

Tau als Wasserspender in ariden Gebieten?

A. Graf^{1,3}, W. Kuttler¹, J. Werner²

¹Universität Essen, FB 9, Abt. Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie

²Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie

³alexander.graf@uni-essen.de



Abb. 1: Enarenado artificial mit Windschutzpflanzung

1. Einleitung und Zielsetzung

Auf der Kanarischen Insel Lanzarote hat sich, in Anpassung an das aride Klima, eine feuchtigkeitskonservierende Trockenfeldbaumethode („Enarenado“) entwickelt (Abb. 1). Durch 5 bis 20 cm mächtige Decken aus vulkanischen Lapilli („Picón“), die auf den Boden aufgebracht werden, wird dieser vor Evaporationsverlusten geschützt. Darüber hinaus jedoch fördert eine derartige Decke nach MATZNETTER (1958) und ACOSTA BALADÓN (1996) den Tauabsatz und führt Boden und Pflanzen zusätzlich Wasser zu. Da die Angaben zur Menge und ökosystemaren Bedeutung dieses Kondensationswassers in der Fachliteratur umstritten sind (vgl. HANLE 1961, JAHN 1988, HÖLLERMANN 1991), wurden in einem für die Fragestellung repräsentativen Untersuchungsgebiet quantitative Analysen zum Kondensationsgewinn und zur Evaporationshöhe durchgeführt. Die Arbeiten berücksichtigen verschiedene Wetterlagen und unterschiedliche Decksstrate. Die Abhängigkeiten von den wichtigsten meteorologischen Einflußgrößen werden untersucht. Die Geländearbeiten wurden im Juni 2001 begonnen und sollen im November 2002 abgeschlossen sein.

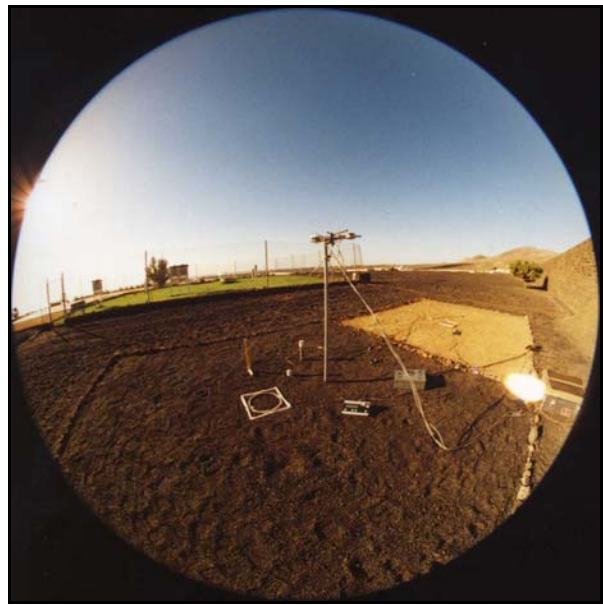


Abb. 2: Versuchsaufbau mit 2 Waagen in der Mitte des picónbedeckten (vorne) und unbedeckten (rechts) Meßfeldes, Strahlungsmessung (Mitte) sowie bodennahen Wind-, Temperatur- und Feuchtesensoren. Hinten: Agrarmeteorologische Station.

2. Das Untersuchungsgebiet

Lanzarote ist charakterisiert durch ein winterfeucht-sommerdürres Steppenklima (BSH nach KÖPPEN) mit einer Jahresmitteltemperatur von 20°C und mittleren Jahresniederschlagssummen von < 100 mm (Küstenbereich) bis > 250 mm im Bergland (MARZOL 1988). In Gebieten ab etwa 100 mm werden mit der Enarenado-Methode, oft bewässerungsfrei, u. a. Wein, Zwiebeln und Süßkartoffeln angebaut. Die Untersuchungen werden auf Flächen der Granja Agricola Experimental, die etwa 5 km von der Ostküste entfernt auf 100 m ü. NN liegt und über eine agrarmeteorologische Station verfügt, durchgeführt. Darüber hinaus werden diskontinuierliche Vergleichsmessungen an höhergelegenen, unterschiedlich exponierten Standorten der Insel während ausgewählter Wetterlagen (hauptsächlich Strahlungslagen) vorgenommen.

3. Methodik

Die Wassergehaltsänderungen unterschiedlicher Substratdecken, des darunterliegenden Bodens und einer unbedeckten Vergleichsbodenprobe werden mit Hilfe zweier Waagen nach dem Prinzip eines Lysimeters bestimmt (Auflösung: 0,01 mm Niederschlagsäquivalent). Zur Absicherung der Übertragbarkeit der Meßergebnisse werden ergänzend Wassergehaltsmessungen an Bodenproben sowie Feuchtemessungen der Porenluft in verschiedenen Tiefen durchgeführt. Auf dem Meßfeld (Abb. 2) werden folgende meteorologische Größen (zeitliche Auflösung 5 min) ermittelt: Kurz- und langwellige Strahlungsflußdichten (1,5 m ü. Grund), Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen über Grund, Bodentemperatur und Bodenwärmestrom. Die Ergebnisse werden mit denjenigen der nahegelegenen agrarmeteorologischen Station verglichen, die außerdem mit geringerer zeitlicher Auflösung Windrichtungsdaten liefert.

4. Ergebnisse

Erste Ergebnisse aus 58 regenfreien Nächten zeigen, daß die Bodenbedeckung mit Lapilli offensichtlich nicht zu einer signifikanten Erhöhung der Kondensation führt. Im Mittel betrug die Nachtsumme 0,07 mm (Standardabweichung 0,09 mm, Maximum 0,33 mm), während unbedeckter Boden im direkten Vergleich einen doppelt so hohen Kondensationsgewinn aufwies. Auch scheint nur ein geringer Teil des nächtlichen Zugewinns dem bedeckten Boden zugute zu kommen, während der überwiegende Teil im Laufe des Morgens direkt aus der Decke verdunstet. Dieser Tagesgang ist beispielhaft in Abb. 3 dargestellt, die neben der Nettokondensation bzw. -evaporation auch den Anteil der Picóndecke und der davon bedeckten Bodenoberfläche aufschlüsselt.

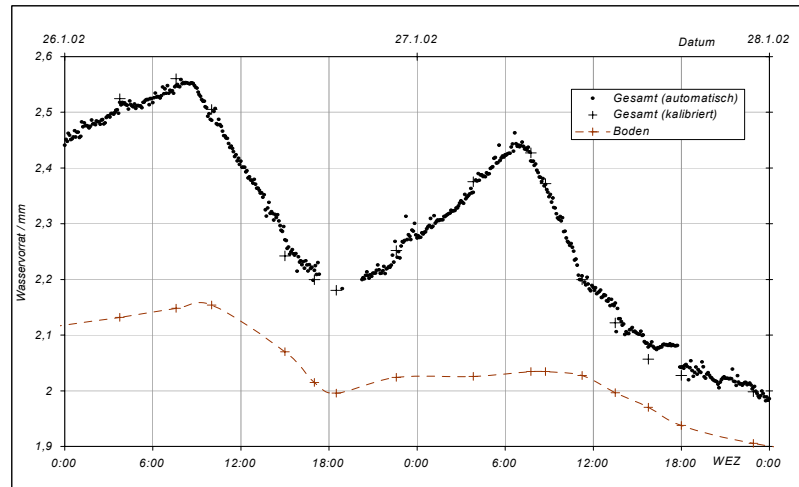


Abb. 3: Tagesgang des Wasservorrates von Picóndecke und obersten 3 cm des bedeckten Bodens. Die Datenreihe Gesamt (automatisch) gibt das aus elektronisch aufgezeichneten Gewichtsänderungen berechnete Niederschlagsäquivalent an. Die Datenreihe Gesamt (kalibriert) beruht auf Ablesungen unmittelbar nach Kalibrierung der Waage unter Windschutz und liefert daher in geringerer zeitlicher Auflösung etwas genauere Werte. Die Teilung des Probenbehälters in ein oberes (mit Siebboden) und ein unteres (geschlossenes) Segment ermöglicht auch die gesonderte Angabe der Wassergehaltsänderung des unterlagernden Bodens (Datenreihe Boden). Der Wasservorrat der Decke entspricht somit der Differenz zwischen Ge-

Demgegenüber ist der evaporationsbedingte Rückgang der Bodenfeuchte bei picónbedecktem Boden gegenüber unbedecktem Boden zunächst deutlich verzögert. Erst wenn dessen Wassergehalt soweit gesunken ist, daß die Verdunstungsverluste durch die zunehmende hygroskopische Wasseraufnahme während der Nacht beinahe wieder aufgewogen werden, kehrt sich dieses Verhältnis um (vgl. Abb. 4 ab 31.1.). Das Rest- und das hinzugewonnene Wasser sind zu diesem Zeitpunkt allerdings nicht mehr pflan-

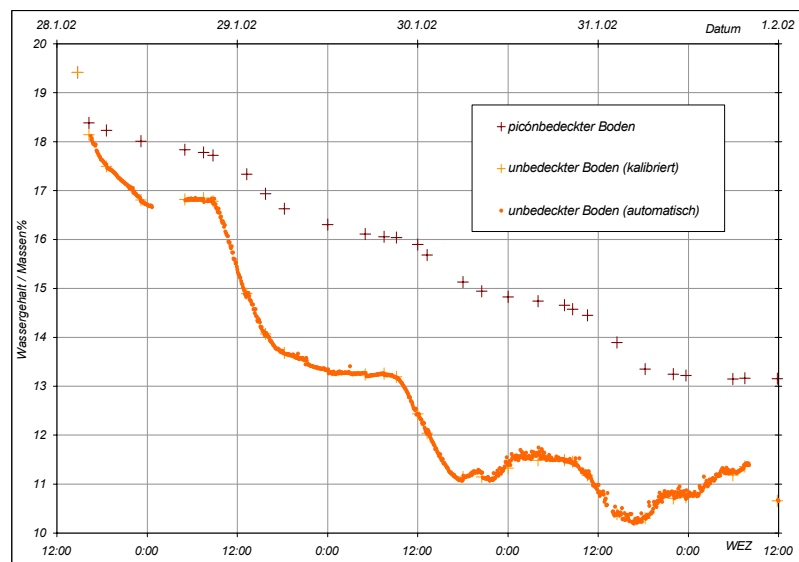


Abb. 4: Vergleich der längerfristigen Entwicklung des Wassergehaltes picónbedeckten und unbedeckten Bodens gleicher Ausgangsfeuchte

Zu den die Kondensation steigernden bzw. die Evaporation verringernden Einflußfaktoren zählen u.a. hohe relative Luftfeuchten bzw. niedrige Taupunktdifferenzen in der bodennahen Luft sowie geringe Werte der Strahlungsbilanz und des Bodenwärmestroms (bei positiver Vorzeichenkonvention für zur Umsatzoberfläche gerichtete Ströme). Die entsprechenden Zusammenhänge sind signifikant ($P > 0,05$, $r^2 \geq 0,25$). Werden alle Einflußfaktoren berücksichtigt, läßt sich (auf Grundlage kombinierter Energieflußdichten-, Temperatur- und Feuchtemessungen im Januar/Februar 2002) die in Gleichung 1 wiedergegebene multiple Regressionsbeziehung aufstellen.

$$\frac{\Delta W_{ges}}{t} = 0,89 - 0,0032(S+B) - 0,85 \cdot \ln(tdif) \quad \text{Gl. 1}$$
$$r^2 = 0,56 \quad n = 80$$

mit W = Wasservorrat in 0,01 mm, t = Zeit in h, S = Strahlungsbilanz in W/m^2 , B = Bodenwärmestrom in W/m^2 , $tdif$ = Taupunktdifferenz in K. Die für verschiedene Kombinationen aus $(S+B)$ und $tdif$ zu erwartenden Werte sind in Abb. 5 dargestellt.

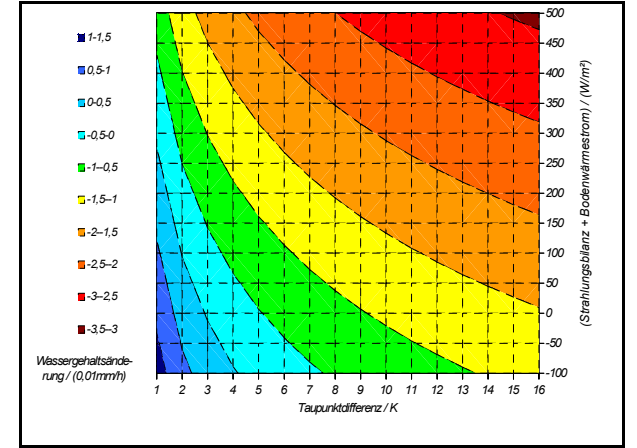


Abb. 5: Statistisch zu erwartende Kondensation bzw. Evaporation im Enarenado-Feldbau in Abhängigkeit von Strahlungsbilanz, Bodenwärmestrom und Taupunktdifferenz bei mittleren Bodenfeuchteverhältnissen (Grundlage: Januar/Februar 2002).

5. Schlußfolgerung und Ausblick

Grundsätzlich kann festgestellt werden, daß die Menge des Tauabsatzes zwar absolut gesehen niedrig ist, allerdings - bezogen auf die niedrige Niederschlagssumme in diesem Klimabereich - für eine Erhöhung des Gesamtniederschlags um etwa 40% sorgen dürfte.

Die Wirkung der Picóndecken ist dennoch nicht in einer Erhöhung der Kondensation zu sehen, da diese geringer ist als bei unbedecktem Boden, der neben dem Tauabsatz i.e.S. erheblich höhere Wassermengen durch Hygroskopie aufnimmt. Stattdessen tritt die verdunstungsverzögernde Wirkung der Decke deutlich hervor.

Mit Hilfe weiterer externer Winddaten näher zu untersuchen ist die überraschende Beobachtung regelmäßiger nächtlicher Kondensation bei hohen Windgeschwindigkeiten um und über 5 m/s (Meßhöhe 10 m). Hier wird die Sonderrolle der Ventilation als Feuchtelieferant auf einer ariden Insel im Passatbereich deutlich (vgl. hierzu auch die Windrichtungsabhängigkeit der Taupunktdifferenz in Abb. 6)

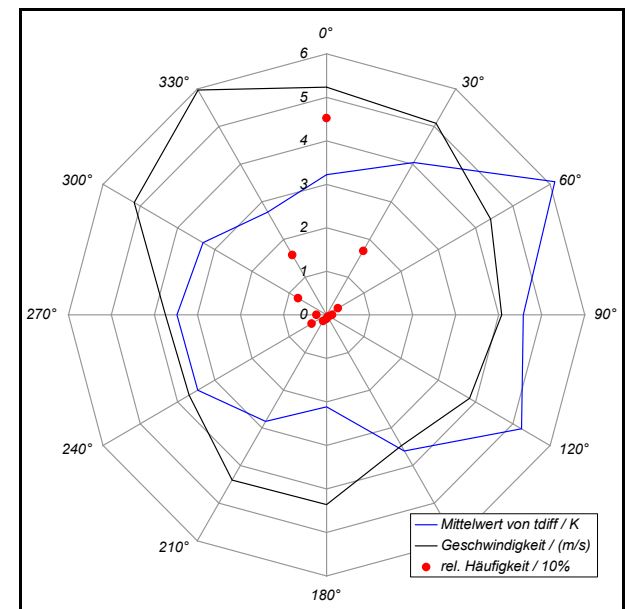


Abb. 6: Nächtliche Windrichtungshäufigkeit sowie mittlere Windgeschwindigkeit und mittlere Taupunktdifferenz in Abhängigkeit von der Windrichtung. Datengrundlage: Tägliche Daten für 01:00 WEZ, 10 m ü. Grund, in den Jahren 1993-2001.

6. Literatur

ACOSTA BALADÓN, A. N. (1996): Las precipitaciones ocultas y sus aplicaciones a la agricultura. Ornex, 149 S.
JAHN, R. (1988): Böden Lanzarotes. = Hohenheimer Arbeiten. Stuttgart, 257 S.
MARZOL, V. (1988): La lluvia: un recurso natural para Canarias. Serv. Public. Caja General de Ahorros, S. 69.
HANLE, A. (1961): Agrarklimatologische Beobachtungen auf der Kanarischen Insel Lanzarote. - In: Mainzer Geographische Studien 1. Mainz, 157 - 162.
HÖLLERMANN, P. (1991) (Hrsg): Studien zur Physischen Geographie und zum Landnutzungspotential der östlichen Kanarischen Inseln. = Erdwissenschaftliche Forschung 25, Stuttgart.
MATZNETTER, J. (1958): Die Kanarischen Inseln. = Petermanns Geographische Mitteilungen Erg. 266. Gotha, 192 S.

Besonderer Dank gilt der Granja Agricola Experimental für die Bereitstellung von Versuchsgelände, Unterkunft und meteorologischen Daten, der Fachhochschule Düsseldorf für die Überlassung zusätzlicher Meßgeräte sowie dem Förderverein der Universität Münster für die finanzielle Unterstützung.