

Vergleich gemessener und berechneter potenzieller Referenzverdunstung am Standort Groß-Enzersdorf

P. CEPUDER und R. NOLZ

Kurzfassung

Seit dem Jahre 1982 gibt es die Lysimeterstation mit zwei wägbaren Lysimetern in Groß-Enzersdorf. Im Jahre 2000 wurde zur kontinuierlichen Messung des Wasseranteils im Bodenprofil ein FDR-System eingebaut. 2004 wurde die Wiegeelektronik erneuert. Von den beiden Lysimetern ist eines mit Gras zur Ermittlung der Referenzverdunstung bewachsen, das Zweite folgt einer ortsüblichen Fruchtfolge zur Ermittlung der aktuellen Pflanzenverdunstung. Anhand dieser Station werden für das Jahr 2005 Verdunstungsdaten des Graslysimeters mit Messungen des FDR-Systems und Berechnungen mittels Verdunstungsformeln in verschiedenen zeitlichen Auflösungen verglichen.

Abstract

The lysimeter station Groß-Enzersdorf with two weighing lysimeters exists since 1982. A FDR-system for continuous monitoring of the water content in the soil profile was installed in 2000. The electronic weighing unit was adapted 2004. One of the lysimeter is planted with grass for standard calculation of the reference evapotranspiration, the other is planted with an usual crop rotation for actual plant evapotranspiration. With the data of 2005 a comparison of measured and calculated evapotranspiration for different time intervals was done.

Einleitung

Die Evapotranspiration ist eine der grundlegenden Komponenten des Wasserkreislaufes. Es zeigt sich immer mehr, dass die Kenntnis der Evapotranspiration eine wichtige Grundlage jeglicher wasserwirtschaftlicher Planungen darstellt. Ihre Bedeutung reicht daher weit über den Rahmen der Landwirtschaft hinaus, obwohl diese natürlich ein wesentlicher Bereich abdeckt.

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Formeln entwickelt, welche eine mathematische Beziehung zwischen Wetterdaten und Evapotranspiration erlauben. Die wägbare Lysimeterstation Groß-Enzersdorf bietet sehr gute Möglichkeiten, einen umfassenden Vergleich zwischen praktisch ermittelten und theoretisch bestimmten Evapotranspirationsdaten durchzuführen.

Material und Methoden

Die Lysimeteranlage Groß-Enzersdorf (Abbildung 1) besteht aus zwei im Jahre 1982 gemeinsam mit einer agrarmeteorologischen Station errichteten grundwasserfreien, geschichtet wiederverfüllten, wägbaren Lysimetern (NEUWIRTH, MOTTL, 1983). Wägbare Lysimeter sind dadurch gekennzeichnet, dass mit der Gewichtsänderung pro Zeitintervall (15 min) bei Miterfassung des Niederschlages und der Sickerwassermenge die Wasserhaushaltsgleichung nach der Evapotranspiration auflösbar ist.

Evapotranspiration [mm] = Niederschlag - Sickerwasser - Gewichtsänderung

Die Wasseranteilsverteilung wurde viele Jahre hindurch mit Hilfe einer Neutronenonde im 250 cm tiefen Bodenprofil (Tschernosem bis 140 cm, darunter Kies) in wöchentlichen Abständen er-

fasst. Im Jahre 2000 wurde ein FDR-System zur kontinuierlichen Messung des Wasseranteils in die beiden Lysimeterkörper eingebaut. Im Jahre 2004 erfolgte zudem eine Erneuerung der Wiegeelektronik und der Sickerwasserpumpen mit einer entsprechenden Eichung.

Ein Lysimeter ist mit Gras bewachsen, wobei durch optimale Wasser- und Nährstoffversorgung von einer potenziellen Referenzverdunstung (DOORENBOS, PRUITT; 1977) ausgegangen werden kann, das zweite Lysimeter folgt einer ortsüblichen Fruchtfolge mit oder ohne Bewässerung.

Die agrarmeteorologische Station verfügt überdies seit Jahren über eine GGI 3000 Verdunstungswanne. Die Erfassung erfolgt jedoch nur in der Vegetationsperiode und in Tagesschritten.

Nachdem alle Wasserhaushaltskomponenten mit verschiedenen Methoden in hoher Auflösung erfasst werden können, sollen für das Jahr 2005 die gemessenen und berechneten Verdunstungsdaten in verschiedenen zeitlichen Auflösungen (Jahr, Monat, Tag) gegenübergestellt werden. Für zwei ausgewählte Tage mit deutlich unterschiedlichen Temperaturmitteln werden vom Lysimeter und vom FDR-System tägliche Verdunstungsverläufe im Stundenintervall dargestellt. Für die Vergleiche werden die Daten des Graslysimeters herangezogen. Die Berechnung der Verdunstung erfolgte nach zwei Methoden der FAO; Penman-Monteith und Blaney-Criddle (DOORENBOS, PRUITT, 1977).

Die Eichung des neuen Wiegesystems erfolgte vor Ort. Dabei wurden in konstanten Zeitabständen Gewichte auf die Oberfläche der Lysimeter gelegt und wieder entfernt. Insgesamt wurden 69 kg dazugefügt. Dies entsprach rd. 440 Digits. Daraus ergibt sich eine Auflösung von 0,16 kg bzw. 0,05 mm für die 3m²



Abbildung 1: Wägbare Lysimeteranlage Groß-Enzersdorf mit agrarmeteorologischer Station

Autoren: Dr. Peter CEPUDER und Reinhard NOLZ, Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Muthgasse 18, A-1190 WIEN, peter.cepuder@boku.ac.at

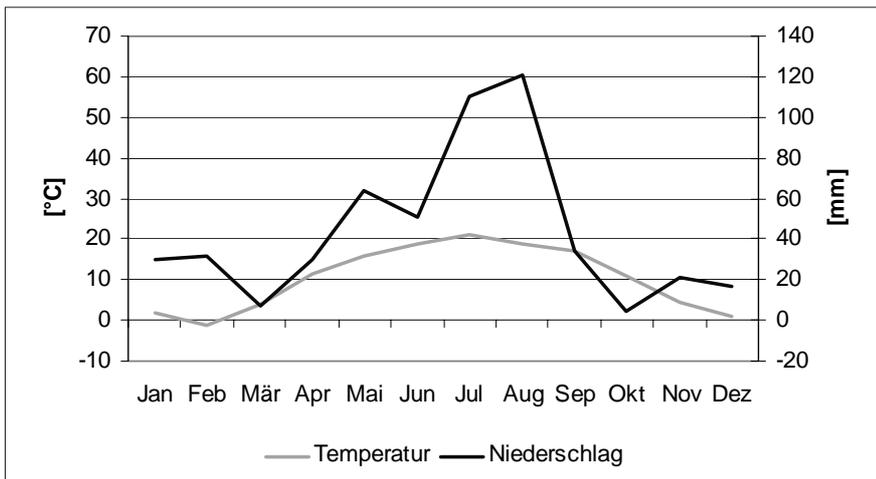


Abbildung 2: Klimatogramm 2005 für die Wetterstation Groß-Enzersdorf

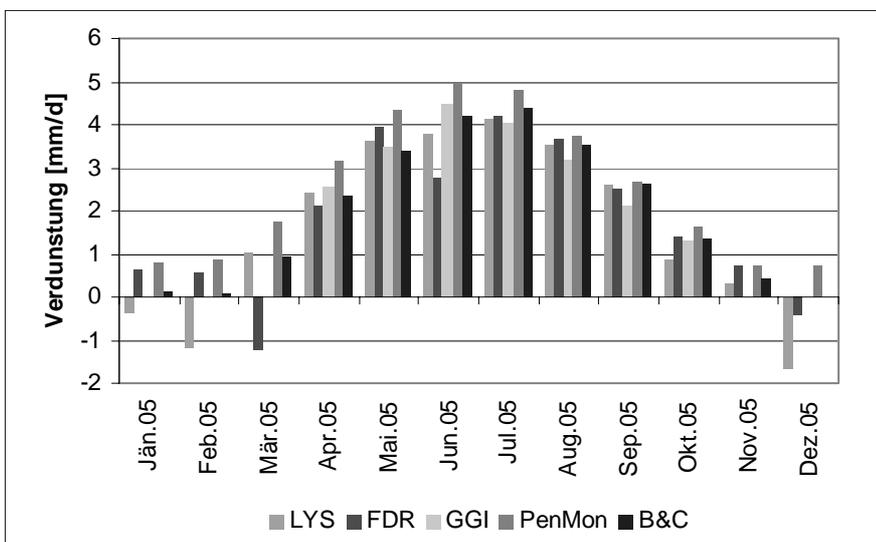


Abbildung 3: Monatlich gemessene und berechnete Verdunstung von Lysimeter, FDR, GGI 3000, Penman-Monteith und Blaney & Criddle

Tabelle 1: Wasserhaushaltskomponenten für das Jahr und die Vegetationsperiode 2005 in mm

Jahr		Verdunstung				
Niederschlag	522		gemessen		berechnet	
Bewässerung	325	Lysimeter	FDR-System	GGI	PenMon	B&C
Sickerwasser	183	585	637		923	717
Vegetationsperiode		Verdunstung				
Niederschlag	414		gemessen		berechnet	
Bewässerung	325	Lysimeter	FDR-System	GGI	PenMon	B&C
Sickerwasser	127	639	632	646	774	670

große Oberfläche. Die Speicherung der Daten erfolgt alle 15 Minuten.

Die Sickerwasserwippen wurden im Labor geeicht und die ermittelten Mengen pro Impuls in die automatische Erfassung einbezogen. Eine Überprüfung der Sickerwassermengen (Gesamt 140 l) vor Ort über einen längeren Zeitraum (August bis Dezember) ergab eine gute Übereinstimmung.

Ergebnisse

Das Jahr 2005 war durch geringe Niederschläge mit längeren Trockenperioden und hohe Temperaturen gekennzeichnet (Abbildung 2). Die Durchschnittstemperatur betrug 10,4°C, der Niederschlag 522 mm. Das Gras wurde zur Sicherung der potenziellen Verdunstung mit 325 mm in der Vegetationsperiode bewässert.

Für die Auswertung der Verdunstungsdaten auf Jahres-, Monats- und Tagesbasis wurde die Gewichtsänderung der Lysimeter in gemittelten 15 min Schritten abgespeichert. Die Aufzeichnung der FDR-Wasseranteilssensoren erfolgte im Stundenintervall. Daten von Niederschlag, Temperatur, etc. und GGI 3000 liegen derzeit als Tageswerte vor.

Bei einem Niederschlag von 522 mm und 325 mm Bewässerung über das Jahr wurden mit dem Lysimeter 585 mm, mit dem FDR-System 637 mm gemessen und nach Penman-Monteith 923 mm bzw. Blaney & Criddle 717 mm berechnet (Tabelle 1). Die erfasste Sickerwassermenge betrug 183 mm. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, zeigten sich außerhalb der Vegetationsperiode sowohl beim Lysimeter als auch beim FDR-System negative Verdunstungsdaten, daher liegen die gemessenen Jahreswerte deutlich unter den berechneten Werten. Zwischen Penman-Monteith und Blaney & Criddle ist eine Differenz von über 200 mm feststellbar. Ein Vergleich der Verdunstung von April bis Oktober (Vegetationsperiode) zeigt eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den einzelnen Verfahren mit Ausnahme der Berechnung nach Penman-Monteith (Tabelle 1). Hier dürften die entsprechenden Gleichungsparameter in der Penman-Monteith Formel noch zu optimieren sein. Die GGI 3000 lieferte im Zeitraum von April bis Oktober 646 mm Verdunstung was sehr gut den beiden Messungen entspricht.

Innerhalb der Vegetationsperiode zeigte sich für die Monatswerte ein relativ ausgeglichenes Bild, wobei Penman-Monteith jeweils die höchsten Werte aufwies. In den Monaten April, Mai und Juni zeigten sich zwischen den drei gemessenen Verdunstungswerten kleinere Unterschiede, wobei diese sich über die Monate ausglich. Speziell im Juni war eine deutlich geringere Verdunstung bei dem FDR-System feststellbar.

Bei der Betrachtung von Tageswerten konnte im Juli an vielen Tagen eine gute Übereinstimmung festgestellt werden, wobei festzuhalten ist, dass das FDR-System an vielen Tagen über den Werten des Lysimeters und der GGI 3000 Verdunstungswanne lag. Auch die deutlich negativen Werte am 22. und 25. Juli

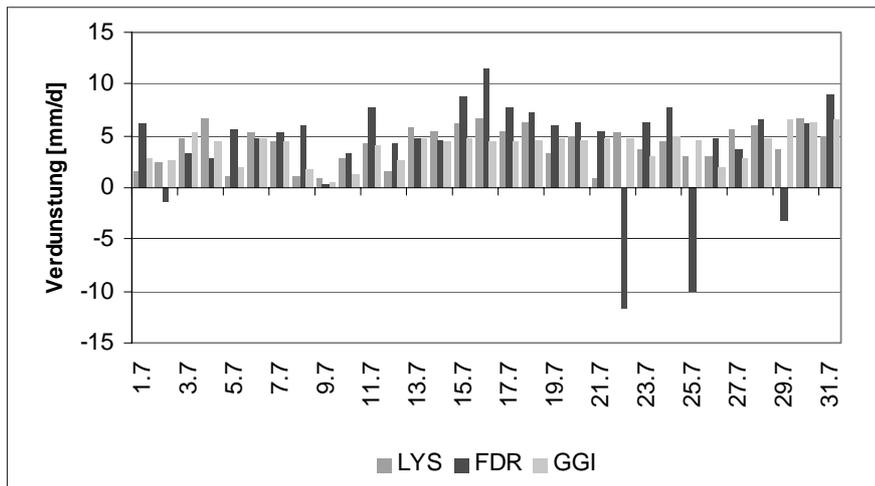


Abbildung 4: Tägliche gemessene Verdunstungsdaten von Lysimeter, FDR-System und GGI 3000 im Juli 2005

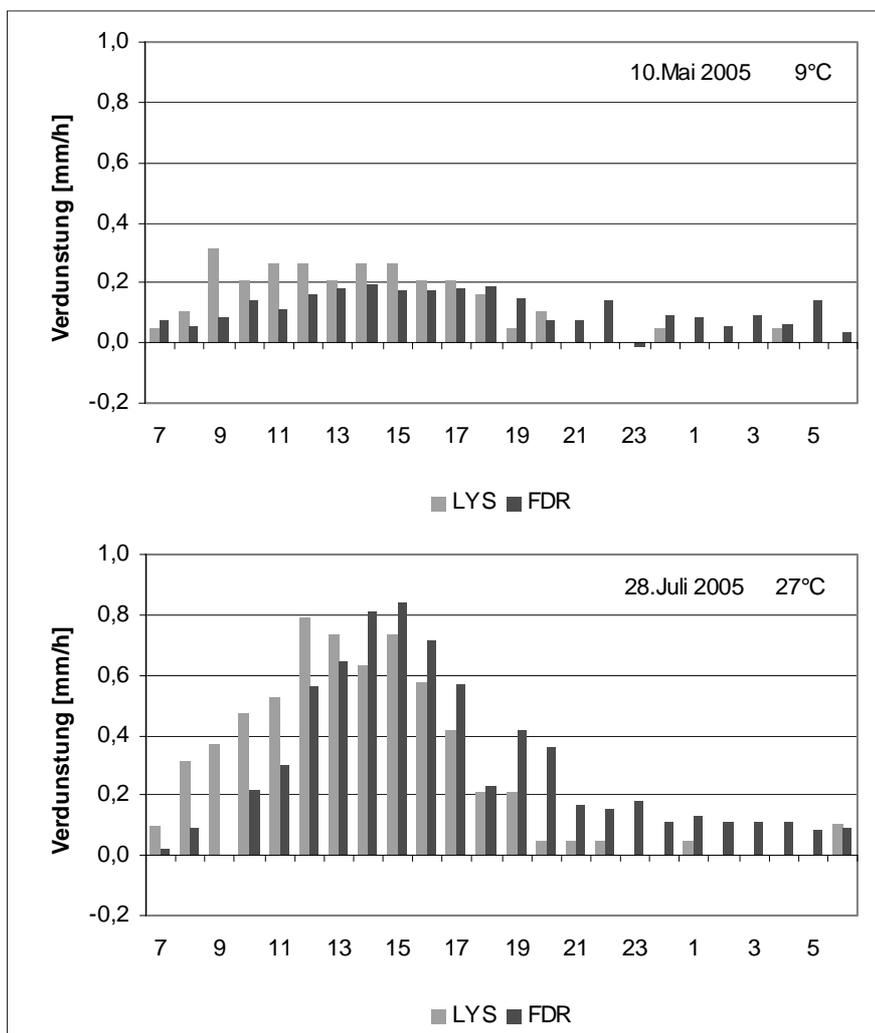


Abbildung 5: Vergleich der stündlichen Verdunstungsraten von Lysimeter und FDR-System für zwei deutlich unterschiedliche Tagesmitteltemperaturen

beim FDR-System sind derzeit schwer zu interpretieren (Abbildung 4). An diesen beiden Tagen ereigneten sich Niederschläge, die aber von Höhe und Intensität deutlich unterschiedlich waren

und eine Interpretation in Richtung preferential flow daher schwierig erscheint. Die letzte Abbildung 5 soll die Verdunstung der stündlich gemessenen Daten von Lysimeter und FDR-System anhand

zwei ausgewählter Tage mit deutlich unterschiedlichen Tagesmitteltemperaturen zeigen. Die am 10. Mai gemessenen 9°C hatten eine Verdunstung von 2,6 mm (Lysimeter) bzw. 2,7 mm (FDR-System) zur Folge, die am 28. Juli gemessenen 27°C ergaben 5,9 mm bzw. 6,5 mm.

An beiden Tagen wurde mit dem FDR-System eine etwas höhere Verdunstung gemessen. Interessant ist auch die Tatsache, dass mit dem Lysimeter im Laufe des Vormittages höhere Raten erfasst wurden. Am späteren Nachmittag zeigte das FDR-System höhere Verdunstungsraten.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse der Lysimeteranlage Groß-Enzersdorf als auch des FDR-Systems scheinen für den östlichen Agrarraum Österreichs gute Verdunstungswerte zu liefern. Beim FDR-System sollte durch eine geringe Nachjustierung der Sensoren (Eichung) eine Verbesserung möglich sein. Zu den Berechnungen mit gängigen Verdunstungsformeln sind einerseits gute Übereinstimmungen zu erreichen (Blaney & Criddle), andererseits sind weitere Parameteroptimierungen (Penman-Monteith) erforderlich.

Kontinuierliche Verdunstungsdaten und rasche Information von aktuellen Messungen können vielen Anwendern bei der Planung von Bewässerungsmaßnahmen helfen und so eine entsprechende effektivere Nutzung der Bewässerungswassermengen erlauben. Dazu soll in den nächsten beiden Jahren die Lysimeteranlage über das WEB sowohl visuell (Video) als auch datenmäßig (tägliche Verdunstung) für das breite Publikum zugänglich gemacht werden. Die dafür erforderliche Planung ist bereits abgeschlossen und die ersten Schritte wurden bereits umgesetzt.

Literatur

- DOORENBOS, J. and W.O. PRUITT, 1977: Guidelines for prediction crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers No 24 (revised).
- NEUWIRTH, F. und W. MOTTL, 1983: Errichtung einer Lysimeteranlage an der agrarmeteorologischen Station in Groß-Enzersdorf. Verfasser: Neuwirth F. und Mottl W. -Sonderdruck "Wetter und Leben", Jg. 35,1983 S. 48-53.

