



Der weite Weg zum zukünftigen Abfluss

Kurzübersicht

Stand: 06/2020

1 Vorbemerkung

Um Aussagen zum zukünftigen Abflussverhalten abzuleiten, benötigt man Wasserhaushaltsprojektionen. Diese sind das Endglied einer Modellkette von Emissionsszenario, globalem und regionalem Klimamodell sowie Wasserhaushaltsmodell. Da ein jedes Modell nur eine bestmögliche Annäherung der Wirklichkeit sein kann, ist eine Vielzahl von Schritten notwendig. Die Schritte der Berechnung wechseln sich immer wieder mit Schritten zur Prüfung der Plausibilität der berechneten Ergebnisse ab.

Dabei berücksichtigt das LfU möglichst alle Glieder der Modellkette. Der Schwerpunkt liegt allerdings auf der Beurteilung der regionalen Klima- und Wasserhaushaltssimulationen. Für die Plausibilität der Emissionsszenarien und globalen Klimaprojektionen greift das LfU größtenteils auf Arbeiten bzw. Einschätzungen der Wissenschaft (z. B. IPCC, Deutscher Wetterdienst, PIK – Potsdam Institut für Klimafolgenforschung) zurück.

Das untenstehende Schema (Abb. 1) verbildlicht, welche Schritte am LfU durchlaufen werden, bevor man eine belastbare Aussage zum zukünftigen Abfluss an einem Pegel treffen kann. Mit jedem Glied der Modellkette müssen weitere Annahmen getroffen werden. Damit steigt auch die Unsicherheit des Ergebnisses.

2 Ablauf

1. Die Arbeiten beginnen mit der Auswahl meteorologischer und hydrologischer Vergleichsdaten. Bei dem gesamten Verfahren sollten die verwendeten gemessenen Vergleichsdatensätze ("Referenz") qualitätsgeprüft und für das Untersuchungsziel geeignet sein.
2. Im zweiten Arbeitsschritt wird geprüft, ob die zur Verfügung stehenden regionalen Klimaprojektionen generell in der Lage sind, die für die Wasserhaushaltsmodellierung wichtigen Klimagrößen ausreichend gut wiederzugeben. Dazu werden für verfügbare Klimaprojektionen die simulierten mit den gemessenen klimatischen Daten für Süddeutschland verglichen. Das LfU hat dafür ein eigenes, objektives Audit-Verfahren entwickelt („Klima-Audit“, LfU 2020). Bewertungskriterien sind dabei die adäquate Übereinstimmung zu langjährigen Mittelwerten meteorologischer Kenngrößen (z.B. Temperatur und Niederschlag), aber auch die angemessene Wiedergabe des Jahresganges und der räumlichen Verteilung. Genauer legen die Klimaseiten des LfU dar. Erscheint eine Projektion beim Klima-Audit für Süddeutschland als unplausibel, wird sie nicht berücksichtigt.
Sind die Abweichungen zu den gemessenen Klimagrößen systematisch und ausreichend klein, kann die Projektion meist verwendet werden, nachdem eine sogenannte Biasadjustierung durchgeführt wurde. Dabei werden die modellierten Zeitreihen so angepasst, dass die statistischen Eigenschaften der Werte (z. B. Jahresgang, Häufigkeitsverteilung) in der Referenzperiode 1971-2000 bestmöglich denen der klimatischen Messdaten in diesem Zeitraum entsprechen. Da dieses Verfahren nicht alle Abweichungen zu den Messungen angleichen kann, werden in einem weiteren Schritt die verbleibenden modellbedingten Unsicherheiten abgeschätzt (erneute Plausibilitätsprüfung).
Man geht davon aus, dass die systematische Abweichung zur Messung, wie sie für die Referenzperiode gefunden wurde, in der gesamten modellierten Zeitreihe gilt. Daher wird die Umrechnungsmethodik gleichsam auf die gesamte Zeitreihe der Klimaprojektion angewendet. Das verschiebt, dehnt oder staucht die Zeitreihe zwar zu einem gewissen Grad, kann also auch den Wert einer projizierten zukünftigen

Änderung gegenüber der Referenz leicht verändern, rechnet diese Änderung aber damit nicht weg. Im Ergebnis dieses Arbeitspakets stehen bias-adjustierte Klimaprojektionen zur Verfügung.

- Der dritte Arbeitsschritt umfasst die Aufstellung des Wasserhaushaltsmodells für das Untersuchungsgebiet und dessen Anpassung auf die im Gebiet befindlichen Pegel ("Kalibrierung"). Zur Kalibrierung wird das Modell mit gemessenen klimatischen Daten angetrieben und dieses Ergebnis mit gemessenen Abflüssen verglichen. Anschließend variiert man einige Einstellungen des Wasserhaushaltsmodells in einem sinnvollen Bereich so lange, bis eine bestmögliche Übereinstimmung zwischen modellierten und gemessenen Abflussdaten zustande kommt. Oft folgt noch eine weitere Plausibilitätsprüfung, bei der das angepasste Modell für einen anderen Zeitraum durchgerechnet wird ("Validierung"). Liegen bereits kalibrierte Wasserhaushaltsmodelle vor, entfällt dieser Arbeitsschritt. Das Ergebnis einer Wasserhaushaltsmodellierung des kalibrierten und validierten Modells mit gemessenen klimatischen Daten wird als Messdatensimulation bezeichnet.

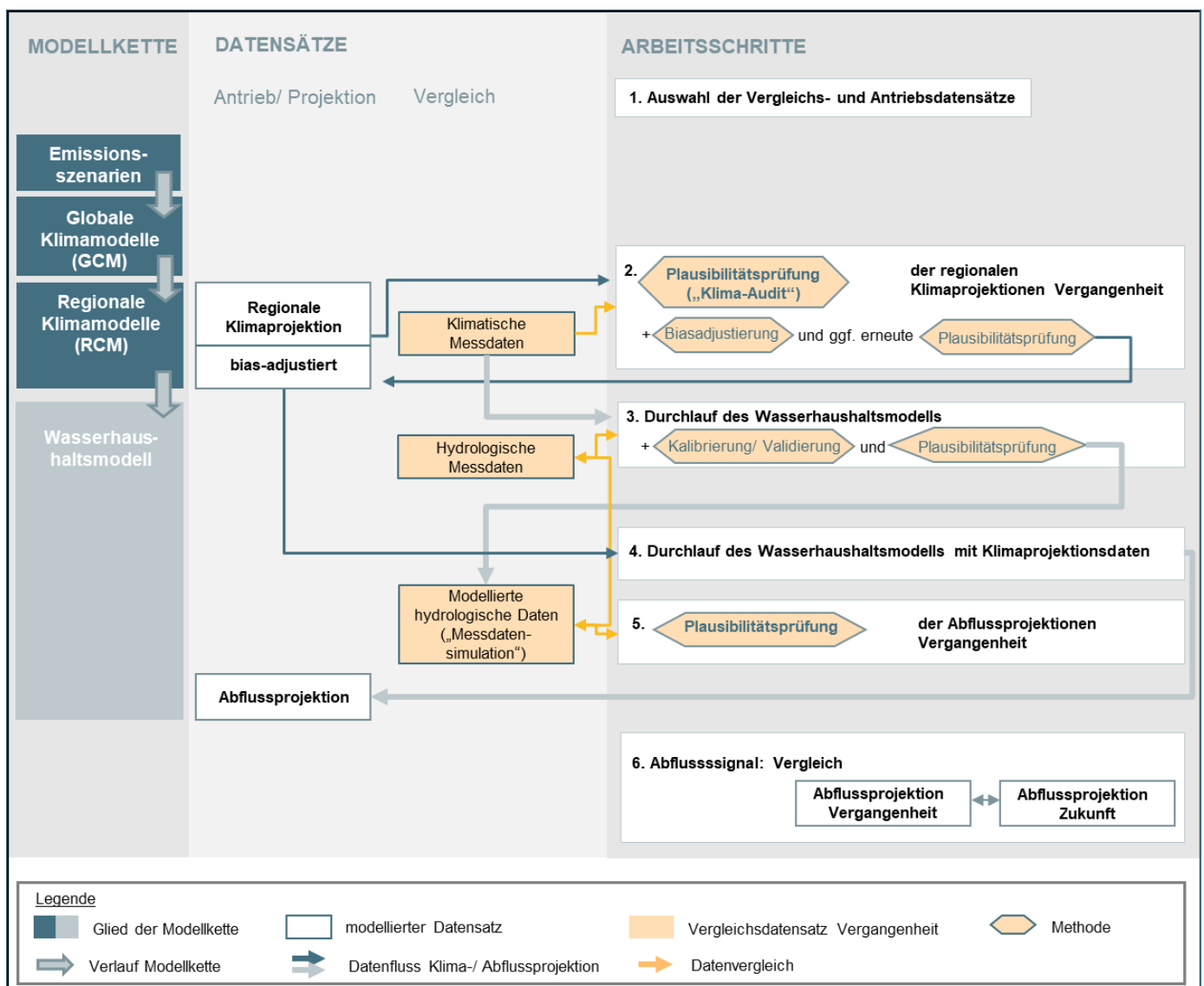


Abb. 1: Arbeitsschritte entlang der Modellkette einer Abflussprojektion

- Die zuvor ausgewählten und bias-adjustierten Klimaprojektionen fließen im vierten Arbeitsschritt in das bestmöglich kalibrierte Wasserhaushaltsmodell ein. Es liefert als Resultat die Abflussprojektionen.
- Die Ergebnisse dieser Abflussprojektionen für die Vergangenheit durchlaufen eine erneute Plausibilitätsprüfung. Die Vergleichsdaten dafür entstammen einerseits der Abflussmessung, andererseits der Messdatensimulation (siehe 3.). So lassen sich die Unsicherheiten entlang der Modellkette beziffern: Ein

festgestellter Unterschied zwischen Abflussprojektion und Messdatensimulation geht allein auf den Einfluss der Klimaprojektion zurück, ein Unterschied zwischen Abflussprojektion und Messung sowohl auf den Einfluss der Klimaprojektion als auch des Wasserhaushaltsmodells.

6. Als letzter Arbeitsschritt erfolgt die Berechnung und Darstellung von Änderungen ausgewählter Abflusskennwerte durch den Vergleich von Ergebnissen der Abflussprojektionen für die Zukunft mit denen der Vergangenheit.

3 Literaturverzeichnis

LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020): Das Bayerische Klimaprojektionsensemble. Audit und Ensemblebildung. Zier, Christopher; Müller, Christoph; Komischke, Holger; Steinbauer, Alana; Bäse, Frank.