



# LARSIM-ME: Aufbau eines Wasserhaushaltsmodells Mitteleuropa

Imke Lingemann, BfG  
Ulrich Wolf-Schumann, Hydrotec

Projektteam:  
B. Klein, P. Krahe (BfG)  
O. Buchholz, M. Dorp, C. Hellbach (Hydrotec)  
K.-G. Richter, C. Elpers, M. Hunger, G. Krauter, S. Vollmer (Aquantec)

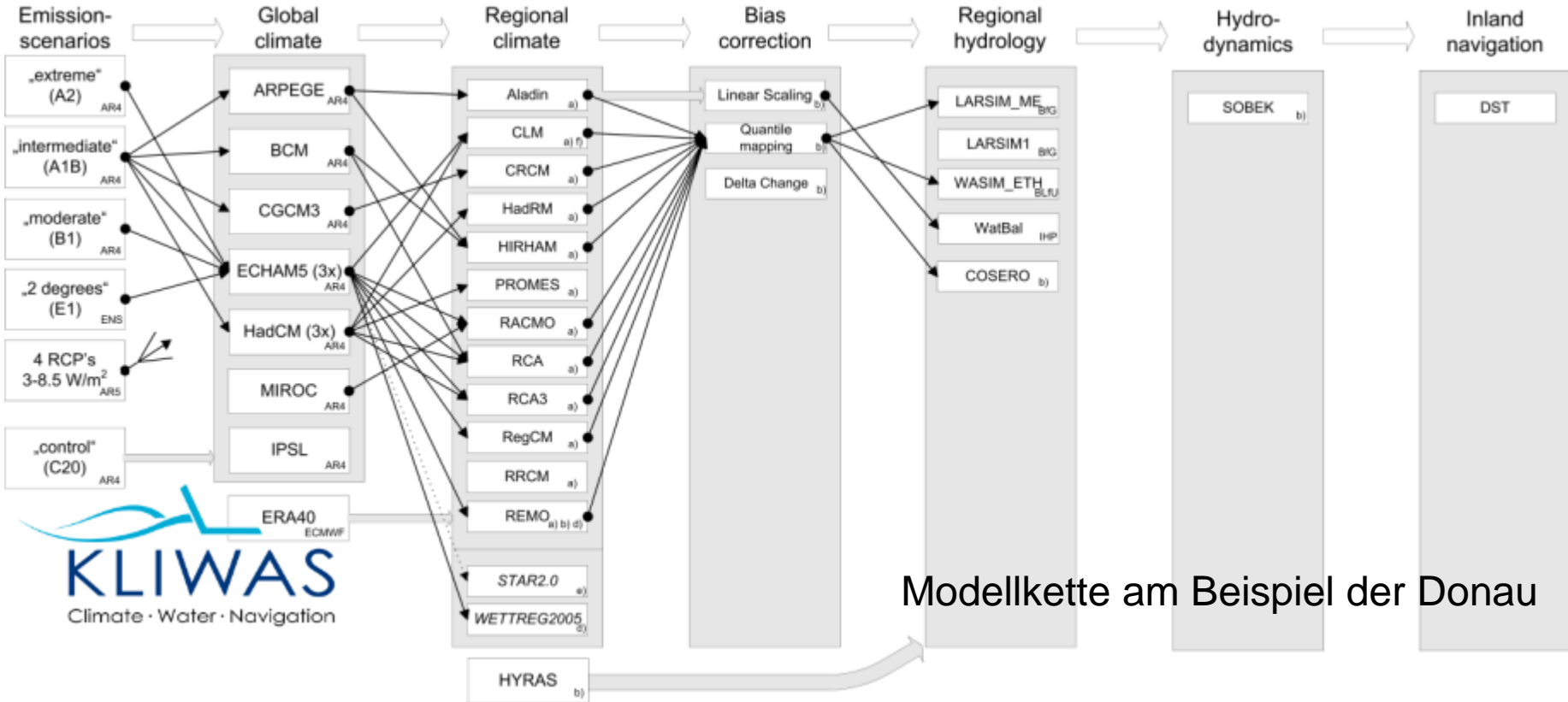


Für die Bearbeitung wurde LARSIM von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) zur Verfügung gestellt. Hierfür bedanken sich die Bearbeiter herzlich.

# Ziele eines LARSIM-Modells für Mitteleuropa

1. Klimafolgenforschung
2. Umweltmonitoring der bundesweiten Wasserressourcen
3. Saisonale W- und Q-Vorhersage für die Schifffahrt
4. Bewirtschaftung der Bundeswasserstraßen
5. Verständnis des Wasserhaushalts

# Klimafolgenforschung



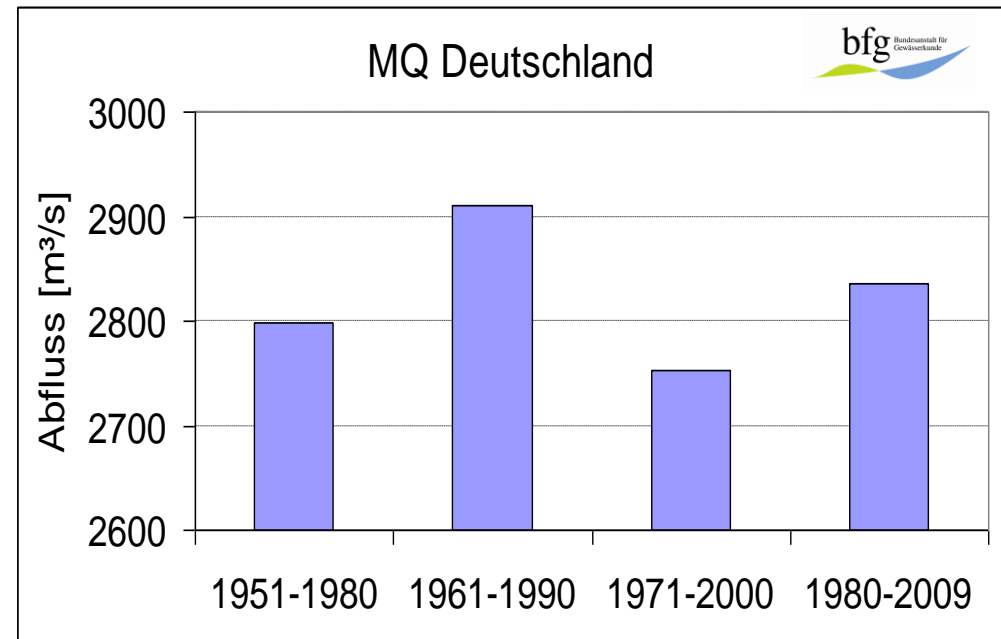
Forschungsprogramm KLIWAS, EU-Projekte ECCONET und AdaptAlp

Zuverlässige Wasserbilanz

Vertrauen in Berechnungen bei sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen

# Monitoring Wasserressourcen

- UBA-Statistik
- EU-Water Scarcity and Drought
- OECD-Statistik
- sonstige



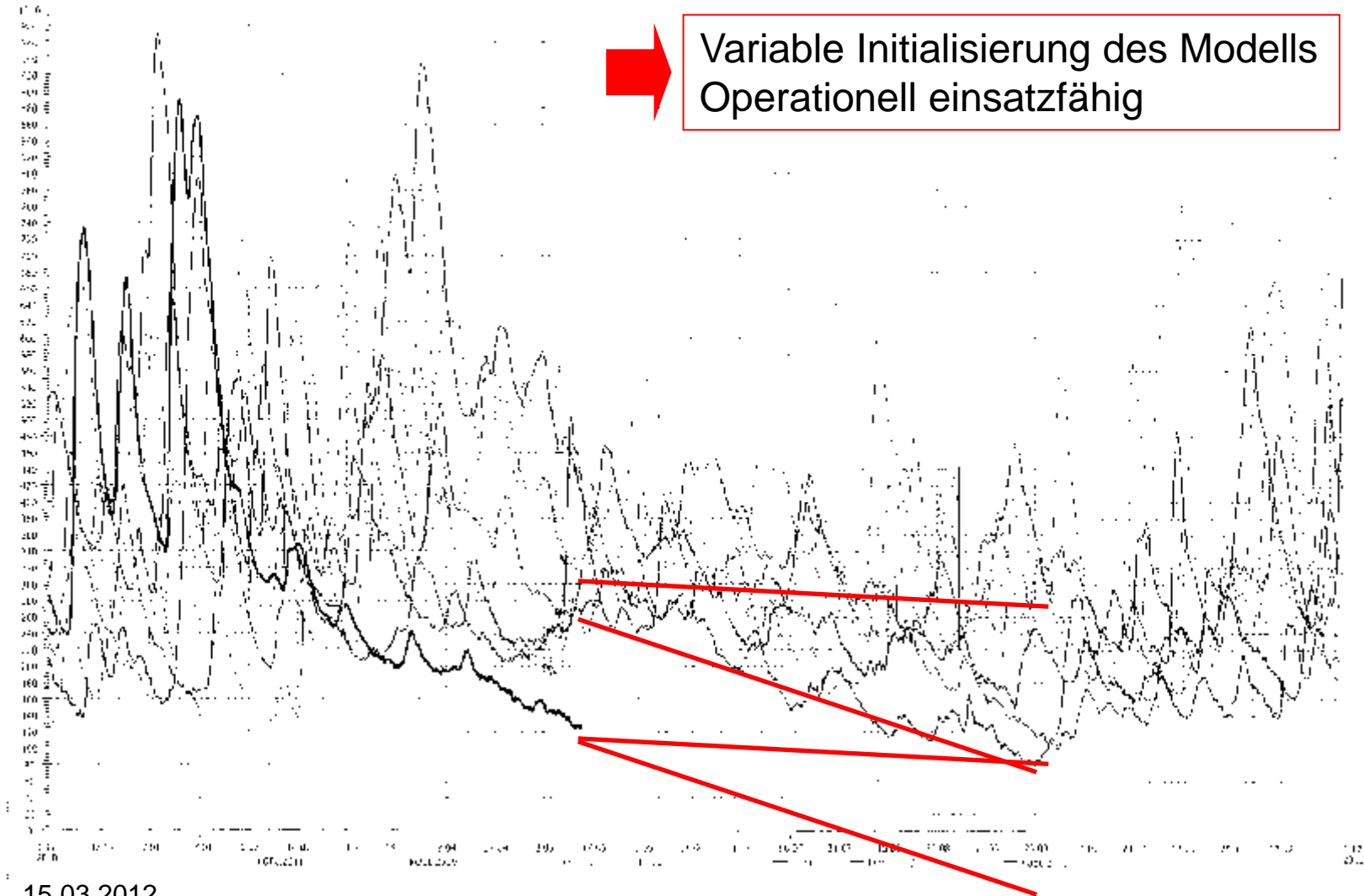
Indikator- und kennwertstabile Simulationsergebnisse  
Homogene Ergebnisstruktur auf großer Skala

# Saisonale Vorhersage für die Schifffahrt

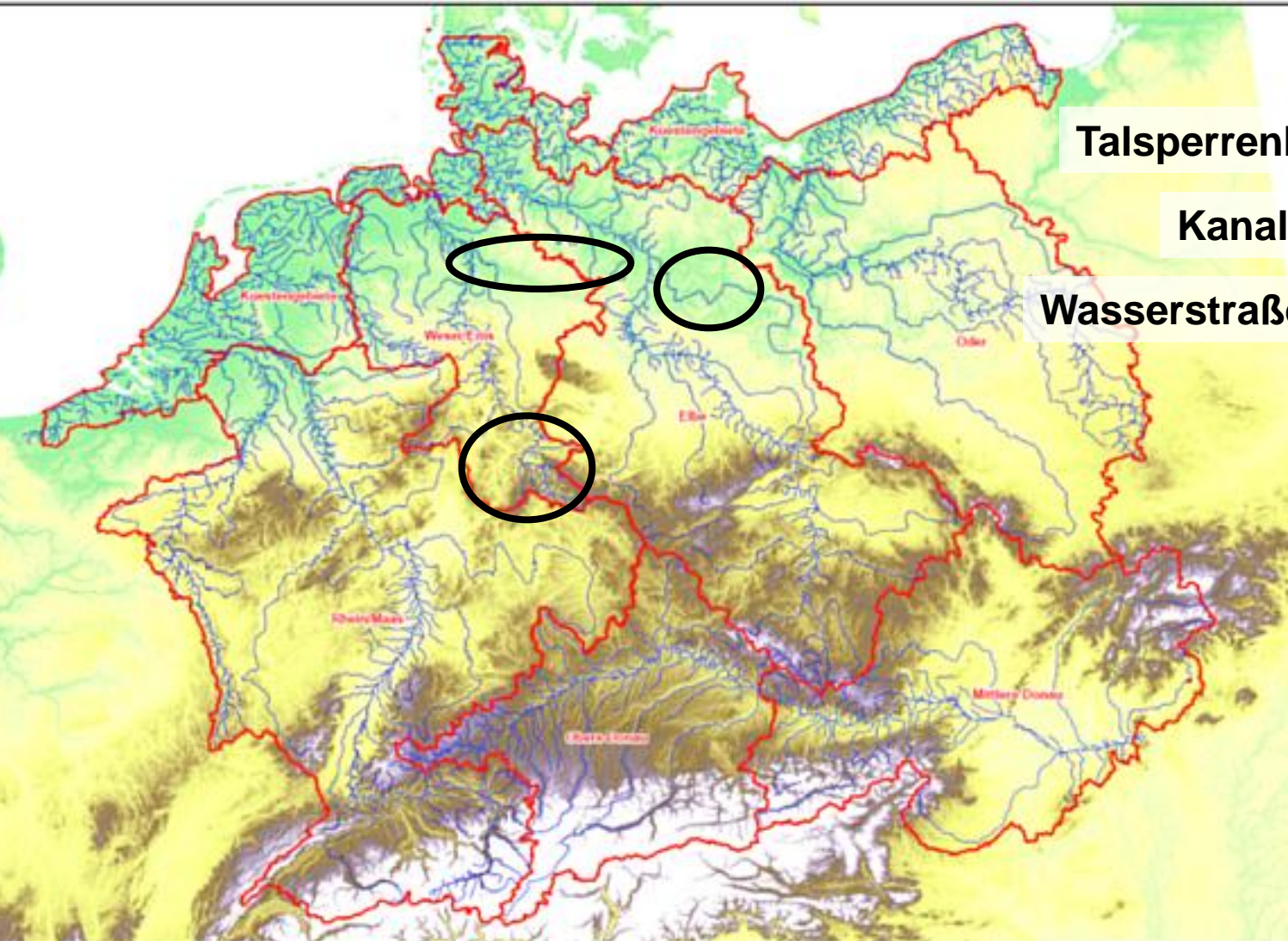
Vergleich Wasserstände  
Kstn



Variable Initialisierung des Modells  
Operationell einsatzfähig



# Bewirtschaftung der Bundeswasserstraßen

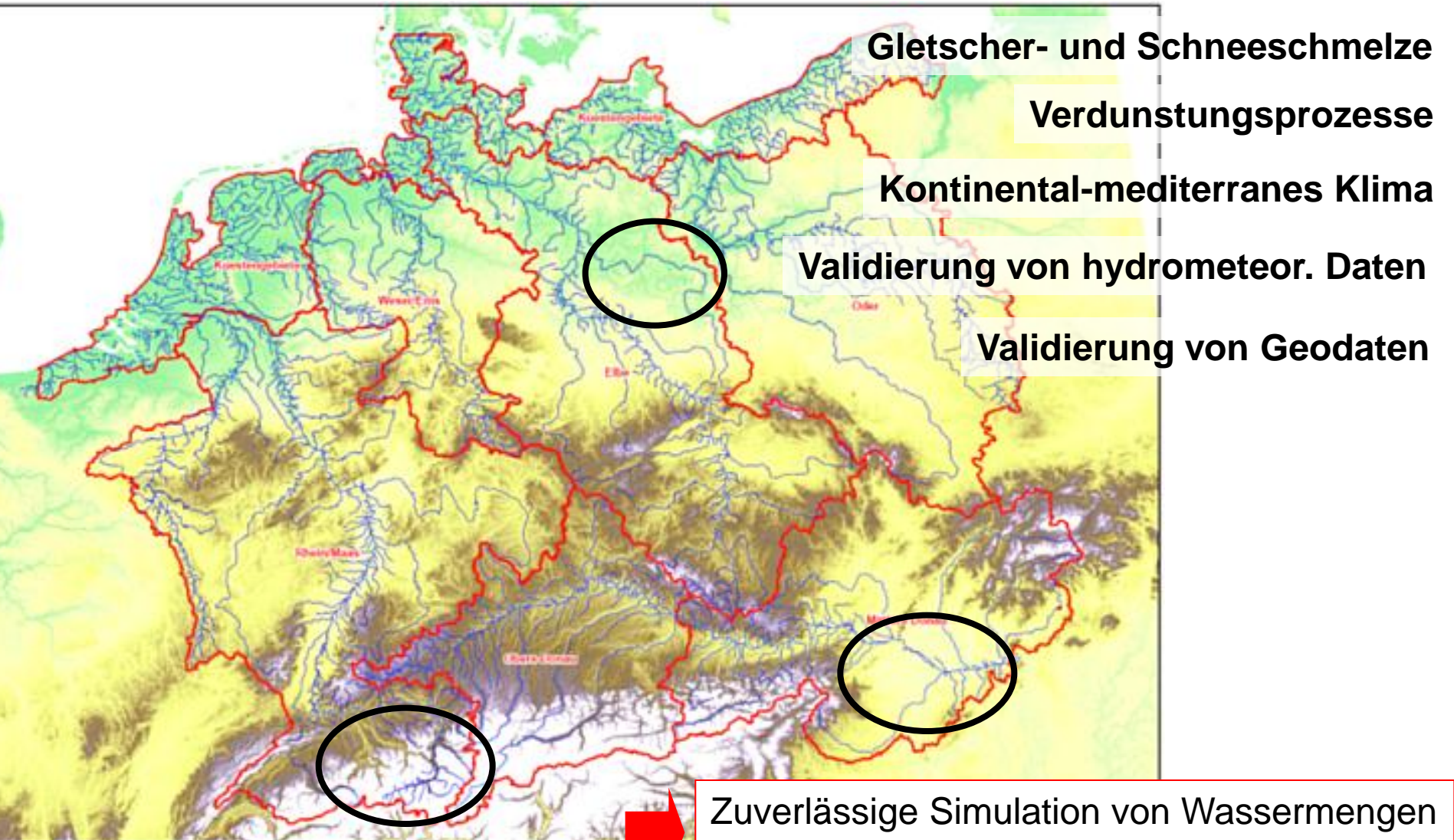


**Talsperrenbewirtschaftung**

**Kanalbewirtschaftung**

**Wasserstraßensystem Berlin**

# System- und Prozessverständnis des Wasserhaushalts



# Übersicht Teil 2

- Methodik
- Daten und Modell
- Regionalisierung
  - Kalibrierung
  - Übertragung
  - Validierung
- Aktuelle Arbeiten
- Tools
- Zusammenfassung und Hinweise



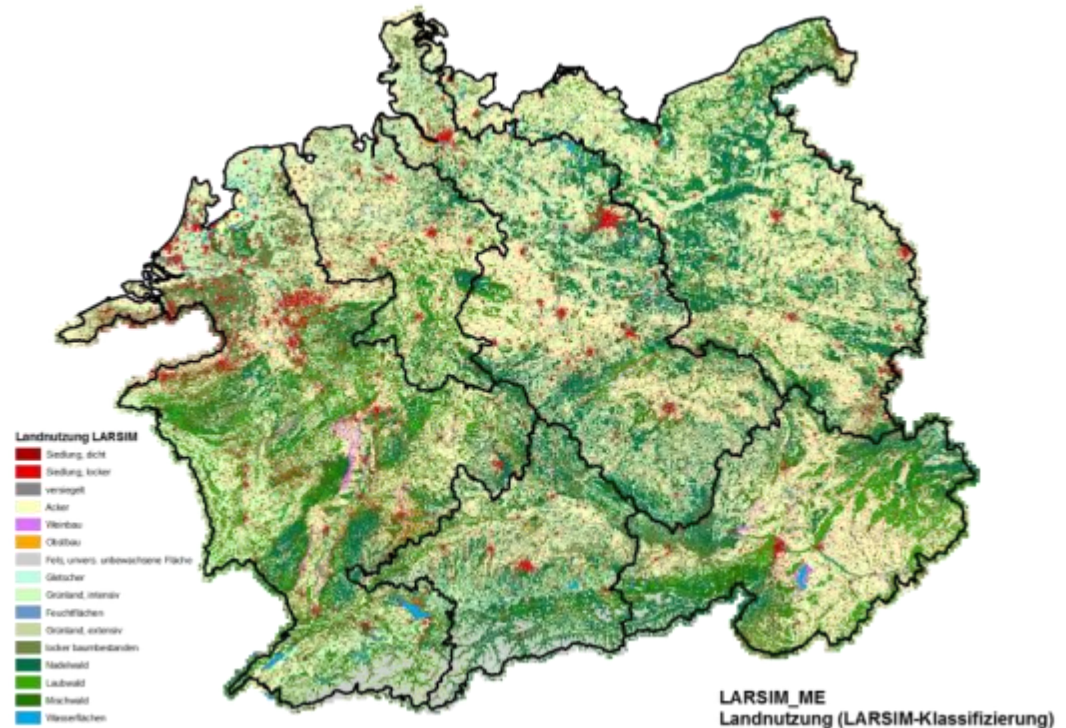


# Methodik

- Ziel: Einheitliches Modell
  - Homogene Daten
  - Objektivierete Kalibrierung
  - Aussagekraft im Projektgebiet
  
- Regionalisierung
  - Mit Geofaktoren parametrisieren
  - Ausgewählte Gebiete kalibrieren
  - Übertragen auf Gesamtgebiet
  - Validieren
  
- Weitere Schritte
  - Nachkalibrierung der wichtigsten Gewässer
  - Szenarien im Kontext KLIWAS, ECCONET und AdaptAlp
  - Basismodell für Standardaufgaben der BfG

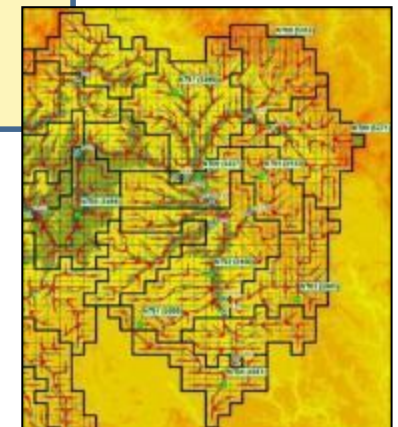
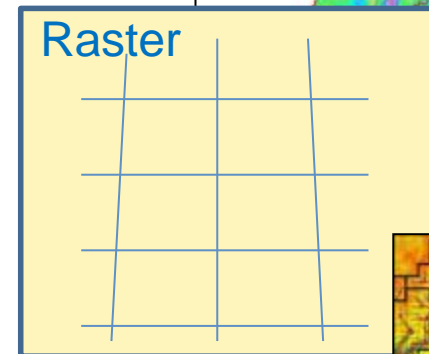
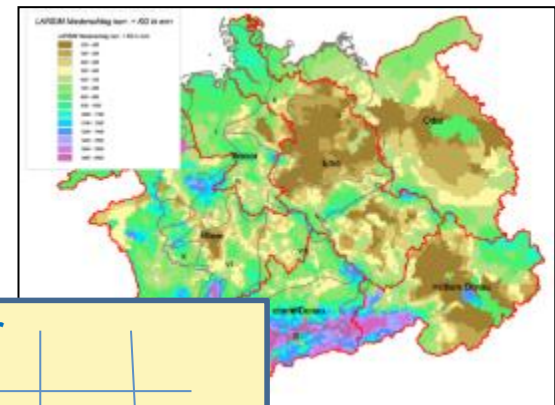
# Modell

- Flussgebiete
  - Maas und Rhein,
  - Ems und Weser,
  - Elbe, Oder und
  - Obere und mittlere Donau
- Fakten
  - 800.000 Km<sup>2</sup>
  - 32.000 Rasterelemente
  - 100 Speicher+Überleitungen
  - 500 Pegel
- Abflussregime, Klimazonen, Naturräume
  - Glazial .. Fluvial
  - Ozeanisch .. Kontinental



# Einheitliche Daten für Projektgebiet

- Meteorologie: HYRAS
  - Einheitliche meteorologische Daten Projektgebiet (PREC, SUN, TEMP)
  - Vorgabe für Modelldiskretisierung 5\*5 km
- Boden: JRC Soil Database
- Landnutzung: Corinne
- Gewässer
  - ca. 1.300 km SOBEK-Modelle an Elbe, Donau, Rhein
  - dVdQ Beziehungen



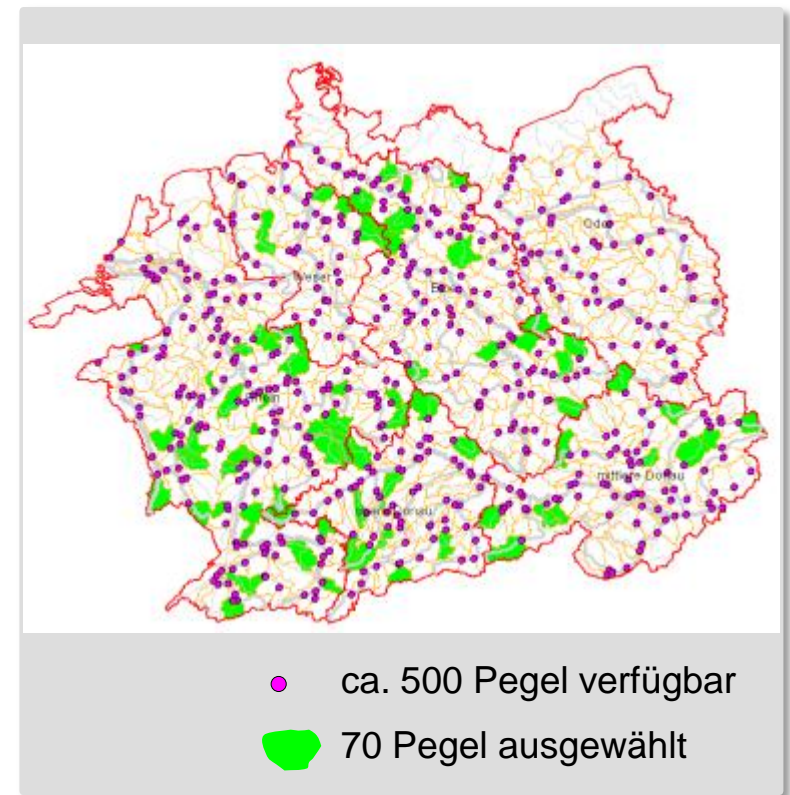
# Regionalisierung 1: Auswahl und Kalibrierung PKB

- Identifikation der Pegel Kontroll Bereiche
  - Ziel: Übertragbarkeit
  - Ausschlusskriterien (Talsperren, Qualität ..)
  - Hydrologische Kenngrößen

| Hydrolog. Kenngröße | Einheit                |
|---------------------|------------------------|
| MQ/AEO              | [l/s/km <sup>2</sup> ] |
| HQ2/MQ              | [-]                    |
| MoMNQ/MQ            | [-]                    |
| MQWinter/MQSommer   | [-]                    |

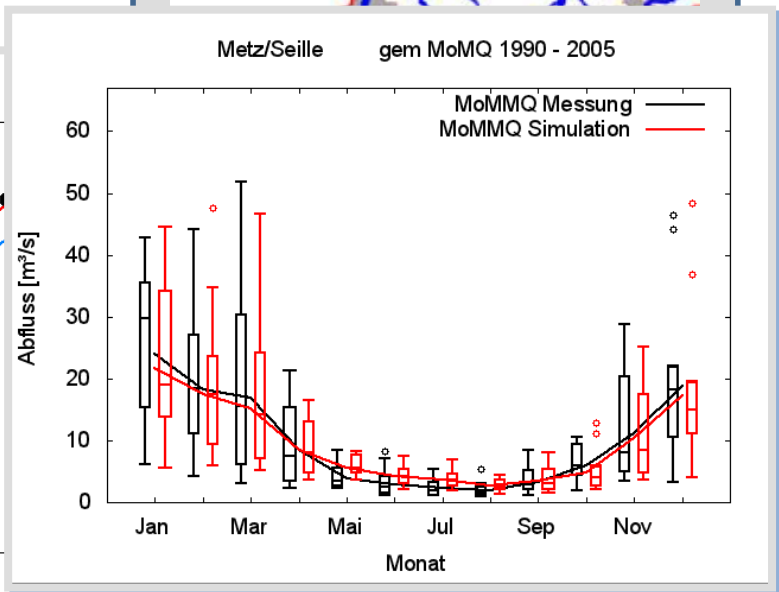
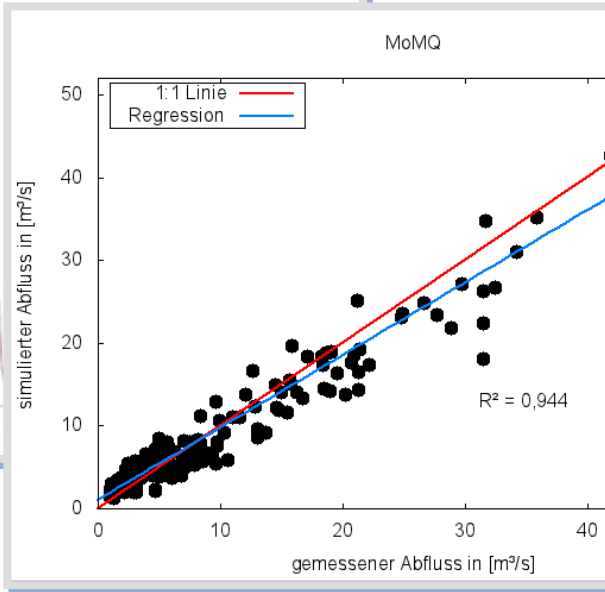
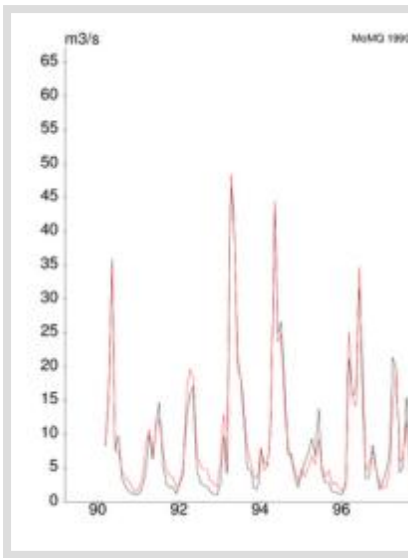
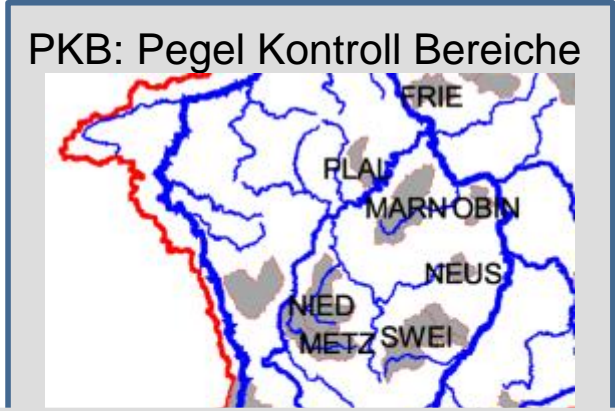
- 40 Geokenngrößen

| Geokenngröße               | Einheit        | Erläuterung                                  |
|----------------------------|----------------|--|
| Mittlere Höhe              | mNN            | Mittlere Höhe des Pegelinzugsgebietes        |
| Mittleres Gefälle          | %              | Mittleres Gefälle des Pegelinzugsgebietes    |
| Hydrogeologische Einheiten | Flächenanteile | Attribut HG aus JRC-Bodenkarte               |
| 1C                         | %              | Grundwasserfern, mittlere Durchlässigkeit un |
| Kreisindex                 | -              | Kreisindex als Verhältnis der Pegelinzugsge  |
| nFK                        | mm/m           | Nutzbare Feldkapazität                       |
| Nutzung CLC                | Flächenanteile | CORINE                                       |
| URBAN                      | %              | Versiegelung                                 |
| GRUEN                      | %              | Grünland                                     |
| ACKER                      | %              | Acker  |
| WALD                       | %              | Wald   |
| FELS                       | %              | Felsen                                       |
| GLETSCHER                  | %              | Gletscher                                    |



# Regionalisierung Ergebnisse der Kalibrierung

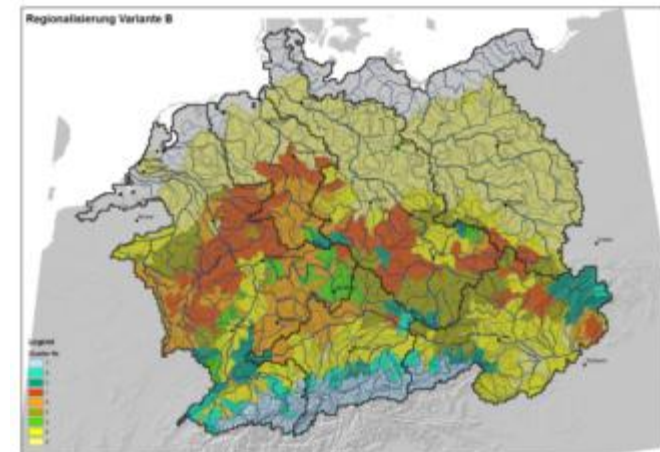
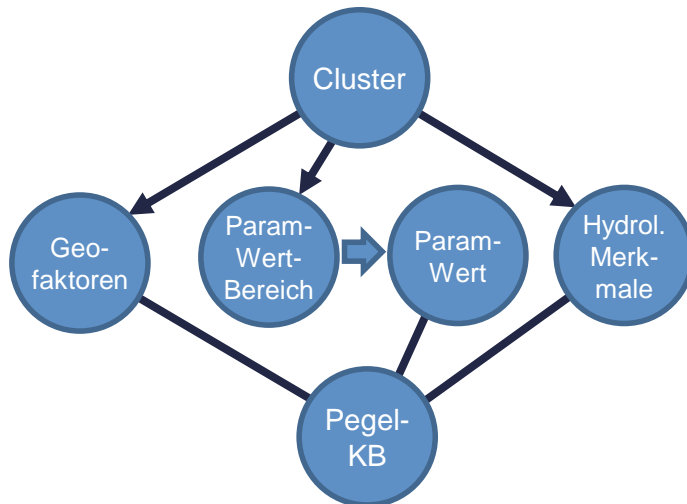
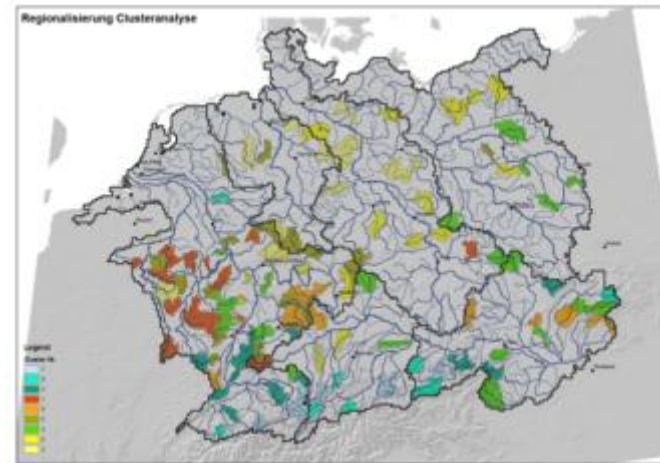
- Kalibrieranleitung
- Kriterien
  - Gütekriterien
  - Zeitreihen
  - Grafiken



Zwischenergebnis  
LARSIM-ME Version Nov. 2011

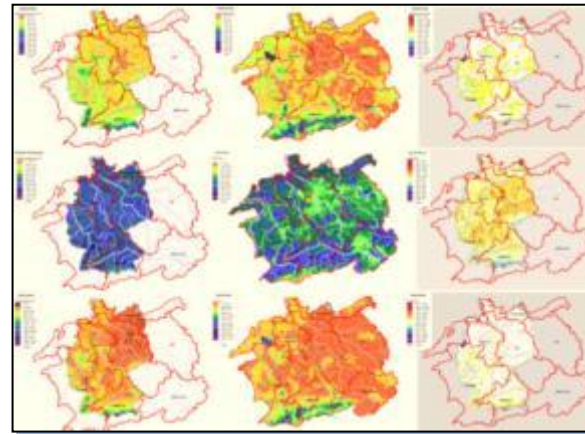
# Regionalisierung 2: Übertragung

- Geo- und Hydrokenngößen
  - Analysen
  - Relevante Faktoren
  - Clusterbildung
- Das Übertragungsprinzip



# Regionalisierung 3: Validierung

- Sehr umfangreiche Auswertungen
- Karten
- Tabellen
- Grafiken

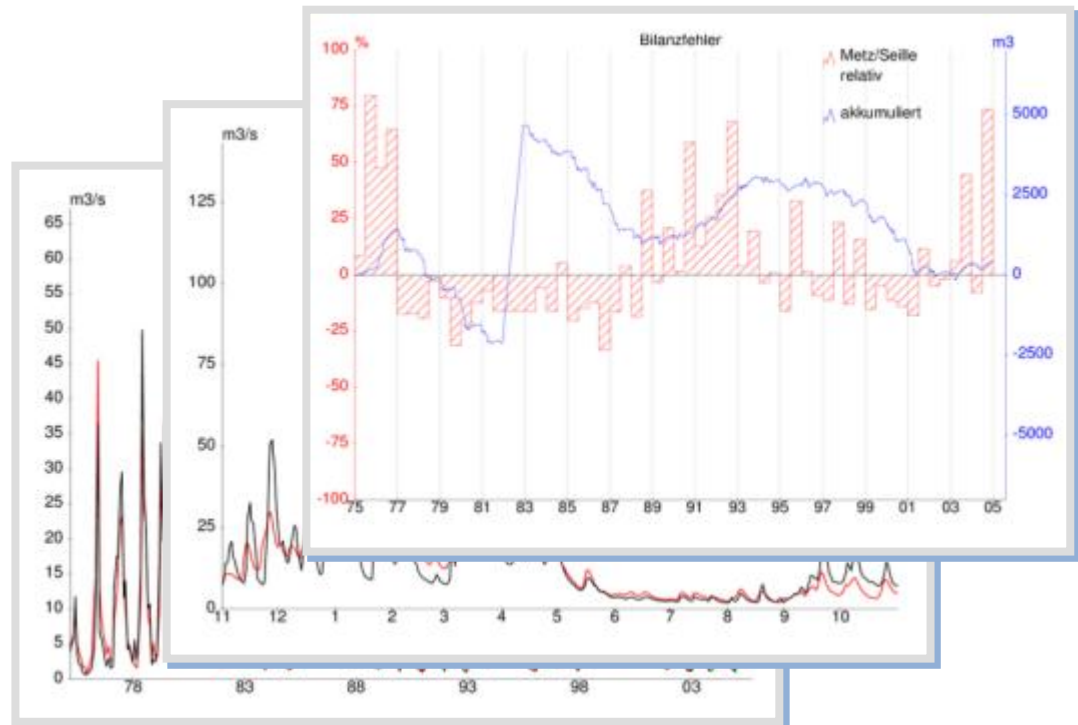


| GMD<br>Kenner | Bestimm-<br>heitsmass<br>Tageswerte | Bestimm-<br>heitsmass<br>Monatsmittel | NSE<br>Tageswerte | NSE<br>Monatsmittel | logNSE<br>Tageswerte | logNSE<br>Monatsmittel | Bias<br>Tageswerte |
|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| KALK          | 0,91                                | 0,95                                  | 0,90              | 0,93                | 0,88                 | 0,91                   | -1,0               |
| KORD          | 0,87                                | 0,96                                  | 0,83              | 0,87                | 0,70                 | 0,74                   | -0,3               |
| <b>METZ</b>   | <b>0,85</b>                         | <b>0,92</b>                           | <b>0,83</b>       | <b>0,91</b>         | <b>0,82</b>          | <b>0,87</b>            | <b>-0,6</b>        |
| RAUN          | 0,90                                | 0,94                                  |                   | 0,94                |                      | 0,94                   | -2,3               |
| SFNH          | 0,87                                | 0,93                                  | 0,87              | 0,93                | 0,91                 | 0,93                   | 0,6                |

Gütekriterien für LARSIM-ME/Stand Nov. 2011

# Regionalisierung: Validierung

- Sehr umfangreiche Auswertungen
- Karten
- Tabellen
- Grafiken
  - Zeitreihen
  - Jahre mit Ausprägung
  - BilanzPlots
  - BoxPlots



Zwischenergebnis  
LARSIM-ME Version Nov. 2011

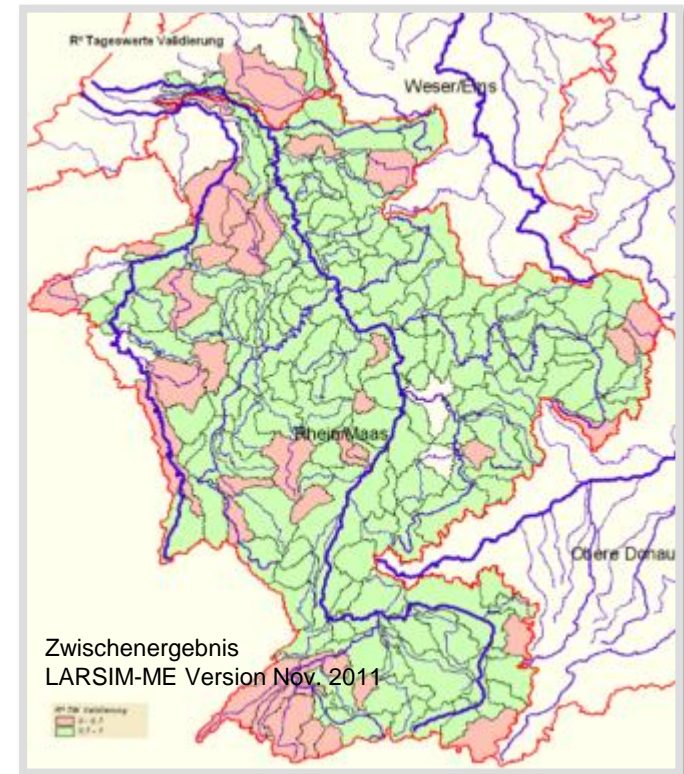


# Regionalisierung: Vergleich Kalibrierung - Validierung

- Ergebnis aus händischer Kalibrierung für 70 PKB 1990 - 2005

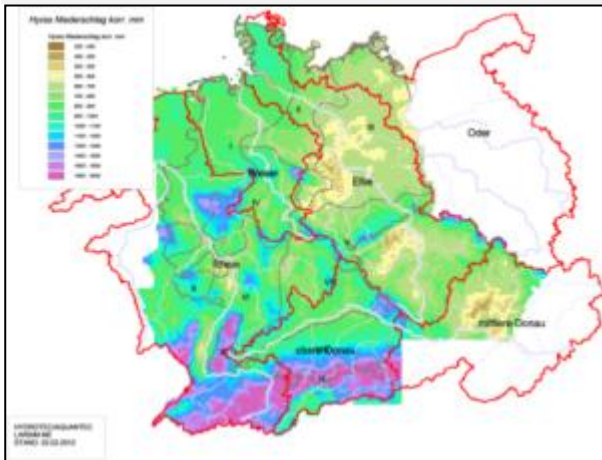


- Ergebnis mit regionalisierten Parametern für Gesamtgebiet 1975 - 2005

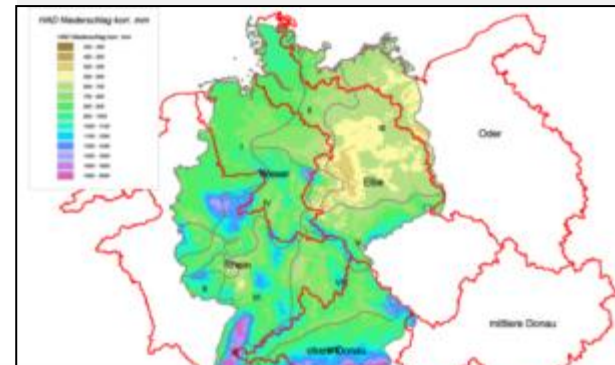


# Niederschlag: Richter-Korrektur und Kalibrierung „KG“

Niederschlag HYRAS  
mit Richter-Korrektur

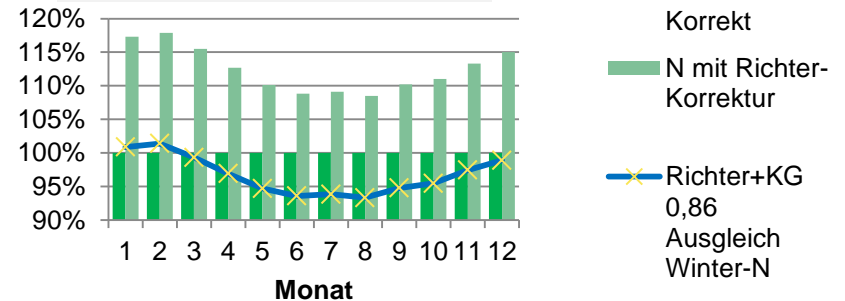


Niederschlag HAD  
mit Richter-Korrektur



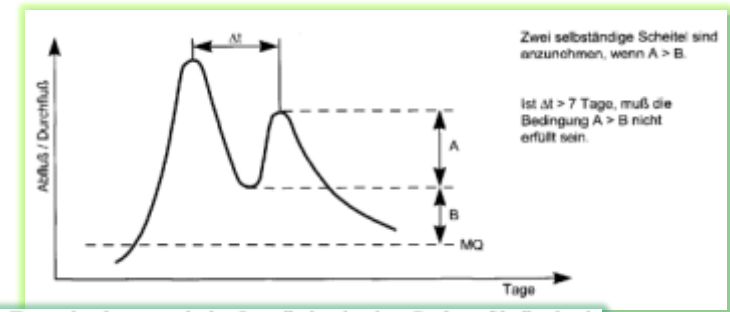
Differenz

Saisonale und nicht  
saisonale Wirkung



# Werkzeuge

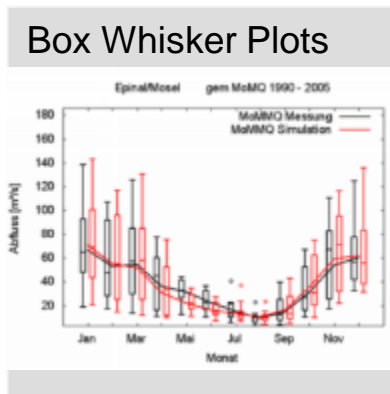
- TimeView
  - Interaktiv
  - Hydrologisch
  - Performant
- TimeView 2.5 Juli 2011
  - GMD Format
  - Hydrologische Unabhängigkeit
  - Python als Scriptsprache
  - Kennwerttabellen und Grafiken



Die Python-Extension kann nach der Installation in einer Python-Shell oder in mit „import tvcontrol“ geladen werden. Danach können die Befehle po Extension aufgerufen werden. Z. B.:

```
tvcontrol.request("WORKSHEET", "ADD DIAGRAM")
tvcontrol.poke("IMPORTER", "filename=c:/test.uvf")
```

Alle Parameter und Rückgabewerten werden als Zeichenketten übergeben.



### Hauptwerte

| Pegel                     | GMD Kuerzel | HORB    | EPIN       | HAJLC |
|---------------------------|-------------|---------|------------|-------|
| NIHQ Sommer gemessen m³/s | 2.401       | 2.155   | 7.1        |       |
| NIHQ Sommer Differenz %   | -29.542     | 10.988  | -3.587     |       |
| NIHQ Winter Differenz %   | 5.888       | -12.494 | -136330.01 |       |
| NIHQ Jahr Differenz %     | -13         | 10.988  | -66832.968 |       |
| MHMQ Sommer Differenz %   | -15.734     | 8.628   | -12.129    |       |
| MHMQ Winter Differenz %   | -5.4        | -6.011  | 10.899     |       |
| MHMQ Jahr Differenz %     | -13.752     | 0.032   | 1.366      |       |
| MQ Sommer Differenz %     | -9.582      | -16.404 | -15.245    |       |
| MQ Winter Differenz %     | 9.842       | -0.138  | -4.008     |       |
| MQ Jahr Differenz %       | 4.04        | -4.707  | -7.658     |       |
| HHQ Sommer Differenz %    | -30.23      | -14.659 | -27.236    |       |
| HHQ Winter Differenz %    | -7.65       | -6.954  | -11.601    |       |
| HHQ Jahr Differenz %      | -9.918      | -5.91   | -13.227    |       |
| HHQ Sommer Differenz %    | -17.591     | 0.888   | -26.306    |       |
| HHQ Winter Differenz %    | -30.328     | -19.953 | -23.856    |       |
| HHQ Jahr Differenz %      | -30.328     | -19.953 | -25.366    |       |
| MoMNO Januar Differenz %  | 14.906      | 3.054   | -2.363     |       |
| MoMNO Februar Differenz % | 12.844      | 3.228   | 0.815      |       |

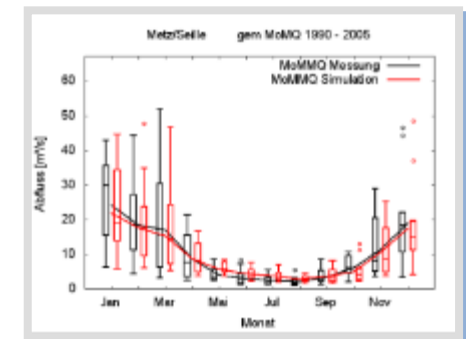
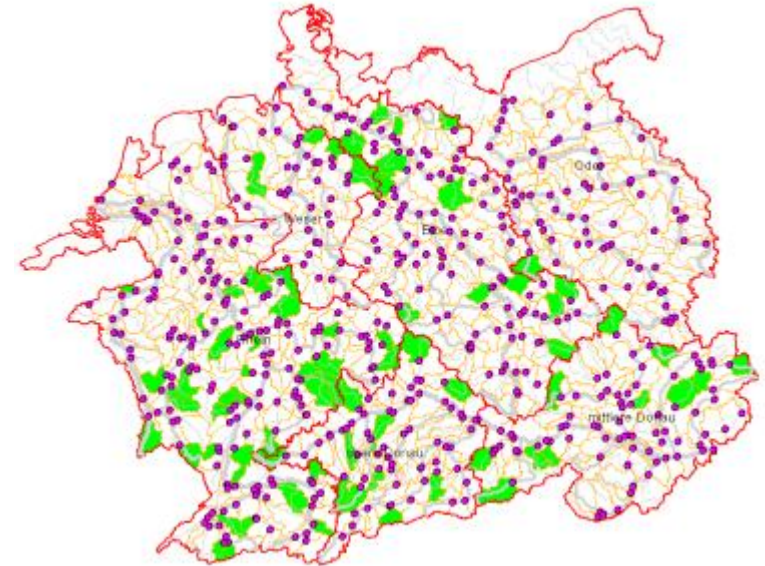


# Zusammenfassung

- Sehr großes Projekt
  - 800.000 km<sup>2</sup>
  - > 30 Jahre Tageswerte
  - 500 Pegel
- Einheitliche Daten
  - Nutzung, Boden, Höhen ..
  - Niederschlag, Verdunstung, ..
- Regionalisierung
  - Transparente, reproduzierbare Parametrisierung
- Modellierer
  - Effektivität beim Modellaufbau
  - Robustheit
  - Auswertbarkeit
- Anforderungen in Stichworten
  - Zuverlässige Wasserbilanz
  - Vertrauen in Berechnungen bei sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen
  - Homogene Ergebnisstruktur auf großer Skala
  - kennwertstabile Simulationsergebnisse
  - Zuverlässige Simulation von Wassermengen
  - Operationell einsatzfähig
  - Flexible Erweiterung der Modellsoftware

# LARSIM-ME: Nutzen für Sie

- Orientierung für Ihr Modell
  - Wasserhaushaltskomponenten
  - Hydrologische Kennwerte
  - ähnlich HAD, HAÖ, DGJ ..
- Basis für Ihr Modell
  - Daten
  - Modell (Hintergrundmodell)
- Werkzeuge für Ihr Modell
  - Regionalisierungsmethode
  - Parametrisierung Verdunstung
  - Auswertegrafiken / TimeView





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

