

Schließlich wurden auch die Vorräte des Landes Berlin an Rohtabak und Zigarren vom Pflanzenschutzamt bei den betreffenden Firmen überwacht. Die Vereinbarung von Kontrollmaßnahmen durch das Pflanzenschutzamt Berlin wurde 1973 zwischen dem Senator für Wirtschaft und den meisten Firmen der Tabakindustrie getroffen.

Literatur

- GRÄBNER, H.: Vorratsschutz und Materialschutz. Jahresber. Deut. Pflanzenschutzd. **19**, 1972 (1973), 166–168.
 PLATE, H.-P., H.-U. SCHMIDT, H. GRÄBNER: Aus der Vorratsschutz-Arbeit des Pflanzenschutzamtes Berlin. Tierische Schädlinge in Nahrungs- und Genußmitteln. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **32**, 1980, 129–132.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **32** (11), S. 166–168, 1980, ISSN 0027-7479.
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Bundesgesundheitsamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin

Evaporationsmessungen bei Versuchen nach Merkblatt Nr. 37 der Biologischen Bundesanstalt

Von F. Herzel und G. Schmidt

Zusammenfassung

Der Grad der Verdunstung von Beregnungswasser aus der Oberfläche eines Bodenkernes ist in hohem Maße von der Füllhöhe der Säule abhängig. Bis zum Rand gefüllte Säulen zeigen deutlich höhere und von weiteren Kriterien wesentlich stärker abhängige Verdunstungsraten als solche, die nur bis ca. 5 cm unter den oberen Rand gefüllt sind. Als leichter standardisierbares und damit zu Vergleichen besser geeignetes Modell wird daher die nicht randvoll gefüllte Bodensäule empfohlen.

Abstract

The evaporation of irrigation water of a soil core surface highly depends on the packing height of the column. Rimful packed columns show significantly higher and of other criteria essentially more dependent evaporation rates than columns packed only to 5 cm below the rim. Therefore the not rimful packed soil column is recommended as the better model, since it is easier to standardize for comparison.

Nach der Verordnung über die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sind diese auch auf ihr Verhalten im Boden und Wasser zu prüfen. Für den Bereich Boden interessieren im Hinblick auf den Trinkwasserschutz besonders zwei Eigenschaften eines Wirkstoffes: Seine Beständigkeit gegenüber chemischem und biologischem Abbau und sein Versickerungsverhalten.

Da den Forderungen des Pflanzenschutzgesetzes Rechnung getragen werden mußte und ein geeigneter Test bei Inkrafttreten des Gesetzes nicht zur Verfügung stand, galt es, umgehend ein Versuchsmodell zu erarbeiten, das eine Bewertung und Einstufung der verschiedenen Mittel erleichterte bzw. möglich

machte. Das Modell ist 1973 fertiggestellt worden und hat als Merkblatt Nr. 37 der Biologischen Bundesanstalt (1) in die Zulassungsprüfung Eingang gefunden. Die nach dieser Richtlinie erarbeiteten Ergebnisse haben seitdem eine Vielzahl von Erkenntnissen vermittelt.

Naturgemäß zeigen sich bei der Praktizierung eines neuen Verfahrens im Laufe der Zeit regelmäßig eine Reihe von Ansatzpunkten für Verbesserungen und Ergänzungen, die dann bei der Neuauflage der Versuchsvorschrift Berücksichtigung finden. Die Autoren hatten seit Einführung des Tests nicht nur aufgrund der Sichtung des im Rahmen der Pflanzenschutzmittelzulassung angefallenen Materials nach Merkblatt 37, sondern auch aufgrund ausgiebiger eigener experimenteller Untersuchungen verschiedener Randbedingungen Gelegenheit zur kritischen Bewertung des Verfahrens. Dabei stellte es sich als zweckmäßig heraus, zunächst die Verdunstungsvorgänge näher zu betrachten, die von der Bodenoberfläche ausgehen.

Das Merkblatt Nr. 37 schreibt Versuche mit Glassäulen von 5 cm Durchmesser und einer Bodenfüllung von 30 cm Höhe vor. Um ein eventuelles Verspritzen des Beregnungswassers zu vermeiden oder für einen etwaigen Wasserüberstau das notwendige Reservoir zu haben, empfiehlt es sich für den praktischen Betrieb, den zylindrischen Teil der Glassäulen auf ca. 35 cm auszudehnen, so daß über dem Bodenkörper noch einige Zentimeter Freiraum bleiben (Abb. 1, Modell B). Darüber wurden in der ersten Auflage des Merkblatts jedoch keine Aussagen gemacht, und auch im Ergebnisformblatt findet sich keine erkennbare Möglichkeit für Angaben dieser Art, so daß damit bisher auch die 30-cm-Variante mit randvoller Bodenfüllung (Modell A in Abb. 1) durchaus als denkbar und gebräuchlich angesehen werden konnte. Bei der letzt-

genannten Variante spielt jedoch die unterschiedliche Verdunstung eine wesentlich stärkere Rolle, so daß diese Versuchsanordnung schwieriger zu handhaben ist. Hierüber wurde eine Reihe von Untersuchungen angestellt.

1. Versuchsdurchführung

Die beiden beschriebenen Versuchsvarianten A und B wurden im Gewächshaus über längere Zeit mit 2 verschiedenen Böden untersucht. Tabelle 1 enthält ihre wichtigsten Daten. Alle Säulen erhielten 3 bis 5 mal wöchentlich eine Beregnung von 10 ml entsalzten Wassers mittels einer langsam laufenden Dosierpumpe. Eine Versuchsserie mit randvoll gefüllten Säulen wurde außerdem im Freien durchgeführt. Die Temperaturen wurden über die gesamte Versuchszeit mit Schreibern aufgezeichnet.

Ziel der Versuche war es, die Wasserbilanz der einzelnen Versuchssäulen zu ermitteln. Dies erfolgte mit Hilfe von Wägungen der Bodensäulen (vor und nach den Beregnungen) sowie der Messung ggf. aufgetretener Sickerwassermengen. Das dabei aufgetretene Gewichtsdefizit ergab dann den Verdunstungsverlust.

Wir waren davon ausgegangen, daß – gleichgültig ob die Säulen randvoll sind oder nicht – neben der Temperatur die Intensität der Luftbewegung über der Säule als ein für die Verdunstung maßgebliches Element anzusehen ist. Aus diesem Grunde wurde zusätzlich eine Versuchsserie im Freiland angesetzt, um die natürlichen meteorologischen Gegebenheiten zu prüfen; lediglich Niederschläge wurden durch eine Überdachung ferngehalten. Dem gleichen Zweck dienten zwei Versuchsserien, die im Gewächshaus durchgeführt wurden, von denen die eine ständig einem künstlich erzeugten Luftstrom ausgesetzt wurde.

Darüber hinaus wurde neben dem Einfluß der Temperatur untersucht, inwieweit die Dauer der Beregnung eine Rolle spielt. Hierzu dienten zwei Versuchsserien randvoll gefüllter Säulen, die bei konstant gehaltener Temperatur (22 °C) eine Wassermenge von 30 ml (15 mm) pro Versuchstag erhielten. Das Wasser wurde – jeweils gleichmäßig mittels einer Schlauchpumpe – in dem einen Falle innerhalb von ca. 75 Minuten, also relativ schnell, auf die Säule aufgetropft, zum anderen langsam kontinuierlich über 24 Stunden. Als Versuchsböden dienten ein Sand- und ein Lehmboden.

2. Ergebnisse und Diskussionen

Die Bedeutung der Temperatur für die Verdunstung ist sicherlich nicht strittig. Auf die Wiedergabe entsprechender Versuchsdaten kann daher verzichtet werden. Das gleiche gilt für die Versuche mit variiert Luftbewegung. Es zeigte sich hier überraschenderweise, daß diese allein keinen nennenswerten Effekt auf den Verdunstungsgrad ausübte.

2.1. Einfluß der Füllhöhe

Sehr unterschiedliche Verdunstungsverluste fanden wir, wenn die Säulen einmal randvoll, zum anderen nur bis ca. 5 cm unter dem Rand gefüllt worden waren. Wie in Abb. 2 dargestellt, liegt bei den nicht randvoll gefüllten Säulen die pro Tag verdunstete Wassermenge stets unter einem Gramm, während regelmäßig Sickerwasser fast in Höhe der aufgegebenen 10 ml auftraten, d. h., die aufgebrachte Beregnung versickerte zum größten Teil, und nur ein kleiner Rest verdunstete. Damit änderte sich auch das Säulengewicht kaum.

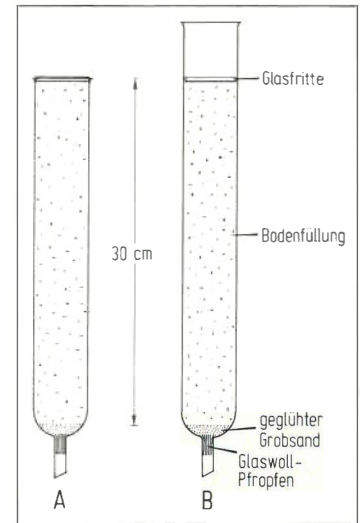


Abb. 1. Gefüllte Bodensäulen nach Merkblatt 37 der Biologischen Bundesanstalt (Erläuterungen siehe Text)

Tabelle 1. Ermittelte Daten der beiden eingesetzten Böden

Nr.	Name	Bezeichnung	AT* [%]	org. C [%]	pH
2.1	Versuchsfeld	Sandboden	10,7	0,7	7,0
2.3	Hatzenbühl	sandiger Lehm	27	1,1	5,5

*) Teilchen 0,02 mm

Abb. 2. Verdunstungsverluste, aufgetretene Sickerwassermengen und Säulengewichts-Schwankungen bei einer Beregnung von 10 ml Wasser pro Versuchstag; oben: Verwendung von 35-cm-Säulen, nicht vollständig mit Boden gefüllt (Modell B in Abbildung 1); unten: Verwendung von 30-cm-Säulen, bis zum Rand gefüllt (Modell A in Abbildung 1)

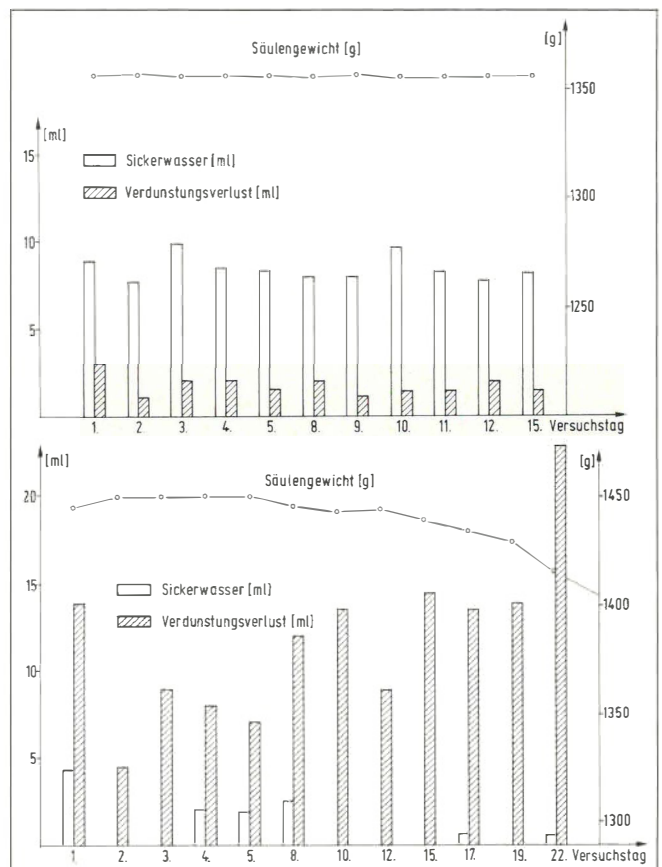


Tabelle 2. Verdunstungsverluste bei weitgehend konstantgehaltener Temperatur und verschiedener Beregnungsdauer und -geschwindigkeit; a: 30 ml innerhalb von 3 Stunden; b: 30 ml innerhalb von 24 Stunden

Versuchstag	Boden-Nr.	In 24 Stunden verdunstete Wassermenge [g]		Differenz B-A [g]
		a	b	
1	2,1	9,4	17,2	7,8
	2,3	9,5	14,9	5,4
2	2,1	8,2	15,2	7,0
	2,3	9,8	13,5	3,7
3	2,1	11,3	16,6	5,3
	2,3	11,7	14,2	2,5
4	2,1	11,4	15,3	3,9
	2,3	11,9	12,9	1,0
5	2,1	8,4	15,6	7,2
	2,3	9,7	13,0	3,3
6	2,1	8,2	16,1	7,9
	2,3	9,4	14,4	5,0
7	2,1	10,8	14,6	3,8
	2,3	10,9	12,9	2,0
Mittelwert	2,1	9,7	15,8	6,1
	2,3	10,4	13,7	3,3

Ein wesentlich anderes Bild ergibt sich bei den randvollen Säulen: Hier traten nur sporadisch geringe Mengen an Sickerwasser auf, während die Verdunstung oft die aufgegebenen Menge überstieg. Das Wasserdefizit läßt sich an dem sinkenden Säulengewicht ablesen.

2.2. Einfluß der Beregnungsdauer

Es ist durchaus nicht gleichgültig, ob eine Beregnungsmenge gleichmäßig oder intermittierend auf eine bis zum Rand gefüllte Bodensäule aufgebracht wird. Unsere Versuche zeigten, daß von den 30 ml aufgetropften Wassers bei 22 °C etwa 15 ml von der Bodenoberfläche verdunsteten, wenn die Beregnung über die Versuchszeit von 24 Stunden ausgedehnt wurde. Bei schneller Beregnung (30 ml innerhalb von 75 Minuten) betrug die pro 24 Stunden verdunstete Wassermenge nur etwa 10 ml. Bemerkenswert ist noch, daß sich die beiden eingesetzten Böden unterschiedlich verhielten: Während bei der kontinuierlichen langsamen Beregnung der Sandboden eine zwar geringfügige, jedoch signifikant höhere Verdunstungsrate aufwies als der Lehmboden, konnten bei schneller Aufbringung der gleichen Regenmenge umgekehrte Resultate ermittelt werden: Von der Lehmbodenoberfläche war mehr Wasser innerhalb 24 Stunden verdunstet als vom Sand. Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

3. Folgerungen für die Zulassungsprüfung

Sollen die Verhältnisse des Versuchsablaufes, insbesondere bei länger dauernden Untersuchungen, überschaubar bleiben, so müssen die Versuchsbedingungen genau eingehalten wer-

den. Das gilt in besonderem Maße für die Parameter, die eine Verdunstung begünstigen können. Bei nicht randvoll gefüllten Säulen ist dies weniger problematisch, da hier eine Verdunstung stark eingeschränkt ist. Randvolle Säulen neigen dagegen nicht nur zu weit höheren Verdunstungsverlusten aus der Bodenoberfläche, sondern die Verluste sind zudem noch von der Bodenart und von der Dauer der Beregnung innerhalb der Versuchszeit abhängig.

Bei den Versuchen nach Merkblatt 37 wird mit 200 mm künstlicher Beregnung innerhalb 48 Stunden gearbeitet. Nehmen wir an, daß die höchste für den Test zugelassene Temperatur von 24 °C über die Versuchszeit eingehalten wird, so ist in randvoll gefüllten Säulen mit einer zusätzlichen Verdunstung in der Größenordnung von 40 ml zu rechnen. Das ist mit ca. 10 % der aufgegebenen Wassermenge relativ gering. Bei einem Beregnungsmodus nach Art der von der EPA vorgeschlagenen und vielfach auch schon hier geübten Praxis, nach einer Alterung des mit Pflanzenschutzmittelwirkstoff versetzten, oberen Bodenteils der Säule täglich 25 ml Wasser über einen Zeitraum von 45 Tagen aufzugeben, könnte sich diese Bilanz hingegen wesentlich verändern, d. h., von dem aufgegebenen Beregnungswasser könnten evtl. nur ca. 20 % versickern, was sicherlich nicht beabsichtigt wäre.

Bei einer Wertung der beiden Versuchsvarianten hinsichtlich ihrer Aussage kann man zunächst zweifellos zu dem Schluß gelangen, daß die randvoll gefüllten Bodensäulen mit ihrer weit höheren Verdunstungsrate den Verhältnissen im Freiland näherkommen als das andere Modell, bei dem eine Verdunstung von der Bodenoberfläche praktisch nicht erfolgt. Damit wäre jedoch dem Zweck des Screeningtests nach Merkblatt 37 nicht gedient, das in seiner zweiten Auflage die 30-cm-Bodenfüllung in einer 35 cm hohen Säule vorschreibt. Die erwähnten Versickerungsversuche mit gealtertem Boden dienen der Erweiterung der Erkenntnisse aus den Untersuchungen nach Merkblatt 37. Die wichtigste Voraussetzung dafür ist die Vergleichbarkeit der Versuchsbedingungen in beiden Modellen, die jedoch nur dann gegeben ist, wenn entscheidende Parameter, wie der Verdunstungsverlust, weitgehend konstant gehalten werden.

Die randvollen Säulen hätten jedoch nicht nur den Nachteil schlecht abschätzbarer, schwankender Verdunstungsraten von Wasser, sondern es können auch Verluste an Wirkstoffen mit hoher Flüchtigkeit oder Wasserdampflichkeit auftreten. Wir ziehen daher aus den im Rahmen der hier vorgestellten Versuche gewonnenen Erkenntnissen den Schluß, daß Versuchssäulen nach Merkblatt 37, die nur bis 5 cm unter dem oberen Rand der Säule mit Boden gefüllt sind, insbesondere im Hinblick auf ergänzende Untersuchungen mit gealtertem Boden eine genauere Bewertung eines Pflanzenschutzmittels im Hinblick auf sein Verhalten im Boden ermöglichen und deshalb ausschließlich verwendet werden sollten.

Literatur

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Merkblatt Nr. 37. Prüfung des Versickerungsverhaltens von Pflanzenschutzmitteln, 1. Auflage, März 1973.