

Aus der Sektion Pflanzenproduktion
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Standortkunde
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. sc. K. Dörter)

Die Wirkung stickstoffhaltiger Abwässer der Harnstoffindustrie auf die Entwicklung und den Ertrag ausgewählter Futterpflanzen sowie auf bodenphysikalische Eigenschaften

Von
Hubert Krause, Sabine Leister und Klaus Dörter
Mit 2 Abbildungen und 11 Tabellen
(Eingegangen am 1. Dezember 1978)

Inhalt

1.	Einleitung	273
2.	Material und Methodik	274
3.	Ergebnisse	275
3.1.	Der Einfluß stickstoffhaltiger Industrieabwässer auf das Pflanzenwachstum	275
3.1.1.	Die Keimung	275
3.1.2.	Die Pflanzenentwicklung	275
3.1.3.	Die Erträge	276
3.2.	Der Einfluß stickstoffhaltiger Industrieabwässer auf bodenphysikalische Eigenschaften	278
4.	Diskussion und Schlußfolgerungen	280
5.	Zusammenfassung	280
	Schrifttum	281

1. Einleitung

Die wasserwirtschaftliche Situation in der DDR ist durch eine sehr hohe Nutzungsrate aller verfügbaren Wasserressourcen gekennzeichnet, so daß die qualitäts- und quantitätsgerechte Wasserbereitstellung immer mehr zu einer gesamtgesellschaftlichen Aufgabe wird (Autorenkollektiv 1975, Krüger u. Schulz 1976, Miehle 1977, Rumjanzew 1977, Dörter 1977). Entscheidende ökonomische und gesellschaftliche Vorhaben der kommenden Jahrzehnte sind von der Lösung dieses Problems abhängig. Dabei gewinnt auch die zunehmende Erschließung von Industrieabwässern zur Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen an Bedeutung (Gericke u. a. 1976, Müller 1975, Schmechel 1976, Riedel 1977). In der Folge werden an Hand eines Gefäßversuches erste Ergebnisse zur Wirkung unterschiedlich zusammengesetzter und konzentrierter N-haltiger Abwässer der Harnstoffindustrie auf Pflanzen und Boden vorgestellt.

2. Material und Methodik

Zur Bewässerung dienten Industrieabwässer aus dem VEB Stickstoffwerk Piestritz. Es wurden Prozeßabwässer mit geringer Konzentration von etwa 0,009 ‰ N und das vom Betrieb als Havarieabwässer bezeichnete Abprodukt mit sehr hohem N-Gehalt von etwa 1,3 ‰ bei unterschiedlicher Verdünnung und im Wechsel mit Klarwasser als Bewässerungswasser geprüft. Eine Übersicht über die Versuchsvarianten gibt Tab. 1.

Tabelle 1. Übersicht über die Versuchsvarianten

Variante	Bewässerungswasser	Konzentration mg/l	
		N _t	NH ₄
1	Klarwasser	—	—
2	Prozeßabwässer	90	69
3	Havarieabwässer	13 000	4 400
4	Havarieabwässer im Wechsel mit Klarwasser	13 000	4 400
5	Havarieabwässer (verdünnt 1:43) ¹	300	102
6	Havarieabwässer (verdünnt 1:15) ¹	880	300
7	Havarieabwässer (verdünnt 1:7,5) ¹	1 760	600

¹ verdünnt mit Klarwasser

Auf der Grundlage einer Gesamtstickstoffbelastung des Bodens von 600 kg N/ha bei 200 mm Zusatzwasser wurde bei Variante 5 die N-Konzentration des Abwassers berechnet. Für die Verdünnungen des Havarieabwassers bei den Varianten 6 und 7 ist die zwei- und vierfache Konzentration der in der TGL 6466 Bl. 01 angegebenen höchstzulässigen NH₄-Konzentration für Bewässerungswasser berücksichtigt worden. Die Untersuchungen wurden auf einem Lehmboden aus der Elbaue durchgeführt. Die charakteristischen Kennwerte des für die Versuche verwendeten Bodens sind in den Tabn. 2 und 3 dargestellt.

Tabelle 2. Korngrößenzusammensetzung des Bodens

Grobsand	Korngrößenzusammensetzung ‰ des Feinbodens					
	Mittelsand	Feinsand	Grob-schluff	Mittel-schluff	Feinschluff	Ton
1,8	11,4	5,5	39,6	7,9	20,4	13,4

Tabelle 3. Bodenchemische Kenngrößen

P	K	mg/100 g Boden		austauschbares Ca	pH
		Mg	C _t		
0,9	3,0	20,1	1,7	410,0	6,3

Die Untersuchungen wurden mit Rotklee (Sorte Perenta), Wiesenlieschgras (Sorte Motterwitzer) und Ausdauerndem Weidelgras (Sorte Maprima) durchgeführt. Die Gefäßversuche erfolgten unter Gewächshausbedingungen. Es kamen Mitscherlich-Gefäße mit einem Fassungsvermögen von 6 l zur Anwendung. Alle Gefäße erhielten einheitlich eine Grunddüngung von 5 g N, P und K. Es wurde auf Durchlauf gegossen und durch Wägen der Gefäße wurden die Zusatzwassermengen festgestellt.

Zur Ermittlung der Wirkung N-haltiger Industrieabwässer auf das Pflanzenwachstum sind ein Keimtest, phänometrische Untersuchungen und Ertragsmessungen durchgeführt worden.

Des weiteren wurden die bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften nach der Bewässerung mit N-haltigem Industrieabwasser untersucht.

3. Ergebnisse

3.1. Der Einfluß stickstoffhaltiger Industrieabwässer auf das Pflanzenwachstum

3.1.1. Die Keimung

Die Prüfung von Industrieabwässern mit unterschiedlicher NH_4 -Konzentration auf die Keimung erfolgte in Petrischalen. Ausgehend von dem in TGL 6466 Bl. 01 zugelassenem Grenzwert wurden die NH_4 -Gehalte des Bewässerungswassers auf 200 und 250 mg/l erhöht. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 aufgeführt. Dabei wird ersichtlich, daß Ausdauerndes Weidelgras wenig, Wiesenlieschgras und Rotklee jedoch deutlicher negativ auf die steigenden NH_4 -Konzentrationen des Bewässerungswassers reagierten.

Tabelle 4. Der Einfluß von N-haltigem Industrieabwasser auf die Keimung

Bewässerungswasser	Konzentration mg/l		Anzahl gekeimter Samen %		
	NH_4	N_t	Ausdauerndes Weidelgras	Wiesenlieschgras	Rotklee
Klarwasser	—	—	100	100	100
Havarieabwasser	150	381	97,7	89,9	97,5
Havarieabwasser	200	508	97,7	.	69,5
Havarieabwasser	250	635	94,6	71,3	60,3

3.1.2. Die Pflanzenentwicklung

Bei Verwendung von unverdünntem Havarieabwasser in den Varianten 3 und 4 kam es infolge der sehr hohen NH_4 -Konzentrationen bereits 2 bis 3 Tage nach der Bewässerung zum Absterben aller Pflanzen. Für die übrigen Varianten ist die prozentuale Anzahl abgestorbener Pflanzen durch Bewässerung mit Industrieabwasser aus Tab. 5 zu entnehmen.

Tabelle 5. Anzahl abgestorbener Pflanzen bei Rotklee, Wiesenlieschgras und Ausdauerndem Weidelgras nach Bewässerung mit N-haltigem Industrieabwasser

Pflanzenart	Variante	Anzahl abgestorbener Pflanzen in %			
		Tage nach Bewässerungsbeginn			
		44	56	72	78
Rotklee	2	—	—	—	—
	5	—	—	—	—
	6	—	15,0	20,0	20,0
	7	—	80,0	80,0	80,0
Wiesenlieschgras	2	7,5	7,5	10,0	10,0
	5	—	1,5	20,0	65,0
	6	5,0	82,5	87,5	100,0
	7	40,0	95,0	100,0	
Ausdauerndes Weidelgras	2	—	—	—	—
	5	—	—	1,5	7,5
	6	—	1,5	16,5	57,5
	7	7,5	26,5	46,5	79,0

Mit zunehmender Bewässerungszeit und N-Konzentration des Abwassers erhöht sich der Anteil abgestorbener Pflanzen. Am empfindlichsten reagiert Wiesenlieschgras.

Im Verlauf der Vegetationsperiode wurden die Wuchshöhen gemessen und daraus die Wachstumsgeschwindigkeit berechnet (Tab. 6).

Tabelle 6. Der Einfluß von N-haltigem Industrieabwasser auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Rotklee, Wiesenlieschgras und Ausdauerndem Weidelgras

	Mittlere Wachstumsgeschwindigkeit in %				
	Var. 1	Var. 2	Var. 5	Var. 6	Var. 7
Rotklee					
1. Aufwuchs	100	86,5	97,3	92,9	80,2
2. Aufwuchs	100	91,6	93,7	74,1	57,9
3. Aufwuchs	100	84,0	89,3	.	.
Wiesenlieschgras					
1. Aufwuchs	100	77,7	91,7	79,2	53,0
2. Aufwuchs	100	91,6	84,9	45,2	30,3
3. Aufwuchs	100	90,4	50,4	.	.
4. Aufwuchs	100	86,3	.	.	.
Ausdauerndes Weidelgras					
1. Aufwuchs	100	88,7	110,8	102,5	64,1
2. Aufwuchs	100	97,0	102,3	74,1	41,3
3. Aufwuchs	100	117,0	61,2	.	.
4. Aufwuchs	100	134,1	.	.	.

Die Ergebnisse zeigen, daß das Ausdauernde Weidelgras am besten auf Bewässerung mit N-haltigem Industrieabwasser anspricht; es kann bei Bewässerung mit Prozeßabwasser im 3. und 4. Aufwuchs eine deutlich höhere Wachstumsgeschwindigkeit festgestellt werden. Auch bei Variante 5 ist diese Tendenz im 1. Aufwuchs vorhanden. Im weiteren Verlauf des Pflanzenwachstums kam es zu Depressionen, die vor allem auf den Varianten 6 und 7 deutlich werden.

Auch an der Ausbildung der Wurzeln ist der Einfluß zu hoher N-Konzentrationen des Industrieabwassers insbesondere bei den Varianten 5, 6 und 7 zu erkennen. In den Abbn. 1 und 2 ist die Wurzelbildung von Rotklee und Ausdauerndem Weidelgras bei der Variante 5 dargestellt. Auf ähnliche Erscheinung der Wurzelbeeinflussung durch Stickstoff weisen die Arbeiten von Chaurasia u. Rathore (1975) sowie Schuurman u. Knot (1974) hin.

3.1.3. Die Erträge

Der Einfluß der Bewässerung mit N-haltigem Industrieabwasser auf die Entwicklung der Pflanzen spiegelt sich in den Ertragsmefwerten wider, wie die Frischmasseerträge erkennen lassen (Tab. 7). Es zeigte sich, daß durch Bewässerung mit Prozeßabwasser bei allen drei Pflanzenarten mit Ausnahme des 3. und 4. Schnittes bei Ausdauerndem Weidelgras niedrigere Erträge erzielt worden sind. Durch Bewässerung mit Havarieabwasser kommt es bei den angewendeten Konzentrationen und unter den gegebenen Versuchsbedingungen mit steigender N-Konzentration im Abwasser und mit zunehmender Wachstumszeit zur deutlichen Abnahme der Erträge.

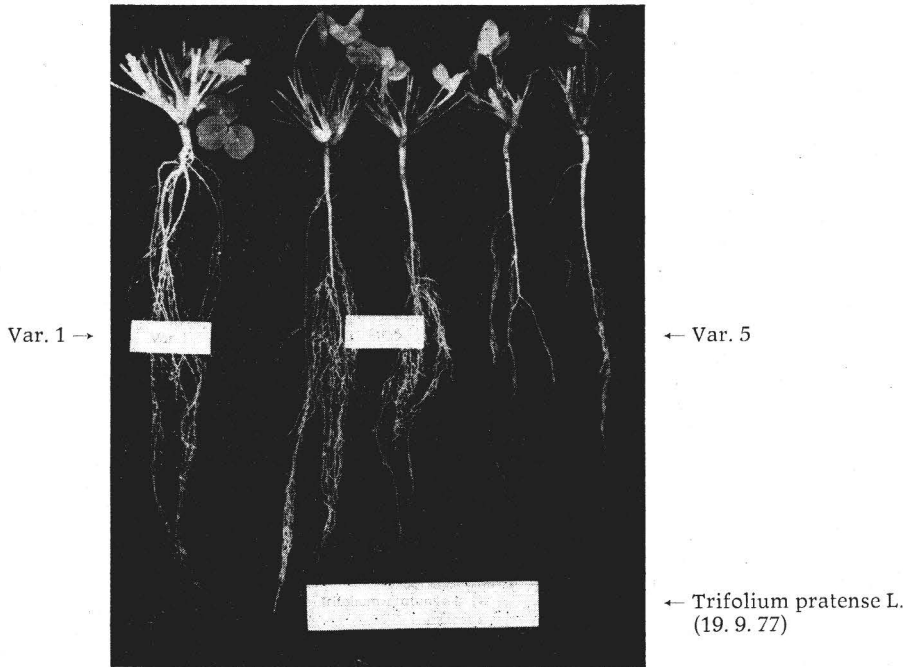


Abb. 1. Der Einfluß von stickstoffhaltigem Industrieabwasser auf die Wurzel-
ausbildung von Rotklee

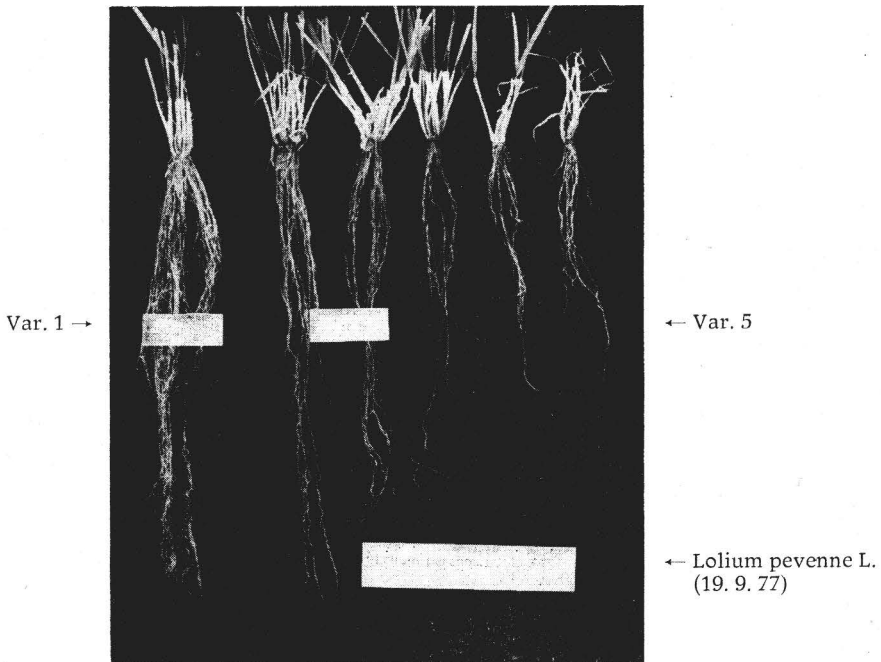


Abb. 2. Der Einfluß von stickstoffhaltigem Industrieabwasser auf die Wurzel-
ausbildung von Ausdauerndem Weidelgras

Tabelle 7. Relative Frischmasseerträge bei Rotklee, Wiesenlieschgras und Ausdauerndem Weidelgras nach Bewässerung mit N-haltigem Industrieabwasser

	Frischmasseertrag in %				
	Var. 1	Var. 2	Var. 5	Var. 6	Var. 7
Rotklee					
1. Schnitt	100	74,2++	87,0	65,3+	44,0++
2. Schnitt	100	89,0	102,0	46,1+++ (+++)	6,2+++ (+++)
3. Schnitt	100	66,9+++ (+++)	46,0+++	—	—
Wiesenlieschgras					
1. Schnitt	100	55,6+++ (+++)	124,1+++ (+++)	64,8+++ (+++)	18,5+++
2. Schnitt	100	66,4+++ (+++)	32,3+++ (+++)	1,7+++ (+++)	0,1+++
3. Schnitt	100	76,6 (++)	10,3+++	—	—
4. Schnitt	100	74,8	—	—	—
Ausdauerndes Weidelgras					
1. Schnitt	100	68,4+++ (+++)	132,9+++ (+++)	93,6 (++)	20,8
2. Schnitt	100	96,6 (++)	55,5+++ (+++)	18,7 (+)	5,1
3. Schnitt	100	162,0+++ (+++)	80,9	—	—
4. Schnitt	100	240,0+++	—	—	—

() Signifikanz im Vergleich zur nächst höheren Variante

3.2. Der Einfluß stickstoffhaltiger Industrieabwässer auf bodenphysikalische Eigenschaften

In einer parallel zu den beschriebenen Vegetationsversuchen angelegten Untersuchungsreihe ohne Pflanzenbestand wurden bei einheitlichen Wassergaben auf den Varianten 1 bis 4 das Wasservolumen, die Saugspannung, die Durchlässigkeit, der Eindringwiderstand und die Scherfestigkeit des Bodensubstrates ermittelt. Die im Druckmembranapparat erzielten Ergebnisse der Saugspannungs-Wassergehalts-Kurve in den pF-Bereichen von 1,7 bis 3,0 weist Tab. 8 aus. Mit zunehmender N-Konzentration im Abwasser nimmt das Vermögen des Bodens, Wasser in den pflanzenverfügbaren Saugspannungsbereichen zu speichern, ab.

Tabelle 8. Mittleres Wasservolumen in Masseprozent bei den Varianten 1 bis 4

Variante	Bodentiefe in cm					
	pF 1,7	0 bis 5			5 bis 10	
		pF 2,5	pF 3,0	pF 1,7	pF 2,5	pF 3,0
1	34,2	38,4	38,5	45,9	41,8	41,1
2	44,9	41,0	40,2	48,2	43,1	42,0
3	56,2	51,8	51,0	58,3	55,6	53,8
4	59,0	54,6	53,0	60,1	55,8	54,4

Die Beeinträchtigung der Porosität bei extremer Belastung des Bodens durch unterschiedlich hoch konzentrierte N-haltige Industrieabwässer verdeutlichen die Kf-Werte in Tab. 9. Danach verringert sich in der Zeiteinheit die vertikale Wasserdurchlässigkeit (Methode Schönberg) von der Variante 1 zur Variante 4 deutlich.

Tabelle 9. Mittlere vertikale Wasserdurchlässigkeit der Varianten 1 bis 4

Variante	Bodentiefe in cm	
	0 bis 5 Kf in cm/s	5 bis 10 Kf in cm/s
1	36,1	23,6
2	24,3	10,4
3	5,4	5,1
4	6,5	6,2

Unter Beachtung der negativen Korrelation zwischen der Bodenfeuchte einerseits und dem Abscherwiderstand (Methode Lindner) sowie dem Eindringwiderstand (Methode Borisch) andererseits nehmen die ermittelten Werte in den Tabn. 10 und 11 auf Grund der gefundenen Ergebnisse bei der pF- und Kf-Bestimmung von der Var. 1 zur Var. 4 deutlich ab.

Tabelle 10. Mittlerer Abscherwiderstand bei den Varianten 1 bis 4

Variante	Abscherwiderstand in N/cm		
	Bodentiefe in cm		\bar{x}
	0 bis 5	5 bis 10	
1	0,9	1,1	1,0
2	1,4	1,5	1,4
3	0,7	0,4	0,6
4	0,3	0,4	0,4

Tabelle 11. Mittlerer Eindringwiderstand bei den Varianten 1 bis 4

Bodentiefe in cm	Eindringwiderstand in N/cm			
	Variante			
	1	2	3	4
1	9,0	7,8	7,8	7,2
2	10,8	9,0	8,4	7,2
3	10,8	9,6	7,8	7,2
4	10,8	9,6	7,2	6,6
5	10,8	9,6	7,2	6,6
6	10,8	9,6	7,2	7,2
7	10,8	9,6	7,2	7,2
8	10,8	9,6	7,2	7,2
9	10,2	9,6	7,2	7,2
10	10,2	9,6	7,2	7,2
11	10,2	9,6	7,2	7,2
12	10,2	9,6	7,2	8,4
13	10,2	9,6	7,8	8,4
\bar{x}	10,4	9,4	7,4	7,3

4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Bei der Beurteilung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse über die Wirkung N-haltiger Abwässer aus der Harnstoffindustrie auf Pflanzen und Boden ist zu berücksichtigen, daß es sich hierbei um erste Beobachtungen handelt und diese in vitro bei sehr hoher Abwasserbelastung ermittelt wurden.

Im Verlauf der Untersuchungen zeigte es sich, daß Havarieabwasser mit hoher N-Konzentration als Bewässerungswasser ungeeignet ist. Das Prozeßabwasser brachte bei Ausdauerndem Weidelgras im 3. und 4. Aufwuchs gegenüber der Klarwasser-variante Mehrerträge. Im Vergleich zum Wiesenlieschgras und zum Rotklee reagierte das Weidelgras auf die Belastung mit N-haltigem Industrieabwasser aus der Harnstoffproduktion am günstigsten. Eine Bestimmung der pflanzlichen Inhaltsstoffe war auf Grund der geringen Frischmasseeerträge auf den Varianten nicht möglich. Die vorliegenden Ernteergebnisse bestätigen bei allen untersuchten Pflanzenarten die Aussage des Keimtestes, daß NH_4 -Konzentrationen von 200 bis 150 mg/l bei der Verwendung N-haltiger Industrieabwässer als Beregnungswasser anzustreben sind (Müller 1974, Nyeki u. Meszros 1967, Wöss 1971, Wotzka 1968).

Die Zunahme der Stickstoffkonzentration im Beregnungswasser bewirkte eine bodenstrukturmäßig ungünstige Veränderung der pF- und Kf-Werte. Bemerkenswert ist, daß diese Tendenz schon nach einem relativ kurzen Untersuchungszeitraum deutlich wird und somit Schlüsse hinsichtlich der Langzeitwirkung der untersuchten Abwasserkomponenten auf den Boden zuläßt. Die besonders auf den Varianten 3 und 4 nachgewiesene Verminderung des Makro- und Mesoporenanteils ergab zwangsläufig eine ungünstige Wasserführung.

Da die Scherfestigkeit des Bodens neben der Textur und der Lagerdichte auch vom Wassergehalt sowie von der Porosität bestimmt wird, erklärt sich der Zusammenhang zwischen den Resultaten der pF- und Kf-Bestimmung und der Aussage über die Entwicklung des Wasservolumens. Dabei ist die Feststellung von Benkenstein und Lindner (1969) zu beachten, daß für schwere Böden bei steigendem Bodenwassergehalt ein besonders starkes Absinken der Scherfestigkeit zu beobachten ist. Die geringe Scherfestigkeit bei den Varianten 3 und 4 unterstreicht die Tendenz zu einer für die Pflanzen ungünstigen Bodenstruktur in Abhängigkeit von der Intensität der Belastung durch das Abwasser.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Versuchsergebnisse bietet sich z. Z. für die Verwendung hoch belasteter N-haltiger Industrieabwässer als Beregnungswasser nur eine Verringerung der Konzentration im pflanzenunschädlichen Bereich durch den Verschnitt mit Klarwasser an. Für die Verwendung N-haltiger Industrieabwässer aus der Harnstoffproduktion als Bewässerungswasser ist jedoch die weitere Klärung folgender, noch unzureichend bearbeiteter Probleme notwendig:

- Ermittlung der für Pflanzen und Boden optimalen N- und NH_4 -Konzentrationen im Abwasser;
- Auswirkung der N-Abwässer auf die pflanzlichen Inhaltsstoffe;
- Langzeitwirkung auf die chemisch-physikalischen Eigenschaften verschiedener Böden und auf das Grundwasser;
- Einfluß der Abwässer auf die Bodenbiologie.

5. Zusammenfassung

In Gefäßversuchen wurde der Einfluß von stickstoffhaltigen Industrieabwässern unterschiedlicher Konzentration auf die Entwicklung und den Ertrag von Ausdauerndem Weidelgras, Wiesenlieschgras und Rotklee sowie auf bodenphysikalische Eigenschaften untersucht. Ertragsmäßig am empfindlichsten reagierte das Wiesenlieschgras gefolgt von Rotklee auf

die sehr hohe Belastung des Bodens mit N-haltigem Industrieabwasser. An der Wurzel-
ausbildung ist der Einfluß hoher N-Gehalte des Abwassers ebenfalls erkennbar. Positive
Tendenzen der Ertragsgestaltung zeigten sich bei der Bewässerung von Ausdauerndem
Weidelgras. Die teilweise sehr hohe Belastung des Bodens mit N-haltigen Industrieabwäs-
sern veränderte eine Reihe für die Pflanzenproduktion entscheidender bodenphysikalischer
Merkmale. Die Möglichkeit der Verwendung von N-haltigen Industrieabwässern aus der
Harnstoffproduktion, die mit Klarwasser verdünnt werden, ist weiter zu prüfen.

S c h r i f t t u m

- Autorenkollektiv: Wasser und Umweltschutz. Vorträge zum Berg- und Hüttenmännischen
Tag in Freiberg 1975
- Benkenstein, H., und M. Lindner: Scherfestigkeit, innere Reibung und Reibung Boden –
Metall verschiedener Bodenarten in Abhängigkeit vom Wassergehalt. *Thaer Arch.* **13**
(1969) 351
- Chaurasia, L. C., und S. J. Rathore: Inhibition of root elongation and root initiation by urea.
Indian J. exper. Biol. New Delhi **13** (1975) 5, 516–517
- Dörter, K.: Einige Hinweise zur intensiven landwirtschaftlichen Produktion in Trinkwasser-
schutzgebieten am Beispiel des Einzugsgebietes der Rappbodetsperre im Harz. *Hercy-
cynia Leipzig* **14** (1977) 264–271
- Gericke, D. u. a.: Meliorations- und Bewässerungsmaßnahmen für die vom Braunkohlentage-
bau beeinflussten landwirtschaftlichen Nutzflächen der DDR. *Wiss.-techn. Inform. Melior-
Wesen Bad Freienwalde* 1976, H. 44
- Krüger, W., und F. Schulz: Stand und Bedeutung der Abwasserbodenbehandlung in der DDR.
Wasserwirtsch. – Wassertechn. Berlin **26** (1976) 8, 266–268
- Müller, H.: Untersuchungen zur Aufnahme und zum Metabolismus von Phenol in Nahrungs-
pflanzen. *Z. Pflanzenernährung u. Bodenkunde Weinheim* (1975) 471–481
- Müller, P.: Studie über Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Nutzung N-haltiger Abwässer
der Düngemittelfabrik des VEB Petrolchemischen Kombines Schwedt. *F/E-Bericht*
Humb. Univ. Berlin 1974
- Miehke, R.: Die Verantwortung der Wasserwirtschaft für die Sicherung des Bewässerungs-
programmes. *Wasserwirtsch. – Wassertechn.* Berlin **27** (1977) 271–272
- Nyeki, J., und K. Meszros: Die Ergebnisse dreijähriger Bewässerungsversuche mit NH_4 - und
phenolhaltigen Industrieabwässern. *Jahresber. wiss. Zusammenarbeit zwischen soz.
Ländern, Forsch.-Aust. Wasserwirtsch.* Budapest (1967) 83–93
- Riedel, W.: Ergebnisse von kleintechnischen Untersuchungen zur bakteriellen Nitrifikation
harnstoff- und ammoniumhaltiger Industrieabwässer. *Wasserwirtsch. – Wassertechn.*
Berlin **27** (1977) 60–62
- Rumjanzew, A.: Erste UNO-Weltkonferenz über Wasserressourcen. *Intern. Z. der Landwirt-
schaft Moskau/Berlin* **21** (1977) 505–508
- Schmechel, W.: Einsatz von Abwässern der kohleveredelnden Industrie zur landwirtschaft-
lichen Pflanzenproduktion auf der Kippe Spreetal. *Nachr. Mensch – Umwelt Berlin* **4**
(1976) 74–79
- Schuurman, J. J., und L. Knot: The effect of nitrogen on the root and shoot development of
Lolium multiflorum var. *westerwoldicum*. *Neth. J. agric. Sci.* **22** (1974) 82–88
- Wöss, W.: Untersuchungen zur Anwendung von NH_3 -haltigem Beregnungswasser auf Weiden.
Dipl.-Arb. Friedrich Schiller Univ. Jena 1971
- Wotzka, J.: Untersuchungen an technischen NH_3 -Starkwässern im Hinblick auf deren land-
wirtschaftliche Verwendung. *Diss. Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss.* Berlin 1968
- TGL 6466 Bl. 01 Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Güteanforderungen an das
Bewässerungswasser. VEB Ing.-Büro Meliorationen Bad Freienwalde 1970

Prof. Dr. sc. K. Dörter

Dr. H. Krause

Dr. S. Leister

MLU Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

Wissenschaftsbereich Standortkunde

DDR - 402 H a l l e / Saale

Ludwig-Wucherer-Straße 2