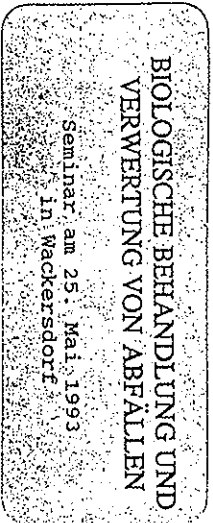


Literatur

BWS:



Qualität von Bioabfallkomposten und Anwendung in der Landwirtschaft -
aktuelle Versuchsergebnisse
Th. Ebertseder*

Im Rahmen des Verbundforschungsprojekts "Umweltschonende Aufbereitung und Verwertung von Bioabfall durch Kompostierung und Rückführung auf landwirtschaftliche und gärtnerische Flächen" werden am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan folgende Forschungsschwerpunkte bearbeitet:

- (1) Bewertung von Komposten
- (2) Umsatz von Komposten in Böden
- (3) Anwendungsstrategien in landwirtschaftlichen Fruchtfolgen.

In den bisher durchgeführten Versuchen wurden 11 verschiedene Komposte aus vier unterschiedlichen Herkünften eingesetzt. Anhand wichtiger Analyseergebnisse der Komposte sowie erster Versuchsergebnisse wird im Folgenden eine vorläufige Beurteilung der Bioabfallkomposte (BAK) für den Einsatz in der Landwirtschaft vorgenommen.

Wertgebende Eigenschaften und Nährstoffwirkungen von Bioabfallkomposten

Stickstoff

Bioabfallkomposte sind insgesamt sehr N-reich. Wie aus Tabelle 1 (siehe Anhang) zu entnehmen ist, liegen die C/N-Verhältnisse selbst bei sehr frischen Komposten unter 20. Trotz der hohen Stickstoffgehalte von durchschnittlich 1,3 % in der Trockensubstanz (TS) ist die N-Wirkung der Bioabfallkomposte insgesamt sehr gering.

In einem Gefäßversuch, der im allgemeinen gegenüber dem Freiland eine bessere Nährstoffausnutzung (Mehrentzug gegenüber Kontrolle in % der Düngung) bringt, konnte auf drei verschiedenen Böden der durch Bioabfallkomposte zugeführte Stickstoff im Schnitt nur zwischen -10 bis +20 % von den Pflanzen (Hafer, Weidelgras) genutzt werden (Abb. 1). Mineraldünger-Stickstoff wurde dagegen im Mittel zu 65 bis 90 % verwertet. Negative Ausnutzungsraten bedeuten, daß die Pflanzen weniger Stickstoff aufnehmen konnten als ohne Düngung. Dieser Effekt der "N-Immobilisation" beruht darauf, daß sich die Mikroorganismen im Boden durch die Zufuhr leicht verwertbarer organischer Sub-

*Dipl. Ing. agr. Th. Ebertseder, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan



stanz mit den Komposten stark vermehren und dabei zum Aufbau ihrer Körpersubstanz neben dem Stickstoff aus den Komposten auch Bodennitrogen nutzen, der dann den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung steht.

Reife Komposte enthalten aufgrund des Abbaus bei der Kompostierung nur noch geringe Mengen mikrobiell leicht verfügbarer C-Verbindungen. Bei ihrer Anwendung tritt deshalb i.d.R. keine N-Festlegung, sondern eine N-Freisetzungsphase auf (Abb. 2). Frische Komposte besitzen dagegen ein hohes N-Immobilisationspotential, wodurch bei ihrem Einsatz zunächst mit einer verstärkten N-Festlegung gerechnet werden muß. Aus Abbildung 2 wird auch deutlich, daß der Rotegrad über die Stickstoffwirkung der Komposte nur tendenziell Auskunft geben kann, wobei die Stickstoffdynamik im Boden bei der Anwendung frischer Komposte wesentlich überschaubarer wird als bei reifen Komposten.

Da Stickstoff i.d.R. für die pflanzliche Ertragsbildung mit der bedeutendsten Faktor ist, kommt diese unterschiedliche N-Dynamik (Freisetzung, Festlegung) auch in der Ertragsentwicklung landwirtschaftlicher Kulturen zum Ausdruck. In einem Feldversuch mit Weidelgras konnten während des vergangenen Jahres vier Aufwüchse geerntet werden (Abb. 3). Der dabei eingesetzte reife Bioabfallkompost (Rotegrad 5) bewirkte in allen vier Schritten deutliche Mehreträge gegenüber der ungedüngten Kontrolle. Der frische Kompost (Rotegrad 3) dagegen verursachte zunächst erhebliche Mindereträge. Im Laufe der Vegetationsperiode kam es jedoch auch hier zu einem Anstieg der Erträge, so daß im Gesamtertrag kein Unterschied zur Kontrolle mehr bestand.

Der anfängliche Mindertag durch frischen Kompost kann durch hohe Mineraldüngergaben weitgehend ausgeglichen werden. Allerdings macht dann die spätere, zeitlich und mengenmäßig schwer kalkulierbare höhere N-Freisetzungsphase die Bemessung der Düngung und die Vermeidung von Auswaschungsverlusten schwieriger.

Die Wirkung reifer Komposte ist dagegen deutlich berechenbarer, wenngleich auch hier noch wesentliche Fragen, z.B. die zeitliche und mengenmäßige N-Freisetzungsphase oder die Anrechnung des Kompoststickstoffs bei der Bemessung der mineralischen Ergänzungsdüngung, geklärt werden müssen. In einem ersten Feldversuch hierzu brachte ein reifer Bioabfallkompost (Ausbringungsmenge 510 kg Gesamt-N/ha) Mehreträge von Silomais entsprechend der Ertragswirkung von etwa 40 - 80 kg Mineraldüngerelementen (Abb. 4). Zusätzliche Mineraldüngergaben brachten die erwartete Ertragssteigerung.

Phosphor und Kalium

Aufgrund der relativ hohen Phosphorgehalte von Bioabfallkomposten (durchschnittlich 0,6 % P_2O_5 i.d.TS, vgl. Tab.1) wird beim Einsatz von 10 t

Kompost-TS/ha² der Entzug (Abfuhr) landwirtschaftlicher Kulturen annähernd abgedeckt. Das Phosphat von BAK wurde im Gefäßversuch von den Pflanzen zwar weniger gut als das mineralischer Vergleichsdünger (hier Dicalciumphosphat, DCP) ausgenutzt (ca. 25 gegenüber 40 %), die verwertete P-Menge entsprach aber praktisch dem gesamten CAL-löslichen Anteil des durch Kompost zugeführten Phosphats (Abb.5). Der CAL-lösliche Anteil am Gesamtphosphat der beiden eingesetzten Komposte lag mit 29 bzw. 27 % deutlich unter dem Durchschnitt der untersuchten 11 Komposte (ca. 37 %, vgl. Tab.1). Es läßt sich somit folgern, daß das Phosphat von Bioabfallkomposten ähnlich gut pflanzenverfügbar ist wie das der Mineraldünger.

Gleiches gilt für Kalium, das in Bioabfallkomposten zu ca. 90 % CAL-löslich ist (Tab.1). Einsatzmengen von 10 t Kompost-TS/ha² decken den Entzug landwirtschaftlicher Kulturen mehr oder weniger (je nach Fruchtfolge) ab.

Sowohl Phosphor als auch Kalium können aufgrund deren guten Verfügbarkeit voll in der Düngerbemessung berücksichtigt werden.

Kalk

Bioabfallkomposte weisen einen hohen Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen auf (Tab.1). Ihre Kalkwirkung entspricht der von kohlenstoffreichen Düngerkalken (Abb. 6). Auch der Kalkbedarf landwirtschaftlich genutzter Flächen kann mit 10 t Kompost-TS/ha² in etwa gedeckt werden.

Schadstoffe

Schwermetalle

Die Schwermetallgehalte der untersuchten 11 Bioabfallkomposte waren insgesamt gering (Tab. 2). Sämtliche Mittelwerte lagen deutlich unter den Vergleichswerten von FRICKE et al. (1992) (= Durchschnitt einer großen Anzahl von Bioabfallkomposten aus den alten Bundesländern). Letztere lagen wiederum weit unter den Richtwerten des "Gütezeichens Kompost" (RAL-GZ 251), derum weit unter den Richtwerten des "Gütezeichens Kompost" (RAL-GZ 251). Schadstoffgehalte in Komposten sagen aber wenig darüber aus, ob es beim Einsatz der Komposte zu einer Anreicherung im Boden kommt und wenn ja, ob diese letztlich umweltrelevant ist. In Tabelle 3 sind deshalb die Gehalte der drei in der Literatur am häufigsten untersuchten Schwermetalle, Blei, Cadmium und Zink, bezogen auf die mineralische Substanz der Komposte. Diese Umrechnung entspricht dem rein hypothetischen Fall eines vollständigen Abbaus der organischen Substanz der Komposte im Boden. Es ergeben sich Gehalte in einer Größenordnung, wie man sie einerseits auch in unbelasteten Böden findet und wie sie andererseits in der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) als

Grenzwerte für Böden festgelegt sind. Auch die von SAUERBECK und LÜBBEN (1991) vorgeschlagenen Grenzwerte für Böden, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Überschreiten der Grenzwerte des Bundesgesundheitsamtes für Lebens- und Futtermittel (Pb,Cd) bzw. das Auftreten phytoxischer Erscheinungen (Zn) ausschließen, werden praktisch nicht überschritten. Aus dem Vergleich der Schwermetallgehalte der untersuchten Komposte mit diesen Werten wird deutlich, daß selbst bei Zufuhr sehr großer Kompostmengen keine, zumindest keine stärkere Erhöhung der Konzentration im Boden eintritt.

Organische Schadstoffe

In vier Komposten neben den Schwermetallen auch organische Schadstoffe analysiert. Dabei wurden vier Stoffgruppen untersucht: die halogenorganischen Verbindungen (AOX), die polychlorierten Biphenyle (PCB), die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und die polychlorierten Dibenzodioxine und -Furane (PCDD/PCDF).

Zur Beurteilung der auf den ersten Blick relativ niedrigen Gehalte dieser Stoffe in den Bioabfallkomposten (vgl. Tab.4) ist aufgrund der Tatsache, daß sie mit Ausnahme einiger PAKs, die auch von Mikroorganismen synthetisiert werden können, natürlicherweise im Boden nicht vorkommen aber auch einem gewissen Abbau unterliegen, ein Vergleich mit Gehalten in unbelasteten Böden nicht möglich. Aus diesem Grund sind in Tabelle 5 Frachten für 15 t Kompost-T/Shaara angegeben. Trotz dieser aus Sicht der Nährstoffzufuhr (vgl. oben) deutlich überhöhten Einsatzmenge werden mit Ausnahme der AOX die zulässigen Höchstmengen der Klärschlammverordnung nicht überschritten.

Da es sich bei den AOX-Werten um Summenwerte aus sehr unterschiedlichen organischen Halogenverbindungen handelt und die in den Bioabfallkomposten vorherrschenden Einzelverbindungen nicht bekannt sind, ist über die Umweltrelevanz der hohen AOX-Frachten zur Zeit noch keine Aussage möglich. Die Bedeutung dieser hohen AOX-Fracht bedarf dringend der Aufklärung, da sie ein wesentliches Restrisiko für den Einsatz von Bioabfallkomposten in der Landwirtschaft darstellt.

Zusammenfassung

Bioabfallkomposte weisen hinsichtlich des Bedarfs landwirtschaftlicher Kulturen ausgeglichene Nährstoffverhältnisse und mit Ausnahme des Stickstoffs eine gute Nährstoffverfügbarkeit auf. Bei ihrem Einsatz in der Landwirtschaft können deshalb Mineraldünger (N, P, K, Kalk) eingespart werden. Ein Problem stellt die

Stickstoffverfügbarkeit dar. Der Kenntnisstand über die Freisetzung des in BAK enthaltenen Stickstoffs zur Optimierung der N-Düngung muß weiter verbessert werden.

Von Seiten der Schwermetalle wie auch der organischen Schadstoffe ergeben sich zunächst keine grundsätzlichen Einwände gegen den Einsatz von Bioabfallkomposten mit Ausnahme der AOX-Gehalte. Es besteht dringender Forschungsbedarf über deren Gefährdungspotential, insbesondere über ihre toxi-kologische Bedeutung.

Literatur

- Abfklärv - Klärschlammverordnung, Fassung vom 15.04.1992, BGBl. I, S. 912.
- FRICKE K., NIEBEN H., TÜRK T. und VOGTMANN H.: Qualität verschiedener Komposte in Abhängigkeit vom Rotteausgangsmaterial und dessen Sammlungsgebiet. In: Wiemer K. und Kern M. (Hrsg.): Gütesicherung und Vermarktung von Bioabfallkompost. Abfallwirtschaft 9. M.I.C. Baeza Verlag, Witzhausen, 571-603, 1992.
- SAUERBECK D. und LÜBBEN S.: BMFT-Verbandvorhaben "Auswirkungen von Siedlungsabfällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen", FKZ 0339059, Teil 1 - Gesamtbericht. In: Forschungszentrum Jülich GmbH (Hrsg.): Bericht aus der ökologischen Forschung, Band 6, 1-32, 1991.
- SCHIEFFER/SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde, 11. A., Enke Verlag, Stuttgart, 1984.

Tab.1

Eigenschaften und Nährstoffgehalte (% TS) von Bioabfallkomposten

	Mittelwert n = 11	Spanne	Fricke et al. (1992) Mittelwert
Rottegrad		I - IV	k. A.
C/N-Verhältnis	14	12 - 18	17
Kalk (ber. als CaCO ₃)	6	3 - 17	k. A.
Gesamtnährstoffe			
N	1,3	1,0 - 1,6	1,2
P ₂ O ₅	0,6*	0,5 - 0,8	0,6
K ₂ O	0,9**	0,6 - 1,2	1,0
Mg	0,6	0,3 - 1,6	0,5
Ca	3,0	1,8 - 7,6	2,8

k. A. = keine Angabe

* davon ca. 37 % CAL-löslich

**davon ca. 89 % CAL-löslich

- 84 -

Abb.1 N-Ausnutzung von Bioabfallkomposten

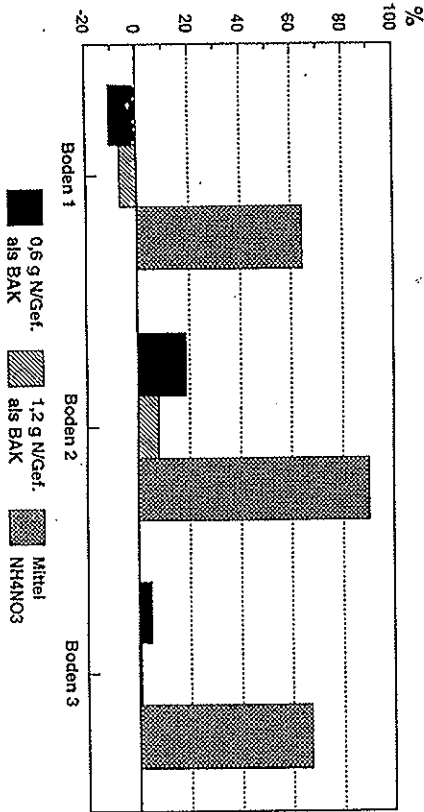


Abb.3

Ertragswirkung von Bioabfallkomposten

Feldversuch; TS-Erträge von Weidelgras

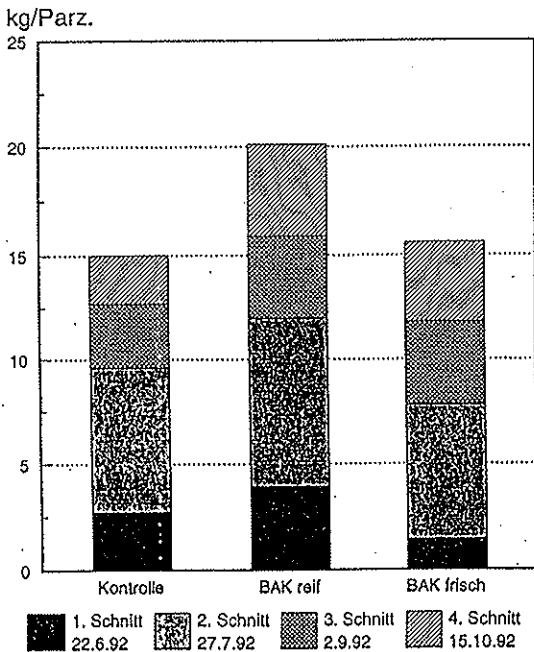
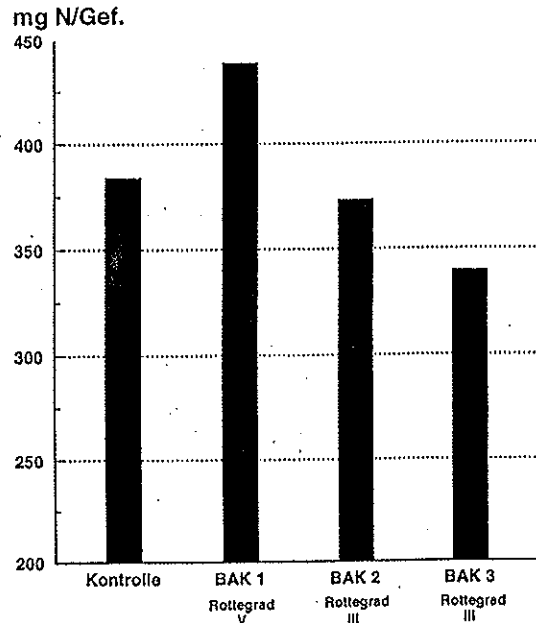


Abb.2

N-Wirkung von Bioabfallkomposten

Gefäßversuch
N-Entzug von Hafer



- 85 -

Abb.5

Ausnutzung von Phosphat aus Bioabfallkomposten

Gefäßversuch

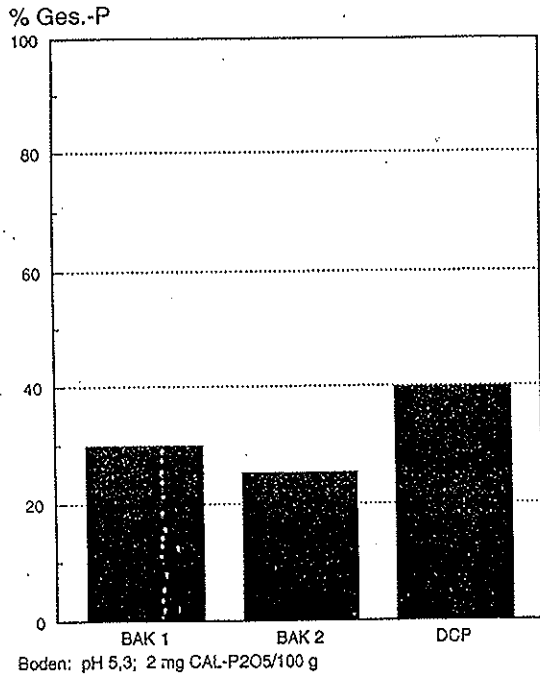
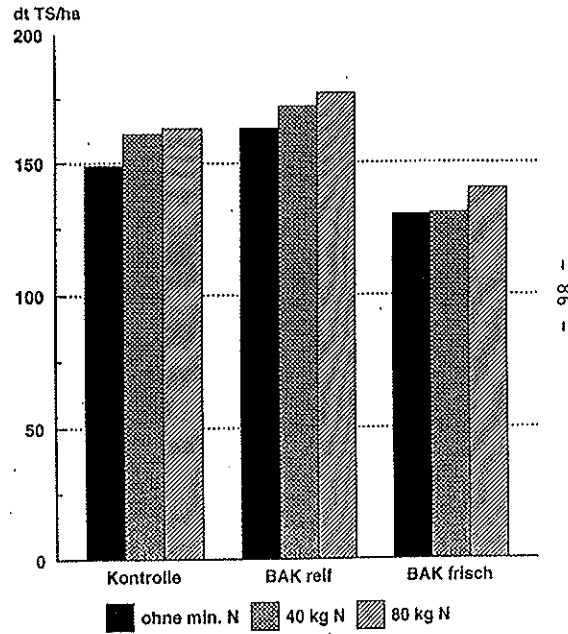


Abb.4

Ertragswirkung von Bioabfallkomposten und mineralischer N-Düngung

Feldversuch; Silomaiserträge



Tab.2

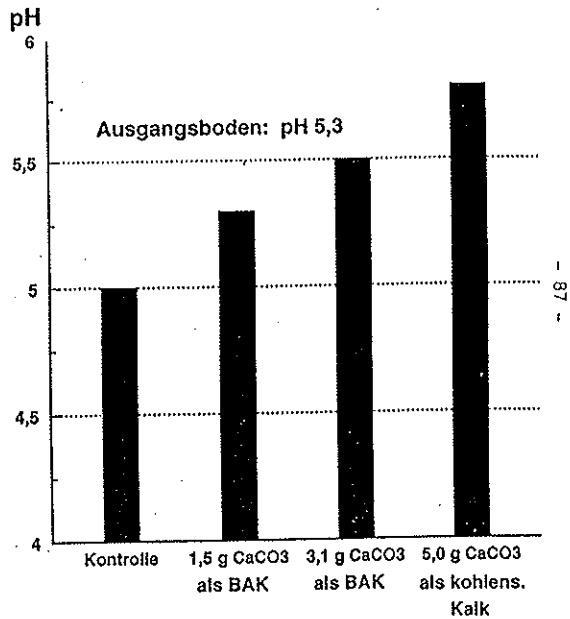
Schwermetallgehalte von Bioabfallkomposten

(mg/kg TS; bezogen auf 30 % org. Substanz)

	Mittelwerte n = 11	Spanne	Fricke et al. (1992)	Richtwerte RAL-GZ 251
Pb	42	22 - 87	83	150
Cd	0,3	0,2 - 0,5	0,8	1,5
Cr	25	20 - 37	36	100
Cu	39	28 - 69	47	100
Ni	15	13 - 17	20	50
Hg	0,2	0,1 - 0,2	0,4	1,0
Zn	160	107 - 196	250	400

Abb.6 Basische Wirksamkeit von Bioabfallkomposten

Gefäßversuch; pH-Werte nach Hafer und Mais



Tab.4 Organische Schadstoffe in Bioabfallkomposten

		Mittelwert n = 4	Spanne	Grenzwert AbfklärV
AOX	mg/kg TS	212	199 - 219	500
PCB Nr. 28	g/kg TS	10	- 10	200
52	g/kg TS	10	- 15	200
101	g/kg TS	12	11 - 21	200
138	g/kg TS	22	18 - 28	200
153	g/kg TS	22	19 - 29	200
180	g/kg TS	17	13 - 24	200
				200
PAK*	mg/kg TS	0,39	- 0,45	k. A.
PCDD/PCDF	ng TE/kg TS	10,2	7,2 - 16,5	100

k. A. = keine Angabe

* Summe der 6 PAK aus Trinkwasser-VO

Tab.3 Blei-, Cadmium- und Zinkgehalte in Bioabfallkomposten und Böden (mg/kg TM)

	Mittelwert bezogen auf original organische Substanz	Spanne	Mittelwert bezogen auf mineralische Substanz	Spanne	unbelastete Böden (Scheffer/ Schachtschabel, 1994)	AbfklärV Grenzwerte in Böden	Vorschlag für Grenzwerte in Böden (Sauerbeck und Lübben, 1991)
Pb	37	23 - 53	60	32 - 124	2 - 60	100	100
Cd	0,3	0,2 - 0,4	0,5	0,3 - 0,7	- 0,5	1,5 (1)*	0,7
Zn	144	108 - 179	228	153 - 279	10 - 300	200 (150)*	100 (pH < 5,4) 200 (5,4 < pH < 6,2) 300 (6,2 < pH)

* Tongehalt < 5% oder 5 < pH < 8

- 88 -

Tab. 5: Schadstofffrachten bei Anwendung von Bioabfallkomposten (15 t TS/ha a) (g/ha a bzw. PCDD/PCDF: g TE/ha a)

	B A K	AbfklärV zul. Höchstmengen
Schwermetalle		
Pb	550	1500
Cd	4,7	16,7 (8,3)*
Cr	340	1500
Cu	520	1333
Ni	210	333
Hg	2,1	13,3
Zn	2200	4167 (3333)*
Org. Schadstoffe		
AOX	3200	833
PAK**	6	k. A.***
PCB Nr. 28	- 0,15	0,33
52	0,15	0,33
101	0,18	0,33
138	0,33	0,33
153	0,33	0,33
180	0,26	0,33
PCDD/PCDF	150	167

*Boden: 5 < pH < 6 oder Tongehalt < 5 %

** Summe der 6 PAK aus Trinkwasser-VO

*** k. A. = keine Angabe

- 89 -