



DGG-Proceedings

Vol. 1, 2011

Short Communications - Annual Conference DGG and BHGL
23.02. - 26.02.2011, Hannover, Germany
Peer Reviewed

Editorial Board and Review

Balder, Hartmut *Berlin*
Damerow, Lutz *Bonn*
Dirksmeyer, Walter *Braunschweig*
Drüge, Uwe *Erfurt*
Michaelis, Gerlinde *Bad-Zwischenahn*
Rath, Thomas *Hannover*
Schreiner, Monika *Großbeeren*
Schuster, Mirko *Dresden*
Winkelmann, Traud *Hannover*

German Society of Horticultural Sciences (DGG)
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Germany

© DGG, 2011

DGG-Proceedings, Vol. 1, No. 5, 1-5. DOI: 10.5288/dgg-pr-01-05-nm-2011

Peter-J. Paschold, Cathleen Frühauf, Jana Schaller, Jürgen Kleber, Norbert Mayer

Geisenheimer Bewässerungssteuerung und FAO-Grasverdunstung

*Corresponding Author:

Norbert Mayer

Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau
von-Lade-Straße 1
65366 Geisenheim
Germany
Email: Norbert.Mayer@fa-gm.de

Geisenheimer Bewässerungssteuerung und FAO-Grasverdunstung

Peter-J. Paschold¹, Cathleen Frühauf², Jana Schaller¹, Jürgen Kleber¹, Norbert Mayer¹

¹Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau, von-Lade-Straße 1, D-65366 Geisenheim; ²Deutscher Wetterdienst, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung

Ein im Freilandgemüsebau seit langem etabliertes Verfahren der Bewässerungssteuerung ist die klimatische Wasserbilanz. Die Forschungsanstalt Geisenheim hat für diese „Geisenheimer Bewässerungssteuerung“ Korrekturfaktoren, die k_c -Werte, von verschiedenen Gemüsearten im Lysimeter bestimmt und im Freiland evaluiert. Als Referenzverdunstung dienten die Original-Penman-Werte. Nun soll geprüft werden, ob und wie die k_c -Werte angepasst werden können, wenn als Referenzgröße anstelle der Original-Penman-Werte die FAO-Grasverdunstung (FAO Penman Monteith equation) verwendet wird.

2. Material und Methoden

-Bestimmen von k_c -Werten in wägbaren Lysimetern-

k_c -Werte für Gemüsekulturen werden zunächst in wägbaren Lysimetern ermittelt. Die Lysimeter werden dazu zwei- bis dreimal pro Woche gewogen (Abbildung 1).



Abb. 1: Wiegen eines Lysimeters mit Petersilie

Aus den Gewichtsunterschieden, Wassergaben und Sickerwassermengen wird der tägliche Wasserverbrauch berechnet. Niederschlag wird durch einen mobilen Regenschutz abgehalten. Der k_c -Wert ergibt sich aus dem Verhältnis von täglichem Wasserverbrauch zur Referenzverdunstung. Die im Verlauf der Pflanzenentwicklung kontinuierlich sich verändernden k_c -Werte werden auf eine einfache Treppenfunktion zurückgeführt. Dazu

wird die Pflanzenentwicklung bonitiert und Merkmale erfasst, die zur Festlegung dieser Stadien dienen können, z. B. Pflanztermin, Blattzahl, Bodenbedeckungsgrad. Aus den täglichen k_c -Werten wird das arithmetische Mittel für die einzelnen Entwicklungsstadien berechnet (Abbildung 2). In den Versuchen werden drei Wasserangebotsstufen sowie eine unbepflanzte Kontrollvariante mit einander verglichen. Die Wasserangebotsstufen beruhen auf unterschiedlichem Bewässerungsstartwert (z. B. ab 40, 50 oder 60% nutzbare Wasserkapazität). Aus der Variante mit dem höchsten Ertrag oder der höchsten Wassernutzungseffizienz werden dann die k_c -Werte abgeleitet.

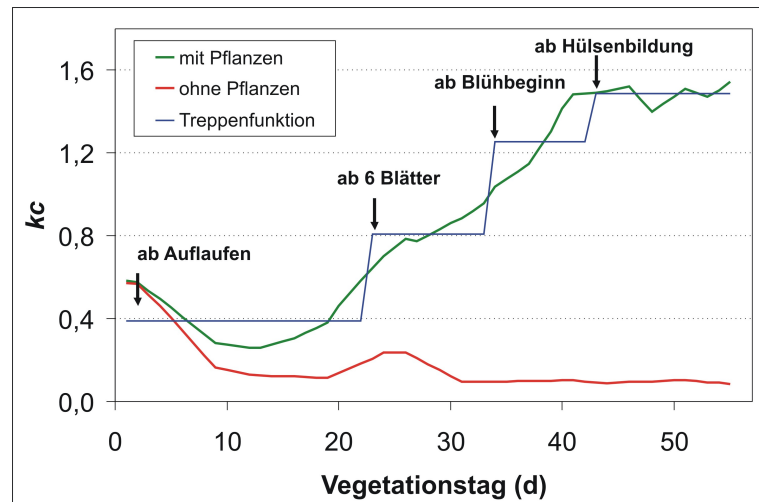


Abb. 2: Verlauf der täglichen k_c -Werte von bewachsenen und unbewachsenen Lysimetern mit Erbsen 2004 und Treppenfunktion, die mit Entwicklungsstadien gebildet wurde

-Evaluieren von k_c -Werten in Freilandversuchen-

In mehrjährigen Freilandversuchen werden Bewässerungsvorgänge für den Versuchsstandard mit den k_c -Werten berechnet, die aus Lysimeterversuchen stammen. Bei den weiteren Versuchsvarianten werden die k_c -Werte schrittweise um 0,1 bis 0,2 gesenkt und jeweils die Bewässerungsvorgänge berechnet (Abbildung 3).



Abb. 3: Freilandversuche zum Evaluieren von k_c -Werten

Untersucht wird der Einfluss des unterschiedlichen Wasserangebots der Versuchsvarianten auf den Ertrag und die Erntequalität. Nach mehrjähriger Wiederholung der Versuche werden so die in Lysimetern bestimmten $k_{c\text{-FAO}}$ -Werte auf Feldbedingungen angepasst.

-Ermitteln des Zusammenhangs von $k_{c\text{-FAO}}$ - zu $k_{c\text{-PENMAN}}$ -Werte mit Lysimeterversuchen-

2000 bis 2009 wurden $k_{c\text{-Werte}}$ im Lysimeter in insgesamt 33 Versuchen für folgende Kulturen bestimmt: Bundzwiebeln, Buschbohnen, Erbsen, Feldsalat, Fenchel, Kohlrabi, Lollo rossa, Ölrettich, Petersilie, Radies, Spargel und Spinat. Die Kalkulationen erfolgten mit den Original-Penman-Werten zur Bestimmung der $k_{c\text{-Penman}}$ -Werte und mit der FAO-Grasverdunstung zur Bestimmung der $k_{c\text{-FAO}}$ -Werte. Daraus wurde der Zusammenhang zwischen $k_{c\text{-FAO}}$ - und $k_{c\text{-Penman}}$ -Werten ermittelt.

-Überprüfen der kalkulierten $k_{c\text{-FAO}}$ -Werte mit Freilandversuchen-

2000 bis 2009 wurden die $k_{c\text{-Werte}}$ von den acht Gemüsekulturen Blumenkohl, Brokkoli, Bundzwiebeln, Buschbohnen, Fenchel, Möhren, Porree und Zwiebeln in Freilandversuchen evaluiert. Zur Überprüfung des aus den Lysimeterversuchen ermittelten Zusammenhangs zwischen $k_{c\text{-FAO}}$ - und $k_{c\text{-Penman}}$ -Werte wurden die Freiland-Bewässerungsversuche erneut kalkuliert. Gerechnet wurde mit $k_{c\text{-Penman}}$ und Original-Penman-Werten im Vergleich zu $k_{c\text{-FAO}}$ und FAO-Grasverdunstung. Die $k_{c\text{-FAO}}$ -Werte ergaben sich mit der aus den Lysimeterversuchen abgeleiteten Umrechnung und Runden auf eine Kommastelle. Insgesamt wurden 69 Anbausätzen, 202 Versuchsvarianten und 2734 Bewässerungsvorgänge betrachtet. Niederschläge wurden beim Berechnen nicht berücksichtigt, um eine zufällige Beeinflussung der Kalkulationen zu vermeiden. Eine Bewässerung wurde erreicht, wenn das Wasserdefizit 10 mm, ab Entwicklungsstadium zwei 20 mm und ab Entwicklungsstadium drei 30 mm betrug.

3. Ergebnisse

-Ermitteln des Zusammenhangs von $k_{c\text{-FAO}}$ - zu $k_{c\text{-PENMAN}}$ -Werte mit Lysimeterversuchen-

Es zeigte sich ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen $k_{c\text{-FAO}}$ und $k_{c\text{-Penman}}$:

$$k_{c\text{-FAO}} = 1,4 \cdot k_{c\text{-Penman}} \quad R^2 = 0,97^{***} \quad (\text{siehe Abb. 4})$$

Ein schwacher Einfluss der Jahreszeit auf den Quotienten aus $k_{c\text{-FAO}}$ und $k_{c\text{-Penman}}$ ist feststellbar. Der Quotient nimmt von Frühjahr bis Sommer ab und gegen Herbst wieder zu:

$$(k_{c\text{-FAO}}/k_{c\text{-Penman}}) = 0,00002 \text{ Jahrestag}^2 - 0,0077 \text{ Jahrestag} + 2,11; \quad R^2 = 0,21^{***}$$

Ein schwacher Einfluss des Entwicklungsstadiums auf den Quotient der beiden $k_{c\text{-Werte}}$ ist vorhanden:

$$(k_{c\text{-FAO}}/k_{c\text{-Penman}}) = 0,03 \text{ Entwicklungsstadium} + 1,4; \quad R^2 = 0,07^{***}$$

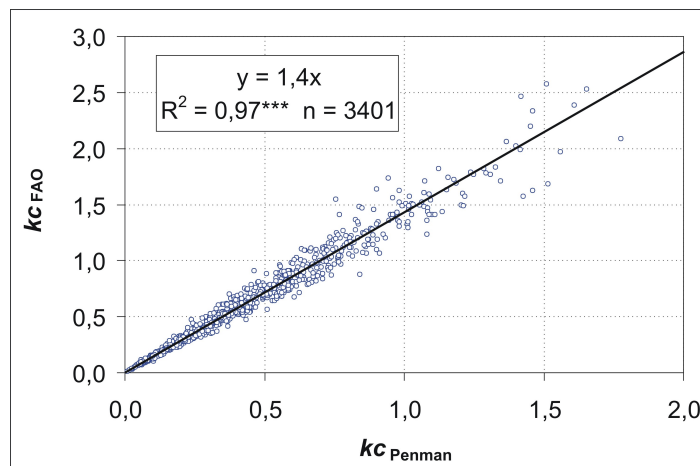


Abb. 4: Zusammenhang von kc_{FAO} und kc_{Penman}

-Überprüfen der kalkulierten kc-Werte für FAO-Grasverdunstung mit Freilandversuchen-

Abbildung 5 zeigt exemplarisch den Verlauf des Wasserangebotes von drei Varianten eines Bewässerungsversuchs mit Porree bei Kalkulation mit kc_{Penman} und kc_{FAO} . Beide Kalkulationsverfahren unterschieden sich nicht wesentlich im Wasserangebot. Die Unterschiede in den Versuchsvarianten traten in beiden Kalkulationsverfahren in gleichem Maß auf.

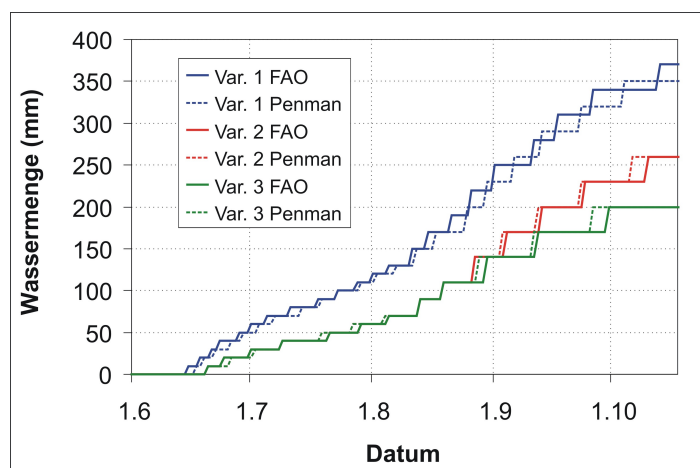


Abb. 5: Wasserangebot bei Kalkulation mit kc_{FAO} und kc_{Penman} am Beispiel von drei Varianten eines Bewässerungsversuchs mit Porree 2000

Bezogen auf den gesamten Datenumfang unterschied sich das Wasserangebot zwischen den beiden Kalkulationverfahren in 57% der Fälle nur um +/- 5%. In 92 % der Fälle lag der Unterschied des Wasserangebots im Bereich +/- 15%. In 51 % der Fälle unterschied sich die Bewässerungshäufigkeit nicht, in 29 % der Fälle wurde einmal weniger, in 16 % der Fälle einmal mehr bewässert. In 97 % der Fälle wurde also annähernd gleiche Bewässerungshäufigkeit erzielt. Werden einzelne Bewässerungsvorgänge betrachtet, wurden in 76% der Fälle maximal zwei Tage früher oder zwei Tage später bewässert (Abbildung 6).

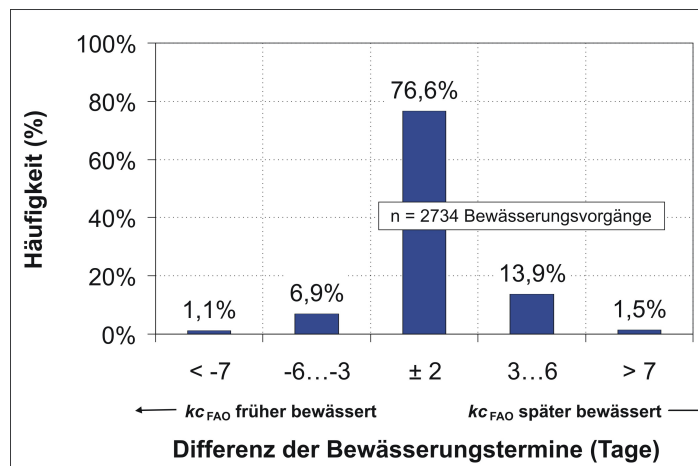


Abb. 6: Differenz der Bewässerungstermine in Tagen, wenn mit $k_{c_{FAO}}$ oder $k_{c_{Penman}}$ kalkuliert wird

4. Diskussion

Bei Kalkulation mit $k_{c_{FAO}}$ und FAO-Grasverdunstung im Vergleich zu $k_{c_{PEMNAN}}$ und Original-Penman-Werten unterschied sich der jeweilig errechnete Wasserbedarf nur unwesentlich. Abweichungen in der Bewässerungshäufigkeit um einen Bewässerungsvorgang beruhen meist darauf, dass bei dem einen oder dem anderen Kalkulationsverfahren kurz von Kulturende ein Bewässerungsvorgang gerade noch oder gerade noch nicht erreicht war. Für die praktische Nutzung im Freilandgemüsebau erscheinen die Unterschiede vernachlässigbar.

5. Schlussfolgerung

Mit Lysimeterversuchen des Fachgebiets Gemüsebau der Forschungsanstalt Geisenheim wurde ermittelt, ob und wie k_c -Werte der Geisenheimer Bewässerungssteuerung angepasst werden können, wenn anstelle der Original-Penman-Werte die FAO-Grasverdunstung als Referenzverdunstung verwendet wird. In Lysimeterversuchen ergab sich ein sehr enger Zusammenhang zwischen $k_{c_{FAO}}$ und $k_{c_{Penman}}$. Die Evaluierung mittels Kalkulation von Freiland-Bewässerungsversuchen zeigte, dass sich das Wasserangebot und die Bewässerungshäufigkeit nur unwesentlich verändert, wenn in Verbindung mit der FAO-Grasverdunstung die bisher empfohlenen k_c -Werte mit dem Faktor 1,4 multipliziert und auf eine Kommastelle gerundet werden. Unter dieser Voraussetzung ist die Nutzung der FAO-Grasverdunstung als Referenzgröße für die Geisenheimer Bewässerungssteuerung möglich.

6. Literatur

Allen et al. 1998: Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56
<http://www.fao-gm.de/fachgebiet-gemuesebau/geisenheimer-steuerung/index.html>