

Ein neues Lysimeter zur Messung der Bestandesverdunstung in Almökosystemen

CH. NEWESELY und A. CERNUSCA

Abstract

The research on changing water economy in mountain grassland areas due to land-use changes is an essential part of the INTEGRALP INTERREG II project. In this context it is especially important to investigate the changes in evapotranspiration in areas with different types of land use or which have been abandoned, as this is a main factor of the overall water balance within an ecosystem. In order to measure evaporation directly, special weighing lysimeters were developed at the University of Innsbruck, Institute of Botany, allowing their use in steep alpine areas. The fact that the devices were to be installed and maintained without using machines had to be taken into account especially. By comparing the first measurements of these new lysimeters with literature, it could be confirmed that they work properly.

Zusammenfassung

Die Untersuchung der Veränderung des Wasserhaushaltes von Almgebieten im Zuge der Änderungen der Bewirtschaftung stellt einen wesentlichen Bestandteil des INTERREG II- Projektes INTEGRALP dar. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Untersuchung der Veränderung der Evapotranspiration auf den unterschiedlich bewirtschafteten oder gänzlich aus der Nutzung genommenen Flächen, da diese einen wesentlichen Faktor in der Gesamtwasserbilanz des Ökosystems darstellt. Für eine direkte Messung der Verdunstung wurden am Institut für Botanik der Universität Innsbruck spezielle wiegende Lysimeter entwickelt, die einen Einsatz im steilen alpinen Gelände ermöglichen. Dabei musste besonders berücksichtigt werden, dass die Geräte ohne den Einsatz von Maschinen aufgebaut und betreut werden können. Durch einen Literaturvergleich der ersten Messdaten dieser neu-

en Lysimeter wird das Funktionieren der Geräte bestätigt.

Keywords: Lysimeter, Land-Use Change

1. Allgemeines

Große Gebiete in den Alpen sind durch den Einfluss des Menschen geprägt. Schon vor Generationen wurden große Flächen an der Waldgrenze gerodet und als Almen und Bergmähder genutzt. Die Bewirtschaftung vieler Almen ist unter den heutigen Bedingungen in der europäischen Landwirtschaft wirtschaftlich nicht mehr rentabel. Besonders Gebiete, die keine Erschließung durch Forstwege haben, werden vermehrt aus der Nutzung genommen und häufig sich selbst überlassen (TAPPEINER et. al. 1998, TASSER et. al. 2001). Aber auch verkehrsmäßig gut erschlossene Almen werden nicht mehr in der traditionellen Form als Mahdflächen genutzt, sondern vermehrt in Weiden umgewandelt. Diese Nutzungsänderung führt zu einer Veränderung in der Vegetationszusammensetzung. Nicht mehr genutzte Flächen,

aber auch Weideflächen die nicht mehr geschwendet werden, beginnen zu verbuschen. Eine langsame Sukzession in Richtung Klimaxgesellschaft (zumeist Wald) setzt ein. Die Veränderung der Vegetationszusammensetzung wirkt sich nachhaltig auf die Evapotranspiration des Pflanzenbestandes aus. Daraus ergibt sich ein direkter Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt der Almen. Ein eventueller Rückgang der Bestandesverdunstung wirkt sich daher unmittelbar auf den Wasserabfluss aus dem Gebiet aus.

Die detaillierte Untersuchung der Auswirkung von Bewirtschaftungsänderungen (Extensivierung, Brachlegung, Intensivierung) auf landwirtschaftlich geprägte Ökosysteme im Gebirge ist das Ziel des INTERREG II Projektes INTEGRALP. Ein wichtiger Teil des Projektes bildet dabei die Untersuchung der Auswirkungen der Änderungen in der Nutzung auf den Wasserhaushalt (Bestandesverdunstung, Oberflächenabfluss, Wasserspeichervermögen des Bodens). Um die Veränderungen im

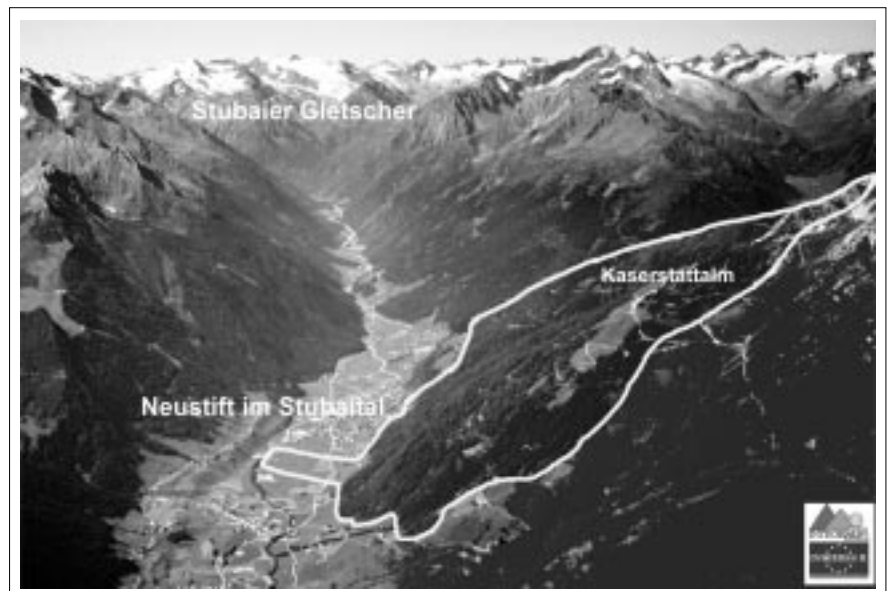


Abbildung 1: Blick von Osten auf das INTERREG II - Untersuchungsgebiet im Stubaital

Autoren: Mag. Dr. Christian NEWESELY und Prof. Dr. Alexander CERNUSCA, Institut für Botanik, Sternwartestraße 15, A-6020 INNSBRUCK

Wasserhaushalt genauer ermitteln zu können wurden im Projektgebiet eine Reihe von Messgeräten installiert, die die Erfassung aller für den Wasserhaushalt relevanten Daten ermöglichen sollen. Um die Bestandesverdunstung auf den unterschiedlich genutzten Flächen erfassen zu können wurden schon im Verlauf des EU Projektes ECOMONT (CERNUSCA et. al. 1999) mit der Entwicklung speziell wiegender Lysimeter begonnen.

2. Projektgebiet

Für die Untersuchung der Veränderung des Wasserhaushaltes im Zusammenhang mit der Bewirtschaftungsänderung wurde ein Versuchsgebiet im Stubaital, etwa 15 km südlich von Innsbruck ausgewählt. Die eigentlichen Versuchsflächen befinden sich im Gemeindegebiet von Neustift im Stubaital. Die Untersuchung des Einflusses der Bewirtschaftungsänderung erfolgt dabei im Gebiet der Kaserstattalm oberhalb der Gemeinde Neustift i. St. Für die Untersuchungen wurde ein nach Süden bis Osten exponierter Hang ausgewählt, dessen Abflussverhalten durch die land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung deutlich geprägt ist.

Die detaillierten Untersuchungen werden oberhalb des Ortes im Bereich des sogenannten Mahderbergs auf der zumeist stark geneigten Talflanke durchgeführt. Es erstreckt sich von den auf etwa 1000 m NN liegenden Talwiesen bis zum Gipfel des Hohen Burgstall auf 2611 m. Die Hauptuntersuchungsflächen im Almgebirge liegen im Gebiet der Kaserstattalm auf ca. 1900 m NN. Eine Übersicht des gesamten Untersuchungsgebietes zeigt *Abbildung 1*.

2.1 Untersuchungsflächen

Im Gebiet der Kaserstattalm wurden Messungen auf vier unterschiedlich bewirtschafteten Versuchsflächen durchgeführt. Alle Versuchsflächen liegen in unmittelbarer Nähe der Alm und sind sowohl in Exposition als auch Seehöhe vergleichbar, unterliegen jedoch verschiedenen Nutzungsformen. Zwei Flächen werden noch als Mähwiese genutzt, eine Fläche dient als Weide und eine Fläche ist brachgefallen. Somit ist ein unmittelbarer Vergleich der Nutzungsformen möglich.

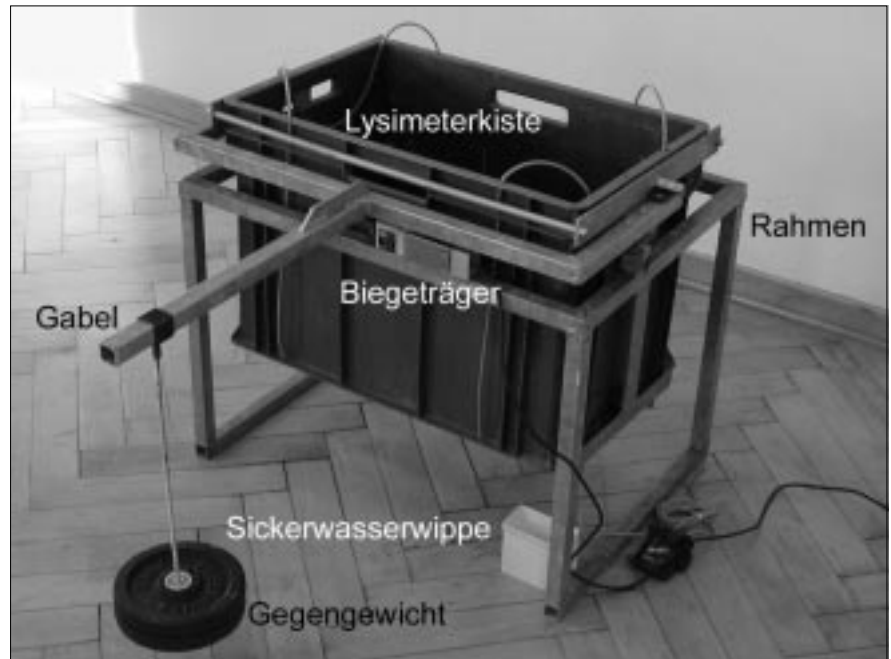


Abbildung 2: Die einzelnen Komponenten des Lysimeters

3. Methodik

3.1 Aufbau der Lysimeter

Für die Messung der Evapotranspiration mit Hilfe von wiegenden Lysimetern war es nötig, spezielle Geräte zu entwickeln, um einen Aufbau im steilen Almgebirge zu ermöglichen. Da das Lysimeter ohne maschinelle Hilfe eingebaut und gewartet werden muss, ist die Größe durch das Gewicht des Bodenkörpers limitiert. Da die Bodenmächtigkeit auf den zu untersuchenden Flächen zwischen ca. 20 und 50 cm beträgt und darunter z.T. schon der Fels ansteht, ergab sich eine maximale Einbautiefe von etwa 60 cm. Daraus ergaben sich die geometrischen Abmessungen für die Geräte.

Wie in *Abbildung 2* ersichtlich ist, besteht das Lysimeter selbst aus einer Tragkonstruktion aus verzinkten Stahlprofilen, in die eine Kiste mit dem eigentlichen Bodenkörper eingehängt wird. Das Prinzip der Lysimeter entspricht im wesentlichen dem einer Dezimalwaage. Die Kiste mit dem Bodenkörper wird dabei über eine Gabel in die Tragkonstruktion eingehängt und durch Gegengewichte im Gleichgewicht gehalten. Auf der Tragkonstruktion ist auch ein Biegeträger als die eigentliche Messzelle montiert. Mit der Messzelle wird der Anpressdruck der Gabel erfasst. Da die Kiste mit dem Bodenkörper in die Gabel eingehängt ist, ergibt sich ein direkter Zusammenhang

zwischen dem Gewicht der Kiste und der Gewichtskraft an der Meßzelle. Über entsprechende Eichfaktoren wird daraus die Gewichtsänderung der Lysimeterkiste und damit die Verdunstung in mm berechnet.

Als Behälter für den Bodenkörper wurden Kunststoffkisten verwendet. Die Kisten haben eine Größe von 40 x 60 cm bei einer Tiefe von 40 cm. Im Boden der Kisten wurde ein Ausfluss angebracht, damit das Sickerwasser ungehindert ausfließen kann. Der Sickerwasserausfluss ist rein gravimetrisch. Der Einsatz von Saugkerzen ist nicht vorgesehen. Im eingebauten Zustand wird dieses Sickerwasser mittels einer Sickerwasserwippe quantitativ erfasst. Um eine Stauwirkung in den untersten Bodenschichten der Lysimeterkiste zu vermeiden wurde der Boden der Kisten mit einem dünnflüssigen Fertig-Estrich mit einem Gefälle in Richtung Ausflussöffnung versehen. Um ein Auswaschen von Bodenmaterial zu verhindern wurde der Boden der Kiste mit einem Drainagefließ ausgelegt. Der Bodenkörper selbst wird geschichtet eingebracht. Als Vegetationsdecke wird ein entsprechender Vegetationsziegel in die Kiste eingebaut und bündig mit dem Kistenrand zugeschnitten.

3.2 Einsatz im Gelände

Für den Einbau im Gelände wird eine etwa 60 cm tiefe Grube ausgehoben,



Abbildung 3: Das Lysimeter im Gelände

wobei besonders darauf zu achten ist, dass die Vegetation im Umfeld der Grube möglichst nicht beschädigt wird. Dies wird zumeist durch das Auflegen von Brettern erreicht. Das aus der Grube entnommene Material, sowie der zuvor vorsichtig abgehobene Vegetationsziegel werden zwischengelagert und zum Füllen der Lysimeterkiste verwendet. In die Grube wird anschließend eine Holzbox eingesetzt und mittels Wasserwaage genau horizontal eingerichtet. Die Holzbox dient einerseits zur Stabilisierung der Wände der Grube und andererseits als tragfähiges Fundament, damit das Lysimeter sich nicht einseitig absenken kann. In die Holzbox wird schließlich der Stahlrahmen des Lysimeters gestellt. Am Boden der Holzbox wird auch die Messeinrichtung (Sickerwasserwippe) zur Erfassung des Sickerwassers installiert. Die beiden Bilder in *Abbildung 3* zeigen das fertig eingebaute Lysimeter im Gelände.

Um ein Schwinge bei starkem Wind zu vermeiden werden die für die Messung notwendigen Gegengewichte ebenfalls in einer Grube im Boden eingebaut. Zur Stabilisierung dieser weiteren Grube

dient ein Rohr mit 30 cm Durchmesser. Nach Abschluss der Aufbauarbeiten und Austarierung des Lysimeters wird dieses Rohr mit einem Deckel soweit verschlossen, sodass nur noch die Haltestange für die Gewichte nach oben geführt ist. Das Verschließen ist notwendig, um das Eindringen von Regenwasser weitgehend zu verhindern.

3.3 Gewichtsmessung

Die eigentliche Gewichtsmessung erfolgt über einen Biegeträger der Fa. Tedeo Hunt Leigh mit einer maximalen Last von 20 kg (siehe *Abbildung 2*). Als Signalverstärker wird ein DMS Verstärker der Fa. RS-Components eingesetzt.

4. Erste Ergebnisse

Die neuartigen Geräte wurden in dieser Form erstmals im Sommer 2000 im Gebiet der Kaserstattalm eingesetzt. Anhand einiger ausgewählter Tagesgänge sollen nun Ergebnisse dieser ersten Messperiode gezeigt werden. Hierzu sollen jeweils die Tagesgänge einer Mähwiese und einer Brachfläche dargestellt werden. Die in *Abbildung 4* dargestellten Kurven stellen die Tagesgänge für den

1. August 2000 dar. Die Balken geben die Stundensummen der Evapotranspiration an. Deutlich ist zu erkennen, dass die Verdunstungswerte zu diesem Zeitpunkt auf der Brache erheblich höher lagen als auf der Mähwiese. Modellberechnungen, die SALCHNER (1998) im Rahmen seiner Diplomarbeit für die selben Flächen durchgeführt hat, decken sich im wesentlichen mit den hier gewonnenen Daten. Auch seine Untersuchungen ergaben eine deutlich höhere Evapotranspiration auf der Brachfläche im Vergleich zur Mähwiese. Dass die hier gewonnenen Ergebnisse keine Ausnahme darstellen wird auch durch Arbeiten im Rahmen des MAB Programmes (KÖRNER et. al. 1989, WIESER 1983) in den Hohen Tauern bestätigt (CERNUSCA Hrsg. 1989).

Der Tagesgang für den 24. September soll die Situation im Herbst aufzeigen (*Abbildung 5*). Interessant dabei ist die sehr hohe Verdunstung in den Vormittagsstunden auf der Mähwiese. Die Ursache dafür ist in der Verdunstung von Tau aus der Nacht und den Morgenstunden zu suchen. Die Taubildung ist auch an der Gewichtszunahme (negative

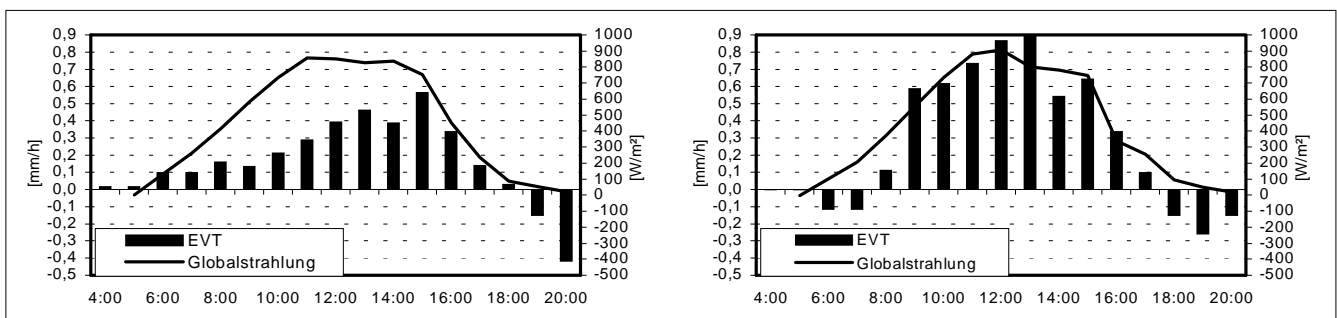


Abbildung 4: Tagesgang der Evapotranspiration (Stundensummen) und der Globalstrahlung am 1. August 2000. links: Mähwiese in 1900 m NN, rechts: Brachfläche in 1900 m NN (aus RAFFEINER, Diplomarbeit, unveröffentlicht)

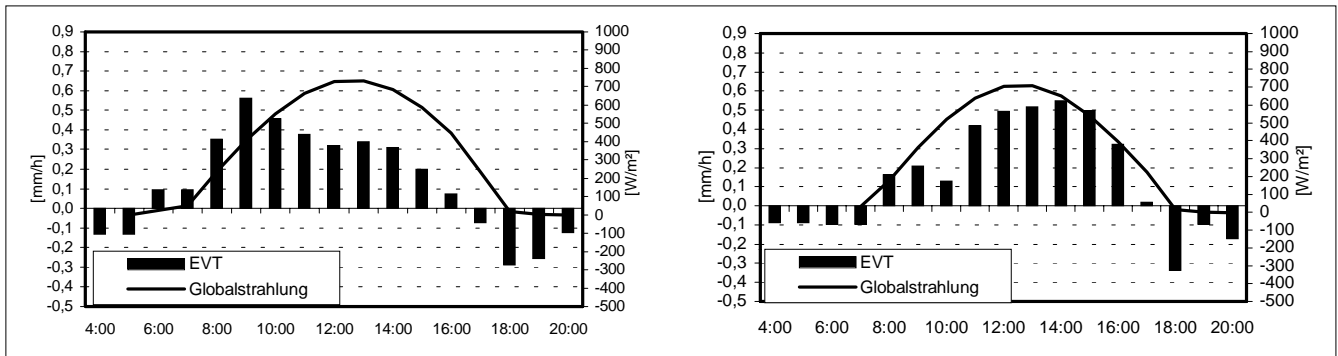


Abbildung 5: Tagesgang der Evapotranspiration (Stundensummen) und der Globalstrahlung am 24. September 2000. links: Mähwiese in 1900 m NN, rechts: Brachfläche in 1900 m NN (aus RAFFEINER, Diplomarbeit, unveröffentlicht)

Werte) mit Beginn der Nacht (ab 18.00 Uhr) deutlich zu erkennen. Auf der Brache konnte das morgendliche Abtrocknen des Bestandes demgegenüber nicht beobachtet werden. Eine Kondensation nach Sonnenuntergang ist hingegen ebenfalls deutlich erkennbar.

Die hier als Beispiele gezeigten Kurven sollen nur die grundsätzliche Funktionsweise der Geräte dokumentieren. Eine genauere Analyse des Evapotranspirationsverhaltens der hier untersuchten Flächen sollen Inhalt einer weiteren Publikation sein.

5. Literatur

- CERNUSCA, A., CH. NEWESLY und D. PRICE, 1999: Water relations of ecosystems and hydrology of catchments. In: Cernusca A., Tappeiner, U. and Bayfield N. (eds.) (1999): Land-use changes in European Mountain Ecosystems. ECOMONT - Concepts and Results. Blackwell Wiss.-Ver., Berlin, Wien
- KÖRNER, Ch., G. WIESER und A. CERNUSCA, 1989: Der Wasserhaushalt waldfreier Gebiete in den Österreichischen Alpen zwischen 600 und 2600 m Höhe. In Cernusca, A. Hrsg. (1989): Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Veröffentlichung des österr. MAB-Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern, Bd. 13, S 119-153, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck
- SALCHNER, G., 1997: Vergleichende Analyse des Wasserhaushaltes einer Mähwiese, einer Wei-

de und einer Brache im Bereich der Kaserstatalm (Stubaital/Tirol). Diplomarbeit Universität Innsbruck 1997

- TAPPEINER, U., E. TASSER and G. TAPPEINER, 1998: Modelling human and naturally triggered changes in the landscape: first experiences with a GIS based model applied to an Alpine area. Ecological Modelling, 113, 225-237
- TASSER, E., U. TAPPEINER und A. CERNUSCA, A., 2001: Südtirols Almen im Wandel. Athesia, Bozen, S. 267
- WIESER, G., 1983: Bodenwasserhaushalt alpiner Ökosysteme, Dissertation Universität Innsbruck
- WIESER, G., CH. KÖRNER und A. CERNUSCA, 1984: Die Wasserbilanz von Graslandökosystemen in den österreichischen Alpen. Verh. Ges. Ökologie (Bern 1982)