

Bestimmung des Tagesgangs der Energiebilanzaufteilung über Land aus der thermodynamischen Grenze maximaler Leistung

Axel Kleidon and Maik Renner

Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, Germany (axel.kleidon@bgc-jena.mpg.de)

Turbulente Wärmeflüsse prägen die Bedingungen an der Landoberfläche. Sie werden jedoch typischerweise durch semi-empirische Parametrisierungen beschrieben, welches Unsicherheiten birgt, wenn z.B. diese Ansätze für die Simulation des globalen Wandels verwendet werden. Hier beschreiben wir einen einfachen, aber physikalisch basierten Ansatz, der die turbulenten Flüsse als Ergebnis eines thermodynamischen Prozesses beschreibt. Dabei wird angenommen, dass maximal Arbeit verrichtet wird, um die konvektive Bewegung aufrecht zu erhalten und somit den turbulenten Austausch zwischen der Landoberfläche und der Atmosphäre zu bewerkstelligen. Aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik leiten wir zunächst eine Grenze ab, der der Carnot-Grenze entspricht, welche aber explizit die täglichen Wärmespeicheränderungen in der unteren Atmosphäre berücksichtigt. Wir nennen dies die Grenze einer kalten Wärmekraftmaschine und verwenden sie zusammen mit der Oberflächenenergiebilanz, um die maximale Leistung abzuleiten. Damit können die turbulenten Flüsse für einen gegebenen solaren Strahlungsantrieb bestimmt werden. Die anhand dieser thermodynamischen Grenze geschätzte Aufteilung der Oberflächenenergiebilanz erfordert keine empirischen Parameter. Die Abschätzungen der Energiebilanz vergleichen sich sehr gut mit Beobachtungen aus verschiedenen Klimaten, mit Korrelationskoeffizienten von $r^2 \geq 95\%$ und Steigungen nahe 1. Diese Ergebnisse legen nahe, dass turbulente Wärmeflüsse an Land nahe ihrer thermodynamischen Grenze arbeiten. Das legt nahe, dass das Prinzip der maximalen Leistung ein geeignete Methode ist, um physikalisch basierte Abschätzungen der Energiebilanz abzuleiten.