

Projekttitel:

**Untersuchung und Bewertung lokaler
Schwermetallimmissionen im Bereich von
Höchstspannungs-Freileitungsmasten vor
dem Hintergrund des Bodenschutzrechtes
- Kurzfassung -**

Auftraggeber:

RWE Systems AG
Essen

im Auftrag von RWE Transportnetz Strom GmbH
Dortmund

Bearbeitung:

Petra Günther (Dipl.-Biol.)
Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
Monika Machtolf (Dipl.Oec.troph.)
Florian Raecke (Dipl.-Geogr.)
Markus Springer (Dipl.-Ing.)

Projekt-Nr.:

P 207022

Datum:

Juni 2008

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
- Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Hintergrund	1
2.	Untersuchungsgegenstand und Methode	3
2.1.	Auswahl der Stichprobe	3
2.2.	Probennahmekonzept	4
2.3.	Untersuchungsumfang	5
3.	Geländearbeiten und Analytik	6
3.1.	Geländearbeiten	6
3.2.	Analytik	6
3.2.1.	Bodenmischproben	6
3.2.2.	Versuchsstände und Bodenwasser	6
4.	Darstellung der Ergebnisse und statistische Auswertung	7
4.1.	Gesamtgehalte	7
4.2.	Pflanzenverfügbare Gehalte	13
4.3.	Mobile Gehalte	19
5.	Grundlagen der Bewertung	20
6.	Bewertung der Ergebnisse und Gefahrenabschätzung	21
6.1.	Wirkungspfad Boden-Mensch (Direktpfad)	21
6.2.	Wirkungspfad Boden-Pflanze	22
6.2.1.	Expositions Betrachtung zum Transferpfad Boden-Pflanze-Mensch	23
6.2.2.	Expositions Betrachtung zum Transferpfad Boden-(Pflanze-)Tier	24
6.3.	Wirkungspfad Boden-Grundwasser	24
7.	Zusammenfassende Schlussfolgerungen	26
8.	Handlungsbedarf	28

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Probennahme	4
Abbildung 2:	Mittelwerte der Blei-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen	7
Abbildung 3:	Mittelwerte der Cadmium-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen	8
Abbildung 4:	Mittelwerte der Chrom-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen	8
Abbildung 5:	Mittelwerte der Zink-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen	9
Abbildung 6:	Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Bleigehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen	13

Abbildung 7: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen _____	14
Abbildung 8: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Zinkgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen _____	14
Abbildung 9: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Bleigehalten _____	18
Abbildung 10: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalten _____	18
Abbildung 11: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Zinkgehalten _____	19
Abbildung 12: Bedeutung von Schadstoffen und Nutzungen in der Gefahrenbeurteilung _____	21
Abbildung 13: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Bodenwassermessstelle _____	25
Abbildung 14: Kalkungsversuche: Blei (pflanzenverfügbar) _____	29

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Klassifizierung der Standorte _____	3
Tabelle 2: Angaben zu den beprobten Flächengrößen _____	5
Tabelle 3: Gesamtgehalte der A-Flächen _____	9
Tabelle 4: Gesamtgehalte der C-Flächen _____	10
Tabelle 5: Mastkategorien _____	11
Tabelle 6: Blei-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien _____	11
Tabelle 7: Cadmium-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien _____	12
Tabelle 8: Chrom-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien _____	12
Tabelle 9: Zink-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien _____	12
Tabelle 10: Pflanzenverfügbare Gehalte der A-Flächen (0-10 und 10-30 cm) _____	15
Tabelle 11: Pflanzenverfügbare Gehalte der A1-Flächen (0-10 und 10-30 cm) _____	15
Tabelle 12: Pflanzenverfügbare Gehalte der A2-Flächen (0-10 und 10-30 cm) _____	15
Tabelle 13: Pflanzenverfügbare Gehalte der B-Flächen (0-10 und 10-30 cm) _____	16
Tabelle 14: Pflanzenverfügbare Gehalte der C-Flächen (0-10 und 10-30 cm) _____	16
Tabelle 15: Überschreitungen von Prüfwerten durch Gesamtgehalte _____	22
Tabelle 16: Überschreitungen von Prüfwerten durch pflanzenverfügbare Stoffgehalte (0-10, 10-30 cm) _____	22

1. Veranlassung und Hintergrund

In den Jahren bis 1960 wurden in Deutschland Stahlkonstruktionen in der Regel mit einer Grundierung durch Bleimennige und einem ebenfalls bleihaltigen Anstrich vor Korrosion geschützt - darunter auch die Höchstspannungsmasten von Freileitungen.

Etwa ab 1960 wurde bei RWE der Stahl von Freileitungsmasten verzinkt und mit weniger bleihaltigen Stoffen dem damaligen Stand der Technik entsprechend beschichtet; aktuell werden nur noch bleifreie Anstriche verwendet.

Da die Beschichtungen der Masten wechselnden Witterungsverhältnissen ausgesetzt waren und in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach neue Beschichtungen aufgetragen wurden, bestand der Verdacht, dass ein Schwermetalleintrag in das Umfeld der Maste bedingt durch Verwitterung und Abwaschungsprozesse durch Regenwasser stattgefunden hat und dass eine Überlagerung dieses Effektes durch nicht korrekt durchgeführte Wartungs- und Anstricharbeiten mit Materialeintrag in den Boden ebenfalls denkbar ist.

Stichprobenhafte Untersuchungen des Kantons Schwyz, die im November 2005 veröffentlicht wurden, wiesen darauf hin, dass Böden unterhalb und im engeren Umkreis eines Mastes zum Teil stark mit Schwermetallen belastet sein können. In Kenntnis dieser Veröffentlichung führte die RWE Transportnetz Strom GmbH (Die RWE Transportnetz Strom GmbH bündelt sämtliche Aktivitäten rund um das Höchstspannungsnetz) in 2006 eigene stichprobenhafte Untersuchungen durch. Die Analytik erfolgte im Labor der RWE Power. Als Resultat dieser Erstuntersuchungen wurde deutlich, dass die im Kanton Schwyz ermittelten Einträge auch an Maststandorten von RWE-Transportnetz Strom nicht auszuschließen waren.

Vor diesem Hintergrund hat sich die RWE Transportnetz Strom GmbH entschieden, an repräsentativ auszuwählenden Maststandorten des Höchstspannungsnetzes Untersuchungen durch einen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen gemäß § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz -BBodSchG- nach Maßgabe der in Anhang 1 zur Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung

Projekt-Nr.: P 207022

-BBodSchV- aufgestellten Anforderungen planen, durchführen und bewerten zu lassen.

Mit Schreiben vom 20.03.2007 beauftragte die RWE Transportnetz Strom GmbH, Dortmund hiermit die IFUA-Projekt-GmbH, Bielefeld.

In der hier vorliegenden Kurzfassung des Gutachtens¹ werden das methodische Vorgehen in der Untersuchung der Masten beschrieben sowie die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und fachlich gewürdigt.

Hierbei wird in Kapitel 2 zunächst das Untersuchungskonzept dargelegt, bevor die Arbeiten im Gelände und im Labor in Kapitel 3 näher erläutert werden. Kapitel 4 widmet sich der Darstellung der Ergebnisse und der statistischen Auswertung der Daten. Nach Darstellung der Bewertungsgrundlagen in Kapitel 5 werden die Ergebnisse schließlich in Kapitel 6 einer Bewertung zugeführt, die in Kapitel 7 als Fazit zusammengefasst wird. Kapitel 8 komplettiert den Bericht durch Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.

¹ IFUA-Projekt-GmbH: Untersuchung und Bewertung lokaler Schwermetallimmissionen im Bereich von Freileitungsmasten vor dem Hintergrund des aktuellen Bodenschutzrechts, unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der RWE Transportnetz Strom GmbH, 16.06.2008, Bielefeld

2. Untersuchungsgegenstand und Methode

Es erfolgten Untersuchungen an 210 der insgesamt ca. 20.000 Maststandorte von RWE Transportnetz Strom GmbH. Dies entspricht ca. 1% der Masten und damit einer Anzahl, die zur statistischen Absicherung der Ergebnisse benötigt wird. Die Ableitung des Untersuchungskonzeptes und die Auswahl der Masten erfolgten durch die Sachverständigen in Abstimmung mit dem Auftraggeber.

Das konzeptionelle Vorgehen orientierte sich am deutschen Bodenschutzrecht.

2.1. Auswahl der Stichprobe

Die Auswahl der stellvertretend zu untersuchenden Standorte erfolgte unter Berücksichtigung der im Vorfeld durch RWE Transportnetz Strom vorgenommenen Klassifizierung der Freileitungsmaste aufgrund der Art des Korrosionsschutzes (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Klassifizierung der Standorte

Kategorie	Klassifizierung			Anzahl	Stichprobe
1.1	Alt-Bleimennige	unverzinkt	vor 1930	2.850	28
1.2	Alt-Bleimennige	unverzinkt	1930-1950	2.600	26
1.3	Alt-Bleimennige	unverzinkt	1950-1963	4.500	46
2.1	Alt-Bleimennige	verzinkt	1963-1972	3.860	40
2.2	RWE Stoff 9 +11	verzinkt	ab 1972	3.300	34
3.1	Zinkchromat + Bleimennige	unverzinkt	1950-1960	230	6
3.2	Zinkchromat	verzinkt	ab 1965	2.340	24
4.1	unbeschichtet	verzinkt	bis 1995	keine Angabe	-
4.2	unbeschichtet	verzinkt	nach 1995	keine Angabe	6
7 Kategorien (ohne 4.1 und 4.2)				19.680	210

Die Altersstufen sind teilweise doppelt angegeben, da sowohl ehemalige RWE- als auch ehemalige VEW-Masten einbezogen sind, die unterschiedlich mit Korrosionsschutz behandelt wurden.

Diese Klassifizierung nach Alter und Korrosionsschutzmittel war wesentliche Grundlage zur Auswahl der Standorte. Es wurde so verfahren, dass die Stichprobe bis auf 3.1. und 4.2. (hier pauschal 6 Stück) prozentual auf die in Tabelle 1 genannten Gruppen 1.1 bis 3.2 umgelegt wurde.

2.2. Probennahmekonzept

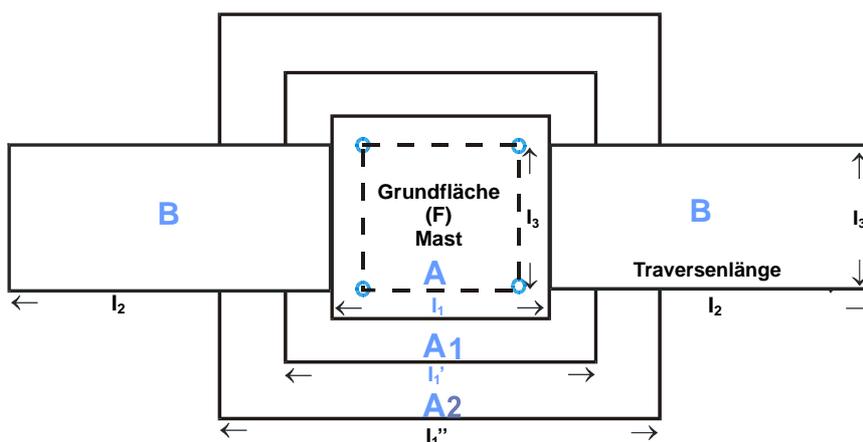
Die zu ermittelnden Daten sollten eine Wirkungspfadbezogene Bewertung (Boden-Mensch, Boden-Pflanze, Boden-Tier und Boden-Grundwasser) ermöglichen. Insofern waren sie als Mischproben zu gewinnen, wobei die Anzahl der Einzelproben in Anlehnung an Anhang 1 der BBodSchV festgelegt wurde. Beprobte werden sollten die Bereiche, die vor dem Hintergrund eines möglichen Schadstoffeintrags bedingt durch den Freileitungsmast betroffen sein können.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen wurde festgelegt, mehrere Entnahmebereiche je Standort zu definieren, wobei die Fläche "A" den angenommenen Hauptbelastungsbereich im nahen Umfeld des Freileitungsmastes repräsentieren sollte und sich jeweils aus der typenabhängigen Größe der Grundfläche ergibt. Die Flächen "A1" und "A2" stellen hierzu konzentrische Quadrate dar.

Hiervon ist der vornehmlich über diffuse Prozesse betroffene Bereich zu differenzieren, der als etwa die Fläche unterhalb der Traversen anzunehmen ist (Entnahmebereich "B"). Ein weiterer Entnahmebereich wurde als Referenzfläche (Entnahmebereich "C") jeweils weit ab vom Mast festgelegt.

In Abbildung 1 ist das Probennahmekonzept schematisch dargestellt, Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den beprobten Flächengrößen.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Probennahme



$$l_1 = (\sqrt{F \cdot 2})$$

$$l_1' = (\sqrt{F \cdot 4})$$

$$l_1'' = (\sqrt{F \cdot 6})$$

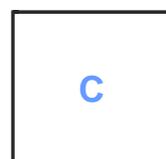


Tabelle 2: Angaben zu den beprobten Flächengrößen

	Minimum	Maximum	Mittelwert
Mast-Kantenlängen:	1,7 / 2,0 m	10 m	4,9 m
Mastgrundflächen:	3,4 m ²	100 m ²	29,5 m ²
A-Flächen:	6,8 m ²	200 m ²	60 m ²
A1-Flächen:	6,8 m ²	200 m ²	60 m ²
A2-Flächen:	13,6 m ²	400 m ²	120 m ²
B-Flächen:	15 m ²	256 m ²	57 m ²

Alle zu untersuchenden Flächen wurden tiefenbezogen beprobt in 0-10 cm, 10-30 cm und 30-60 cm. Insgesamt umfasste das Programm 210 Maststandorte mit 804 Probennahmeflächen und 2.412 Bodenmischproben, wobei nicht alle Proben einer Analytik unterzogen wurden (vgl. Kapitel 2.3).

2.3. Untersuchungsumfang

Obligatorisch für alle Probennahmeflächen wurden die Proben 0-10 cm und 10-30 cm auf folgende Parameter untersucht:

pH-Wert

Blei, gesamt

Cadmium, gesamt

Chrom, gesamt²

Zink, gesamt

Blei, pflanzenverfügbar

Cadmium, pflanzenverfügbar

Zink, pflanzenverfügbar

Nur bei Prüf- und Maßnahmenwertüberschreitungen hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Pflanze in 10-30 cm Tiefe wurden auch die Proben aus 30-60 cm Tiefe untersucht.

In Abhängigkeit von diesen Ergebnissen erfolgten schließlich auch Untersuchungen der Schadstoffgehalte im 2:1-Eluat.

² Da sich der Parameter Chrom als unauffällig herausstellte, konnte auf dessen Analytik nach Vorliegen der ersten Auswertungen im Weiteren verzichtet werden.

3. Geländearbeiten und Analytik

3.1. Geländearbeiten

Die Geländearbeiten erfolgten konzeptgemäß (vgl. Kapitel 2) in der Zeit vom 17.04.2007 bis 05.02.2008 durch Mitarbeiter der IFUA-Projekt-GmbH. Beprobte wurden im Wesentlichen Maststandorte in Nordrhein-Westfalen sowie einige wenige in Rheinland-Pfalz.

Die Mischproben wurden in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen und der Entnahmetiefe mittels Handschaufel, Probenstecher bzw. 36 mm-Sonde genommen. Das beprobte Material wurde auf organoleptische Auffälligkeiten (Geruch, Konsistenz und augenscheinliche Besonderheiten) vor Ort untersucht.

An allen Masten wurden die jeweiligen Standortgegebenheiten durch Fotografien dokumentiert.

3.2. Analytik

3.2.1. Bodenmischproben

Sämtliche laboranalytischen Leistungen fanden im Hause der als nach § 18 BBodSchG anerkannten Untersuchungsstelle Eurofins (vormals Analytis) GmbH, Wesseling, statt. Die jeweiligen Prüfberichte wurden dem Bearbeitungsfortschritt folgend nach und nach zur Verfügung gestellt.

Die Analytik erfolgte nach den methodischen Vorgaben der BBodSchV gemäß Untersuchungskonzeption (vgl. Kapitel 2.3).

3.2.2. Versuchsstände und Bodenwasser

Darüber hinaus wurden laboranalytische Leistungen im Kontext von Kalkungsversuchen und der Untersuchung von Bodenwasser, welches mittels Saugkerzen gewonnen wurde, erforderlich. Diese erfolgten in der ebenfalls nach § 18 BBodSchG anerkannten Untersuchungsstelle UCL-Labor-GmbH in Lünen.

4. Darstellung der Ergebnisse und statistische Auswertung

Im Folgenden werden die ermittelten Schwermetallgehalte dargestellt, statistisch aufbereitet und kommentiert. Eine Zusammenstellung aller Daten inklusive Probennahmeprotokollen und Fotodokumentation enthalten die dem Gutachten als Anhang beigefügten Standortdossiers.

4.1. Gesamtgehalte

Die folgenden Abbildungen zeigen, differenziert nach Probennahmetiefen und A-, A1-, A2-, B-, C-Flächen, die Mittelwerte der festgestellten Gesamtgehalte.

Abbildung 2: Mittelwerte der Blei-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

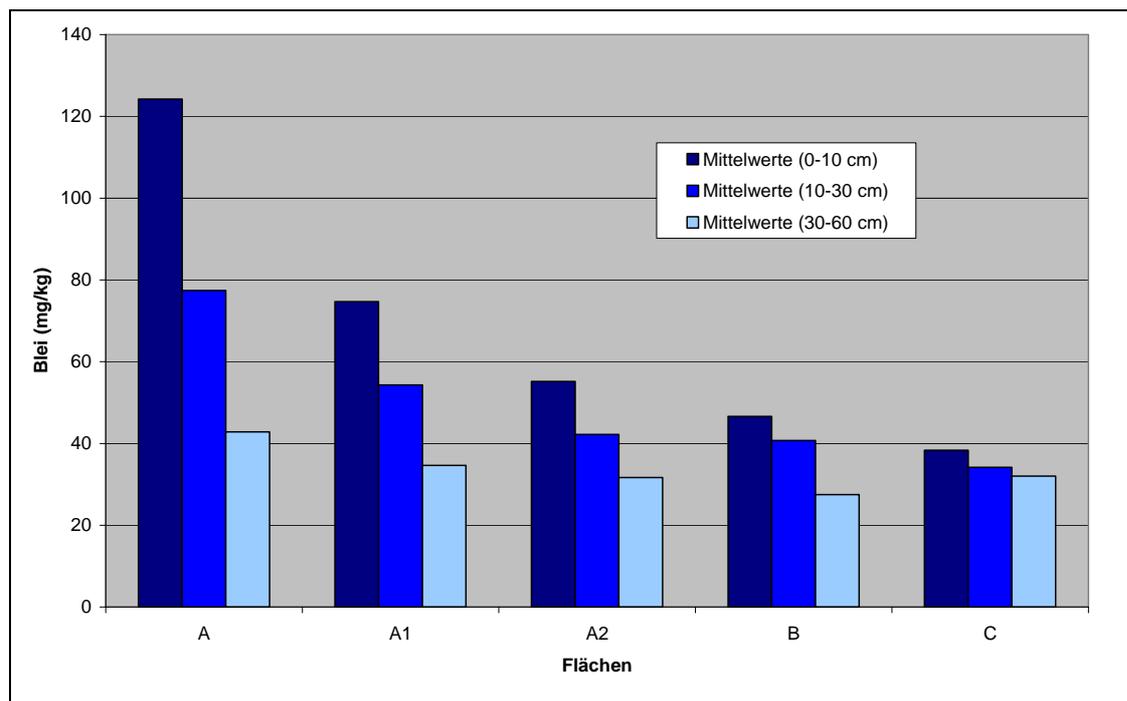


Abbildung 3: Mittelwerte der Cadmium-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

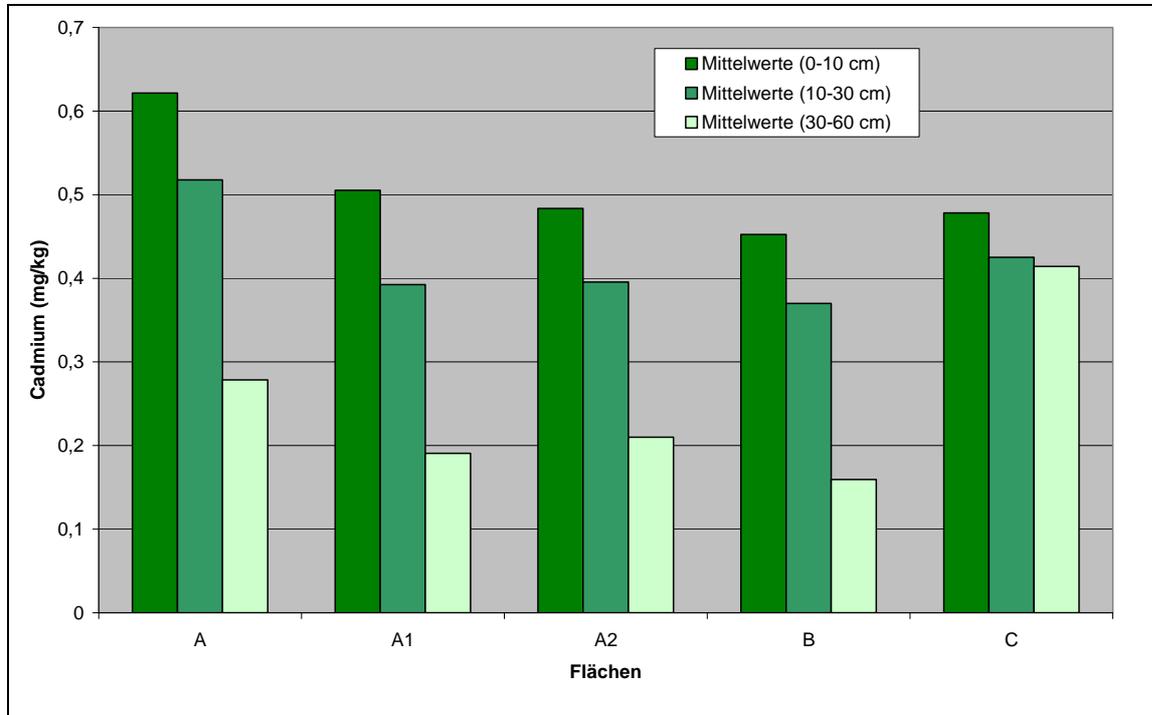


Abbildung 4: Mittelwerte der Chrom-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

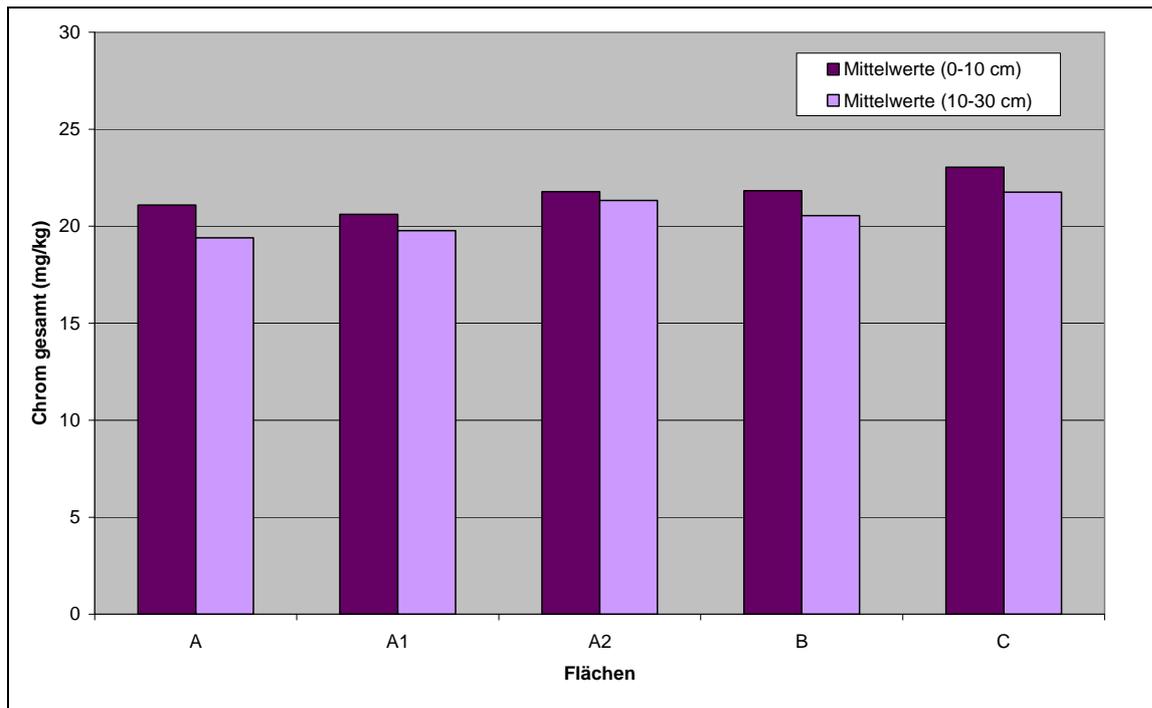
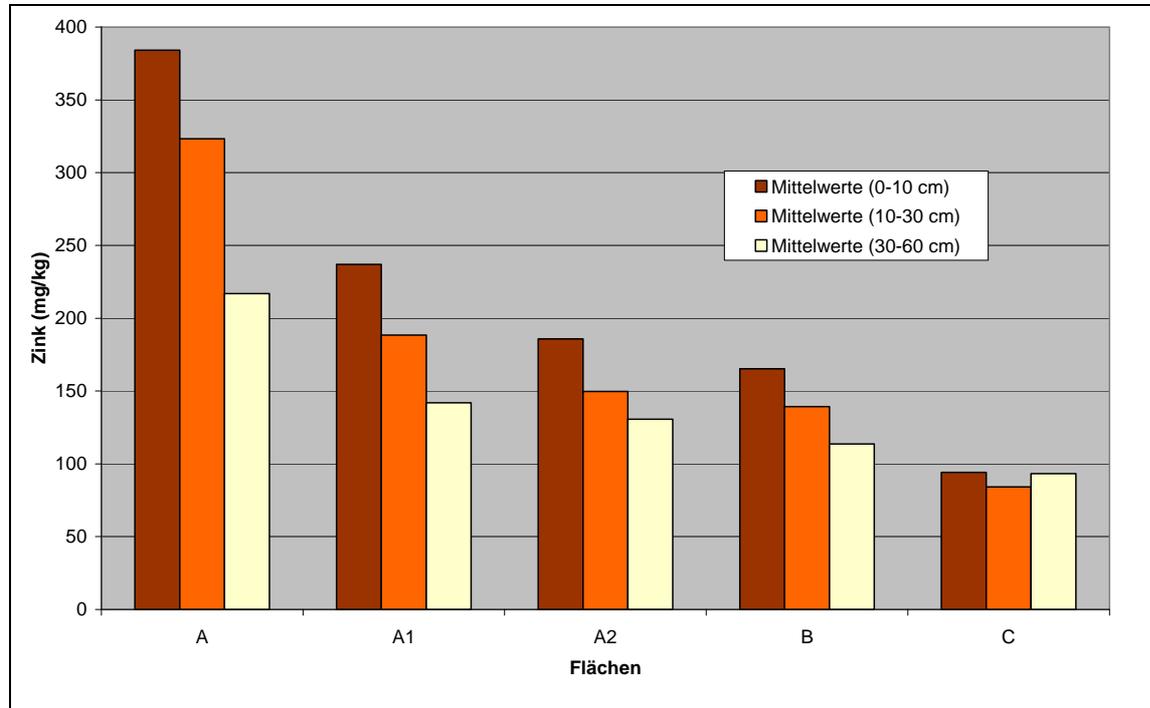


Abbildung 5: Mittelwerte der Zink-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen



Zur weiteren Differenzierung werden in den folgenden Tabellen die statistischen Kenndaten der A- und C-Flächen dargestellt.

Tabelle 3: Gesamtgehalte der A-Flächen

Tiefe (cm)	Blei			Cadmium			Chrom			Zink		
	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60
n	210	210	130	210	210	130	98	98	0	210	210	130
Minimum	< 2	8	8	< 0,2	< 0,2	< 0,2	3	4	-	3	10	9
Median	82	61	35	0,6	0,5	0,3	19,5	18,5	-	325	285	182
Mittelwert	124	77	43	0,62	0,52	0,28	21,1	19,4	-	384	323	217
75. Perz.	144	102	53	0,9	0,7	0,5	25	24	-	539	441	276
90. Perz.	250	135	81	1,2	1	0,6	30	29	-	719	630	393
Maximum	1.240	771	256	2,8	1,8	2,2	65	42	-	1.300	1.070	2.070

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 4: Gesamtgehalte der C-Flächen

Tiefe (cm)	Blei			Cadmium			Chrom			Zink		
	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60	0-10	10-30	30-60
n	32	32	7	32	32	7	24	24	0	32	32	7
Minimum	< 2	< 2	7	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 2	< 2	-	5	< 2	13
Median	28,5	26	21	0,4	0,4	0,3	19	18,5	-	72	67	91
Mittelwert	38	34	32	0,48	0,43	0,41	23,2	21,9	-	94	84	93
75. Perz.	50	46	36	0,6	0,5	0,8	27	26,5	-	123	108	129
90. Perz.	78	65	96	1,3	0,9	1	45	40	-	187	155	186
Maximum	122	113	96	1,9	2	1	55	53	-	286	243	186

Angaben in mg/kg TR

Aus den Tabellen und Diagrammen können insgesamt folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Es ist eine sehr hohe **Spannweite** der Gesamtgehalte zu konstatieren, die beispielsweise bei Blei in der Bodentiefe 0-10 cm auf den A-Flächen von weniger als 2 mg/kg (Bestimmungsgrenze) bis über 1.200 mg/kg reicht.
- Die Gesamtgehalte aller untersuchten Schwermetalle nehmen im Mittel auf den Flächen mit Masteinfluss (A, A1, A2, B) mit zunehmender **Bodentiefe** ab.
- Bei **Blei und Zink** sind die Gesamtgehalte im direkten Mastumfeld (A) erhöht und nehmen in der daran anschließenden Fläche (A1) deutlich ab. Mit zunehmendem Abstand von der Grundfläche sinken die Werte weiter (A2, B) und nähern sich denen der unbeeinflussten Referenzfläche (C) an. Insofern ist ein – sehr unterschiedlich stark ausgeprägter – Einfluss der Freileitungsmaste auf die Blei- und Zinkgehalte der Böden festzustellen.
- Bei **Cadmium** ist zwar ebenfalls eine Abnahme der Gesamtgehalte in der Bodentiefe 0-10 cm mit zunehmendem Abstand zum Mast erkennbar. Allerdings bewegen sich die Gehalte der A1-, A2- und B-Flächen bereits auf dem Niveau der C-Flächen; in den unteren Bodentiefen sogar darunter. Möglicherweise wird ein nur schwacher Einfluss der Mas-

te auf die Cadmiumgehalte im Boden durch anderweitige Quellen wie etwa düngemittelbedingte Einträge überlagert.

- Bei **Chrom** sind Zusammenhänge zwischen den Gesamtgehalten und dem Abstand zum Mast nicht erkennbar. Für dieses Schwermetall ließ sich daher schon an dieser Stelle feststellen, dass es durch Freileitungsmaste nicht zu erheblichen Einträgen in Böden kommt. Weitere Untersuchungen waren nicht erforderlich.

Um einen ersten Eindruck davon zu erhalten, welchen Einfluss die unterschiedlichen Mastkategorien auf die Schwermetallgehalte im Boden haben, ist eine entsprechende Differenzierung der beschreibenden Statistik erforderlich. Tabelle 5 führt die Charakteristik der untersuchten Mastkategorien noch einmal auf.

Tabelle 5: Mastkategorien

Kategorie	Korrosionsschutz		Aufbringungszeitraum
1.1	Alt-Bleimennige	unverzinkt	vor 1930
1.2	Alt-Bleimennige	unverzinkt	1930-1950
1.3	Alt-Bleimennige	unverzinkt	1950-1963
2.1	Alt-Bleimennige	verzinkt	1963-1972
2.2	RWE Stoff 9+11	verzinkt	ab 1972
3.1	Zinkchromat + Bleimennige	unverzinkt	1950-1960
3.2	Zinkchromat	verzinkt	ab 1965
4.2	unbeschichtet	verzinkt	nach 1995

Die folgenden Tabellen zeigen die Gesamtgehalte der Schwermetalle differenziert nach Mastkategorien.

Tabelle 6: Blei-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien

Kategorie	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.2
Gültige Fälle	172	192	360	312	232	44	188	44
Minimum	2	15	< 2	17	17	9	< 2	7
Median	53	56	59	63	30	35	21	33
Mittelwert	69	106	83	70	38	49	23	33
75. Perzentil	77	120	99	80	47	53	24	40
90. Perzentil	122	232	160	106	68	102	34	52
Maximum	595	908	1.240	816	156	205	90	64

Angaben in mg/kg TR

Projekt-Nr.: P 207022

Tabelle 7: Cadmium-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien

Kategorie	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.2
Gültige Fälle	172	192	360	312	232	44	188	44
Minimum	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Median	< 0,2	0,3	0,5	0,8	0,4	< 0,2	0,3	0,6
Mittelwert	< 0,2	0,35	0,53	0,84	0,48	< 0,2	0,35	0,53
75. Perzentil	0,3	0,5	0,6	1,0	0,5	0,2	0,4	0,8
90. Perzentil	0,5	0,6	0,9	1,3	0,7	0,3	0,5	1
Maximum	0,7	1,0	1,9	2,8	1,4	1,5	1,2	1,2

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 8: Chrom-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien

Kategorie	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.2
Gültige Fälle	60	56	104	104	96	44	180	4
Minimum	7	9	< 2	14	17	4	< 2	17
Median	12	26	15	26	24	9	19	18
Mittelwert	13	25	17	27	26	11	20	18
75. Perzentil	15	32	23	31	29	15	21	19
90. Perzentil	18	41	28	42	33	20	23	19
Maximum	25	51	48	72	43	28	65	19

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 9: Zink-Gesamtgehalte (A, A1, A2, B; 0-10, 10-30 cm), differenziert nach Mastkategorien

Kategorie	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.2
Gültige Fälle	172	192	360	312	232	44	188	44
Minimum	5	42	4	73	75	10	< 2	27
Median	74	201	155	299	165	53	116	128
Mittelwert	116	301	198	324	236	91	163	153
75. Perzentil	152	407	231	412	284	90	193	160
90. Perzentil	234	678	389	541	441	129	294	211
Maximum	976	1.300	814	1.030	1.160	621	953	597

Angaben in mg/kg TR

Folgendes ist festzuhalten:

- Im Median treten die höchsten Blei- und Zinkgehalte in der Kategorie 2.1 auf.
- Im Mittelwert treten die höchsten Bleigehalte demgegenüber in den Kategorien 1.2 und 1.3 auf, da hier mehr besonders hohe Werte vorliegen.

4.2. Pflanzenverfügbare Gehalte

Die folgenden Abbildungen zeigen, differenziert nach Probennahmetiefen und A-, A1-, A2-, B-, C-Flächen, die Mittelwerte der festgestellten pflanzenverfügbaren Gehalte an Blei, Cadmium und Zink im Ammoniumnitratextrakt. Hierbei erfolgen die Darstellungen für die Teilmenge von Standorten, bei denen dem Untersuchungsablauf entsprechend (vgl. Kapitel 2.3) auch die Beprobungstiefe 30-60 cm untersucht wurde.

Abbildung 6: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Bleigehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

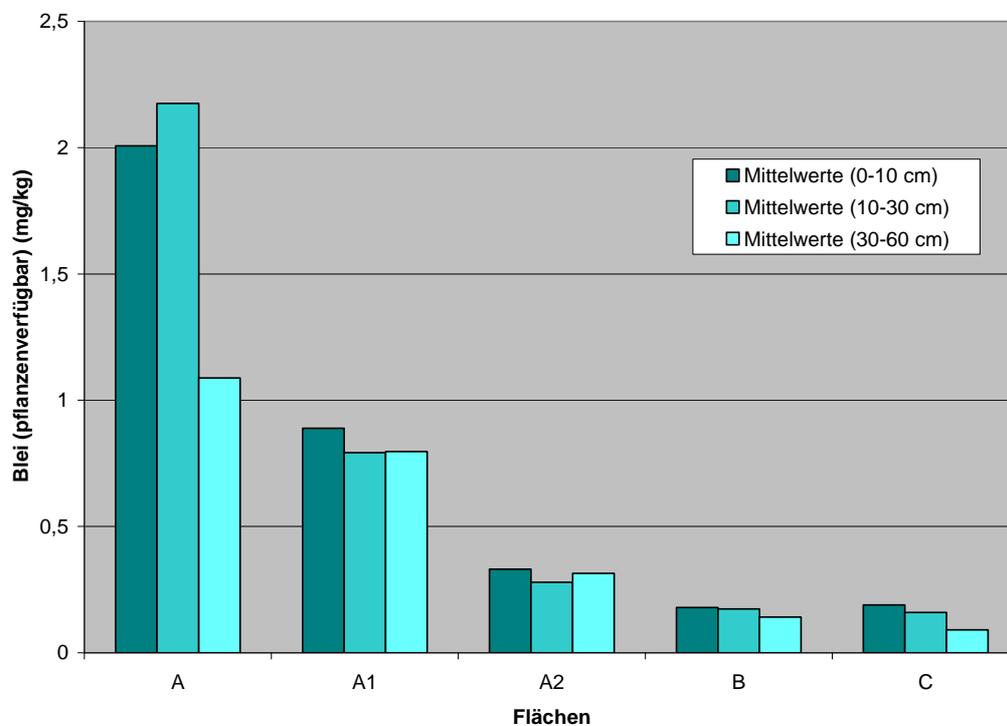


Abbildung 7: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

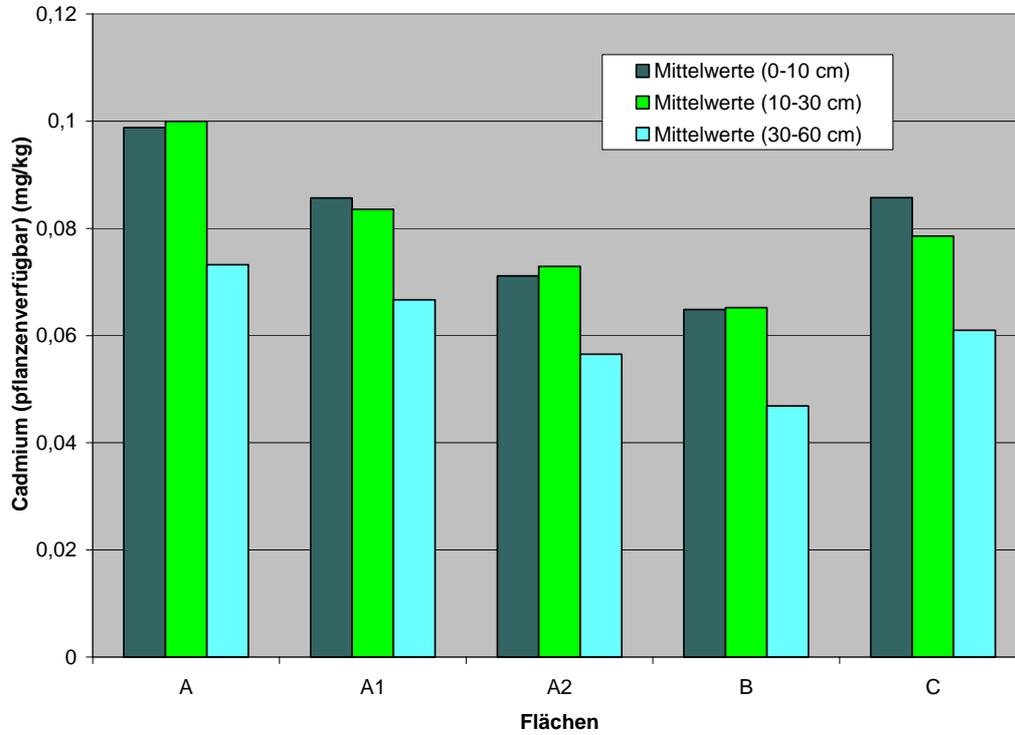
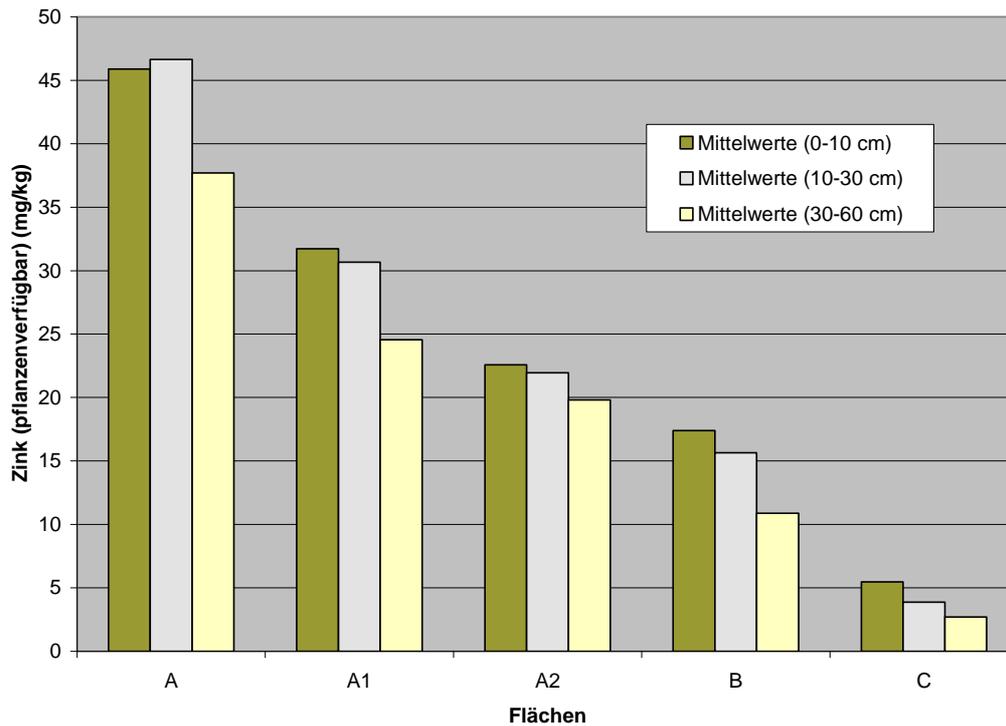


Abbildung 8: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Zinkgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen



Projekt-Nr.: P 207022

Die folgenden Tabellen enthalten die zugehörigen statistischen Kenndaten der pflanzenverfügbaren Gehalte.

Tabelle 10: Pflanzenverfügbare Gehalte der A-Flächen (0-10 und 10-30 cm)

Tiefe (cm)	Blei		Cadmium		Zink	
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
n	210	210	210	210	210	210
Minimum	< 0,025	< 0,025	< 0,0025	< 0,0025	0,051	0,032
Median	0,03	< 0,025	0,02	0,021	8,23	8,49
Mittelwert	1,29	1,36	0,065	0,064	29,4	29,2
75. Perz.	0,55	0,34	0,074	0,077	47	43
90. Perz.	2,76	3,35	0,2	0,21	79	102
Maximum	42,9	43,5	0,57	0,34	318	230

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 11: Pflanzenverfügbare Gehalte der A1-Flächen (0-10 und 10-30 cm)

Tiefe (cm)	Blei		Cadmium		Zink	
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
n	176	176	176	176	176	176
Minimum	< 0,025	< 0,025	< 0,0025	< 0,0025	0,034	0,034
Median	< 0,025	< 0,025	0,007	0,006	0,92	0,7
Mittelwert	0,38	0,33	0,039	0,037	13,93	13,29
75. Perz.	0,095	0,11	0,041	0,043	14,35	13,75
90. Perz.	0,55	0,62	0,15	0,13	46	51
Maximum	11,7	14,2	0,33	0,31	161	140

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 12: Pflanzenverfügbare Gehalte der A2-Flächen (0-10 und 10-30 cm)

Tiefe (cm)	Blei		Cadmium		Zink	
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
n	176	176	176	176	176	176
Minimum	< 0,025	< 0,025	< 0,0025	< 0,0025	0,017	0,021
Median	< 0,025	< 0,025	0,005	0,004	0,41	0,32
Mittelwert	0,11	0,085	0,028	0,027	8,35	7,85
75. Perz.	0,04	0,05	0,041	0,043	9,58	8,75
90. Perz.	0,18	0,17	0,09	0,093	30	22
Maximum	6,23	3,15	0,33	0,31	98	97

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 13: Pflanzenverfügbare Gehalte der B-Flächen (0-10 und 10-30 cm)

Tiefe (cm)	Blei		Cadmium		Zink	
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
n	210	210	210	210	210	210
Minimum	< 0,025	< 0,025	< 0,0025	< 0,0025	0,03	0,028
Median	< 0,025	< 0,025	0,006	0,004	0,47	0,31
Mittelwert	0,056	0,047	0,024	0,023	6,1	5,4
75. Perz.	0,03	0,03	0,021	0,02	4,9	4,8
90. Perz.	0,17	0,15	0,081	0,073	20	17
Maximum	2,2	1,28	0,27	0,26	116	90

Angaben in mg/kg TR

Tabelle 14: Pflanzenverfügbare Gehalte der C-Flächen (0-10 und 10-30 cm)

Tiefe (cm)	Blei		Cadmium		Zink	
	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30
n	32	32	32	32	32	32
Minimum	< 0,025	< 0,025	< 0,0025	< 0,0025	0,017	0,017
Median	< 0,025	< 0,025	0,0075	0,0075	0,52	0,27
Mittelwert	0,024	0,017	0,028	0,023	1,68	1,1
75. Perz.	< 0,025	< 0,025	0,028	0,025	1,61	0,95
90. Perz.	0,05	0,05	0,064	0,074	3,9	3,2
Maximum	1,05	0,84	0,2	0,15	17,9	8,83

Angaben in mg/kg TR

Aus den Tabellen und Säulendiagrammen lassen sich hinsichtlich der pflanzenverfügbaren Stoffgehalte folgende Erkenntnisse ableiten:

- Analog zu den Gesamtgehalten ist auch für die pflanzenverfügbaren Stoffgehalte eine große **Spannweite** festzustellen, die etwa bei Blei auf A-Flächen in den Tiefen 0-10 und 10-30 cm von weniger als 0,025 mg/kg (Bestimmungsgrenze) bis über 40 mg/kg reicht.
- Der vor allem bei Blei teilweise sehr große Abstand zwischen dem 90. Perzentil und dem Maximum lässt erkennen, dass es sich bei den Maxima mitunter um einzelfallbedingte **Extremwerte** handelt.

- In der Regel nehmen die pflanzenverfügbaren mittleren Schwermetallgehalte mit der **Bodentiefe** 0-10 cm über die Tiefe 10-30 cm bis in die Tiefe 30-60 cm ab.
- Bei **Blei und Zink** nehmen die pflanzenverfügbaren Gehalte analog zu den Gesamtgehalten von A nach A1 stark ab. Mit zunehmenden **Abstand zum Mast** (A2 und B) sinken sie weiter und nähern sich der unbeeinflussten Referenzfläche (C) an. Insofern ist auch für die pflanzenverfügbaren Blei- und Zinkgehalte ein – sehr unterschiedlich stark ausgeprägter – Einfluss der Freileitungsmaste festzustellen.
- Auch bei **Cadmium** ist analog zu den Gesamtgehalten zwar eine Abnahme der pflanzenverfügbaren Gehalte mit zunehmendem Abstand zum Mast erkennbar. Auffällig ist, dass die Gehalte der A1-, A2- und B-Flächen sich bereits auf bzw. teilweise auch unter dem Niveau der C-Fläche bewegen. Ein Einfluss anderweitiger Quellen erscheint damit auch für die pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalte naheliegend.

In der Bodenkunde ist bekannt, dass die Schwermetallmobilität und -verfügbarkeit im Boden in einem Zusammenhang mit dem pH-Wert des Bodens steht: Je niedriger der pH-Wert, also je saurer der Boden ist, desto höher ist in der Regel die Verfügbarkeit. Die folgenden Abbildungen zeigen diesen Zusammenhang für die hier untersuchten Proben.

Abbildung 9: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Bleigehalten

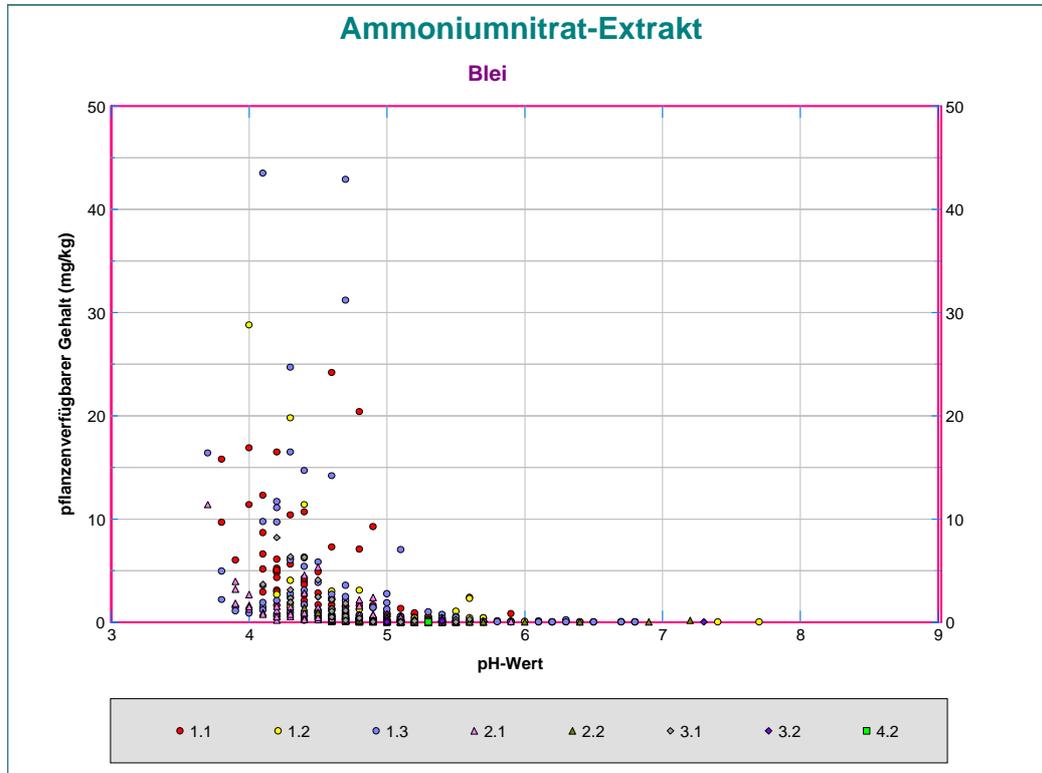


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalten

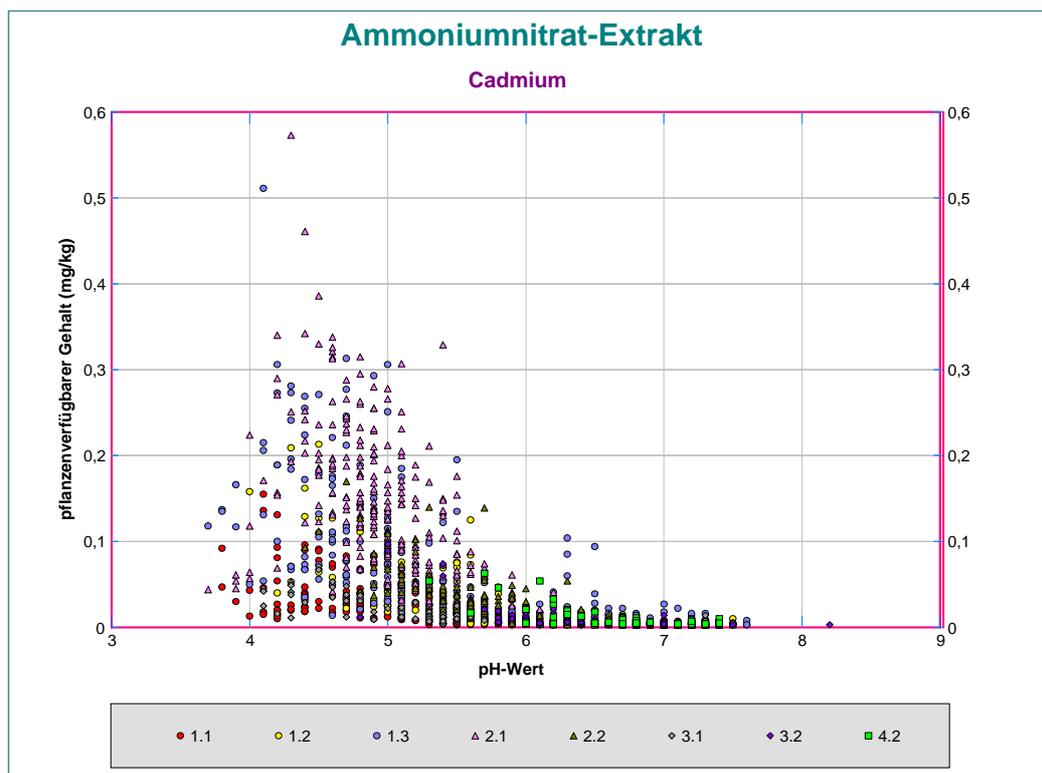
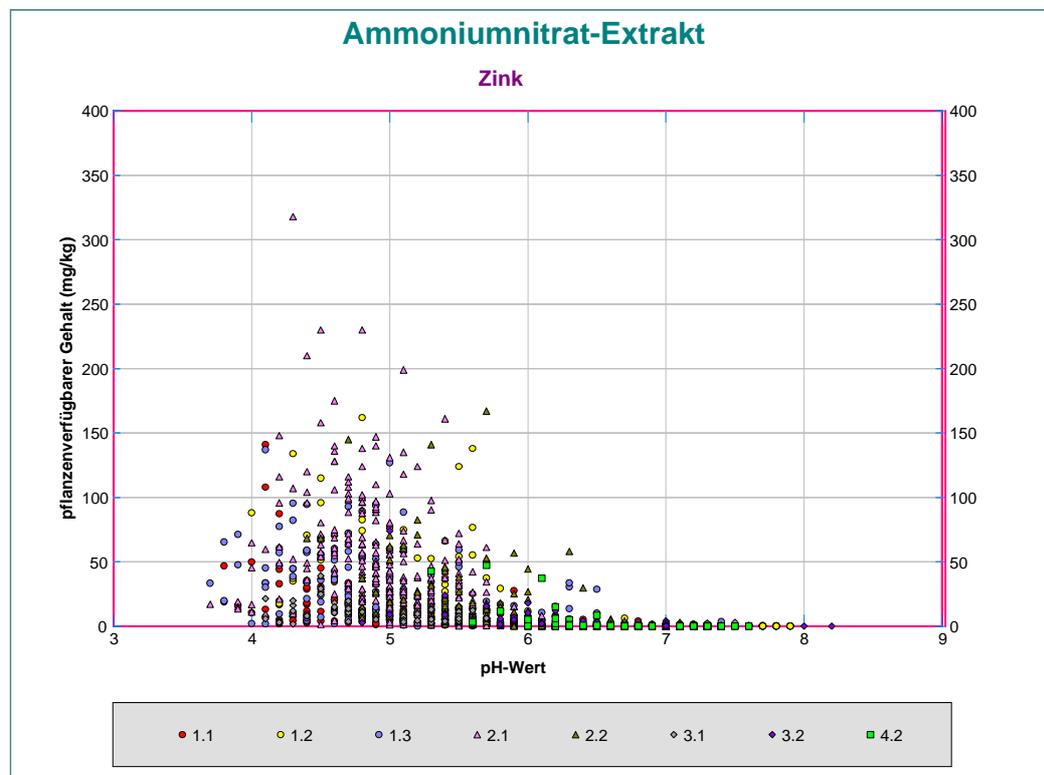


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Zinkgehalten



Die Abbildungen bestätigen den Zusammenhang zwischen pH-Wert und pflanzenverfügbaren Stoffgehalten. Sie steigen bei Cadmium und Zink unterhalb von pH 6, bei Blei unterhalb von pH 5 deutlich an.

4.3. Mobile Gehalte

Für Proben der Tiefenstufe 30-60 cm, deren pflanzenverfügbare Blei-, Cadmium- oder Zinkgehalt auffällig war, wurden im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser die mobilen Stoffgehalte im 2:1-Eluat untersucht. Die Ergebnisse können so zusammengeführt werden, dass auch eine Relevanz des Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht von vorneherein auszuschließen war.

5. Grundlagen der Bewertung

Die BBodSchV ist Grundlage der Bewertung der Ergebnisse, wobei nach Art der Nutzung differenzierende Beurteilungswerte vorgegeben sind. Da ein Großteil der Maste auf landwirtschaftlich genutzten Flächen steht, sind in der Bewertung der Ergebnisse insbesondere die für diese Nutzung zitierten Beurteilungswerte von Bedeutung. Aber auch andere Kategorien wurden bei der Beurteilung der Messergebnisse berücksichtigt:

Nutzung	Art des Beurteilungswertes	Schutzgut
Ackerland Nutzgarten	Prüfwert (Blei, Zink) Maßnahmenwert (Cadmium)	Pflanze, menschliche Gesundheit
Grünland	Maßnahmenwert (Blei, Cadmium)	Pflanze, Tier
Kinderspielplatz Wohngebiet	Prüfwert (Blei, Cadmium, Chrom)	menschliche Gesundheit

Die BBodSchV differenziert (neben den Vorsorgewerten) in Prüf- und Maßnahmenwerte. So gibt es bei Fallgestaltungen, für die ein Prüfwert definiert ist, keinen Maßnahmenwert (z.B. bezüglich Blei auf Ackerland) und dort, wo ein Maßnahmenwert existiert (z.B. bei Blei auf Grünland), gibt die Verordnung keinen Prüfwert an.

Die Unterschreitung von Prüf- und Maßnahmenwerten bedeutet, dass nach aktuellem Bodenschutzrecht keine Gefahrensituation im Hinblick auf das definierte Schutzgut besteht.

Die Überschreitung von **Maßnahmenwerten** ist als Feststellung einer Gefahrensituation zu verstehen, in dessen Folge angepasste Maßnahmen zur Gefahrenabwehr umzusetzen sind.

Die Überschreitung von **Prüfwerten** bedeutet hingegen lediglich die Erhärtung eines Gefahrenverdachtes. Als Folge ist durch weitere Sachverhaltsermittlungen zu prüfen, ob unter den im Einzelfall gegebenen Standortbedingungen tatsächlich eine Gefahr besteht. In diesem Zusammenhang sind beispielsweise Expositions-betrachtungen von Bedeutung. Nur wenn die Ergebnisse derartiger ergänzender Sachverhaltsermittlungen eine Gefahrensituation bestätigen, sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich.

Tabelle 15: Überschreitungen von Prüfwerten durch Gesamtgehalte

Stoff	Prüfwert		A		A1		A2		B	
	Anzahl Proben		420		352		352		420	
	Nutzung	mg/kg	n	%	n	%	n	%	n	%
Blei	Kinderspielflächen	200	46	11	15	4,3	2	0,6	0	0
	Wohngebiete	400	11	2,6	1	0,3	1	0,3	0	0
	Park- und Freizeitanlagen	1.000	1	0,2	0	0	0	0	0	0
	Grünland (Maßnahmenwert)	1.200	1	0,2	0	0	0	0	0	0

Auf den A-Flächen überschreiten demnach 11 % der Proben, auf den A1-Flächen noch etwa 4 % der Proben den Blei-Prüfwert für Kinderspielflächen. Bei den A2-Flächen gilt dies nur noch für Einzelfälle; bei B-Flächen kommt es nicht zu Prüfwertüberschreitungen. Teilweise kommt es auf den A-Flächen auch zur Überschreitung des Blei-Prüfwertes für Wohngebiete, wobei hiervon weniger als 3 % der Proben betroffen sind. In einem Fall wird der Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen sowie der Maßnahmenwert für Grünland überschritten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass der Wirkungspfad Boden-Mensch insbesondere für Blei bei sensibler Nutzung im direkten Einflussbereich der Masten (Flächen A, A1) Relevanz erlangen kann.³

6.2. Wirkungspfad Boden-Pflanze

Auch für die pflanzenverfügbaren Stoffgehalte war zu ermitteln, in welchem Maße Überschreitungen von Prüfwerten der BBodSchV auftreten. Tabelle 16 zeigt analog zu den Gesamtgehalten die Überschreitungen von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze durch die pflanzenverfügbaren Gehalte an Blei und Zink.

Tabelle 16: Überschreitungen von Prüfwerten durch pflanzenverfügbare Stoffgehalte (0-10, 10-30 cm)

Stoff	Prüfwert		A		A1		A2		B		C	
	Anzahl Proben		420		352		352		420		64	
	Nutzung	mg/kg	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Blei	Ackerbau, Nutzgarten	0,1	149	35	87	25	61	17	62	15	3	5
Zink	Ackerbau	2	269	64	152	43	127	36	140	33	11	17

³ Bezogen auf die verschiedenen Mastkategorien liegt das 90. Perzentil für Blei nur bei der Kategorie 1.2 oberhalb von 200 mg/kg (vgl. Tabelle 6).

Danach kommt es im unmittelbaren Umfeld von Freileitungsmasten im größeren Maße zu Überschreitungen der Prüfwerte hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze. In etwa zwei Drittel der Proben von A-Flächen wird der Zink-Prüfwert und in mehr als einem Drittel der Blei-Prüfwert überschritten.

Der Sachverhalt, dass die *Mittelwerte* der Gehalte bei beiden Stoffen den jeweiligen Prüfwert um mehr als das Zehnfache überschreiten, zeigt das insgesamt sehr hohe Niveau der pflanzenverfügbaren Stoffgehalte an. Im Verhältnis zu den Gesamtgehalten erscheinen viele pflanzenverfügbare Gehalte unerwartet hoch. Insgesamt ist daher das Vorliegen einer Gefahr für die menschliche Gesundheit über die Wirkungspfade Boden-Nahrungspflanze-Mensch oder Boden-(Futterpflanze-)Tier-(Mensch) nicht von vornherein auszuschließen. Dies gilt jedoch ausschließlich für Standorte mit eher saurem Bodenmilieu.

Vor diesem Hintergrund wurden ergänzende Expositionsbetrachtungen vorgenommen.

6.2.1. Expositionsbetrachtung zum Transferpfad Boden-Pflanze-Mensch

Die Relevanz dieses Transferpfades wurde anhand von Szenarien, die auf der Grundlage statistischer Kenndaten zur Höhe der im Umfeld der Maste ermittelten Bleigehalte basieren, geprüft.

Es wurden folgende Bewertungsschritte umgesetzt:

- Abschätzung des Transfers Boden-Nutzpflanze für verschiedene Anreicherungsklassen hinsichtlich Blei;
- Annahme von Verzehrsmengen pro Kopf;
- Expositionsabschätzung der hierüber zugeführten Schadstoffdosis und Abgleich mit der zulässigen gefahrenbezogenen Körperdosis nach Bodenschutzrecht;
- Herstellung des Bezuges zur Anbaufläche.

Eine gesundheitlich relevante Bedeutung für den Menschen kann dieser Aufnahmeweg grundsätzlich nur dann erlangen, wenn regelmäßig und über einen längeren Zeitraum größere Mengen Pflanzen, die von Flächen mit auffälligen

Stoffgehalten geerntet wurden, verzehrt werden. Dies ist bei dem Verzehr von Nutzpflanzen, die auf großflächigen Ackerbauflächen angebaut werden, regelmäßig nicht der Fall.

Der Wirkungspfad kann allerdings relevant werden in Bezug auf Nutzgärten (Kleingartenanlagen, Schrebergärten, Grabeland, Hausgärten) im nahen Umfeld von größeren Masten mit einer für Gemüseanbau nutzbaren Fläche von mindestens ca. 10 m² in unmittelbarer Mastnähe.

6.2.2. Expositions Betrachtung zum Transferpfad Boden-(Pflanze-)Tier

Auf Grünland können aufgrund der festgestellten hohen Pflanzenverfügbarkeit des im Umfeld der Maste ermittelten Bleis Überschreitungen des Höchstwertes der Futtermittelverordnung (FMV) trotz Unterschreitung des Maßnahmenwertes im Boden gemäß BBodSchV nicht ausgeschlossen werden.

Eine nähere Betrachtung der Exposition des im Bereich von Freileitungsmasten grasenden Viehs führt jedoch zu dem Ergebnis, dass der Anteil des durch einen oder mehrere Freileitungsmaste bleibelasteten Grases an der insgesamt durch die Tiere aufgenommenen Menge in der Regel unter 15% liegen dürfte. Auch bei einer Überschreitung des FMV-Höchstwertes ist somit eine Schutzgutgefährdung als unwahrscheinlich anzusehen.

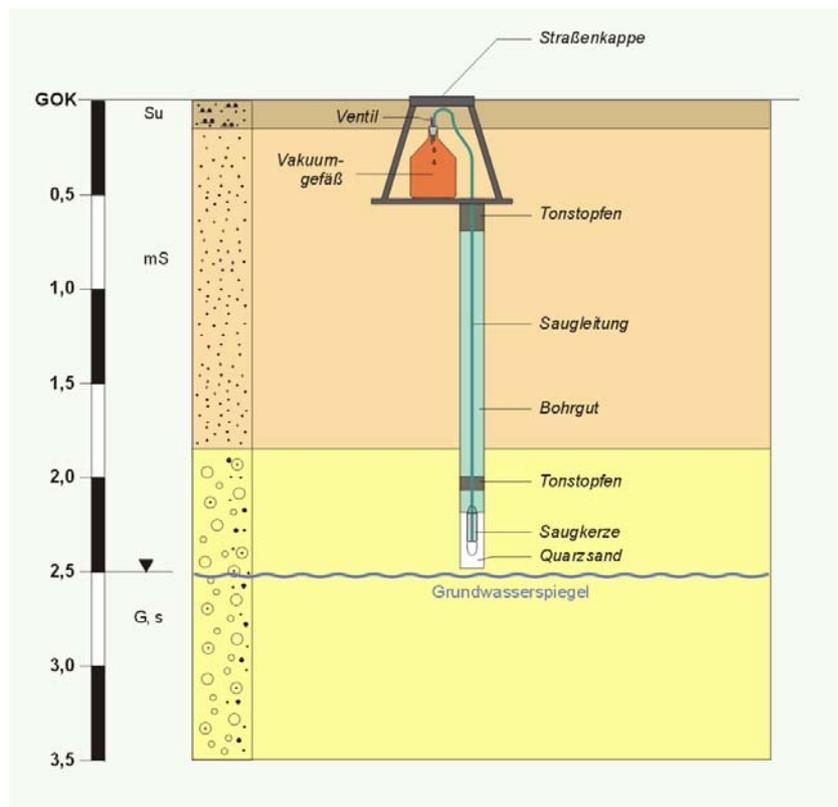
6.3. Wirkungspfad Boden-Grundwasser

In Abhängigkeit von den jeweiligen Standortverhältnissen war auch das Eindringen von Stoffen aus den alten Korrosionsschutzmitteln in das Grundwasser nicht auszuschließen. Dies betrifft insbesondere Maste im Bereich sandiger Böden mit hoch anstehendem Grundwasser.

Zur Klärung dieses Sachverhaltes laufen derzeit Untersuchungen des Bodengewässers an vergleichsweise höher belasteten Standorten. Hierzu wurden an sechs Maststandorten Messstellen im Übergangsbereich von der ungesättigten zur gesättigten Zone des Bodens eingerichtet, die eine Probennahme des Bodensickerwassers kurz vor Eindringen in das Grundwasser ermöglichen (Ort der Beurteilung nach BBodSchV zur Bewertung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser).

Die schematische Darstellung in Abbildung 13 verdeutlicht den Aufbau einer solchen Bodenwassermessstelle.

Abbildung 13: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Bodenwassermessstelle



Bei der ersten Messung Anfang Dezember 2007 wurden an zwei von sechs Standorten lokal begrenzte Prüfwertüberschreitungen für Zink gemessen. Die folgenden Messungen im Abstand von je einem Monat belegten bislang keine weitere Prüfwertüberschreitung. Blei und Cadmium konnten zu keinem Zeitpunkt mit erhöhten Werten festgestellt werden. Die Messungen werden an vier Maststandorten mit ungünstigen Randbedingungen (leichte Böden, geringe Flurabstände) fortgesetzt.

7. Zusammenfassende Schlussfolgerungen

An 210 Masten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wurde geprüft, ob es bedingt durch den an Freileitungsmasten des RWE-Höchstspannungsnetzes aufgetragenen Korrosionsschutz zu relevanten Bodenbelastungen gekommen ist. Auf Grundlage des aktuellen Bodenschutzrechtes wurde bewertet, ob Gefahren für Mensch und Umwelt bestehen können. Gegenstand der Untersuchungen waren die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom und Zink. Insgesamt sind jeweils lokal begrenzt teilweise deutliche Einträge dieser Stoffe in den Boden festzustellen. Dabei haben sich Blei und Zink als Haupt-Belastungsparameter erwiesen, während Cadmium vielerorts auch durch andere Einflüsse in die Böden eingetragen wird und für Chrom keine relevanten Bodenbelastungen festgestellt wurden. Während im Hinblick auf die Gesamtgehalte der Schwermetalle eher vereinzelt hohe Belastungen auftreten, sind an vielen der untersuchten Standorte unerwartet und hohe pflanzenverfügbare Gehalte nachgewiesen worden. Teilweise wurden ferner auch hohe wasserlösliche (mobile) Gehalte ermittelt.

Insgesamt bleibt verallgemeinernd Folgendes festzuhalten:

- Auf Industrie- und Gewerbegrundstücken besteht offenbar grundsätzlich keine Gefahr für die Nutzer der Flächen. Lediglich an einem Standort wurde für Blei eine Überschreitung des Prüfwertes für Park- und Freizeitanlagen festgestellt, so dass für diese Nutzung eine Gefahrensituation zwar nicht vollständig auszuschließen, jedoch unwahrscheinlich ist.
- Auf Grünland im Umfeld der Masten werden Maßnahmenwerte im Regelfall nicht erreicht. Insoweit besteht für generelle Nutzungseinschränkungen kein Anlass. Allerdings ist auf Grund der hohen Messwerte der pflanzenverfügbaren Gehalte lokal begrenzt eine Überschreitung des Blei-Höchstwertes der Futtermittelverordnung in Gras nicht auszuschließen.
- In Wohngebieten und insbesondere auf Kinderspielflächen und in Hausgärten sind für den Wirkungspfad Boden-Mensch Prüfwertüberschreitungen durch Blei nicht auszuschließen. Nach 1972 errichtete

Maste zeigen jedoch keine Anhaltspunkte für Prüfwertüberschreitungen
Boden-Mensch.

- Für Ackerland oder auch Klein- und Hausgärten mit Nutzpflanzenanbau sind über den Wirkungspfad Boden-Pflanze-Mensch im Einzelfall Gefährdungen möglich, sofern im nahen Umfeld von Masten Gemüseanbau auf sauren Böden stattfindet.
- Erste orientierende Beprobungen von Bodensickerwasser am Ort der Beurteilung ergaben lediglich für Zink vereinzelte Prüfwertüberschreitungen - allerdings nur zu Beginn der Messkampagne und sehr kleinräumig. In der Folge wurde dieses bislang nicht bestätigt.

8. Handlungsbedarf

Aus den Ergebnissen der Untersuchung und Bewertung von Schwermetallanreicherungen im Bereich von Höchstspannungs-Freileitungsmasten ergeben sich verschiedene Ebenen von Handlungsbedarf. **Zunächst ist zu betonen, dass in keinem Fall akute Gefahrensituationen festgestellt worden sind, die unmittelbare Sofortmaßnahmen zur Folge hätten.**

Insgesamt ergeben sich aus gutachterlicher Sicht folgende Empfehlungen zum weiteren Vorgehen:

Wirkungspfad Boden-Mensch

Einzig relevantes Schwermetall ist der Parameter Blei. Auf Kinderspielflächen und in Hausgärten sowie (abgeschwächt) in Wohngebieten sind Prüfwertüberschreitungen im direkten Mastumfeld denkbar, sofern der Mast vor 1972 errichtet wurde.

Empfehlungen:

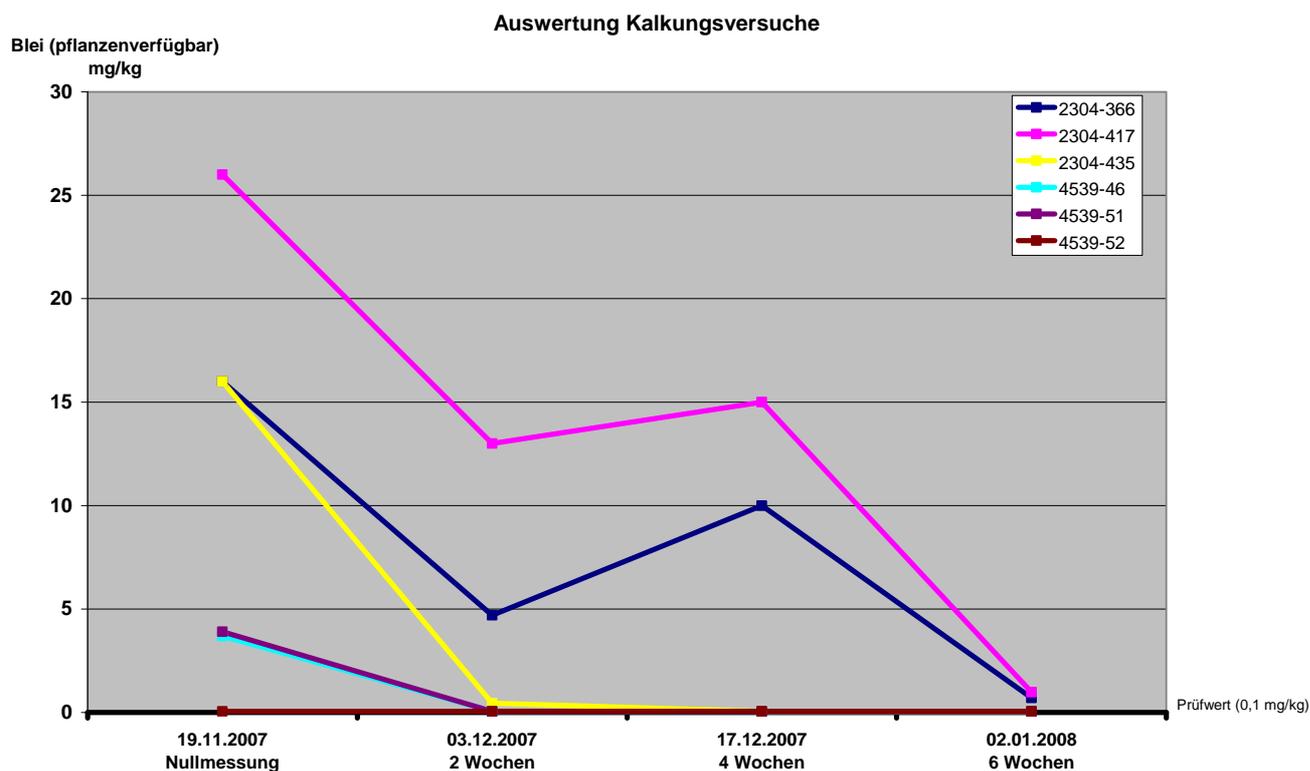
- Es sollten systematische Recherchen vorgenommen werden, um Maststandorte in sensiblen Nutzungen zu identifizieren und abschließend zu bewerten.
- Es sollte überprüft werden, inwieweit die Ergebnisse auch auf Hoch- sowie Mittel- und Niederspannungsmaste übertragen werden können.

Wirkungspfad Boden-Pflanze

Relevante Parameter, die einen deutlichen Masteinfluss zeigen, sind Blei und Zink. Gefährdungen durch privaten Gemüseanbau in Haus- und Kleingärten könnten auftreten, wenn größere Anbauflächen im direkten Einflussbereich liegen. Auf Ackerflächen im Mastumfeld muss mit Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV gerechnet werden. Als wirksame einfache Gegenmaßnahme bietet sich die Kalkung an.

Es ist bekannt, dass die Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden durch Anhebung des pH-Wertes bis in einen neutralen Bereich stark abnimmt. Vor diesem Hintergrund wurden in Versuchsständen Maßnahmen zur Immobilisierung der Stoffe durch Kalkung des Bodens geprüft. Hierbei konnte festgestellt werden, dass diese vergleichsweise einfache Maßnahme auf Standorten mit entsprechenden Prüfwertüberschreitungen anwendbar ist und kurzfristig zu einer Festlegung der Schwermetalle führt. Kalkung ist daher eine wirksame Maßnahme bei Prüfwertüberschreitungen in Bezug auf den Pflanzepfad (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Kalkungsversuche: Blei (pflanzenverfügbar)



Empfehlungen:

- Die gewonnenen positiven Ergebnisse der im halbertechnischen Maßstab durchgeführten Kalkungsversuche sollten im Feld verifiziert werden.

Projekt-Nr.: P 207022

- Die Hinweise auf relevante Schadstoffgehalte in Nahrungs- und Futtermitteln im direkten Mastumfeld (EU-Kontaminantenverordnung, Futtermittelverordnung) sollten mit den zuständigen Fachbehörden und Landwirtschaftskammern diskutiert werden. Das System Boden-Bodenlösung-Pflanze scheint noch nicht abschließend interpretierbar.
- Auch hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Pflanze sollten systematische Recherchen vorgenommen werden, um Maststandorte in Haus- und Kleingärten zu identifizieren.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Einzig relevanter Parameter ist das Zink. Prüfwertüberschreitungen am Ort der Beurteilung sind unter ungünstigen Randbedingungen (leichte Böden, geringe Flurabstände) nicht vollkommen auszuschließen, generell jedoch unwahrscheinlich.

Empfehlungen:

- Um abschließende Bewertungssicherheit zu erlangen, sollte ein mit den zuständigen Behörden abgestimmtes Monitoringkonzept zeitlich begrenzt umgesetzt und ausgewertet werden.

Kommunikation

Aufgrund der großen Anzahl von Standorten sowie der Vielfalt betroffener Nutzer und zuständiger Fachdienststellen wird abschließend empfohlen, ein dem Sachverhalt angemessenes Informations- und Kommunikationskonzept zu erarbeiten und umzusetzen.

Bielefeld, den 30.06.2008

Petra Günther
(Dipl.-Biol.)

Dr. Dietmar Barkowski
(Dipl.- Chem.)