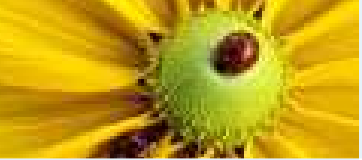

**Abflussvorhersage nach einer Warnung vor Starkniederschlag oder
Schneesmelze
mit Betrachtungen zur Unsicherheit**

D. Reusser
Universität Potsdam , Institut für Geoökologie

OPAQUE Workshop, November 2008



Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Einleitung

Abflussvorhersagen sind unsicher

Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Vorhersagen sind nicht perfekt
- Entscheidung schwierig (es gibt keine Maßnahmen mit 30% Wahrscheinlichkeit)
- Konflikt zwischen eindeutiger Entscheidung und unsicherer Vorhersage
- Wann bringt eine explizite Betrachtung von Unsicherheiten Vorteile?
- Wie sind Unsicherheiten sinnvoll zu betrachten?





Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung



Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

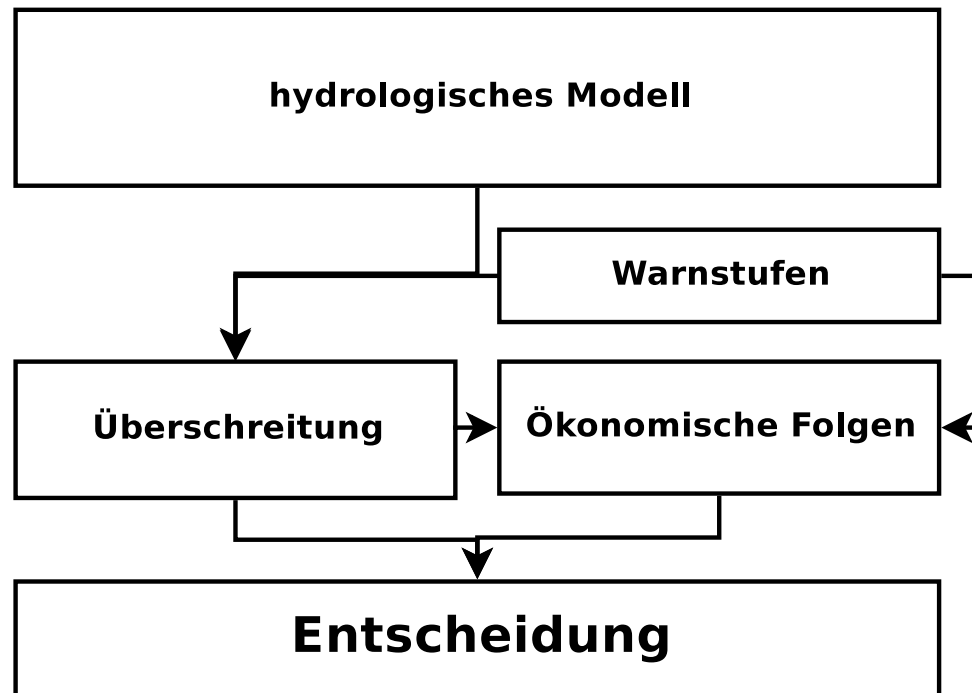
Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

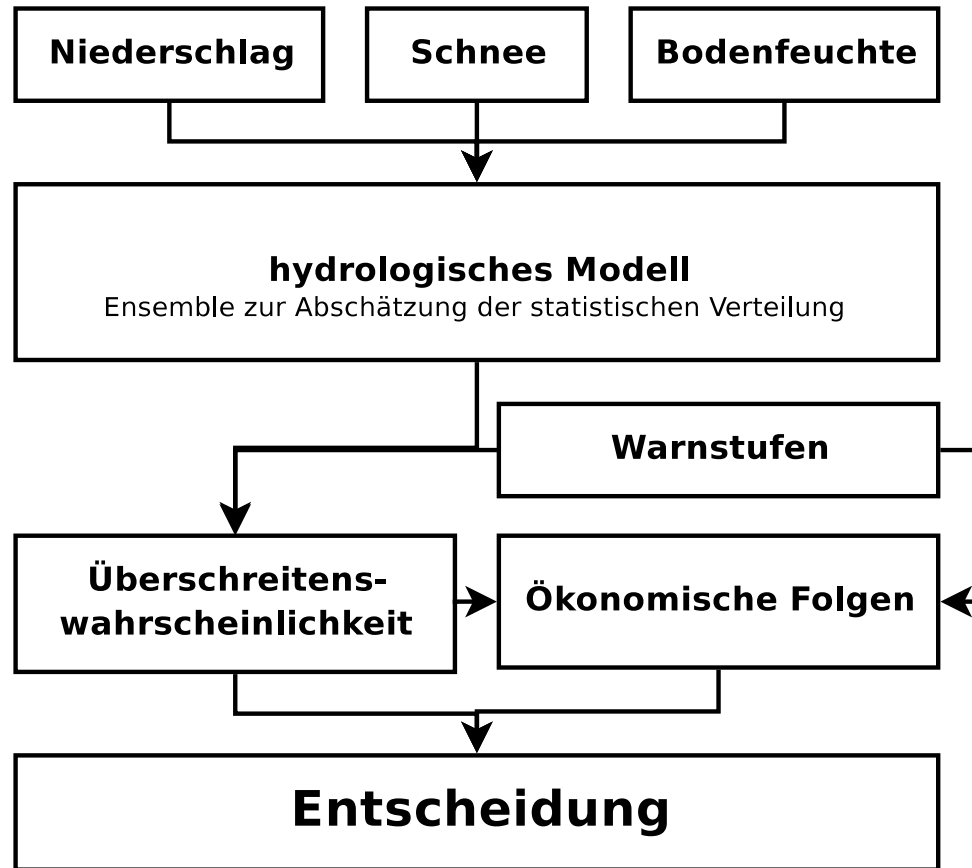
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung



Vorhersagesystem



Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung



Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:

Datenunsicherheit

Analyse von

Unterschieden

Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:

Modellstruktur

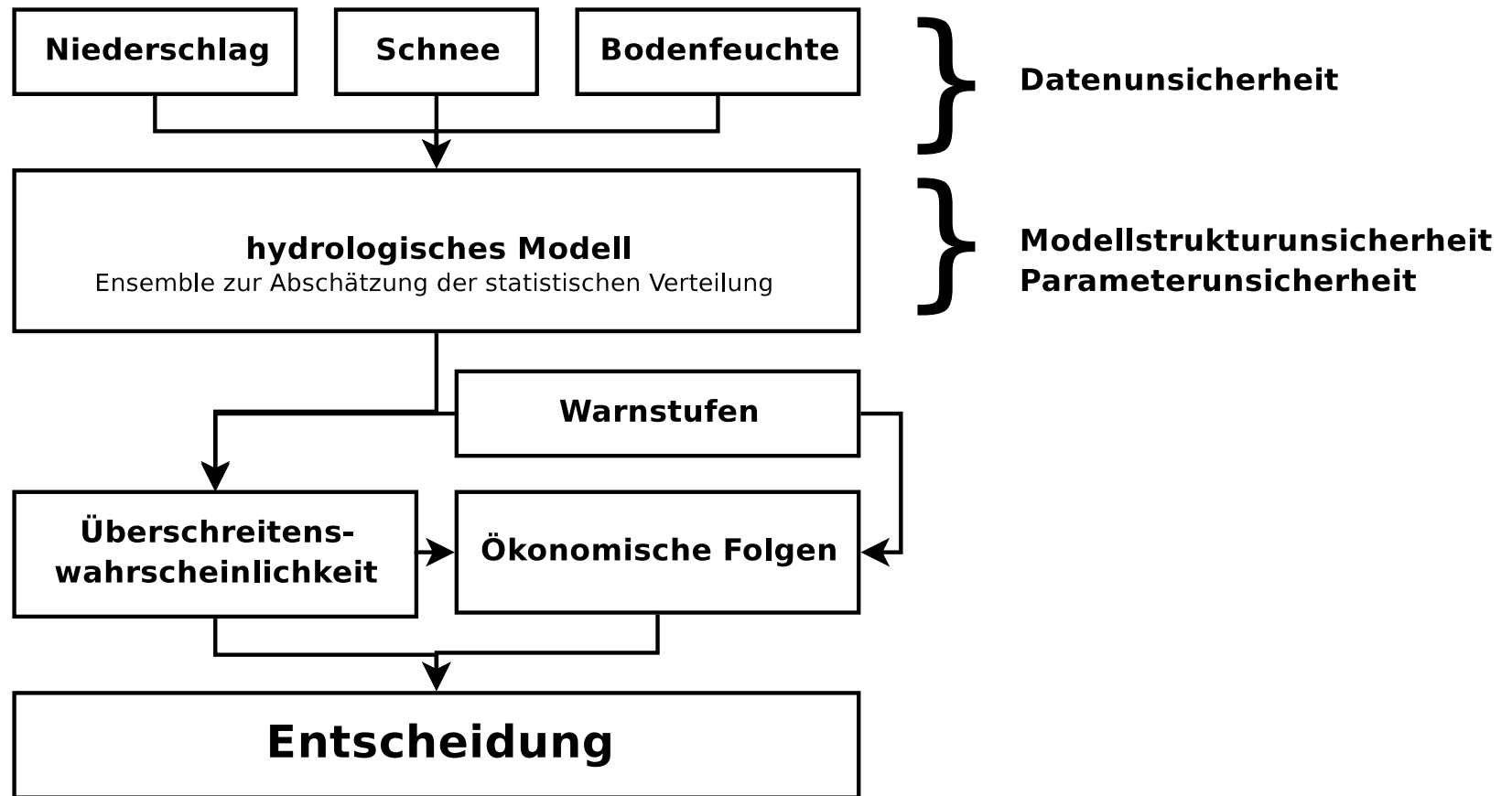
korrekt?

Schneeschnmelze:

Modellstruktur

korrekt?

Zusammenfassung



Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:

Datenunsicherheit

Analyse von

Unterschieden
Modell/Beobachtung

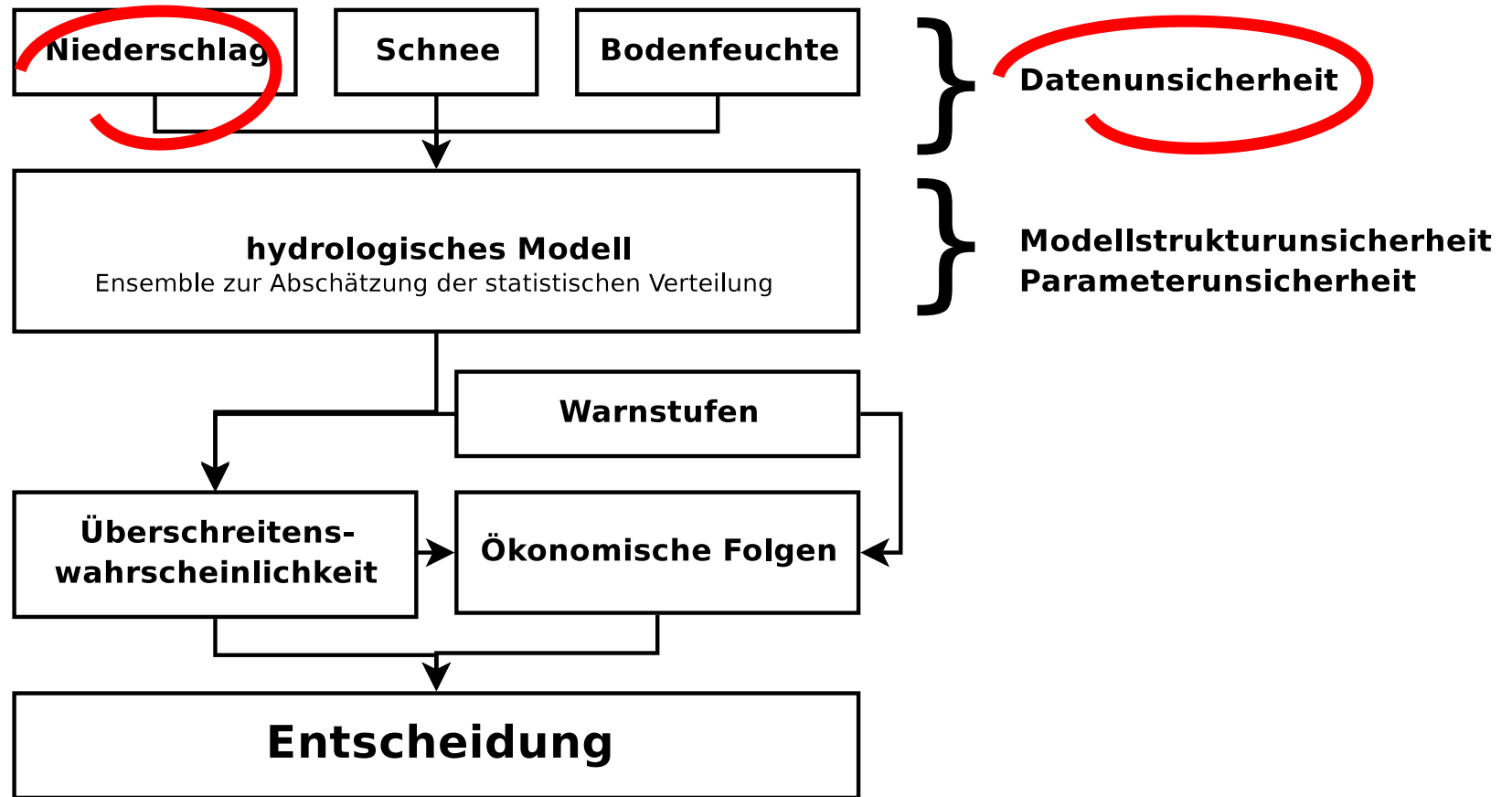
Bodenfeuchte:

Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:

Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung





Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen sind unsicher

Vorhersagesystem

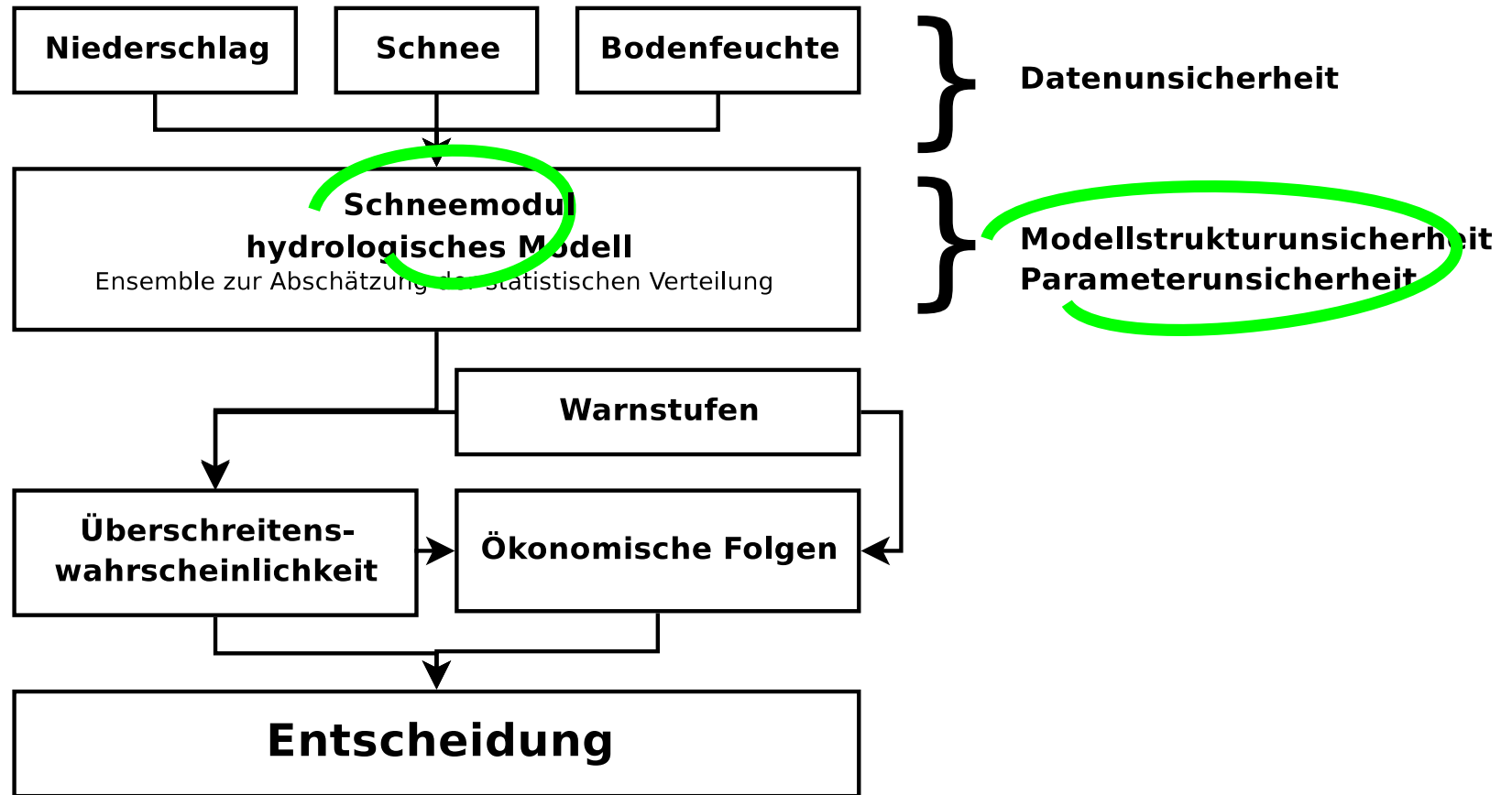
Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung





Vorhersagesystem

Einleitung

Abflussvorhersagen sind unsicher

Vorhersagesystem

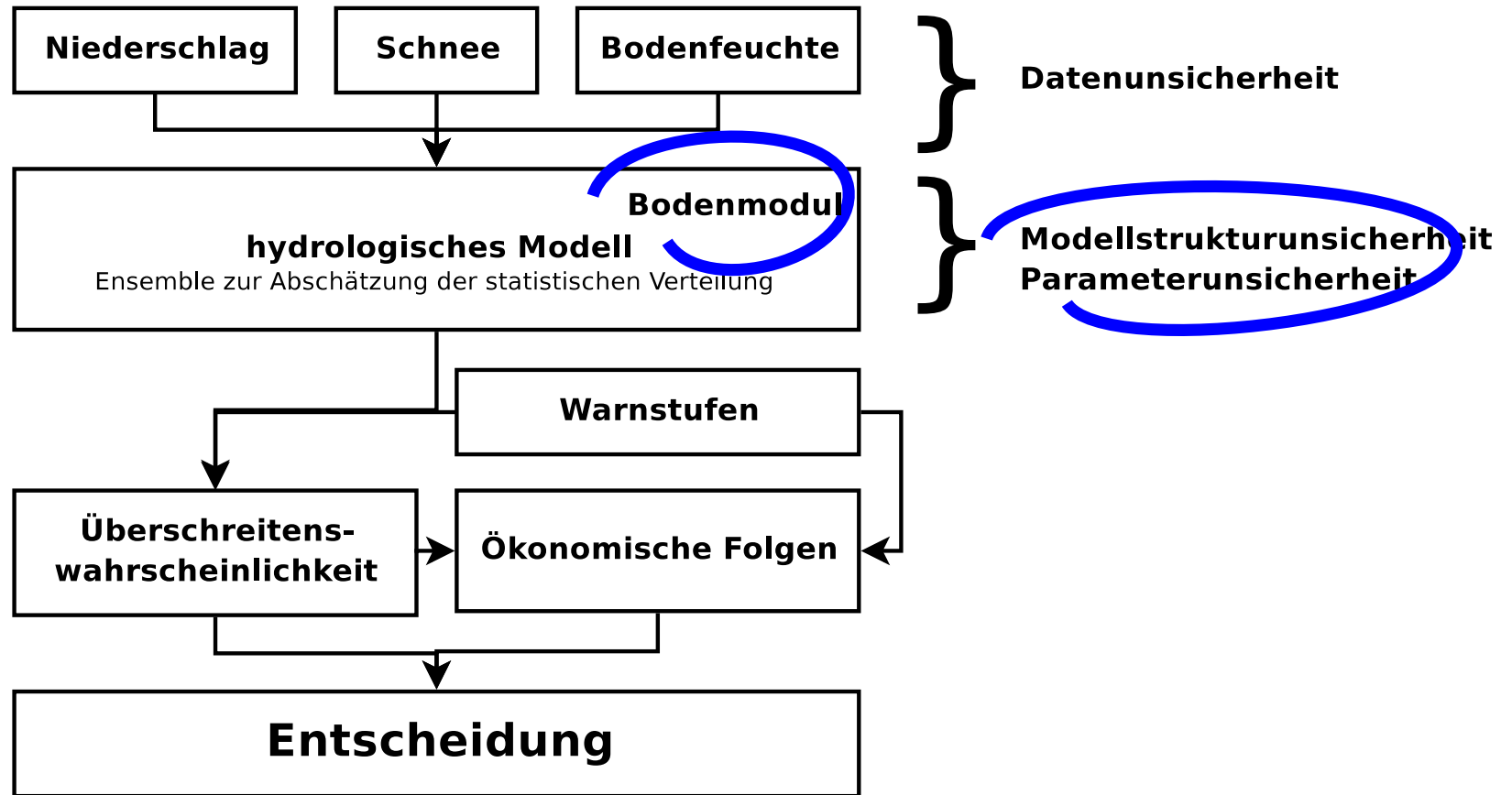
Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneeschnmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung





Struktur

Einleitung

Abflussvorhersagen
sind unsicher

Vorhersagesystem

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneeschnmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Einleitung

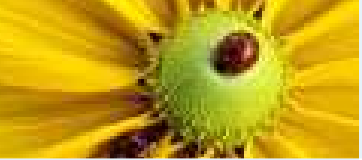
Niederschlag: Datenunsicherheit

Analyse von Unterschieden Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte: Modellstruktur korrekt?

Schneeschnmelze: Modellstruktur korrekt?

Zusammenfassung



Einleitung

**Niederschlag:
Datenunsicherheit**

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Niederschlag: Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen



Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

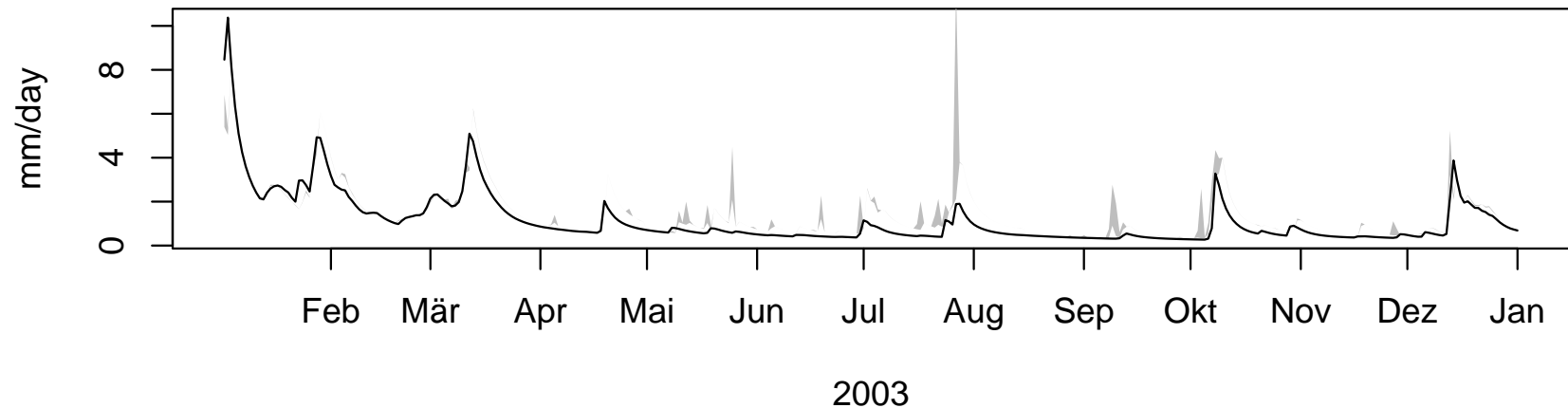
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Skaliertes ECMWF Ensemble (G. Bürger)
- 51 Ensemble Läufe
- „Beobachtung“: Simulation mit gemessenen Niederschlägen

lead time 0



Mittelfrist Vorhersagen

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

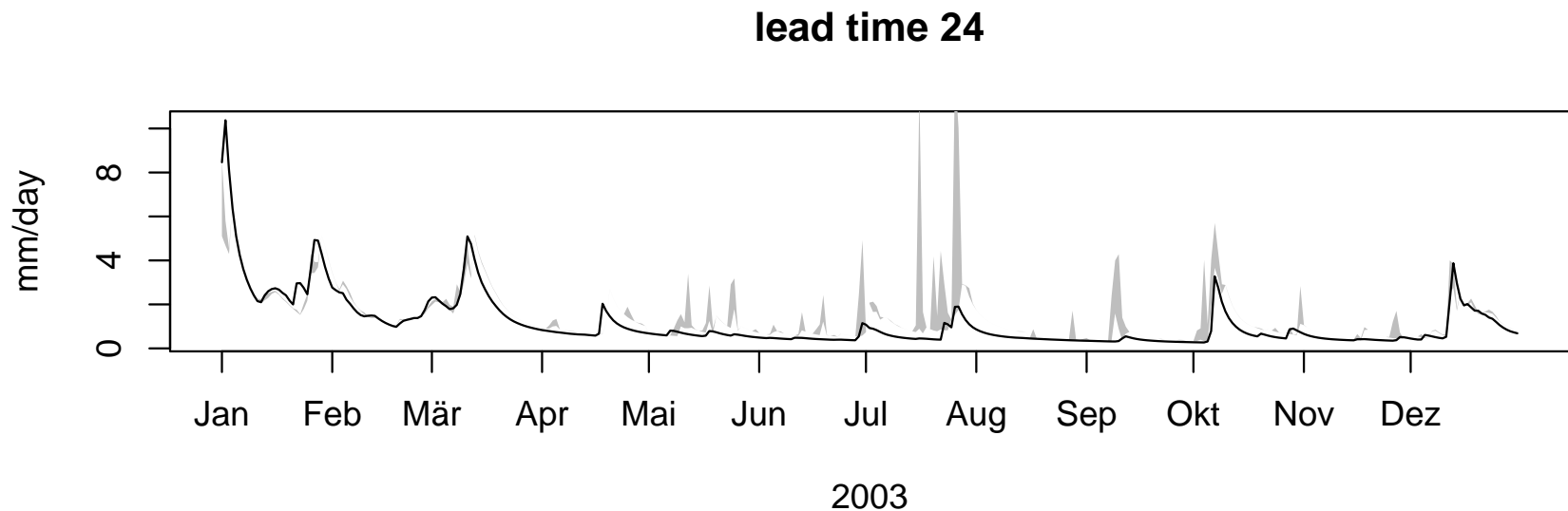
Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Skaliertes ECMWF Ensemble (G. Bürger)
- 51 Ensemble Läufe
- „Beobachtung“: Simulation mit gemessenen Niederschlägen



Mittelfrist Vorhersagen

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

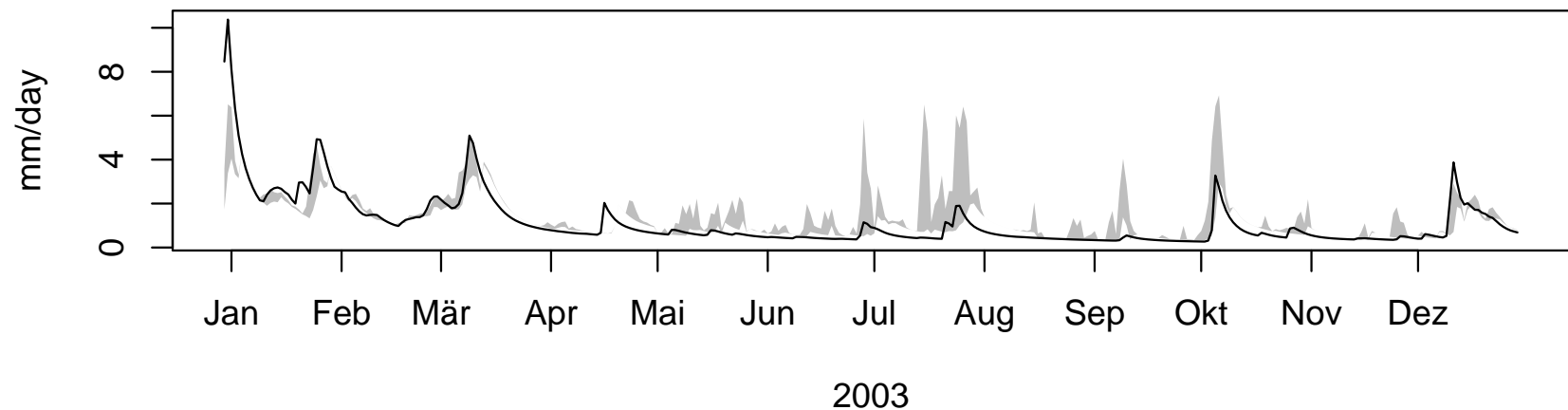
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Skaliertes ECMWF Ensemble (G. Bürger)
- 51 Ensemble Läufe
- „Beobachtung“: Simulation mit gemessenen Niederschlägen

lead time 72



Mittelfrist Vorhersagen

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

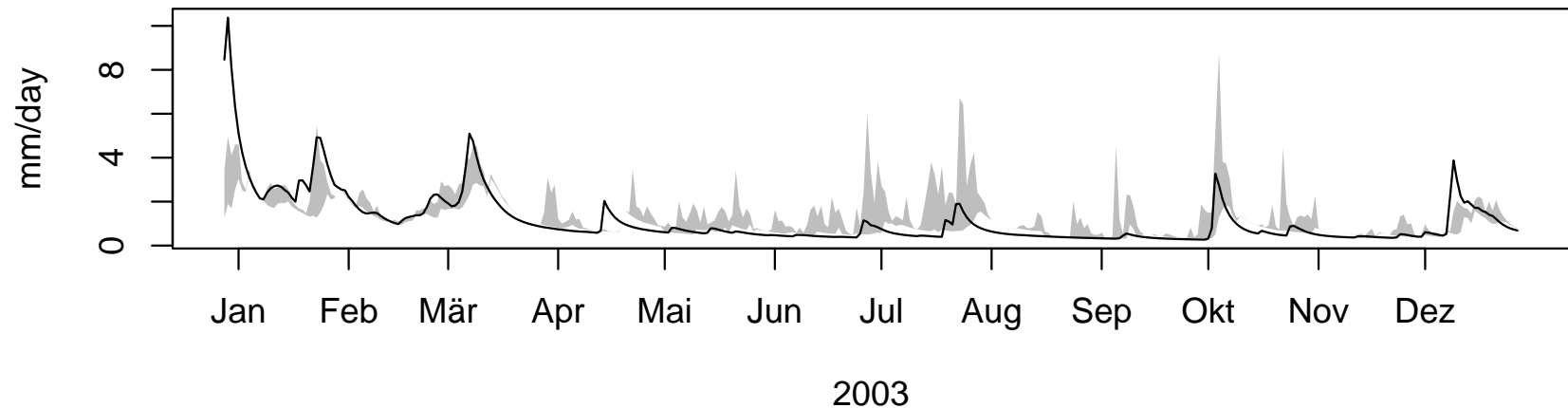
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Skaliertes ECMWF Ensemble (G. Bürger)
- 51 Ensemble Läufe
- „Beobachtung“: Simulation mit gemessenen Niederschlägen

lead time 120



Überschreitungswahrscheinlichkeit

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Mittelfrist Vorhersagen

Statistik

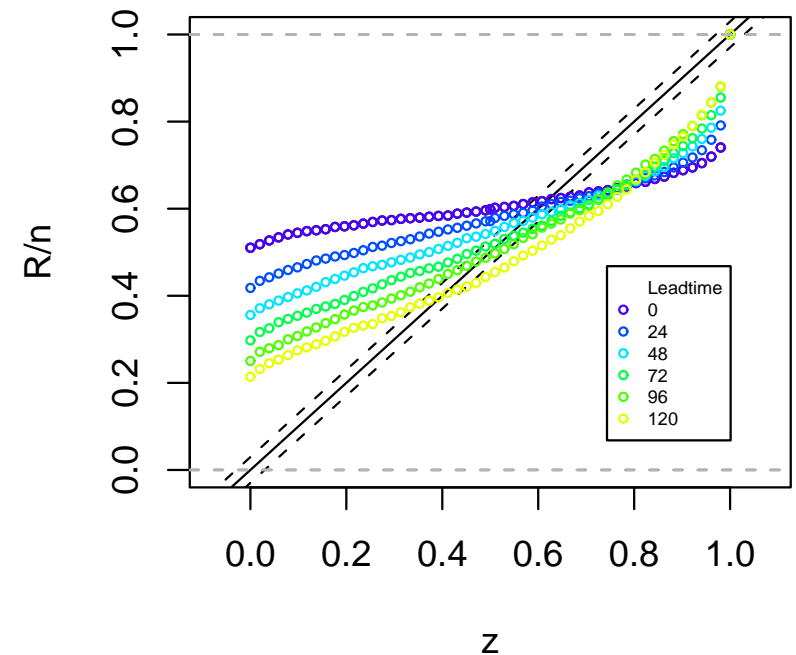
Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

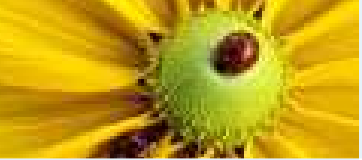
Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Ist das Ensemble geeignet, Überschreitungswahrscheinlichkeiten zu bestimmen?
- Voraussetzungen:
 - ◆ Beobachtung innerhalb Ensemble
 - ◆ Wahrscheinlichkeit gleichverteilt



Laio und Tamea HESS 2007



Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Methode: zeitliche
Dynamik der Fehlerart
Resultate Weißeritz

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneeschnmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Analyse von Unterschieden Modell/Beobachtung



Methode: zeitliche Dynamik der Fehlerart

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

**Methode: zeitliche
Dynamik der Fehlerart**

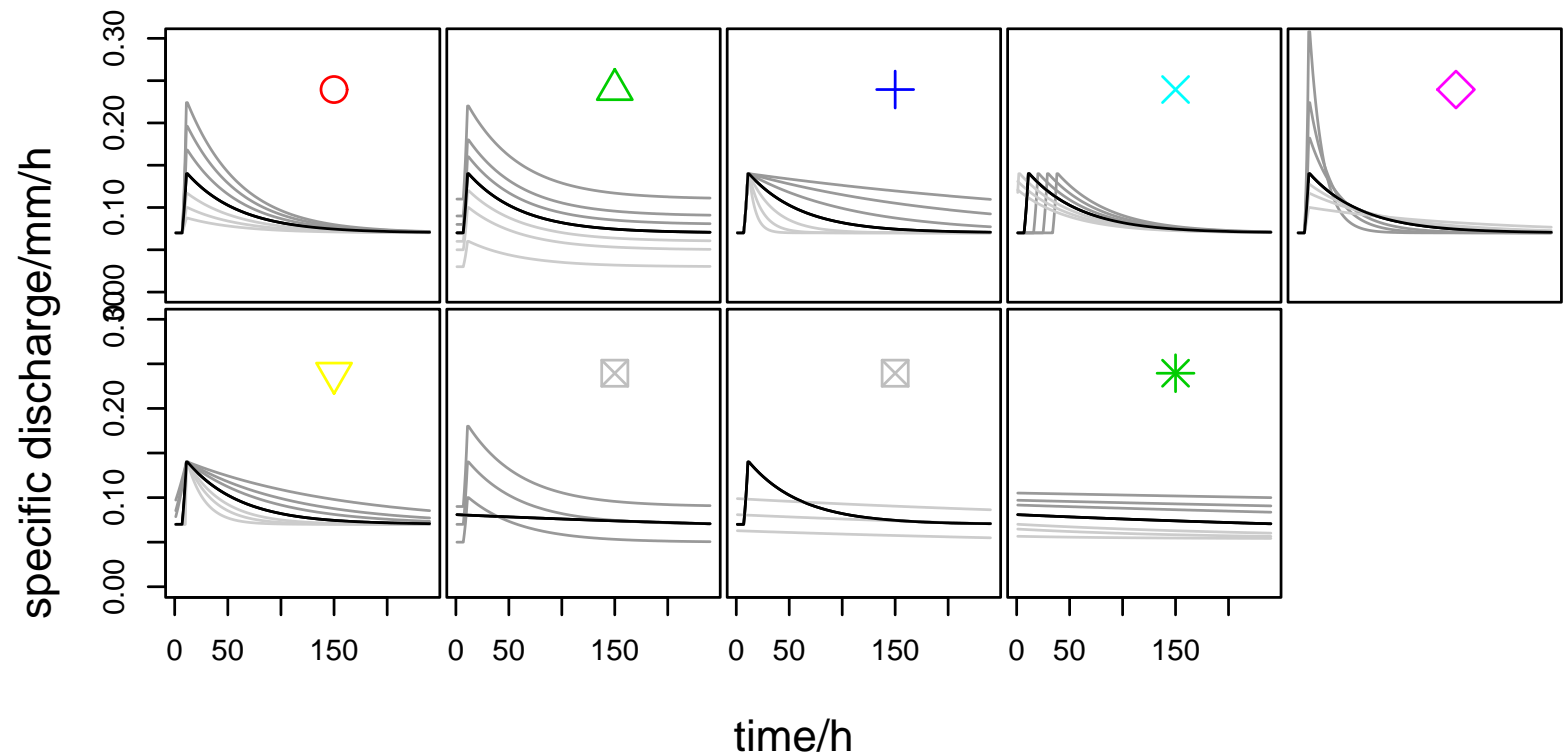
Resultate Weißeritz

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Methode zur Analyse von Unterschieden Modell/Beobachtung
- Über 20 Gütemasse: “Fingerabdruck”
- Gleitendes 10-tages Fenster
- Zusammenfassung ähnlicher “Fingerabdrücke”
- Künstliche Fehler für besseres Verständnis



Methode: zeitliche Dynamik der Fehlerart

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Methode: zeitliche
Dynamik der Fehlerart

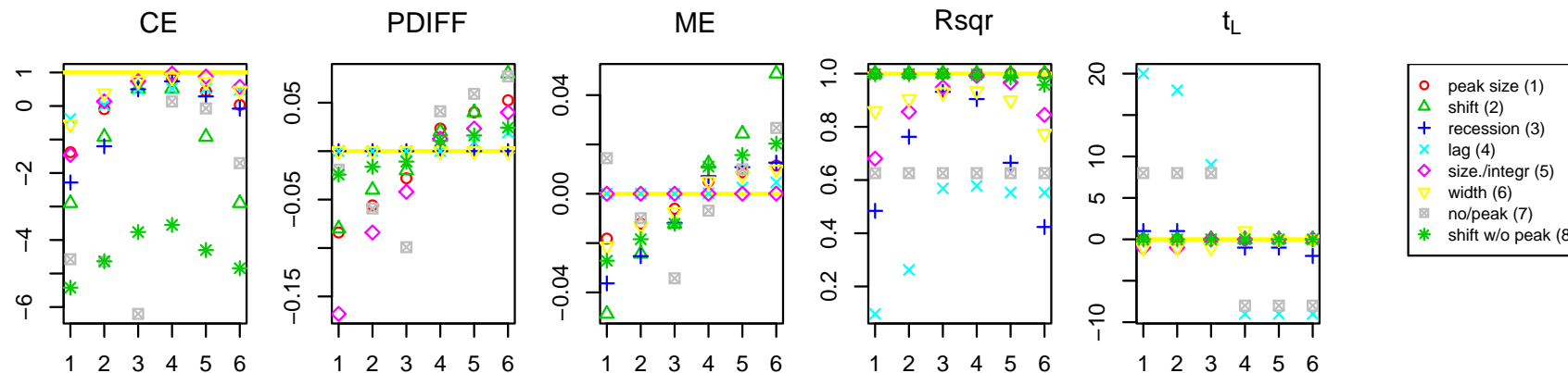
Resultate Weißeritz

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

- Methode zur Analyse von Unterschieden Modell/Beobachtung
- Über 20 Gütemasse: “Fingerabdruck”
- Gleitendes 10-tages Fenster
- Zusammenfassung ähnlicher “Fingerabdrücke”
- Künstliche Fehler für besseres Verständnis



Reusser et. al. HESSD 2008

Resultate Weißeritz

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

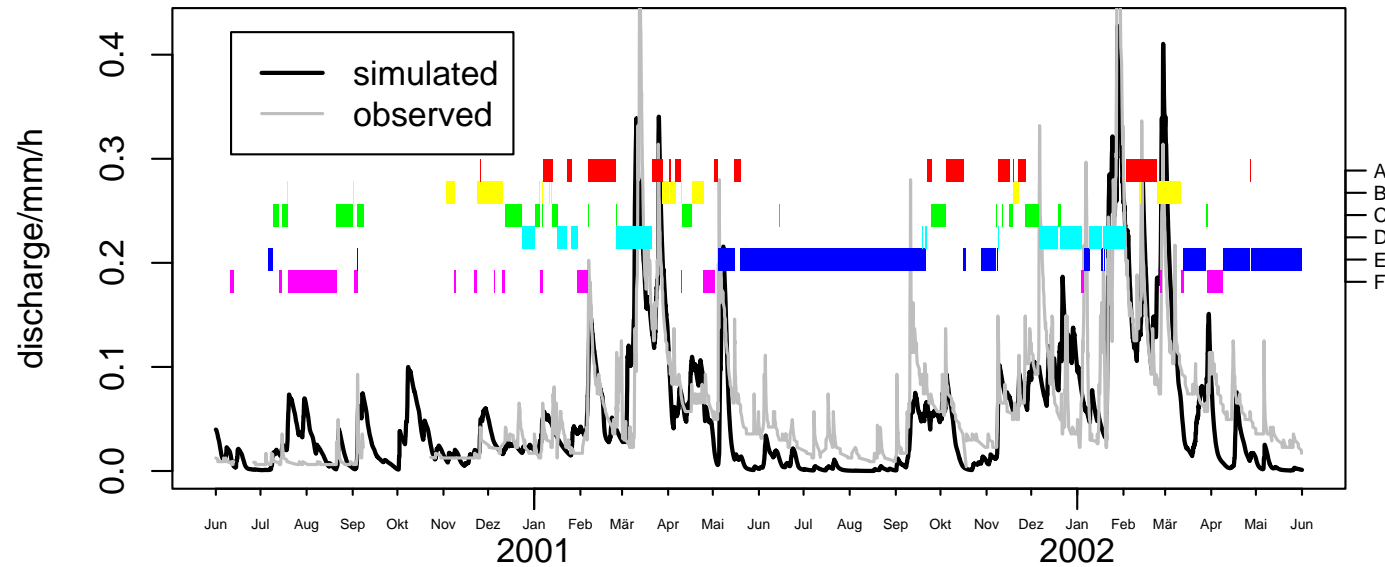
Methode: zeitliche
Dynamik der Fehlerart

Resultate Weißeritz

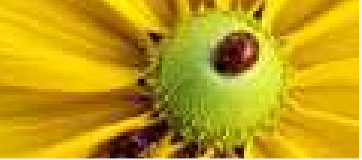
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung



- **A** gute Übereinstimmung
- **B** Überschätzung, ansonsten gut
- **C** kleiner Fehler - Spitzen in Simulation zu spät
- **D** Spitzen zu früh und schlecht getroffen
- **E** Starke Unterschätzung durch Verschiebung
- **F** Unterschätzung, kleinere Fehler, Spitzen schlecht getroffen



Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

**Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?**

Dynamik der
Bodenfeuchte
Dynamik der
Bodenfeuchte

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Bodenfeuchte: Modellstruktur korrekt?



Dynamik der Bodenfeuchte

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

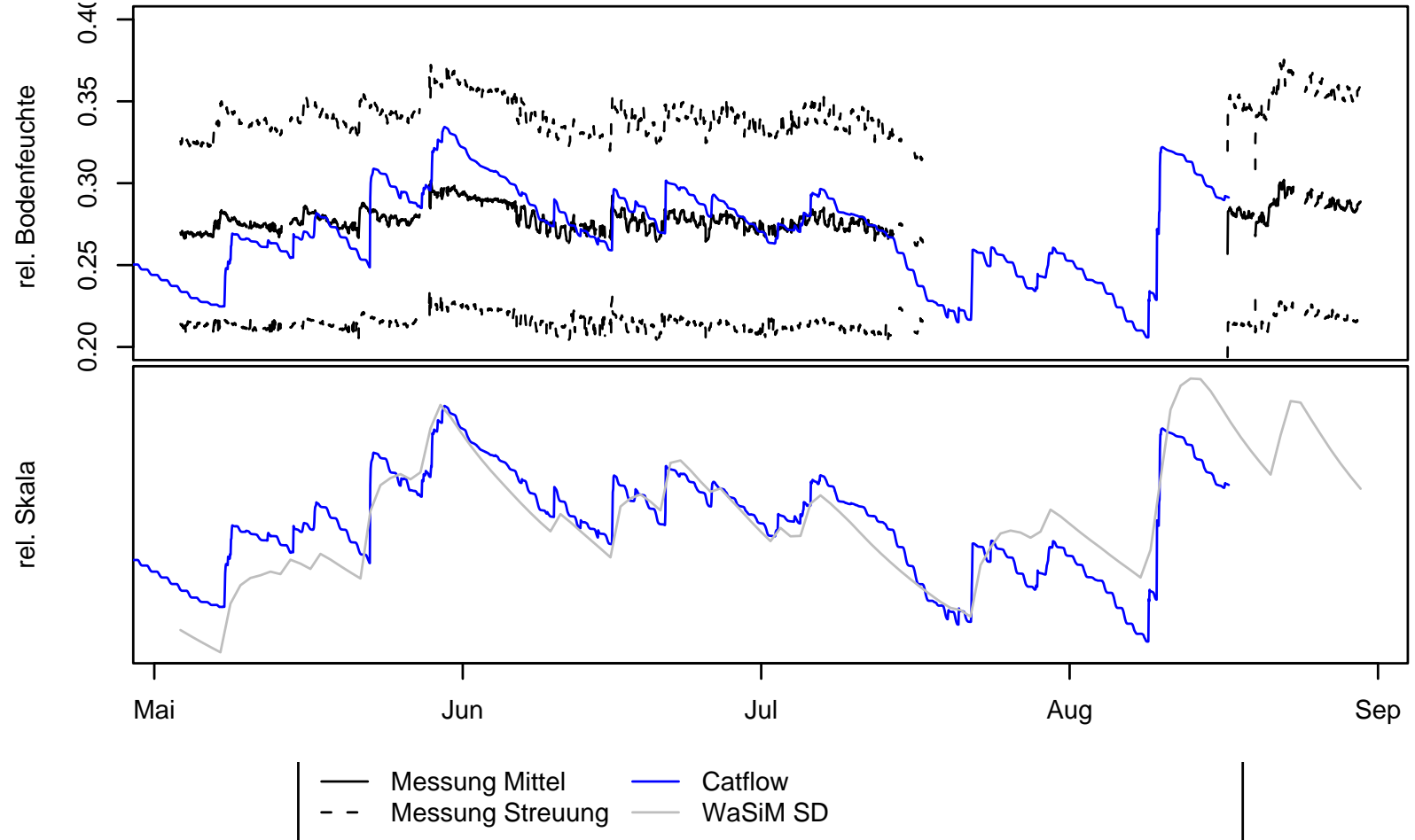
**Dynamik der
Bodenfeuchte**

Dynamik der
Bodenfeuchte

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Wiesenstandort



Graeff et. al. WRR, in press



Dynamik der Bodenfeuchte

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

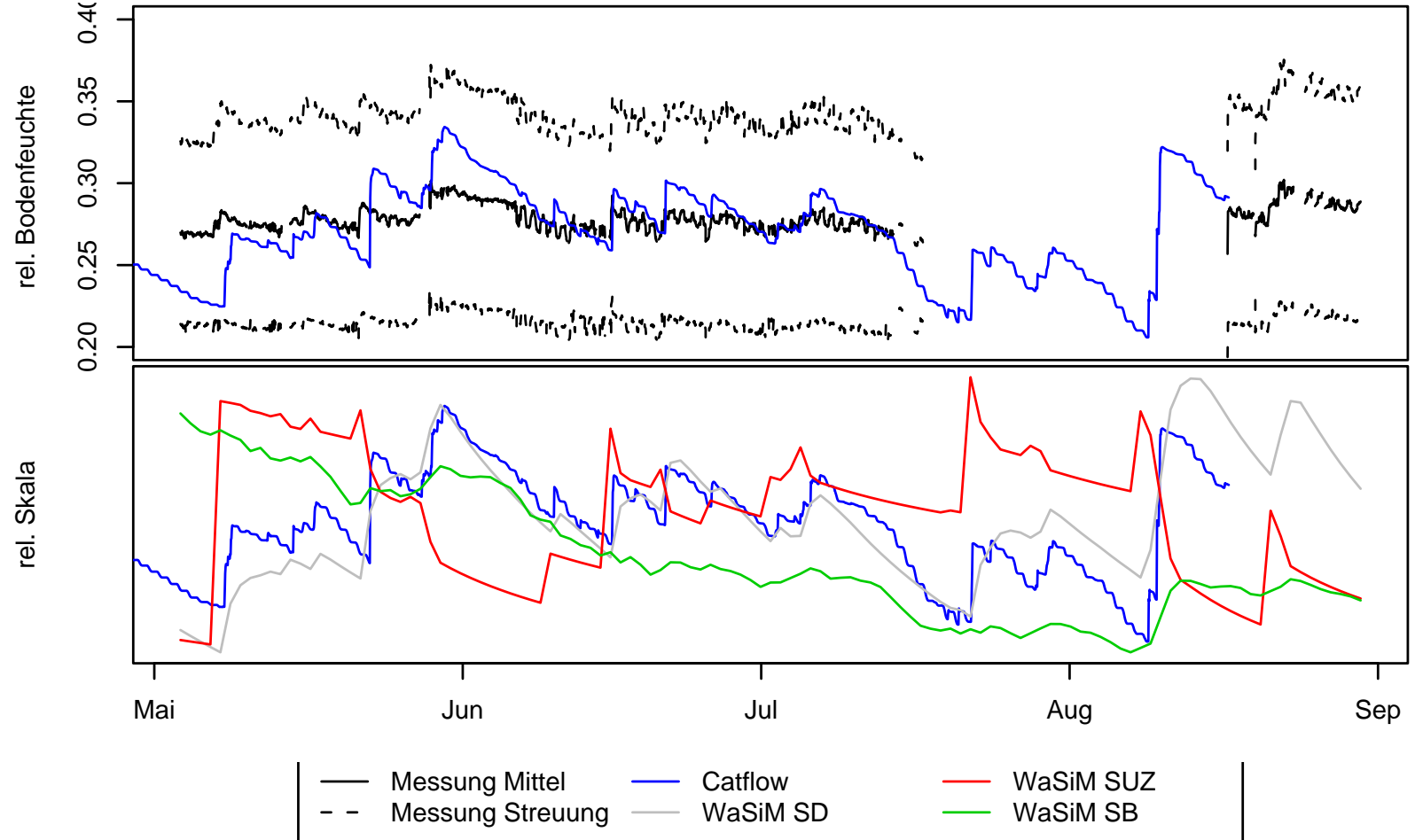
**Dynamik der
Bodenfeuchte**

Dynamik der
Bodenfeuchte

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Wiesenstandort



Graeff et. al. WRR, in press



Dynamik der Bodenfeuchte

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

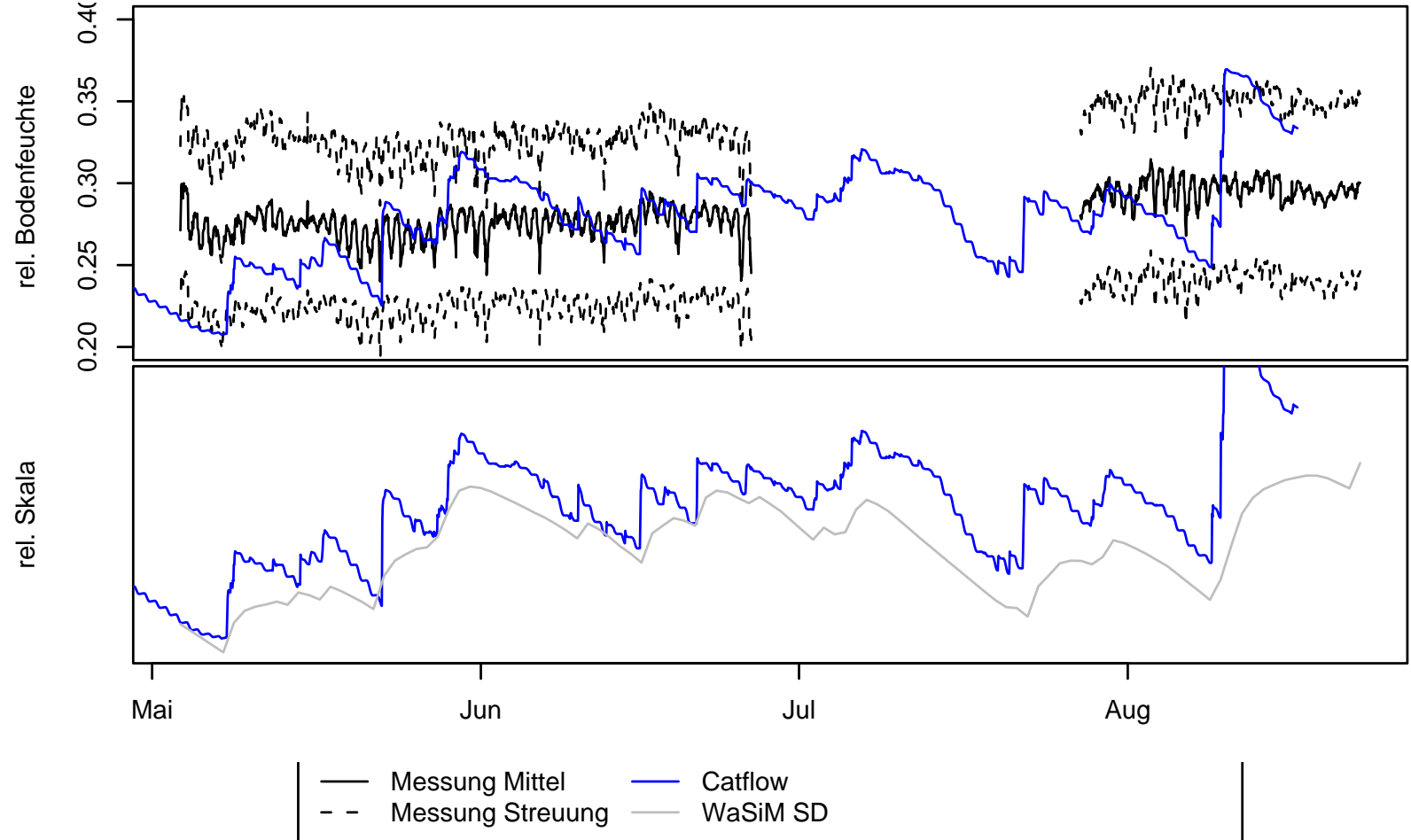
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Dynamik der
Bodenfeuchte

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Waldstandort



Graeff et. al. WRR, in press



Dynamik der Bodenfeuchte

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

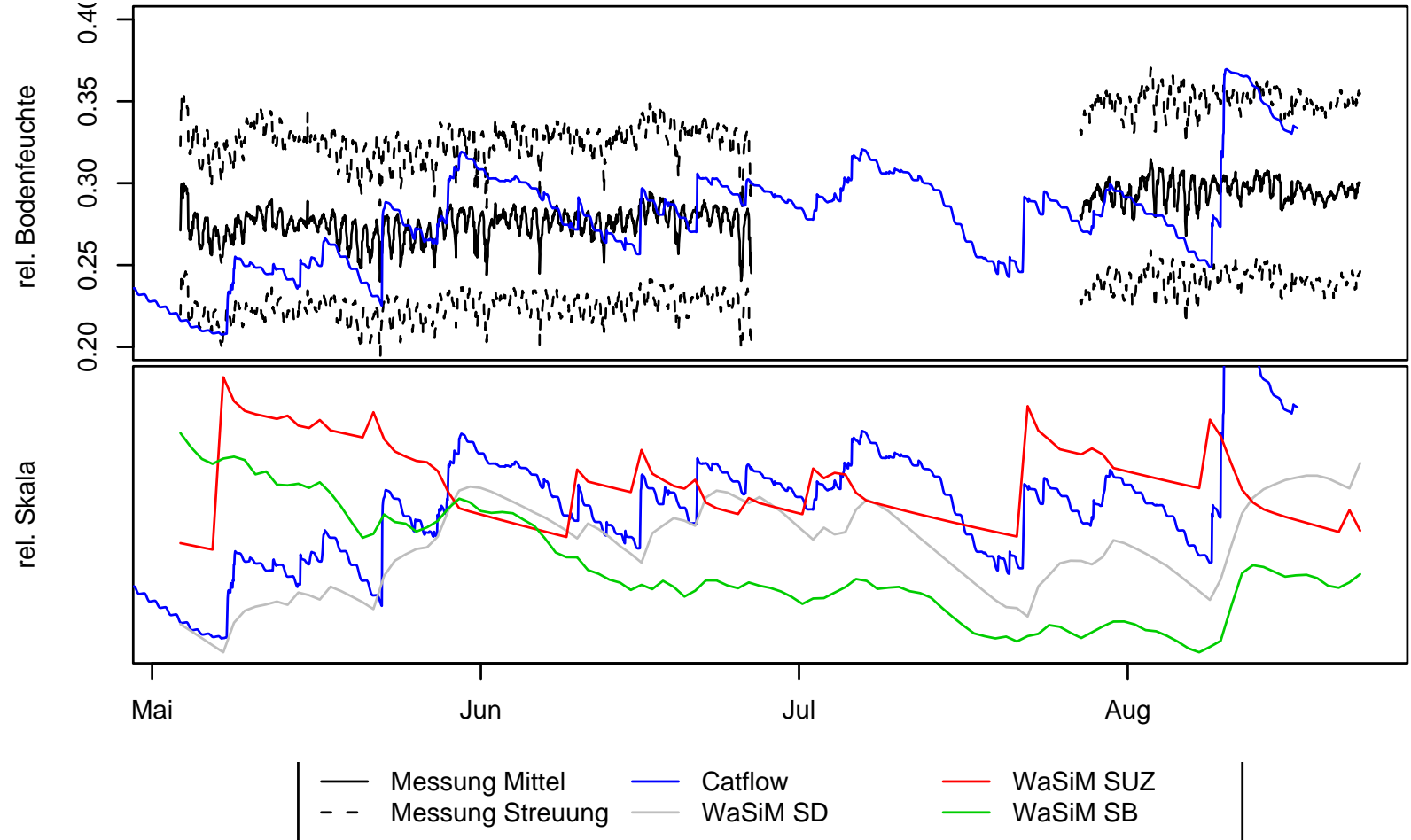
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Dynamik der
Bodenfeuchte

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Waldstandort



Graeff et. al. WRR, in press



Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

**Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?**

Schneesmelz Modul
Ursache Schneefehler

Zusammenfassung

Schneesmelze: Modellstruktur korrekt?



Schneesmelz Modul

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

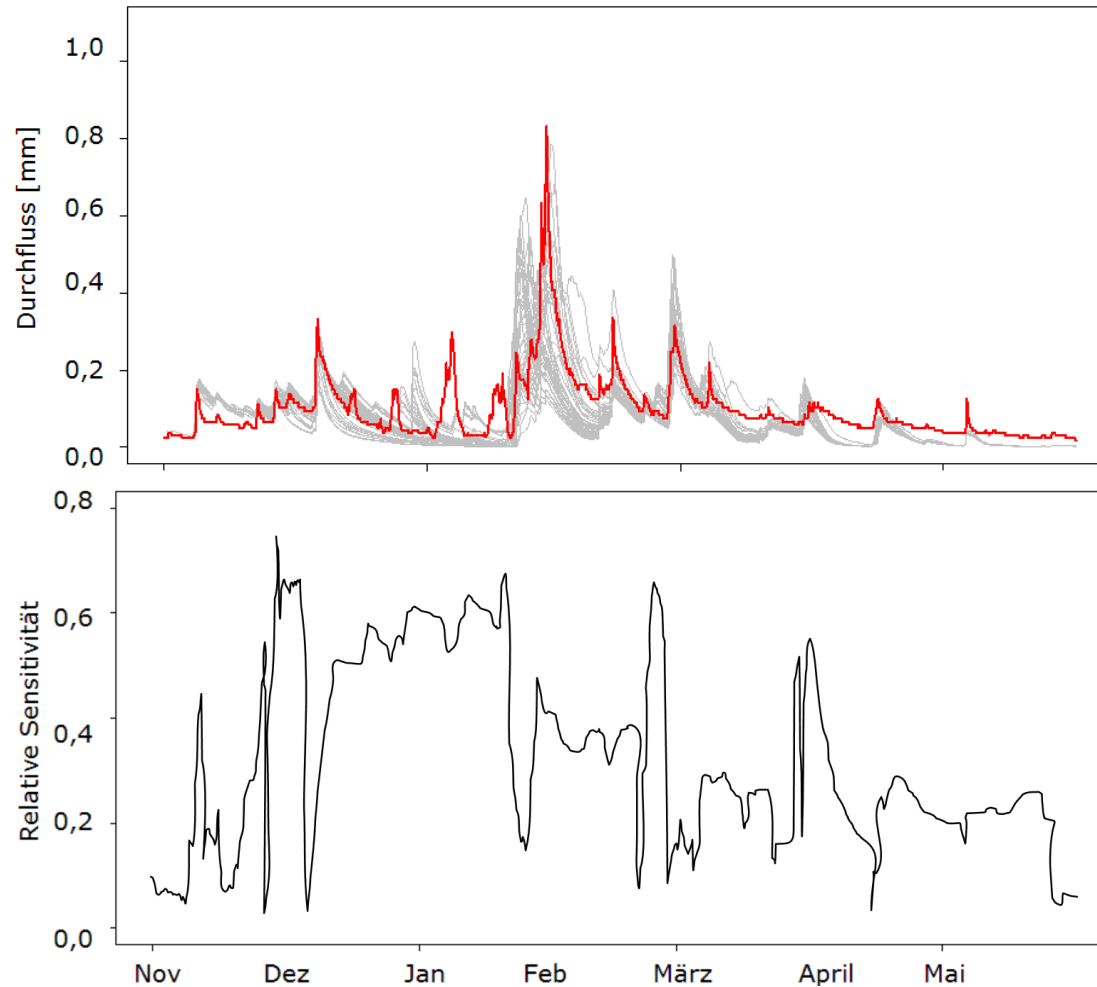
Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelz Modul

Ursache Schneefehler

Zusammenfassung

Winter 2001/2002: Parametersensitivität Schmelztemperatur



Eckart Diplomarbeit TU Dresden 2008



Ursache Schneefehler

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

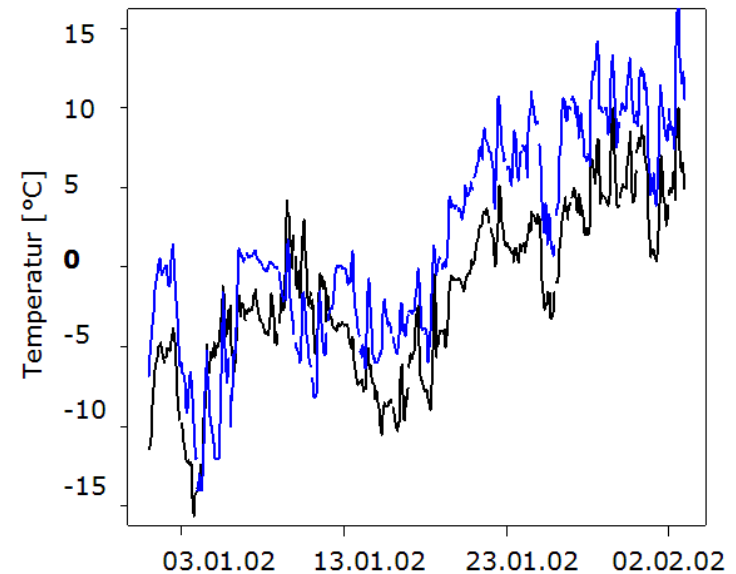
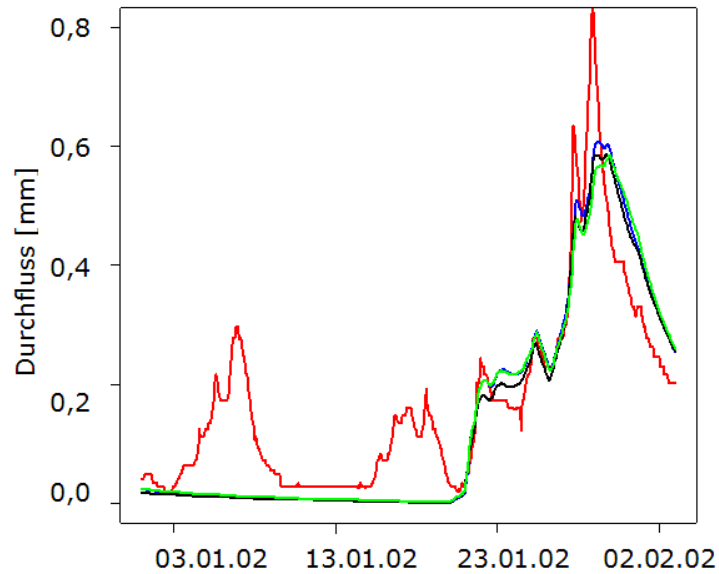
Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

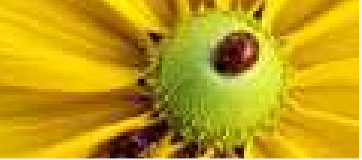
Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelz Modul
Ursache Schneefehler

Zusammenfassung





Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneeschnelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Zusammenfassung



Zusammenfassung/Ausblick

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneeschnelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Datenunsicherheit: Ensemble Vorhersage
Vorsicht: Statistische Eigenschaften prüfen
- Strukturunsicherheit
 - ◆ Analysemethode vorgestellt
 - ◆ Korrektur wenn möglich/sinnvoll
- Nächste Schritte
 - ◆ Ensemble Vorhersagen abschließen
 - ◆ Kombination Analysemethode mit Parametersensitivität
 - ◆ Schneemessungen - Räuml. Verteilung
 - ◆ Statistischer Ansatz für Rest-Strukturunsicherheit (erste Tests gemacht)



Danke

Einleitung

Niederschlag:
Datenunsicherheit

Analyse von
Unterschieden
Modell/Beobachtung

Bodenfeuchte:
Modellstruktur
korrekt?

Schneesmelze:
Modellstruktur
korrekt?

Zusammenfassung
Zusammenfassung

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit