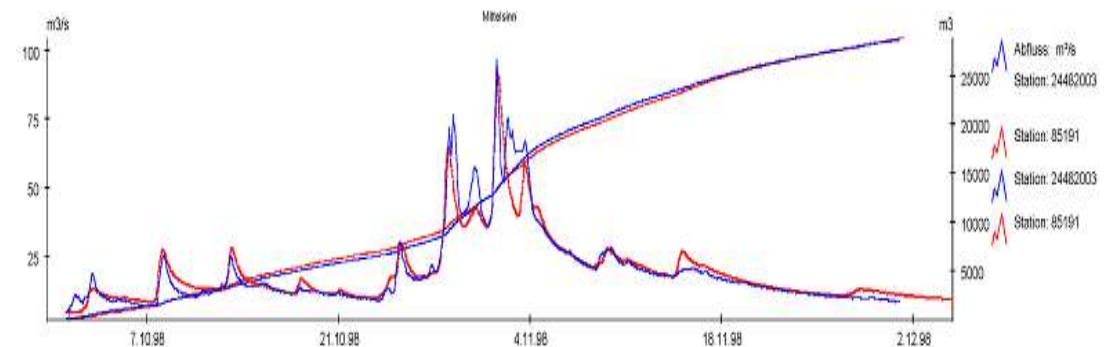


Marktplatz Stadt Burgkunstadt

Kalibrierung von N-A-Modellen

- Durch eine Modellkalibrierung erfolgt eine Abschätzung der Modellparameter innerhalb plausibler Wertebereiche. Ziel ist, die realen Verhältnisse in der Summe der Modellergebnisse möglichst gut abzubilden.
- Die Kalibrierung erfolgt an vorliegenden Gewässerpegeln oder sonstigen (Abfluss- bzw. Wasserstands-)Messstellen.
- Die Beurteilung der Anpassungsgüte von Modellrechnung und Pegelmessung erfolgt in der Regel durch den Vergleich gerechneter und gemessener Abflussgang- und -summenlinien.
- In NASIM werden Kalibrierfaktoren auf ausgewählte Eingangsparameter definiert.

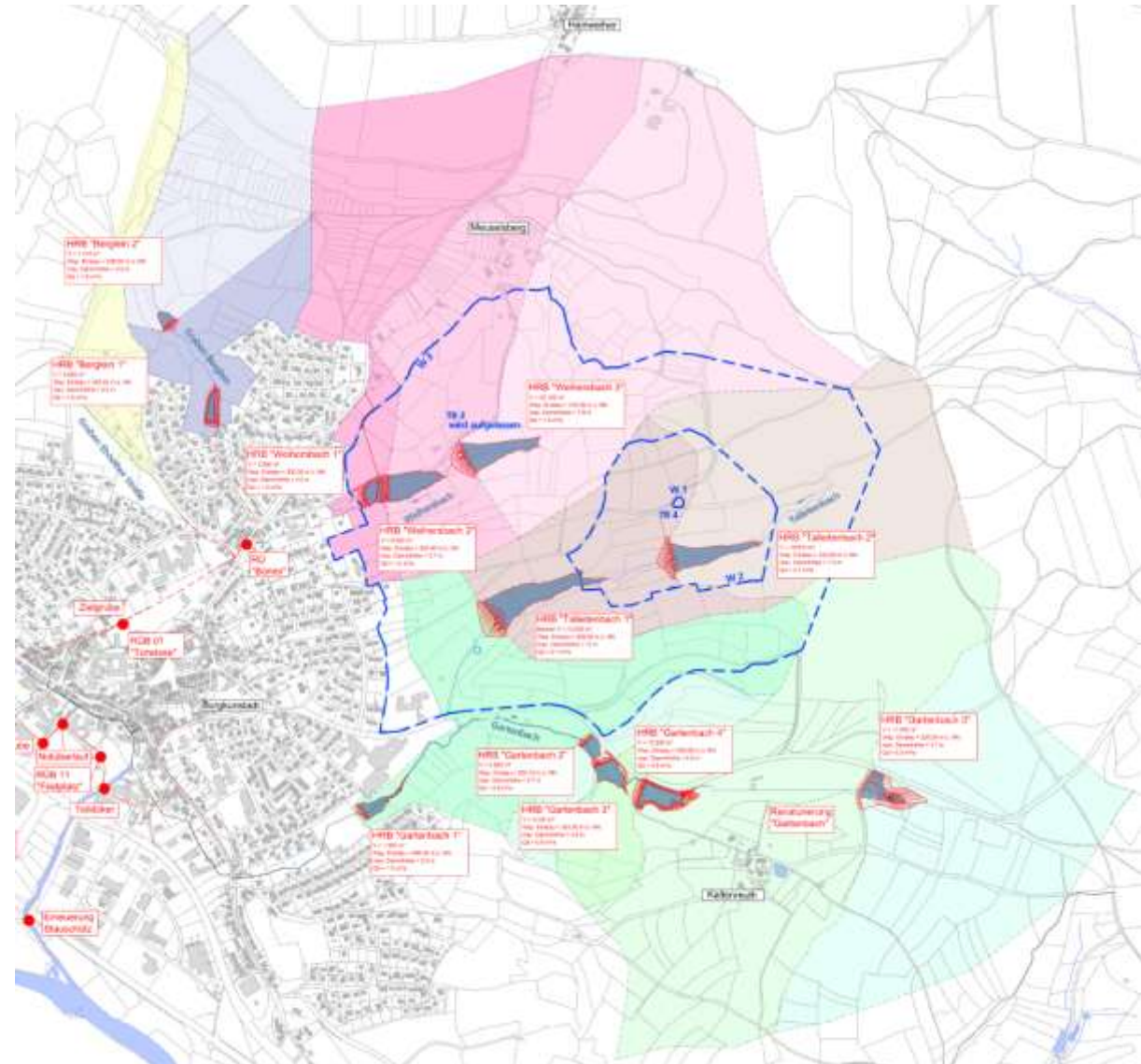
NASIM: SE-Kalibrierfenster



Beispiel für einen Ganglinienvergleich „gemessen/gerechnet“

Referenzprojekt

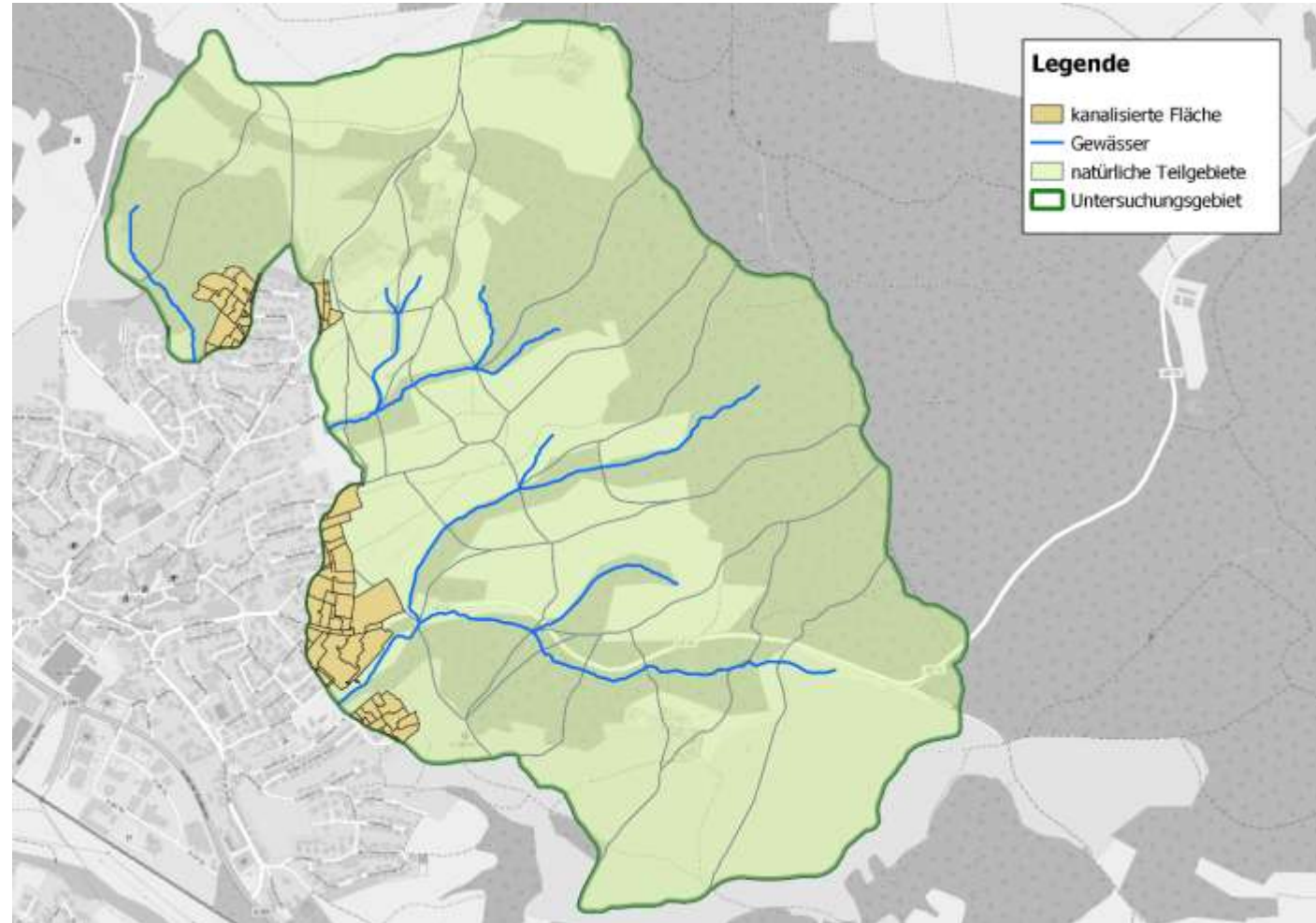
- „Integrale Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept für die Kernstadt Burgkunstadt im Einzugsbereich des Mühlbachs“
- Schutz der Stadt Burgkunstadt vor Ausuferungen
- Machbarkeitsuntersuchungen zu Alternative
 - Kapazitätserhöhungen der Verrohrungen
 - Bau von Hochwasserrückhaltebecken
→ mögliche HRB-Volumina für 12 potenzielle Standorte
- Beteiligte
 - Stadt Burgkunstadt (Auftraggeber)
 - WWA Kronach
 - LfU Bayern
 - Ingenieurbüro Miller, Nürnberg
 - Hydrotec (Sandy Jeroma, Kyrill Voth, Dirk Sobolewski)



Übersichtslageplan Untersuchungsgebiet, Quelle: Stadt Burgkunstadt (Mai 2020)

Untersuchungsgebiet, Untersuchungsziel

- Modellgebiet: 3,5 km²
- 3 Gewässersysteme bis Einlauf Verrohrung
- Steil abfallende Hänge, enge Täler
- Erstellung eines N-A-Modells zur Bemessung erforderlicher HRB
- Ziel: Nachweis und Optimierung der
 - Beckenanzahl,
 - Beckenvolumina und
 - Drosselabgabenim Hinblick auf ein HQ100 (Schutzziel)
 - sowie BHQ1 und BHQ2 für DIN 19700
- → kein Pegel im Untersuchungsgebiet



Teileinzugsgebiete N-A-Modell Burgkunstadt

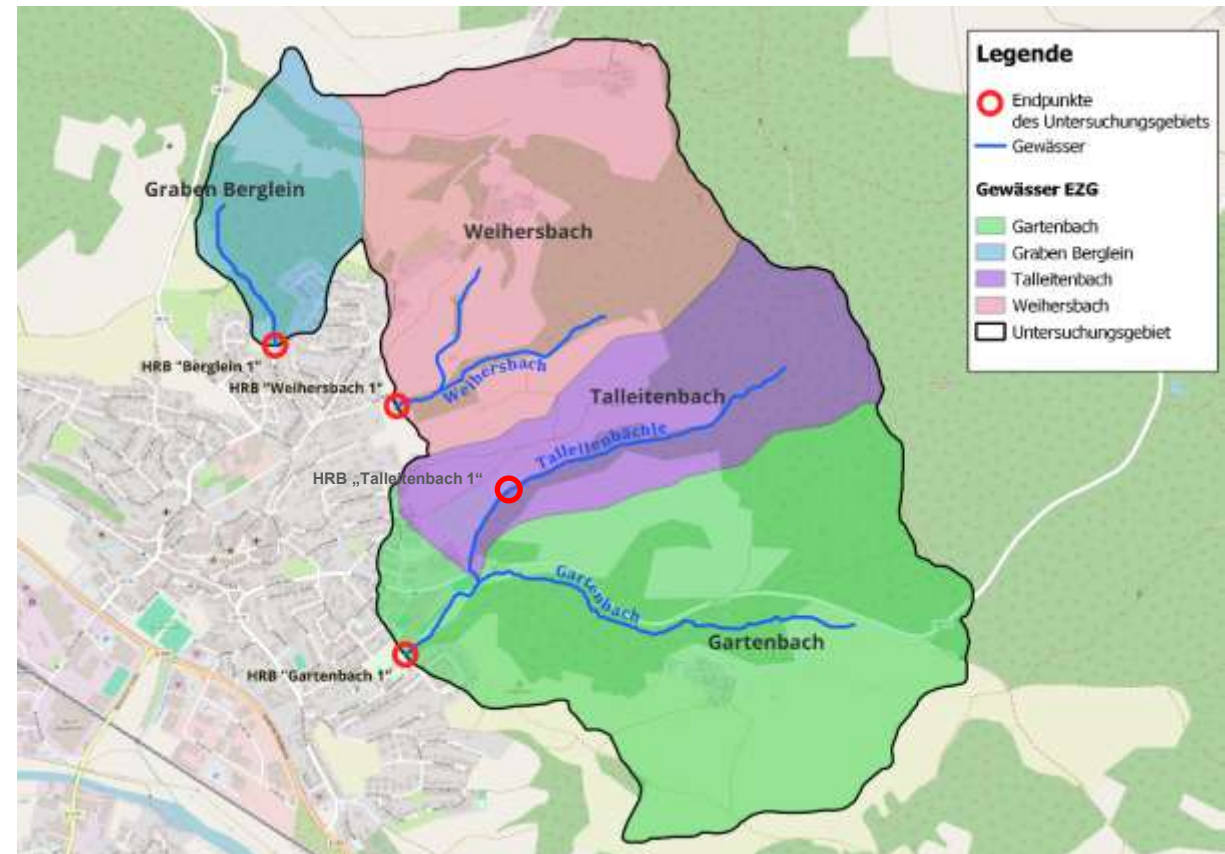
► Plausibilisierung bzw. Verifizierung der Ergebnisse

- → historische Hochwasserereignisse
- → Regionalisierung auf der Grundlage vergleichbarer (Nachbar-)Gebiete mit Abflussinformationen
- → **Abflussspenden**
- → **Abflussbeiwerte**

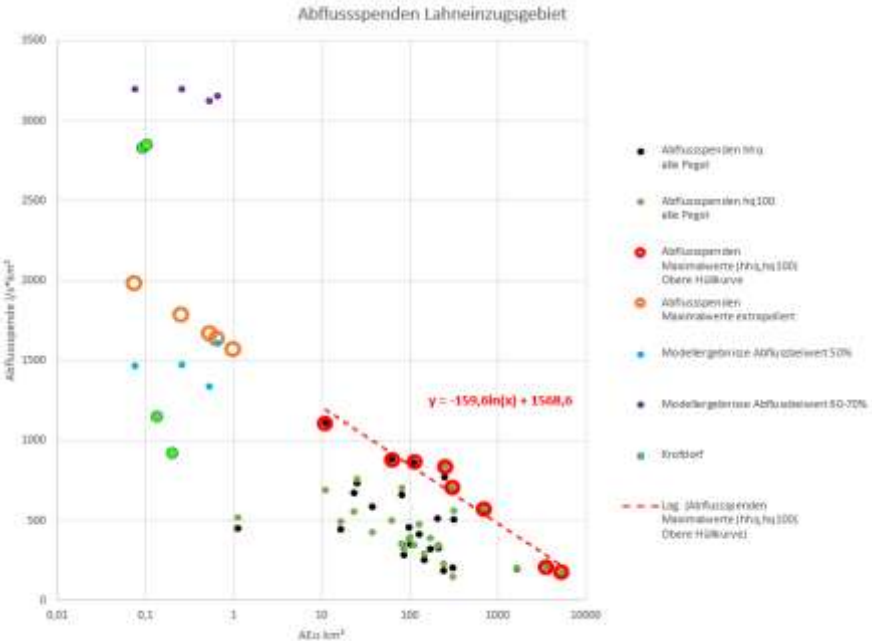
► Ergänzende Plausibilisierung der N-A-Retentionskonstanten mit Hilfe eines **2D-Starkregenmodells** für 4 Analysestellen



Einlaufbereich Gartenbach in die städtische Verrohrung



Gewässereinzugsgebiete Untersuchungsgebiet Burgkunstadt inkl. Analysestellen



Quelle: HNLUG und Hydrotec aufgefüllt mit DGJ (2023)

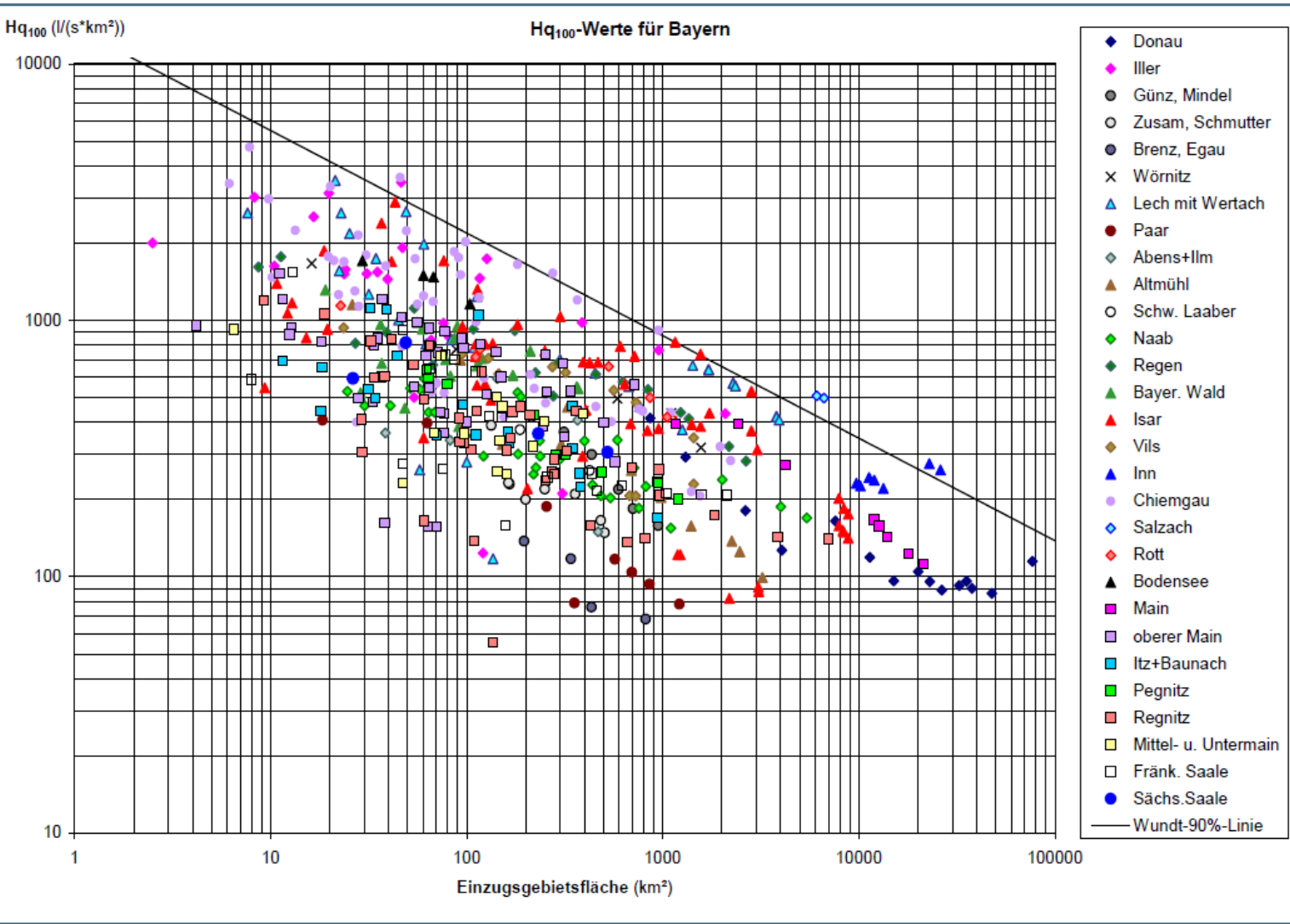
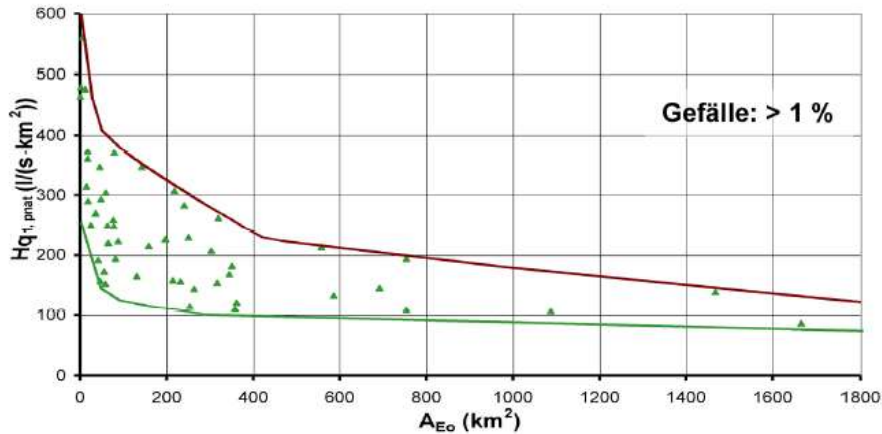


Abb. 38: Arbeitsblatt „Grafik Hq100 Spende“ der Excel-Datei HQ_Ergebnis.xlsx für sämtliche Pegel Bayerns und der WUNDT-90 %-Linie

Quelle: Hydrologische Planungsgrundlagen Loseblattsammlung Version 4.0 (LfU Bayern, 09/2019)



TG-Ergebnisse

Prozesse

Niederschlag: 41,92 mm

Verdunstung: 0,00000000 mm

Oberflächenabfluss: 19,68 mm

NASIM-Fenster TG-Ergebnisse

- Verfahren nach Lutz
- CN-Wert-Verfahren nach SCS
- Sokollek in Mendel, Berechnungsversuche auf Hangparzellen
 - Sättigungsflächenkonzept: Hohe Abflussbeiwerte auch für Waldgebiete (ganze Einzugsgebiete mit Gewässer)
 - → 40 bis 50%
- HLNUG (2023): ca. 40% bei HQ100 für Teilgebiete aus Pegeln abgeleitet

Berechnung des Abflussbeiwertes nach der Curve-Number-Methode des SCS											
Projekt:											
Parameter					Bemerkung						
Name	Zeichen	Dimension	Wert	Default	weitere Niederschlagswerte						
Niederschlagshöhe	h_N	mm	50		60	70	100	150			eine Eingabe erforderlich
CN-Wert Bodenfeuchtezustand II	CN_{II}	--		69	Wird aus Arbeitsblatt Parameter übernommen, Eingabe möglich						
Bodenfeuchtezustand	B_F	--		II	Eingabe möglich, Definition der Klassen siehe Tabelle im Arbeitsblatt Parameter						
CN-Wert	CN	--	69		Berechnungsergebnis						
Anfangsverlust	I_a	--	0.05	0.2	Eingabe möglich (für Südbayern wurde I_a zu 0,05 ermittelt)						
Abflusshöhe Gesamtgebiet	h_A	mm	12.5		17.7	23.4	43.0	81.0			Berechnungsergebnis
Abflussbeiwert	PSI	--	0.25		0.29	0.33	0.43	0.54			Berechnungsergebnis

Abb. 17: Eingabemaske für die Berechnung des Abflussbeiwertes nach dem CN-Wert-Verfahren (Tabellenblatt „CN-Wert-Verfahren“, Abflussbeiwert nach Lutz und SCS.xls).

Quelle: Hydrologische Planungsgrundlagen Loseblattsammlung Version 4.0 (LfU Bayern, 09/2019)

Tab. 4.4.47: Versuchsergebnisse von SOKOLLEK im Überblick				
	Flächen-Nr.			
	1	2	3	4
Nutzung	Acker-Stoppel	Weide	Buche	Fichte
Neigung [v. H.]	9-10	12	8-14	12
Tag der Beregnung	21.9.1977	20.9.1977	20.9.1977	21.9.1977
Regenhöhe/-dauer [mm,min]	51/60	50/60	50/60	50/60
Oberflächenabfluß [mm]	26,8	8,2	0,0	0,0
[v. H. der Regenhöhe]	52,6	16,4	0,0	0,0

Quelle: Elemente des Wasserkreislaufs - Eine kommentierte Bibliographie zur Abflussbildung (Mendel, 2000)

2D-Starkregenmodell Burgkunstadt

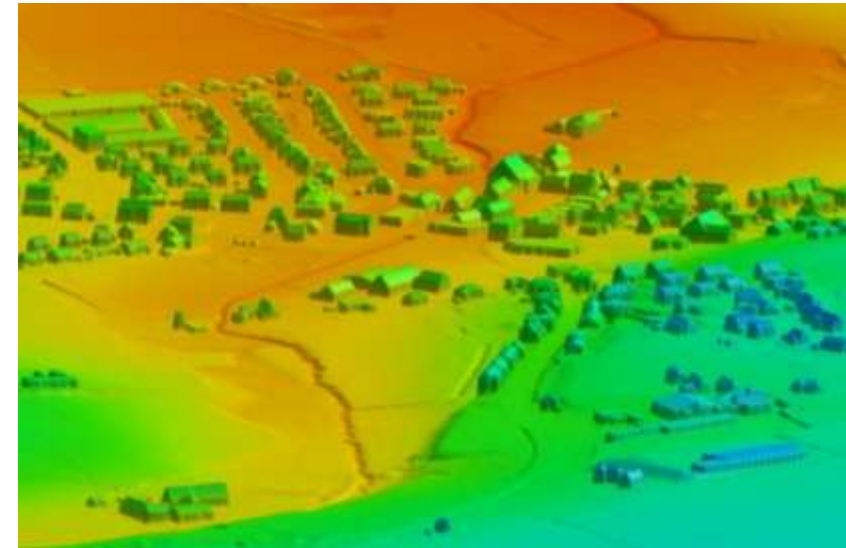
Grundlagendaten

- DGM1 – HydroAS-Modell rasterbasiert 1x1 m
- Gebäude LoD2 – 3D-Objekte mit realen Dachflächen
- Gewässer vereinfacht
- Durchlässe im Gewässer und Vorland – Vermessung, Ortstermin
- Landnutzung – analog NASIM-Modell – für Rauheiten und Anfangsverluste

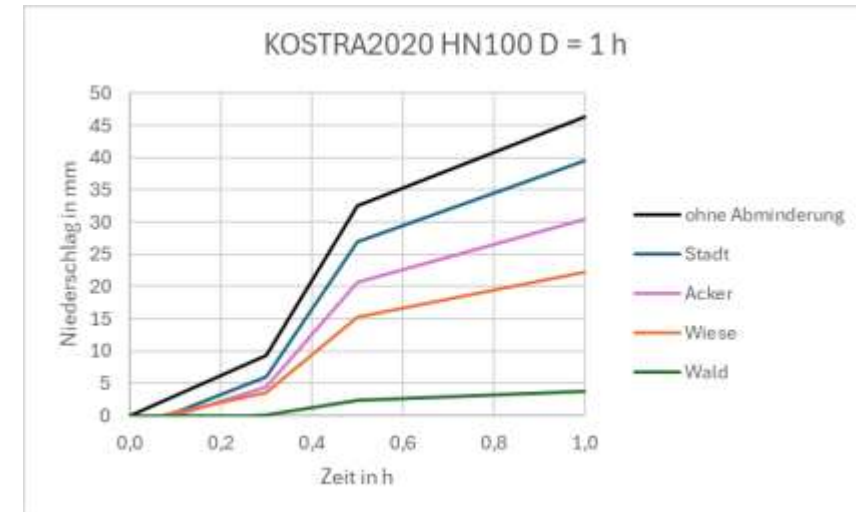
Effektivniederschlag aus KOSTRA2020

- Interzeption – Anfangsverlust: Standardwerte Hydrotec / NRW
- Versickerung: Orientierung an OAK-Werten des LUBW

Land- nutzung	KOSTRA2020	Interzeption	Versickerung	Effektiv- niederschlag	Abfluss- beiwert
	mm	mm	%	mm	-
Niederschlagsdauer 1,0 Stunden					
Stadt	46,4	2,5	10	39,51	0,85
Acker	46,4	3,0	30	30,38	0,65
Wiese	46,4	2,0	50	22,20	0,48
Wald	46,4	8,0	90	3,84	0,08



3D-Ansicht eines HydroAS-Modells



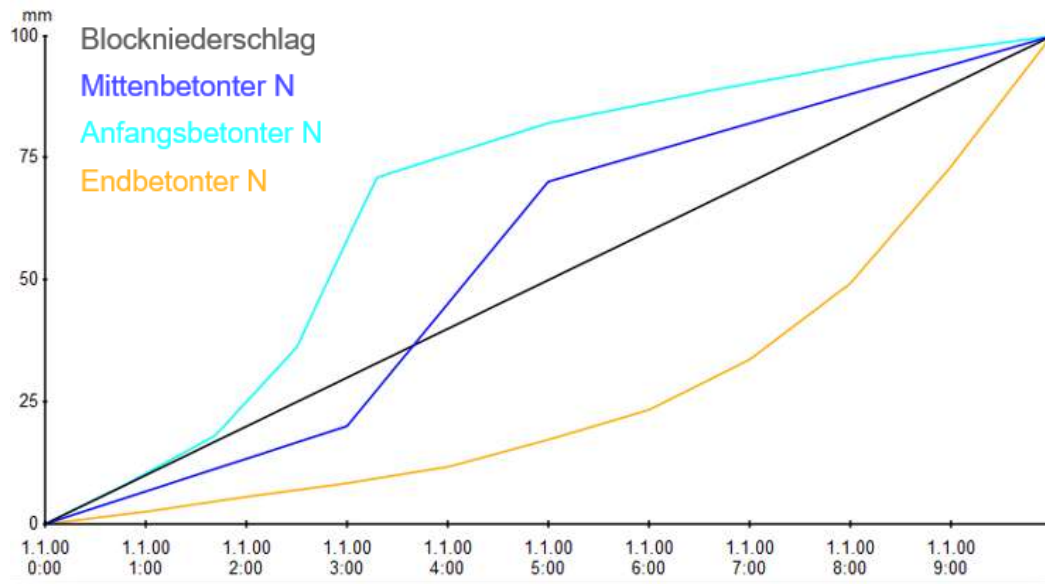
Effektivniederschläge KOSTRA2020, HN100, Dauer 1 h (Rasterzelle 159162)
DVWK-Verteilung

Simulationen 2D-hydraulisches Modell für den Istzustand

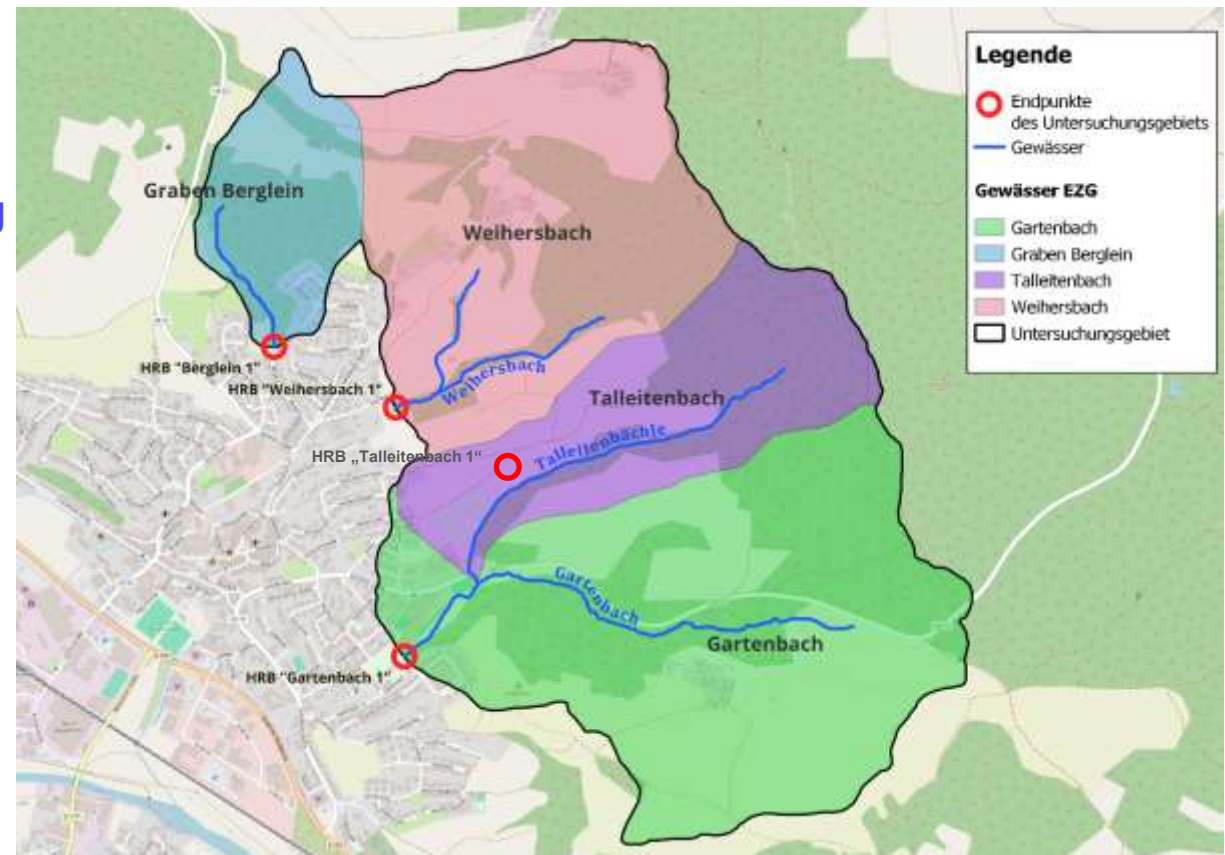


Burgkunstadt_HN100_30min_rau.hmv

- Rauheiten nach ALKIS-Nutzung
 - Mittlere Werte nach BY / NRW
 - Raue Werte nach BY / NRW
- Ausgabe der HydroAS-Abflusswellen an den Analysestellen
- Festlegung im Projekt: **Mittenbetonter Niederschlag**



Niederschlagsverteilungen



Gewässereinzugsgebiete Untersuchungsgebiet Burgkunstadt inkl. Analysestellen

Anpassung der NASIM-Wellen an die 2D-Wellen

➤ Ziel:

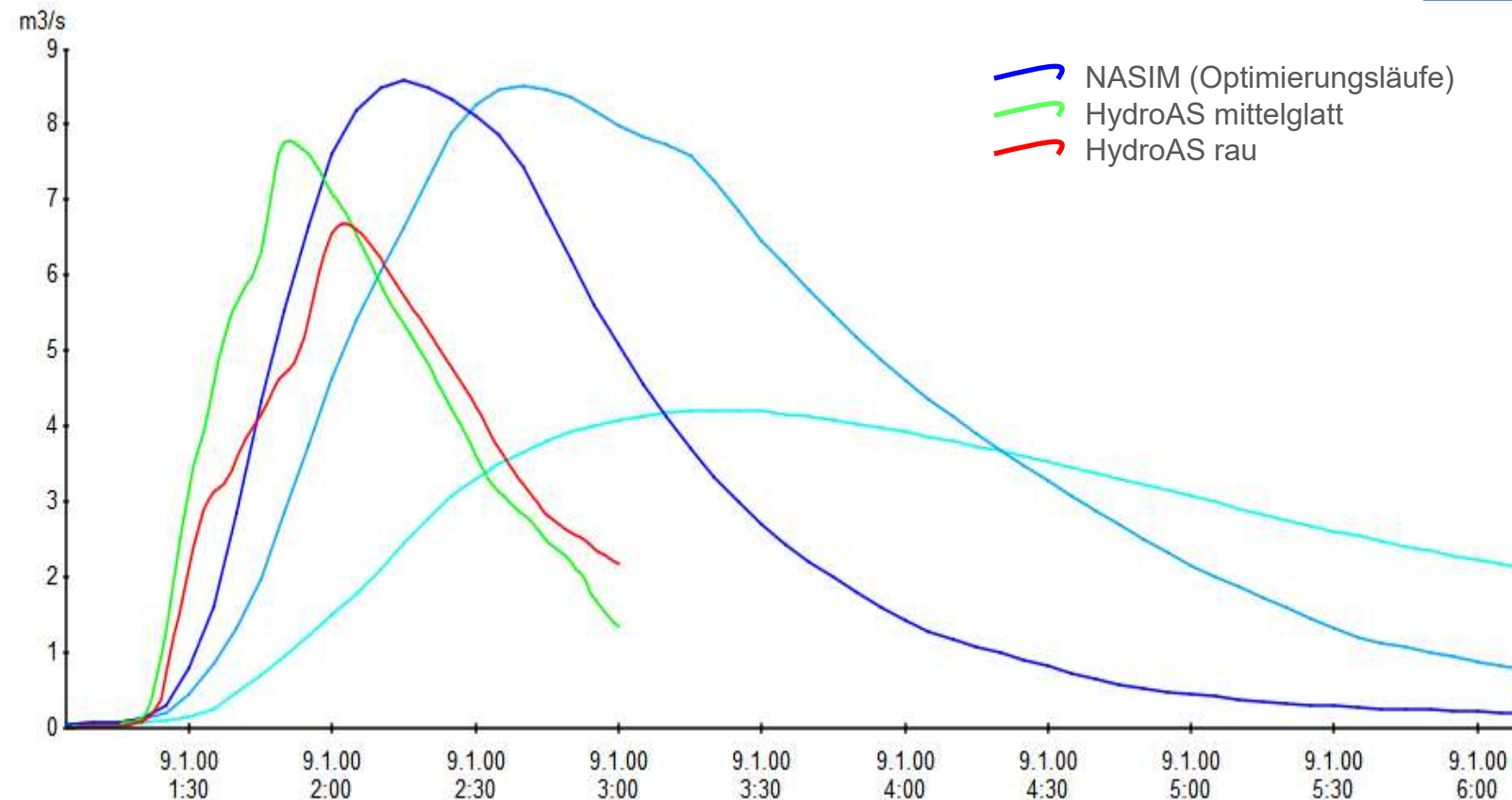
- Plausible Abbildung der Retentionen im NASIM-Modell

➤ Methodik:

- Simulationen HN100 für unterschiedliche N-Dauern (D = 30 Minuten bis 2 Stunden)
- **Anpassung der Steigung der Hochwasserwellen** in NASIM an die Abflusswellen aus dem 2D-Modell
- Variation der Translations- und Retentionsparameter des natürlichen Oberflächenabflusses
- Anpassung der Anfangsbodenfeuchte

➤ Ergebnis:

- Plausible Retentionskonstanten für die Analysestellen
- → Plausible Abflussspitzen und Abflussfüllen
- Abgleich mit Abflussspende und Abflussbeiwert



Vergleich der Abflussganglinien: 2D-Wellen und N-A-Wellen

Ergebnis Plausibilisierung Analysestelle 1

➤ Zufluss HRB Talleitenbach 1

➤ HN100

Dauerstufe	Abflussspitze	Abflussvolumen (oberhalb Qd)
min	m³/s	m³
30	3,84	10.980
45	3,63	11.040
60	3,51	10.930
120	3,09	9.770

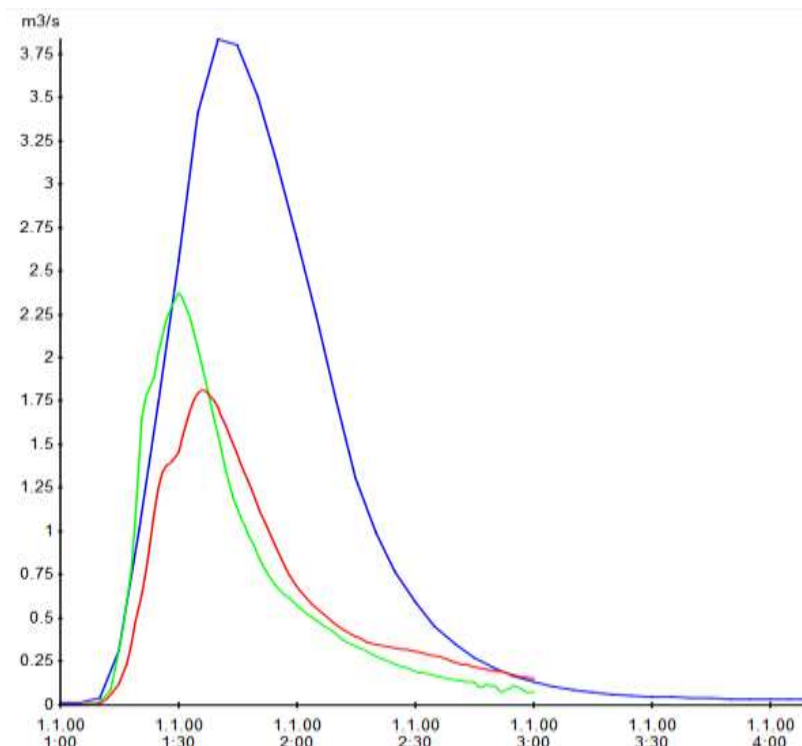
➤ EZG = 0,56 km²

➤ Hq100 = 6.875 l/s/km²

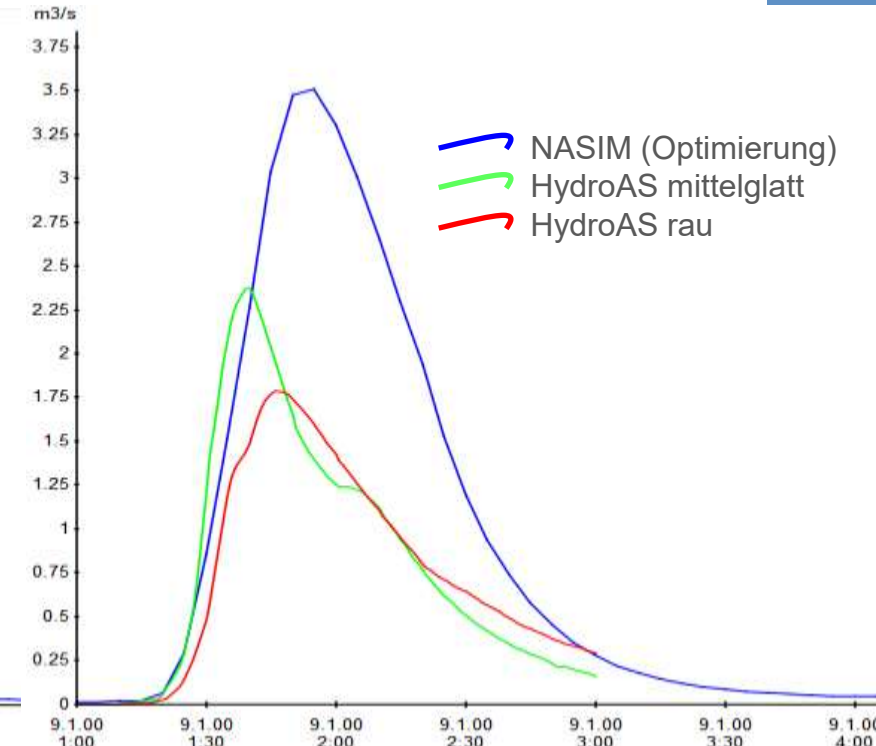
➤ Abflussbeiwert = 51 %

Prüfung der Dauerstufensensitivität:

HN100, D = 30 min



HN100, D = 60 min



Analysestelle 1: Plausibilisierung der N-A-Welle HQ100 an den 2D-Wellen mit HN100 (30 Minuten und 1 Stunde)

Ergebnis Plausibilisierung Analysestelle 2

➤ Zufluss HRB Gartenbach 1

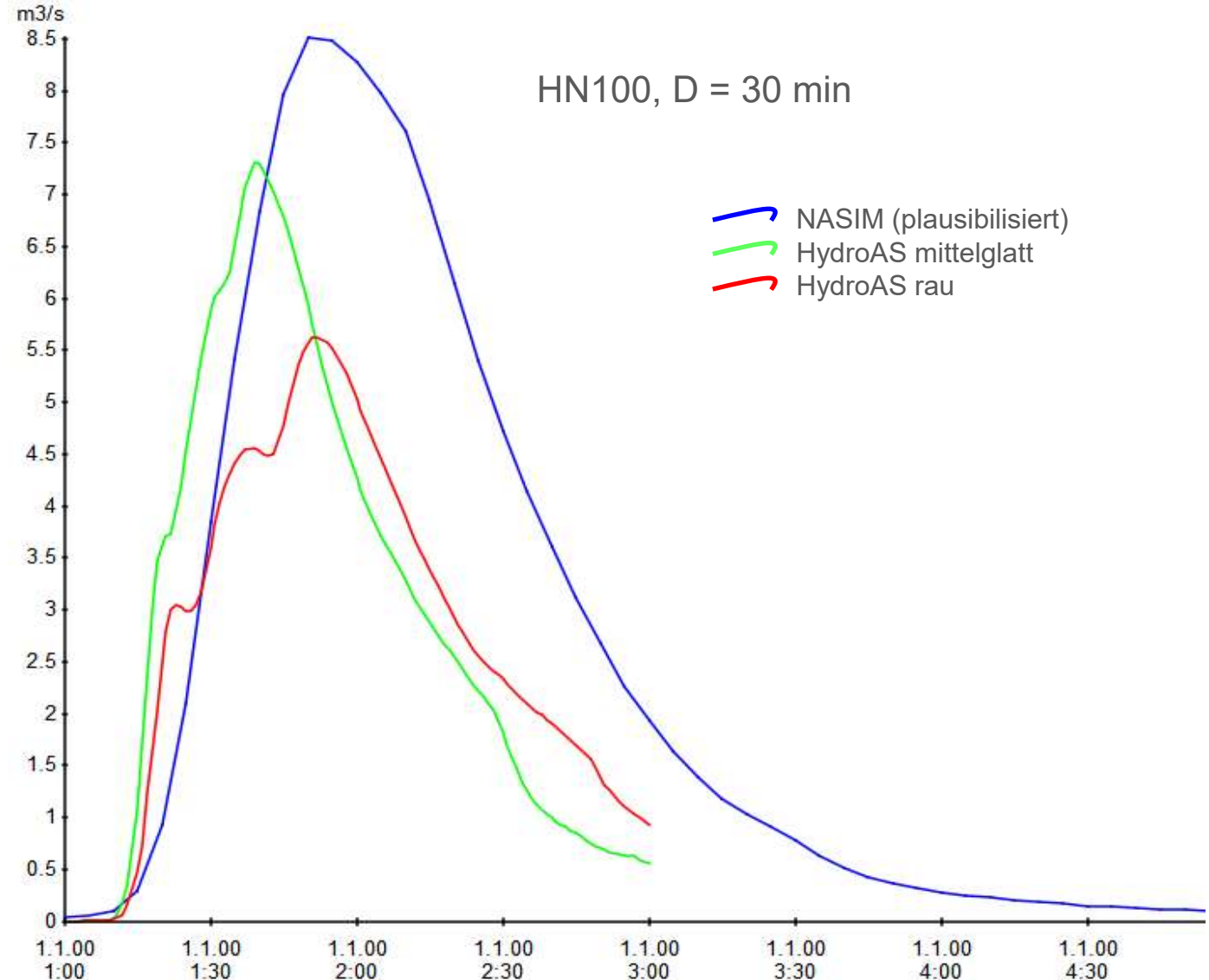
➤ HN100

Dauerstufe	Abflussspitze	Abflussvolumen (oberhalb Qd)
min	m³/s	m³
30	8,52	36.600
45	7,83	35.300
60	7,54	34.800
120	6,60	30.400

➤ EZG = 2,10 km²

➤ Hq100 = 4.065 l/s/km²

➤ Abflussbeiwert = 45 %



Analysestelle 2: Plausibilisierung der N-A-Welle HQ100 an den 2D-Wellen mit HN100 (30 Minuten)

Ergebnis Plausibilisierung Analysestelle 3

➤ Zufluss HRB Weihersbach 1

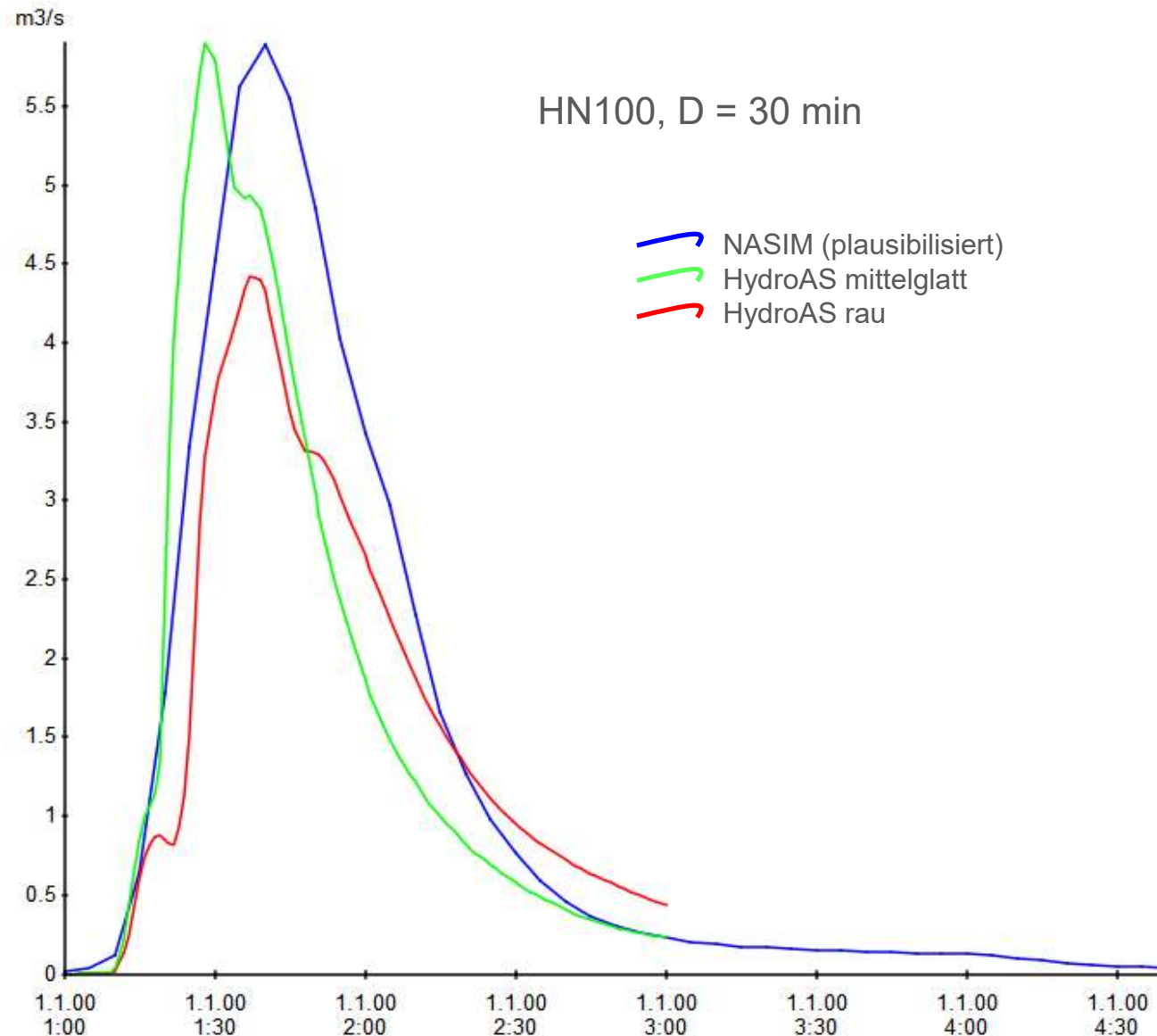
➤ HN100

Dauerstufe	Abflussspitze	Abflussvolumen (oberhalb Qd)
min	m³/s	m³
30	5,89	16.600
45	5,36	16.200
60	5,16	15.900
120	4,39	14.000

➤ EZG = 0,87 km²

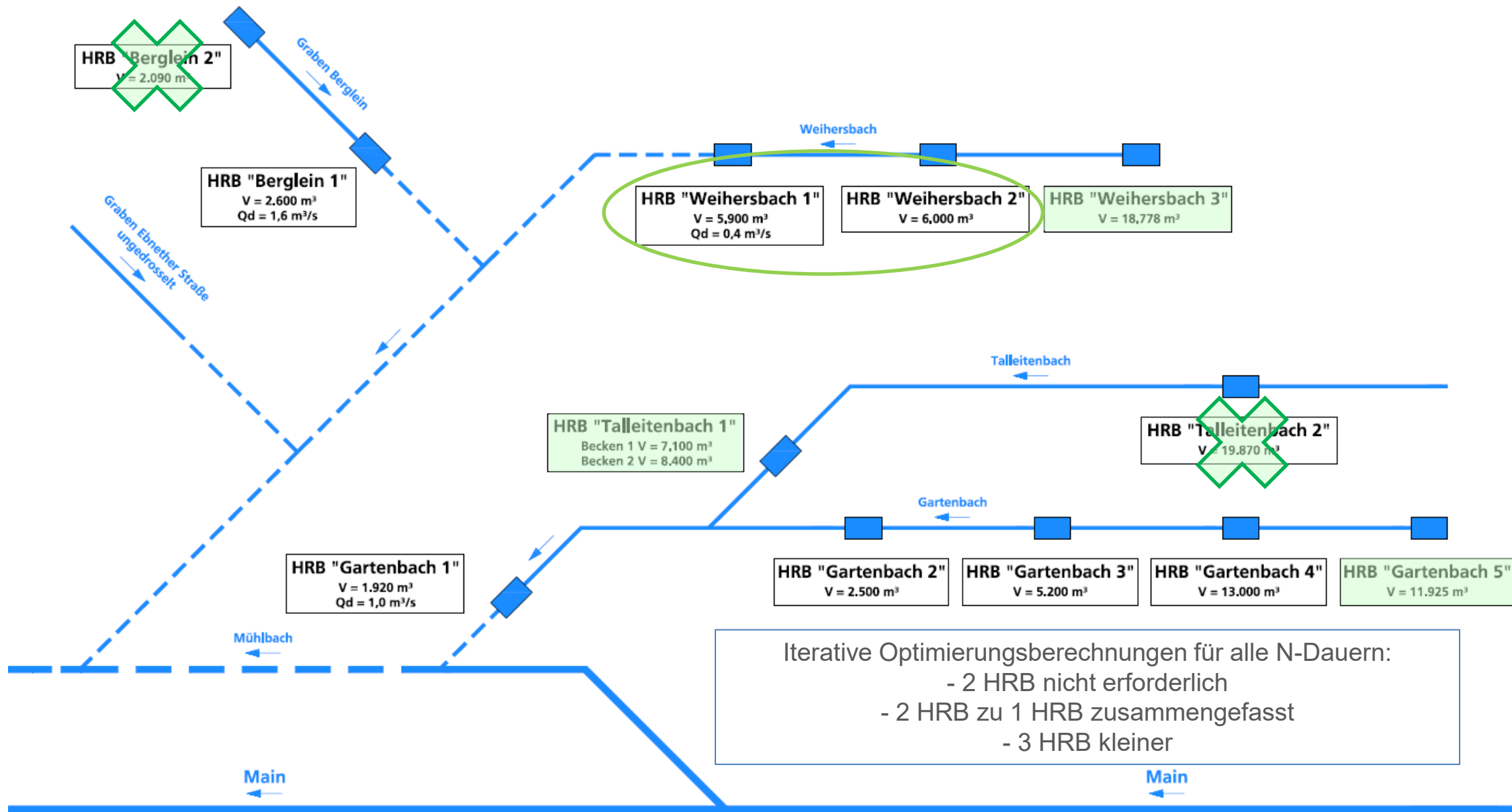
➤ Hq100 = 6.775 l/s/km²

➤ Abflussbeiwert = 48 %



Analysestelle 3: Plausibilisierung der N-A-Welle HQ100 an den 2D-Wellen mit HN100 (30 Minuten)

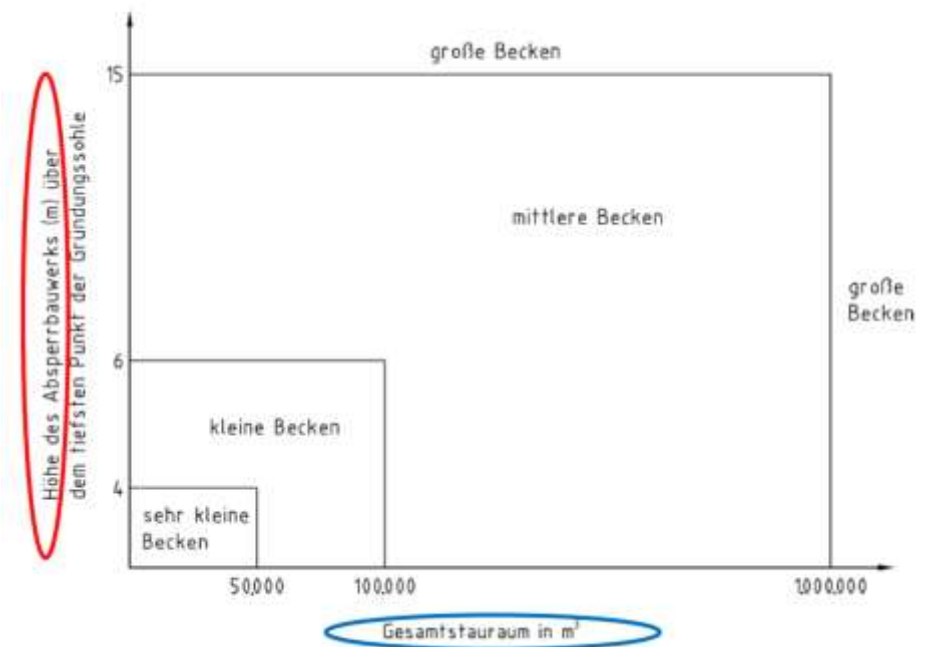
Erforderliche HRB-Standorte für BHQ3=HQ100_{Klima} (HQ100+15%)



Nachweis nach DIN 19700

> Nachweise

- > nach DIN 19700-12 (Hochwasserrückhaltebecken, 2004)
- > nach DWA-Merkblatt 522 (Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken, 2015)
- > → **BHQ1** und **BHQ2** (DIN 19700-12, Tabelle 1)
(HQ mit T = 200, 500, 1.000, 5.000, 10.000 a)
- > Hier war zu beachten (DWA-Merkblatt 522):
„Bei unmittelbar hintereinander liegenden Stauanlagen (Kaskade) ist im Hinblick auf das Gesamtsicherheitsniveau die geometrische Klassifizierung anhand der größten Höhe eines der Absperrbauwerke und des Gesamtvolumens der Stauräume der betrachteten Stauanlagen zu wählen.“
- > Die Extrapolation KOSTRA ist abzustimmen mit den Wasserbehörden
- > Ermittlung des erforderlichen Freibords der HRB (DVWK-M 246)
- > Berücksichtigung der n-1-Regel für BHQ1 (DIN 19700)
- > → Nachweis der HWE durch N-A-Berechnungen mit NASIM und Ermittlung der erforderlichen Dammhöhen der HRB



Quelle: DIN 19700-12, Bild 1

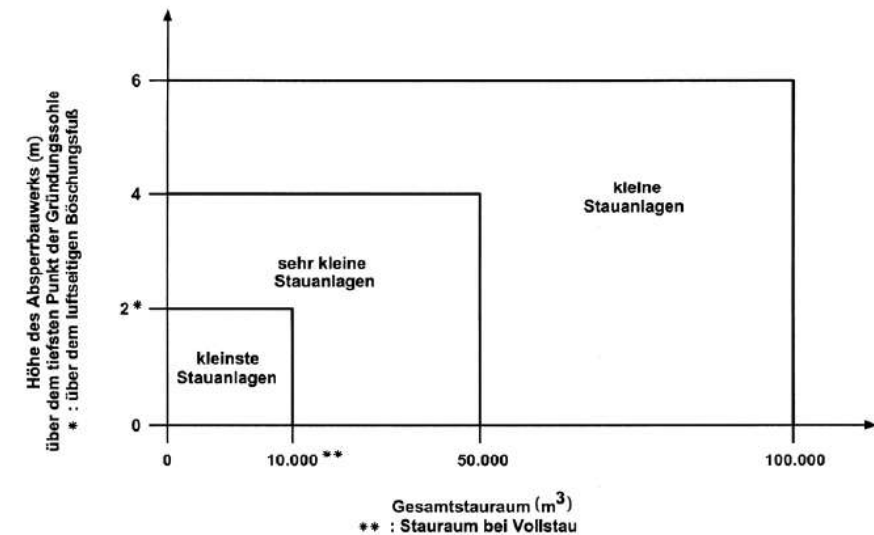


Bild 1: Klassifizierung kleiner Stauanlagen

Quelle: DWA-Merkblatt 522, Bild 1

Modellplausibilisierung von Gebieten ohne Pegel und Nachweis nach DIN 19700

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit