

Einflüsse von Messfehlern in meteorologischen Daten auf die Ergebnisse hydrologischer Modelle

U. Spank (1) and K. Schwärzel (2)

(1) TU-Dresden, Institute of Hydrology and Meteorology, Meteorology, Germany (spank@forst.tu-dresden.de), (2) TU-Dresden, Institute of Soil Science and Site Ecology, Germany (Kai.Schwaerzel@forst.tu-dresden.de)

Meteorologische Messdaten von Niederschlag, Temperatur, Luftfeuchte, Wind und Strahlung sind wichtige Eingangsdaten hydrologischer Modelle. Dabei ergeben sich zwei Problemfelder: (i) die räumliche Repräsentativität der Messdaten und (ii) die Genauigkeit der Messdaten. In den meisten hydrologischen Studien ist auf Grund von Skalenübergängen eine getrennte Betrachtung der beiden Problemfelder nicht möglich. Unsere Studie beschränkt sich auf die Modellierung der jährlichen Grundwasserneubildung D_a und Evapotranspiration ET_a auf Standortsskala ($< 1.5 \text{ km}^2$). Dadurch werden die Effekte von Generalisierung und Regionalisierung stark reduziert und der Einfluss von tatsächlichen Messfehlern ist explizit analysierbar.

Zur Bestimmung von D_a und ET_a über Nadelwald, Grünland und Acker werden zwei verschiedenen komplexe Wasserhaushaltsmodelle (HPTFs: Black Box Beschreibung, BROOK90: physikalisch begründet) eingesetzt. Im Gegensatz zu den üblichen hydrologischen Untersuchungen, wo gewöhnlich der gemessene Abfluss als Referenzgröße dient, wird in unserer Studie die mittels Eddy-Covarianz (EC) gemessene Evapotranspiration als Referenzgröße eingesetzt. Durch dieses Vorgehen kann die Raumskala, die durch den Footprint Bereich des EC-Systems repräsentiert wird, auf Standortsskala ($\sim 1.5 \text{ km}^2$) begrenzt werden. Durch die Verwendung mikrometeorologischer Messdaten (EC-Messungen) ist es außerdem möglich, die Kopplung zwischen atmosphärischem Antrieb und den Wasserbilanzkomponenten D_a und ET_a ohne die dämpfende oder mittelnde Wirkung des geologischen Untergrunds (unterhalb der belebten Bodenzone) zu untersuchen.

Zusammenfassend ergeben sich drei Fragestellungen: (1) Sind die beiden Modelle in der Lage die komplexe Interaktion zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre auf der Raumskala von 1.5 km^2 und der Zeitskala von 1 Jahr zu beschreiben. (2) Wie stark wirken sich Messfehler in den meteorologischen Eingangsdaten auf die Modellergebnisse aus. (3) Inwieweit eignen sich EC-Daten zur Validierung/ Verifizierung von Wasserhaushaltsbilanzen. Unsere Untersuchungen zeigten, dass einfache Black Box Modelle (HPTFs) nicht in der Lage sind ET_a und D_a mit hinreichender Genauigkeit abzubilden. Dabei wurde deutlich, dass die generalisierte Beschreibung der einzelnen Verdunstungskomponenten – Interception, Transpiration und Bodenverdunstung – bei Wald und Ackerstandorten zu einer erheblichen Unterschätzung von D_a und Überschätzung von ET_a führte. Aber auch komplexe (physikalisch begründete) Modelle (BROOK90) lassen sich nicht durch eine einfache Parametrisierung auf Standortsskala anwenden. Eine genaue Abschätzung von D_a und ET_a kann nur durch eine ausreichend genaue Bodenparametrisierung/ Kalibrierung erreicht werden.

Die Untersuchung der Wirkung von Messfehlern auf die Modellergebnisse ist auf Grund der komplexen Modellstrukturen durch eine analytische Fehlerbeschreibung nicht möglich. Ein geeignetes Werkzeug stellen Monte-Carlo-Simulationen dar, bei denen die Eingangsdaten mit zufälligen synthetischen Messfehlern versehen und anschließend die Modellergebnisse statistisch untersucht werden. Es stellte sich heraus, dass scheinbar unbedeutende Messfehler in den Jahressummen von D_a und ET_a zu erheblichen Unsicherheiten ($\sim 15\% ; \pm 50 \text{ mm}$) führen können. Besonders schwerwiegend sind Unsicherheiten in der Niederschlagsmessung und kleine Offsetfehler in den Messungen der Globalstrahlung bzw. der Strahlungsbilanz. Bereits ein Offset von 3 W/m^2 in der Strahlungsbilanz bewirkt eine Unsicherheit von ca. $\pm 25 \text{ mm}$ in der Jahressumme von ET_a bzw. D_a . Bezuglich der Niederschlagsmessung ist auffällig, dass sich auch zufällige Fehler bei einem Ereignis bis in die Jahressumme durchschlagen können.

Die Quantifizierung der Messgenauigkeit bei EC-Messungen ist ein bislang nur unzureichend gelöstes Problem. Unser Ansatz stützt sich auf eine Plausibilitätskontrolle der Energiebilanz und typische Unsicherheiten in der Strahlungs- und Turbulenzmessung, wobei sich ergibt, dass für die Jahressummen von ET eine Unsicherheit von

max. $\pm 30\%$ anzunehmen ist.