

## Daten-Informationsblatt zu Modelldaten aus ReKIS / RaKliDa

### Anliegen:

Das Daten-Informationsblatt soll der Übermittlung von Erkenntnissen, Erfahrungen etc. bei der Verwendung von **modellierten Datensätze** (betrifft: RaKliDa-Ergebnisse, Klima-Projektionen) dienen.

Ziel hierbei ist eine Zusammenführung der Nutzer-Informationen, um die **Leistungsfähigkeit** von modellierten Datensätzen aus Sicht der Klimafolgenforschung (Impact-Modellierung) auf breiter Basis **einschätzen** zu können und diese der Nutzerschaft zugänglich zu machen.

Ausgangspunkt ist, dass modellierten Datensätzen oft die Eigenschaften von gemessenen Datensätzen (z.B. Element-übergreifende Konsistenz im Zeitschritt) zugestanden werden, was nicht zwangsläufig erfüllt sein muss. Daher ist die Kenntnis **Impact-relevanter Datenanforderungen** und deren Einbeziehung in die Entwicklung bzw. Fortschreibung von Modellen Voraussetzung, um eine verbesserte Datenlage schrittweise erreichen zu können.

Als Empfänger des Daten-Informationsblattes verwenden Sie bitte die E-Mail: [rekis@mailbox.tu-dresden.de](mailto:rekis@mailbox.tu-dresden.de) - Vielen Dank.

### A) Absender:

#### Person

Vorname: Rico  
Nachname: Kronenberg

#### Anschrift

Institution: TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur Meteorologie  
Straße, Hausnummer: Piener Straße 22  
PLZ, Ort: 01737 Tharandt

#### Kontakt

Telefon: 0351 463-31343  
E-Mail: [rico.kronenberg@tu-dresden.de](mailto:rico.kronenberg@tu-dresden.de)

### B) verwendete Daten:

#### Datensatz

OBS (gemessen): DWD/CHMI  
SIM (simuliert): REMO (Version: 10, 10x), WETTREG (Version: 2006, 2010)  
RaKliDa: ja / nein

#### Datengebiet

Raumausschnitt: Sachsen, inkl. Randstreifen



## C) Feedback:

### Untersuchungsgebiet

Einzugsgebiet der Zschopau bis zum Pegel Kriebstein

### Untersuchungsgegenstand

Wasserhaushalt

### Untersuchungsziel

Eignung simulierter Zeitreihen in der Wasserhaushaltsmodellierung

### Mitteilung

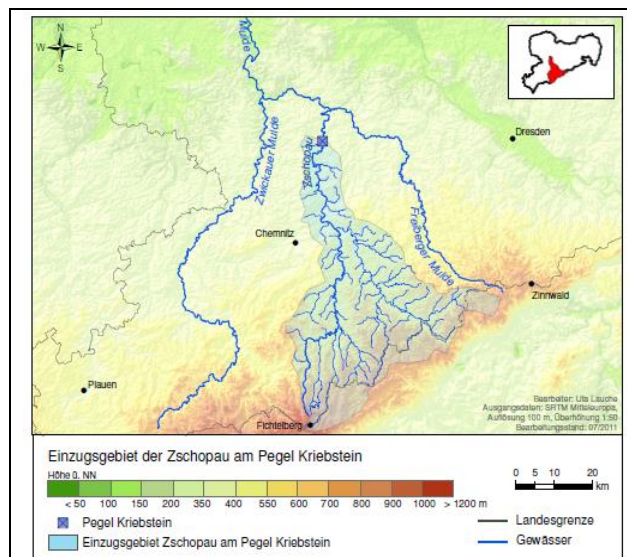
#### 1 Einleitung

Die Region des Freistaates Sachsen erlitt im letzten Jahrzehnt unter nicht weniger als 3 Hochwasserereignisse mit Wiederkehrintervallen größer 50a (2002, 2007 und 2010). Das außergewöhnliche Hochwasser 2002 war sogar ein 100a Ereignis, welches international in den Medien registriert wurde. Diese Überschwemmungen führten zu erheblichen Schäden und mehr als 20 Toten. Es ist daher nicht verwunderlich, dass Präventions-Maßnahmen ergriffen und priorisiert werden. Für die Abschätzung der Folgen des Klimawandels werden zuverlässige/belastbare Prognosen über die Änderungen des Klimas benötigt. Das Klima zu modellieren ist kein triviales Problem, zu dessen Lösung verschiedenen Ansätze existieren, die ihre Vor- und Nachteile haben. Der Wert dieser Modelle zeigt sich jedoch erst im direkten Vergleich mit beobachteten Daten.

Diese Zusammenfassung soll einen kurzen Überblick über die Eignung der Anwendung von Klimadatensätzen zur Wasserhaushaltsmodellierung im Raum Sachsen liefern. Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden ausführlich in Lauche (2011) diskutiert, welche neben dem Vergleich des langjährigen Wasserhaushalts auch eine klimatologische Auswertung enthält.

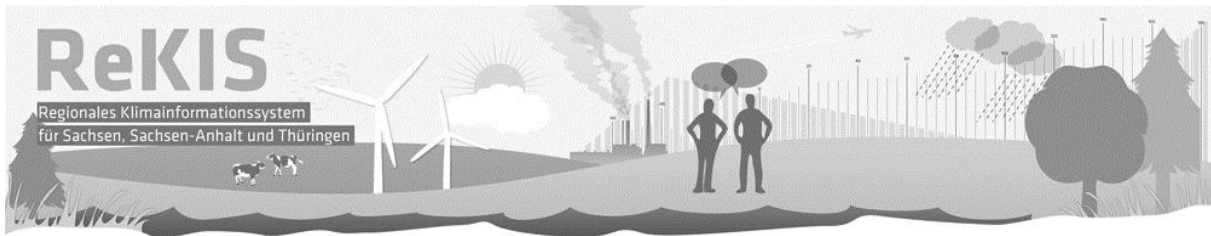
#### 2 Daten und Methoden

Der Vergleich des langjährigen Wasserhaushaltes erfolgte anhand des Einzugsgebietes der Zschopau bis zum Pegel Kriebstein. Das Einzugsgebiet wurde aufgrund seiner sensiblen Lage in Sachsen gewählt. Da es sich sowohl über die Käme des Erzgebirges als auch über das sächsische Berg und Hügelland erstreckt. In Abb. 1 ist das Einzugsgebiet vor dem Hintergrund der Orografie dargestellt. Für diese Einzugsgebiet standen folgenden Daten zur Verfügung. Zum einen beobachtete Tageswerte des Deutschen Wetterdienstes und des tschechischen Hydrologisch-Meteorologischen Dienstes und zum anderen die simulierten Datensätze WETTREG2006 (in 3 Realisierungen), WETTREG2010 (in 10 Realisierungen) (Spekat et al. 2007), REMO10 (Jacob 2001) und REMO10x (Göttel 2008) für den Zeitraum von 1960 bis 2000. Die Datensätze beinhalteten Niederschlag, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, mittlere Tagestemperatur, Windgeschwindigkeit und relative Feuchte. Die Datensätze der Modelle wurden unabhängig vom Verfahren immer als Punktinformation, wie eine Klima- oder Niederschlagsstation, behandelt.



**Abb.1:** Einzugsgebiet der Zschopau bis zum Pegel Kriebstein im Freistaat Sachsen (Lauche 2011).

Die hier präsentierten Empfehlungen wurden aufgrund eines Vergleichs von gemessenen und simulierten Datensätzen abgeleitet. Der Vergleich beinhaltet die Berechnung der mittleren langjährige Wasserhaushalts-bilanz sowie den mittleren saisonalen Verlauf der Wasserhaushaltskomponenten für das Einzugsgebiet der Zschopau. Das verwendete Modell ist WaSim-ETH in der Version 7.10.1 (Schulla and Jasper 2007). Das Modell wurde automatisch kalibriert mittels PEST (Doherty 2004) und erzielt für den Validierungszeitraum von 01.11.1980 bis 31.10.1990 einen Nash-Sutcliffe Koeffizient von 0,71.



### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Wasserhaushaltsmodellierung für das Einzugsgebiet der Zschopau bis zum Pegel Kriebstein sind für jede Wasserhaushaltskomponenten mit ihrem mittleren saisonalen Gang in Abb. 2 zusammengefasst. Die Speicheränderung  $dS$  wurde dabei als Restglied der langjährigen Wasserhaushaltsbilanz (1) bestimmt.

$$P = ET + R \pm dS \quad (1)$$

Das Modellsystem WaSim-ETH löst die einzelnen Teilprozesse des Wasserhaushaltes wesentlich höher auf. Für eine übersichtliche Diskussion ist allerdings die Zusammenfassung in die Hauptkomponenten ratsam, deshalb folgt die Diskussion anhand dieser.

#### Abb. 2a) Niederschlag P

„Im Hinblick auf den Niederschlag ist WETTREG als Mittel über die jeweiligen Realisierungen nicht nur für die mittlere langjährige Wasserhaushaltsbetrachtung, sondern auch zur Auswertung auf monatlicher Basis ausreichend. Eine Betrachtung der einzelnen Realisierungen ist aufgrund der hohen Fluktuationen nicht empfehlenswert. Bezüglich REMO repräsentiert der neueste REMO-Datensatz mit Verdriftung des Niederschlags im Mittel die Messungen am genauesten. Zur Untersuchung der mittleren langjährigen Niederschlagssumme kann REMO\_10x genauso gute Ergebnisse erzielen wie WETTREG, allerdings ist eine monatliche Analyse ungeeignet.“ (Lauche 2011)

#### Abb. 2b) Verdunstung ET

„Grundsätzlich ist die Verdunstung von WETTREG und REMO durch plausible Mittelwerte und Jahresgänge gekennzeichnet. Die mittleren Verdunstungswerte im Einzugsgebiet der Zschopau bis zum Pegel Kriebstein liegen weitestgehend in den durch BMU (2003) dargestellten Wertebereichen (400 mm/a - 600 mm/a).“ (Lauche 2011)

#### Abb. 2c) Abfluss R

„Wie auch bei den Komponenten Niederschlag und Verdunstung stellt sich auch im Hinblick auf den Abfluss die Nutzung des Mittelwertes aller WETTREG2010-Realisierungen geeigneter dar, als die Betrachtung von einzelnen Realisierungen. [...] Der Antrieb von WaSim-ETH mit den meteorologischen Daten von REMO\_10 resultiert im langjährigen Mittel in Tabelle 3.5 in einer Unterschätzung von -28 % des Gesamtabflusses von DWD/CHMI. Der unterschätzte Niederschlag durch die grobe räumliche Auflösung und der Verzicht auf die Niederschlagsverdriftung führen zu unplausiblen Abflusswerten. Durch Mittelung von 9 Gitterzellen werden die nachteiligen Effekte zusätzlich verstärkt.“ (Lauche 2011)

#### Abb. 2d) Speicheränderung $dS$

„Das Sommermaximum der Speicheränderung der WETTREG-2006-Realisierung „feucht“ hingegen ist durch positive Abweichungen des Niederschlags und negativer Abweichung der Verdunstung zum Juli hin verschoben. Daraus ergibt sich, dass im Mittel Nährmonate (September - Februar) durch WETTREG2010 unter- und Zehrmonate (März - Oktober) überschätzt werden. Im langjährigen Durchschnitt resultiert dies jedoch in einer guten Näherung an DWD/CHMI. [...] Die REMO-Datensätze korrelieren im Zeitraum November bis Februar sehr genau mit der Speicheränderung von DWD/CHMI. Die guten Ergebnisse der zuvor betrachteten Wasserhaushaltskomponenten in diesen Monaten stellen hierfür die Ursache dar. [...] Im Juni kommt es zu einer deutlich stärkeren Auffüllung der Speicher durch die Überschätzung der Niederschlagssumme. September und Oktober weisen nahezu identische Verhältnisse zu März auf, wobei sich die Speicher aufgrund von geringen Niederschlägen nicht mit demselben Grad füllen können wie bei DWD/CHMI.“ (Lauche 2011)

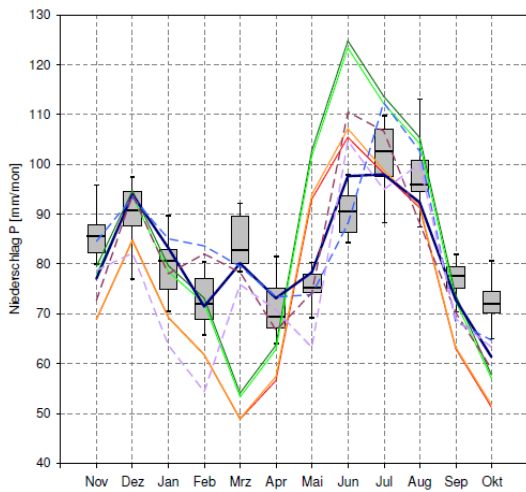


Abb.: 2a

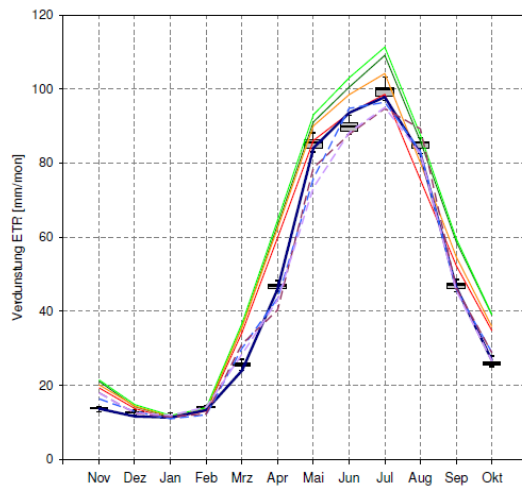


Abb.: 2b

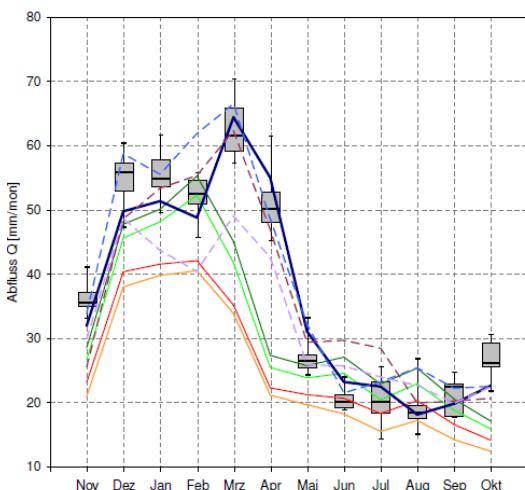


Abb.: 2c

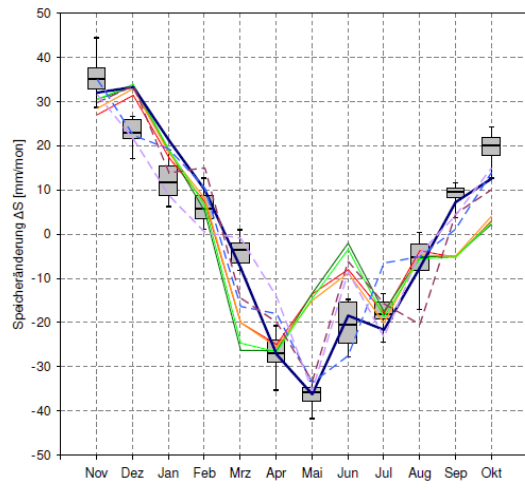
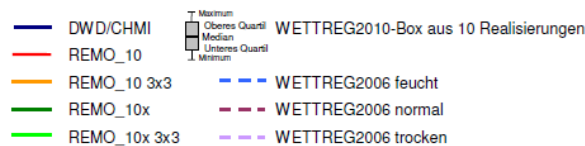
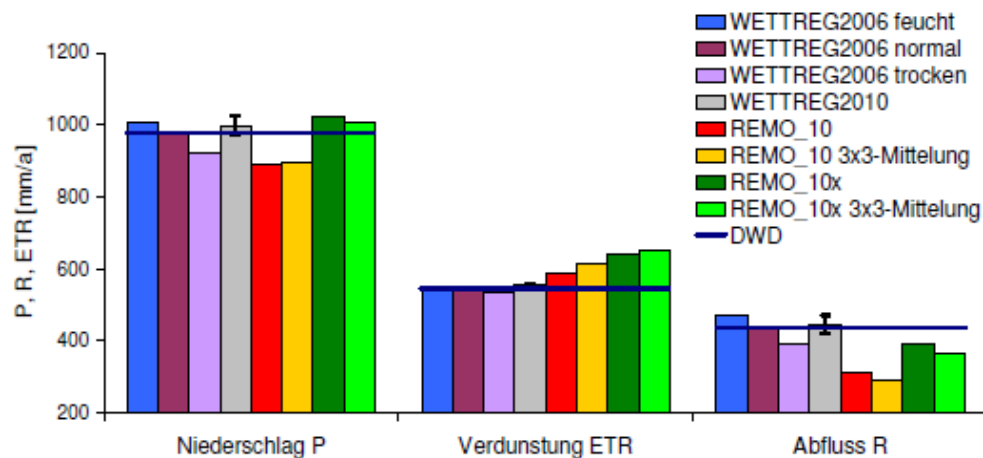


Abb.: 2d



**Abb.2:** Output des Wasserhaushaltsmodells WaSim-ETH: Mittlerer langjährige Jahrgänge a) des Niederschlags, b) der Verdunstung, c) des Abflusses und d) der Speicheränderung als Restglied der Wasserhaushaltsbilanz im Einzugsgebiet des Pegels Kriebstein für die Wasserhaushaltsjahre 1962-2000. Korrigierter Niederschlag der Datensätze DWD/CHMI, WETTREG2006 und WETTREG2010; unkorrigierter Niederschlag der Datensätze REMO\_10 und REMO\_10x (modifiziert nach Lauche 2011).

Betrachtet man das langjährige Mittel der einzelnen Wasserhaushaltskomponenten (Abb. 3) so zeigen sich relative geringe Abweichungen des Niederschlags von der gemessenen Referenz (DWD). Die WETTREG2010 Realisierungen haben das geringste Schwankungsverhalten. Der REMO10 Datensatz konnte durch die Niederschlagsverdriftung, in Bezug auf das Niederschlagsaufkommen im Einzugsgebiet, wesentlich verbessert werden. Jedoch führt das hohe Energiedargebot, welches durch das Modell REMO bereitgestellt wird, zu einer sehr hohen Verdunstung. Durch diesen Wasserverlust im Einzugsgebiet erklären sich auch die geringen mittleren Abflüsse für REMO10. Die abgeleitete Verdunstung aus den WETTREG Daten sind der Referenz sehr nahe. So dass der modellierte Abfluss vor allem durch das Niederschlagsangebot bestimmt wird.



**Abb.3:** Gegenüberstellung der mittleren langjährigen Wasserbilanzkomponenten aus der Modellierung mit WaSim-ETH für die Wasserhaushaltsjahre 1962-2000 im Einzugsgebiet des Pegels Kriebstein. WETTREG2010 mit Standardabweichung aus 10 Realisierungen (Lauche 2011).

#### 4 Empfehlungen

Eine Eignung für die Wasserhaushaltsmodellierung mittels WETTREG als Input ist gegeben. Aufgrund des hohen Schwankungsverhaltens zwischen den einzelnen Realisierungen je Wasserhaushaltskomponenten kann jedoch für das untersuchte Einzugsgebiet keine bevorzugte Realisierung identifiziert werden. Aus diesem Grund wird eine Nutzung des Mittels aller 10 Realisierung empfohlen. REMO ist mit Einschränkungen für die Wasserhaushaltsmodellierung geeignet. Diese Einschränkungen resultieren aus der groben räumlichen Auflösung und der Niederschlagsverdriftung. Damit stoßen auch die Ergebnisse der Wasserhaushaltsmodellierung an ihre Belastbarkeitsgrenzen bei der saisonalen Auswertung des Wasserhaushalts.

#### 5 Literatur

BMU (Hrsg.) (2003): Hydrologischer Atlas Deutschland. Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg, 215 S.

DOHERTY, J. (2004): Model-Independent Parameter Estimation User Manual: 5<sup>th</sup> Edition. Watermark Numerical Computing, 336 S.

GÖTTEL, H. (2008): Einfluss der nichthydrostatischen Modellierung und der Niederschlagsverdriftung auf die Ergebnisse regionaler Klimamodellierung. Dissertation. Universität Hamburg, Departement Geowissenschaften.

JACOB, D. (2001): A note to the simulation of the annual and inter-annual variability of the water budget over the Baltic Sea drainage basin. In: Meteorological Atmospheric Physics, Volume 77, S. 61-73.

LAUCHE, U.B. (2011): Analysen zur Eignung simulierter Klimadatensätze als Input für Wasserhaushaltsuntersuchungen im Freistaat Sachsen. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 147 S.

SCHULLA, J. & K. JASPER (2007): Model description WaSiM-ETH. - Internal report, Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich, 181 S.

SPEKAT, A., W. ENKE & F. KREIENKAMP (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2.