

Aus der Sektion Biowissenschaften  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten  
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. R. Schubert)

## **Der Einfluß von Kalkhydrat auf Keimung und Wachstum ausgewählter Arten**

Von Stefan Klotz

Mit 6 Abbildungen und 8 Tabellen

(Eingegangen am 31. Mai 1980)

### 1. Einleitung

Mit der ständig steigenden Produktion in unserer Volkswirtschaft wird es immer notwendiger, die in großer Menge anfallenden Abprodukte schadlos zu beseitigen bzw. zu deponieren.

Im Rahmen von Untersuchungen zur Bioindikation wurden Keimtests und Gefäßversuche zur Ermittlung der Kulturfähigkeit des Kalkhydratsubstrats (nachfolgend Substrat genannt) und zu Wachstumsbesonderheiten durchgeführt. Aus diesen Untersuchungen sind Rückschlüsse auf mögliche Rekultivierungsmaßnahmen zu ziehen.

### 2. Keimtest

#### 2.1. Methode

Die Versuche wurden in Petrischalen durchgeführt. Zum Feuchtigkeitsausgleich sind die Schalen mit einer etwa 3 mm starken Quarzsandschicht aufgefüllt worden. Darauf wurde das Substrat bzw. das Vergleichssubstrat (Gartenerde) aufgebracht. Während des Versuches blieben die Schalen halb geöffnet. Pro Schale wurden 60 Samen ausgebracht. Die Auszählung der Keimlinge erfolgte im Abstand von ein bis drei Tagen bis zum Abschluß der Keimung (ca. 30 Tage). Die Schalen standen in einem Kalthaus ohne zusätzliche Beleuchtung.

Termine der Versuchsansätze:

Ansatz 1: 25. 5.–23. 6. 1978

Ansatz 2: 23. 9.–24. 10. 1978

Ansatz 3: 7. 11.–15. 12. 1978

Der Temperaturgradient betrug am Tag je nach Sonneneinstrahlung und Jahreszeit bis 20 °C.

Folgende Kriterien wurden bei der Auswahl der Testarten berücksichtigt:

- a) Relative Indifferenz der Arten gegenüber der Bodenreaktion bzw. hohe Reaktionszahl nach Ellenberg (1974),
- b) Salzverträglichkeit,
- c) Trockenheitsverträglichkeit,

- d) Vorkommen auf im weitesten Sinne ähnlichen Standorten  
(trockene Ruderalstandorte oder das Vorkommen der Arten bzw. Gattungen auf Solonez- oder Solontschakböden).

Tabelle 1. Ökologisches Verhalten der untersuchten Arten

Testarten	Feuchtezahl (nach Ellenberg 1974)	Reaktionszahl	Salzzahl
<i>Chenopodium rubrum</i> L.	6	×	—
<i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	3	×	—
<i>Festuca rubra</i> L.	×	×	—
<i>Hordeum jubatum</i> L.	nicht aufgeführt bei Ellenberg		
<i>Kochia scoparia</i> (L.) SCHRAD.	nicht aufgeführt bei Ellenberg		
<i>Poa compressa</i> L.	2	9	—
<i>Puccinellia distans</i> (JACQ.) PARL.	6	7	II
<i>Salsola kali</i> L.	×	7	II

Bei dem verwendeten Saatgut handelt es sich um Wildpflanzenmaterial vom Standort bzw. vom Botanischen Garten Halle.

Das Substrat wurde mit den Methoden der anorganischen Chemie (vgl. Jander und Blasius 1973) auf Anionen untersucht. Es konnten Karbonat-, Sulfat- und Chloridionen nachgewiesen werden. Die Analyse der Kationen des Substrats wurde dankenswerterweise von Frau Holdenfleiß (Sektion Chemie) mit dem Quarzspektrograph Q 24 vorgenommen.

Tabelle 2. Qualitative Analyse

Element	Ca	Si	Fe	Mg	Mn	Al	Cu	B	Ba
Intensität	st	m	m	m	sch	sch	sch	Sp	Sp
st – stark, m – mittel, sch – schwach, Sp – Spuren									

Eine besondere Prüfung auf Phosphationen mit dem Quarzspektrograph fiel negativ aus.

Die Messung der *pH*-Werte des Substrats und der Gartenerde erfolgte elektrometrisch in KCl. Die Karbonatgehalte wurden mit der Scheibler-Apparatur bestimmt.

Tabelle 3. Karbonatgehalte und *pH*-Werte

	Karbonatgehalt	<i>pH</i> (in KCl)
Gartenerde	1,4 ‰	6,4
Substrat	52,7 ‰	8,1

Die Auswertung der Primärdaten des Keimtests erfolgte mit Hilfe der dreifaktoriellen Varianzanalyse im Rechenzentrum der MLU.

1. Faktor – Keimmedium = A  
Gartenerde – Substrat = 2 Stufen,
2. Faktor – Auszähltermin = B  
Termine von 1 – n = Stufen des Faktors B,
3. Faktor – Art = C  
Arten 1 – 8 = Stufen des Faktors C.

## 2.2. Ergebnisse

Das Substrat beeinflusste allgemein negativ die Keimung der ausgewählten Arten. Es kam zu einer Verzögerung des Keimablaufes (Verringerung der Keimungsgeschwindigkeit) und zur Herabsetzung der Keimraten im Vergleich zur Variante auf Gartenerde.

Tabelle 4. Keimhemmung und Keimverzögerung

	Keimhemmung in %	Keimverzögerung		
		keine	bis 3 Tage	über 3 Tage
<i>Chenopodium rubrum</i>	15			×
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	48		×	
<i>Festuca rubra</i>	8	×		
<i>Hordeum jubatum</i>	9		×	
<i>Kochia scoparia</i>	17		×	
<i>Poa compressa</i>	54			×
<i>Puccinellia distans</i>	52	×		
<i>Salsola kali</i>	10	keine Zuordnung (starke Abweichungen in den Parallelansätzen)		

## 2.3. Diskussion

Auf Grund artspezifischer Besonderheiten ergeben sich deutliche Differenzen in der Herabsetzung der Keimraten bei den einzelnen Arten. Daraus ist der methodische Hinweis abzuleiten, daß bei Toxizitätsprüfungen durch Keimtests immer mehrere Arten parallel eingesetzt werden sollten, um allgemeingültigere Aussagen treffen zu können. Die auftretenden Keimverzögerungen sind wahrscheinlich auf den osmotischen Effekt der „Bodenlösung“ zurückzuführen.

Die bereits von Kulisch (1978) in diesem Substrat getesteten Kulturpflanzenarten zeigten keine signifikante Herabsetzung der Keimraten. Auch die Arbeiten von Kurth (1967) und Kühnberger (1973) zeigen, daß züchterisch beeinflusstes Samenmaterial wesentlich resistenter gegenüber ungünstigen Keimbedingungen ist. Aus diesem Grund sollte man bei Toxizitätsprüfungen von Abprodukten auf Wildpflanzenmaterial zurückgreifen, um eine höhere Sensibilität der Reaktion zu erreichen.

## 3. Gefäßversuche

Nach Kramer und Schmalwand (1977) lassen Keimtests keine sicheren Schlußfolgerungen auf das Pflanzenwachstum zu. Deshalb machen sich Gefäßversuche notwendig.

### 3.1. Methodik

Die Versuche wurden in Mitscherlichgefäßen durchgeführt. Das Substrat und die Gartenerde als Vergleichsmedium wurden auf volle Wasserkapazität gebracht und anschließend auf 60 % ihrer Kapazität zurückgetrocknet. Danach erfolgte die Aussaat. Verwendete Arten: *Chenopodium album* L., *Chenopodium rubrum* L., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Hordeum jubatum* L., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Salsola kali* L. Eine Düngung der Gefäße erfolgte nicht. Bei der Bewässerung (Aqua dest.) wurden die Gefäße gewogen, um die 60 % der Wasserkapazität zu erhalten. Die sich entwickelnden Pflanzen sind zur Bestimmung der Frisch- und Trockenmassen sowie für morphometrische Untersuchungen genutzt worden. Die Versuchsbedingungen entsprachen denen der Keimtests (Temperatur- und Lichtverhältnisse).

## 3.2. Ergebnisse und Beobachtungen

Die Frisch- und Trockenmassen sowie die morphometrischen Parameter belegen signifikant die Wachstumsdepression auf der Substratvariante. Mit Ausnahme von *Salsola kali* fällt bei den anderen untersuchten Arten der erhöhte Wassergehalt der Pflanzen der Substratvariante im Vergleich zur Erdvariante auf. Kulisch (1978) beobachtete bei *Sinapis alba* L. und *Melilotus alba* Med. bei Wachstumsuntersuchungen mit dem Substrat ein Einschnüren der Keimlinge im Bereich des Hypokotyls kurz über dem Boden. Bei der Streckung des Hypokotyls kippten die Keimlinge um und starben ab. Diese Erscheinung konnte auch bei *Chenopodium album*, *Kochia scoparia* und *Salsola kali* beobachtet werden. Die Ursache ist die hohe Empfindlichkeit des Hypokotyls, die mit zunehmender Geschwindigkeit der Streckung noch erhöht wird.

Weiterhin fiel auf, daß die Pflanzen der Substratvariante intensiver grün gefärbt waren. Diese Beobachtung trifft besonders für *Diplotaxis tenuifolia* und *Kochia scoparia* zu. *Chenopodium album*, *Chenopodium rubrum* und *Kochia scoparia* gelangten auf der Substrat- und Erdvariante zum Blühen und Fruchten, während *Hordeum jubatum* und *Diplotaxis tenuifolia* im Gegensatz zur Erdvariante auf Substrat nicht die generative Phase erreichten. Die Blattspreiten von *Chenopodium rubrum* und *Diplotaxis tenuifolia* auf der Substratvariante zeigten deutliche Reduktionserscheinungen (Vereinfachung der Gestalt der Blattspreite).

Tabelle 5. Frisch- und Trockenmassen pro Gefäß

Art	Frischmasse in g		Trockenmasse in g	
	Substratv.	Erdv.	Substratv.	Erdv.
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	5,99	24,62	1,19	7,54
<i>Hordeum jubatum</i>	0,48	23,60	0,07	6,44
<i>Kochia scoparia</i>	10,34	41,02	2,66	11,72
<i>Salsola kali</i>	3,40	44,50	0,96	8,50

Tabelle 6. Trockenmassen in % der Frischmasse

Art	Substratvariante	Erdvariante
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	19,7	30,6
<i>Hordeum jubatum</i>	14,5	27,2
<i>Kochia scoparia</i>	25,7	28,5
<i>Salsola kali</i>	28,3	19,1

Tabelle 7. Sproßlänge in cm

Art	Substratvariante	Erdvariante
<i>Chenopodium album</i>	3,8 ± 0,3	18,0 ± 2,9
<i>Chenopodium rubrum</i>	4,3 ± 0,9	22,7 ± 4,1
<i>Salsola kali</i>	4,7 ± 0,6	21,8 ± 1,6
<i>Kochia scoparia</i>	4,9 ± 0,9	29,0 ± 0,6

Tabelle 8. Blattlänge in cm

Art	Substratvariante	Erdvariante
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	3,8 ± 0,3	14,5 ± 0,7
<i>Hordeum jubatum</i> (Oberblatt)	6,3 ± 0,5	29,7 ± 1,3



Abb. 1



Abb. 2

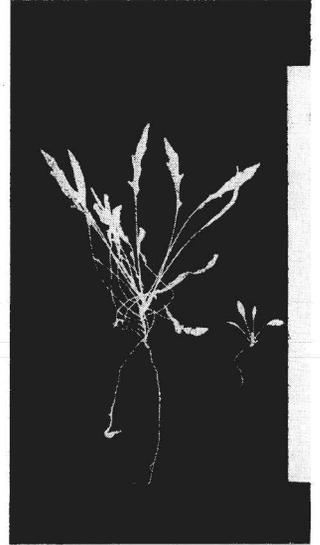


Abb. 3

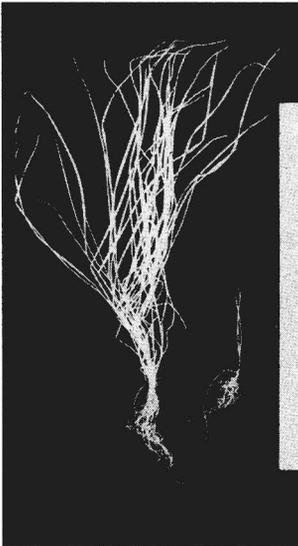


Abb. 4



Abb. 5

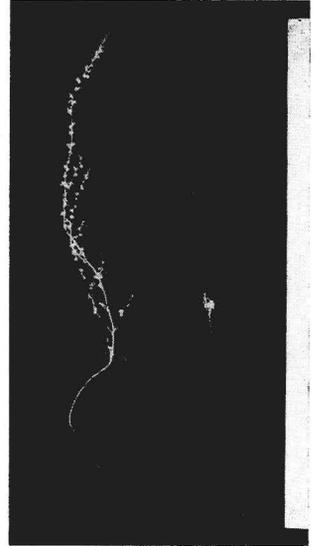


Abb. 6

Abb. 1 *Chenopodium album*, 2 *Chenopodium rubrum*, 3 *Diplotaxis tenuifolia*, 4 *Hordeum jubatum*, 5 *Kochia scoparia*, 6 *Salsola kali*, Variante Gartenerde links, Variante Substrat rechts, Länge der Leiste: 30 cm (*Chenopodium album*, *Chenopodium rubrum* und *Diplotaxis tenuifolia* 76 Tage nach der Aussaat; *Hordeum jubatum*, *Kochia scoparia* und *Salsola kali* 59 Tage nach der Aussaat)

#### 4. Zusammenfassung

Das Kalkhydratsubstrat hat einen negativen Einfluß auf die Keimung und das Wachstum der untersuchten Arten. Dieses drückt sich in der Herabsetzung der Keimrate und der Keim-

geschwindigkeit sowie in der verminderten Frisch- und Trockenmasse aus.

Analoge Ergebnisse erbringen die morphometrischen Untersuchungen. Aus den Ergebnissen und der Literaturlauswertung ergeben sich methodische Hinweise zum Einsatz des Keimtests zur Prüfung der Toxizität von Abprodukten.

### S u m m a r y

The limehydratesubstrate has a negative effect on the germination and the growth of the species investigated. This is shown in the degradation of the quantitative result and rate of germination as well as in the decrease in biomass. Analogous results were obtained in investigations of the morphometric parameters. The investigations give methodical directions of how to use the germinationtest as a method to check the toxicity of industrial waste.

### D a n k s a g u n g

Für die Themenstellung und die ständige Hilfe möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. R. Schubert recht herzlich bedanken. Herrn Dr. K. Helmecke sei für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse, Frau Schulze und Frau Herbig für die technische Unterstützung bei der Versuchsdurchführung gedankt.

### S c h r i f t t u m

- Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9 (1974).
- Jander, G., und E. Blasius: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie. Leipzig 1973.
- Kramer, E., und D. Schmalwand: Keimtest als Methode für die Prüfung der Qualität von Bewässerungswasser, Möglichkeiten und Grenzen. Wasserwirtschaft-Wassertechnik 27 (1977) 361-365.
- Kühnberger, R.: Untersuchungen zum Einfluß von Magnesiumchloridsole auf Keimung und Entwicklung von *Puccinellia distans* (JACO.) PARL und *Lolium perenne* L. Diplomarbeit Halle 1973.
- Kulisch, B.: Untersuchungen zum Pflanzenwachstum auf einem Oberflächensubstrat der Karbidkalkhydrathalder des VEB Chemische Werke Buna und Vorschläge zur Rekultivierung. Diplomarbeit Halle 1978.
- Kurth, H.: Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und des Lichtes auf die Keimung einiger Unkrautarten. In: Borriss, H. (Ed.): Physiologie, Ökologie und Biochemie der Keimung I. Greifswald (1967) 131-137.

Stefan Klotz  
Wissenschaftsbereich Geobotanik  
und Botanischer Garten  
DDR - 4020 Halle (Saale)  
Neuwerk 21