

Messung und Modellierung der Evapotranspiration

Debora Jäckel
Simon Roth
Gabriela Schär
Alexandra Schuler

20. März 2013

blablabla...

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Methode	4
2.1	FAO Penman-Monteith	4
3	Resultate	6
4	Diskussion	6

1 Einleitung

Wasser verlässt ein Gebiet in dem es entweder als Oberflächenabfluss, Basisabfluss oder Grundwasser abfließt, oder es Verdunstet. Wird das Wasser von der Bodenoberfläche verdunstet, spricht man von Evaporation. Verdunstet es von Pflanzenoberflächen, so ist dies die Transpiration. Da es schwierig ist, diese beiden Messgrößen technisch voneinander zu trennen, werden sie zu einer Größe, der Evapotranspiration, zusammengefasst.

In diesem Versuch geht es nun darum, Evapotranspiration mit verschiedenen Modellen zu bestimmen. Für die Hydrologie ist es wichtig, die Evapotranspiration zu kennen, da sie ein wichtiger Bestandteil in der Wasserbilanz eines Einzugsgebiets ausmacht.

Es gibt verschiedene Methoden, die Evapotranspiration zu bestimmen. Zum einen gibt es empirische Modelle, zum anderen kann die Evapotranspiration auch mit Lysimetern gemessen werden. Für diesen Versuch stehen Lysimeterdaten von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und Meteodaten der ANETZ Station in Reckenholz zur Verfügung. Mit den Lysimeter- und den Meteodaten kann die Evapotranspiration direkt berechnet werden. Für die Modellierung mit der FAO Penman-Monteith-, Turc- und Priestley-Taylor-Methode werden nur die Meteodaten verwendet.

Ziel des Versuchs ist es, zu verstehen, was die Evapotranspiration ist und welche Methoden es gibt, diese zu bestimmen.

2 Methode

Für die Bestimmung der Evapotranspiration werden die Lysimeter- und Meteodaten mit MATLAB prozessiert. Da die Meteodaten in UTC und die Lysimeterdaten in MEZ vorliegen, müssen die Datensätze zuerst an eine Zeit angepasst werden. Zudem müssen die Einheiten so angepasst werden, dass sie auf die jeweiligen Berechnungsformeln passen.

2.1 FAO Penman-Monteith

Die Penman-Monteith-Methode kombiniert die beiden Ansätze der Massenbilanz und der Energiebilanz. Alle in der Formel enthaltenen Parameter können entweder direkt gemessen oder dann aus meteorologischen Daten berechnet werden. Die Methode impliziert, dass der aerodynamische und der Oberflächenwiderstand von der Oberflächenbepflanzung abhängig sind [vgl. Abb. 1].

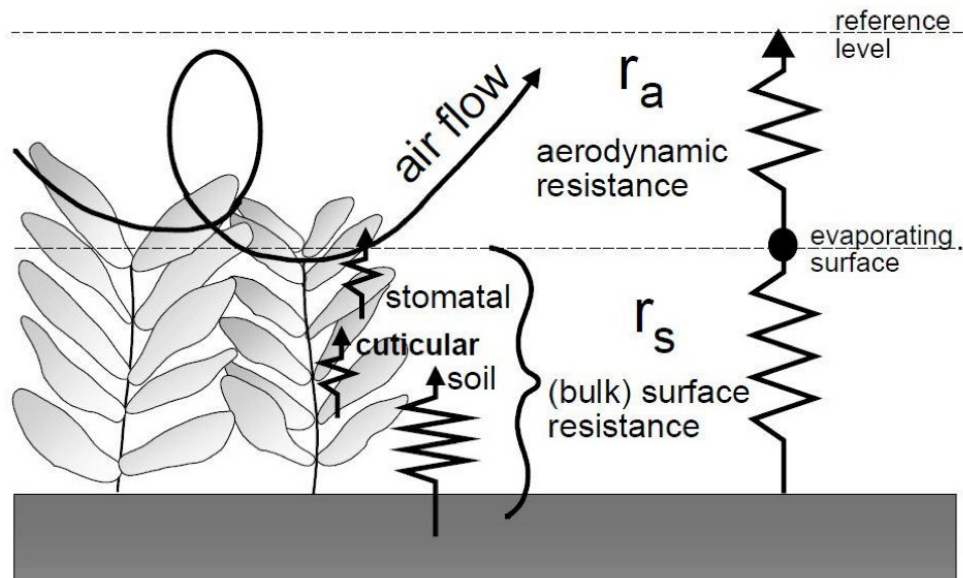


Abbildung 1: Schematische Darstellung des aerodynamischen und des Oberflächenwiderstands in der Penman-Monteith-Methode

Der aerodynamische Widerstand beschreibt die Grösse, welche Wärme und Wasserdampf daran hindert, wegtransportiert zu werden. Diese hängt von der Windgeschwindigkeit und der Bodenrauigkeit ab. Der Oberflächenwiderstand beschreibt den Widerstand des Wasserdampfes, sich zwischen den transpirierenden Pflanzen und dem evaporierenden Boden zu bewegen. Dieser ist abhängig von Verhältnis der Blattfläche zur Bodenfläche und dem Stomatawiderstand eines gut bestrahlten Blattes. Unter Berücksichtigung dieser Einflüsse folgt die FAO Penman-Monteith-Formel für die Referenzfläche:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

ET_0	potentielle Referenzevapotranspiration [mm/s]
R_n	Nettostrahlung [W/m^2]
G	Bodenwärmefluss [W/m^2]
Δ	Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve [$kPa/^\circ C$]
γ	Psychrometerkonstante [$kPa/^\circ C$]
T	mittlere Temperatur in 2 m Höhe [$^\circ C$]
u_2	Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe [m/s]
e_s	Sättigungsdampfdruck [kPa]
e_a	aktueller Dampfdruck [kPa]

In den folgenden Berechnungen wird der Bodenwärmefluss allerdings vernachlässigt. Um

die Evapotranspiration einer spezifischen Pflanze zu bestimmen, wird die Referenzevapotranspiration mit einem Pflanzenfaktor multipliziert. Es folgt daraus:

$$ET_C = K_C * ET_0 \quad (2)$$

ET_0	potentielle Referenzevapotranspiration [mm/s]
K_C	Pflanzenfaktor [-]
ET_C	Evapotranspiration einer spezifischen Pflanze [mm/s]

Die Nettostrahlung R_n und die Temperatur T können aus den Meteodaten entnommen werden. Die übrigen Parameter müssen berechnet werden. Die FAO Allen u. a. [1998] gibt folgende Formeln:

Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve

$$\Delta = \frac{4098 \left[0.6108 * e^{\frac{17.27 * T}{T + 237.3}} \right]}{(T + 237.3)^2} \quad (3)$$

Δ	Steigung der Sättigungsdampfdruckkurve [kPa/°C]
T	Temperatur mittlere Temperatur in 2 m Höhe [°C]

3 Resultate

4 Diskussion

blabla...

Literatur

- [Allen u. a. 1998] ALLEN, Richard G. ; PEREIRA, Luis S. ; RAES, Dirk ; SMITH, Martin:
Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. 1998
- [Braun u. a. 2013] BRAUN, Daniel ; RUBLI, Stefan ; PELLICCIOTTI, Francesca ; BÖHLER, Mark ; FÜCHSLIN, Hans P.: *Labor 2 für Umweltingenieurwissenschaften.* 2013