



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)

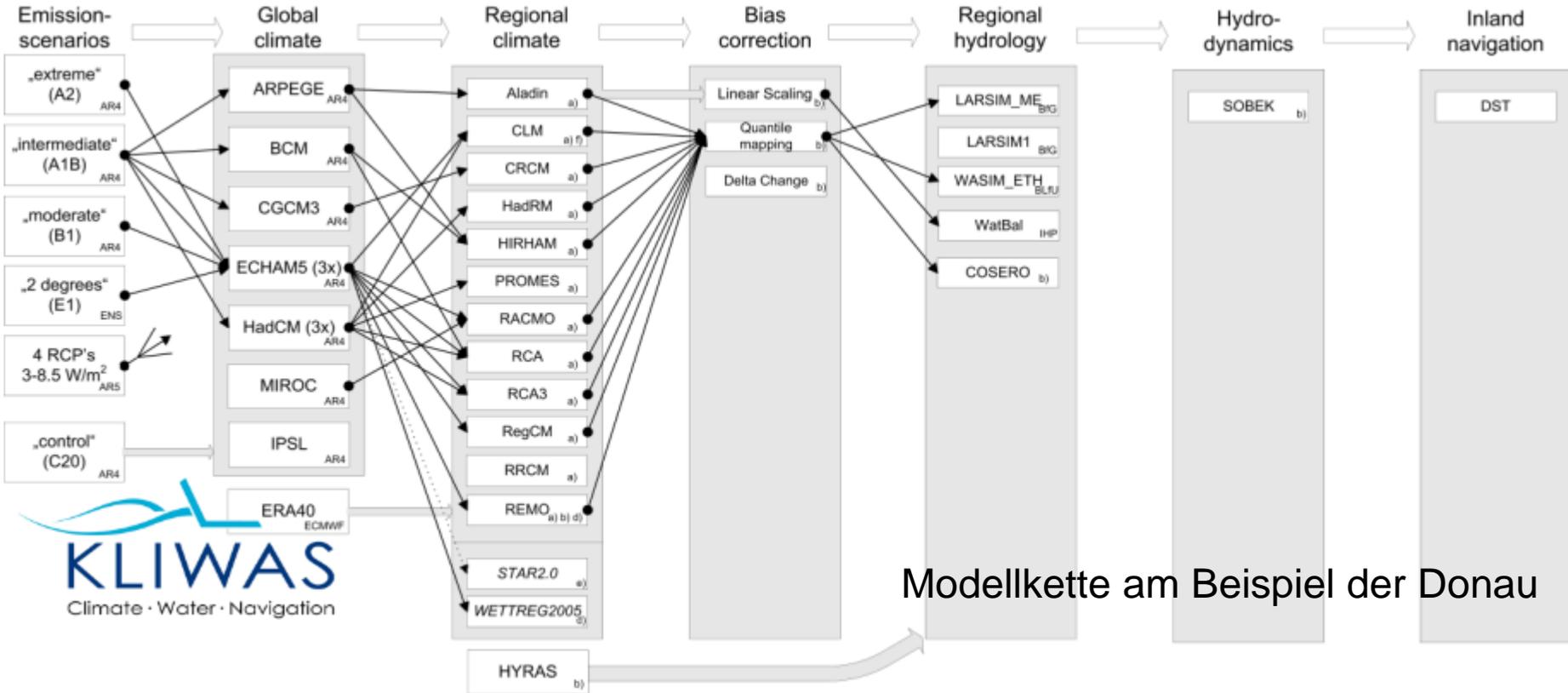


Für die Bearbeitung wurde LARSIM von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) zur Verfügung gestellt. Hierfür bedanken sich die Bearbeiter herzlich.

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



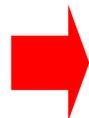
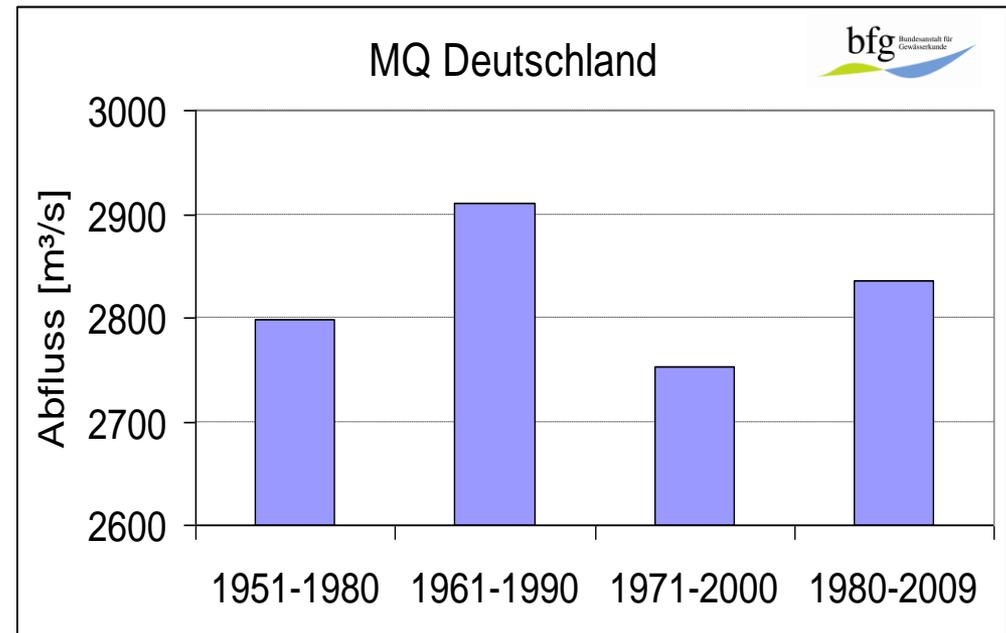
Forschungsprogramm KLIWAS, EU-Projekte ECCONET und AdaptAlp

Zuverlässige Wasserbilanz

Vertrauen in Berechnungen bei sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen

Monitoring Wasserressourcen

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



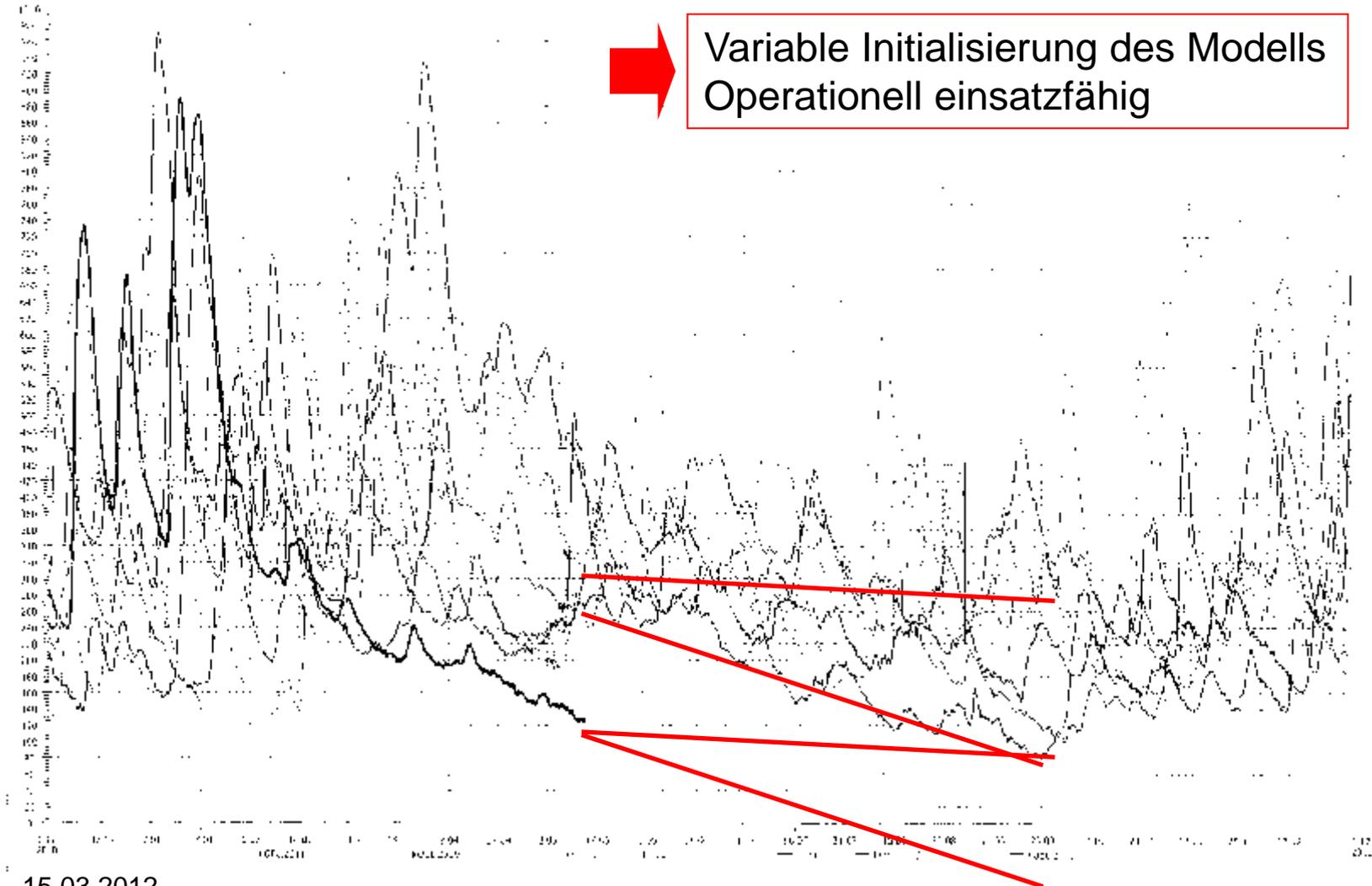
Indikator- und kennwertstabile Simulationsergebnisse
Homogene Ergebnisstruktur auf großer Skala

Saisonale Vorhersage für die Schifffahrt

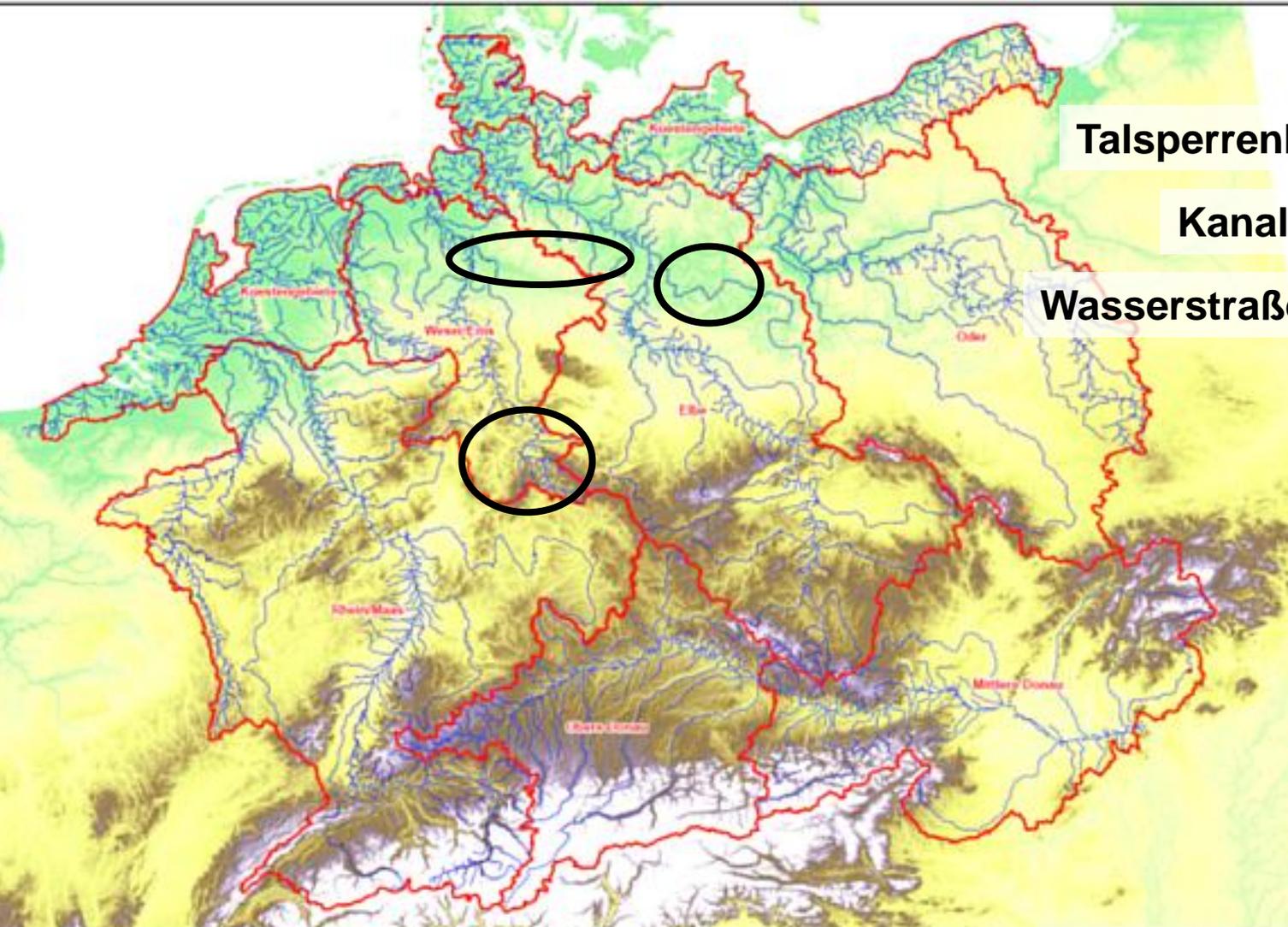
Vergleich Wasserstände
Kstn



Variable Initialisierung des Modells
Operationell einsatzfähig



Bewirtschaftung der Bundeswasserstraßen

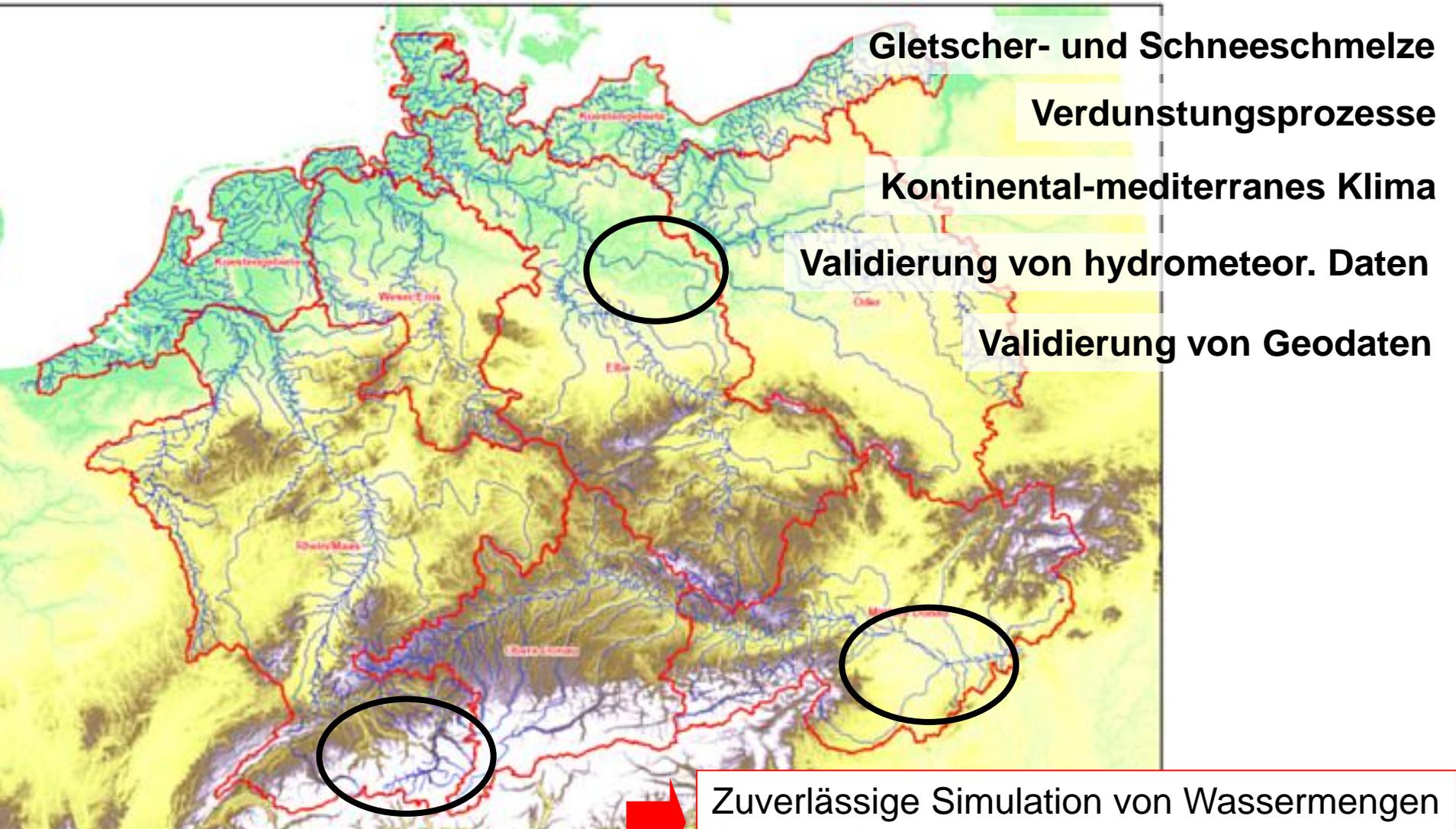


Talsperrenbewirtschaftung

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

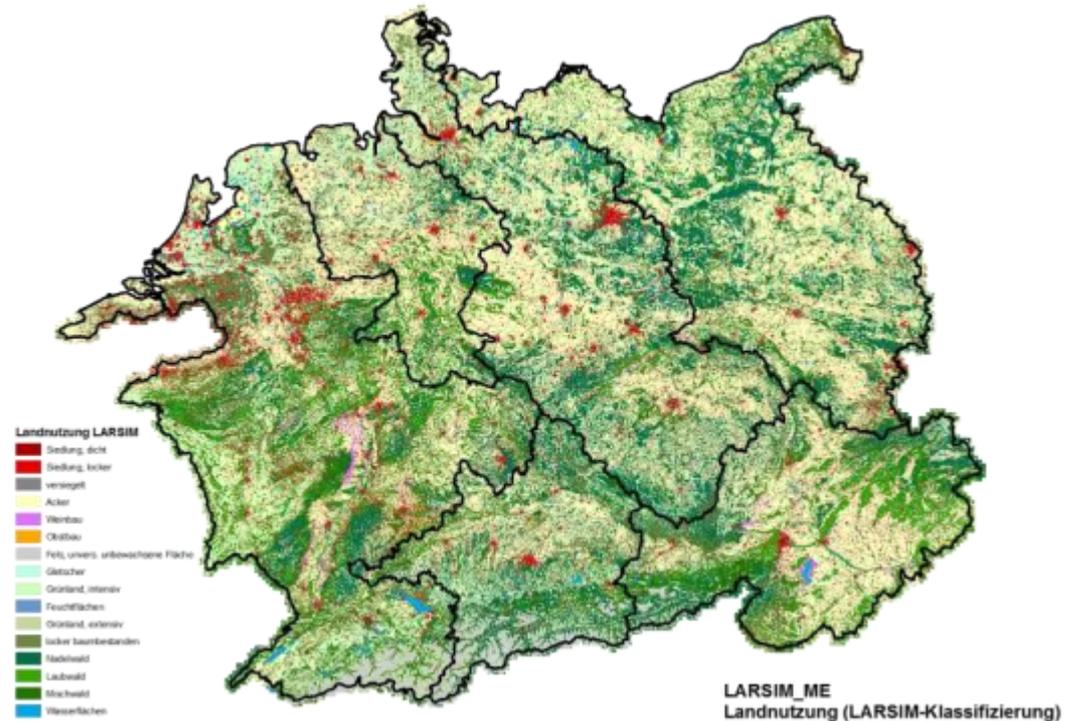
- Ziel: Einheitliches Modell
 - Homogene Daten
 - Objektivierete Kalibrierung
 - Aussagekraft im Projektgebiet

- 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

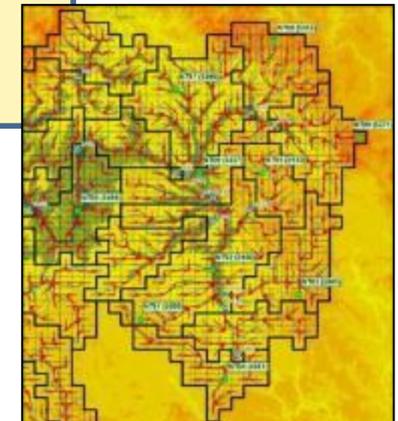
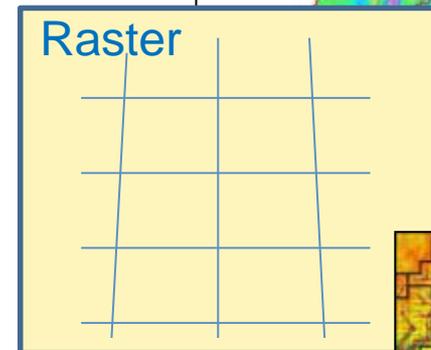
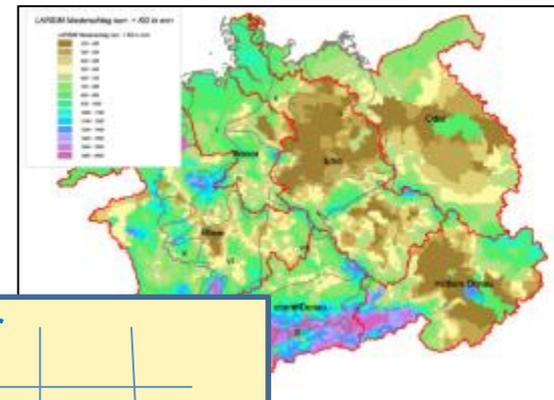
Modell

- Flussgebiete
 - Maas und Rhein,
 - Ems und Weser,
 - Elbe, Oder und
 - Obere und mittlere Donau
- Fakten
 - 800.000 Km²
 - 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 SOBEEK-Modelle an Elbe, Donau, Rhein
 - dVdQ Beziehungen



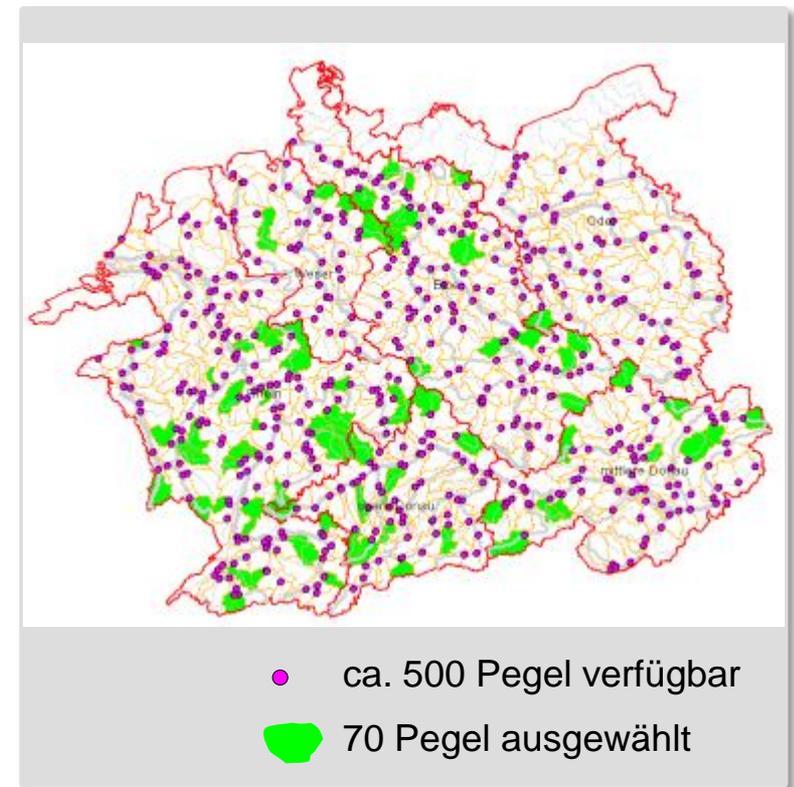
Regionalisierung 1: Auswahl und Kalibrierung PKB

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

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

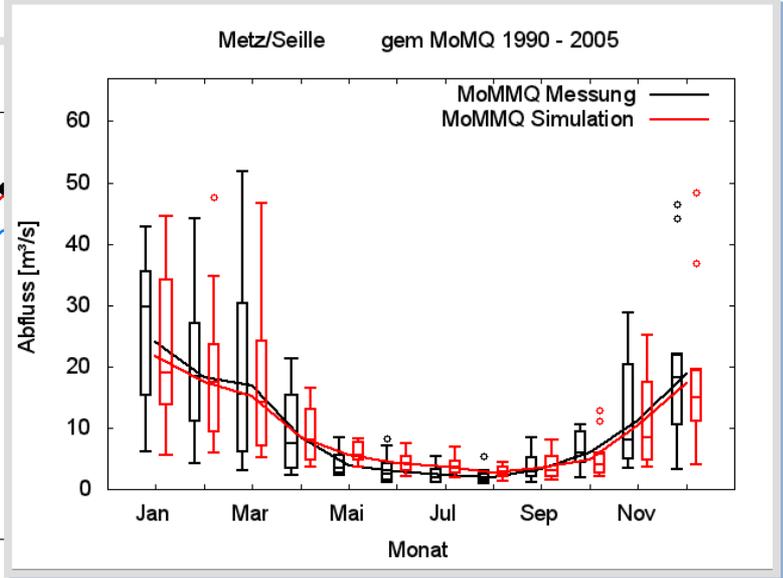
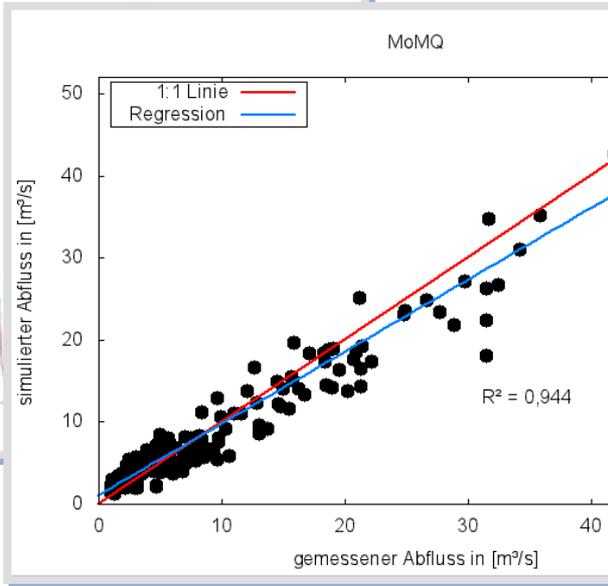
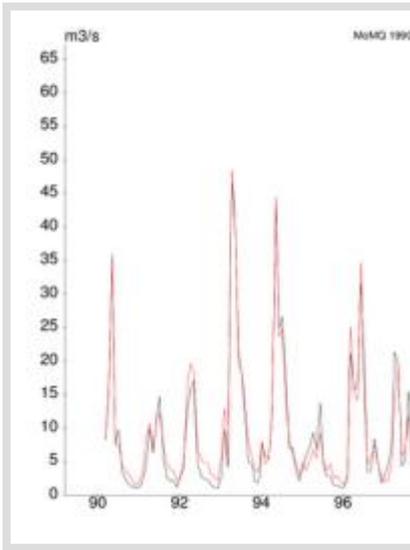
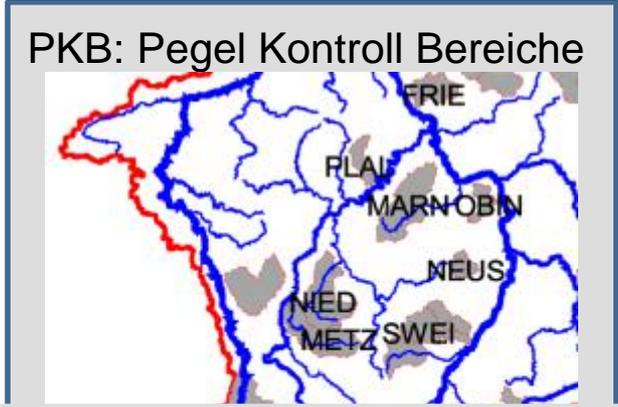
- 40 Geokenngrößen

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

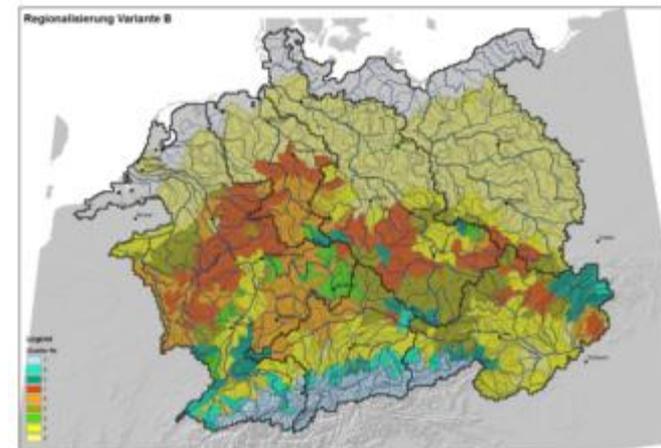
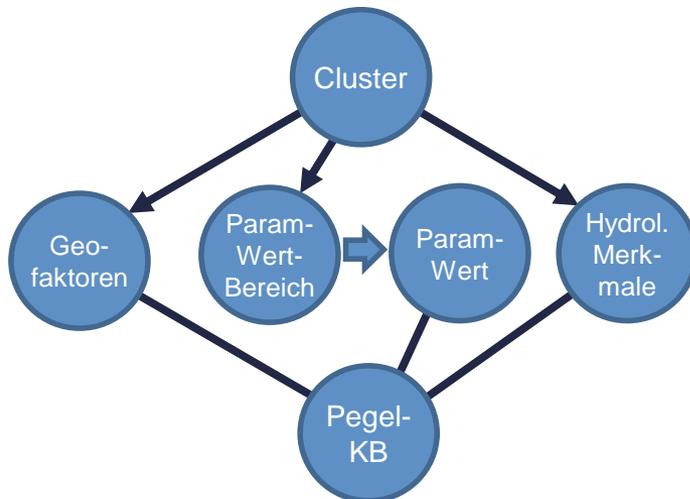
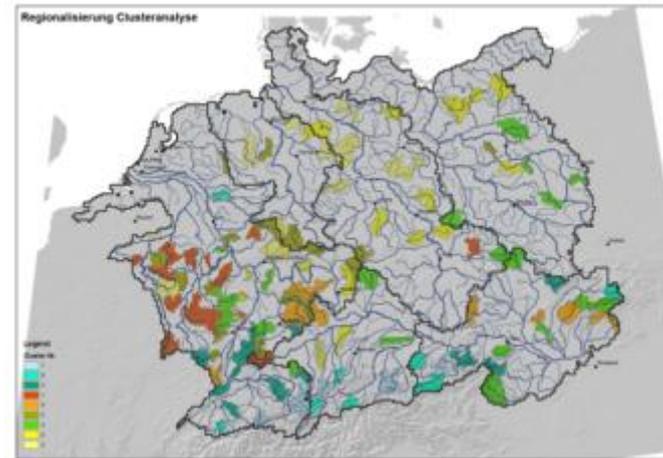
- Kalibrieranleitung
- Kriterien
 - Gütekriterien
 - Zeitreihen
 - Grafiken



Zwischenergebnis
LARSIM-ME Version Nov. 2011

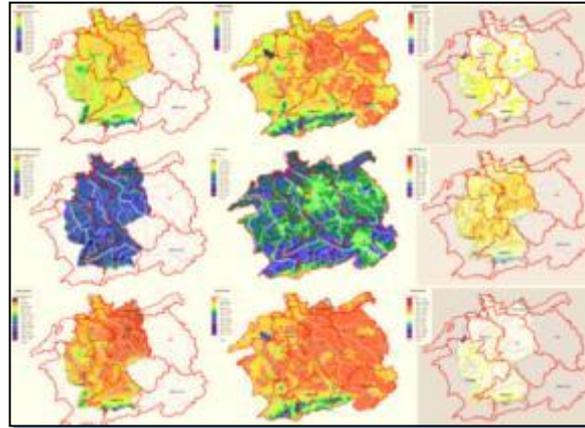
Regionalisierung 2: Übertragung

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



Regionalisierung 3: Validierung

- Sehr umfangreiche Auswertungen
- Karten
- Tabellen
- Grafiken

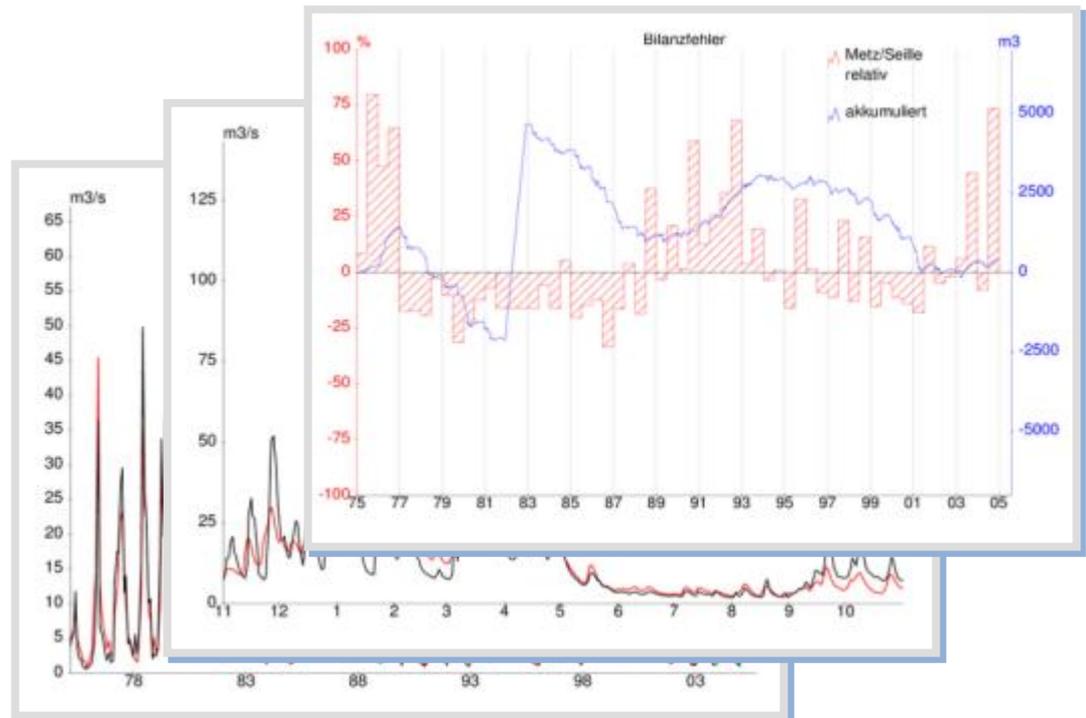


GMD Kenner	Bestimm- heitsmass Tageswerte	Bestimm- heitsmass Monatsmittel	NSE Tageswerte	NSE Monatsmittel	logNSE Tageswerte	logNSE Monatsmittel	Bias Tageswerte
KALK	0,91	0,95	0,90	0,93	0,88	0,91	-1,0
KORD	0,87	0,96	0,83	0,87	0,70	0,74	-0,3
METZ	0,85	0,92	0,83	0,91	0,82	0,87	-0,6
RAUN	0,90	0,94		0,94	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



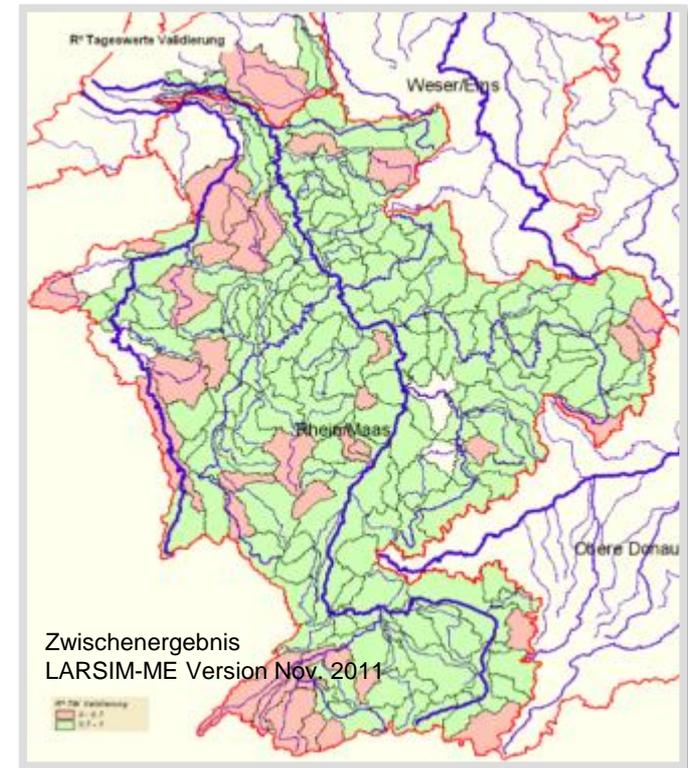
Zwischenergebnis
LARSIM-ME Version Nov. 2011

Regionalisierung: Vergleich Kalibrierung - Validierung

- Ergebnis aus händischer Kalibrierung für 70 PKB 1990 - 2005

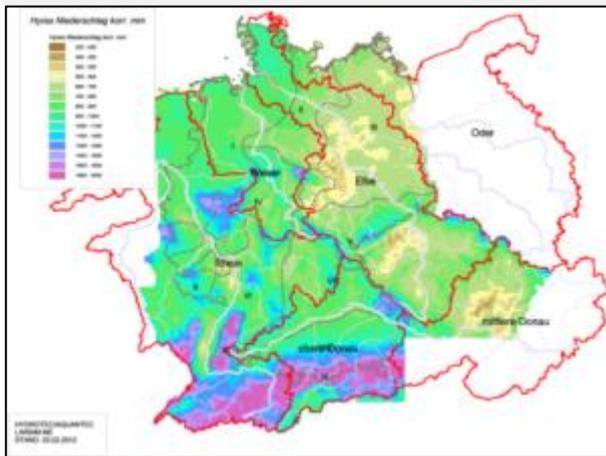


- Ergebnis mit regionalisierten Parametern für Gesamtgebiet 1975 - 2005

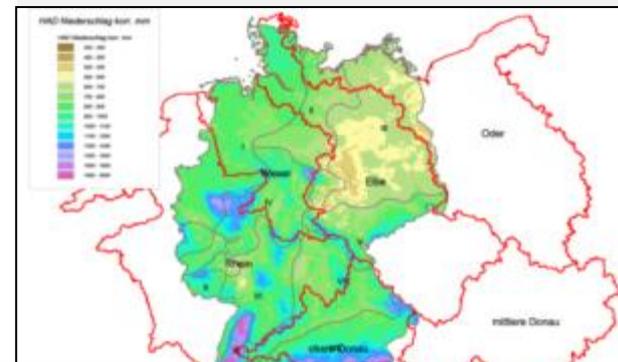
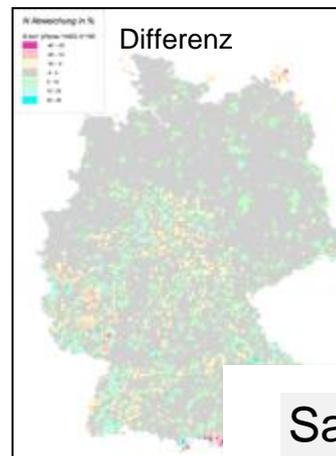


Niederschlag: Richter-Korrektur und Kalibrierung „KG“

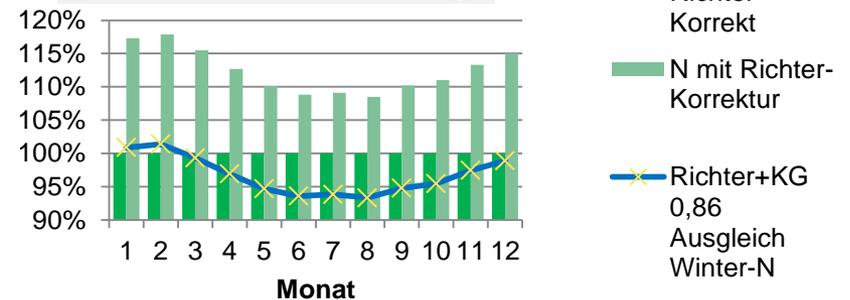
Niederschlag HYRAS
mit Richter-Korrektur



Niederschlag HAD
mit Richter-Korrektur

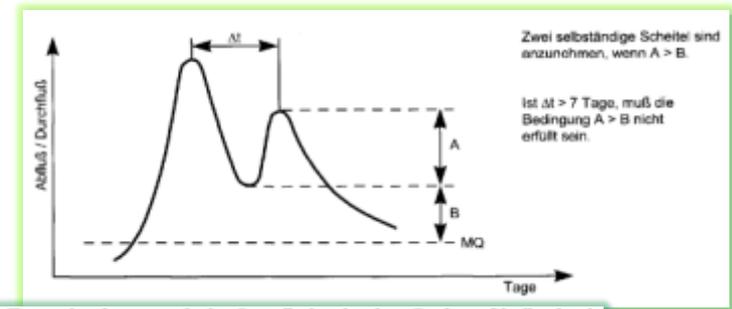


Saisonale und nicht
saisonale Wirkung



Werkzeuge

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

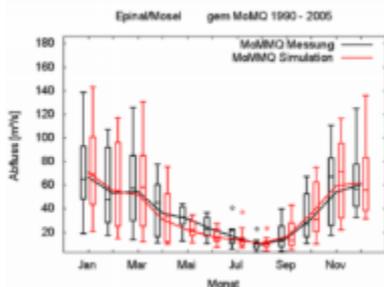


Die Python-Extension kann nach der Installation in einer Python-Shell oder in mit „import tvcontrol“ geladen werden. Danach können die Befehle po Extension aufgerufen werden. Z. B.:

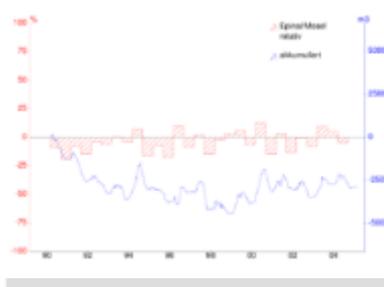
```
tvcontrol.request("WORKSHEET", "ADD DIAGRAM")
tvcontrol.poke("IMPORTER", "filename=c:/test.uvf")
```

Alle Parameter und Rückgabewerten werden als Zeichenketten übergeben.

Box Whisker Plots



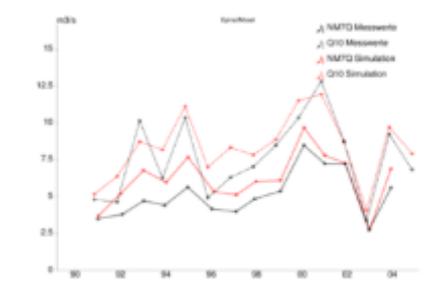
Bilanzfehler



Hauptwerte

Pegel	GMD	Kuerzel	Horb/Neckel Epinal/Mosse Hauconcou		
			HORB	EPIN	HAUC
MHQ Sommer gemessen m³/s	2.401	2.155	7.1		
MHQ Sommer Differenz %	-29.542	10.988	-3.587		
MHQ Winter Differenz %	5.848	-12.494	-136330.01		
MHQ Jahr Differenz %	-13	10.988	-66932.968		
MHQ Sommer Differenz %	-15.734	8.628	-12.129		
MHQ Winter Differenz %	-5.4	-6.011	10.899		
MHQ 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	-7.668		
MHQ Sommer Differenz %	-30.23	-14.659	-27.236		
MHQ Winter Differenz %	-7.65	-6.954	-11.601		
MHQ Jahr Differenz %	-9.918	-5.91	-13.227		
HHQ Sommer Differenz %	-17.591	0.888	-26.306		
HHQ Winter Differenz %	-30.528	-19.953	-23.856		
HHQ Jahr Differenz %	-30.528	-19.953	-25.366		
MuhMO Januar Differenz %	14.906	3.054	-2.363		
MuhMO Februar Differenz %	12.844	3.228	0.815		

Kennwerte Schifffahrt



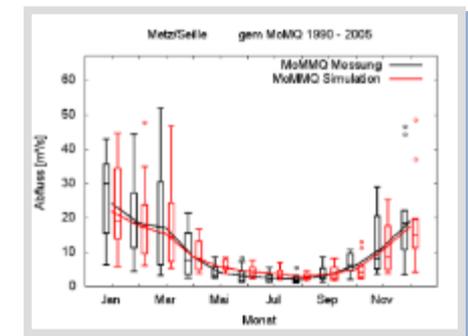
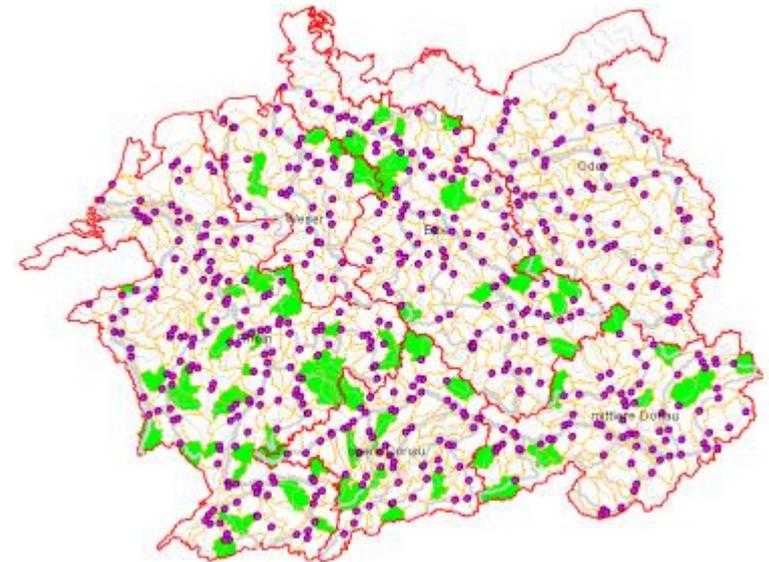
Zusammenfassung

- Sehr großes Projekt
 - 800.000 km²
 - > 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