

Füllen von Datenlücken turbulenter Flussdaten über einer Land- und einer Seefläche bei Nam Co, Tibet

CHRISTINA ELISABETH THIEM¹, WOLFGANG BABEL¹, TOBIAS BIERMANN¹, SVEN HUNECKE², XUELONG CHEN³, WEIQIANG MA⁴, KUN YANG³, YAOMING MA³, YINGYING CHEN³, THOMAS FOKEN¹

¹ Universität Bayreuth, Deutschland, ² Anemos GmbH, Adendorf, Deutschland, ³ Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Science, China, ⁴ Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, China



Einleitung

In dieser Studie wurde jeweils ein hydrodynamisches Mehrschichtmodell (HM) und ein Oberflächenenergie- und Wasserbilanzmodell (Surface Energy and Water Balance, SEWAB) verwendet, um Datenlücken turbulenter Flussdaten über einer See- und einer Landoberfläche zu füllen. Eddy-Kovarianz- (EC-) Messungen wurden während des CEOP-AEGIS-Projekts vom 27. Juni bis zum 8. August 2009 am Nam Co durchgeführt (Abb. 1a, b). Lückenlose Zeitreihen von Flussdaten aus EK-Messungen sind wichtige Eingangsparameter für (regionale) Klimamodelle. Jedoch stellt Datenerhebung in Hochlagen eine besondere Herausforderung dar (Metzger et al., 2006). Es bedarf daher geeigneter Methoden, um die unvermeidlichen Datenlücken zu füllen.

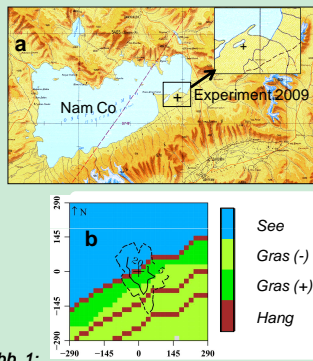


Abb. 1: (a) Messstandort am Rand eines kleinen Sees am Ufer des Nam Co, Tibet (Quelle: verändert nach <http://en.poejali.org/maps>). Ein „+“ markiert den Standort des EC-Messkomplexes. (b) Der für heterogene Unterlagen und alle Schichtungen berechnete Footprint-Bereich des EC-Messkomplexes. Die durchgezogene Linie beinhaltet 80%, die unterbrochene Linie 95% der Daten. Einheit der x- und y-Achse ist Meter.

Methoden zum Füllen von Datenlücken

Wassermmodell

Das hydrodynamische Mehrschichtmodell von Foken (1986) berechnet den Energieaustausch über Ozeanen. Um die turbulenten Flüsse über der Seefläche zu berechnen, wurde es um einen Korrekturterm für flaches Wasser (Panin et al., 2006) erweitert:

$$Q_{E,H}^{See} = Q_{E,H}^{Ozean} \cdot \left(1 + \frac{2h}{H}\right) \quad (1)$$

Mit h , der Seetiefe; H , der mittleren Wellenhöhe des Sees am Messpunkt, sowie $Q_{E,H}^{Ozean}$ als Verdunstung bzw. fühlbarem Wärmestrom von tiefem Wasser und $Q_{E,H}^{See}$ als Verdunstung bzw. fühlbarem Wärmestrom von flachem Wasser.

SEWAB

Das eindimensionale Oberflächenenergie- und Wasserbilanzmodell SEWAB (Mengelkamp et al., 1999) ähnelt bezüglich der Berechnung der turbulenten Flüsse vielen anderen Soil-Vegetation-Atmosphäre-Transfer-Modellen. Es basiert auf dem Einschicht-Ansatz für Vegetation („big leaf“), wobei der Fokus auf der Beschreibung der Bodenprozesse liegt.

Ergebnisse

Schließung der Energiebilanz

SEWAB schließt die Energiebilanz (EB) durch einen Iterationsalgorithmus. Die beobachteten Flüsse über Land wurden auf ähnliche Weise korrigiert, indem das Residual der EB entsprechend dem Bowen-Verhältnis zu den jeweiligen Flüssen addiert wurde. Für die beobachteten Flüsse über Wasser war eine EB-Korrektur nicht möglich. HM überschätzt die turbulenten Flüsse über dem See (Abb. 2).

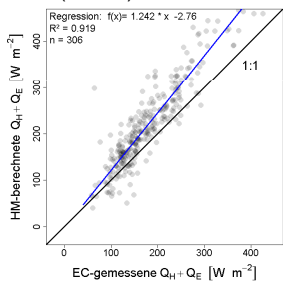


Abb. 2: Überschätzung der turbulenten Flüsse oberhalb der Wasserfläche durch HM. Verwendet wurden ausschließlich Daten der sehr hohen Qualitätsstufen 1-3.

Korrelation

Die von SEWAB berechneten Flüsse stimmen mit den über Land gemessenen Flüssen überein (Abb. 3a, c). Die Resultate der HM-Modellierung entsprechen den über dem See beobachteten Q_H und Q_E (Abb. 3b, d).

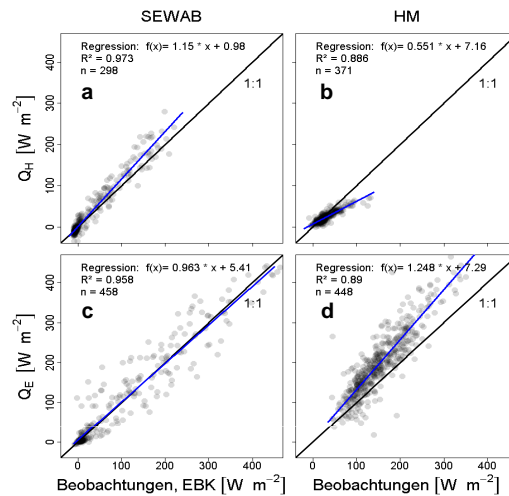


Abb. 3: Korrelation zwischen beobachteten und berechneten Flüssen. Ausschließlich Daten sehr hoher Qualitätsstufen (QS: 1–3) wurden verwendet. EBK = mittels Bowen-Verhältnis Energie-Bilanz-korrigierte Daten. (a) und (b) Korrelation zwischen beobachtetem Q_H und mittels SEWAB bzw. HM errechnetem Q_H . (c) und (d) Korrelation zwischen beobachtetem Q_E und mittels SEWAB bzw. HM errechnetem Q_E .

Zeitreihe

Ursache für den morgendlichen Einbruch im Tagesgang von Q_E und Q_H (Abb. 4) könnte eine Änderung der Windrichtung sein.

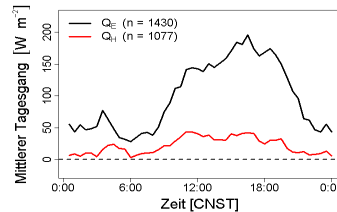


Abb. 4: Mittlerer Tagesgang von Q_E und Q_H (QS: 1-6) während der Messperiode. CNST = Chinesische Standard Zeit.

Es dominierten Windrichtungen vom Land, Winde aus Seerichtung traten vor allem tagsüber auf (Abb. 1b).

Die Übereinstimmung zwischen beobachteten und modellierten Flüssen zeigt Abb. 5a für HM und Abb. 5b für SEWAB.

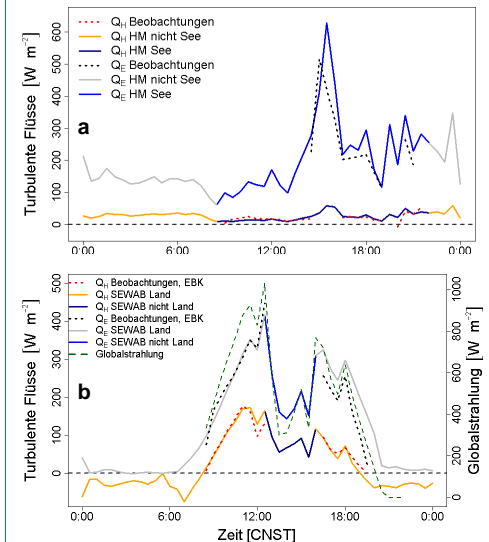


Abb. 5: Vergleich der Zeitreihen von gemessenen (QS: 1-6) und modellierten Flüssen an je einem exemplarischen Tag. Wechselnde Farben eines Graphs kennzeichnen wechselnde Windrichtungen. CNST = Chinesische Standard Zeit. (a) HM-berechnetes Q_E und Q_H über See am 25. Juli 2009. (b) Mit SEWAB berechnetes Q_E und Q_H über Land am 15. Juli 2009. Aufziehende Bewölkung verursacht gegen Mittag eine Verringerung der Globalstrahlung und der damit verbundenen, turbulenten Flüsse.

Schlussfolgerungen

- HM und SEWAB eignen sich zum Füllen von Datenlücken turbulenter Flussdaten jeweils über See- und Landoberflächen.
- Die Parametrisierungen der Modelle konnten auf Grund des täglich wiederkehrenden, typischen Windrichtungsmusters nur für bestimmte Tageszeiten getestet werden.
- Anscheinend überschätzt HM die turbulenten Flüsse über dem See. Ursache dafür könnte die Beeinflussung der Messdaten über dem See durch Flüsse von der Landoberfläche sein.
- Die Parametrisierung von SEWAB und HM ist abhängig vom Untersuchungsgebiet. Sie ist für SEWAB deutlich komplexer.

Literatur:

Foken, T. (1984): The parametrization of the energy exchange across the air-sea interface. Dynamics of Atmospheres and Oceans, 8, 297-305.
 Mengelkamp, H. T.; Warrach, K.; Raschke, E. (1999): SEWAB - a parameterization of the surface energy and water balance for atmospheric and hydrologic models. Advances in Water Resources, 22(2):165-175.
 Metzger, S.; Ma, Y. M.; Markkapanen, T.; Göckede, M.; Li, M.; Foken, T. (2006): Quality assessment of Tibetan plateau eddy covariance measurements utilizing footprint modeling. Advances in Earth Science, 21(12):1260-1267.
 Panin, G. N.; Nasonov, A. E.; Foken, T.; Lohse, H. (2006): On the parameterization of evaporation and sensible heat exchange for shallow lakes. Theoretical and Applied Climatology, 85(3-4):123-129.

Finanzierung:

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, 1372 TIP) und die Europäische Union (EU-FP7, CEOP-AEGIS) finanzierten dieses Projekt.