

Auflösungseffekte meteorologischer Modelle auf die Hydrologie

13.11.2008

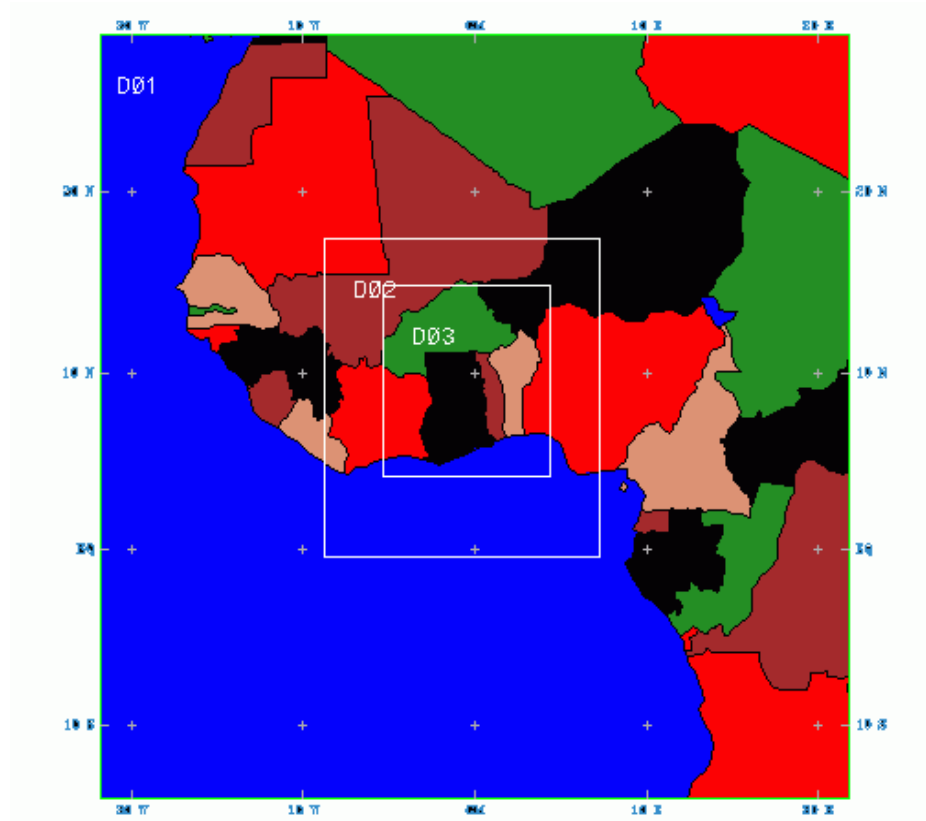
Andreas Marx, Harald Kunstmann, A. Bardossy

Forschungszentrum Karlsruhe, IMK-IFU, Garmisch-Partenkirchen

- Hydrometeorologische Modellsysteme am IMK-IFU
 - Regionales Klima- oder Wettermodell + Wasserhaushaltsmodell
- Kombinierte Meteorologie-Hydrologie-Simulationen
 - Übergabe der benötigten Parameter, i.d.R. Niederschlag, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung, rel. Feuchte an das hydrologische Modell nach Beendigung der met. Simulation
- Einsatzgebiete
 - Prozessstudien
 - Abfluss- und Hochwasservorhersage
 - Klimaforschung – Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt

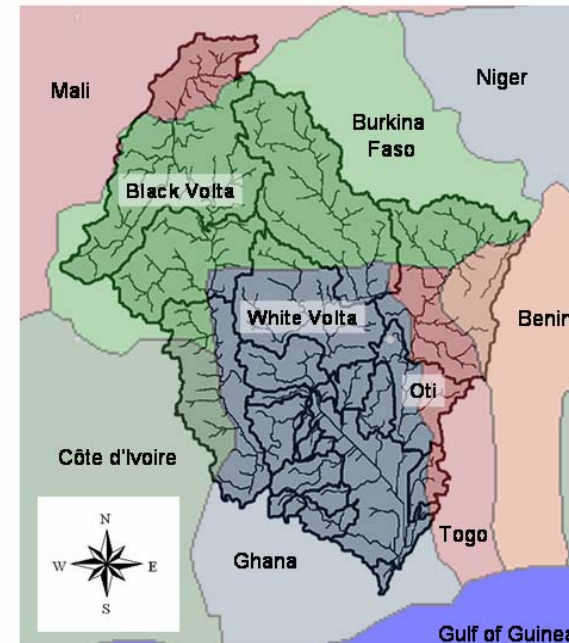
GLOWA-Volta Westafrika

MM5



81 – 27 - 9x9 km² Resolution

WaSiM

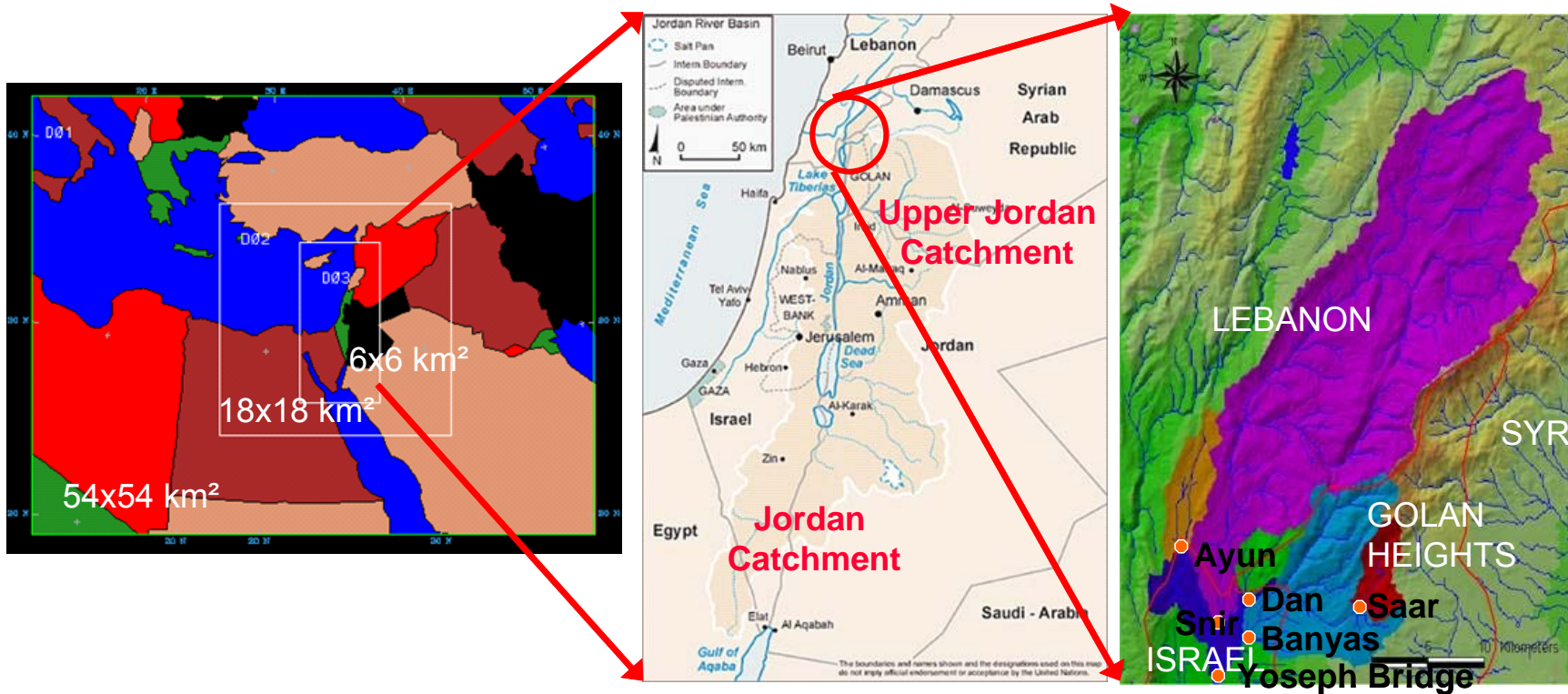


1x1 km² Resolution

GLOWA-Jordan Naher Osten

MM5

WaSiM

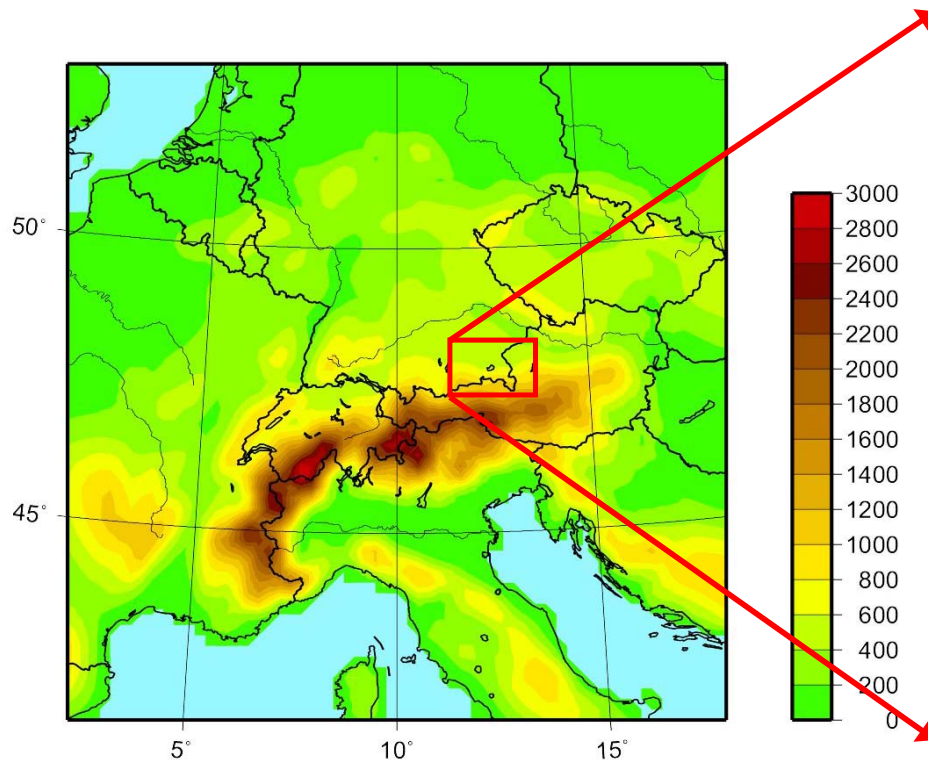


54 - 18x18 km² – 6 Resolution

450x450 m² Resolution

DEKLIM – KlimaZwei Mitteleuropa

MM5



19.2x19.2 km² Resolution

WaSiM



500x500 m² Resolution

- Einsatz hydrometeorologischer Modellsysteme unterschiedlicher Auflösungen der Teilsysteme
- Auflösungen globaler Atmosphärenmodelle: Δx 2.5° - 34 km²
- Auflösungen regionaler Atmosphärenmodelle bis wenige 100 m
- Horizontale Auflösungen meteorologischer Modelle sind abhängig von
 - Fragestellung
 - Region
 - Rechenzeit
 - Speicherplatz
- Auswirkungen von Modellauflösungen am Beispiel Hochwasservorhersage

Abflussvorhersage - Motivation



<i>Flood Event</i>	<i>Total Loss (Mio. €)</i>	<i>Insured (Mio. €)</i>
Bavaria 1999	393	30
Bavaria 2005	205	46
Total 1999	409	40
Total 2005	3000	1700



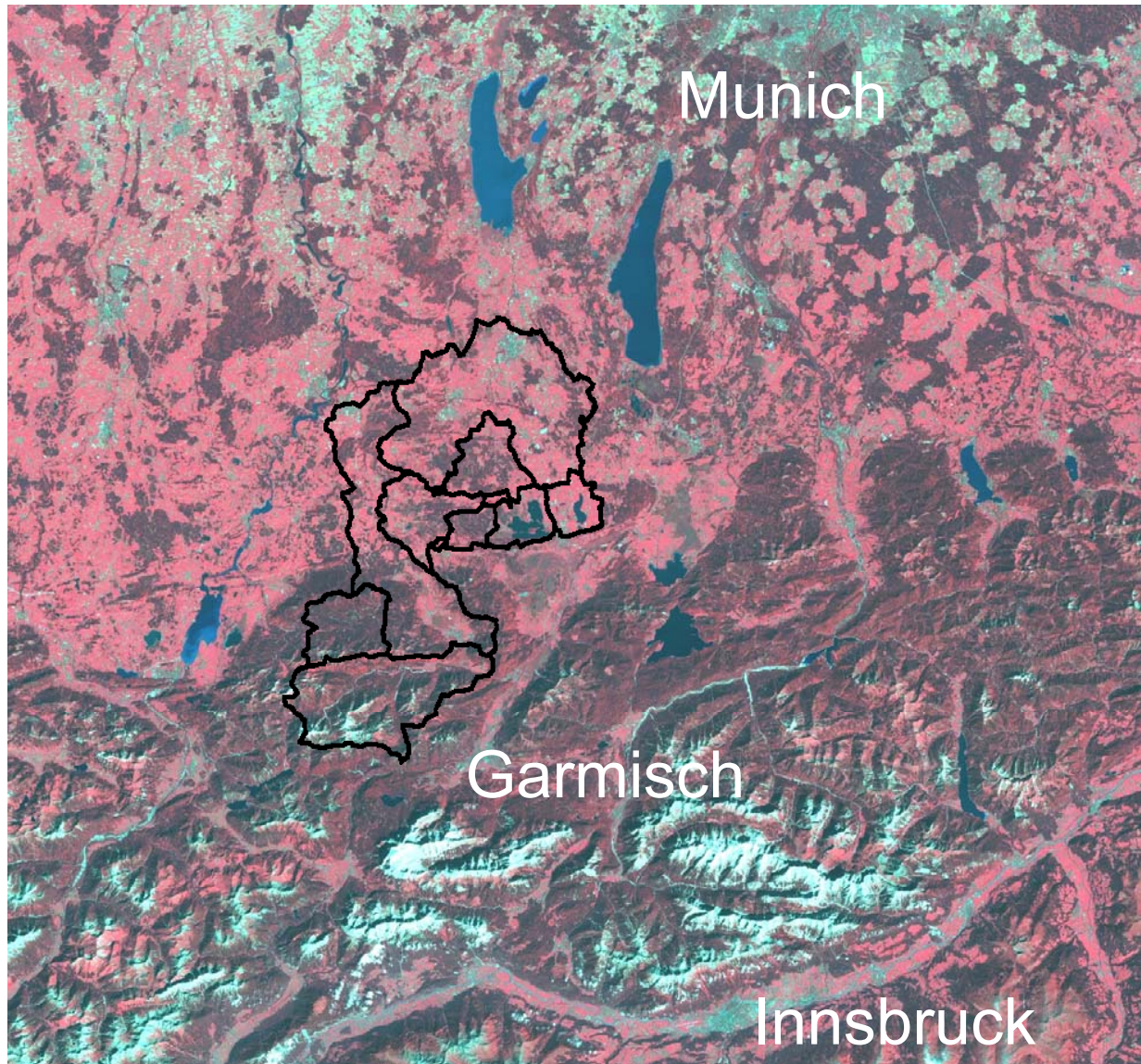
- Aufbau eines kombinierten Modellsystems WRF-WaSiM für die Ammer
- Die Qualität der Abflussvorhersage wird limitiert durch:

Qualität NWP

**Herausforderung alpine Orographie:
kleine räumliche Unsicherheit im Niederschlag ⇒ große Fehler im
modellierten Abfluss
⇒ Test unterschiedlicher Auflösungen und Parametrisierungen**

Qualität hydrologische Modellierung
**Prozessbeschreibungen im alpinen Raum,
Schneebedeckung & Bodenwassergehalt**

Das Ammer-Einzugsgebiet

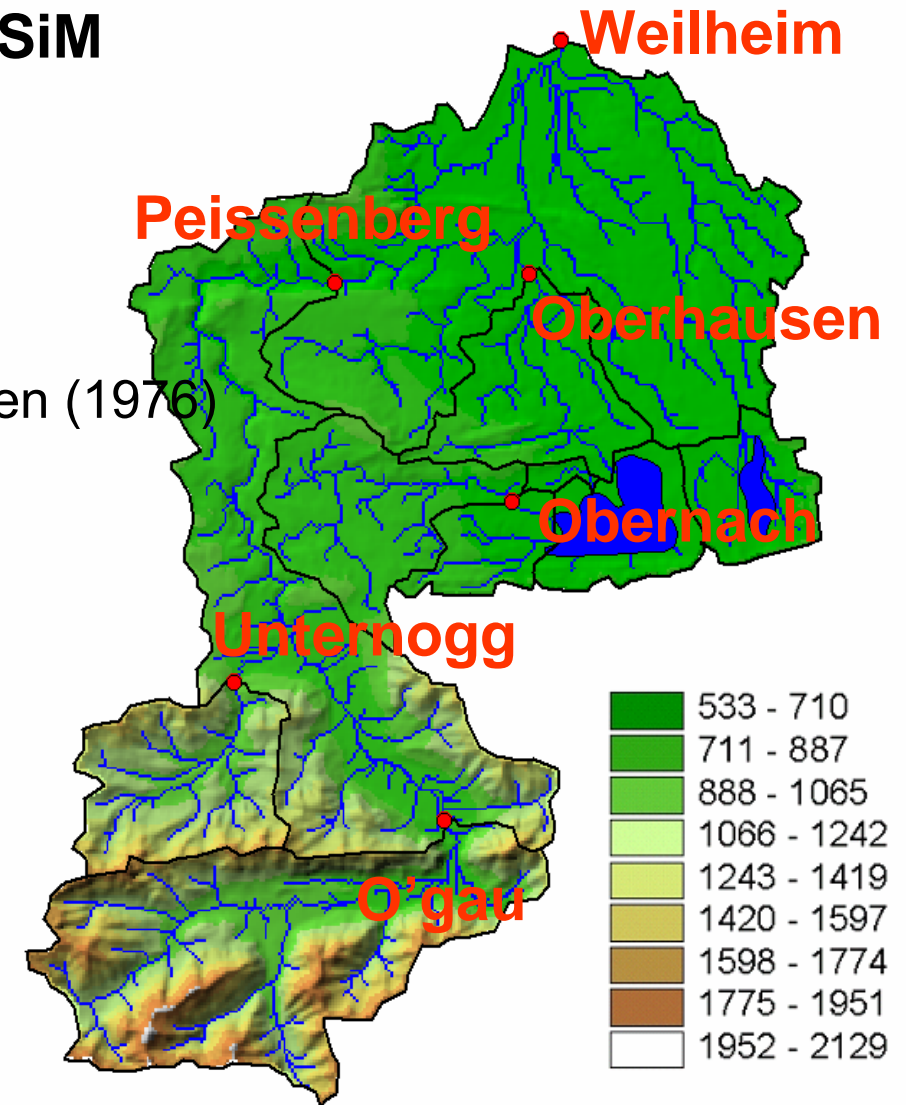


- Fläche: 710 km²
- Alpen(vor)land
- Höhe: 530-2190m N.N.
- Mittlerer Niederschlag: 1400 mm/a

Landsat TM (30m)
[ch 7-5-3]
1991-30-08

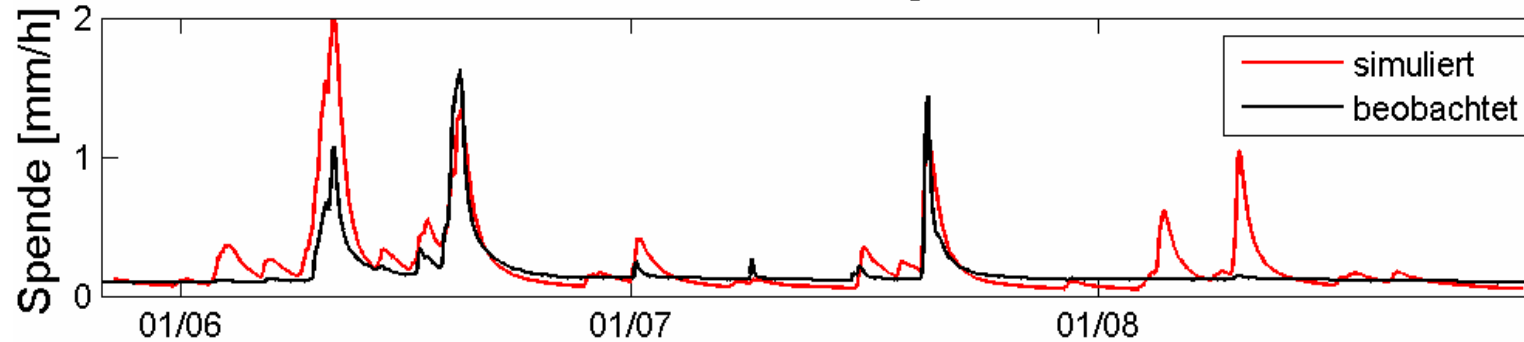
Wasserhaushalts-Simulations-Modell WaSiM

- flächendifferenziertes Modell
- physikalisch basierte Prozessbeschreibungen
 - Richardsgleichung (Richards, 1931)
 - hydraulische Leitfähigkeit nach van Genuchten (1976)
 - Evapotranspiration nach Penman-Monteith (Monteith, 1975; Brutsaert, 1982)
 - Schneespeichermodell (Anderson, 1993)
- **Initialisierung von Speicherzuständen möglich**
- Zeitschritt 1h
- horizontale Auflösung 100 m
- Kalibrierung 5 emp. Parameter pro Teil-EZG auf Basis von Stationsdaten: Speicherzu- und auslaufkonstanten und Leitfähigkeitsparameter

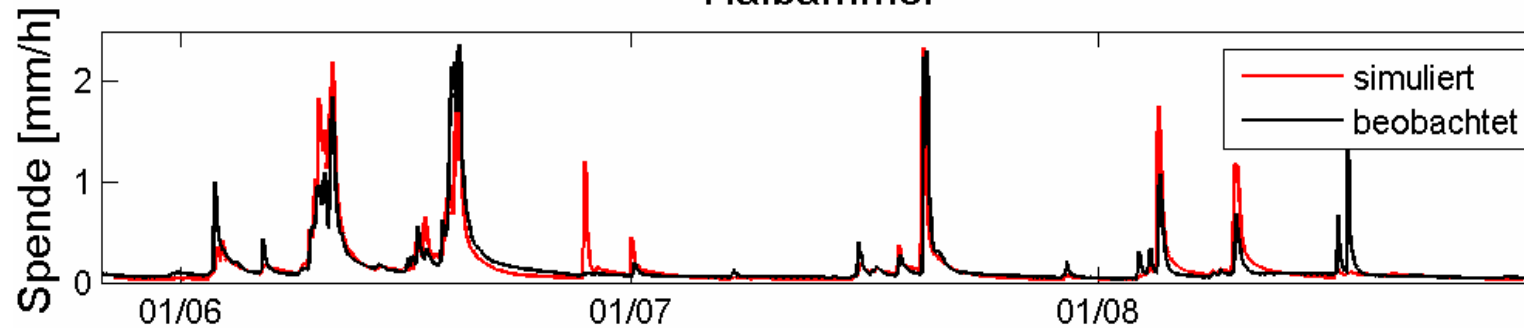


WaSiM-Kalibrierung - Ergebnisse

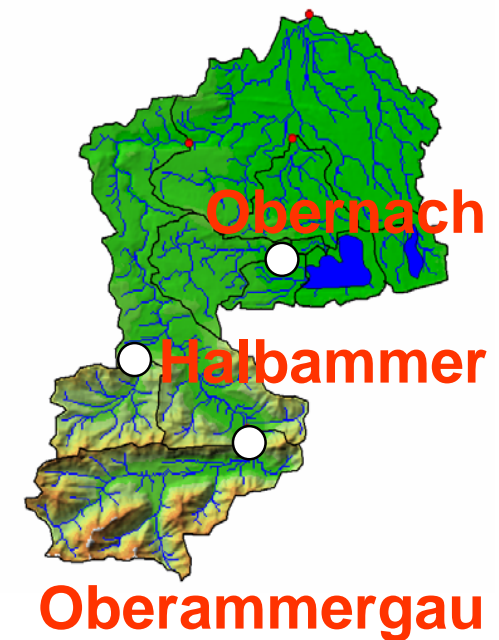
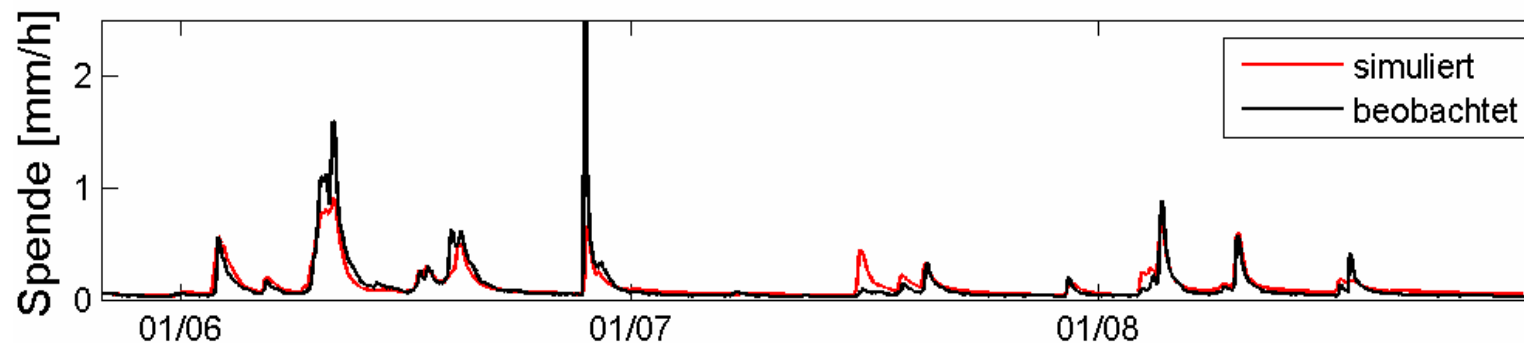
Oberammergau



Halbammer

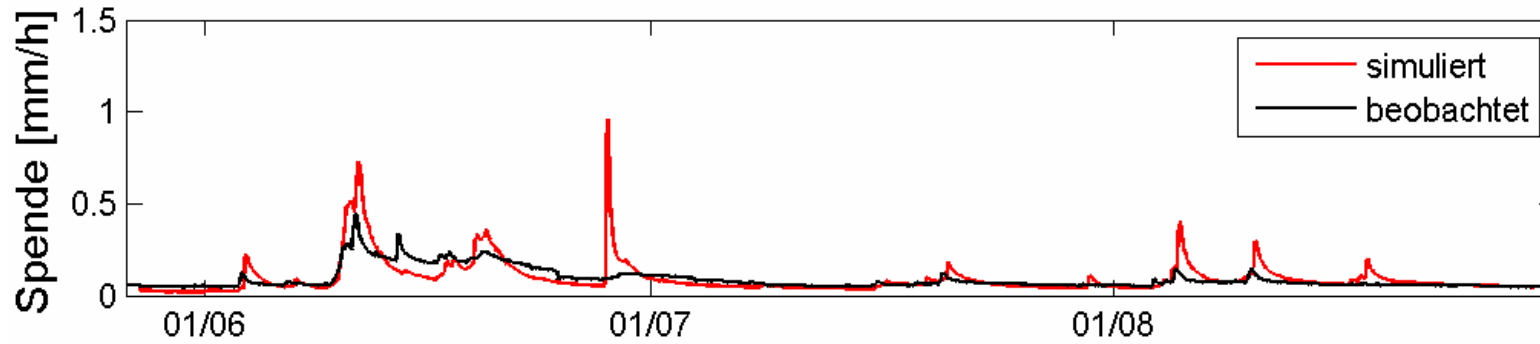


Obernach

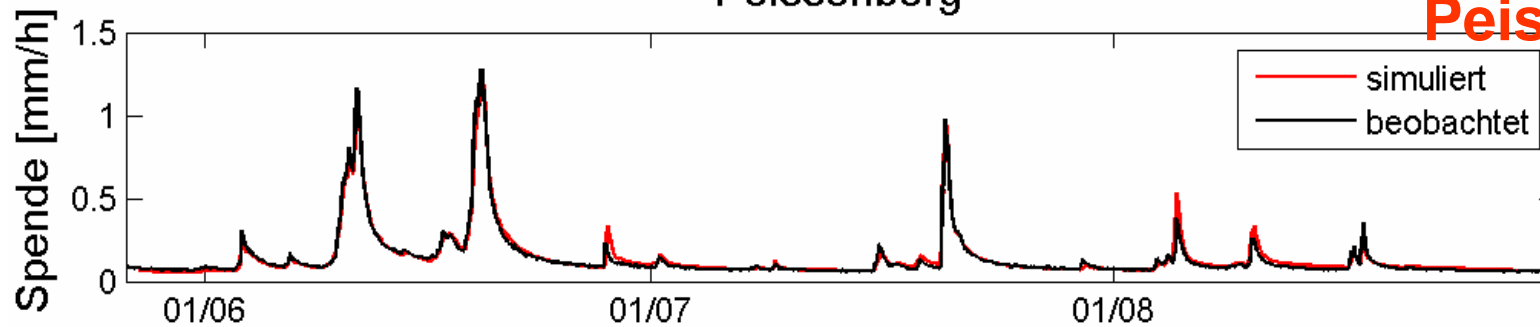


WaSiM-Kalibrierung - Ergebnisse

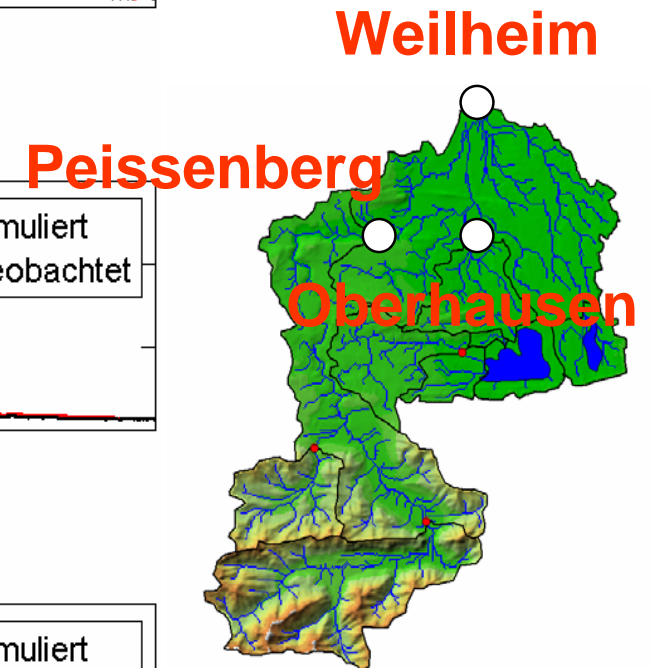
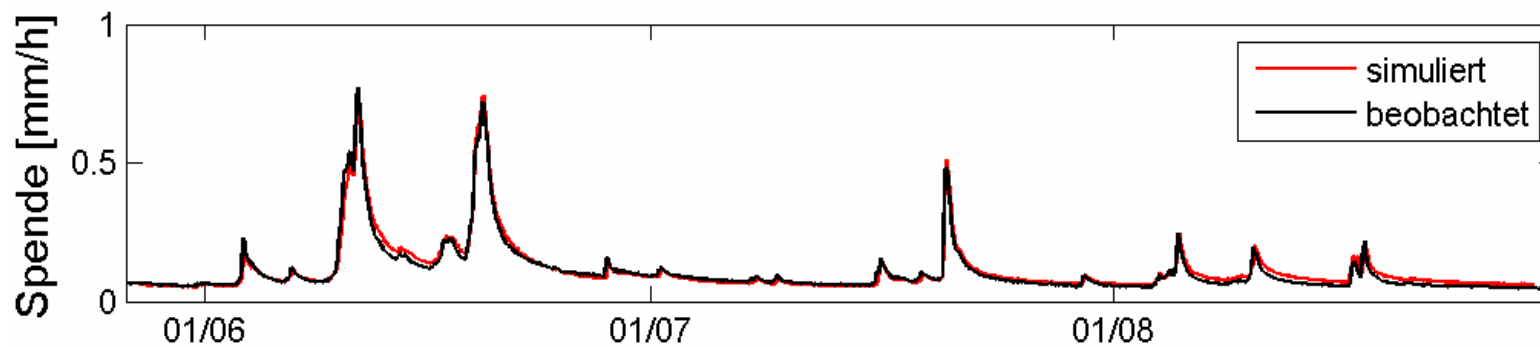
Oberhausen

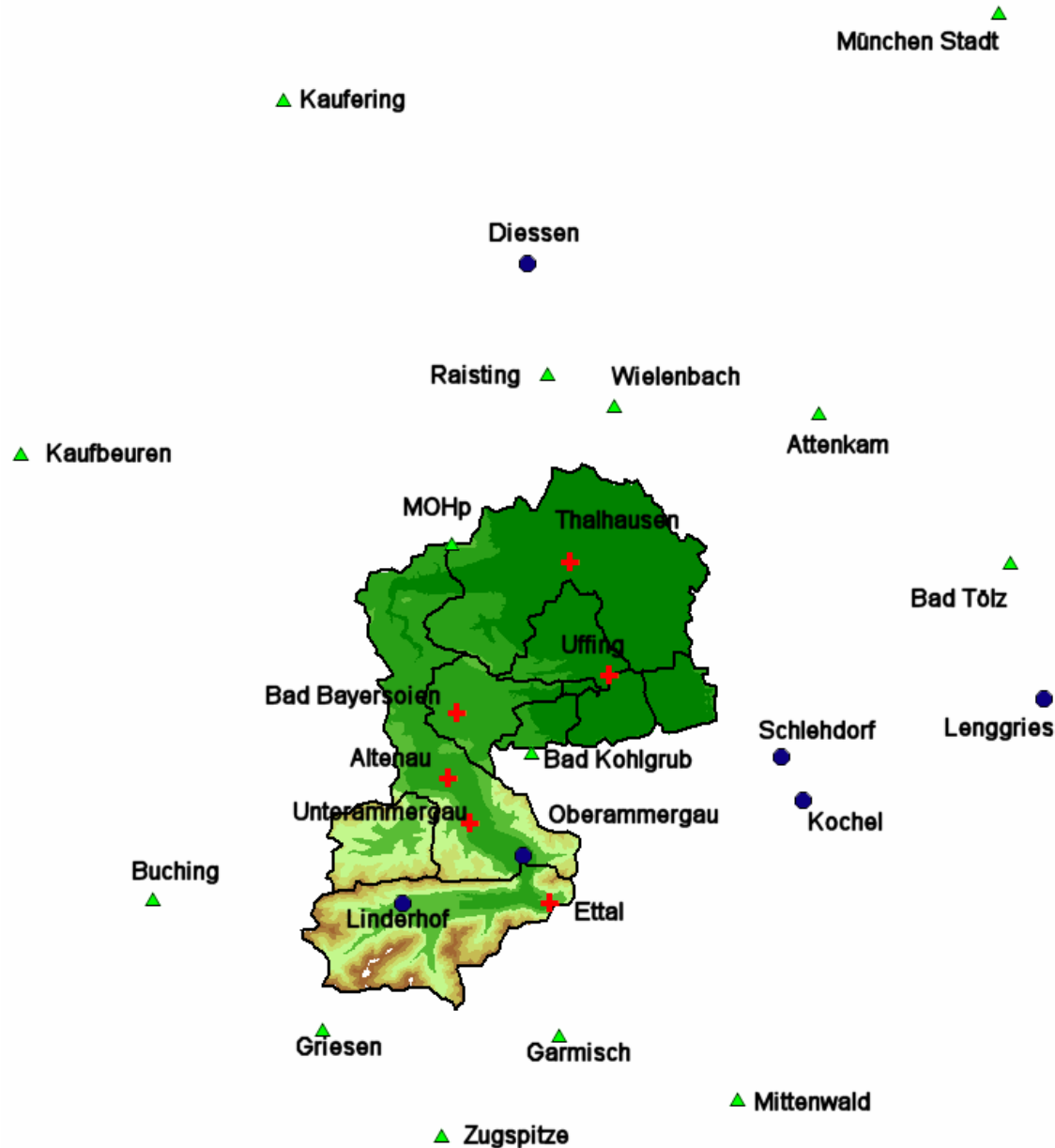


Peissenberg



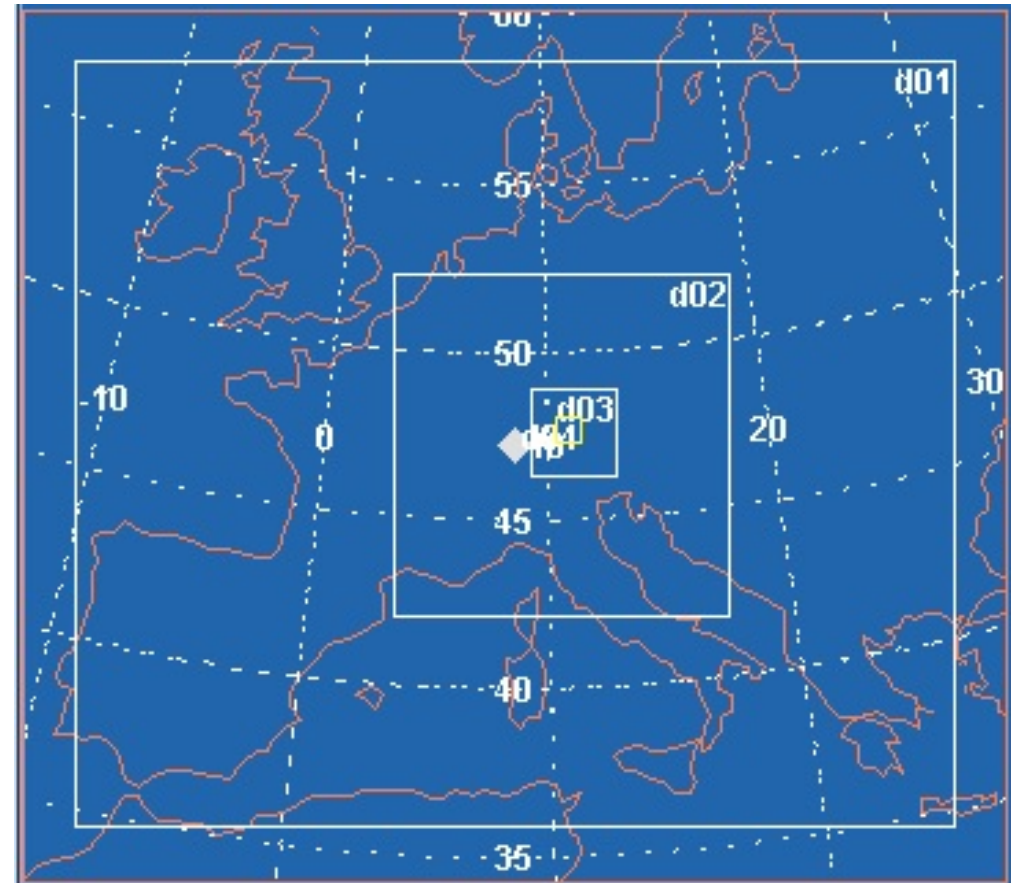
Weilheim





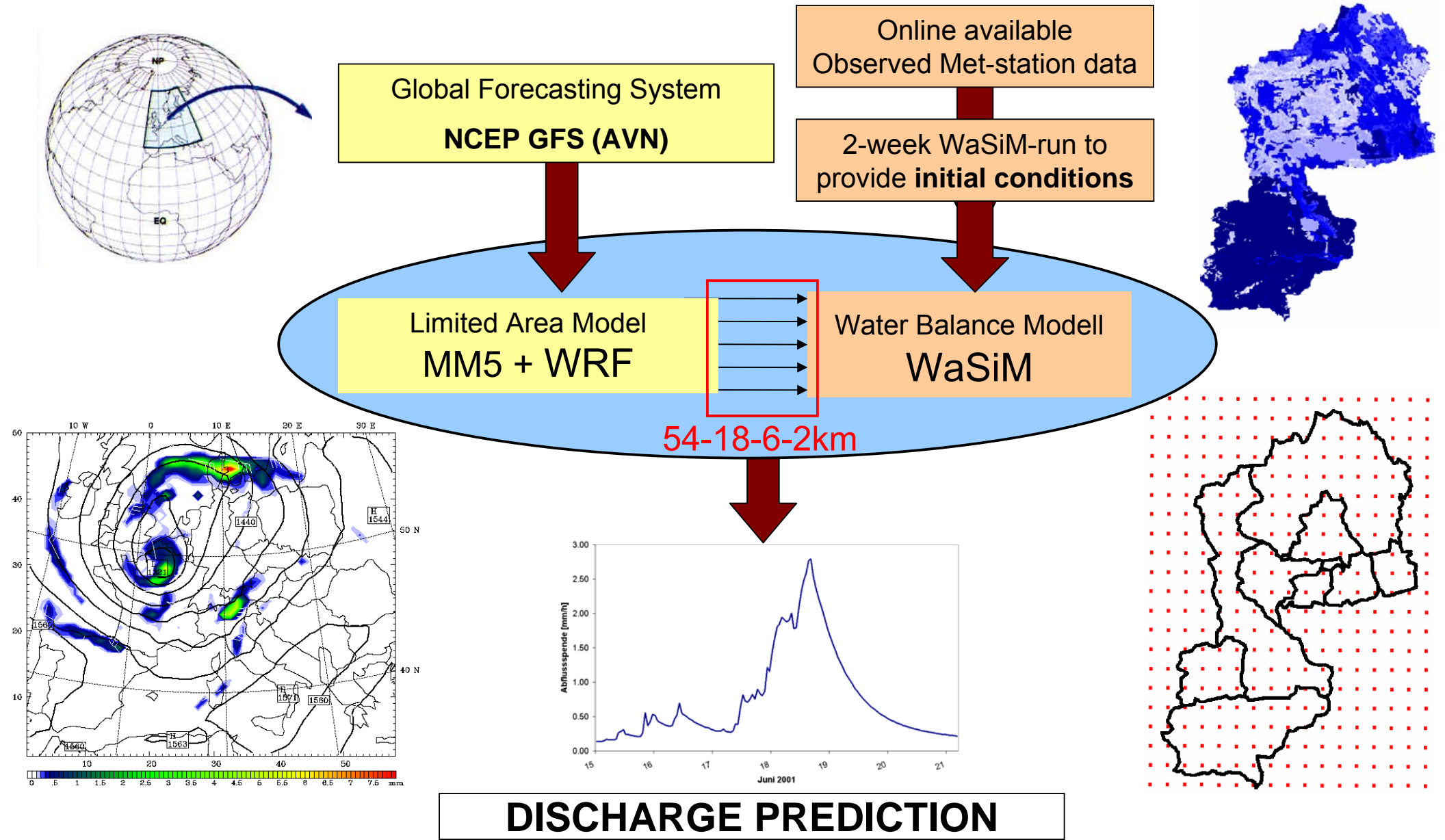
- Niederschlagsstationen
grün 2001
blau ab 2004
rot Sondermessnetz 2004/5
- Anpassung der empirischen Parameter des Modells bei sich ändernder Datenverfügbarkeit/Stationsdichte
- Interpolierte Felder enthalten **Extremwerte**
- Welche Auflösung haben die auf das Modellraster interpolierten Stationsdaten?

- WRF – Weather Research and Forecast
- nicht-hydrostatisches regionales Modell
- 4 Auflösungen
 - d01 **54** km
 - d02 **18** km
 - d03 **6** km
 - d04 **2** km
- Simulationsergebnisse:
Mittelwerte über die Gridzellen
und Zeitschritt



Wie gut sind die NWP-Daten für die hydrologische Modellierung?

Hydrometeorologisches Vorhersagesystem

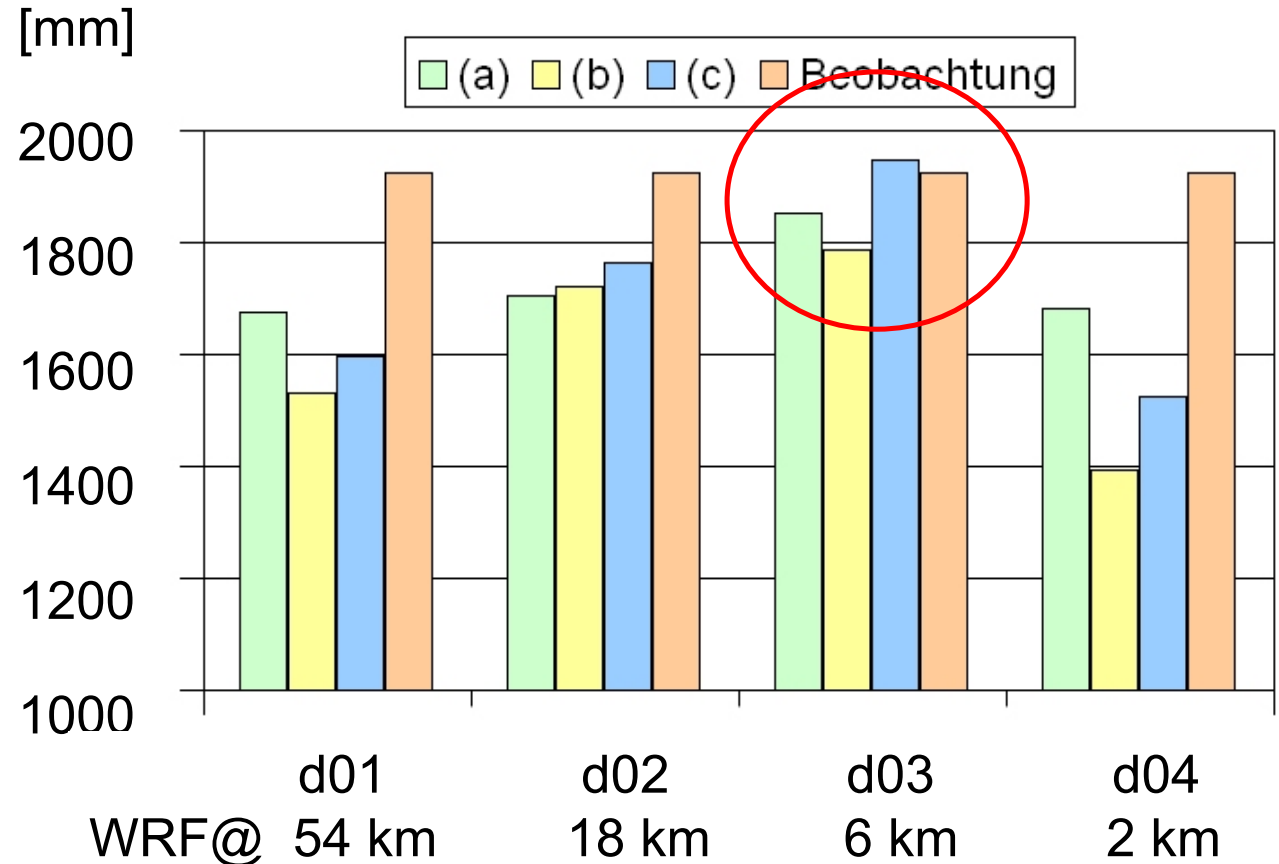
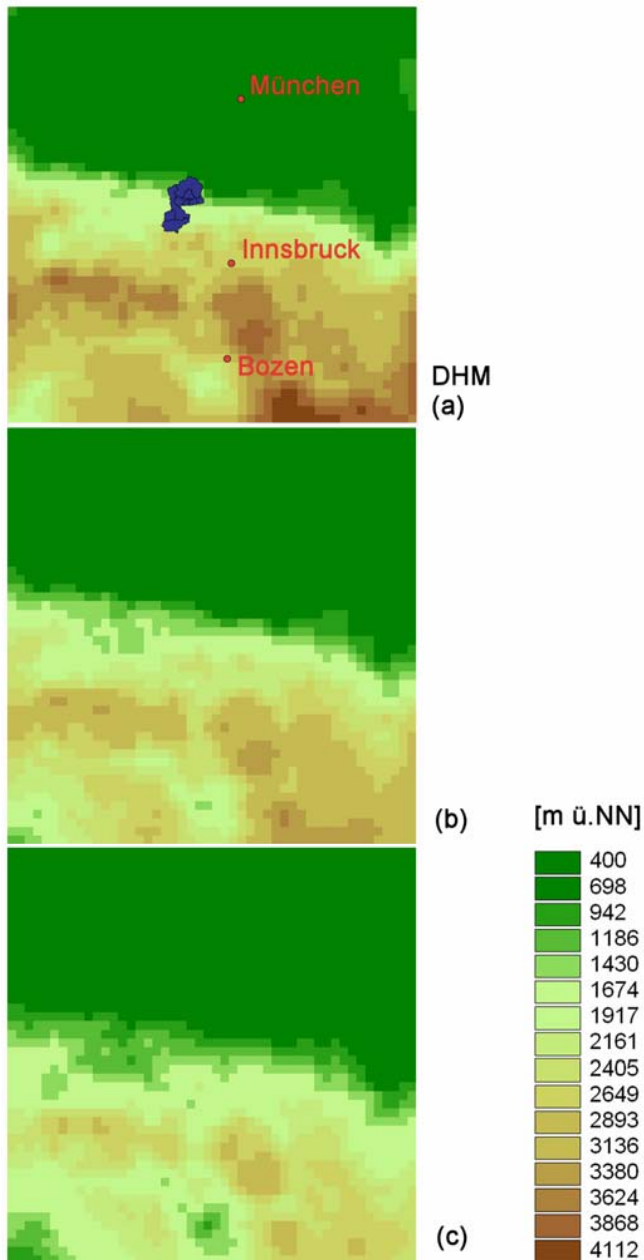


Insgesamt > 300 Wettervorhersagen



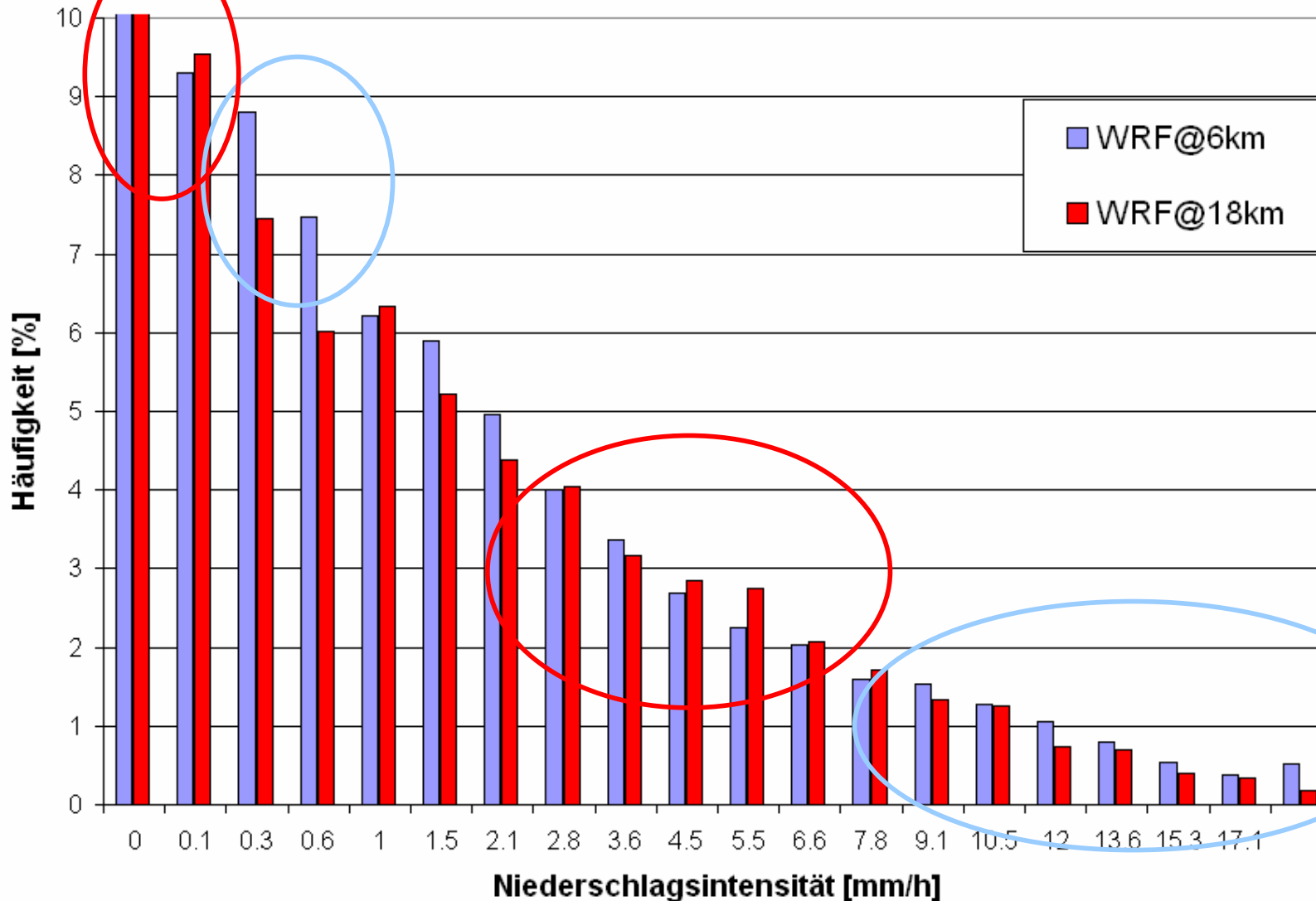
Quelle: DWD

WRF – horizontale Auflösung & DHM-Optionen



Niederschlagssumme von 18 Stationen und korrespondierende **2x2** WRF-Gridzellen aus einer Wettervorhersage

Histogramm des WRF – Niederschlages

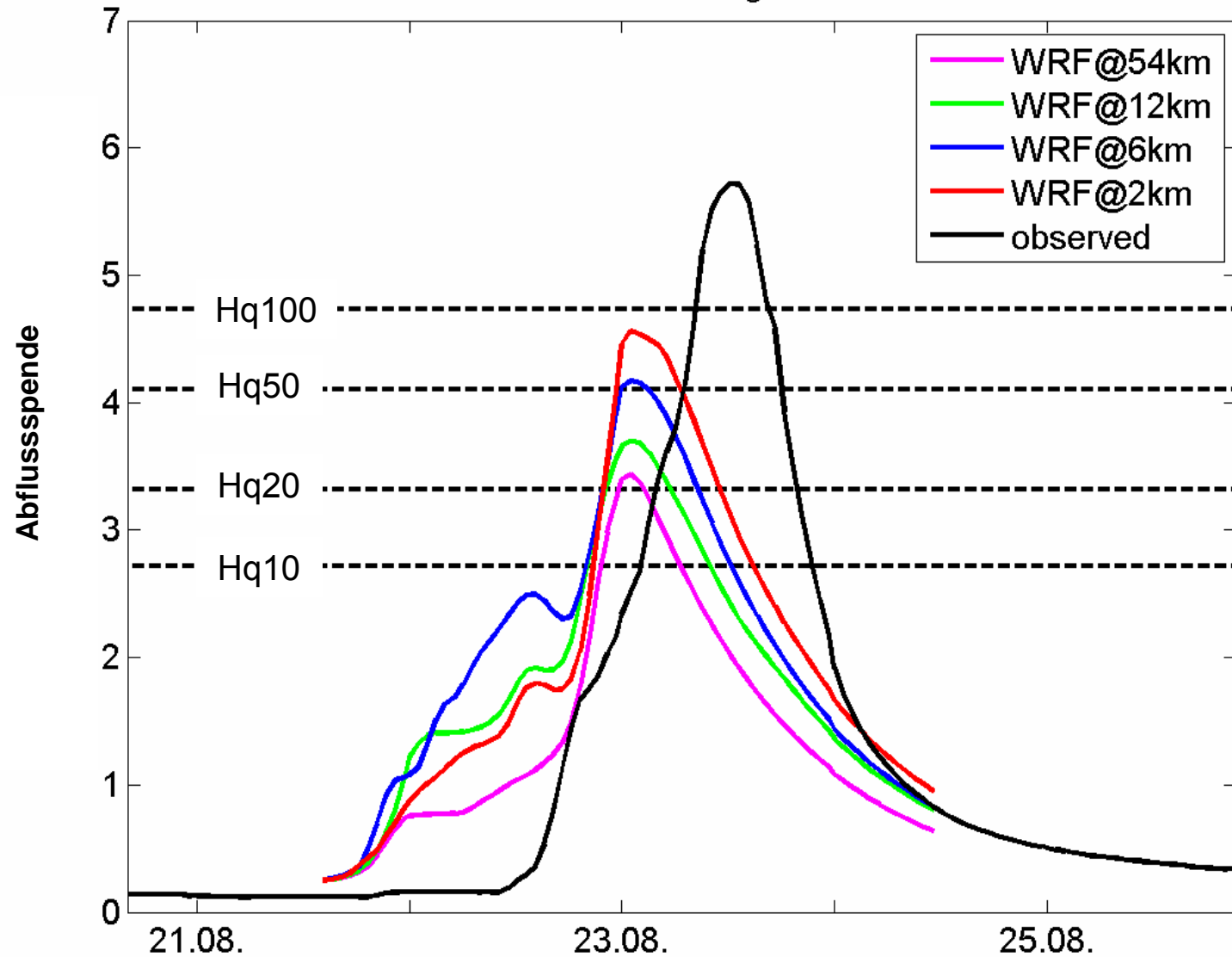


Datengrundlage
 13 72h-Wetter-
 vorhersagen
 Hochwasser 8/2005
 Gebiet Ammer
 D03 156 Gitterpunkte
 -> 148200 Werte
 D02 52 Gitterpunkte
 -> 49400 Werte

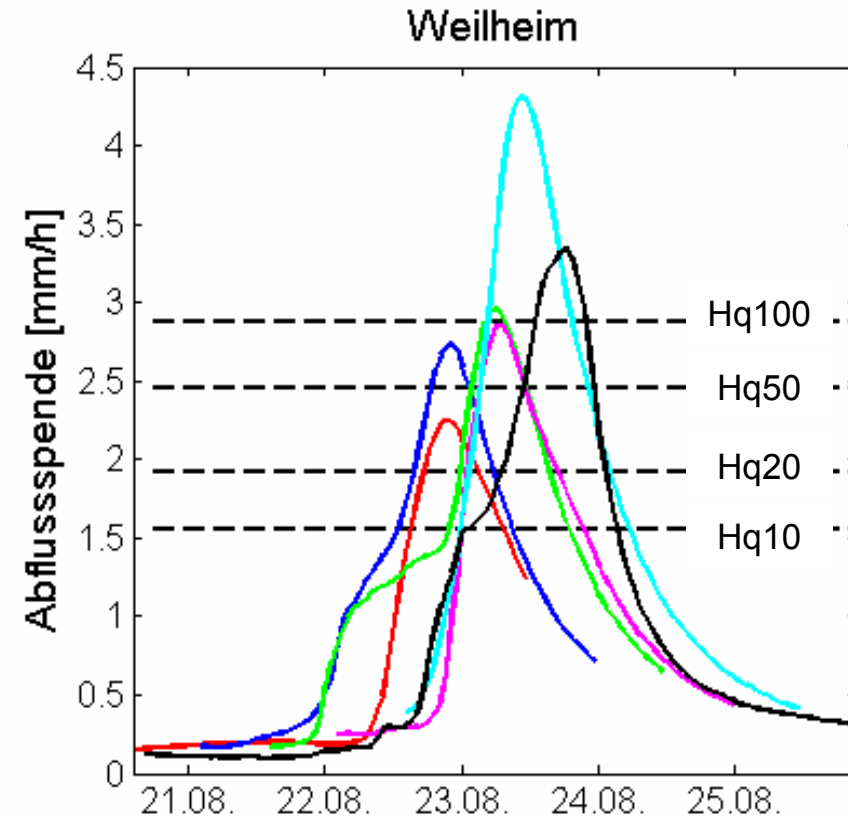
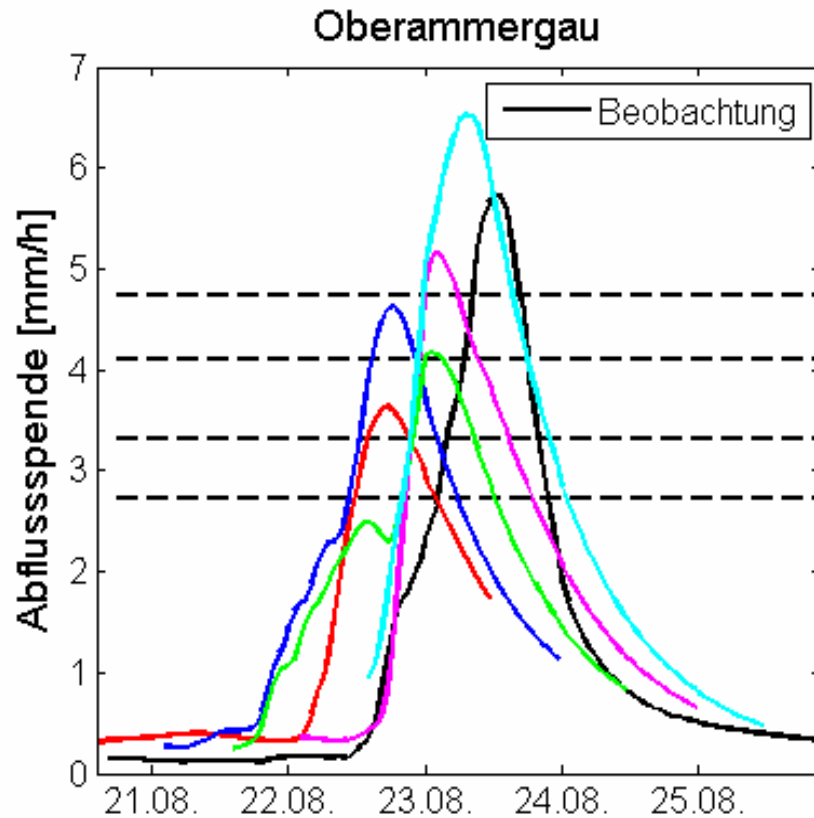
D03 Pmax 30.6mm/h
 D02 Pmax 25.5mm/h

-> Auswirkung z.B. auf die Berechnung der Infiltration im hydrologischen Modell

Oberammergau



WRF@6km-WaSiM: zeitliche Entwicklung



Güte der Wettervorhersagen variiert!
Erschwert die Suche nach der besten
Auflösung



- Meteorologische Modelle liefern Mittelwerte meteorologischer Größen über die räumliche und zeitliche Modellauflösung
- Die Häufigkeitsverteilungen des Niederschlages zeigen, dass die Niederschlagsmaxima und die Anzahl großer Niederschlagsintensitäten mit gröberer Modellauflösung abnehmen
- Hydrologische Modelle sind in der Regel mit Niederschlagsstationen kalibriert – Niederschlagsfelder enthalten Extremwerte
- Die bestmögliche, höchste Modellauflösung des met. Modells liefert nicht automatisch den besten Input für hydrologische Simulationen

- Meteorologische und hydrologische Modellierung in einer Hand
 - > Suche nach möglichen Setup-Kombinationen
- Kalibrierung des hydrologischen Modells an meteorologische Modelldaten
- Klima-Hydrologiesimulationen: Lange Zeitreihen Vergleich statistischer Kennwerte
 - > Gewässerkundliche Hauptwerte

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

