

Aus der Sektion Chemie der Karl-Marx-Universität Leipzig

Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte

4. Mitteilung: Möglichkeit der Kultivierung Systol-verunreinigter Böden

Von J. Tauchnitz, R. Schnabel, A. Glöckner und H. Hennig

Mit 6 Abbildungen und 9 Tabellen

(Eingegangen am 28. September 1978)

1. Einleitung

Schadstoffdeponien sind so zu bewirtschaften, daß sie sich nur mit unbeträchtlichen Neben- und Nachwirkungen in die Landschaft einordnen (Tauchnitz u. a. 1979). Die nach Abschluß von Deponien entstehenden Ödländer lassen sich je nach angewandter Verkipfungstechnologie und Art der verkippten Abprodukte mit unterschiedlichem Aufwand kultivieren (Tauchnitz u. a. 1978). Um den Prozeß der Kultivierung der Ödländer von Deponien optimal gestalten zu können, müssen die Wirkungen der industriellen Abprodukte auf Böden (Burschel 1963; El-Bassam 1975; Feige 1977; Grunwaldt 1977; Kick u. a. 1977; Pesek 1969; Schmid 1977; Steubing 1967; Walter 1977), Deponiekörpern und Pflanzen (Bonnemann u. a. 1976; Brand 1975; Dimitri u. a. 1977; Ernst 1972; Foroughi u. a. 1975; Halbwachs 1969; Hirschheydt 1975; Hofmann 1958; v. Hodenberg u. a. 1975; Kreeb 1960; Kromhout 1977; Krummsdorf u. a. 1974; Rohden 1962; Sommer 1976; Sauer Milch 1961; Wagner u. a. 1970; Wanner u. a. 1977) bekannt sein.

Aus diesen Gründen ist es notwendig, die produzierten Abprodukte hinsichtlich der Pflanzenverträglichkeit und der Wirkung auf die Böden zu untersuchen und Kenngrößen zu finden, welche die Verkipfungstechnologie der Deponie bestimmen.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß auf Deponien in den seltensten Fällen nur ein Abprodukt abgelagert wird.

In dieser Arbeit wird die Pflanzenverträglichkeit eines in beträchtlichen Mengen anfallenden Abproduktes der Polyurethanproduktion, das SYS-tol-SWK 6310, nach Ablagerung mit verschiedenen Bodenmaterialien, beschrieben.

2. Untersuchungsmethodik

2.1. Voraussetzungen

Bei der Untersuchung der Wirkung von Abprodukten auf Pflanzen wird in dieser Arbeit von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

– Die Keimfähigkeit (angegeben in % vom Kontrollversuch im nicht verunreinigten Boden) liefert wesentliche Aussagen über die Kultivierungsmöglichkeiten kontaminierter Böden.

– Die Wuchslängen der ober- und unterirdischen Pflanzenteile liefern Aussagen über die Beeinflussung der Pflanze durch die im Boden enthaltenen Schadstoffe.

Sie geben Informationen über den Schädigungsgrad der jeweiligen Pflanzenart (Sauer Milch 1961; v. Hirschheydt 1975).

2.2. Material

Als Schadstoff wird die A-Komponente SYStol, SWK 6310, für die PUR-Weichschaumproduktion, verwendet (VEB Synthesewerk Schwarzheide 1973, 1974).

Es ist eine Mischung, die zu 80 % aus Polyätheralkoholen auf der Basis von Glycerin und Propylenoxid besteht. Der restliche Teil sind Amine und Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe.

Als Böden werden ein lehmhaltiger Aueboden und eine schlackenhaltige Braunkohlenasche eingesetzt. Der Aueboden und die Asche werden entsprechend der Tabelle 1 mit der A-Komponente vermischt.

Das Mischungsverhältnis M ist definiert durch

$$M = \frac{\text{Menge des Schadstoffs}}{\text{Menge des schadstofffreien Substrates}}$$

(Tauchnitz u. a. 1979).

Tabelle 1

Substrat	Probe	M ³	pH ¹	p ²	K ²	Mg ²
Aueboden	I	0,137	7,2	41,0	10,0	11,6
	II	0,069	7,1	41,0	16,0	11,6
	III	0,037	7,0	41,0	14,0	12,8
	IV	0,022	7,0	47,0	15,0	10,4
	0	0	7,0	40,0	15,0	10,4
Asche	I	0,167				
	II	0,083				
	III	0,051				
	IV	0,028				

¹ pH(KCl), 1:2,5(0,1nKCl).

² mg/100 g lufttrockener Boden.

³ M_{Aueboden}: Wassergehalt des Bodens (32 %) in M mit enthalten.

M_{Asche}: Wassergehalt der Asche (30 %) in M mit enthalten.

Folgendes Saatgut wird verwendet:

- Saat-Mohn – *Papaver dubium* L. (Mo)
- Sonnenblume – *Helianthus annuus* L. (So)
- Zuckerrübe – *Beta vulgaris ssp. rapacea* (KOCH) DÖLL. (Zu)
- Grasmischung – nach TGL 17874 (Gr)

Die klimatischen Bedingungen sind Tab. 2 zu entnehmen.

Tabelle 2

Datum	φ	LT [°C]		BT [°C] Min.	NS [mm]	SD [h]
		Max.	Min.			
29. 8. 1977	15.6	20.3	11.5	9.8		6.4
30. 8.	19.5	27.9	13.5	10.8		7.2
31. 8.	21.8	26.7	17.3	13.8	9.9	6.0
1. 9.	19.6	24.9	17.3	14.1		1.3
2. 9.	19.2	24.2	16.2	12.9		4.7

3. 9.	18.9	24.8	16.0	12.0	10,0	1.2
4. 9.	15.9	20.6	13.6	13,5		2.6
5. 9.	17.6	21.1	13.0	8,6		5.1
6. 9.	19.3	23.2	14.1	11,5	1,3	7.3
7. 9.	18.6	21.4	15.0	9,0	1,0	0.8
8. 9.	14.4	19.1	12.7	11,8	10,6	0.1
9. 9.	11.4	17.1	9.0	8,4	0,8	7.6
10. 9.	11.1	13.0	7.3	5,8	6,3	0.1
11. 9.	15.1	19.5	10.4	10,5		1.0
12. 9.	16.9	22.5	14.0	12,0		7.8
13. 9.	10.7	14.9	7.3	5,0		9.2
<hr/>						
14. 9.	10.2	15.0	5.4	0,2		5.0
15. 9.	13.0	15.0	12.0	8,5	0,5	
16. 9.	10.7	13.7	7.5	6,5		10.0
17. 9.	9.8	13.1	7.1	5,5		7.3
18. 9.	8.7	13.8	4.4	2,1		7.1
19. 9.	7.6	10.5	3.7	-1.0		0.2
20. 9.	9.2.	12.8	6.3	1,3		0.7
21. 9.	10.4	13.5	7.8	5,0	5,8	0.9
22. 9.	10.7	11.8	9.5	9,3	8,4	0.1
<hr/>						
Durchschnittswerte:	14.2	18.4	10.9	8.3	45.6	4.0

LT = Lufttemperatur

BT = Bodentemperatur

NS = Niederschlagssumme

SD = Sonnendauer

Klimatische Bedingungen am Versuchsfeld.

2.3. Versuchsanordnung

Die bodenlosen Versuchsgefäße haben einen Durchmesser bzw. eine Höhe von 0,56 m bzw. 0,45 m.

Diese Behältnisse werden in eine Ausschachtung mit den Abmessungen von 3,20 × 1,80 × 0,40 m eingelassen. In die Behältnisse sind die, entsprechend Tab. 1 angegebenen, kontaminierten Boden- und Aschesubstrate eingebracht. Um die Gefäße werden die nicht verunreinigten Boden- und Aschesubstrate eingefüllt.

Die Kontrollpflanzen (0) der o. g. Arten werden in die nicht verunreinigten Boden- bzw. Aschesubstrate eingebracht.

2.4. Meßmethodik

Im Rahmen der Untersuchung werden drei Feldversuche durchgeführt. Es wird der prozentuale Anteil der gekeimten Pflanzen im Verhältnis zum Kontrollversuch auf nicht verunreinigtem Boden- bzw. Aschesubstrat ausgezählt. Dieses Verfahren gibt eine relativ genaue Aussage über den Einfluß des Schadstoffs auf die Keimung der Samen der Pflanzen.

Nach 16 und nach 24 Tagen erfolgt die Messung der durchschnittlichen Wurzellängen und der durchschnittlichen Längen der oberirdischen Pflanzenanteile.

Die Meßgenauigkeit ist mit 1 mm weit kleiner als die Toleranzgrenzen der Pflanzen.

Ein größerer Fehler tritt bei den Wurzelmessungen auf, da je nach Struktur des Substrates ein Herauslösen der Wurzel unterschiedlich gut gelingt.

3. Ergebnisse

3.1. Versuche mit dem Aueboden als Substrat

An dem verunreinigten lehmhaltigen Aueboden ist folgendes zu beobachten:

– In den Mischungen I und II ist eine deutliche Bodenverdichtung zu bemerken, die bei Mischung I zur Undurchlässigkeit für Wasser führt.

Unmittelbar nach Vermischen sterben Bodenorganismen, wie Regenwürmer, ab. Bei Niederschlag bildet sich auf Mischung I Schaum. Auf Substrat I steht nach Niederschlägen eine Wasserschicht; der Boden ist mit bräunlich-weißen Massen bedeckt. Keimung und Pflanzenwuchs wird nicht beobachtet.

– Mischung III zeigt eine grobe, klumpige Struktur, die sich nach Niederschlag in eine sehr grobe Krümelstruktur auflöst.

– Mischung IV unterscheidet sich vom Kontrollversuch kaum.

Die Ergebnisse des Keimversuches sind Tab. 3 zu entnehmen.

Tabelle 3

Pflanze	I	II	III	IV
Mo	—	—	<5	20
So	—	10	60	90
Zu	—	<5	80	100
Gr	—	5	60	100

Keimung [%] im Verhältnis zu dem 0-Versuch.

Die Tabellen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der Messungen der ober- und unterirdischen Pflanzenanteile nach 16 bzw. 24 Tagen.

Tabelle 4

Pflanze		I	II	III	IV	0
Mo	A	—	—	9±2	16± 6	26± 4
	B	—	—	9±1	15± 3	18± 3
So	A	—	21±6	59±2	72± 3	79± 3
	B	—	30±2	33±4	33± 5	42± 2
Zu	A	—	2±2	17±3	34± 3	43± 5
	B	—	3±1	21±4	22± 3	31± 6
Gr	A	—	21±5	38±6	61±10	67±10
	B	—	9±2	21±3	25± 3	50± 5

Längen der ober- (A) und unterirdischen (B) Pflanzenteile [mm] nach 16 Tagen.

Die angegebenen Abweichungen sind die maximalen Abweichungen der Wuchslängen vom Mittelwert.

Tabelle 5

Pflanze		I	II	III	IV	0
Mo	A	—	—	7±2	22± 8	41± 6
	B	—	—	9±3	10± 4	13± 7
So	A	—	28± 2	70±2	98± 6	97± 4
	B	—	39±11	50±7	49±10	64±12
Zu	A	—	20± 3	33±3	48± 6	54±14
	B	—	19± 5	21±4	24± 5	47±13
Gr	A	—	30±10	55±7	64±14	77±18
	B	—	13±14	25±8	30±10	32± 3

Längen der ober- (A) und unterirdischen (B) Pflanzenteile [mm] nach 24 Tagen.
(Abweichungen siehe Tabelle 4.)

3.2. Versuche mit Asche als Bodensubstrat

Die Ergebnisse der Versuche, bei denen angenäherte Verhältnisse einer Deponie industrieller Abprodukte (Heizhausasche) geschaffen werden, sind in den Tabellen 6 bis 8 angegeben.

Auch hier kommt es bei Mischung I zu einer starken Bodenverdichtung, die aber infolge der groben Struktur der Bodenteilchen nur zu einer verminderten Wasserdurchlässigkeit und damit nur bei stärkerem Regen zu einem zeitweiligen Wasserstau führt. Die Verdichtung ist in Mischung II noch deutlich und in Mischung III wenig wahrnehmbar.

Tabelle 6

Pflanze	I	II	III	IV
Mo	—	—	5	70
So	—	<5	50	90
Zu	—	<5	20	60
Gr	—	5	60	80

Tabelle 7

Pflanze		I	II	III	IV	0
Mo	A	—	—	4±1	9±2	20±2
	B	—	—	5±1	8±2	11±2
So	A	—	28±4	54±2	62±4	74±7
	B	—	8±2	19±3	27±4	29±5
Zu	A	—	2±1	22±2	25±3	34±4
	B	—	3±2	21±3	23±5	25±3
Gr	A	—	23±4	38±5	40±7	52±8
	B	—	9±2	21±4	24±6	26±4

Längen der ober- (A) und unterirdischen (B) Pflanzenteile [mm] nach 16 Tagen.
(Abweichungen siehe Tabelle 4.)

Tabelle 8

Pflanze		I	II	III	IV	0
Mo	A	—	—	11 ± 3	17 ± 3	29 ± 4
	B	—	—	6 ± 2	9 ± 1	12 ± 2
So	A	—	38 ± 2	62 ± 3	76 ± 11	95 ± 15
	B	—	30 ± 4	35 ± 5	34 ± 10	40 ± 12
Zu	A	—	16 ± 2	24 ± 2	30 ± 5	38 ± 4
	B	—	16 ± 3	26 ± 4	28 ± 8	30 ± 5
Gr	A	—	26 ± 5	40 ± 10	53 ± 13	60 ± 15
	B	—	16 ± 5	30 ± 7	41 ± 11	39 ± 8

Längen der ober- (A) und unterirdischen (B) Pflanzenteile nach 24 Tagen [mm].
(Abweichungen siehe Tabelle 4.)

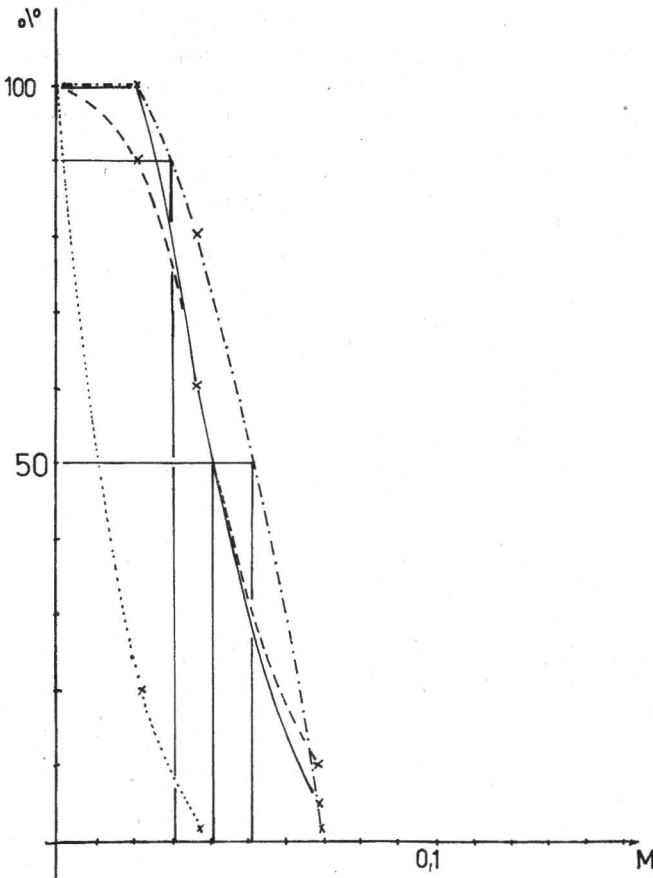


Abb. 1. Graphische Darstellung der Keimung im Verhältnis zum 0-Versuch.
Keimung auf dem Auelehmboden.
(.... Mo, — Gr, --- So, -.-.- Zu)

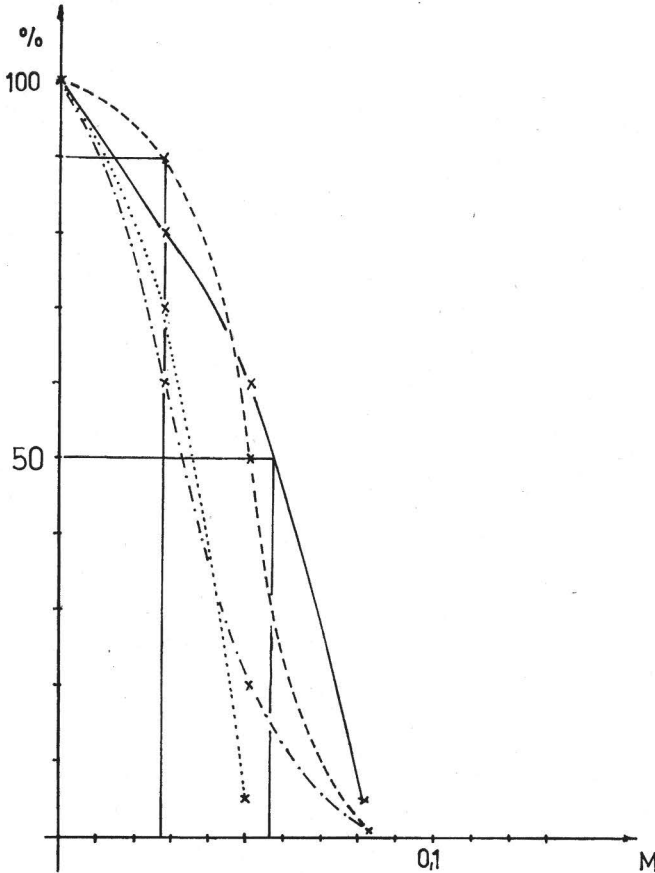


Abb. 2. Graphische Darstellung der Keimung im Verhältnis zum 0-Versuch.
Keimung auf der Asche als Bodensubstrat.
(.... Mo, — Gr, - · - Zu, - - - So)

4. Diskussion

4.1. Einfluß des Schadstoffes auf die Keimung

Die Auswertung der Keimversuche zeigt sowohl im Boden- als auch im Ascheversuch einen starken Abfall der Keimfähigkeit mit zunehmender Schadstoffkonzentration (Abbn. 1 und 2).

Die absolute Sterilität – bezogen auf das eingesetzte Saatgut – des Bodens bzw. der Asche liegt bei $M = 0,09$.

Bei dieser Konzentration (8,3 % des Schadstoffes im Substrat) kommt es zu keiner Keimung der verwendeten Pflanzensamen mehr bzw. der Keimling stirbt unmittelbar nach der Keimung ab.

Die äußerste, zulässige Grenze für eine pflanzliche Wiederbesiedlung (Kultivierung) des Substrates ist erreicht, wenn die Keimfähigkeit mindestens 50 % beträgt (Abbn. 1, 2).

Diese Grenze ist von der Pflanzenart und dem Bodensubstrat abhängig.

Sieht man vom sehr empfindlichen Mohn ab, befindet sich diese Grenze für den Boden bei $M = 0,040$ (3,2 %) und für Asche bei $M = 0,050-0,060$ (4,8 bis 5,7 %).

Anzustreben ist jedoch ein Optimalwert mit einer ungefähren Keimung bzw. Entwicklung der Pflanze von 90 %.

Die dazugehörigen M -Werte betragen für den angewendeten Boden 0,030 (2,9 %) und für die angewendete Asche 0,015–0,025 (1,5–2,4 %) (Abbn. 1, 2).

4.2. Einfluß des Schadstoffs auf das Wachstum

Der Einfluß des Schadstoffs auf die Pflanze äußert sich außer in einer verminderten Keimfähigkeit auch in einer Wachstumsdepression, deren wesentliche Größen – mit den analogen Werten der Keimfähigkeit in Zusammenhang gebracht – allgemeine Charakteristika für einen Schadstoff ergeben. Es sind dies die Werte, bei denen die Wachstumsdepression der Pflanze 50 % bzw. 10 % beträgt (Abbn. 3 bis 8).

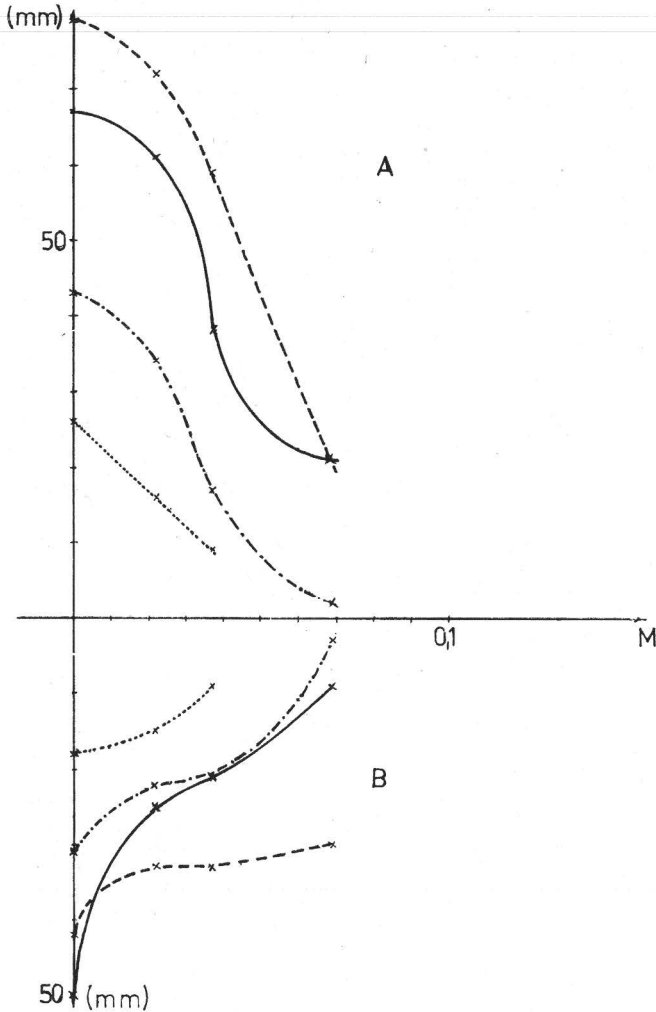


Abb. 3. Graphische Darstellung des Längenwachstums in Abhängigkeit von der Schadstoffkonzentration.

Versuch auf dem Auelehmboden. Auswertung nach 16 Tagen.

(.... Mo, — Gr, --- So, -·-· Zu)

A – oberirdische Pflanzenteile; B – unterirdische Pflanzenteile

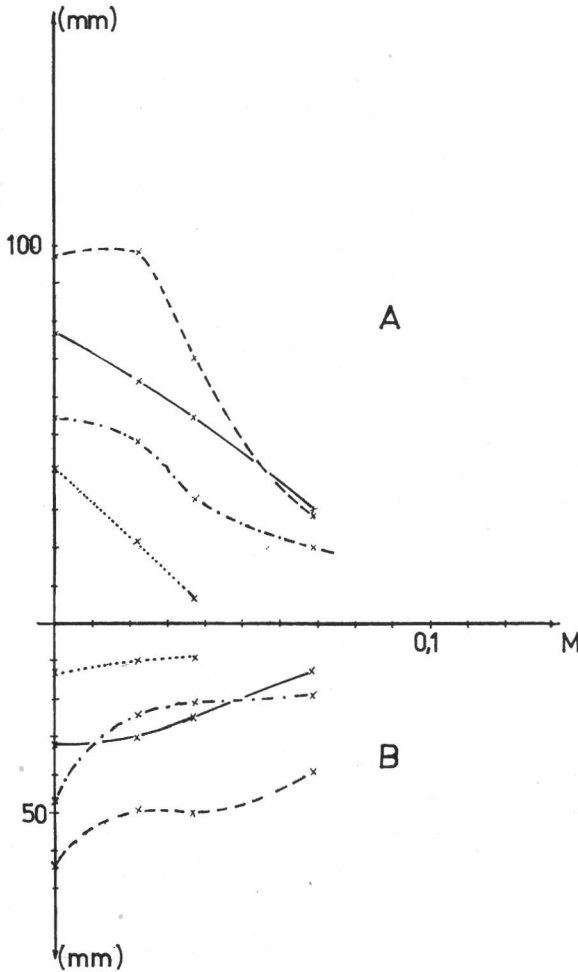


Abb. 4. Graphische Darstellung des Längenwachstums in Abhängigkeit von der Schadstoffkonzentration.
 Versuch auf dem Auelehmboden. Auswertung nach 24 Tagen.
 (... Mo, — Gr, --- So, - · - · Zu)
 A - oberirdische Pflanzenteile; B - unterirdische Pflanzenteile

Eine 50%ige Wachstumsdepression wird beim Versuch mit kontaminiertem Auelehmboden bei $M = 0,050$ (4,8 %) und beim Versuch mit kontaminierter Asche bei $M = 0,065$ (6,1 %) erreicht.

Die Wachstumsdepression von 10 % ist beim Bodenversuch dem $M = 0,015$ (1,5 %) und beim Ascheversuch dem $M = 0,025$ (2,4 %) zuzuordnen (Abbn. 3 bis 6).

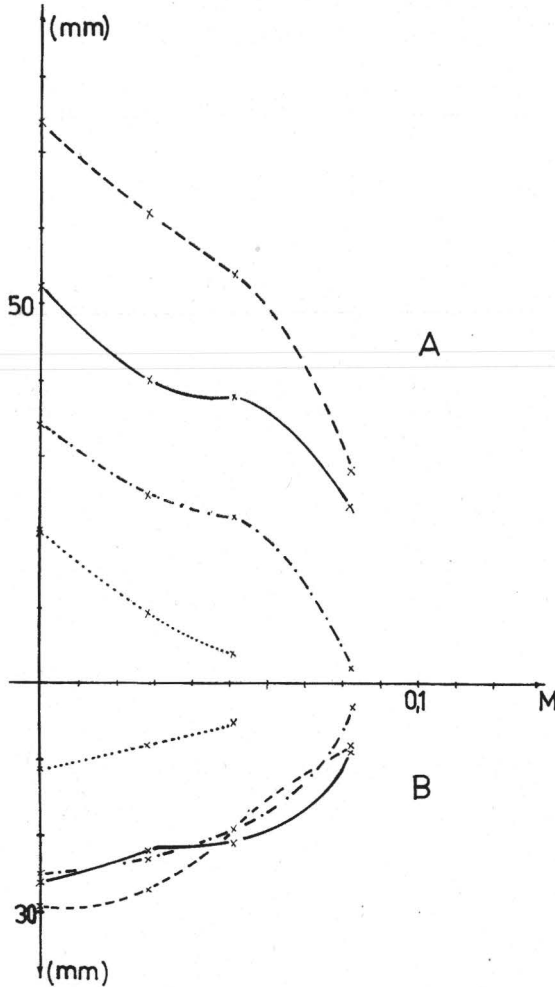


Abb. 5. Graphische Darstellung des Längenwachstums in Abhängigkeit von der Schadstoffkonzentration.
 Versuch auf dem Ascheboden. Auswertung nach 16 Tagen.
 (... Mo, — Gr, - · - · Zu, - - - So)
 A - oberirdische Pflanzenteile; B - unterirdische Pflanzenteile

4.3. Charakteristika des Schadstoffs

Das Ziel dieser Arbeit ist, für den Schadstoff A-Komponente SYStol charakteristische Konzentrationen im Boden- bzw. Deponiekörpersubstrat zu finden, die Aussagen über seine akute Phytotoxizität geben.

Ein möglicher Weg dafür scheint durch eine Verallgemeinerung der bisher gefundenen Parameter gegeben zu sein.

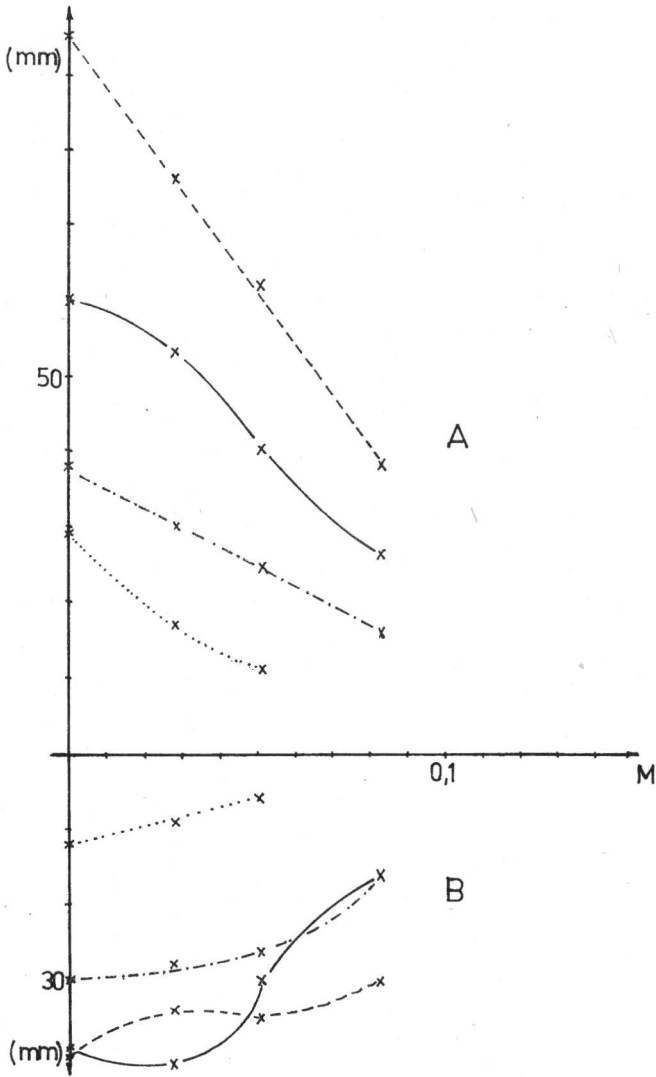


Abb. 6. Graphische Darstellung des Längenwachstums in Abhängigkeit von der Schadstoffkonzentration. Versuch auf dem Ascheboden. Auswertung nach 24 Tagen. (... Mo, — Gr, -·-· Zu, --- So)
A - oberirdische Pflanzenteile; B - unterirdische Pflanzenteile

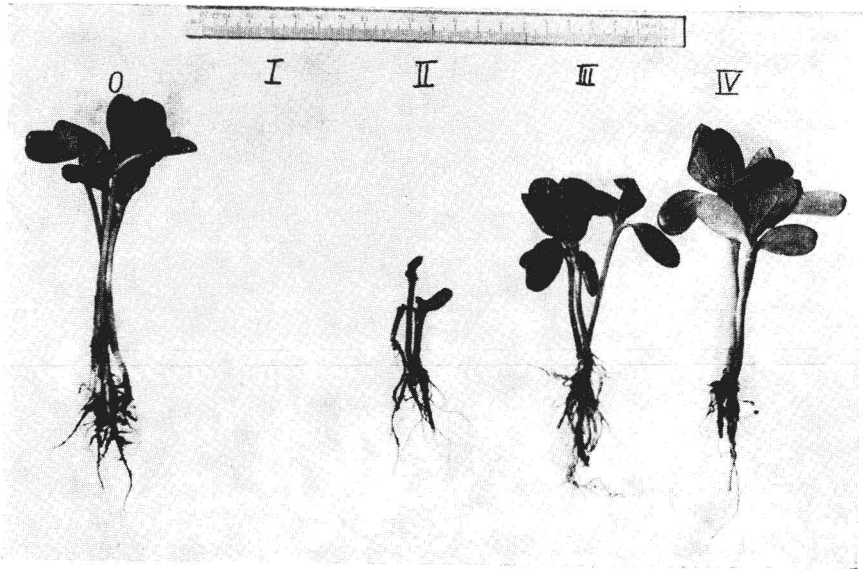


Abb. 7. Wachstumsdepression von *Helianthus annuus* L. nach 24 Tagen auf dem Auelehmboden.

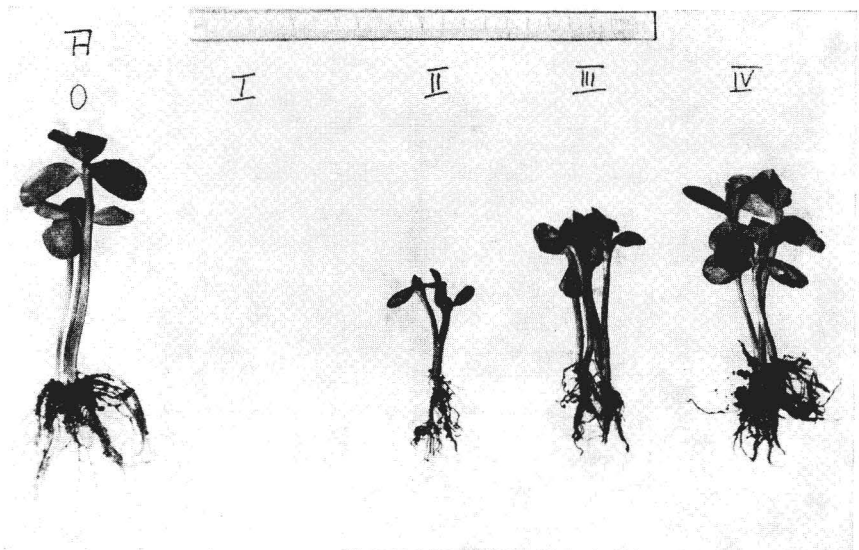


Abb. 8. Wachstumsdepression von *Helianthus annuus* L. nach 24 Tagen auf dem Ascheboden.

Tabelle 9

Parameter	Lehmhaltiger Aueboden	Asche	allgem.
Keimung K_0	0,090	0,090	
Keimung K_{50}	0,040	0,050–0,060	
Keimung K_{90}	0,030	0,015–0,025	
Depression D_{50}	0,050	0,065	
Depression D_{10}	0,015	0,025	
$M_{abs.}$	0,090	0,090	0,09
$M_{max.}$	0,040–0,050	0,050–0,065	0,05
$M_{opt.}$	0,015–0,030	0,015–0,025	0,02

Charakteristika der akuten Phytotoxizität von SYS tol, SWK 6310

- K_0 — Mischungsverhältnis, bei dem die Keimung Null ist.
 K_{50} — Mischungsverhältnis, bei dem die Keimung 50 % ist.
 K_{90} — Mischungsverhältnis, bei dem die Keimung 90 % ist.
 D_{50} — Mischungsverhältnis, bei dem die Wachstumsdepression 50 % beträgt.
 D_{10} — Mischungsverhältnis, bei dem die Wachstumsdepression 10 % beträgt.
 M_{abs} — K_0
 $M_{max.}$ — maximales Mischungsverhältnis für eine Kultivierung, entstanden aus K_{50} und D_{50} .
 $M_{opt.}$ — optimales Mischungsverhältnis für eine Kultivierung, entstanden aus K_{90} und D_{10} .

Die allgemeinen Parameter sind durch Bilden des arithmetischen Mittels der Werte für verschiedene Suchwerte und runden auf 2 Stellen entstanden.

Zusammenfassung

Der Pflanzenschadstoff SYStol, SWK 6310, wurde in bezug auf seine Parameter für den Pflanzenwuchs untersucht. Dabei werden Grenzwerte für die Technologie einer geordneten Deponie ermittelt.

Es werden Keimversuche und Messungen des Wachstums verschiedener Pflanzenarten bei verschiedenen Schadstoffkonzentrationen in zwei Bodensubstraten durchgeführt.

Bei einem Mischungsverhältnis $M_1 = 0,09$ ist eine Kultivierung der in der Arbeit genannten Böden mit dem verwendeten Saatgut nicht mehr möglich.

Bei $M_1 = 0,05$ keimen 50 % der Samen bzw. es ist eine 50%ige Wachstumsdepression zu verzeichnen. Diese Konzentration bildet den Grenzwert für die Kultivierung des Bodens.

Bei $M = 0,02$ beträgt die Keimung 90 % und die Wachstumsdepression 10 %. Dieser Wert ist optimal für die Kultivierung einer Deponie.

Schrifttum

- Bonnemann, A. u. a.: Über Folgeschäden eines Ölfernleitungsbruches auf einer Waldfläche im Forstamt Wesel. Allg. Forst.-Z. **31** (1976) 705–708.
 Brand, R.: Entwicklung eines Verfahrens zur Begrünung von Aschehalden am Beispiel der Hochhalde Leuna. Wasserwirt.-Wassertechn. **25** (1975) 62–67.
 Burschel, P.: Das Verhalten der forstlich wichtigen Herbizide im Boden. Forstarchiv **34** (1963) 221–235.

- Dimitri, L. u. a.: Gefäßversuche mit Forstpflanzen zum Ausbringen von Klärschlamm auf Forstkulturflächen. *Allg. Forst.-Z.* **32** (1977) 973–976.
- El-Bassam, N.: Versuche zur Feststellung der Stoffbelastung im Boden und zur Ermittlung der Spätzeitwirkung von Abfallstoffen auf das Grundwasser. *Landwirt. Forsch.* **28** (1975) 175–182.
- Ernst, W.: Zn- und Cd-Immissionen auf Böden und Pflanzen in der Umgebung einer Zinkhütte. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **85** (1972) 295–303.
- Feige, W.: Physiologische Aktivität einiger Spurenelemente im Abwasserfaulschlamm. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 112–118.
- Foroughi, M.: Der Einfluß unterschiedlich hoher Gaben von Cadmium, Chrom oder Nickel auf Tomaten in Nährlösungen. *Landwirt. Forsch.* **32/I. Sonderheft XXX** (1975) 37–48.
- Grunwaldt, H. S.: Untersuchung von Nährstoff- und Schwermetallgehalten in Siedlungsabfällen. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 137–146.
- Halbwachs, G.: *Air-Pollution Proceedings of the First European Congress on the Influence of the Air Pollution on Plants and Animals.* Wageningen 1969, 167–172.
- Hofmann, E., und L. Wolf: Über den Einfluß von Steinkohlenflugasche auf Boden und Pflanzenwachstum. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkde.* **82** (1958) 146–148.
- Kick, H.: Wirkung von chromhaltigen Gerbereischlämmen auf Wachstum und Chromaufnahme bei verschiedenen Nutzpflanzen. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 160–173.
- Kreeb, K.: Salzschädigungen bei Kulturpflanzen. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **67** (1960) 385–392.
- Kromhout, B. und D. Alt: Einfluß von Müllkompost-Torf-Mischungen auf das Wachstum von Tomaten- und Salatjungpflanzen. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 130–136.
- Pesek, F.: *Air-Pollution Proceedings of the First European Congress on the Influence of Air Pollution on Plants and Animals.* Wageningen 1969, 33–39.
- Rhode, G.: Flugasche und Pflanzenwachstum. *Z. ges. Hyg.* **8** (1962) 333–338.
- Krummsdorf, A.: Kulturbodenlose Aufforstung einer Aschehalde. *Technik und Umweltschutz, Heft 9* (1974) 128–146.
- Sauermilch, W.: Vergleichende Weizenkeimversuche mit Verbindungen der Pyridinreihe. *Beitr. Biol. Pflanzen* **36** (1961) 91–96.
- Schmid, R.: Phosphat-, Kupfer- und Zinkgehalte in Boden und Pflanze nach 6jähriger Klärschlammmanwendung in einem Feldversuch. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 125–129.
- Sommer, G. u. a.: Gefäßversuche zur Ermittlung der Schadgrenzen von Cd, Cu, Pb und Zn im Hinblick auf den Einsatz von Abfallstoffen in der Landwirtschaft. *Landwirt. Forsch.* **29** (1976) 88–100.
- Steubing, L.: Untersuchung über die Veränderungen der Mikroflora eines Waldbodens durch eingedrungenes Heizöl. *Angew. Bot.* **40** (1967) 275–286.
- Tauchnitz, J. u. a.: Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte. 1. Mitteilung: Untersuchung über die Kultivierungsmöglichkeit von Deponien industrieller Abprodukte. *Hercynia, N. F.* **15** (1978) 58–65.
- Tauchnitz, J. u. a.: Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte. 2. Mitteilung: Abgrenzung reiner Schadstoffdeponien von gemischten Schadstoffdeponien. *Hercynia, N. F.* **16** (1979) 81–93.
- VEB Synthesewerk Schwarzheide
 – SYS pur, Rohstoffe, 4.2., DEWAG-Werbung Erfurt 1973.
 – SYS pur, Polyurethane, Technische Informationen, DEWAG Werbung, Erfurt 1974.
- Von Hirschheydt, A.: Versuche betreffend den Einfluß von Mineralöl auf Waldpflanzen. *Müll und Abfall* **7** (1975) 147–152.
- Von Hodenberg, A. u. a.: Untersuchung über toxische Wachstumsschäden an Getreide und Rüben im Harzvorland. *Landwirt. Forsch.* **28** (1975) 322–332.
- Wagner, K. H., u. a.: Der Einfluß von 3,4-Benzfluoranthren auf die vegetativen und generativen Organe von Sommerweizen und Sommerroggen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkde.* **127** (1970) 233–242.

Walter, B.: Untersuchung über die Wirkung von Müllklärschlammkompost auf Boden und Rebertrag. *Landwirt. Forsch.* **30** (1977) 119-124.

Wanner, H. u. a.: Different Effects of long Chain Fatty Acids on Seed Germination. *Biochem. Physiolog. Pflanzen* **171** (1977) 391-399.

Dr. rer. nat. J. Tauchnitz,
Dipl.-Chem. R. Schnabel
Ing. A. Glöckner und
Prof. Dr. sc. H. Hennig
Karl-Marx-Universität Leipzig
Sektion Chemie
701 Leipzig
Liebigstraße 18