

Aus der Sektion Chemie
der Karl-Marx-Universität Leipzig

Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte

8. Mitteilung: Beitrag zur Ablagerung von Abprodukten aus dem Bereich der Farbenindustrie

Von J. Tauchnitz, R. Schnabel, D. Bense, V. Kunze, U. Wittenberg und H. Hennig
Mit 7 Abbildungen und 11 Tabellen
(Eingegangen am 23. März 1979)

1. Einleitung

In der Technologie der Farbenherstellung, der Farbgebung und der Reinigung von Emballagen fallen überlagerte Farben, Farbstäube bzw. -schlämme und Emballagenreinigungsschlämme an. Die Problematik der Bestimmung des schädigenden Einflusses der Anstrichstoffe bzw. -reste (ASS) auf ein ökologisches System ergibt sich daraus, daß ASS Mehrkomponentensysteme sind.

ASS bestehen aus Bindemitteln, Pigmenten und Extendern, Lösungs- und Verdünnungsmitteln sowie Hilfsstoffen. In Tab. 1 sind Beispiele für die einzelnen Komponenten angegeben.

Tabelle 1. Beispiele von den ASS-Komponenten

Pigmente	Lösungsmittel	Bindemittel	Hilfsstoffe
Blanc-fixe (BaSO ₄)	Äthylazetat	Chlorkautschuk	Al-stearat
Bleiglätte (PbO)	Äthylglykol	Polyisocyanate	Anthrachinon
Chromgelb (PbCrO ₄ + PbSO ₄)	Äthylbenzol	Alkydharze	Ba-stearat
Berliner Blau	n-Butanol	Epoxidharze	MnO ₂
Lithopone (BaSO ₄ + ZnS)	Glykol	Leinöl	ionenaktives Netzmittel
Chromgrün (PbCrO ₄ + Berliner Blau + PbSO ₄)	Benzolhomologe	Holzöl	Chlorparaffin
Blau + PbSO ₄)	Monochlorbenzol	Melaminharz	Ca-stearat
Chromoxydgrün	Toluol	Phenolharze	Dipropylentriamin
Cr ₂ O ₃	Xylol	Harnstoffharze	Mepasinsulfonamid
Molybdatotrot-orange (PbCrO ₄ : PbSO ₄ : Mo ₃ O ₄ = 1:1:1)	Testbenzin	Phthalatharze	Hydrochinon
	Petroleum	Polyacrylat	Maleinsäure
		Polyvinylacetat	Milchsäure
			Na-polyphosphat
			Na-benzoat
			Oktandiol
			Mineralöl
			Pentachlorphenol
			Silikonöl

Fortsetzung Tabelle 1

Pigmente	Lösungsmittel	Bindemittel	Hilfsstoffe
Azofarbstoffe			Polyesteralkohole Kolophonium Steinkohlenteer Rhizinusöl, Mischölfettsäuren (unverzweigte, geradzahlige Mono- carbonsäuren)

Verschiedene Untersuchungen von Auslaugungen mit destilliertem Wasser an einigen ASS ergeben erhöhten KMnO_4 -Verbrauch sowie Schwermetallgehalt (Sparfeld 1978, Meyer und Kortés 1977). Ebenso ist die Beseitigung von Abwasser und Abwässerschlämmen problematisch (Knappe 1974).

In der vorliegenden Arbeit wird die Beeinflussung des Bodens und die Kultivierung von Bodensubstraten, die mit ASS und Emballagenreinigungsschlamm verunreinigt sind, beschrieben. Über den Einfluß von Farbstäuben und -schlämmen auf die Kultivierung wird später berichtet (Tauchnitz, Schnabel u. a. in Vorbereitung).

2. Ablagerungsstandort eines Emballagenreinigungsschlammes

2.1. Charakterisierung des frischen Emballagenreinigungsschlammes

In einem Zeitraum von ca. 14 Jahren (1960–1974) sind auf einem Ödland 100 t/a frischer Emballagenreinigungsschlamm abgelagert worden (Frischer Emballagenreinigungsschlamm = ERS-F). Probenahme und Vegetationsanalyse erfolgten 1978.

ERS-F und Emballagenreinigungsabwasser entstehen bei der Reinigung verschmutzter Fässer und Farbkannen bei 90–95 °C mit einem 15%igen Beizmittel (Silikon und NaOH, mechanische Hilfsmittel). Anschließend werden die Behältnisse mit Wasser gespült.

Das Emballagenreinigungsabwasser zeigt für verschiedene Inhaltsstoffe die in Tab. 2 angegebenen Werte.

Tabelle 2. Inhaltsstoffe des Emballagenreinigungsabwassers

Inhaltsstoffe		Menge
absetzbare Stoffe	2	0,3— 4,0
abfiltrierbare Stoffe	1	204 — 328
pH		9,8— 11,8
KMnO_4 -Verbrauch	1	228 — 778
Abdampfrückstand	1	1710 — 4200
Glührückstand	1	474 — 860
Cl^-	1	88
SO_4^{--}	1	650
CHCl_3 -extrahierbare Stoffe	1	145 — 255
BSB_5	1	300 — 444
1 : mg/l	2	ml/l

Der im Becken abgesetzte ERS-F wurde auf dem in Abb. 1 gezeigten Ödland verspült. Die untersuchten Inhaltsstoffe sind in der Tab. 3 aufgeführt.

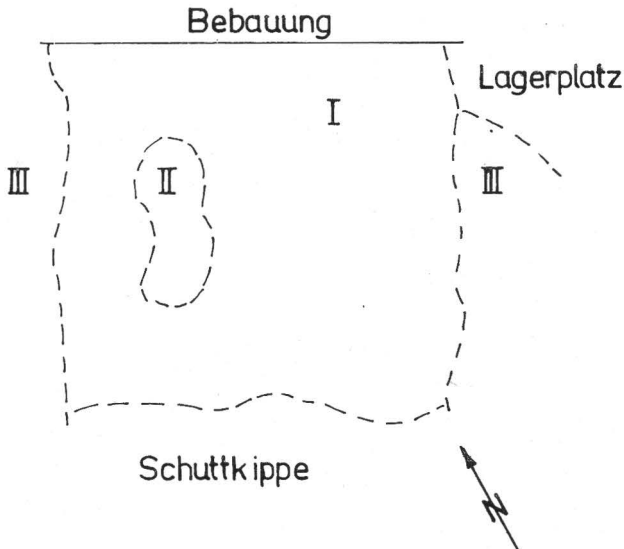


Abb. 1. Skizze des Spülgeländes

I: geringer belastete Spüflfläche (Schichthöhe von ERS-A 1–4 cm)

II: stärker belastete Spüflfläche (Schichthöhe von ERS-A ca. 10 cm)

III: unbeeinflusste Flächen (wallartige Erhöhungen – Bodenaushub und Bauschutt)

Tabelle 3. Inhaltsstoffe des durch ERS-F verunreinigten Bodens der Spüflfläche II

		ERS-F	ERS-A	GF	S 1	S 2	S 3
absetzbare Stoffe	1	750	—	—	—	—	—
abfiltrierbare Stoffe	2	110	—	—	—	—	—
pH (1:2,5 H ₂ O)			7,53	8,34	8,10	6,97	6,38
pH (1:2,5 0,1 n KCl)		—	7,77— 8,4	8,22	7,62	7,08	6,48
pH		11,8	—	—	—	—	—
Pb	3	0,63	2,87	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Ti	3	2,81	18,45	n. n.	n. n.	n. n.	—
Fe	3	8,50	4,65	11,22	10,17	5,69	2,85
Cr	3	—	0,15	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Zn	3	5,61	9,11	1,38	n. n.	n. n.	n. n.
Ba	3	0,29	8,35	2,45	0,78	0,43	n. n.
Ca	3	10,00	—	—	—	—	—
K	3	0,25	—	—	—	—	—
Na	3	9,20	—	—	—	—	—
Mg	3	3,9	—	—	—	—	—
Trockenmasse	3	20,16					

1: ml/l; 2: g/l

3: ‰; —: nicht bestimmt; n. n.: nicht nachweisbar

ERS-A: 0–11 cm

GF: 2–3 mm starke, gummiartige Grenzschicht zwischen ERS-A und dem Boden

S 1: Tiefe 11–18 cm

S 2: Tiefe 22–27 cm

S 3: Tiefe 32–42 cm

2.2. Folgeschäden der Verkipfung

2.2.1. Bodenkontamination

Eine Schachtung auf dem Spülgelände (Fläche II) (Abb. 2 und 3) ergab die in Tab. 3 enthaltenen Ergebnisse. Die Fläche II ist eine kleine Senke, in der sich die Spülwässer gesammelt haben. Im Gegensatz zur Fläche I ist damit die Fläche II stärker mit ERS-F belastet worden. Diese Tatsache wird auch durch die geringere Schichthöhe des alten, abgelagerten Emballagenreinigungsschlammes (ERS-A) auf der Fläche I (1–4 cm) indiziert.

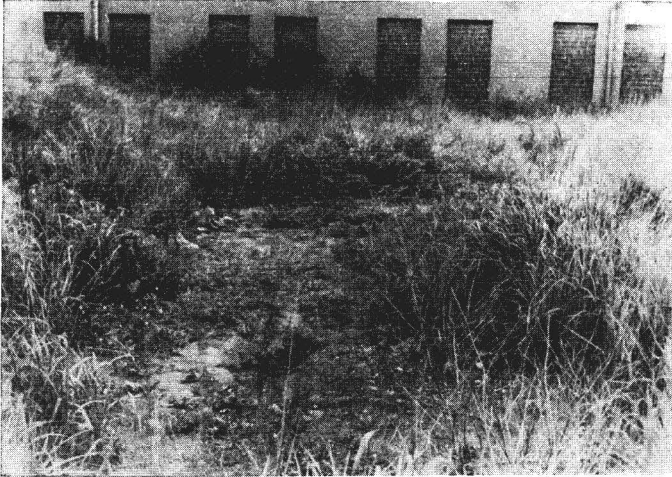


Abb. 2. Spülgelände des Emballagenreinigungsschlammes. Im Vordergrund und in der Mitte des Bildes befindet sich die stärker belastete Spülfläche (II)

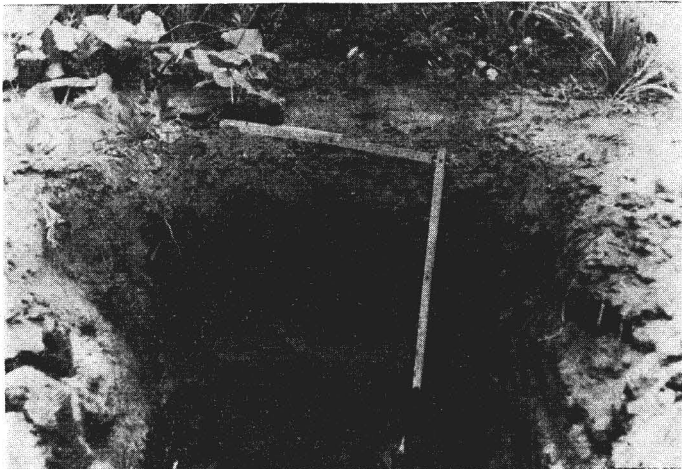


Abb. 3. Schachtung auf dem Gelände der Spülfläche II. Deutlich hebt sich ERS-A mit einer Schichtdicke von ca. 10 cm als hellgraue Schicht vom übrigen Boden ab. Vom Rand her dringen Wurzeln von den umgebenden Pflanzen in die Spülfläche II vor

Aus Abb. 3 ist die Bildung einer 10 cm starken hellgrauen Schicht (ERS-A) erkennbar. ERS-A bildet eine lockere und pulverig-krümelige Schicht. Zwischen dieser und dem Boden hat sich eine spröde, gummiartige 2–3 mm starke Schicht gebildet. Die Flüssigkeit des Schlammes ist im Gelände versickert. Bemerkenswert ist, daß trotz der Menge und des hohen pH-Wertes des ERS-F der Boden des Kippgeländes nicht mehr bzw. nur noch schwach basischen Charakter besitzt.

Vier Jahre wurden die basischen Inhaltsstoffe des ERS-F durch Niederschläge ausgewaschen; ebenso ist die Auswaschung der Schwermetallionen nachweisbar. Insbesondere Eisen- und Bariumionen neigen in diesem Stoffgemisch dazu. Blei-, Titan-, Zink- und Chromionen sind unterhalb der Schicht GF mittels der angewendeten Methode nicht mehr nachweisbar.

Das langjährige Niederschlagsjahresmittel beträgt für die Stadt Leipzig 545 mm/m².

2.2.2. Beeinflussung der Vegetation

Die vierzehn Jahre lange Verkippung dieses Schlammes führte zur Verminderung der Vegetation. Erst drei bis vier Jahre nach Beendigung der Ablagerung sind Anzeichen einer Wiederbesiedlung auf der Spülfläche II zu bemerken. Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen nach der Methode von Braun-Blanquet (1951) auf der gesamten ehemaligen Spülfläche für ERS-F zeigt Tab. 4. Es ist zu beobachten, daß die umgebende Fläche III über die Spülfläche I zur Spülfläche II nach o. a. Zeitraum eine Verarmung der Vegetation aufweist. Während *Solidago canadensis* L. auf den Randflächen der Spülfläche II die zweithäufigste Pflanze, sehr stark zurücktritt, treten auf der Spülfläche I *Artemisia vulgaris* L. und *Tanacetum vulgare* L. auf.

Tabelle 4. Ergebnisse von Vegetationsaufnahmen auf einem ehemaligen Spülbecken für Farbschlämme

	I	II	III
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	5	+	4
<i>Solidago canadensis</i> L.	+		2
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	1	1*	+
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1	+	+
<i>Tussilago tartara</i> L.	1	+	+
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.			1
<i>Humulus lupulus</i> L.			1
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+		+
<i>Rubus caesius</i> L.	+		+
<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.			+
<i>Oenothera biennis</i> L.			+
<i>Silene alba</i> (Mill.) E. H. L. Krause			+
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.			+
<i>Chenopodium album</i> L.			+
<i>Cichorium intybus</i> L.	r		
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	r		
<i>Hypericum perforatum</i> L.			r

* Nur am Rand der Fläche I: Bedeckung 100 % II: Bedeckung 5 %
III: Bedeckung 100 %, Erdwälle (Bauschutt usw.)

Es erfolgt eine langsame Besiedlung der Fläche II durch *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Cardaria draba* (L.) Desv., *Convolvulus arvensis* L. und *Tussilago tartara* L.

3. Gefäßversuche

Ausgehend von der Vegetationsaufnahme der Spülfläche für ERS-F ist es notwendig, Gefäßversuche mit diesem Schlamm und anderen Farbresten durchzuführen. Durch die Gefäßversuche sollen Hinweise für eine landeskulturell optimale Ablage-
 rungstechnologie gefunden werden.

3.1. Material

Für die Gefäßversuche wurden die in Tab. 5 charakterisierten Komposte verwendet.

Tabelle 5. Agrochemische Kennwerte der Komposte

	N _t	C _t	Sg	P	K	Mg	H	T	pH (KCl)	MWK
	1	1	1	2	2	2	3	4		1
I	0,438	10,32	0,22	77,5	195,0	33,5	0,6	27,2	6,9	65
II	0,782	19,45	0,51	33,0	57,0	35,0	2,4	49,9	7,2	78
ERS-A	0,644	12,20	0,36	0,2	7,0	31,3	0,1	7,7	8,4	83

Sg: Salzgehalt

1: ‰, 2: mg/100 g Boden, 3: mval/100 g Boden, 4: mval Ba/100 g Boden

Der Kompost I wurde für ERS-A, ERS-F und ASS-3¹⁾ und der Kompost II für die ASS-1, ASS-2 und ASS-3 verwendet.

Neben dem ERS-F und ERS-A wurde den Komposten auch ASS beigemischt. Tab. 6 enthält Angaben über einige Inhaltsstoffe der ASS. Die Mischungsverhältnisse und die Änderung der pH-Werte sind den Tab. 7 und 8 zu entnehmen.

Tabelle 6. Inhaltsstoffe der verwendeten ASS

ASS	Pigmentanteil	Bindemittelanteil	Lösungsmittelanteil
ASS-1	15 ‰ TiO ₂	46 ‰ Alkyd- und Melaminharz	39 ‰ Aromaten und Alkohole
ASS-2	37 ‰ Lithopone, darunter 2,8 ‰ ZnCrO ₄	29 ‰ Alkyd- und Melaminharz	34 ‰ Aromaten und Alkohole
ASS-3	28 ‰ TiO ₂ und 7 ‰ PbCrO ₄	29 ‰ Alkyd- und Melaminharz	36 ‰ Aromaten und Alkohole

Tabelle 7. Veränderung der pH-Werte durch Zugabe von Farbresten

M/M ₀ (· 10 ⁻³)	ERS-F		ERS-A	
	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
0	6,9	7,46	6,90	7,46
61	7,12	8,25	—	—
100	—	—	6,78	8,16
102	7,18	8,80	—	—
112	7,26	8,32	—	—
158	7,32	8,45	6,90	8,25
189	—	—	6,78	8,18
217	8,14	9,11	—	—
225	8,18	9,36	—	—
245	—	—	6,84	8,18
305	—	—	6,90	8,07
432	9,36	10,10	—	—
536	9,54	10,29	—	—
688	—	—	7,28	8,48
∞	—	—	7,92	9,00

M₀: für ERS-A M: für ERS-F [ml/g Boden]

Tabelle 8. Wuchshöhe (mm) von *Lepidium sativum* L. in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis M_0/M und vom Substrat

$M_0/M (\cdot 10^{-3})$	ASS-1 22 d	ASS-2 22 d	ASS-3 ¹⁾ 30 d	ASS-3 37 d	ASS-3 38 d	ERS-F* 64 d	ERS-A* 64 d ¹⁾
0	170±10	170±10	48±5	356±39	368±16	90±7	90±7
1	—	—	—	378±67	—	—	—
2	167±10	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	423±72	—	—	—
4	—	138±36	—	—	—	—	—
5	—	—	—	456±24	—	—	—
7	—	—	—	429±50	—	—	—
8	131±5	—	—	—	—	—	—
13	—	148±17	—	—	—	—	—
16	132±11	—	—	507±25	—	—	—
17	—	—	—	413±24	—	—	—
18	—	—	—	—	377±29	—	—
20	—	105±8	—	—	—	—	—
23	80±8	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	389±19	—	—
34	—	81±5	—	323±25	—	—	—
37	—	—	—	—	470±16	—	—
39	—	—	35±5	—	—	—	—
41	57±7	—	—	—	—	—	—
44	—	—	—	478±40	—	—	—
45	—	—	—	—	448±40	—	—
46	—	—	—	433±86	—	—	—
47	—	—	38±4	—	—	—	—
59	—	43±6	—	—	—	—	—
61	—	—	—	—	—	63±3	—
71	42±2	—	—	—	—	—	—
78	—	—	—	—	271±23	—	—
81	—	—	—	383±29	—	—	—
90	—	—	—	300±15	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	81±8
102	—	—	—	—	—	62±5	—
112	—	—	—	—	—	51±6	—
140	—	—	18±4	—	—	—	—
158	—	—	—	—	—	42±5	88±8
169	—	—	15±7	—	—	—	—
189	—	—	—	—	—	—	79±6
217	—	—	—	—	—	34±7	—
225	—	—	—	—	—	36±6	—
245	—	—	—	—	—	—	83±7
279	—	—	0	—	—	—	—
305	—	—	—	—	—	—	87±6
432	—	—	—	—	—	14±4	—
536	—	—	—	—	—	17	—
688	—	—	—	—	—	—	82±9
795 <∞>**	—	—	—	—	—	0	—
∞	—	—	—	—	—	—	70±7

Fortsetzung Tabelle 8

* Die geringe Wuchshöhe ist auf die Durchführung des Versuchs im November zurückzuführen

** Der Boden wurde mit ERS-F überschichtet und die Samenkörner auf den Schlamm gelegt

M_0 : für ASS 1, ASS 2, ASS 3, ERS-A

M : für ERS-F [ml Schlamm/g Boden]

t): Dauer des Versuches in Tagen [d]

Als Saatgut wurden verwendet:

- *Lepidium sativum* L.
- *Galinsoga parviflora* Cav. und
- *Stellaria media* (L.) Cyr.

3.2. Versuchsmethodik

Für jede Versuchsreihe wurden Mischungen der o. g. Stoffe mit ca. 4 kg Kompost hergestellt und in Mitscherlich-Gefäße gefüllt. Nach einer Ablagerungszeit von 6 Tagen erfolgte die Aussaat. Die Gefäße wurden im Gewächshaus unter konstanten Bedingungen bei $22 \pm 2^\circ\text{C}$ für ASS-1, ASS-2 und ASS-3 und bei $18 \pm 2^\circ\text{C}$ für ERS-A und ERS-F und ASS-3¹⁾ gehalten. Der Wassergehalt im Versuchszeitraum betrug $45 \pm 3\%$.

5. Ergebnisse

Bei den Gefäßversuchen wurde die durchschnittliche Wuchshöhe in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis des Substrates ausgewertet. Die Verringerung der Wuchshöhe dient als Maß für die phytotoxische Wirkung der Inhaltsstoffe des Substrates (in Anlehnung an Passarge 1978).

Die Tab. 8 enthält die Meßwerte in Abhängigkeit von der Verunreinigung.

6. Diskussion und Schlußfolgerungen

Werden die ermittelten Werte der Tab. 8 bis 10 als Relativwerte in bezug auf Versuche mit reinem Kompost dargestellt (Wachstum s des reinen Kompostversuches = 1,00), dann sind die Werte zwischen den einzelnen Versuchsreihen vergleichbar.

Die Abb. 4 bis 6 zeigen, daß die Abfallfarben ASS-1, ASS-2 und ASS-3 phytotoxisch wirken. Bemerkenswert ist jedoch, daß ASS-3 bis $M = 5 \cdot 10^{-3}$ wachstumsfördernd wirkt (Abb. 4). Das kann auf den Gehalt von Spurenelementen zurückgeführt werden.

Die verwendeten Unkrautarten (Abb. 5 und 6) werden stärker geschädigt als *Lepidium sativum* L. Ursache dafür ist vermutlich der Aufbau einer gallertartigen Hülle während des Quellvorganges vor der Keimung bei *Lepidium sativum* L. Der Angriff von Schadstoffen auf den Keimling bzw. auf das Samenkorn wird dadurch verzögert.

Die in Tab. 11 angegebenen Werte zeigen, daß ASS und ihre Rückstände mit Lösungsmitteln sowie Bindemitteln nicht in den künftigen Wurzelraum der Deponiebegrünung abzulagern sind, wenn die Verhältnisse einer reiner Schadstoffdeponie vermieden werden sollen (Tauchnitz u. a. 1979). Die Vermischung hat so zu erfolgen, daß insgesamt der Wert D_{10} und an entstehenden Inhomogenitäten der Wert D_{50} nicht überschritten werden.

Frischer Farbschlamm entspricht in seiner phytotoxischen Wirkung den Abfallfarben und Farbresten (ERS-F, Tab. 11) und ist daher nicht in der Abschlußschicht von Deponien abzulagern. Abgelagerter und ausgewaschener ERS-A hingegen kann in der Abschlußschicht von Deponien bis zu einem Mischungsverhältnis $M_0 = 0,43$ ohne Wachstumsschäden verkippt werden.

Tabelle 9. Wuchshöhe (mm) von *Galinsoga parviflora* Cav. in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis M_0 und vom Substrat

M_0 (10^3)	ASS-1 22 d ¹⁾	ASS-2 22 d ¹⁾	ASS-3 37 d ¹⁾
0	99±3	98±3	449
1	—	—	323±35
2	65	—	—
3	—	—	418±46
4	—	70±12	—
5	—	—	304±28
7	—	—	313±124
8	33±4	—	—
13	—	39±8	—
16	29±4	—	296±76
17	—	—	194±29
20	—	26±2	—
23	19±1	—	—
34	—	12±2	—
41	8±1	—	—
44	—	—	208±34
59	—	8±1	—
71	0	—	—
81	—	—	211±28
90	—	—	189±16

¹⁾ Dauer des Versuches in Tagen [d]

Tabelle 10. Wuchshöhe (mm) von *Stellaria media* (L.) CYR. in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis M_0 und vom Substrat

M_0 (10^{-3})	ASS-2 22 d	ASS-3 37 d
0	167±18	326±15
1	—	318±40
4	82±3	—
5	—	278±28
7	—	326±51
16	—	260
17	—	300±39
34	45±6	320±24
44	—	252
46	—	300±48
59	7±1	—
81	—	245±19

Von Bedeutung für die Ablagerungstechnologie ist die unterschiedliche Phytotoxizität des ERS-F und ERS-A (Abb. 7). ERS-F ist in seiner Reaktion alkalischer als ERS-A. Darüber hinaus sind in der Flüssigkeit des ERS-F Salze, Lösungsmittelreste und Verseifungsprodukte enthalten. Diese Inhaltsstoffe und Eigenschaften des ERS-F sind Ursache für die Vegetationslosigkeit auf der Spülfläche.

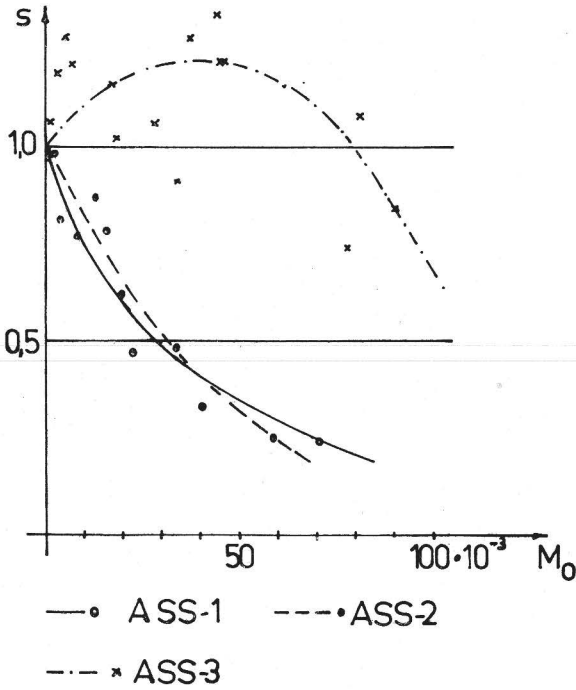


Abb. 4. s von *Lepidium sativum* L. in Abhängigkeit von M_0

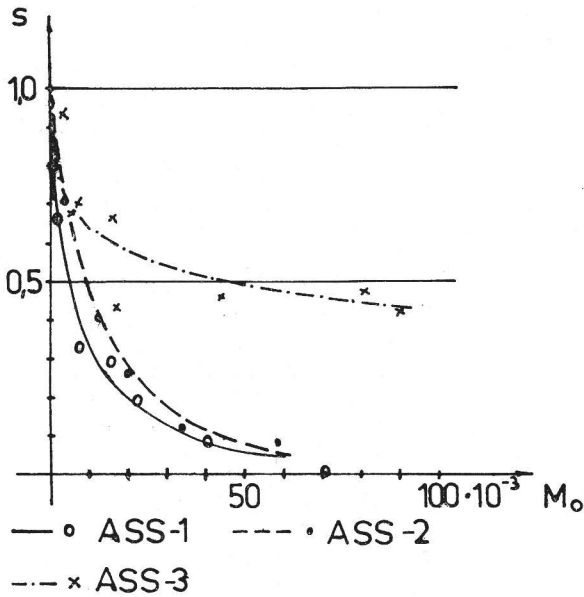


Abb. 5. s von *Galinsoga parviflora* Cav. in Abhängigkeit von M_0

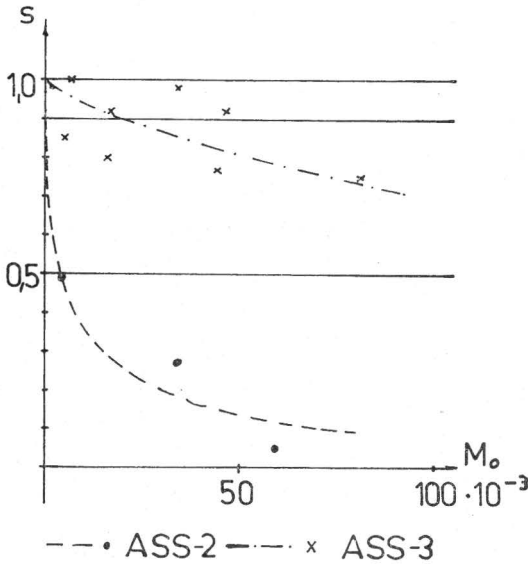


Abb. 6. s von *Stellaria media* (L.) Cyr. in Abhängigkeit von M_0

Tabelle 11. Charakteristische Werte (Mischungsverhältnisse) für die Ablagerung (alle Werte sind mit 10^{-3} zu multiplizieren)

	D 10			D 50		
	<i>Lepidium sativum</i> L.	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Stellaria med.</i>	<i>Lepidium sativ.</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Stellaria med.</i>
ASS-1	3	1	—	28	5	—
ASS-2	6	1	1	31	9	4
ASS-3	87	1	21	110	45	217
ERS-F	31	—	—	163	—	—
ERS-A	429	—	—	*	—	—

* wird nicht erreicht; s für unvermischten ERS-A beträgt 0.78 ± 0.08

D_{10} , D_{50} Mischungsverhältnisse bei denen die Wuchsdepression gegenüber dem Kontrollversuch ohne Schadstoff 10 % bzw. 50 % beträgt

Die phytotoxische Wirkung von ERS-A ist vernachlässigbar gering. Der Gehalt an Schwermetallionen, die in Form ihrer schwerlöslichen Oxide, Chromate und Sulfate vorliegen, ist für das Pflanzenwachstum unerheblich. Auftretende Chlorose bei $M = \infty$ im Gefäßversuch für ERS-A ist auf den Komplex Nährstoffmangel (Tab. 5) und geringfügige Pflanzenverfügbarkeit der Schwermetallionen und organische Farbstoffe zurückzuführen.

Ausgehend von der Tatsache, daß im ERS-A eine Mischung von im Wasser schwerlöslicher anorganischer Bestandteile der verschiedenen Farben auftritt, ERS-A im Gegensatz zu ASS-1, ASS-2, ASS-3 und ERS-F nur eine geringfügige Phytotoxizität zeigt, kann geschlußfolgert werden, daß besonders die Bindemittel- und Lösungsmittelanteile sowie beim ERS-F die alkalischen Komponenten und die Verseifungsprodukte phytotoxisch wirken.

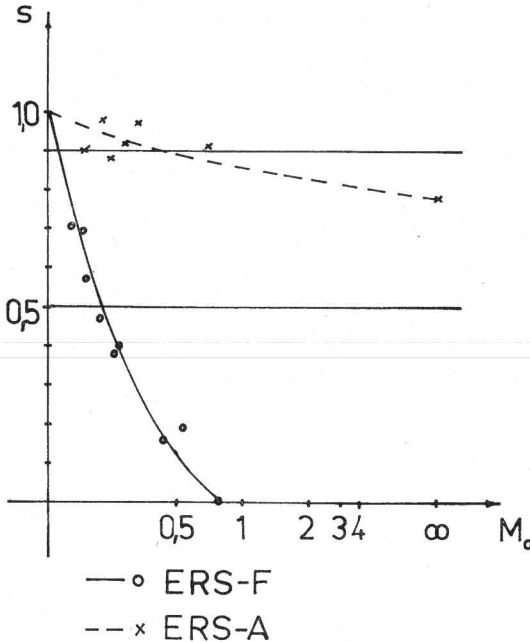


Abb. 7. Relatives Wachstum s von *Lepidium sativum* L. in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis M_0 mit ERS-F und ERS-A

Bei der Ablagerung der ASS und ERS ist neben den in Tab. 11 genannten Parametern auch auf die Lösungsmittel- und Bindemittelfreiheit zu achten. ASS und ERS sollten nur als Trockensubstanzen unter Beachtung landeskulturell optimaler Mischungsverhältnisse abgelagert werden.

6. Bestimmungsmethoden der Inhaltsstoffe der Bodensubstrate und Schadstoffe

6.1. Emballagenreinigungsabwasser (Tab. 2) und Emballagenreinigungsschlamm (Tab. 3)

Die Bestimmung der in Tab. 2 und 3 aufgeführten Inhaltsstoffe erfolgte nach den „Ausgewählten Methoden der Wasseruntersuchung“ (Autorenkollektiv 1970–76).

6.2. Bestimmung von Pb, Ti, Fe, Cr, Zn, Mg und Ba (Tab. 3)

Nach einem alkalischen Aufschluß werden die o. g. Metallionen gravimetrisch bestimmt (Müller 1968). Die Angaben beziehen sich auf die Trockensubstanz bzw. beim ERS-F auf den Eindampfrückstand.

6.3. Bestimmung von Na, K und Ca

Die Bestimmung erfolgte flammenphotometrisch mit einem Gerät der Fa. Carl-Zeiss Jena, Typ 3.

6.4. Agrochemische Parameter (Tab. 5)

Die Bestimmung der agrochemischen Kennwerte wurde in dankenswerter Weise vom Institut für Pflanzenernährung Jena, Bereich ACUB, der AdL der DDR, nach folgenden Methoden durchgeführt:

- pH-Wert: Glaselektrode in 0,1 n KCl (1:2,5) (TGL 25 418/06)
- P- und K-Werte: Doppellaktatmethode nach Egner-Riehm (TGL 25 418/07-08)
- Mg-Wert: mit CaCl_2 nach Schachtschabel (TGL 25 418/09)
- Ct-Wert: Trockenverbrennung (TGL 25 418/04)
- Nt-Wert: TGL 25 418/03
- Salzgehalt: mittels Leitfähigkeit
- T- und H-Wert: nach Schlichting und Blume (1966).

6.5. Wassergehalt

Der Wassergehalt des Bodens wurde durch mehrstündiges Trocknen bei 105 °C bis zur Massenkonstanz ermittelt.

Z u s a m m e n f a s s u n g

In vorliegender Arbeit werden Angaben über die Möglichkeit landeskulturell optimaler Methoden zur Ablagerung von Anstrichstoffresten und eines Emballagenreinigungsmittels gemacht.

Vegetationsanalysen auf einem Spülgelände für Emballagenreinigungsschlamm und Gefäßversuche mit verschiedenen Pflanzenarten und Emballagenreinigungsschlamm bzw. Anstrichstoffen (Resten) zeigen die Phytotoxizität solcher Materialien an.

Die Ergebnisse der Beobachtungen und der Pflanzenversuche weisen darauf hin, daß frische Abfallfarben und Emballagenreinigungsschlämme nur unterhalb der Wurzelzone der Vegetation abzulagern sind. Landeskulturell vorteilhaft ist die Ablagerung von Trockenmaterialien. Besonders bemerkbar macht sich die Tatsache beim Emballagenreinigungsschlamm, dessen ausgewaschene Trockenmasse bis zu einem Mischungsverhältnis von $M_0 = 0,43$ abgelagert werden können, ohne daß Wachstumsschäden auftreten.

S c h r i f t t u m

- Autorenkollektiv: Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1970-76.
- Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. Springer Verlag, Wien - New York 1964.
- Knappe, E.: Biologische Abwasserreinigung in einem Großbetrieb der Lack- und Farbenindustrie. Farbe und Lack (Hannover) 80 (1974) 103-109.
- Meyer, B., und D. Kordes: Wie umweltfreundlich sind Pulverlacke wirklich? Farbe und Lack (Hannover) 83 (1977) 997-1002.
- Müller, G.-D.: Praktikum der quantitativen chemischen Analyse. S. Hirzel Verlag Leipzig, 1968.
- Oberdorfer, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1975.
- Oberdorfer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1962.
- Passarge, H.: Die Wuchshöhe, ein wichtiges Strukturmerkmal der Vegetation. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung 18 (1978) 31-41.
- Rothmaler, W.: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD - Kritischer Band. VEB Verlag Volk und Wissen, Berlin 1976.
- Schlichting, E., und H.-P. Blume: Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1966.
- Sparfeld, R.: Zur Beseitigung von Lack- und Farbenabfall. Farbe und Lack (Hannover) 84 (1978) 138.
- Tauchnitz, J., u. a.: Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte. 2. Mitt.: Abgrenzung reiner Schadstoffdeponien zu gemischten Schadstoffdeponien. Hercynia N. F., Leipzig 16 (1979) 81-93.

- TGL 25 418/03: Fachbereichsstandard der DDR, Ausg. März 1975, Chemische Bodenuntersuchung, Bestimmung des Stickstoffs.
- TGL 25 418/04: Fachbereichsstandard der DDR, Ausg. Mai 1975, Chemische Bodenuntersuchung, Bestimmung des Gehaltes anorganischer Substanz.
- TGL 25 418/06: Fachbereichsstandard der DDR, Ausg. August 1975, Chemische Bodenuntersuchung, Bestimmung des pH-Wertes.
- TGL 25 418/07-08: Fachbereichsstandard der DDR, Ausg. Februar 1974, Nov. 1974, Chemische Bodenuntersuchungen, Bestimmung des Phosphors und des Kaliums.
- TGL 25 418/09: Fachbereichsstandard der DDR, Ausg. August 1975, Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung des Magnesiums.

Dr. rer. nat. J. Tauchnitz
Dipl.-Chem. R. Schnabel
Dipl.-Chem. D. Bense
Dipl.-Ing. Paed. V. Kunze
Dipl.-Chem. U. Wittenberg
Prof. Dr. sc. H. Hennig

Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Chemie
7010 Leipzig
Liebigstraße 18