

Können synthetische Niederschlagszeitreihen fehlende Niederschlagsmessungen ersetzen?

– Untersuchung an drei großstädtischen Kanalnetzen –

Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen (SYNOPSE)

NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



INIS



Federal Ministry
of Education
and Research

S. Krämer*), N. Schmidt, S. Maßmann, L. Fuchs, K. Schröder, K.-J. Sympher
S. Rohde, K.-I. Großkopf, A. Kuchenbecker, T. Mosthaf, T. Müller, M. Lorenz, A. Wagner, S.
Wagner, A. Callau, H. Müller, U. Haberlandt



Universität Stuttgart



Leibniz
Universität
Hannover

Veranlassung: Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen

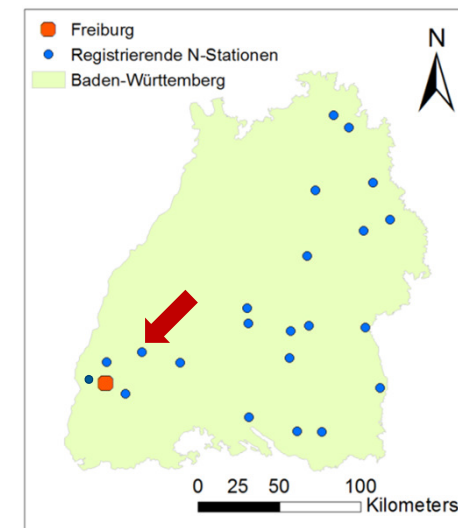
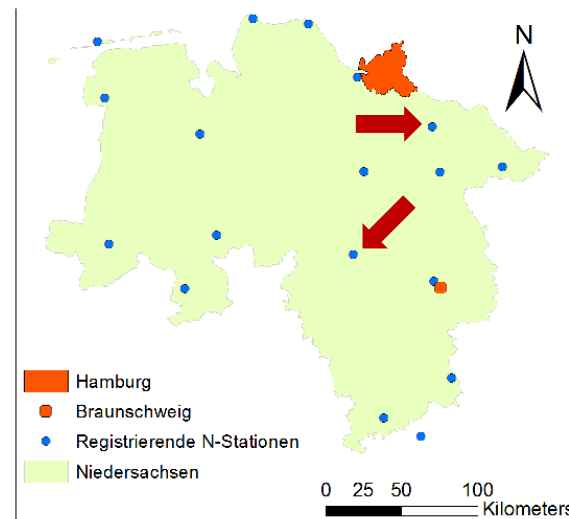
**Empfohlene Überstauhäufigkeiten u.
Mindestdauern von Niederschlagszeitreihen
(DWA A-118)**



Ort	Überstauhäufigkeit	Mindestlänge der Zeitreihe
Ländliche Gebiete	1 in 1 bis 1 in 2 Jahren	10 Jahre
Wohngebiete	1 in 3 Jahren	15 Jahre
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 5 Jahren	20 Jahre
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	Seltener als 1 in 10 Jahren	50 Jahre

Veranlassung: Verfügbarkeit von Niederschlagszeitreihen

Stationen mit Zeitreihen ≥ 10 Jahre des DWD, Zeitschritt $dt = 5$ min



Anzahl Stationen:	17 Regenschreiber	21 Regenschreiber
Mittlere Entfernung:	60 km	46 km
Mittlere Zeitreihenlänge:	18 Jahre	14 Jahre

Ziel: Bereitstellung synthetischer Niederschlagszeitreihen

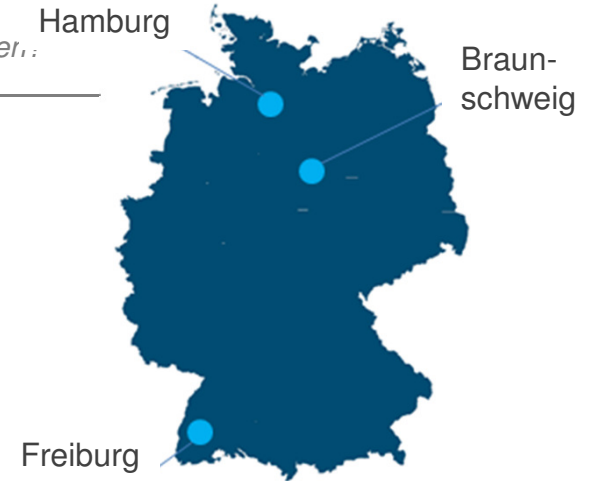
Anforderungen an kontinuierlicher Niederschlagszeitreihen

- unbeobachtete Ortspunkte (Punktniederschläge)
- zeitliche Auflösung $\Delta t = 5$ Minuten
- beliebiger Länge (bis 600 Jahre)

Niederschlagsmodelle

- **Parametrisch Stochastisches N-Modell**
 - Leibniz Universität Hannover (WAWI)
- **Nicht-Parametrisch Stochastisches N-Modell (Niedsim)**
 - Universität Stuttgart (LHG)
- **Dynamisch stochastische Simulation meteorologischer Felder**
 - Universität Augsburg (IGUA)





Untersuchungsgebiete | Niederschlag

	Hamburg	Braunschweig	Freiburg
Klima- und Regenbeobachtung			
Klimacharakter	maritimes Klima	maritim-kontinentales Klima	zentraleuropäisches Übergangsklima
Jahresniederschlag	770 mm	642 mm	908 mm
Referenzzeitreihe	50 Jahre (1961 – 2010)	30 Jahre (1985 – 2014)	20 Jahre (1995 – 2014)

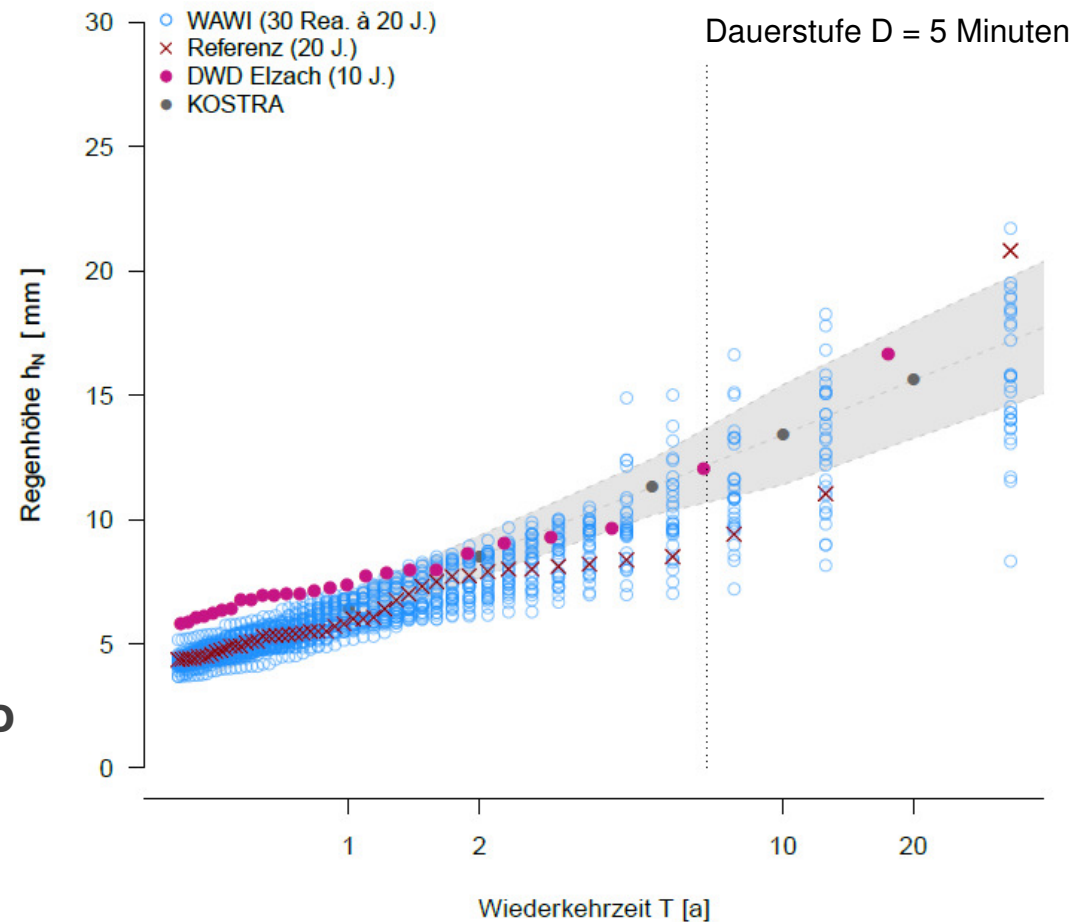
Ergebnisse | Niederschlag (Beispiel Freiburg)

Statistische Einordnung

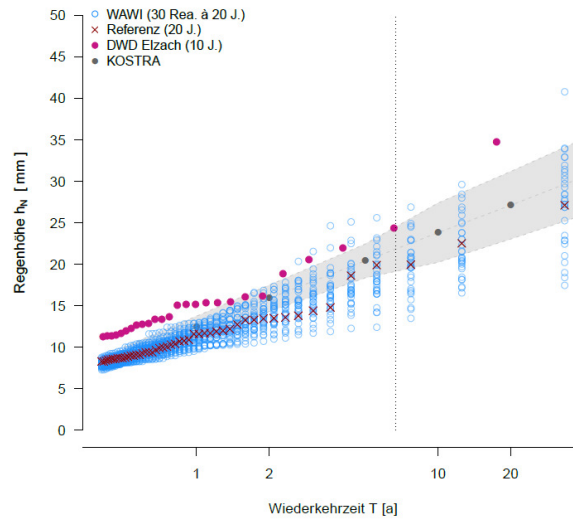
- **DWA A-531**
 - partielle Serien
 - relevante Dauerstufen

Referenzen

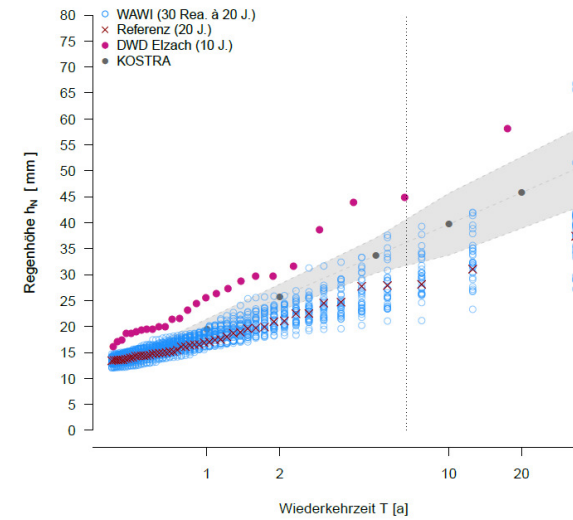
- **Zeitreihe in Freiburg**
 - (20 Jahre.)
- **Statistische Werte aus KOSTRA-DWD**
- **Benachbarte DWD-Station**
 - Praxisszenario, mittlere Entfernung (hier 40 km)



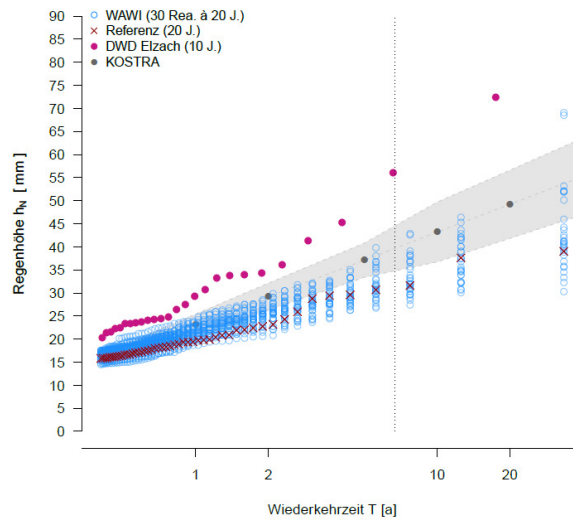
Dauerstufe = 15 Minuten



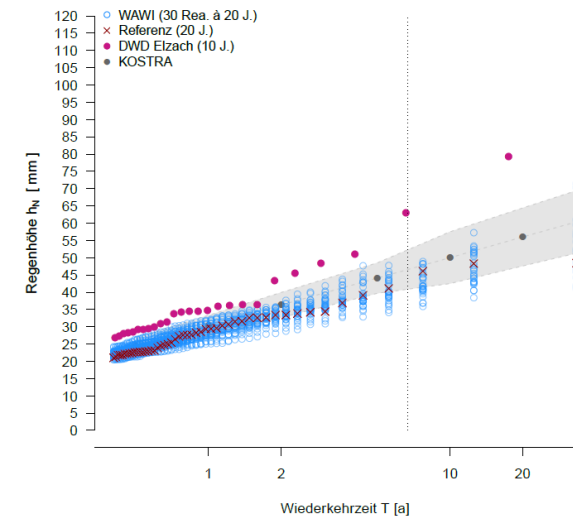
Dauerstufe = 60 Minuten



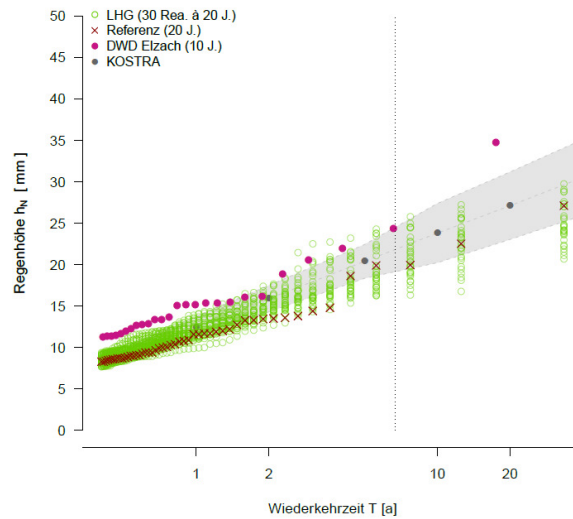
Dauerstufe = 120 Minuten



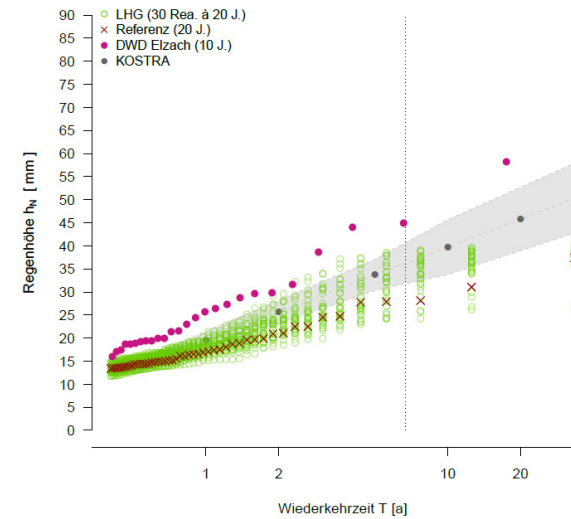
Dauerstufe = 360 Minuten



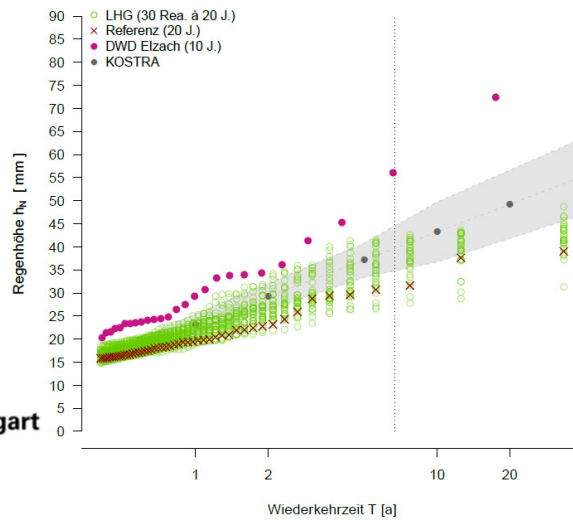
Dauerstufe = 15 Minuten



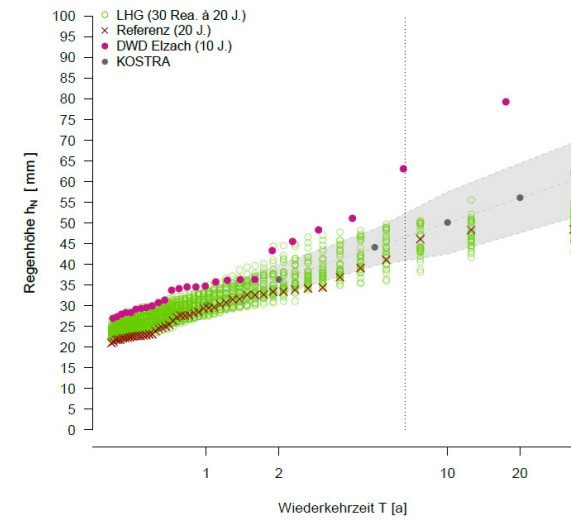
Dauerstufe = 60 Minuten



Dauerstufe = 120 Minuten



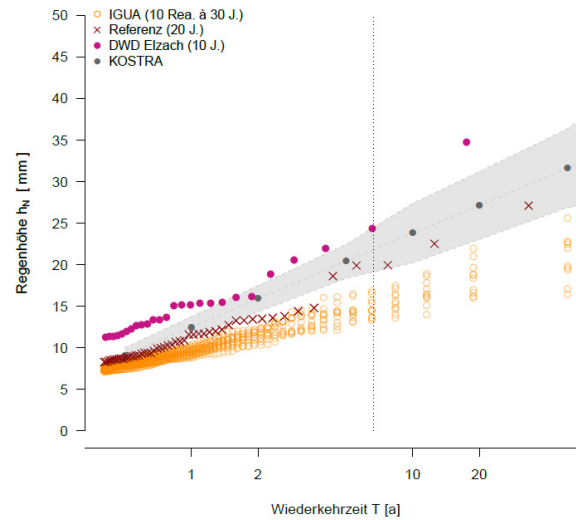
Dauerstufe = 360 Minuten



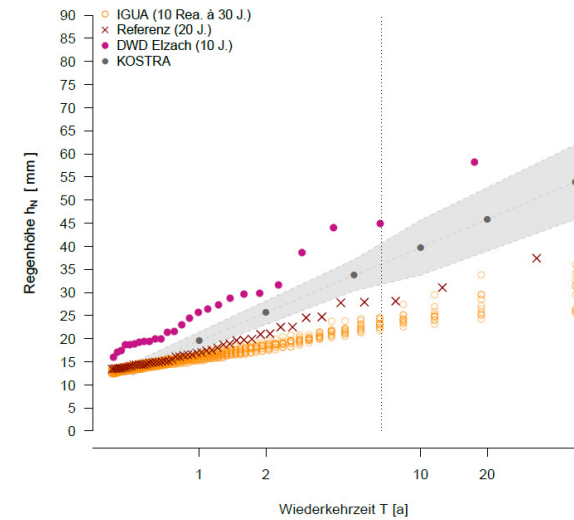
Universität Stuttgart



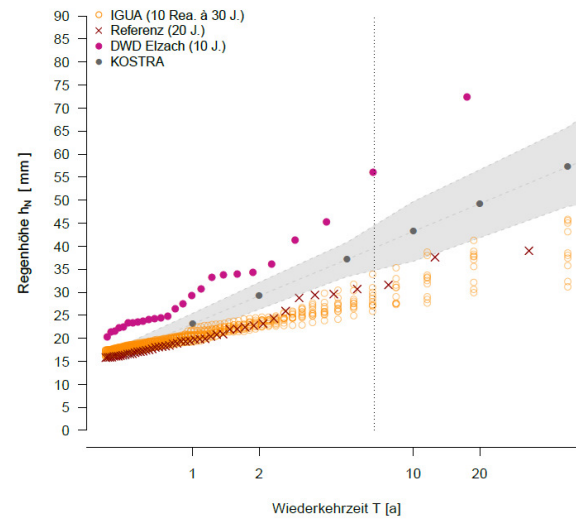
Dauerstufe = 15 Minuten



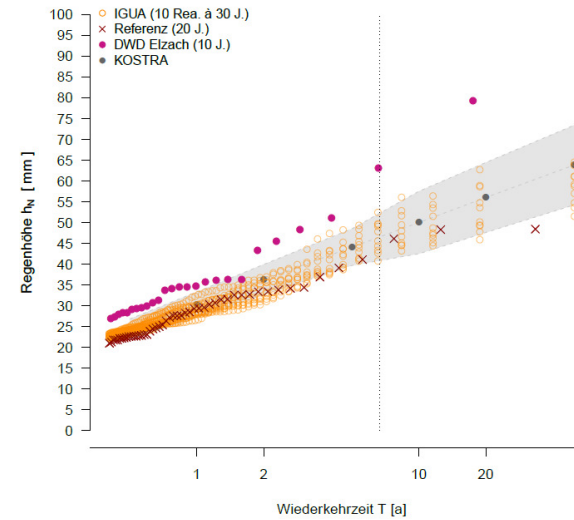
Dauerstufe = 60 Minuten

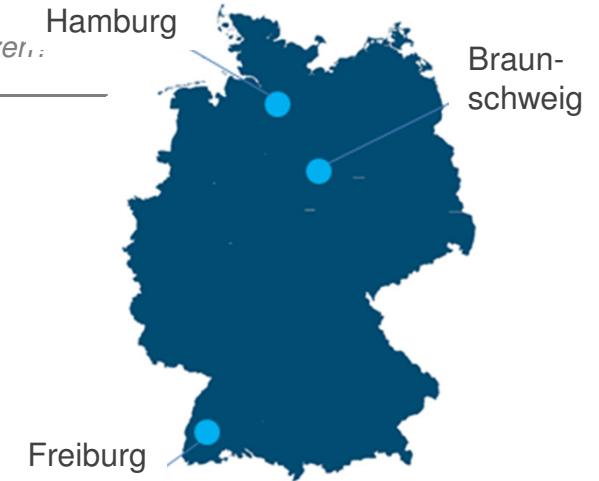


Dauerstufe = 120 Minuten



Dauerstufe = 360 Minuten





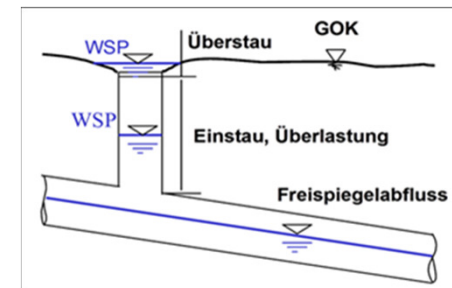
Untersuchungsgebiete | Kanalnetze

	Hamburg	Braunschweig	Freiburg
Entwässerungssystemart	Mischsystem	Mischsystem	Misch- und Trennsystem
Länge [km]	1.729 (Teilsystem)	278 (Teilsystem)	794 (Gesamtsystem)
Anzahl der Schächte [-]	24.464	6.303	22.664
Versiegelte Fläche [ha]	4.135	379	1.546
Höhendifferenz [m]	45	27	284
Simulationssoftware	HYSTEM-EXTRAN	++SYSTEMS	HYSTEM-EXTRAN

Überstaunachweis

Langzeitseriensimulation

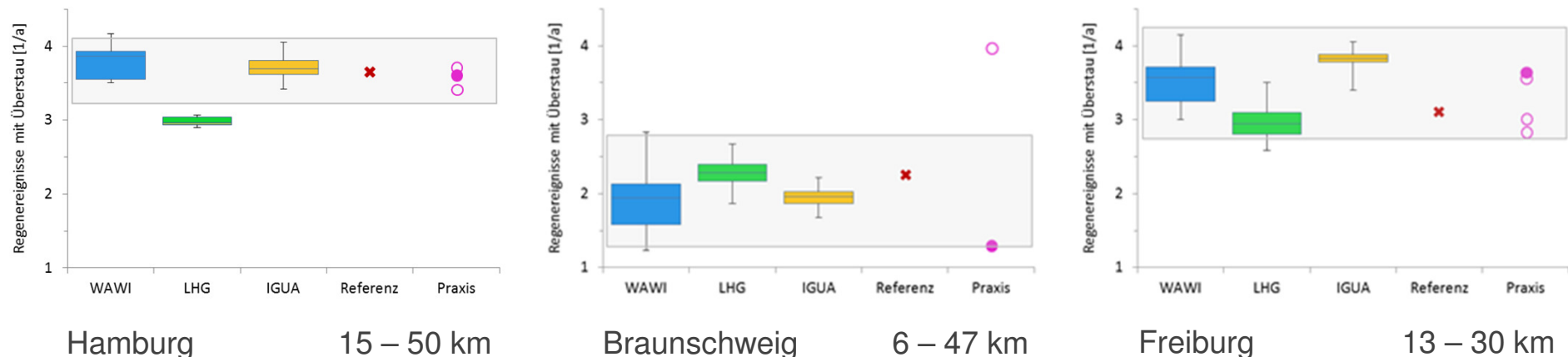
- Auswahl von Regenereignissen für relevante Dauerstufen
- Hydrologisch-hydrodynamische N-A Simulation
- Auswertung der Schächte mit Überstau
 - Schächte > 1,5 m³ Überstauvolumen



Niederschlagsbelastungsszenarien

- Synthetische Zeitreihen (600 J. | 600 J. | 300 J.)
- Referenzzeitreihe im Stadtgebiet (HH: 50 J., BS: 30 J., FR: 20 J)
- Benachbarte DWD-Stationen (Praxisszenario)
 - Mittlere Entfernung (ca. 60 bzw. 30 km)

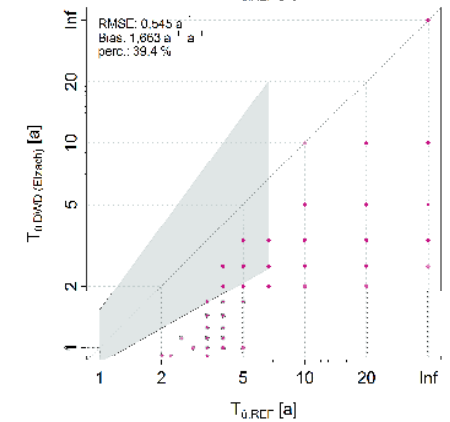
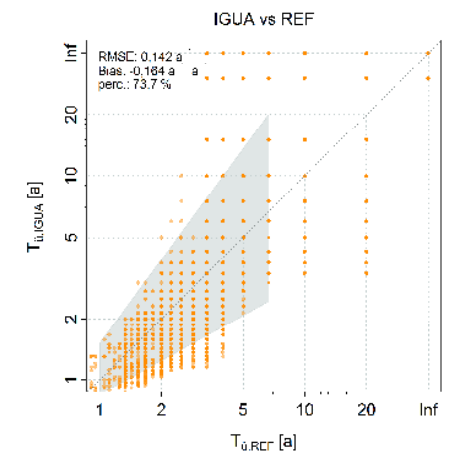
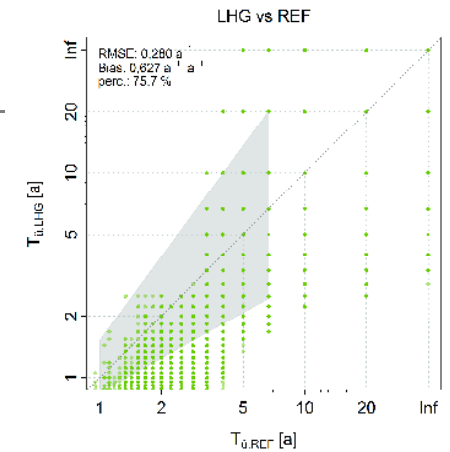
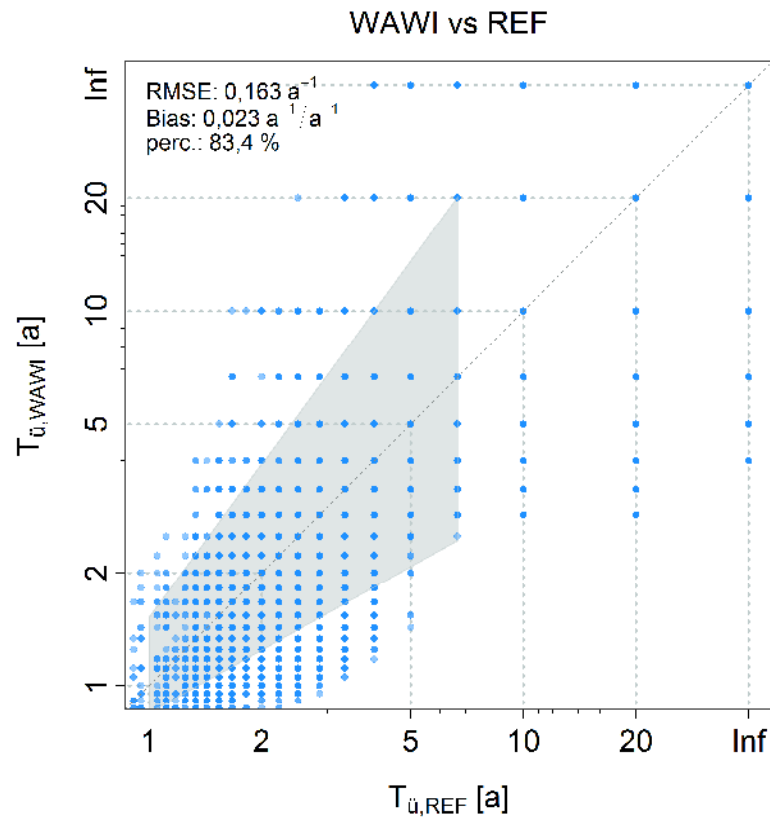
Ergebnisse | Mittlere Anzahl Ereignisse mit Überstau



Grau: Unsicherheitsbandbreite der Simulationsergebnisse der Referenzzeitreihe (Jahresergebnisse)

- Bootstrapping - Verfahren:
 - 1000 Stichproben generiert durch Ziehen mit Zurücklegen
 - Betrachtung des 90% Konfidenzintervalls

Ergebnisse | Schächte mit Überstau



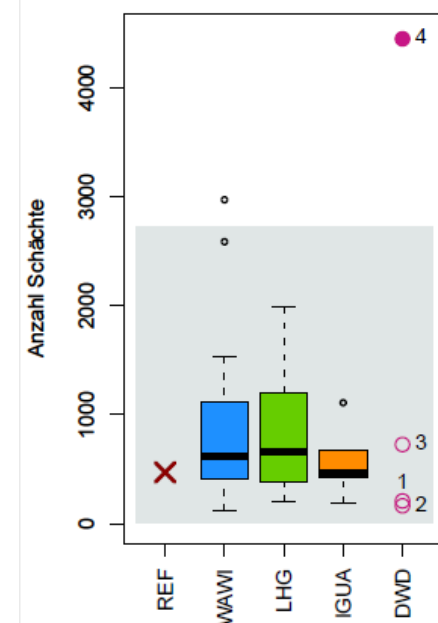
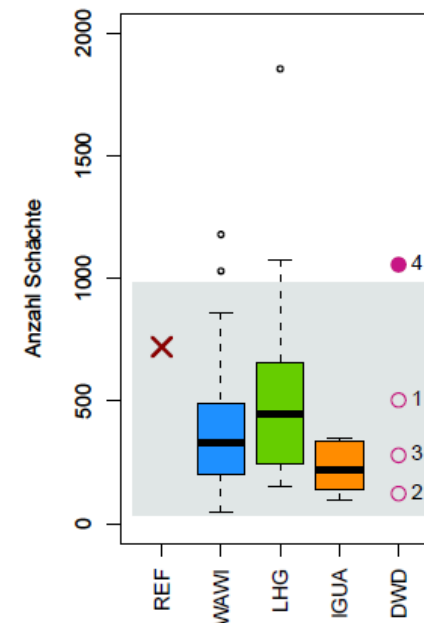
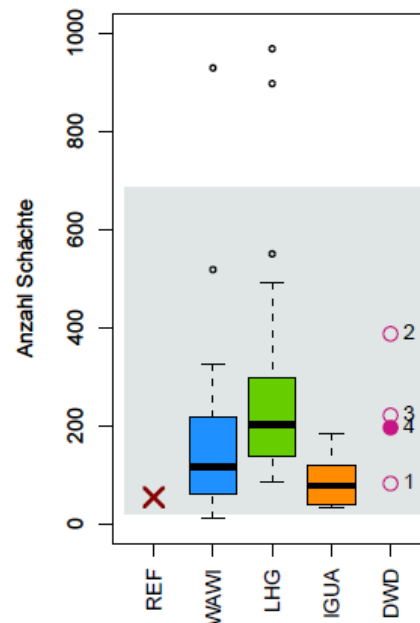
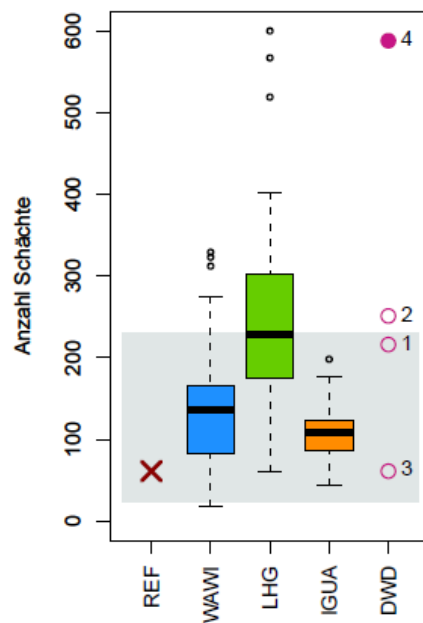
Ergebnisse | Schächte mit Überstau (Freiburg)

1 in 1 bis 1 in 2 J.

1 in 3 Jahren

1 in 2 Jahren

1 in 10 Jahren



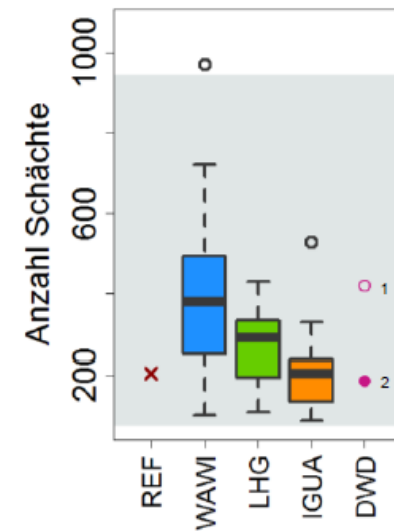
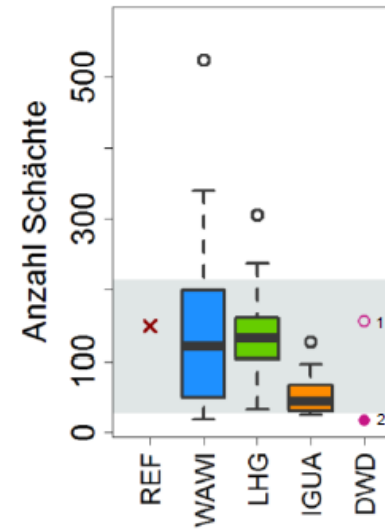
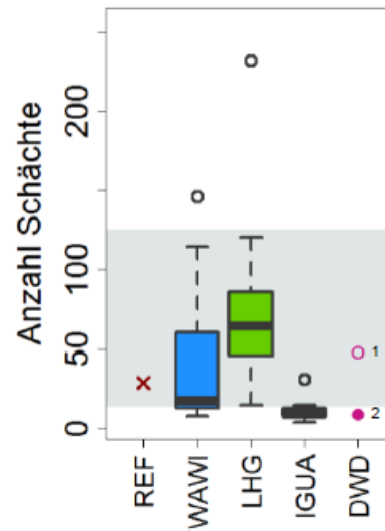
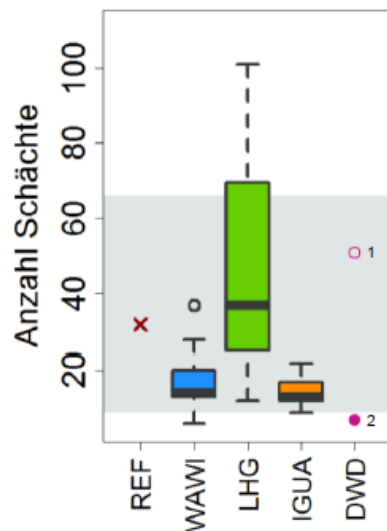
Ergebnisse | Schächte mit Überstau (Braunschweig)

1 in 1 bis 1 in 2 J.

1 in 3 Jahren

1 in 5 Jahren

1 in 10 Jahren



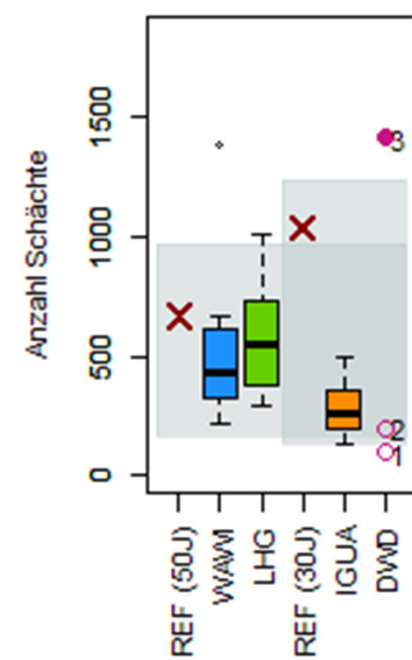
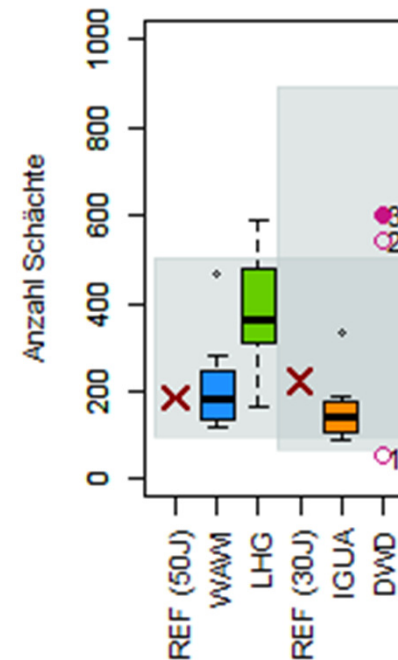
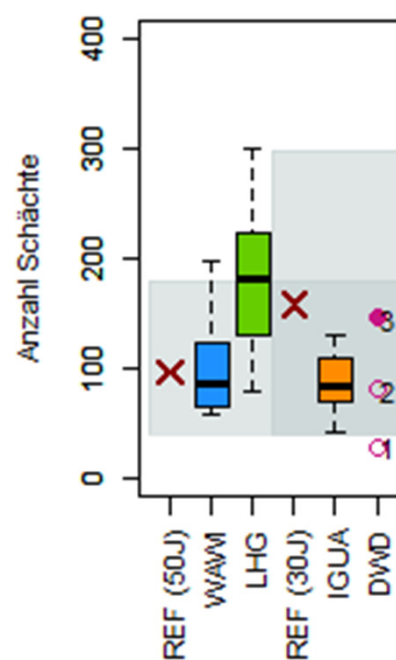
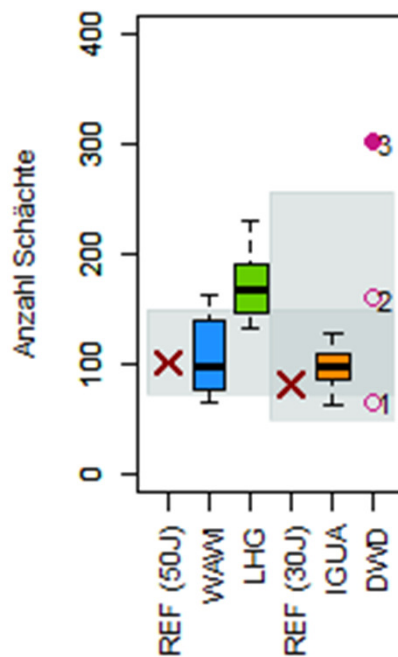
Ergebnisse | Schächte mit Überstau (Hamburg)

1 in 1 bis 1 in 2 J.

1 in 3 Jahren

1 in 5 Jahren

1 in 10 Jahren

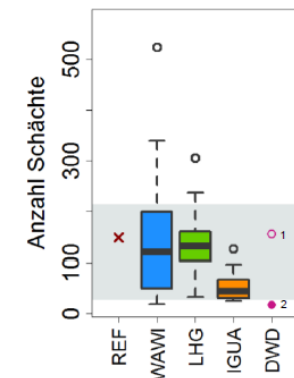


Schlussfolgerungen

Können synthetische Niederschlagszeitreihen fehlende Niederschlagsmessungen ersetzen?

■ Synthetische Zeitreihen zeigen

- eine gute Übereinstimmungsbandbreite zur Referenz und
- im Vergleich zu einer entfernten Station (Praxisszenario) einer geringere Abweichung
- Konsistenz von niederschlags- und abflusseitigen Ergebnissen



■ Dies gilt für verschiedene Zielsetzungen:

- Bemessungsereignisse bzw. Häufigkeiten im Bereich 1 in 1 Jahr – 1 in 10 Jahren
- häufige Ereignisse im Rahmen kontinuierlicher Schmutzfrachtberechnungen

Schlussfolgerungen

Können synthetische Niederschlagszeitreihen fehlende Niederschlagsmessungen ersetzen?

■ Aber: große Bandbreite von Ergebnissen

- 600 Jahre synthetische Zeitreihe versus 20 – 50 Jahre Referenzzeitreihe
- Notwendigkeit der Simulation einer größeren Stichprobe synthetischer Zeitreihen

■ Kommunikation der Ergebnisbandbreite

- Ergebnisse benachbarter Messstationen zeigen eine große natürliche Bandbreite, die durch die synthetische Zeitreihen abgebildet wird.
- Eine nachhaltige Planung sollte diese natürliche Ergebnisbandbreite sachgerecht berücksichtigen.

Die Projektpartner bedanken sich für die Förderung des Projektes Synopse durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



INIS



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit !**

Kontakt: s.kraemer@itwh.de