

potato cyst nematodes and measured degrees of susceptibility (resistance) of resistant potato cultivars and between this density and cyst content in the new generation. *Nematologica* **30**, S. 66–76.

STELTER, H., 1983: Zur Konkurrenz von *Globodera rostochiensis* (Woll.), (Pathotyp 1) mit *G. pallida* (Stone), Pathotyp 77, an Kartoffeln unterschiedlicher Resistenzeigenschaften. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz, Berlin*, **19**(6), S. 381–389.

STELTER, H. und J. SAGER, 1986: Die Auswirkungen des Befalls von *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923, Pathotyp 1, an Kartoffelsämlingen und von *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871, an Zuckerrübensämlingen. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz, Berlin*, **22**(1), S. 57–64.

STONE, A. R., 1973: *Heterodera pallida* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* **18**, S. 591–606.

TRUDGILL, D. L. und L. M. COTES, 1983a: Tolerance of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*) in relation to the

growth and efficiency of the root system. *Ann. appl. Biol.* **102**, S. 385–397.

TRUDGILL, D. L. und L. M. COTES, 1983b: Differences in the tolerance of potato cultivars to potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*) in field trials with and without nematicides. *Nematologica* **102**, S. 373–384.

VAN DEN BRANDE, J., R. H. KIPS und J. D'HERDE, 1956: Survey of the results of four years experiments on the chemical control of the potato root eelworm. *Nematologica* **1**(2), S. 81–87.

WEISCHER, B., 1985: Entwicklungstendenzen bei der Abwehr von Nematodenschäden. *Mitt. Biol. Bundesanst. (Berlin-Dahlem)*, Heft 226, S. 13–30.

WHITEHEAD, A. G., 1973: Control of cyst-nematodes (*Heterodera* spp) by organophosphates, oximcarbarnates and soil fumigants. *Ann. appl. Biol.* **75**, S. 439–479.

WHITEHEAD, A. G., o. A.: Chemical control of potato cyst-nematode. *ARC Research Review* **1**(1), 7 S.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzbd., **40** (6/7), S. 106–112, 1988, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für ökologische Chemie, Berlin-Dahlem

Schwermetallgehalte verschiedener Gemüsepflanzen und Möglichkeiten zu deren Verminderung durch ackerbauliche Maßnahmen – Teilergebnisse aus Freilandversuchen*)

Contents of heavy metals in different vegetables and possibilities for their reduction by agricultural measures – partial results of field trials

Von H.-O. Leh (unter Mitarbeit von H. Schädel)

Zusammenfassung

In einem Freilandversuch auf einem schwermetallbelasteten Standort im Raum Stolberg (Rhld.) wurde nachgewiesen, daß die Pflanzenverfügbarkeit von bodenbürtigem Blei, Cadmium und Zink durch bestimmte Bodenbehandlungsmaßnahmen vermindert und die Schwermetallbelastung von Gemüsepflanzen auf diese Weise reduziert werden kann.

Über die Belastungsverminderung durch Anheben des pH-Wertes (Aufkalken) hinaus wurden weitere zusätzliche Minderungen durch hohe Phosphatgaben – zum Teil in Verbindung mit Bodenverbesserungsmitteln auf Silikatbasis – erzielt. Die günstigsten Auswirkungen im Sinne der Versuchsfragestellung ergaben sich aus der Anwendung von Ionenaustauschern auf Kunstharzbasis, mit zeitlicher Verzögerung bewirkten indessen auch Kalium-Magnesium-Phosphat (und KMgP + Silikat) ähnlich starke Minderungen der Schwermetallgehalte.

Die verschiedenen Versuchspflanzen zeigten erhebliche Unterschiede in ihrem Aufnahmeverhalten sowie unterschiedlich starke Reaktionen auf die Bodenbehandlungsmaßnahmen. Wurzelgemüse ließen im Vergleich zu Blatt- und Sproß-

gemüse deutlich stärker ausgeprägte Aufnahme- und Anreicherungstendenzen gegenüber den bodenbelastenden Schwermetallen erkennen.

Summary

In a field trial carried out at a site with heavy metal soil load in the Stolberg area (Rhineland) the plant availability of lead, cadmium, and zinc became markedly reduced by certain measures of soil management; in this way it was possible to decrease the contents of toxic heavy metals within the test plants (esp. vegetables) to a considerable degree.

Exceeding the diminishing effect of increasing soil reaction by liming, applications of high rates of phosphates, partly in combination with silicatic soil adjuvants, resulted in additional decreases of heavy metal contents in plants. Application of ion exchangers on the basis of synthetic resins was most effective in decreasing the heavy metal contents, however, potassium-magnesium-phosphate (esp. in combination with silicate) produced nearly equally good effects after a longer hold-up-time, i.e. during the 2nd and 3rd year after application.

The various test plants indicated considerable differences in their uptake patterns with respect to different heavy metals as well as regarding to the diminishing effects of soil treatments.

Compared with leaf and/or sprout vegetables root crops indicated markedly pronounced tendencies in their uptake and accumulation patterns for soil contaminating metals.

Im Rahmen des Bodenschutzprogramms der Bundesregierung stellt u. a. die Sanierung von Altlastenstandorten eine wesentliche Aufgabe dar. Hierzu gehört die Suche nach Mög-

*) Herrn Präsidenten Professor Dr. G. SCHUHMANN zum 65. Geburtstag gewidmet.

lichkeiten zur Melioration schwermetallbelasteter Flächen durch Maßnahmen, die geeignet sein können, die Pflanzenverfügbarkeit im Boden angereicherter Schwermetalle so weit zu reduzieren, daß ein normales Pflanzenwachstum ermöglicht wird und darüber hinaus die Anreicherung toxischer Schwermetalle in Nahrungs- und/oder Futterpflanzen in tolerierbaren Grenzen gehalten werden kann.

Der Raum Stolberg (Rhld.) gehört zu den durch die Schwermetalle Blei, Cadmium und Zink am stärksten belasteten Regionen in der Bundesrepublik Deutschland; hierfür sind sowohl die geologischen Verhältnisse als auch (insbesondere) anthropogene Ursachen (jahrhundertelange Blei- und Zinkerzgewinnung und -verhüttung, Abwehungen schwermetallhaltiger Stäube von Abraumhalden usw.) verantwortlich (SCHNEIDER 1982, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales NRW 1983, KÖNIG u. KREMER 1985).

Die ehemalige Fachgruppe für nichtparasitäre Pflanzenkrankheiten in der Abteilung für ökologische Chemie der Biologischen Bundesanstalt hat sich zunächst anhand von Gefäßversuchen unter Verwendung belasteter Böden aus dem Stolberger Gebiet mit der Prüfung von Möglichkeiten befaßt, durch Bodenbehandlungsmaßnahmen verschiedener Art die Mobilität der Schwermetalle und deren Pflanzenverfügbarkeit zu vermindern; die dabei erhaltenen positiven Ergebnisse (LEH 1986) gaben Veranlassung, in den Jahren 1982/83 bis 1985 mit finanzieller Förderung durch das Umweltbundesamt auf zwei Freilandversuchsflächen im Raum Stolberg die Wirksamkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen unter den dortigen Standortbedingungen zu überprüfen. Dies erschien insbesondere auch deshalb notwendig, weil im Raum Stolberg auch heute noch akute Immissionsbelastungen durch die Tätigkeit metallverarbeitender Betriebe vorhanden sind, deren Ausmaß

zwar durch Maßnahmen seitens der Emittenten rückläufig geworden ist, die aber noch immer eine nicht zu vernachlässigende Belastungsquelle darstellen.

Versuchsdurchführung - Analysenverfahren

Für die Anlage und Durchführung der Freilandversuche waren von der Stadt Stolberg (Rhld.) zwei Flächen in einer Größe von je ca. 3000 m² zur Verfügung gestellt worden. Beide Flächen waren bis dahin langfristig als Grünland- bzw. Weideflächen genutzt.

Angesichts des Umfangs der vorliegenden Ergebnisse kann in diesem Beitrag nur über Teilergebnisse berichtet werden, wie sie auf der Versuchsfläche in Stolberg-Breinigerberg erzielt wurden.

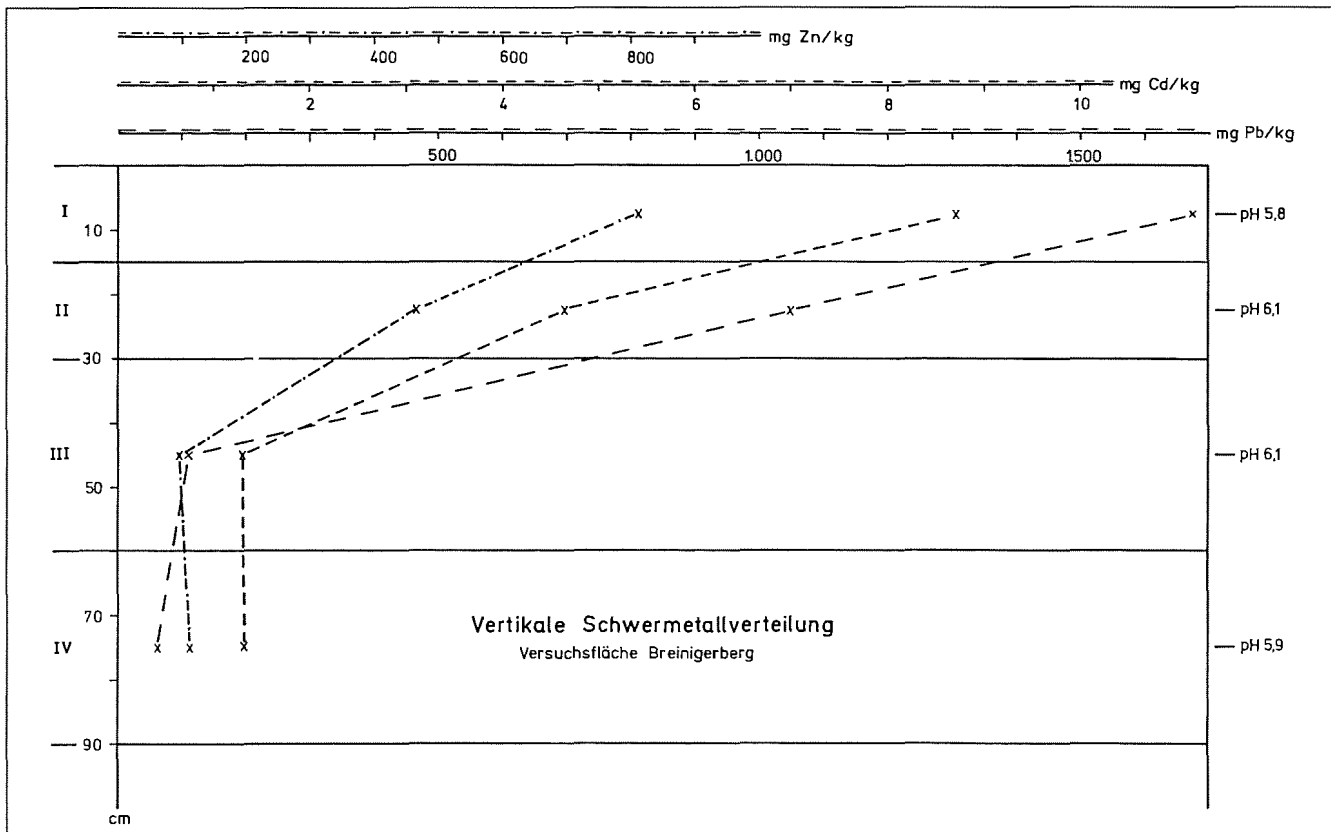
Die Versuchsanlage in Breinigerberg umfaßte eine Gesamtfläche von 49,5 × 62 m = 3069 m². Sie besitzt eine leichte Hanglage in W-O-Richtung, was jedoch für die Versuchsdurchführung selbst keine Beeinträchtigung darstellte.

Die vertikale Schwermetallverteilung im Profil zeigte die höchsten Gehalte in der oberen Bodenschicht; dies – zusammen mit dem starken Abfall der Gehalte mit zunehmender Tiefe (vgl. Abb. 1) – läßt eindeutig den Schluß auf eine anthropogene Belastungsursache mittels Beaufschlagung durch schwermetallhaltige Stäube zu.

Für die Herrichtung als Versuchsfläche für das Vorhaben wurde sie bis zu einer Tiefe von ca. 60 cm tiefgepflügt/rigolt, um eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Schwermetallgehalte (und zugleich eine Verdünnung im Oberboden) zu erreichen.

Die Bodencharakteristika, Nährstoff- und Schwermetallgehalte sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Abb. 1. Vertikale Schwermetallverteilung und pH-Werte im Profil der Versuchsfläche Stolberg-Breinigerberg (1983; vor der Bodenbearbeitung)



Nach dem Tiefpflügen/Rigolen wurde die Parzelleneinteilung und Ausbringung/Einarbeitung der verschiedenen Bodenbehandlungsmittel vorgenommen und diese in Ackerkrumentiefe eingefräst. Die Einzelheiten der Versuchs-/Behandlungsmaßnahmen sind der Tabelle 2 zu entnehmen; es handelt sich hierbei jedoch – wie schon oben erwähnt – nur um einen Teil der (insgesamt 20) verschiedenen Behandlungsmaßnahmen/-kombinationen.

Als Versuchspflanzen wurden zahlreiche verschiedene, überwiegend Gemüsepflanzen verwendet; auch diesbezüglich können im Rahmen dieses Beitrages nur ausgewählte, als weitgehend repräsentativ anzusehende Ergebnisse beispielhaft berücksichtigt werden.

Da – wie auf einer Feldversuchsfläche dieser Größe nicht anders zu erwarten – gewisse Schwankungen der Schwermetallgehalte vorlagen, sind die Cd-, Pb- und Zn-Gehalte der den Versuchsgliedern (Vgl) 1 bis 7 zugeordneten Parzellen sowie die nach der Ca-Zugabe ermittelten pH-Werte in der Tabelle 3 in Abhängigkeit von der maximal durchwurzelten Bodentiefe gesondert aufgeführt.

Die verschiedenen Prüfglieder waren in jeweils vierfacher Wiederholung über die Versuchsfläche verteilt.

Im Zeitpunkt der jeweiligen Erntereife wurden aus dem mittleren Bereich der einzelnen Parzellen Untersuchungsproben entnommen (jeweils mindestens 500 g Frischmasse), in Beutel aus Polyäthylen verpackt und zur weiteren Verarbeitung = Vorbereitung für die nachfolgenden quantitativ-chemischen Analysen nach Berlin verbracht. Hier wurden die Proben gründlich gewaschen (Wurzelfrüchte geputzt und gewaschen), um anhaftende Staub- und Bodenbestandteile zu entfernen. Die bei 105 °C getrockneten Proben wurden gemahlen und mittels Atomabsorptions-Spektalanalyse auf ihre Gehalte an Blei, Cadmium und Zink quantitativ analysiert.

Die Bestimmung des Cadmiums erfolgte mittels der Graphitrohrtechnik, die Bleibestimmung mit Hilfe der Flammen-AAS. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit und Richtigkeit der Analysenergebnisse wurden das Standardadditionsverfahren angewendet sowie Standardsubstanzen des National Bureau of Standards eingesetzt. *)

Ergebnisse

Aufnahme-/Akkumulationsverhalten der verschiedenen Versuchspflanzen

Wie aufgrund früherer Untersuchungsergebnisse (auch anderer Autoren) zu erwarten, wiesen die verschiedenen in den Versuchen verwendeten Gemüsepflanzen erhebliche Unterschiede in ihrem Aufnahme-/Anreicherungsverhalten gegenüber den untersuchten bodenbürtigen Schwermetallen auf.

Tabelle 4 enthält hierfür eine Reihe von Beispielen, wobei nur die Gehalte der Pflanzen auf den unbehandelt gebliebenen Kontrollparzellen berücksichtigt wurden, wie sie in den Proben des Versuchsjahres 1983 ermittelt worden sind.

Es zeigt sich zunächst, daß alle untersuchten Wurzelgemüse ein ausgeprägtes Aufnahme- und Akkumulationsvermögen insbesondere für Cadmium, aber auch ein hohes Aufnahmevermögen für Zink und vergleichsweise Blei besitzen.

Die Cd-Gehalte der Wurzelgemüse bewegen sich sämtlich auf einem hohen Niveau; besonders hervorstechend ist das sehr stark ausgeprägte Aufnahme- und Akkumulationsvermögen beim Knollensellerie, das sich sowohl in den Knollen als auch in den Blättern widerspiegelt. Bei allen untersuchten Wurzelgemüsen waren die Cd-Gehalte der Blätter stets deut-

*) Sämtliche Schwermetallanalysen wurden von Dr. Schönhard und seinen Mitarbeiterinnen durchgeführt.

Tab. 1. Bodencharakteristika der Versuchsfläche Stolberg-Breinigerberg

Ton:	\bar{x} 5,1 % (4,4–5,5)
Schluff (ges.):	\bar{x} 74,3 % (74,0–74,7)
Sand (ges.):	\bar{x} 20,5 % (20,2–20,9)
Bodenart: sandiger Schluff (sU)	
pH:	\bar{x} 5,74 (5,43–6,0)
Humus:	\bar{x} 4,7 % (4,3–5,1)
Gesamt-N:	\bar{x} 0,24 % (0,21–0,26)
Phosphor:	\bar{x} 12,3 mg P ₂ O ₅ /100 g (7–19)
Kalium:	\bar{x} 8,7 mg K ₂ O/100 g (8–9)
Magnesium:	\bar{x} 15,0 mg Mg/100 g (10–25)
Schwermetalle:	Gesamt (Königswasseraufschl.) Im Auszug mit 2n HCl
Blei	\bar{x} 1649 mg/kg (1615–1682) \bar{x} 1310 mg/kg (1215–1475)
Cadmium	\bar{x} 7,45 mg/kg (7,4–7,5) \bar{x} 6,24 mg/kg (4,93–7,0)
Zink	\bar{x} 2010 mg/kg (1945–2075) \bar{x} 743 mg/kg (680–848)

Tab. 2. Freilandversuch Stolberg-Breinigerberg, Versuchs-/Behandlungsplan

Versuchsglied	Bodenbehandlung
1	ohne (Kontrolle)
2	30 dt CaCO ₃ /ha = 16,7 dt CaO/ha
3	Ca wie Vgl 2 + 600 kg P ₂ O ₅ /ha als Superphosphat
4	Ca u. P wie Vgl 3 + 60 dt Agrosil A (Portil)/ha
5	Ca wie Vgl 2 + 600 kg P ₂ O ₅ /ha als Agrosil LR
6	Ca wie Vgl 2 + 600 kg P ₂ O ₅ /ha als Kalium-Magnesium-Phosphat (+ 400 kg K ₂ O/ha + 340 kg MgO/ha)
6a	Ca u. P wie Vgl 6 + 60 dt Agrosil A (Portil)/ha
7	Ca wie Vgl 2 + 0,95 kg Lewatit/m ² *) (OC 1029/1030/1034 = 2:2:1)

*) Dosierung lt. „Techn. Informationen“ des Herstellers (BAYER AG) auf Basis der in 2n HCl löslichen Schwermetallgehalte

Tab. 3. pH-Werte, Cadmium-, Blei- und Zinkgehalte im Boden der Versuchspartellen

Versuchsglied	pH (CaCl ₂)		Cd (mg/kg)*		Pb (mg/kg)*		Zn (mg/kg)*	
	0–15 cm	0–30 cm	0–15 cm	0–30 cm	0–15 cm	0–30 cm	0–15 cm	0–30 cm
1	5,47	5,57	6,33	5,40	1513	1472	787	758
2	6,33	5,99	6,0	5,07	1373	1317	780	717
3	6,20	5,91	5,55	4,93	1415	1359	770	675
4	6,43	6,18	6,2	5,63	1358	1341	778	768
5	6,55	6,40	6,0	5,38	1323	1260	780	680
6	6,28	5,99	7,0	5,90	1350	1291	690	684
6a	6,45	6,21	7,45	6,73	1388	1376	793	741
7	6,58	6,45	7,25	6,43	1263	1249	775	719

*) im Auszug mit 2 nHCl

Tab. 4. Cadmium-, Zink- und Bleigehalte und Transferkoeffizienten in verzehrfähigen Teilen von Gemüsepflanzen (unbehandelte Kontrollparzellen), Freilandversuch Stolberg-Breinigberg, Vegetationsperiode 1983

Pflanzenart, Pflanzenteil	Cadmium mg/kg TS	Transfer- koeffizient	Zink mg/kg TS	Transfer- koeffizient	Blei mg/kg TS	Transfer- koeffizient	
Knollensellerie:	Blätter	17,47	2,76	634	0,81	49,7	$3,3 \cdot 10^{-2}$
	Knollen	11,12	1,76	334	0,43	14,4	$0,95 \cdot 10^{-2}$
Rote Bete:	Blätter	10,5	1,66	990	1,26	85,8	$5,7 \cdot 10^{-2}$
	Rüben	4,78	0,755	585	0,74	43,5	$2,9 \cdot 10^{-2}$
Kohlrabi:	Blätter	8,89	1,40	699	0,89	7,3	$0,48 \cdot 10^{-2}$
	Knollen	1,93	0,305	267	0,34	2,2	$0,15 \cdot 10^{-2}$
Karotten:	Kraut	8,47	1,34	353,5	0,45	38,0	$2,5 \cdot 10^{-2}$
	Rüben	4,82	0,76	147	0,19	32,6	$2,2 \cdot 10^{-2}$
Möhren:	Kraut	6,94	1,10	351	0,45	23,7	$1,6 \cdot 10^{-2}$
	Rüben	3,96	0,625	104	0,13	10,9	$0,72 \cdot 10^{-2}$
Kohlrüben:	Blätter	5,66	0,89	401,5	0,51	7,6	$0,5 \cdot 10^{-2}$
	Rüben	2,5	0,395	257	0,33	12,1	$0,8 \cdot 10^{-2}$
Küchenzwiebeln:	Lauch	4,23	0,67	211	0,27	8,2	$0,54 \cdot 10^{-2}$
	Zwiebeln	1,19	0,19	124,5	0,16	1,5	$0,1 \cdot 10^{-2}$
Freilandgurken:	Blätter	7,78	1,23	683	0,89	68,4	$4,5 \cdot 10^{-2}$
	Gurken	1,27	0,20	159	0,20	5,5	$0,36 \cdot 10^{-2}$
Grünkohl:	Blätter	2,20	0,35	319	0,41	3,5	$0,2 \cdot 10^{-2}$
Rotkohl:	Köpfe	1,21	0,19	150	0,19	0,41	$0,3 \cdot 10^{-3}$

lich höher als die der Wurzeln bzw. Rüben, gleiches gilt für Kohlrabi hinsichtlich der Cd-Verteilung zwischen Blättern und (Hypokotyl-)Knollen.

Das Ausmaß der Cd-Belastung der Versuchspflanzen war insofern etwas überraschend, als die Bodenbelastung der Versuchsfäche mit Cadmium nur etwa das Doppelte (in stärker belasteten Teilbereichen maximal das Dreifache) der sog. „tolerierbaren Höchstgehalte“ (nach KLOKE) erreicht. Hierbei ist sicherlich der relativ niedrige pH-Wert des Bodens der Kontrollparzellen von wesentlicher Bedeutung; es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß insbesondere die höheren Cd-Gehalte der Blätter wenigstens teilweise auch durch Oberflächenkontamination zustande gekommen sind, obwohl – wie oben gesagt – alle Proben in gründlich gewaschenem Zustand analysiert wurden: aufgrund der Ergebnisse von gleichzeitig durchgeführten Expositionsversuchen, über die später an anderer Stelle berichtet werden wird, ist davon auszugehen, daß oberflächlich auf die Pflanzen gelangtes Cd in stärkerem Maße in das pflanzliche Gewebe eindringt und zu geringeren Anteilen abwaschbar bleibt, als dies bei der Oberflächenkontamination durch Blei der Fall ist.

Betrachtet man die in der Tabelle 4 angegebenen Transferkoeffizienten, die sich aus der Relation zwischen den Pflanzengehalten und denen des Bodens (bis zu 15 cm Tiefe) ergeben, so liegen diese für Cd in den Blättern von Sellerie, Roten Beten, Kohlrabi, Karotten und Möhren durchweg > 1 , in den Rüben/Knollen deutlich < 1 (Ausnahme Sellerie mit einem Transferkoeffizienten auch in den Knollen von ≈ 1). Ähnliche Unterschiede im Aufnahme-/Transferverhalten für Cd ergaben sich bei Kohlrüben und Küchenzwiebeln; auch hier erreichten die Blätter gegenüber den Rüben bzw. Zwiebeln deutlich höhere Werte, die Transferkoeffizienten bleiben jedoch auch in den Blättern < 1 . Ein sehr großer Unterschied in den Cd-Gehalten zwischen Blättern und Früchten zeigte sich bei Freilandgurken. Vergleichsweise niedrige Cd-Gehalte wurden in Grünkohl und Rotkohl gefunden, wobei die etwas höheren Gehalte in Grünkohl (Blättern) möglicherweise zum Teil durch Oberflächenkontamination mitverursacht sein könnten.

Die Zinkaufnahme und -anreicherung in den Versuchspflanzen verhielt sich der Cd-Aufnahme weitgehend ähnlich,

jedoch fällt bei der Betrachtung der Transferkoeffizienten auf, daß diese (mit Ausnahme der Blätter von Roten Beten) durchweg < 1 bleiben.

Auch hinsichtlich der Bleigehalte ergaben sich bei den Wurzelgemüsen deutlich stärkere Aufnahmetendenzen im Vergleich zu Blatt- und/oder Sproßgemüsen (Kohlrabi, Zwiebeln, Kohlarten); auch hier lagen die Gehalte in den Blättern deutlich unter denen der Rüben/Knollen (Ausnahme: Kohlrüben). Die Unterschiede in der Größenordnung der Transferkoeffizienten zwischen Cadmium und Zink einerseits und Blei andererseits machen die großen Mobilitätsunterschiede zwischen den verschiedenen im Boden angereicherten Schwermetallen sehr deutlich.

Auswirkungen der Bodenbehandlungsmaßnahmen auf die Schwermetallgehalte/-aufnahme der Versuchspflanzen

In den Tabellen 5 bis 9 sind für ausgewählte Versuchspflanzen die Veränderungen der Schwermetallgehalte als Folge der versuchsmäßigen Bodenbehandlungsmaßnahmen zusammengestellt, soweit diese hier besprochen werden können.

Bei den weiteren Versuchsmaßnahmen/-gliedern handelte es sich im wesentlichen um solche mit zusätzlicher/n Gabe/n von „Humusdüngern“, die jedoch – von einigen Ausnahmen abgesehen, die noch einer näheren Betrachtung bedürfen – in ihrer/n Auswirkung/en auf die Schwermetallaufnahme hinter den Erwartungen zurückblieben.

Die verschiedenen Bodenbehandlungsmaßnahmen haben die Schwermetallgehalte durchweg im Sinne der Versuchsfragestellung positiv beeinflusst, d. h. zu Gehaltsminderungen geführt, allerdings bei den verschiedenen Pflanzen und Schwermetallen in unterschiedlich starkem Maße.

Die Cd-Gehalte in dem hochbelasteten Knollensellerie (Tab. 5) ließen sich von i. M. 10,85 mg/kg TS im günstigsten Falle auf i. M. 7,4 mg/kg, d. h. um rund 32 % reduzieren, die Minderung der Zn-Gehalte von i. M. 195 mg/kg auf i. M. 108 mg/kg war mit rund 45 % etwas deutlicher ausgeprägt. Eine stärkere Minderung von 14,4 mg/kg TS in der Kontrolle auf 5,0 mg/kg, d. h. um rund 66 % im Versuchsglied 6a, war bei den Pb-Gehalten festzustellen.

Deutlicher fiel der Rückgang der Cd- und Zn-Gehalte bei Kohlrabi (Tab. 6) aus: Die Abnahme der Cd-Gehalte in den

Tab. 5. Cadmium-, Zink- und Bleigehalte in Sellerieknollen in Abhängigkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen, Freilandversuch Stolberg-Breinigerberg, Vegetationsperiode 1984

Versuchsglied*)	Cadmium mg/kg TS	Transfer- koeffizient	Zink mg/kg TS	Transfer- koeffizient	Blei mg/kg TS	Transfer- koeffizient
1	10,85	1,71	195	0,25	14,4	$9,5 \cdot 10^{-3}$
2	9,88	1,65	154	0,20	9,1	$6,6 \cdot 10^{-3}$
3	7,73	1,39	137,5	0,18	6,5	$4,6 \cdot 10^{-3}$
4	9,1	1,47	119	0,15	6,5	$4,8 \cdot 10^{-3}$
5	9,08	1,51	157	0,20	7,55	$5,7 \cdot 10^{-3}$
6	8,65	1,24	145	0,21	7,7	$5,7 \cdot 10^{-3}$
6a	8,01	1,08	122,5	0,15	5,0	$3,6 \cdot 10^{-3}$
7	7,39	1,02	108	0,14	7,7	$6,1 \cdot 10^{-3}$

*) vgl. Tab. 2

Tab. 6. Cadmium-, Zink- und Bleigehalte in Blättern und Knollen von Kohlrabi in Abhängigkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen, Freilandversuch Stolberg-Breinigerberg, Vegetationsperiode 1984

Versuchs- glied*)	Cd				Zn				Pb			
	Blätter mg/kg TS	TK	Knollen mg/kg TS	TK	Blätter mg/kg TS	TK	Knollen mg/kg TS	TK	Blätter mg/kg TS	TK	Knollen mg/kg TS	TK
1	6,46	1,02	1,50	0,24	654	0,83	221	0,28	5,7	$3,8 \cdot 10^{-3}$	1,8	$1,2 \cdot 10^{-3}$
2	4,41	0,735	1,20	0,20	446	0,57	188	0,24	4,2	$3,1 \cdot 10^{-3}$	1,5	$1,1 \cdot 10^{-3}$
3	5,14	0,93	1,27	0,23	453	0,59	204	0,265	4,6	$3,3 \cdot 10^{-3}$	1,8	$1,3 \cdot 10^{-3}$
4	3,85	0,62	1,03	0,17	256	0,33	131	0,17	4,45	$3,3 \cdot 10^{-3}$	1,2	$0,9 \cdot 10^{-3}$
5	3,97	0,66	1,17	0,195	363	0,465	151,5	0,19	4,75	$3,6 \cdot 10^{-3}$	1,6	$1,2 \cdot 10^{-3}$
6	4,11	0,59	0,96	0,14	328	0,475	141	0,20	3,75	$2,8 \cdot 10^{-3}$	1,2	$0,9 \cdot 10^{-3}$
6a	3,38	0,45	0,72	0,10	245,5	0,31	132,5	0,17	3,9	$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,95	$0,7 \cdot 10^{-3}$
7	3,02	0,42	0,74	0,10	282	0,36	135	0,17	3,65	$3,0 \cdot 10^{-3}$	1,1	$1,0 \cdot 10^{-3}$

*) vgl. Tab. 2

TK = Transferkoeffizient

Blättern wie auch in den Knollen belief sich im günstigsten Falle (Vgl 7 bzw. 6a u. 7) auf > 50 %, die der Zn-Gehalte in den Blättern auf > 60 %, in den Knollen auf rund 40 %; auch hier ergaben sich die besten/stärksten Auswirkungen bei den Behandlungsvarianten 6a und 7. Auch die Pb-Gehalte konnten um bis zu rund 35 % in den Blättern und um bis zu annähernd 50 % in den Knollen reduziert werden, obwohl auch in den Proben von den unbehandelt belassenen Kontrollparzellen keine sonderlich hohe Pb-Belastung vorhanden war.

Bei Radieschen reduzierten sich die Cd-Gehalte von 3,6 mg/kg TS in den Proben von den Kontrollparzellen (im günstigsten Falle = Vgl 6a bzw. 7) auf < 2,0 mg/kg, d. h. um > 50 %;

dgl. konnten die Pb-Gehalte um bis zu rund 50 % vermindert werden (Tab. 7).

Bei dieser Versuchspflanze fällt besonders auf, daß trotz des vergleichsweise kurzen Wachstums-/Entwicklungszeitraumes die Cd- und insbesondere die Pb-Gehalte erstaunlich hohe Werte erreichen. Entsprechende Befunde ergaben sich im übrigen auch bei Karotten, die im Vergleich zu (späten) Möhren unter gleichen Standortbedingungen ebenfalls höhere Cd- und insbesondere Pb-Belastungswerte aufwiesen (vgl. Tab. 4).

Wie aus Tabelle 8 hervorgeht, wurde bei Chinakohl eine Minderung der Cd-Gehalte um > 50 % und eine solche der Zn-Gehalte um rund $\frac{2}{3}$ gegenüber der Belastung der unbehan-

Tab. 7. Cadmium- und Bleigehalte in Radieschen (Rüben) in Abhängigkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen, Freilandversuch Stolberg-Breinigerberg 1984

Versuchs- glied*)	Cadmium mg/kg TS	Transfer- koeffi- zient	Blei mg/kg TS	Transfer- koeffi- zient
1	3,58	0,57	46,1	$3,0 \cdot 10^{-2}$
2	2,68	0,45	32,7	$2,4 \cdot 10^{-2}$
3	2,34	0,42	29,0	$2,0 \cdot 10^{-2}$
4	1,79	0,29	21,3	$1,6 \cdot 10^{-2}$
5	2,26	0,38	28,1	$2,1 \cdot 10^{-2}$
6	2,31	0,33	26,4	$2,0 \cdot 10^{-2}$
6a	1,94	0,26	23,4	$1,7 \cdot 10^{-2}$
7	1,99	0,27	24,0	$1,9 \cdot 10^{-2}$

*) vgl. Tab. 2

Tab. 8. Cadmium- und Zinkgehalte in Chinakohl in Abhängigkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen, Freilandversuch Stolberg-Breinigerberg 1984

Versuchs- glied*)	Cadmium mg/kg TS	Transfer- koeffi- zient	Zink mg/kg TS	Transfer- koeffi- zient
1	3,86	0,61	412	0,52
2	3,05	0,51	274	0,35
3	2,78	0,50	235	0,305
4	2,04	0,33	194,5	0,25
5	1,93	0,32	158,5	0,20
6	2,64	0,38	212	0,31
6a	1,74	0,23	172	0,22
7	1,78	0,25	143,5	0,185

*) vgl. Tab. 2

delten Kontrolle erreicht; auch hier ergaben sich wiederum bei den Prüfgliedern 6a und 7 die besten Ergebnisse im Sinne der Versuchsfrage.

Die Cd-Belastung von Romanasalat (Tab. 9) erwies sich mit 7,4 mg/g TS und einem Transferkoeffizienten >1 in der unbehandelten Kontrolle als sehr hoch; sie konnte in der Behandlungsvariante 7 bis auf 2,5 mg/kg, d. h. um rund zwei Drittel gegenüber den Vergleichsparzellen gemindert werden; die Auswirkungen der übrigen Behandlungsmaßnahmen blieben bei dieser Versuchspflanze deutlich dahinter zurück. Der Pb-Gehalt wurde im günstigsten Falle um annähernd 50 % reduziert, obwohl er auch hier in den Proben von den unbehandelt gebliebenen Kontrollparzellen keine als sonderlich hoch zu bewertende Höhe erreichte.

Bei der näheren Betrachtung der Auswirkungen der verschiedenen Bodenbehandlungsmaßnahmen werden neben den Schwermetallgehalten der Versuchspflanzen auch die in den Tabellen 5 bis 9 ausgewiesenen Transferkoeffizienten als Bewertungskriterium herangezogen, da hierbei auch die Unterschiede in der Bodenbelastung zwischen den verschiedenen Versuchsgliedern/-parzellen Berücksichtigung finden können.

Erwartungsgemäß resultierten allein aus der Anhebung des pH-Wertes durch Aufkalken (Versuchsglied 2) deutliche Rückgänge der bodenbürtigen Schwermetallgehalte der Versuchspflanzen, wobei sich jedoch zum Teil erhebliche Unterschiede bemerkbar machten: Während in Sellerieknollen und Radieschen wie auch in Kohlrabiknollen die Cd-(und Zn-) Gehalte nach Aufkalken nur um 15 bis 20 % (bei Sellerie um $<10\%$) niedriger lagen, ergaben sich in den Pb-Gehalten von Sellerieknollen und Radieschen Minderungen um $>30\%$. Demgegenüber fällt bei Kohlrabi (in den Blättern) sowie bei Chinakohl und Romanasalat die Minderung der Cd-(und Zn-) Gehalte nach Aufkalken mit rund 30 % deutlich stärker ins Gewicht; die Pb-Gehalte wurden demgegenüber in geringem Umfang reduziert.

Die zusätzliche Phosphatgabe im Versuchsglied 3 hatte (über die Wirkung der pH-Anhebung hinaus) – mit Ausnahme von/bei Kohlrabi – weitere Minderungen der Schwermetallgehalte in den Pflanzen zur Folge, besonders deutlich bei Sellerieknollen, aber auch bei Radieschen, Chinakohl und Romanasalat, wobei die Wirkung im Sinne einer Minderung der Pb-Gehalte stärker ausgeprägt war. Dies steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Gefäßversuche (LEH 1986), in denen sich ein erhöhtes Phosphatangebot gleichfalls auf die Verfügbarkeit von Pb stärker ausgewirkt hatte als auf diejenige von Cd.

Die zusätzliche Gabe von Agrosil A (Portil) = Bodenverbesserungsmittel auf Silikatbasis mit ca. 60 % SiO_2 im Versuchsglied 4 erbrachte bei Sellerieknollen keine weitere Minderung der Schwermetallgehalte, demgegenüber jedoch bei Kohlrabi (insbesondere bei den Cd- und Zn-Gehalten der Blätter und Knollen, weniger bei den Pb-Gehalten); desgleichen bei Radieschen (Cd und Pb) und Chinakohl (Cd und Zn).

Der Einsatz von Agrosil LR (ca. 45 % SiO_2 + 20 % P_2O_5) im Vgl 5 anstelle einer gleich hohen Phosphatgabe als Superphosphat in Kombination mit dem (phosphatfreien) Agrosil A (Vgl 4) ließ in den hier besprochenen Versuchen keine Vorteile erkennen, da die Auswirkungen auf die Schwermetallverfügbarkeit bei den einzelnen Versuchspflanzen keine einheitliche Tendenz aufwiesen.

Hingegen ergibt sich aus dem Vergleich der Schwermetallgehalte der Versuchspflanzen von den Parzellen der Prüfglieder „Superphosphat“ (Vgl 3) und „Kalium-Magnesium-Phos-

Tab. 9. Cadmium- und Bleigehalte in Romanasalat in Abhängigkeit von Bodenbehandlungsmaßnahmen, Freilandversuch Stolberg-Breinitzberg 1984

Versuchsglied*)	Cadmium mg/kg TS	Transferkoeffizient	Blei mg/kg TS	Transferkoeffizient
1	7,37	1,16	6,7	$4,4 \cdot 10^{-3}$
2	5,5	0,92	5,8	$4,2 \cdot 10^{-3}$
3	4,88	0,88	3,9	$2,8 \cdot 10^{-3}$
4	4,50	0,73	4,7	$3,5 \cdot 10^{-3}$
5	4,14	0,69	5,7	$4,3 \cdot 10^{-3}$
6	4,81	0,69	5,2	$3,9 \cdot 10^{-3}$
6a	4,82	0,65	5,1	$3,7 \cdot 10^{-3}$
7	2,52	0,35	3,6	$3,0 \cdot 10^{-3}$

*) vgl. Tab. 2

phat“ (Vgl 6) und insbesondere demjenigen zwischen den Prüfgliedern 4 und 6a (Superphosphat bzw. Kalium-Magnesium-Phosphat / jeweils + Silikat als Agrosil A) recht eindeutig eine Effektivitätssteigerung nach/durch Anwendung von KMgP. Dies wird noch deutlicher, wenn man die Transferkoeffizienten für die Beurteilung mit heranzieht. Dies wirft die Frage auf, die derzeit noch nicht hinreichend befriedigend beantwortet werden kann, welchen Einfluß das mit der Applikation von Kalium-Magnesium-Phosphat zugleich bewirkte höhere Angebot an Kalium und Magnesium auf die Schwermetallaufnahme der Pflanzen ausübt.

Die stärksten Verminderungen der Schwermetallgehalte wurden nach Anwendung von Lewatit (Ionenaustauscher auf Basis von vernetztem Polystyrol = Versuchsprodukt der Firma Bayer AG, Leverkusen) im Vgl 7 erhalten; dabei haben sich die Ergebnisse früherer Untersuchungen im wesentlichen bestätigt, dahingehend, daß eine Minderung der Pflanzenverfügbarkeit von Cadmium (und Zink) durch Bodenbehandlung mit Lewatit leichter erreichbar ist als diejenige von Blei (VAN ASSCHE u. JANSEN 1978, HELLER 1979, SCHÖNHARD 1979, MOHR 1982, LEH 1986). – Es sei jedoch nochmals darauf verwiesen, daß nach Applikation von Kalium-Magnesium-Phosphat bzw. KMgP + Silikat – jedenfalls unter den hier gegebenen Standortbedingungen – mehrheitlich ähnlich starke Minderungen der Schwermetallgehalte in den Versuchspflanzen festzustellen waren. Allerdings hat sich in den über mehrere Jahre hinweg fortgesetzten Untersuchungen auch ergeben, daß die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Lewatit rascher eintritt und schon in der ersten Vegetationsperiode sehr deutliche Minderungen der Schwermetallgehalte in den Pflanzen eintreten, während KMgP offensichtlich wegen seiner Schwerlöslichkeit einer längeren Verweildauer im Boden bedarf, bevor die Auswirkungen im zweiten und dritten Jahr stärker zum Tragen kommen.

Diese überwiegend als erfolgreich im Sinne der Versuchsfragestellung zu bewertenden Ergebnisse dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß – trotz zum Teil sehr beträchtlicher Minderungen der Pflanzenverfügbarkeit bodenbürtiger Schwermetalle – das primäre Ziel, nämlich die Reduzierung der Gehalte an Blei und Cadmium bis auf toxikologisch unbedenkliche Werte, nur in sehr begrenztem Umfang erreicht werden konnte.

Bezogen auf die für diesen Beitrag ausgewählten Untersuchungsbefunde wurden die Richtwerte '86 für Blei und Cadmium in und auf Lebensmitteln (vgl. Bundesgesundheitsbl. 29, Nr. 1, S. 22) auch durch die niedrigsten Belastungswerte,

wie sie infolge der Versuchs-/Bodenbehandlungsmaßnahmen erreichbar waren, noch immer überschritten. Dies gilt insbesondere für die als toxikologisch besonders bedenklich anzusehende Belastung durch/mit Cadmium, aber auch für die Bleibelastung von Sellerieknollen und Radieschen.

Obwohl ein unmittelbarer Vergleich der BGA/ZEBS-Richtwerte mit den von uns ermittelten Cd- und Pb-Gehalten der Versuchspflanzen nur mit Einschränkungen möglich ist, weil die Richtwerte auf die sog. „Angebotsform“ bezogen sind, dürfte unter Berücksichtigung aller aus den Stolberger Versuchen vorliegenden Untersuchungs-/Analysergebnissen der Schluß gerechtfertigt sein, daß es bei Wurzelgemüse(n) nur ausnahmsweise möglich sein dürfte, auf entsprechend belasteten Standorten die Schwermetallaufnahme durch gezielte Bodenbehandlungsmaßnahmen auf toxikologisch unbedenkliche Werte abzusenken. Hingegen lassen sich aus den Ergebnissen der Untersuchungen an Blatt- und Sproßgemüsen bessere Erfolgsaussichten ableiten.

Literatur

- Bayer AG, Leverkusen, o. J.: Produkt-Information Lewatit OC 1029 und 1030.
- HELLER, H., 1979: Über die Verwendung selektiv wirkender Kationenaustauscher zur Festlegung phytotoxischer Schwermetalle in Kulturböden. *Landw. Forsch.* **32**, 138–149.
- KLOKE, A., 1980: Richtwerte '80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. Mitteilungen des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) Nr. 1–3/1980.
- KÖNIG, W., u. F. KRÄMER, 1985: Schwermetallbelastung von Böden und Kulturpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW, Bd. 10.
- LEH, H.-O., 1986: Möglichkeit zur Verminderung der Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden. *Gesunde Pflanzen* **38**, 246–256.
- MOHR, H. D., 1982: Einfluß von Kationenaustauscherharz auf die Schwermetallaufnahme von Reben und anderen Kulturpflanzen auf kontaminierten Böden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* **145**, 539–549.
- SCHNEIDER, F. K., 1982: Untersuchungen über den Gehalt an Blei und anderen Schwermetallen in den Böden und Halden des Raumes Stolberg (Rheinland). *Geol. Jahrb. Reihe D*, H. 53.
- SCHÖNHARD, G., 1979: Vergleich der Wirkung von Kalk und einem Kationenaustauscher bei der Festlegung von Schwermetallen im Boden. *Landw. Forsch.* **32**, 395–404.
- VAN ASSCHE, C., u. G. JANSEN, 1978: Anwendung von selektiv wirkenden Kationenaustauschern auf mit Schwermetallen kontaminierten Böden. *Landw. Forsch. Sonderh.* **34/II**, 215–228.
- Umweltprobleme im Raum Stolberg 1983, hrsg. v. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (1983).

Personalmeldungen

Professor Dr. Hermann Stegemann 65 Jahre

Hermann STEGEMANN, am 23. Juni 1923 in Königsberg/Ostpreußen geboren, Leiter des Instituts für Biochemie der Biologischen Bundesanstalt, tritt Ende Juni 1988 in den Ruhestand.

Seit 1960, also fast 30 Jahre, hat er das Institut geleitet und zu einer international bekannten und anerkannten Institution geführt.

Hermann STEGEMANN war von Haus aus weder Landwirt noch Phytopathologe, sondern Biochemiker, und man muß sagen „Vollblutchemiker“, aber mit Herz für die Biologie.

Jede Erkrankung, ob bei Mensch, Tier oder Pflanze, führt zu biochemisch erfaß- und meßbaren Veränderungen des Stoffwechsels, die dem Biochemiker auf der molekularen Ebene Ansatzpunkte für seine Untersuchungen geben. Zu diesen Methoden und Ergebnissen fand der Phytopathologe und Pflanzenschützer, der an deutliche Schadbilder an der Pflanze oder gar im Feldbestand gewöhnt ist, nur zögernd und allmählich besseren Zugang.

Hermann STEGEMANN hatte das große Glück, seine akademische Ausbildung bei hervorragenden Wissenschaftlern wie Butenandt, Friedrich-Freksa und Thomas zu erhalten, Persönlichkeiten, die prägend auf den jungen Wissenschaftler wirkten. Nach den Jahren des Studiums in Tübingen folgte eine längere Assistentenzeit am Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin in Göttingen.

Veröffentlichungen aus dieser Zeit, insbesondere über organisch-analytische Verfahren, machten Hermann STEGEMANN bekannt und waren – wenn auch auf völlig anderem Gebiet – die Grundlage für seine proteinchemischen Arbeiten an der Biologischen Bundesanstalt. 1960 kam er an die Biologische Bundesanstalt und baute aus einem kleinen Labor im ehemaligen Wehrmächts-Pferdestall in Hannover-Münden ein hervorragend ausgestattetes Institut in einem Neubau in Braunschweig auf.

Unermüdlich entwickelte er Kontakte zu Instituten in der ganzen Welt, bildete Doktoranden aus und betreute zahlreiche Gastwissenschaftler in seinem Labor. Die Landwirtschaftliche Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen verlieh ihm die *venia legendi* für Biochemie der Nutzpflanzen, und 1972 ernannte ihn der niedersächsische Kultusminister zum außerplanmäßigen Professor.

Von den weit über 100 Veröffentlichungen sei nur der zusammen mit Volker LOESCHKE veröffentlichte „Index Europäischer Kartoffelsorten“ erwähnt, der mehrmals überarbeitet wurde. Dieser „Kartoffel-Atlas“ ist die praxisnahe Anwendung des Vergleichs von Proteinspektren zur Sortenbestimmung bei Kartoffeln. Dieses Verfahren wurde auch auf andere Organismen, z. B. Mais, Reis, Bohnen, Kaffee, Nematoden und Bakterien, angewendet. Seine methodischen Arbeiten wurden von vielen Wissenschaftlern des In- und Auslandes übernommen und häufig zitiert.

1987 verlieh ihm der „Consejo Cultural Mundial“ die Scientific Merit Medal, eine internationale Auszeichnung, die in ihm einen engagierten Wissenschaftler ehrt.

Hermann STEGEMANN wird auch in Zukunft der Wissenschaft verbunden bleiben, dafür wünschen ihm die Kollegen von Herzen alles Gute. R. CASPER (Braunschweig)

Redaktion: Direktor und Professor Dr. Gerd Crüger, **Schriftleitung:** Dr. W. Koch, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Telefon (05 31) 39 91. **Verlag:** Eugen Ulmer GmbH & Co., Wollgrasweg 41, Postfach 70 05 61, 7000 Stuttgart 70, Telefon (07 11) 45 07-0, Telex 7-23 634. **Herstellung:** Sigrid Wolf, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 51. **Vertrieb:** Bernd Hummel, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 08. **Anzeigen:** Dieter Boger, verantw., Sabine Wiszniowski, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 47. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisleiste Nr. 11. Anzeigenschluß am 20. des Vormonats.

Bankverbindungen: Postscheckkonto Stuttgart 74 63-700, Zürich 80-470 72, Wien 10.83 662. Deutsche Bank, Filiale Stuttgart, Konto 14/76 878. Südwestbank AG Stuttgart, Konto 21 000.

Druck: Ungeheuer + Ulmer KG GmbH + Co, Körnerstraße 14–18, 7140 Ludwigsburg.

Das Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) enthält wissenschaftliche Originalbeiträge und Berichte aus den Arbeitsgebieten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft und des Pflanzenschutzdienstes der Bundesländer und Berlin (West), technische Kurzabhandlungen, Gesetze, Verordnungen und Durchführungsbestimmungen zum Pflanzenschutz, Literaturhinweise und Buchbesprechungen.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte keine Gewähr. Rückporto beilegen. Die in

der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen und sonstigen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

Die Vervielfältigung und der Nachdruck von Veröffentlichungen aus der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt ist mit Quellenhinweis gestattet. Ein Beleg ist einzusenden an: Schriftleitung Nachrichtenblatt, Messeweg 11/12, D-3300 Braunschweig. Für die Richtigkeit der Angaben und ihrer Wiedergabe besteht keine Haftung.

Das Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes erscheint monatlich. Der Jahresbezugspreis beträgt im Inland DM 137,40 inkl. Versandkosten und 7% MwSt. Im Ausland DM 137,40 inkl. Versandkosten. Einzelheftpreis DM 11,50 inkl. Porto. Wenn nicht bis zum 31. 10. des laufenden Jahres schriftlich gekündigt wird, verlängert sich das Abonnement bis zum Ende des folgenden Jahres. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung und der Verlag entgegen.