

**AQUA URBANICA 2015** und  
**90. Siedlungswasserwirtschaftliches Kolloquium**  
des ISWA der Universität Stuttgart

**Wasser - Schutz - Mensch**



**Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale  
Planung und den Betrieb von  
Stadtentwässerungssystemen – Das Projekt SYNOPSE**

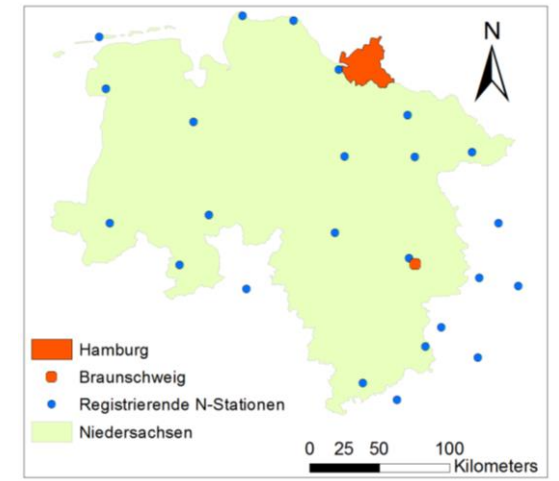
**S. van der Heijden**, U. Haberlandt, A. Callau, H. Müller, T. Müller, T. Mosthaf,  
J. Seidel, A. Bárdossy, M. Lorenz, A. Wagner, S. Wagner, H. Kunstmann,  
S. Rohde, K.-I. Großkopf, A. Kuchenbecker, G. Hennings, K. Schroeder,  
A. Schaller, K.-J. Sympher, S. Maßmann, S. Krämer, M. Schönfeld, L. Fuchs

# Gliederung

1. Motivation
2. Das Projekt SYNOPSE
3. Modelle und Modellgebiete
4. Bisherige Ergebnisse
5. Schlussfolgerungen

# Motivation

- Komplexe Systeme in der Stadtentwässerung mit komplexe Fragestellungen (Bewirtschaftung, Risikoabschätzung, Klimawandel)
- Einfache Bemessungsniederschläge nicht ausreichend, NA-Simulation mit zeitlich hochaufgelösten Niederschlagsreihen sind nötig
- Beobachtete Zeitreihen zu kurz und an wenigen Orten
- Folge: Intelligente Planungskonzepte werden mit unsicheren oder ungeeigneten N-Daten durchgeführt und werden unwirtschaftlich und wenig nachhaltig



## Motivation (2)

- Alternative: Generierung synthetischer Niederschlagszeitreihen
- Basieren auf beobachteten Daten, die Charakteristiken der gemessenen Zeitreihen werden nachgebildet
- Können mit beliebiger Länge und für unbeobachtete Orte erzeugt werden
- Verschiedene Methoden verfügbar
- Aber: bisher kein einheitliches Verfahren (insbesondere mit 5-min-Auflösung)

# SYNOPSIS - Projektpartner

- **Wissenschaftliche Einrichtungen:**

1. Prof. U. Haberlandt, Uni Hannover, Inst. für Wasserwirtschaft, (WAWI)
2. Prof. A. Bárdossy, Uni Stuttgart, Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie (LHG)
3. Prof. H. Kunstmann, Lehrstuhl für Regionales Klima und Hydrologie, Institut für Geographie, Universität Augsburg (IGUA)



- **Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)**

4. Dr. L. Fuchs, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover (ITWH)
5. Dipl.-Ing. K.-J. Sympher, Dr.-Ing. Pecher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin (PP)



- **Einrichtungen von Kommunen und Ländern und Betreiber i.d.A. :**

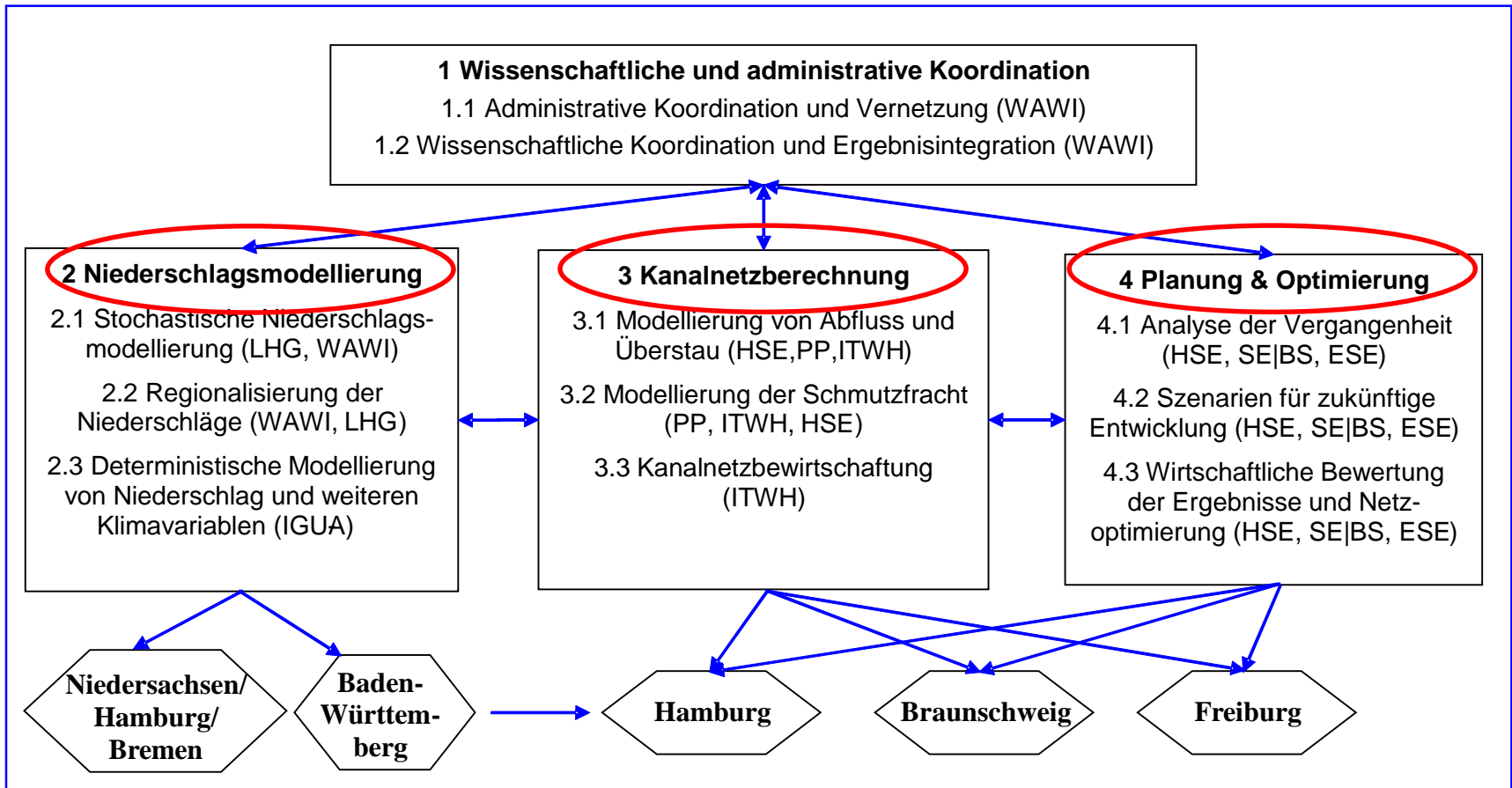
6. M.Sc. S. Rohde, Hamburger Stadtentwässerung, (HSE)
7. Dipl.-Ing. A. Hartmann, Stadtentwässerung Braunschweig, (SE|BS)
8. Dipl.-Ing. J. Bolder, Eigenbetrieb Stadtentwässerung Freiburg (ESE)



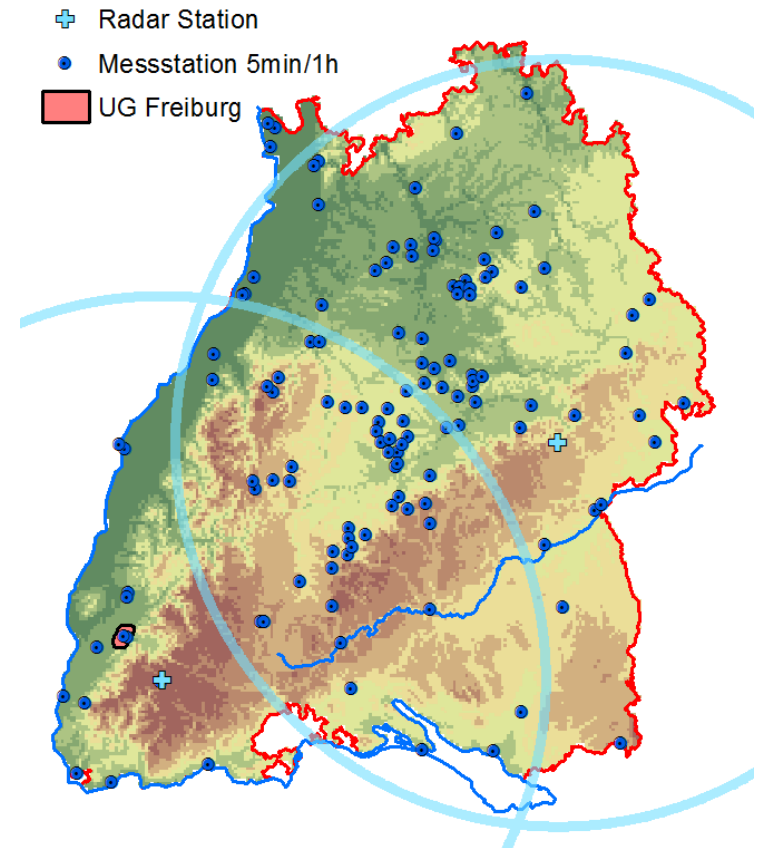
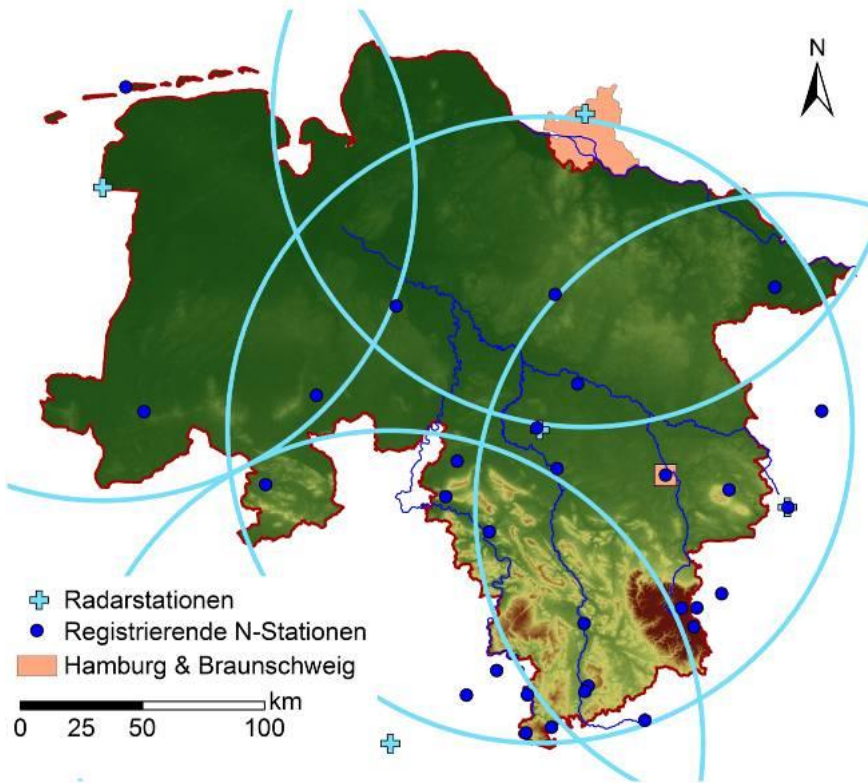
# SYNOPSIS - Zielstellung

1. (Weiter-)Entwicklung von Niederschlagsmodellen zur Erzeugung synthetischer Regenreihen für die Stadtentwässerung (5-min-Auflösung)
2. Vergleich unterschiedlicher Verfahren zur Erzeugung synthetischer Niederschläge hinsichtlich ihrer Eignung für
  - a) Überstaunachweis
  - b) Schmutzfrachtberechnung
  - c) Kanalnetzbewirtschaftung
3. Einzelzeitreihen und mit räumlichem Zusammenhang

# SYNOPSIS - Projektstruktur



# Untersuchungsgebiete






Untersuchungsgebiete Niedersachsen und Baden-Württemberg mit den Modellstädten Hamburg, Braunschweig und Freiburg



# Modelle - Niederschlag

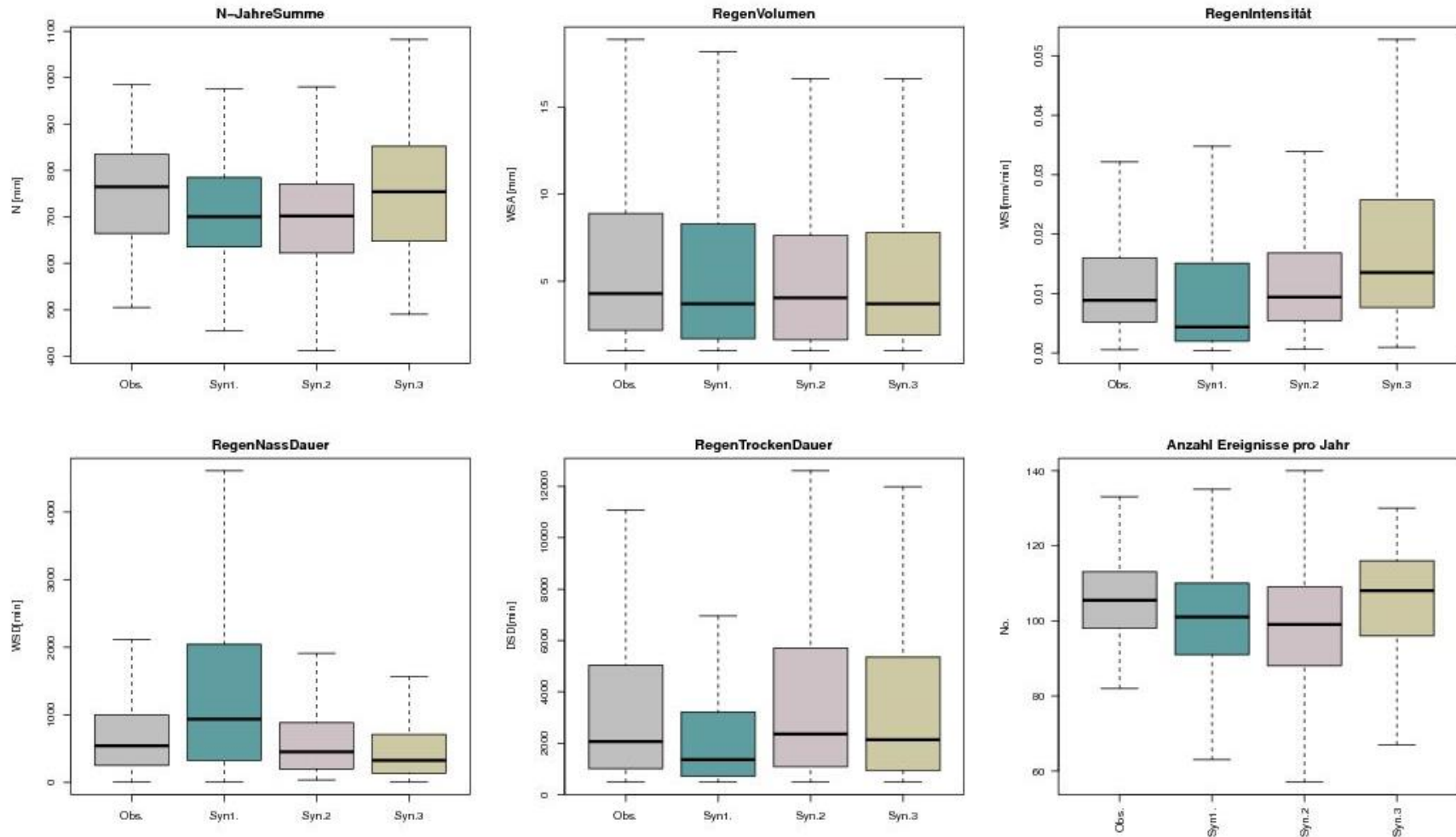
Überblick	<b>IGUA</b> Universität Augsburg	<b>LHG</b> Universität Stuttgart	<b>WAWI</b> Leibniz Universität Hannover
	Dynamisch-stochastische Modellierung meteorologischer Felder (Skamarock <i>et al.</i> , 2008).	nicht-parametrisches Resampling probabilistisch generierter Basisdaten (Bárdossy, 1998).	parametrisches Modell - Parameterschätzung anhand von beobachteten Punktniederschlägen (Haberlandt <i>et al.</i> , 2008).
Struktur der Modelle			
Regionalisierung	Direkt von der regionalen Klimamodellierung (RCM)	Räumliche Interpolation von $p_i$ und $\sigma_i$ mit External Drift Kriging auf ein 1km x 1km Raster	Räumliche Interpolation von LM's mit External Drift Kriging auf ein 1km x 1km Raster

# Modelle - Kanalnetze

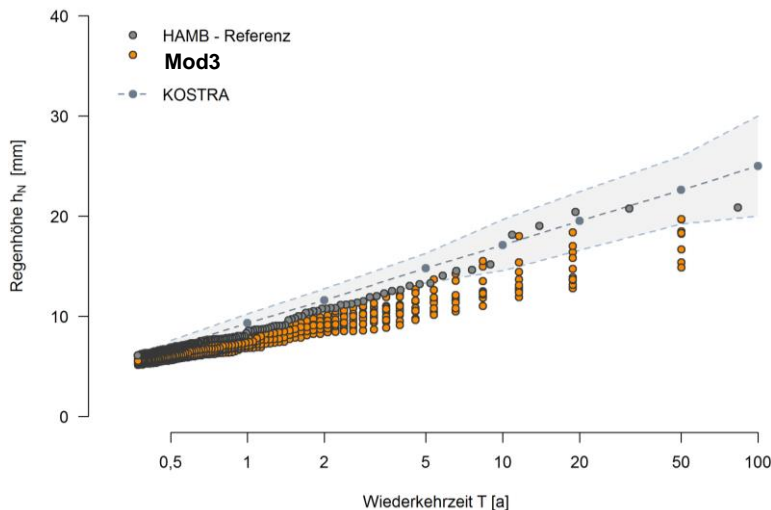
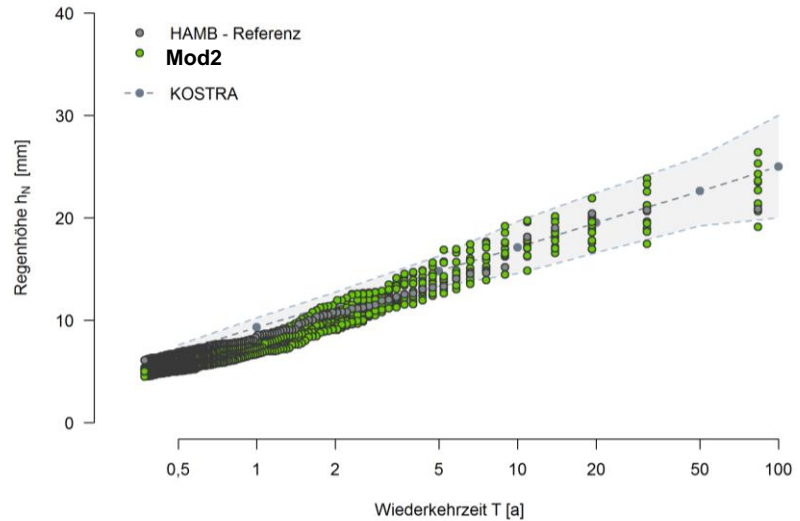
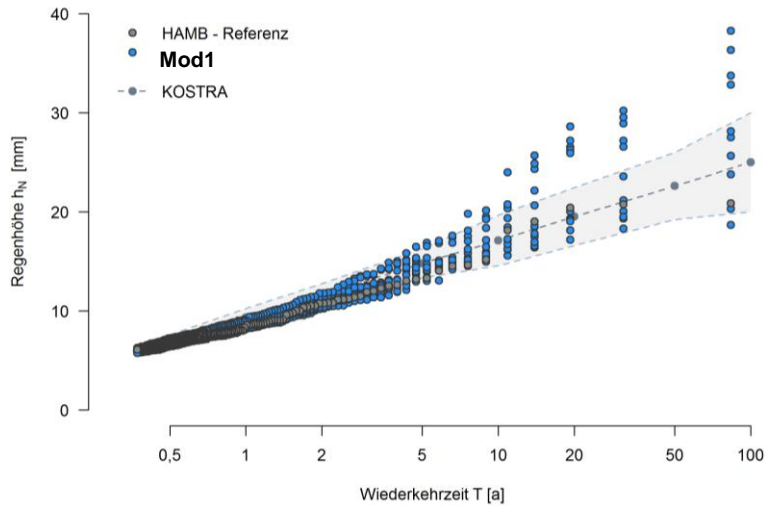
Standort	Braunschweig	Freiburg	Hamburg
Betreiber			
Klima	Übergang maritim-kontinental	Zentraleuropäisches Übergangsklima	Maritim
Mittlerer jährlicher Niederschlag	618 mm	908 mm	770 mm
Betrachtete Kanalnetze	Stadtzentrum: 278 km	Stadtgebiet: 794 km	Stadtzentrum: 1.729 km Harburg: 168 km
Modellierungs- Software	++SYSTEMS	Hystem-Extran KOSIM	Hystem-Extran
Referenz- Niederschlagsreihe	30 Jahre 1985-2014	20 Jahre 1995-2014	50 Jahre 1961-2010

# Ergebnisse – N-Mittelwerte

Station: Hamburg



# Ergebnisse – N-Extremwerte

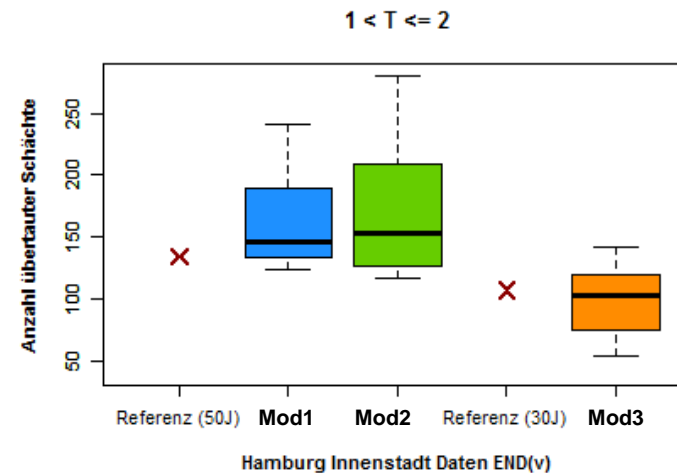
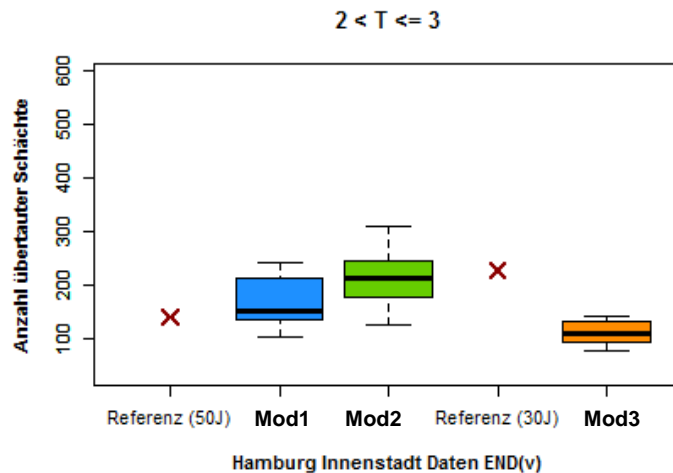
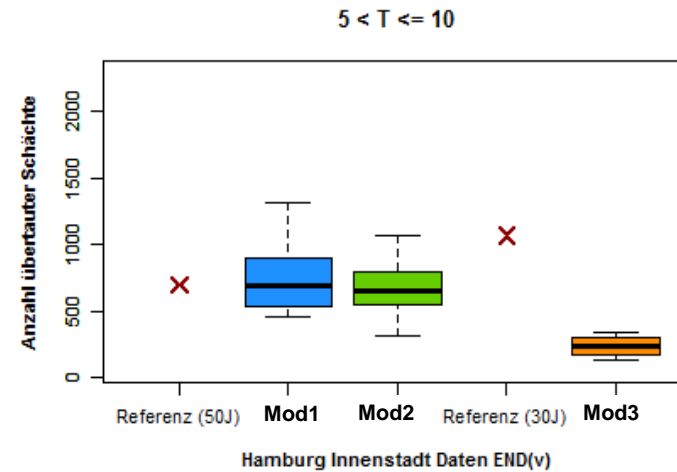
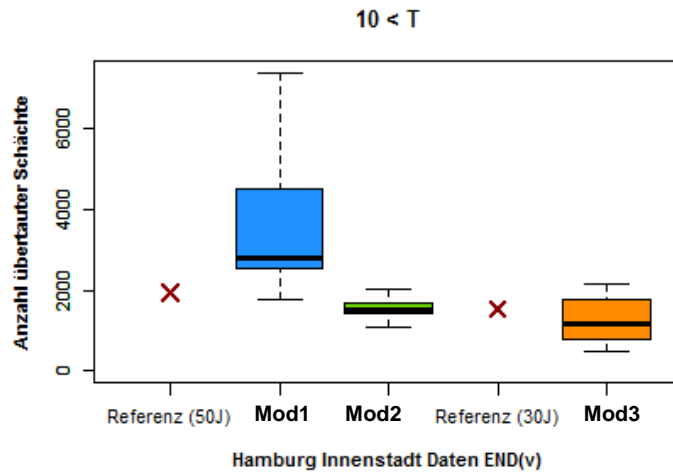


Niederschlag Hamburg R032

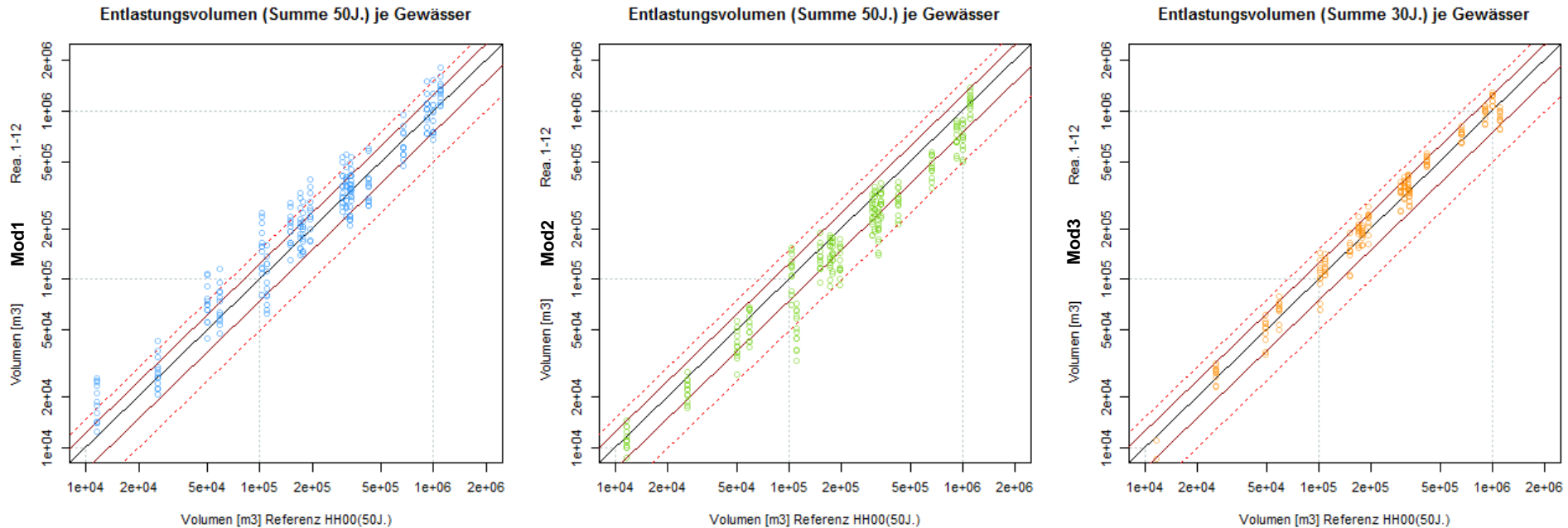
Partielle Serie D=15 min

Simulation (12 Realisationen x  
50 a) vs. Beobachtung (50 a)

# Ergebnisse - Überstau



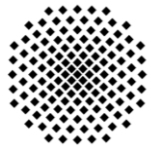
# Ergebnisse - Entlastung



# Schlussfolgerungen

1. Niederschlagsmodelle haben Praxisreife erreicht
2. Unterschiedliche Ansätze sind geeignet und liefern gute Ergebnisse für die univariate Modellierung
3. Die Simulationsgüte ist allgemein für Schmutzfrachtberechnungen besser als für Überstauermittlung
4. Kanalnetzmodellierung gibt unverzichtbare Hinweise für die Anpassung der Niederschlagsmodelle
5. Verbesserungsbedarf besteht weiterhin für die Nachbildung der Extremwerte, die multivariate Modellierung und die Regionalisierung

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



**Universität Stuttgart**



**Kontakt: [vdheijden@iww.uni-hannover.de](mailto:vdheijden@iww.uni-hannover.de)**