



BODENSCHUTZ

ALEX-INFORMATIONSBLATT 31

Handlungsempfehlungen für ein einheitliches Vorgehen der Vollzugsbehörden in Rheinland-Pfalz beim Umgang mit Bodenbelastungen im Umfeld von Stromleitungsmasten und anderen Stahlbauwerken

Stand: Januar 2018

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz

© 2018

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung und Hintergrund	4
2 Ermittlung der betroffenen Standorte und Eingrenzung von Verdachtsflächen	6
2.1 Höchstspannungsnetz	6
2.1.1 Ermittlung der betroffenen Standorte.....	6
2.1.2 Erfassungsschritte zur Eingrenzung der Verdachtsflächen.....	7
2.2 Hochspannungsnetz	7
2.3 Mittel- und Niederspannungsnetz.....	8
2.3.1 Ermittlung der betroffenen Standorte.....	8
2.3.2 Erfassungsschritte zur Eingrenzung der Verdachtsflächen.....	9
2.4 Sonstige durch Korrosionsschutz an Bauwerken hervorgerufene Fallgestaltungen mit Bodenbelastungsverdacht	10
3. Ergänzende Hinweise für Stromleitungsmasten und andere Stahlbauwerke im Rahmen der Gefahrenabwehr und Vorsorge	11
3.1 Grundsätze aus den gesetzlichen Vorgaben.....	11
3.2 Gefahrenermittlung und -abwehr bei Standorten mit besonders sensibler Nutzung ...	11
3.3 Gefahrenermittlung und -abwehr bei Standorten mit landwirtschaftlicher Nutzung	12
3.4 Weitere Sachverhaltsermittlungen	13
3.5 Vorsorgemaßnahmen	13
4. Teerölimprägnierte Holzschwellenfundamente	14

1. Veranlassung und Hintergrund

Die Firma RWE Transportnetz Strom GmbH (heute: Amprion GmbH) hatte im Juni 2008 das damalige Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz (MUFV) über die Problematik von Bodenbelastungen im Umkreis von Stromleitungsmasten informiert und das als Anlage 1 beigefügte Kurzgutachten vorgelegt.

Hintergrund war eine von RWE veranlasste Untersuchung durch die IFUA Projekt GmbH, Bielefeld, bei der z. T. erhebliche Bodenbelastungen, vorrangig durch Blei und Zink, im nahen Umfeld von Stromleitungsmasten festgestellt wurden.

Als Ursache wurden insbesondere frühere Anstriche durch Bleimennige oder andere schwermetallhaltige Farben von Stromleitungsmasten (Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsmasten) identifiziert.

Von den insgesamt rund 20.000 Stromleitungsmasten im Höchstspannungsnetz der Amprion GmbH waren schätzungsweise 2/3 (Baujahr vor 1972) von dieser Problematik betroffen.

Mit Schreiben vom 27.06.2008 hatte das MUFV, (heute Ministerium für Umwelt Energie, Ernährung und Forsten) das damalige Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (heute Landesamt für Umwelt) um Erstellung eines Konzeptes zur Ermittlung des erforderlichen Handlungsbedarfes unter Beteiligung der zuständigen Bodenschutzbehörden, insbesondere der Struktur und Genehmigungsdirektionen Nord und Süd, gebeten. Daraufhin wurde unter der Federführung des Landesamtes die Arbeitsgruppe „Stromleitungsmasten“ eingerichtet, um die Ausgestaltung, Umsetzung und Anwendung des von RWE vorgelegten Handlungskonzeptes zu diskutieren, daraus Handlungsempfehlungen zu entwickeln und dadurch ein möglichst einheitliches Vorgehen im Land zu erreichen. In der Arbeitsgruppe wirken neben Vertretern des Landesamtes für Umwelt (LfU), Vertreterinnen und Vertreter des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten (MUEEF), der Struktur- und Genehmigungsdirektionen (SGDen), des Landesamtes für Geologie und Bergbau (LGB), des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum (DLR), der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD), der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFÄ), des Landesuntersuchungsamtes (LUA), der Amprion GmbH und der Pfalzwerke Netz AG(ehemals Pfalzwerke) (als Betreiber von Höchstspannungsnetzen in RP), der Amprion GmbH (ehem. RWE Transportnetz Strom GmbH), der Syna GmbH (ehem. SÜWAG), der Stadtwerke Mainz Netze GmbH (ehem.. EnRM) und der DB Energie GmbH (als Betreiber von Hochspannungsnetzen in RP) sowie die IFUA-Projekt GmbH (Gutachter der Amprion GmbH) mit.

Als Ergebnis der Beratungen in der AG „Stromleitungsmasten“ wurde vereinbart, erste vorläufige Handlungsempfehlungen aus NRW an rheinland-pfälzische Verhältnisse anzupassen

und diese regelmäßig fortzuschreiben. Die nun vorliegende vierte Fortschreibung stellt auf Basis aller Erkenntnisse und Beratungsergebnisse die abschließenden Empfehlungen für das weitere Vorgehen dar und dient damit als Leitfaden für den behördlichen Umgang mit Bodenbelastungen im Umfeld von Stromleitungsmasten.

Auf Grundlage der vorliegenden Handlungsempfehlungen sind die Fälle eines Bodenbelastungsverdachts im Einflussbereich von Stromleitungsmasten unter besonders sensibler Flächennutzung (Kinderspielflächen, Haus-/Kleingärten) in Rheinland-Pfalz von den zuständigen Bodenschutzbehörden und den betroffenen Netzbetreibern zu behandeln (s. Anlage 2). Für die Masten des Höchstspannungsbereichs ist eine Bearbeitung durch die betroffenen Netzbetreiber und den zuständigen Bodenschutzbehörden erfolgt und abgeschlossen (siehe Kap. 2.1).

Weiterhin wird die vom LANUV NRW für die Vollzugsbehörden angefertigte Handlungsempfehlung für den Umgang mit Grundwasserbelastungen durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Umfeld von Stromleitungsmasten („PAK-Thematik“ bei teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten) als maßgebende Orientierung für die zuständigen Behörden in Rheinland-Pfalz übernommen (siehe Kapitel 4, Anlage 4 „Eckpunktepapier“).

2 Ermittlung der betroffenen Standorte und Eingrenzung von Verdachtsflächen

2.1 Höchstspannungsnetz

2.1.1 Ermittlung der betroffenen Standorte

Nach bisherigen Erkenntnissen zeigt sich, dass sich ein Bodenbelastungsverdacht im Umfeld von Stromleitungsmasten des Höchstspannungsnetzes in erster Linie in Abhängigkeit des baujahrbedingten Korrosionsschutzes des Mastes ergibt.

Bis 1963 wurden Stromleitungsmasten in der Regel durch eine Grundierung mit Bleimennige und einen ebenfalls bleihaltigen Deckanstrich vor Korrosion geschützt (Kategorie 1). Etwa ab 1963 wurden die Masten verzinkt und bis 1972 dem damaligen Stand der Technik entsprechend mit weniger bleihaltigen Stoffen beschichtet (Kategorie 2). Ab 1972 wurden dann keine oder nur geringfügig bleihaltige Beschichtungsstoffe verwendet (Kategorie 3). Bodenproben an Standorten mit Baujahr 1972 und später errichteten Masten zeigen, wenn überhaupt, nur noch unerhebliche Schwermetallgehalte. Daher sind nur Maststandorte älter als Baujahr 1972 zu betrachten.

Auf Basis der Ergebnisse aller im Rahmen der Erstellung der vorliegenden Handlungsempfehlung durchgeführten gutachterlich-wissenschaftlichen Standortuntersuchungen erstreckt sich der Bodenbelastungsverdacht auf die Schwermetalle Blei und Zink. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass es im nahen Einflussbereich von Masten bis Baujahr 1963 auf Grund sog. Schwarzanstriche zu Überschreitungen der Prüfwerte für Benzo(a)pyren auf Kinderspielflächen und in Wohngebieten sowie in Haus- und Kleingärten kommen kann.

Standorte mit ausschließlichem Einwirkungsbereich auf Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücke wurden als nicht relevant für die vorliegende Problematik eingestuft. Sie sind deshalb für Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücke nicht relevant, da auf den A-Flächen bei einer von 420 Proben der Blei-Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen überschritten wurde (s. Anlage 1, Seite 4 und Tab 15, Seite 22).

Gemäß dem Eckpunktepapier (s. Anlage 4) werden die möglichen Grundwasserbelastungen durch PAK im Umfeld der Höchstspannungsmaste mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten systematisch und einheitlich bearbeitet und bewertet.

2.1.2 Erfassungsschritte zur Eingrenzung der Verdachtsflächen

In Fällen besonders sensibler Nutzungen (Kinderspielflächen, Haus-/Kleingärten, siehe Anlage 2) wurden den betroffenen Bodenschutzbehörden standortbezogene Mitteilungen, einschließlich der Begehungsprotokolle des Gutachters, übermittelt.

Darüber hinaus wurde den zuständigen Bodenschutzbehörden ein vollständiges Verzeichnis aller Masten des Höchstspannungsnetzes in ihrem jeweiligen Kreis-/Stadtgebiet vorgelegt.

Die an die zuständigen Bodenschutzbehörden gelieferten Standortinformationen enthielten neben den Raum-Koordinaten und der Flächennutzung auch die bezüglich der Oberflächenbehandlung durchgeführte Kategorisierung. Anhand dieser Kategorisierung wurde von zwei verschiedenen Gefährdungspotenzialen ausgegangen:

„In der Regel kein Bodenbelastungsverdacht“ bei Masten der Kategorie 3

„Bodenbelastungsverdacht klärungsbedürftig“ bei den Masten der Kategorien 1 und 2

Bei der Einstufung wurde die Flächennutzung im Einflussbereich der Maststandorte berücksichtigt (s. Anlage 1). Anschließend wurde eine sukzessive Erfassung besonders sensibler Standorte von den Netzbetreibern in Zusammenarbeit mit den zuständigen Bodenschutzbehörden durchgeführt. Inzwischen sind die Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Sanierungsmaßnahmen weitestgehend abgeschlossen.

Im Hinblick auf mögliche spätere Nutzungsänderungen ist unabhängig davon die Vorhaltung der vorliegenden Informationen sinnvoll.

Mögliche Grundwasserbelastungen durch PAK im Umfeld der Höchstspannungsmaste mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten werden gemäß des Eckpunktepapier (s. Anlage 4) systematisch von Amprion – abgestimmt mit den zuständigen Behörden - einheitlich bearbeitet.

Die ergänzenden Hinweise bezüglich Gefahrenermittlung- und -abwehr bei sämtlichen Strommaststandorten, die in den Kapiteln 3.2 und 3.3 angegeben sind, sind zu berücksichtigen.

2.2 Hochspannungsnetz

Nach dem Höchstspannungsnetz war vorrangig das Hochspannungsnetz zu betrachten. Basierend auf Erkenntnissen von orientierenden Untersuchungen erfordert die Bearbeitung der Maststandorte im Hochspannungsnetz eine dem Höchstspannungsnetz vergleichbare Vorgehensweise.

Die Westnetz GmbH (Tochter der innogy SE (früher RWE)), die Pfalzwerke Netz AG und die Stadtwerke Mainz Netze GmbH führten diese Untersuchungen durch und haben, sofern erforderlich, Sanierungsmaßnahmen eingeleitet.

Die Hochspannungsmaste der Syna GmbH - mittlerweile in den Zuständigkeitsbereich der Westnetz GmbH übergegangen – wurden nach 1972 errichtet. Daher besteht kein Handlungsbedarf.

Die Deutsche Bahn AG hat den zuständigen Bodenschutzbehörden Standorte von Strommasten aus ihrem 110 KV-Netz übermittelt.

An Hochspannungsmaststandorten der Deutschen Bahn AG mit sensibler Nutzung wurden orientierende Untersuchungen im Rahmen von Gefahrerforschungsmaßnahmen nach § 9 (1) BBodSchG durchgeführt. Die Bewertung der Ergebnisse ist noch nicht abgeschlossen.

Die ergänzenden Hinweise bezüglich Gefahrenermittlung- und –abwehr bei sämtlichen Strommaststandorten, die in den Kapiteln 3.2 und 3.3 angegeben sind, sind zu berücksichtigen.

2.3 Mittel- und Niederspannungsnetz

2.3.1 Ermittlung der betroffenen Standorte

Nach bisherigen Erkenntnissen aus orientierenden Untersuchungen zeigt sich, dass sich ein Bodenbelastungsverdacht im Umfeld von Stromleitungsmasten des Mittel- und Niederspannungsnetzes nicht – wie im Hoch- und Höchstspannungsnetz beobachtet – flächendeckend und überregional gleichartig, sondern grundsätzlich nur in regionaler Abhängigkeit der Netzregionen und Netzbezirke ergibt.

Die signifikant unterschiedlich hohen Schadstoffeinträge sind zum einen durch die individuell geprägten Instandhaltungsmaßnahmen in den einzelnen Netzregionen und zum anderen durch das stark variierende Alter und damit insgesamt durch den Zustand der Masten zu erklären.

Da nach 1972 keine bleihaltigen und nur schwach zinkhaltigen Korrosionsschutzmittel verwendet wurden, sind später errichtete Masten – entsprechend den Erkenntnissen aus der Hoch- und Höchstspannung – nicht weiter zu betrachten.

Um die Netzregionen und -bezirke mit Verdachtsflächen zu ermitteln, sollen zunächst Untersuchungen durchgeführt werden, bei denen Bodenproben auf Schadstoffeinträge der Schwermetalle Blei und Zink sowie Benzo(a)pyren zu untersuchen sind. In der jeweiligen

Netzregion sind zur Sicherstellung der statistischen Relevanz 0,5% der Maststandorte der Kategorie 1 und 2 (möglicherweise bodenbelastend) zu beproben, unabhängig von der Flächennutzung. Zur Bewertung werden die Prüfwerte für die besonders sensiblen Flächennutzungen (Kinderspielflächen, Hausgärten, Kleingärten) herangezogen. Für die weiteren Betrachtungen werden nur diejenigen Netzregionen berücksichtigt, in denen Maststandorte mit Überschreitung der vorgenannten Prüfwerte gefunden wurden. Als Maßstab für die statistische Signifikanz wird das 95. Perzentil der beprobten Maststandorte herangezogen. Das bedeutet, wenn in einer Netzregion weniger als 5% der beprobten Masten (aufrunden auf eine volle Zahl) eine Überschreitung der Prüfwerte für besonders sensible Flächen aufweisen, muss diese Netzregion nicht mehr weiter berücksichtigt werden und gilt somit als nicht bodenbelastend.

2.3.2 Erfassungsschritte zur Eingrenzung der Verdachtsflächen

In den Netzregionen mit gem. Kapitel 2.3.1 bestätigten Verdachtsflächen ist zunächst – analog zum Vorgehen in der Hoch- und Höchstspannung – die Flächennutzung im Einflussbereich der Maststandorte zu berücksichtigen. Zur Eingrenzung der Verdachtsflächen sind nur diejenigen Standorte weiter zu betrachten, die sich innerhalb besonders sensibler Flächennutzung, d. h. Kinderspielfläche, Haus- u. Wohngarten befinden. Bevor jedoch Einzeluntersuchungen durchgeführt werden, ist eine weitere Kategorisierung (Zuordnung der Flächennutzung der zu berücksichtigenden Netzregion zu den Mastnummern) vorzunehmen.

Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass sich ein Bodenbelastungsverdacht im Umfeld von Stromleitungsmasten in erster Linie in Abhängigkeit des baujahrbedingten Korrosionsschutzes des Mastes ergibt. Um die Kategorisierung nach dem Baujahr für den Fall nicht vollständiger Dokumentation abzusichern, kann das Alter der Masten in der Mittel- und Niederspannung anhand der Schichtdicken des Korrosionsschutzes folgendermaßen verifiziert werden: In der Regel erfolgt nach einer Erstbeschichtung mit einer Schichtdicke von 100 µm eine Erneuerung nach etwa 20 bis 25 Jahren. Die Schichtdicke des Erneuerungsanstrichs beträgt etwa 100 bis 150 µm. Masten mit einer Gesamtschichtdicke kleiner als 200 µm sind demnach nach 1972 errichtet und wurden nicht mit schwermetall-, insbesondere nicht mit bleihaltigen Beschichtungsstoffen versehen.

Bei Masten mit Schichtdicken größer 200 µm – entsprechend einer Errichtung vor 1972 – kann der aktuelle Oberflächenzustand Auskunft über den möglichen Schadstoffeintrag in den Boden geben. So ist aus Untersuchungen der Höchst- und Hochspannungsmaststandorte bekannt, dass der Schadstoffeintrag in den Boden durch zwei Mechanismen, nämlich in geringem Maß durch Abwitterung und Abwaschung der schwermetallhaltigen Farbschichten, im

Wesentlichen jedoch durch abgeplatzte Farbpartikel, erfolgt. Ist die Oberfläche der Beschichtung eben und weist keine Hinweise auf Farbabplatzungen auf, ist davon auszugehen, dass kein Schadstoffeintrag in den Boden durch abgeplatzte Farbpartikel stattgefunden hat. In diesen Fällen ist wie oben beschrieben nur der Eintrag durch Abwitterung und Abwaschung grundsätzlich möglich. Allerdings hängt dieser Prozess stark von der Größe der beschichteten Oberfläche ab und der Eintrag durch Abwitterung und Abwaschung kann bei Mittel- und Niederspannungsmasten (Oberfläche etwa 20 bis 50 m²) im Gegensatz zum Vorgehen bei Hoch- und Höchstspannungsmasten (Oberfläche etwa 200 bis 900 m²) vernachlässigt werden.

Zeigt die Mastoberfläche aktuell großflächige Abplatzungen oder ist aus der Beschaffenheit der Oberfläche bzw. auf Grund unregelmäßiger Schichtdicken der Beschichtung auf frühere Abplatzungen zu schließen, sind an Maststandorten mit besonders sensibler Flächennutzung in Abstimmung mit den zuständigen Behörden Einzelfalluntersuchungen zur Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Bewertungsrelevante Parameter sind hier Blei (gesamt) und Blei (pflanzenverfügbar). Sofern im Rahmen unternehmensspezifischer Instandhaltungspraktiken an Masten der Kategorie 1 und 2 zwischenzeitlich mindestens einmal eine vollständige Korrosionsschutz-Entschichtung stattgefunden hat, sind die betroffenen Maststandorte in jedem Fall einer Einzelfalluntersuchung zu unterziehen.

Die ergänzenden Hinweise bezüglich Gefahrenermittlung- und -abwehr bei sämtlichen Strommaststandorten, die in den Kapiteln 3.2 und 3.3 angegeben sind, sind zu berücksichtigen.

2.4 Sonstige durch Korrosionsschutz an Bauwerken hervorgerufene Fallgestaltungen mit Bodenbelastungsverdacht

Grundsätzlich wird die Möglichkeit der Belastung auch im Umfeld anderer Stahlbauwerke gesehen (z. B. ältere Stahlbrücken).

Als Grundlage für die Identifizierung der potenziell relevanten Standorte der DB AG und des Landesamtes für Mobilität (LBM) diente der von NRW vorgelegte und im Rahmen der LABO UAG "Strommasten und Stahlbrücken" abgestimmte Kriterienkatalog (s. Anlage 3). Die danach ermittelten Standorte wurden von der DB AG und dem LBM über das LfU an die zuständigen Bodenschutzbehörden weitergeleitet.

3 Ergänzende Hinweise für Stromleistungsmasten und andere Stahlbauwerke im Rahmen der Gefahrenabwehr und Vorsorge

3.1 Grundsätze aus den gesetzlichen Vorgaben

Aus Sicht des Bodenschutzrechts sind Hinweise auf bestehende Schadstoffanreicherungen als „Anhaltspunkte“ für eine schädliche Bodenveränderung im Sinne von § 9 (1) BBodSchG zu werten.

An einem Standort gemessene Prüfwertüberschreitungen, z.B. der Werte für die mobile Fraktion zu Blei nach Nr. 2.2 sowie Zink nach Nr. 2.4 in Anhang 2 der BBodSchV, sind als „konkrete Anhaltspunkte“ nach § 9 (2) BBodSchG einzustufen, zu denen grundsätzlich weitere Sachverhaltsermittlungen gegenüber dem Pflichtigen angeordnet werden können.

Aufgrund von § 5 (1) LBodSchG besteht eine Anzeigepflicht für Verursacher, Grundstückseigentümer und Nutzer. Danach sind ihnen bekannte Anhaltspunkte für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung unverzüglich der zuständigen Behörde mitzuteilen.

Durch § 4 BBodSchG ist dem Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung, dem Grundstückseigentümer und dem Nutzer eine unmittelbare Verpflichtung zur Sanierung auferlegt. Es liegt im pflichtgemäßen Ermessen der zuständigen Bodenschutzbehörden, zur Durchsetzung dieser Pflicht Anordnungen zu erlassen. Gem. § 3 (1) LBodSchG hat die zuständige Behörde die Erfüllung der bodenschutzrechtlichen Verpflichtungen (Sanierung und Vorsorge) zu überwachen.

Unabhängig von der Unterschreitung von Höchstmengen in Futtermitteln oder Lebensmitteln sind jedoch die Sicherheits-, Hygiene- und Sorgfaltspflichten der Landwirte (Futtermittelunternehmer/Lebensmittelunternehmer) zu beachten. Hiernach sind bekannte Eintragungsmöglichkeiten von Kontaminanten zu ermitteln und zu verhindern. Dies verpflichtet die Unternehmer grundsätzlich, geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

3.2 Gefahrenermittlung und -abwehr bei Standorten mit Lebensmittel- oder Futtermittelgewinnung im nicht gewerblichen Bereich

Es wird den zuständigen Bodenschutzbehörden empfohlen, anhand der vorgelegten Standortinformationen bei den Standorten, bei denen der Bodenbelastungsverdacht klärungsbedürftig ist, eine ergänzende Prüfung auf das Vorhandensein möglicher weiterer besonders sensibler Flächennutzungen durchzuführen und ggf. wie oben genannt im Einzelfall zu verfahren. In den Fällen, in denen Lebensmittel (z.B. Gemüse) oder Futtermittel auf diesen Standorten erzeugt werden oder lebensmittelliefernde Tiere (z.B. Geflügel) zu diesen

Standorten freien Zugang haben, wird den zuständigen Bodenschutzbehörden empfohlen, sich mit den Veterinär- und Lebensmittelüberwachungsämtern der Kreise und kreisfreien Städte in Verbindung zu setzen, so dass diese ggf. lebensmittel- bzw. futtermittelrechtliche Maßnahmen einleiten können.

Hinweis: Die IFUA Projekt GmbH hat im Auftrag der Amprion GmbH Recherchen durchgeführt, ob ggf. noch weitere relevante Nutzungen wie z.B. Geflügelzucht und lokale Schwerpunkte der direkten Entnahme wild wachsender Nahrungspflanzen (Pilze, Kräuter, Beeren) zu berücksichtigen sind. Diese haben ergeben, dass auf Grundlage der durchgeführten Literaturschau und der Abschätzungen zum Transfer von Blei vom Boden in essbare Wildpilze selbst unter worst-case-Bedingungen das Verzehren von essbaren Pilzen keine zusätzliche Gefahr aufgrund erhöhter Schadstoffzufuhr durch lokale Immissionen im Bereich von Freileitungsmasten bedeutet. Daher sind weitere Untersuchungen im Bereich von Freileitungsmasten für diese Fälle nicht erforderlich. Dies gilt auch für die Freilandhaltung von Geflügel unterhalb von Freileitungsmasten. Eine Gefahr für die menschliche Gesundheit beim Verzehr von Eiern lässt sich für Blei ausschließen. Ob der Verzehr von Hühnerfleisch aus Freilandhaltung unterhalb von Masten bedenkenlos möglich ist, ist im Einzelfall zu entscheiden.

3.3 Gefahrenermittlung und -abwehr bei Standorten mit landwirtschaftlicher Nutzung

Nach bisheriger Erkenntnis können Risiken für vorliegende Bodenbelastungen unter landwirtschaftlicher Nutzung im Umfeld von Stromleitungsmasten insbesondere durch hohe bis sehr hohe mobile Blei- und Zinkgehalte ausgehen, die z. T. durch stark abgesunkene pH-Werte im Umfeld der Masten hervorgerufen werden. Dadurch kann ein erhöhter Schwermetalltransfer in Nahrungs- und Futterpflanzen und/oder ein Austrag mit dem Sickerwasser hervorgerufen werden. Auf Grund der Kleinräumigkeit der Einflüsse ist jedoch in der Regel nicht davon auszugehen, dass ein unmittelbarer Handlungsbedarf auf solchen Flächen besteht. Die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse belegen diese Bewertung.

Den zuständigen Veterinär- und Lebensmittelüberwachungsbehörden wird empfohlen, im Rahmen der routinemäßigen Überwachung gezielt Flächen unterhalb von Strommasten zu untersuchen, wenn Grasaufwuchs beprobt wird. Sofern aufgrund der Untersuchungsergebnisse Handlungsbedarf besteht, werden notwendige futtermittelrechtliche Maßnahmen von den zuständigen Behörden gegenüber den futtermittelrechtlich Verantwortlichen ergriffen. Weitere Monitoringprogramme und risikobasierte Überwachungstätigkeiten gemäß VO (EG) Nr. 882/2004 werden bei Bedarf durchgeführt.

3.4 Weitere Sachverhaltsermittlungen

Folgende weitere Untersuchungen sind von Netzbetreibern veranlasst bzw. sind bereits durchgeführt worden:

- Exemplarische Untersuchung ehemaliger Maststandorte

Erste stichprobenartige Untersuchungen an ehemaligen Maststandorten haben bislang keinen prioritären Handlungsbedarf erkennen lassen. Eine weitere Sachverhaltsermittlung kann im Einzelfall erforderlich sein.

- Bedeutung der hohen Bleimobilität für den Grundwasserpfad

Exemplarische Saugkerzenuntersuchungen lassen derzeit keine Anhaltspunkte für eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser erkennen, insbesondere weil eine starke Rückhaltung des mobilen Bleis auf der Sickerstrecke erfolgt.

Soweit Schadstoffanreicherungen in den Böden bestehen, sollte langfristig das Belastungspotential beseitigt werden. Diese Maßnahme sollte ggf. bei zukünftigen Renovierungsarbeiten, spätestens aber bei einer Demontage von Strommasten erfolgen, soweit eine Schadstoffanreicherung im Einzelfall nachgewiesen ist.

3.5 Vorsorgemaßnahmen

Mit Blick auf die Unterbindung weiterer Schadstoffeinträge in Böden kommt einer sachgerechten Durchführung von Renovierungsarbeiten besondere Bedeutung zu. Dazu gehören unter anderem Schutzmaßnahmen wie Einhausung oder Bodenabdeckung sowie die Verwendung schadstoffarmer Schutzanstriche. Darüber hinaus sind auch Vorsorgeanforderungen an eine umweltschonende Mastdemontage zu stellen.

Zu beiden Themen sollten unternehmenseigene Handlungsempfehlungen erarbeitet werden und bei der Umsetzung zur Anwendung kommen.

4. Teerölimprägnierte Holzschwellenfundamente

Zum Umgang mit eventuellen Grundwasserbelastungen mit PAK im Umfeld von Stromleitungsmasten aufgrund von teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten wurden fachliche Eckpunkte erarbeitet (**Anlage 4**). Diese Eckpunkte beschreiben die Vorgehensweise zur Identifizierung möglicher Gefährdungen des Grundwassers durch PAK-Verunreinigungen sowie zur Kategorisierung des weitergehenden Handlungsbedarfs.

Anlage 1: Untersuchung und Bewertung lokaler Schwermetallimmissionen im Bereich von Höchstspannungs-Freileitungsmasten vor dem Hintergrund des Bodenschutzrechtes. - Kurzfassung - (IFUA-Projekt GmbH, Bielefeld, Juni 2008)

Anlage 2: Erläuterungen der Nutzungskategorien

Anlage 3: Kriterienkatalog zur Abschätzung der Relevanz von Brückenbauwerken aus Stahl im Hinblick auf Bodenbelastungen

Anlage 4: Mögliche Grundwasserbelastungen durch PAK im Umfeld von Freileitungsmasten mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten – Fachliche Eckpunkte (Eckpunktepapier)

Anlage 1

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 Freileitungsmasten 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

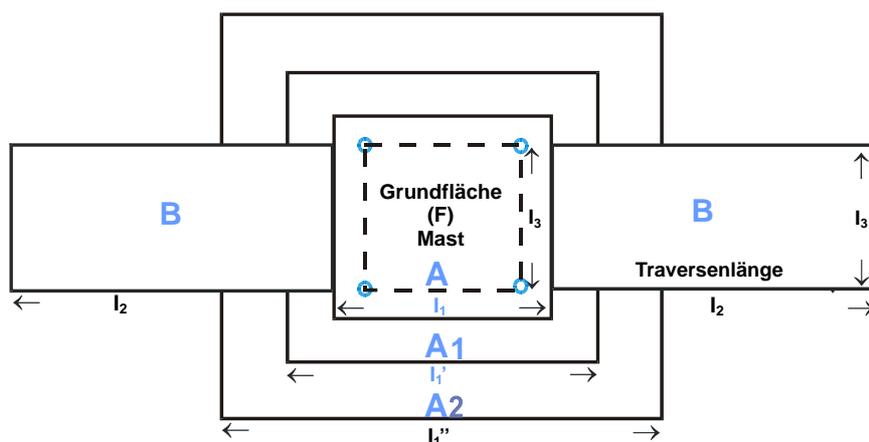
Die zu ermittelnden Daten sollten eine Wirkungspfadbezogene Bewertung (Boden-Mensch, Boden-Pflanze, Boden-Tier und Boden-Grundwasser) ermöglichen. Insofern waren sie als Mischproben zu gewinnen, wobei die Anzahl der Einzelproben in Anlehnung an Anhang 1 der BBodSchV festgelegt wurde. Beprobte werden 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



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

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

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

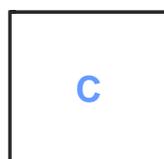


Tabelle 2: Angaben zu den beprobten Flächengrößen

	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

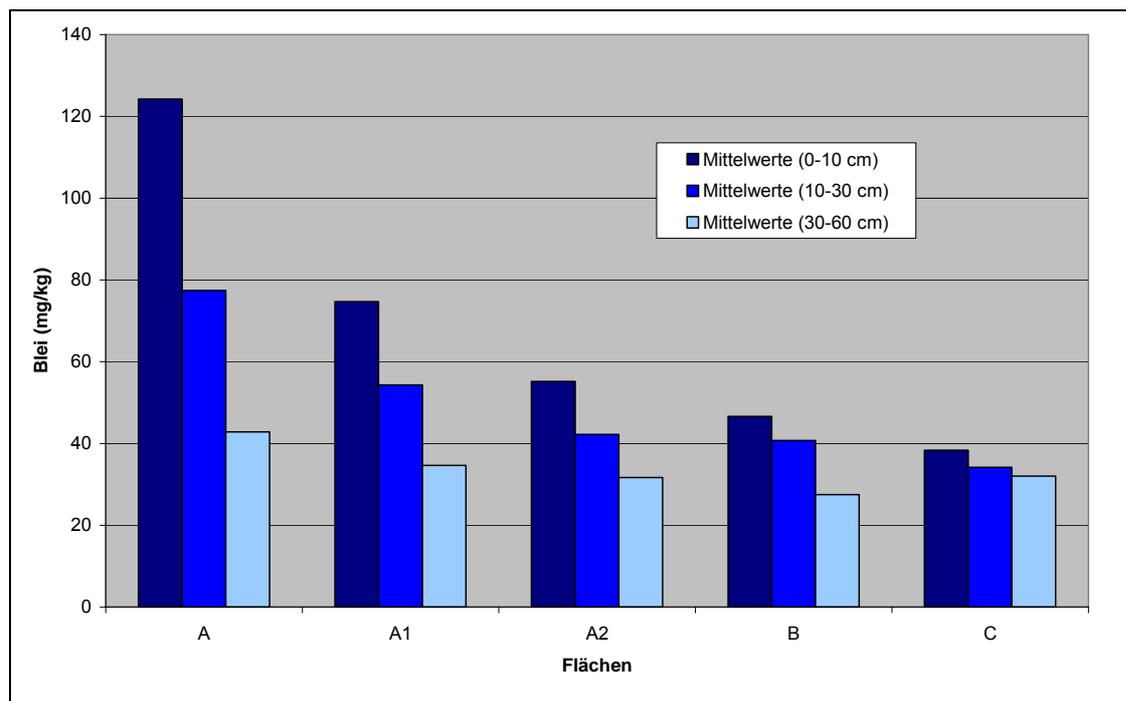


Abbildung 3: Mittelwerte der Cadmium-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

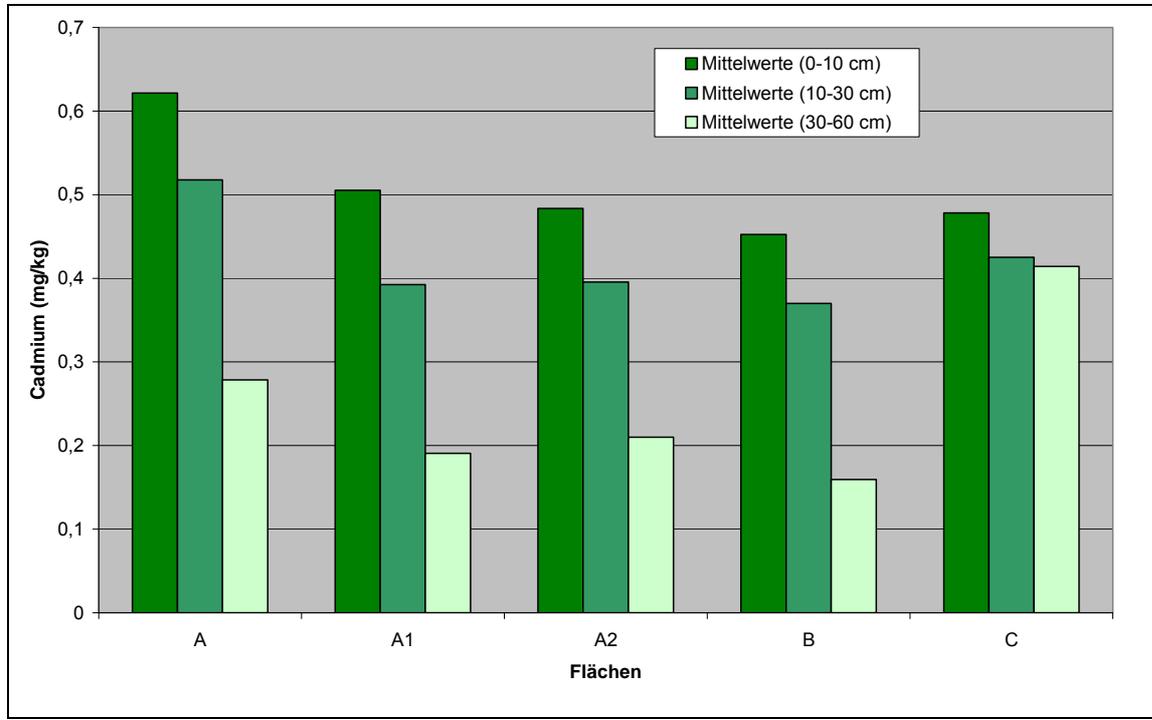


Abbildung 4: Mittelwerte der Chrom-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

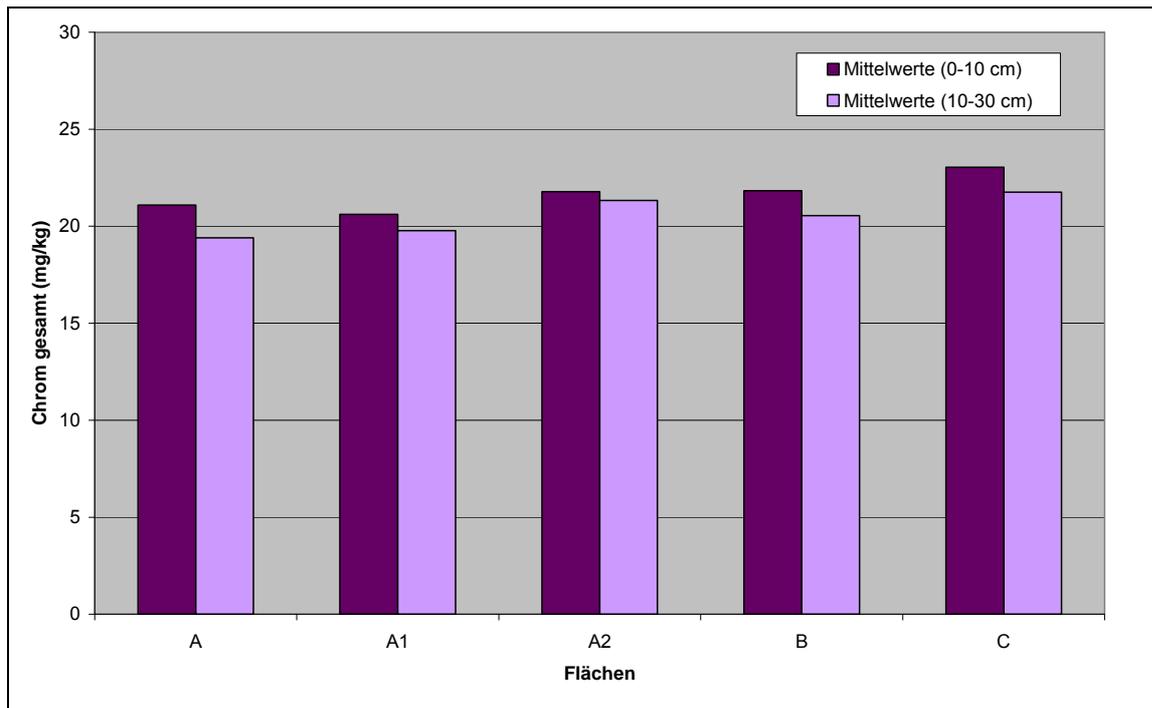
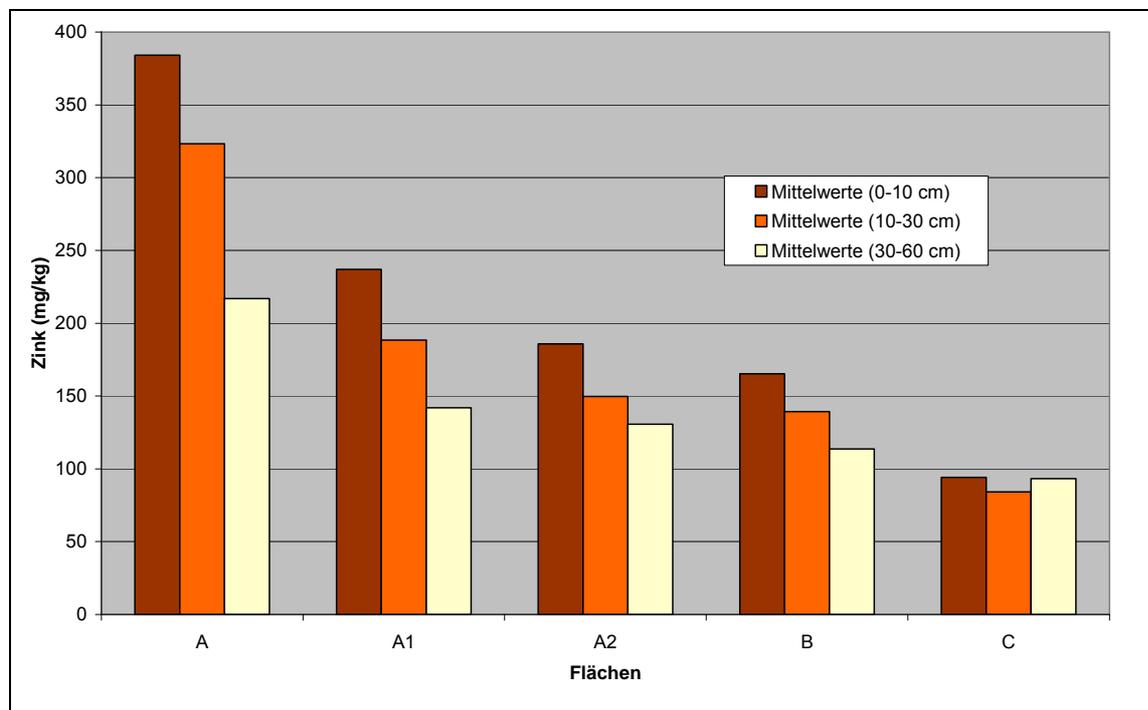


Abbildung 5: Mittelwerte der Zink-Gesamtgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen



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

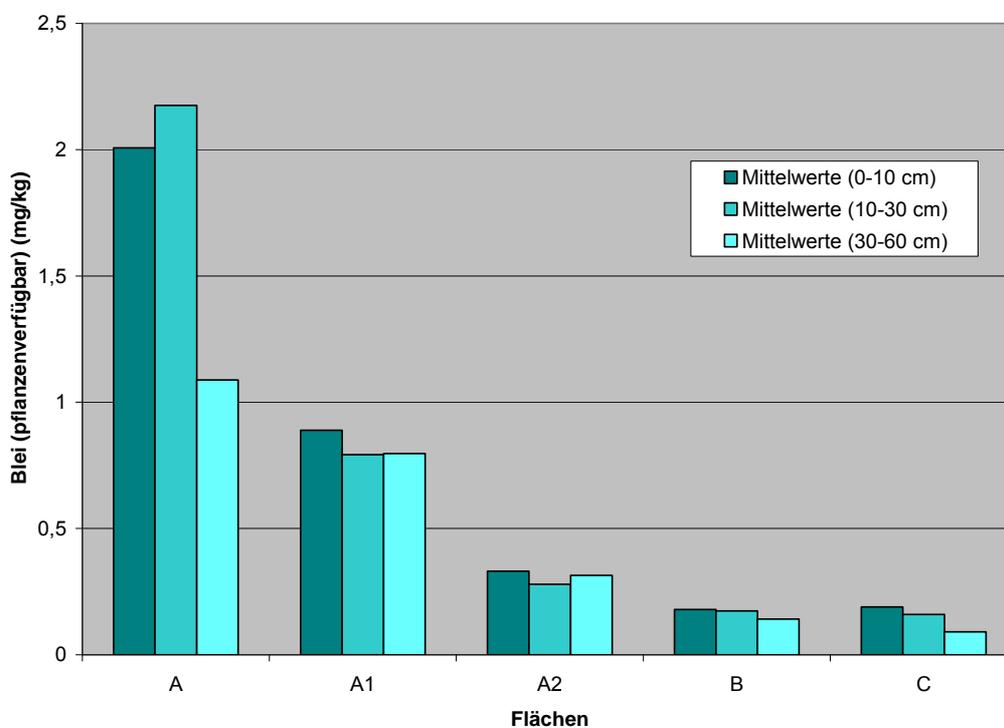


Abbildung 7: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen

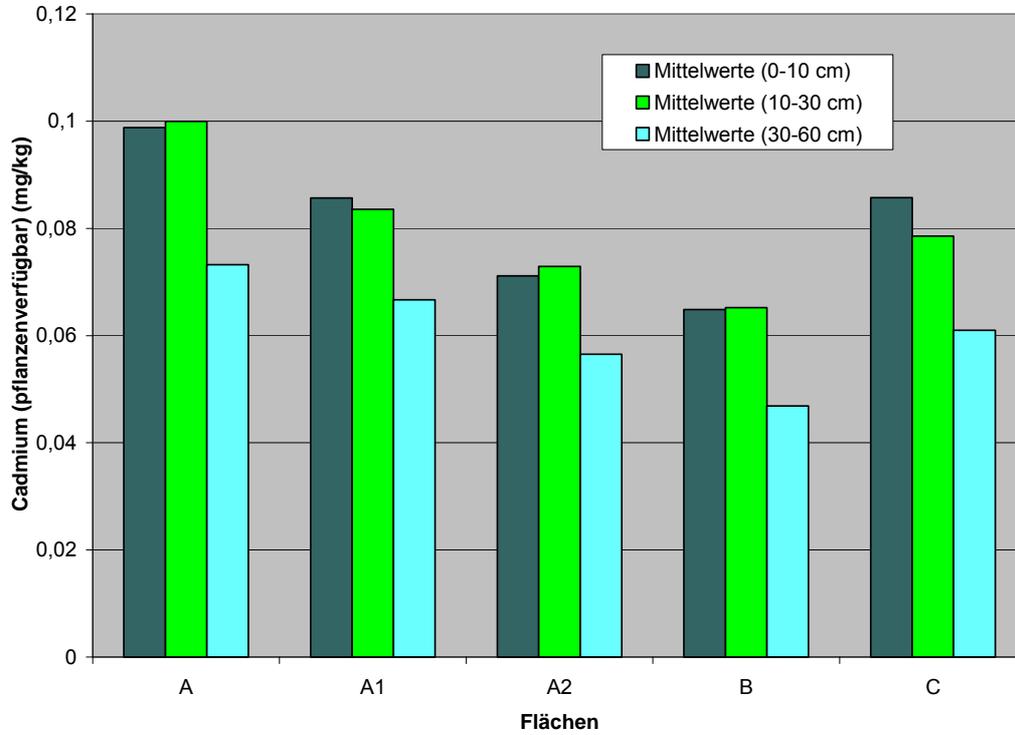
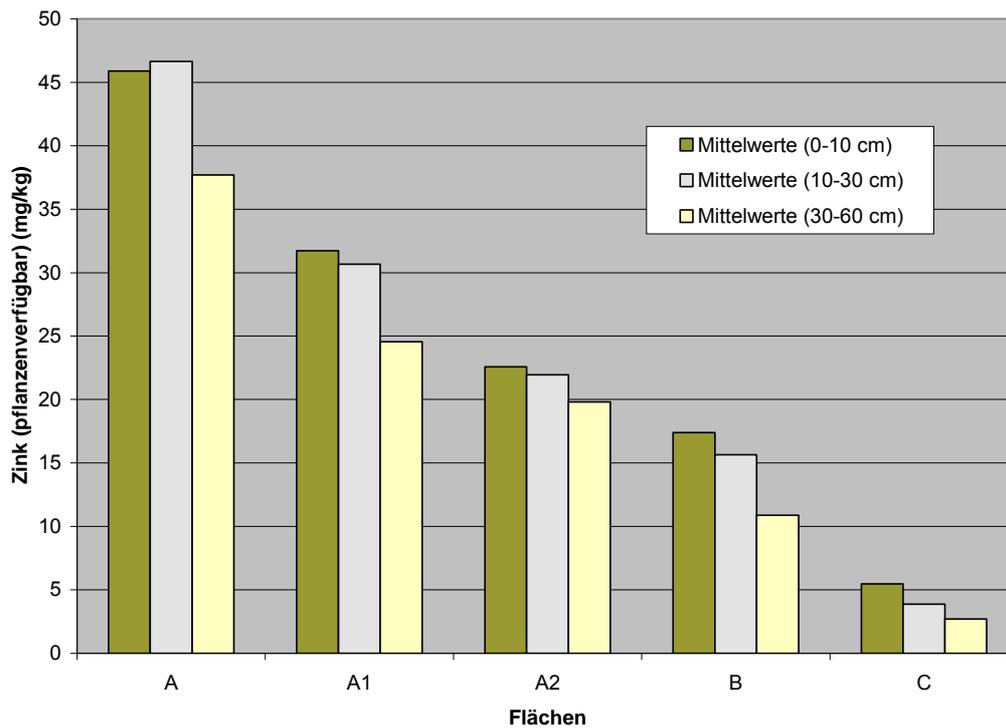


Abbildung 8: Mittelwerte der pflanzenverfügbaren Zinkgehalte, differenziert nach Probennahmetiefen und Flächen



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

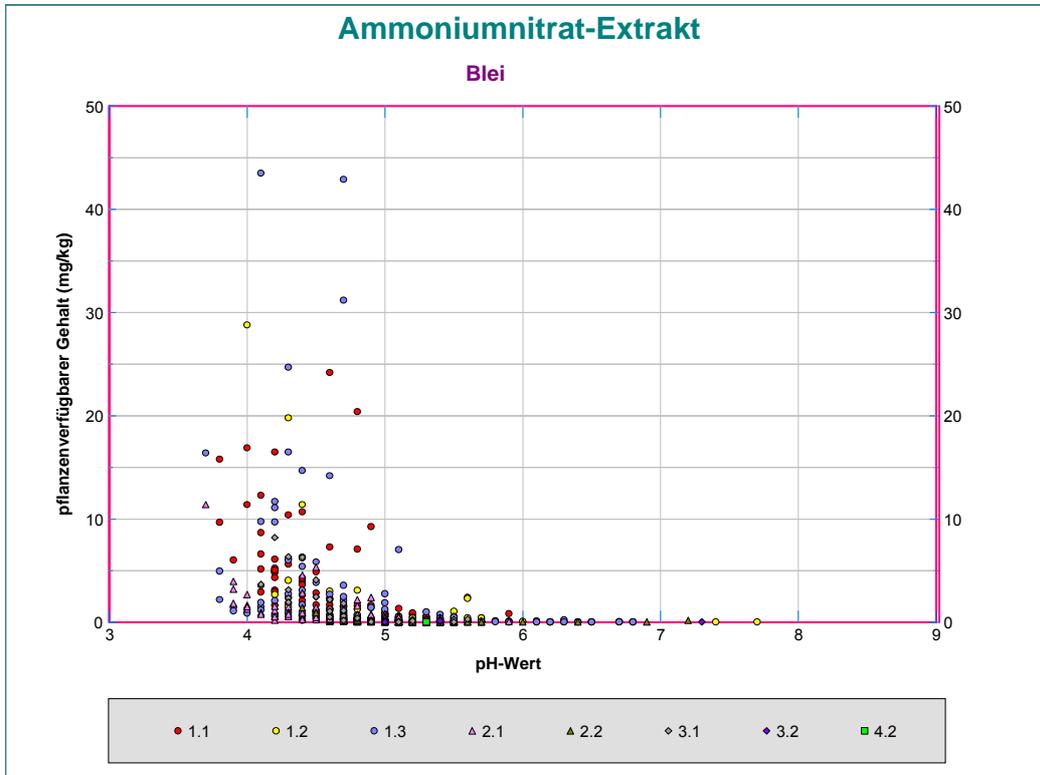


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Cadmiumgehalten

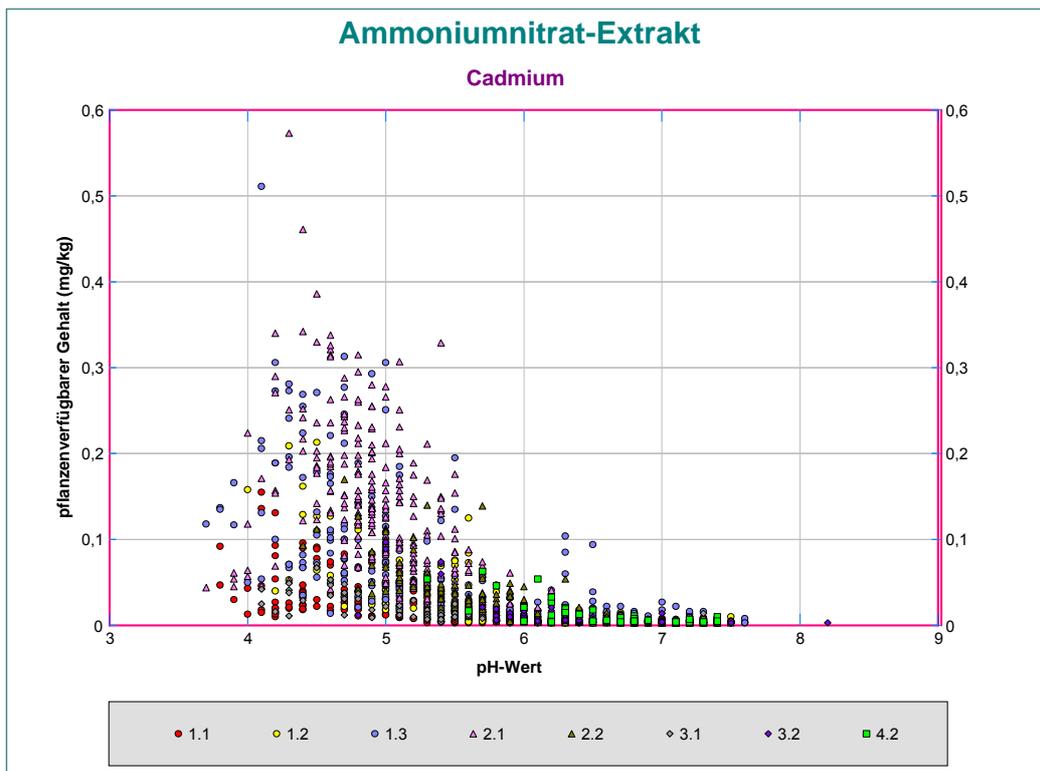
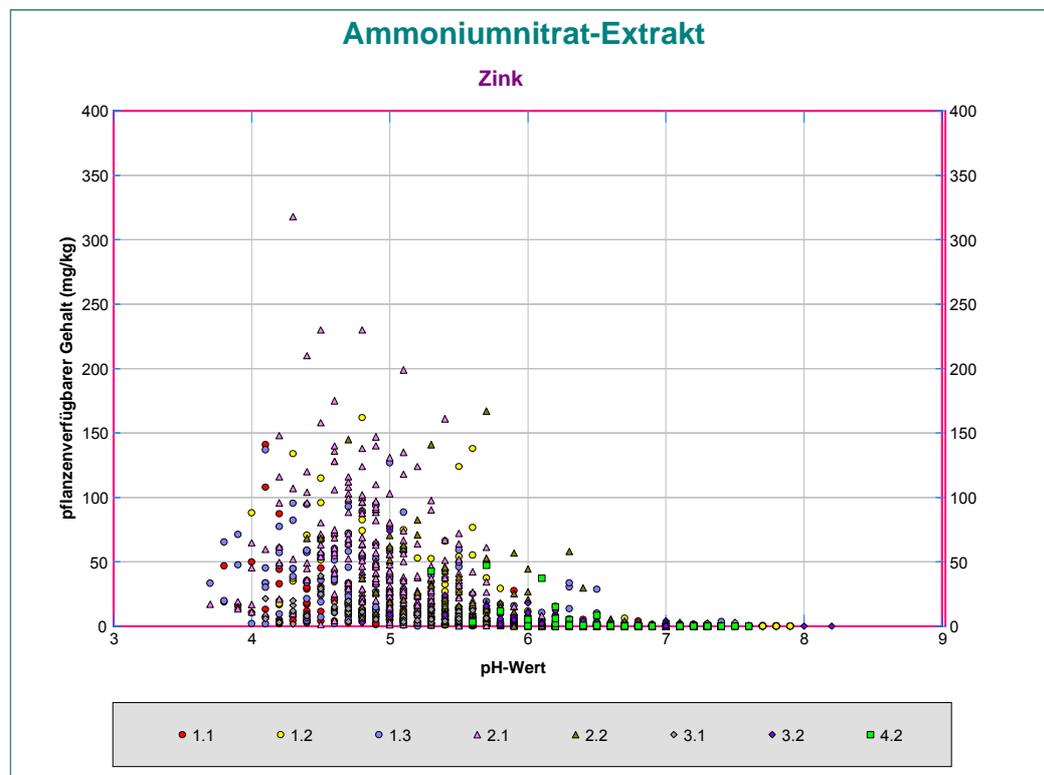


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und pflanzenverfügbaren Zinkgehalten



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 Wirkungspfades 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 Masten 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.

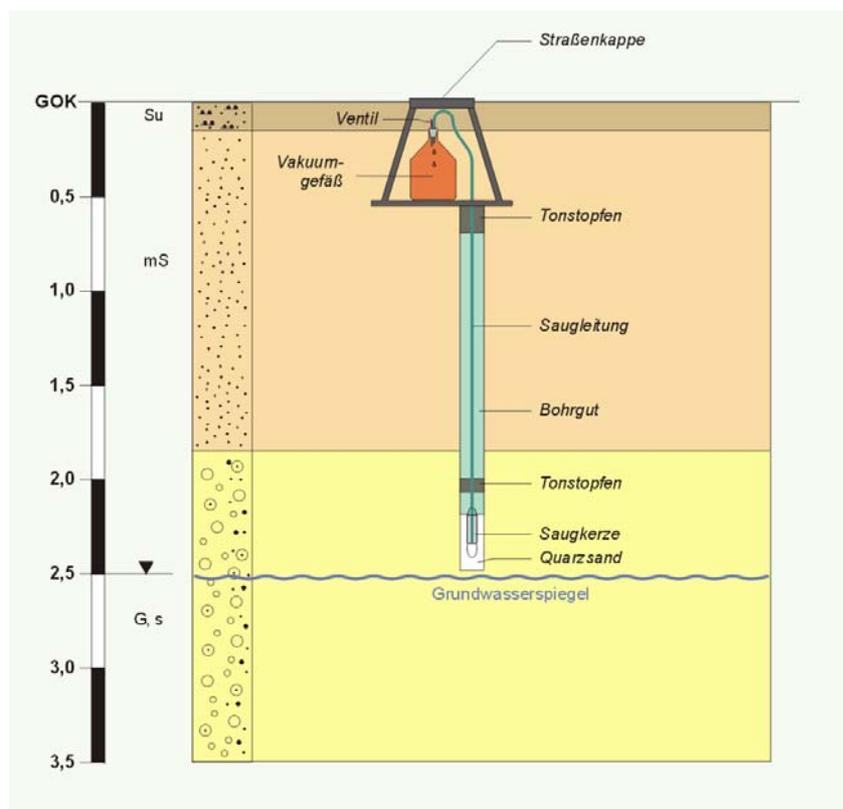
6.3. Wirkungspfad Boden-Grundwasser

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:

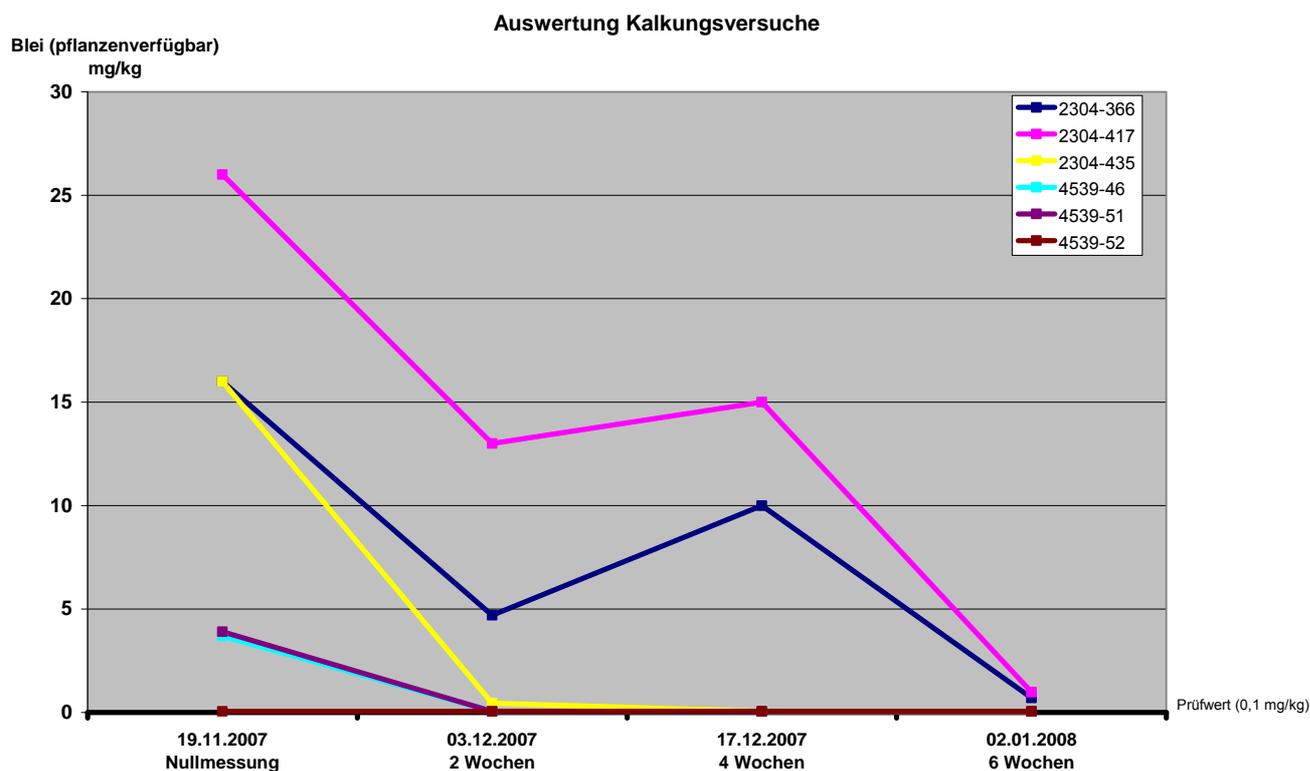
- Es sollten systematische Recherchen vorgenommen werden, um Maststandorte in sensiblen Nutzungen zu identifizieren und abschließend zu bewerten.
- Es sollte überprüft werden, inwieweit die Ergebnisse auch auf Hoch- sowie Mittel- und Niederspannungsmaste übertragen werden können.

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 Pflanzenpfad (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.)

Erläuterung der Nutzungskategorien

Besonders sensible Nutzung	Sensible Nutzung	Weniger sensible Nutzung	Nicht relevante Nutzung
<p><u>Kinderspielflächen</u></p> <p>Areale, die mit Spielgeräten und -einrichtungen ausgestattet sind und regelmäßig von spielenden Kindern benutzt werden. Dies können ausgewiesene Spielplätze sein sowie Flächen in z.B. Haus- und Kleingärten, in denen insbesondere Kleinkinder vergleichbar intensiv und regelmäßig spielen. Ausgenommen ist der Spielsand von Sandkästen.</p>	<p><u>Wohngebiete</u></p> <p>Hierzu zählen Abstandsgrünflächen, Wege, Plätze sowie nicht speziell ausgewiesene Verkehrsflächen, soweit sie dem Aufenthalt von Menschen dienen. Flächen in Mischgebieten, die überwiegend dem Wohnen dienen, sind ebenfalls als Wohngebiet zu bewerten.</p>	<p><u>Park- und Freizeitanlagen</u></p> <p>Anlagen für soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke, insbesondere öffentliche und private Grünanlagen sowie unbefestigte Flächen, die regelmäßig zugänglich sind und vergleichbar genutzt werden. Sie werden wegen ihrer geringeren Nutzungsfrequenz von Wohngebieten unterschieden.</p>	<p><u>Industrie- und Gewerbegrundstücke</u></p> <p>Unbefestigte Flächen von Arbeits- und Produktionsstätten, die nur während der Arbeitszeit genutzt werden und auf denen kein Zugang für Kinder besteht.</p>
<p><u>Hausgärten, Wohngärten</u></p> <p>Flächen, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden können. Sofern sie im direkten Umfeld des Wohnhauses liegen, werden diese Flächen auch als Wohngarten bezeichnet.</p>	<p><u>Ackerbauflächen</u></p> <p>Flächen zum Anbau wechselnder Ackerkulturen einschließlich Gemüse und Feldfutter. Hierzu gehören auch erwerbsgärtnerisch genutzte Flächen.</p>		<p><u>Verkehrsflächen</u></p>
<p><u>Kleingärten</u></p> <p>Flächen, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden können. Diese sind in der Regel entfernt vom Wohnhaus gelegen.</p>	<p><u>Grünland</u></p> <p>Flächen unter Dauergrünland, Wiesen und Weiden.</p>		<p><u>Brachland</u></p>

Kriterien zur Identifizierung potenziell relevanter Standorte im Einflussbereich von Brückenbauwerken

Anwendungsbereich	Selektionskriterien
Straßenbrücken	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brückenbauwerke in Stahl,- bzw. Stahlverbundkonstruktion (Überbau), die der Bewitterung frei ausgesetzt sind ➤ Hauptpigment der Grundbeschichtung ist „Bleimennige“ oder „enthält Bleimennige“ ➤ Gesamtlänge mindestens 50 m ➤ Baujahr vor 1988 ➤ Brücken, die ausschließlich Verkehrsflächen (z.B. Betriebsgelände) queren, werden nicht berücksichtigt
Bahnbrücken	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brückenbauwerke in Stahl-/ Eisenkonstruktion (Fachwerkbrücke, Hohlkastenbrücke, Stabbogenbrücke, etc.) ➤ Baujahr vor 1985 ➤ Relevanter Kreuzungspartner (Gewässer, Graben oder Tal) ➤ Beschichtungsfläche $\geq 5.000 \text{ m}^2$ ➤ Sensible Umfeldnutzung

Pilothafte Bodenuntersuchungen im Umfeld von Straßenbrücken

Handlungskonzept

Das Handlungskonzept dient dazu, eine erste Einschätzung denkbarer Bodenbelastungen im Einflussbereich von Straßenbrücken, bei denen Korrosionsschutz an Stahlbestandteilen des Bauwerkes in bedeutsamem Umfang stattgefunden haben, zu ermöglichen. Ziel ist es, in pilothaften Untersuchungen festzustellen, ob ein Einfluss grundsätzlich nachweisbar ist. Es wird daher zunächst ein relativ detailliertes Untersuchungsprogramm für wenige ausgewählte Standorte vorgeschlagen.

Vorgehensweise

Je Brückenstandort sollen nutzungsspezifische Mischproben aus dem obersten Bodenhorizont zur Beurteilung der Pfade Boden-Mensch und/oder Boden-Pflanze entnommen werden. Der Pfad Boden-Gewässer bleibt zunächst unberücksichtigt. Die Wahrscheinlichkeit einer Bodenbelastung ist insbesondere abhängig von den Schadstoffen in der Beschichtung, der Dauer der Einwirkung und der beschichteten Fläche des Brückenbauwerkes. Dies ist bei der Auswahl der zu untersuchenden Brücken zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist bei der Auswahl der Proben zu beachten, ob sich der heutige Verlauf der Brücke gegenüber der Vergangenheit verändert hat (z.B. nach Zerstörungen im 2. Weltkrieg).

1. Beprobungsfläche

Das Probenahmekonzept orientiert sich an den Erkenntnissen, die aus den Untersuchungen von Strommasten abgeleitet wurden. Es basiert auf der grundsätzlichen Überlegung, dass eine deutliche Abnahme der Schadstoffkonzentrationen im Boden in Abhängigkeit von der Entfernung zum Bauwerk zu erwarten ist. Zur Klärung, ob diese Erfahrungen aus der Untersuchung im Umfeld von Strommasten auch auf andere Stahlbauwerke zu übertragen sind, sollen pilothaft an geeigneten Standorten Transsekte quer zum Brückenverlauf angelegt werden, so dass in beiden Richtungen zur Brücke ein möglicher Einfluss in Abhängigkeit von Entfernung und anderer Faktoren (z.B. Hauptwindrichtung, lichte Höhe, etc.) erkannt werden kann. Soweit aus Vorinformationen erkennbar ist, dass möglicherweise im Bereich von Stützpfeilern mit anderen Einträgen (PAK, etc.) zu rechnen ist, ist hier eine zusätzliche Probenahme vorzusehen. Die Probenahmeflächen sind schematisch in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Für pilothafte Untersuchungen wird eine Probenfläche unmittelbar unterhalb der Brücke sowie eine Mindestanzahl von je 3 Flächen beidseitig in unterschiedlichem Abstand zur Brücke für erforderlich gehalten. Bei einer Lage der Flächen in Überschwemmungsgebieten sind ggf. 2 Transsekte erforderlich, um den Brückeneinfluss vom Überschwemmungseinfluss unterscheiden zu können.

Die Fläche unmittelbar unter der Brücke (A-Fläche) sollte sich an der Überbaubreite orientieren. Abhängig von der Geländesituation (Gefälle) sollen Mischproben aus einer Fläche von

mindestens 2 bis maximal 5 m über die Breite des gesamten Brückenträgers entnommen werden. Sofern Stützpfiler auf einer beprobaren Fläche vorhanden, soll eine weitere Mischprobe aus einer Fläche mit einem Abstand von 2 m um den Pfeiler herum (B-Fläche) entnommen werden.

Beidseitig der Brücke werden je 3 weitere Beprobungsflächen (A1, A2, A3 sowie A1', A2', A3') zur Klärung einer möglichen Differenzierung abhängig von der Entfernung zum Bauwerk festgelegt. Der Abstand dieser Flächen richtet sich nach der Bauwerkshöhe. Überschlägige Betrachtungen mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen lassen erwarten, dass unter mittleren meteorologischen Bedingungen (Windrichtung rechtwinklig zur Brücke, durchschnittliche Windgeschwindigkeit 3,5 m/sec) und einer angenommenen Sedimentationsgeschwindigkeit von 2 m/sec sowie einer Depositionsgeschwindigkeit von 1 m/sec mit Belastungsschwerpunkten zu rechnen ist, die sich in Abhängigkeit von der Brückenhöhe in unterschiedlichem Abstand zur Brücke befinden können. Daraus ergibt sich für die Probenahmeplanung eine unterschiedliche Verteilung der Flächen A1 – A3 im Abstand zum Brückenbauwerk.

Brückenhöhe [m]	Vermuteter Belastungsschwerpunkt [m]	Flächenmittelpunkt A1	Flächenmittelpunkt A2	Flächenmittelpunkt A3
10	~ 50	25	50	75
20	~ 50	25	50	75
30	~ 70	35	70	105
40	~ 90	45	90	135
50	~ 120	60	120	180
60	~ 150	75	150	225
70	~ 170	85	170	255

Die Flächen werden, soweit dies die Gegebenheiten vor Ort erlauben, rechtwinklig zur Brücke vom Punkt der A-Fläche eingemessen. Darüber hinaus ist eine von der Brücke unbeeinflusste Referenzfläche in Abhängigkeit der Standortverhältnisse zu beproben. Im Regelfall ist also davon auszugehen, dass 9 Einzelflächen zu untersuchen sind. Bei Anlage eines zweiten Transsektes in Überschwemmungsgebieten erhöht sich die Zahl auf 16 Flächen. Für jede Probenahmefläche wird eine Zielgröße von 50 m² (5x10 m) angestrebt.

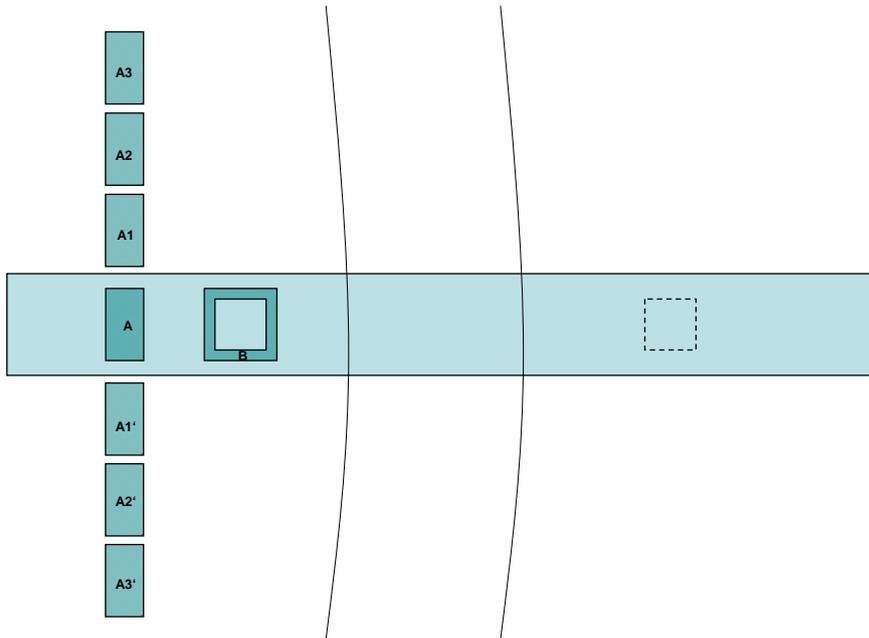


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Probenahme (Aufsicht)

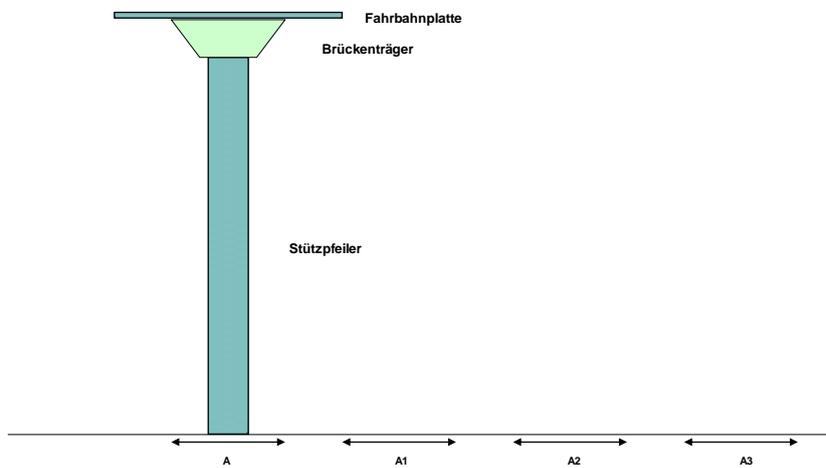


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Probenahme (Seitenansicht)

2. Nutzung des Brückenumfeldes

Bei der Beprobung sollen folgende Nutzungen nach der BBodSchV unterschieden werden:

- ▽ *Kinderspielflächen*
Aufenthaltsbereiche für Kinder, die ortsüblich zum Spielen genutzt werden, ohne den Spielsand.
- ▽ *Nutzgarten*
Haus- und Kleingärten sowie sonstige Gartenflächen, die dem Anbau von Nahrungspflanzen dienen.
- ▽ *Ackerbau*
Flächen zum Anbau wechselnder Ackerkulturen einschließlich Gemüse und Feldfutter, erwerbsgärtnerisch genutzte Flächen. Hierzu gehören auch vorübergehend stillgelegte Flächen (Brachen).
- ▽ *Grünland*
Flächen unter Dauergrünland.
- ▽ *Wohngebiete*
Dem Wohnen dienende Gebiete einschließlich Hausgärten oder sonstige Gärten entsprechender Nutzung ohne Kinderspielflächen und Nutzgärten.
- ▽ *Park- und Freizeitanlagen*
Anlagen für soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke, insbesondere öffentliche und private Grünanlagen sowie regelmäßig zugängliche, unbefestigte Flächen, die vergleichbar genutzt werden ohne Kinderspielflächen.
- ▽ *Industrie- und Gewerbegrundstücke*
Unbefestigte Flächen von Arbeits- und Produktionsflächen, die nur während der Arbeitszeit genutzt werden.
- ▽ *Waldflächen*
Flächen mit forstlicher Nutzung.
- ▽ *Sonstige Flächen*
Flächen, die keiner oben genannten Kategorie zugeordnet werden können.

3. Bildung der Mischprobe

Beprobte wird jeweils der oberste Bodenhorizont. Grundsätzlich gilt, dass für jede im Umfeld der Brücke vorkommende Nutzung eine getrennte Mischprobe entnommen und untersucht werden soll, Vermischungen von unterschiedlichen Nutzungen sind nicht zulässig. Bei Standorten mit mehreren Nutzungen sind mindestens die sensiblen Nutzungen zu beproben und zu untersuchen,

Für die Laboruntersuchungen sollten die Probenmengen nicht unter 1 kg liegen. Für eine mögliche Bildung von Rückstellproben ist eine Probenmenge von insgesamt mindestens 2 kg anzustreben.

Mischproben sind grundsätzlich durch Mischung von mindestens 20 über die Fläche verteilte und mittels eines geeigneten Bohrers entnommene Einzelproben herzustellen.

▽ *Kinderspielflächen*

▽ Von unbefestigten Flächen, außer Spielsand, ist eine Mischprobe aus der Tiefe von 0-10 cm zu gewinnen und zu untersuchen.

▽ *Nutzgärten*⁵

Aus den zum Anbau von Nahrungspflanzen genutzten Gartenflächen ist eine Mischprobe aus dem Bearbeitungshorizont (in der Regel 0-30 cm) zu gewinnen.

▽ *Landwirtschaftliche Flächen*

Auf Acker- (einschließlich Erwerbsgemüse) und Grünland-Flächen ist eine Mischprobe aus dem obersten Bodenhorizont zu gewinnen. Auf Ackerböden ist dies der Bearbeitungshorizont (in der Regel 0-30 cm), unter Grünland der Hauptwurzelbereich (in der Regel 0-10 cm). Vorübergehend stillgelegte Flächen sind entsprechend zu beproben.

▽ *Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen, Industrie- und Gewerbegebiete*⁵

Von unbefestigten Flächen ist eine Mischprobe aus der Tiefe 0-10 cm zu gewinnen und zu untersuchen. In Wohngebieten sowie Park- und Freizeitanlagen vorhandene Kinderspielflächen sowie in Wohngebieten vorhandene Nutzgärten sind getrennt nach den dort beschriebenen Vorgehensweisen zu beproben.

▽ *Waldgebiete, sonstige Flächen*

Unter Wald ist die organische Auflage (Of- und Oh-Horizont, ohne L-Horizont) als Mischprobe zu entnehmen. Zusätzlich dazu ist der oberste Mineralbodenhorizont zu beproben. Bei sonstigen Flächen mit organischer Auflage ist analog zu verfahren, ansonsten ist der oberste Mineralbodenhorizont zu beproben.

4. Untersuchungsumfang und Analytik

▽ Die Mischproben sind jeweils auf Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) zu untersuchen. Der Königswasser-Extrakt gibt die quasi Gesamtgehalte, der Ammonium-Nitrat-Extrakt die pflanzenverfügbaren Gehalte an. Untersucht wird jeweils die Fraktion < 2 mm.

▽ Liegen Anhaltspunkte vor, dass auch weitere Schadstoffe bau- oder anstrichbedingt vorhanden sein könnten (z.B. PAK) sind entsprechende Untersuchungen durchzuführen.

▽ Zur Gefährdungsabschätzung ist weiterhin die Kenntnis des pH-Wertes (CaCl₂) und der Bodenart erforderlich. Eine Einstufung der Bodenart nach „Fingerprobe“ ist ausreichend; pH-Wert nach DIN ISO 10390.

Beprobungstiefe und Schwermetall-Analytik für verschiedene Nutzungen

Nutzung	Beprobungstiefe	Schwermetall-Analytik
Kinderspielfläche	0-10 cm	Königswasser-Extrakt (Pfad Boden-Mensch)
Wohngebiet (ohne Nutzgarten)		
Park-, Freizeitanlage		
Industrie-, Gewerbegebiet		
Ackerbau /Erwerbsgartenbau	Bearbeitungshorizont (i.d.R. 0-30 cm)	Königswasser-Extrakt Ammonium-Nitrat-Extrakt (Pfad Boden-Pflanze)
Nutzgarten		
Grünland	Hauptwurzelhorizont (i.d.R. 0-10 cm)	
Wald, sonstige Nutzung	Of- und Oh-Horizont (falls vorhanden) und oberster Mineralbodenhorizont	Königswasser-Extrakt

Ggf. können Pflanzenuntersuchungen ergänzende Hinweise geben.

5. Dokumentation

- Probennahmeprotokoll (Formblatt Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (Orientierende Untersuchung / Detailuntersuchung) aus Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz - Auszug aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5)
 - o Standortbeschreibung (Ort, Brücke, Rechts- und Hochwerte der Untersuchungsflächen)
 - o Aufnahmesituation
 - o Entnahmeverfahren
 - o Probenmenge, -art und -beschreibung
- Maßstäblicher Lageplan
- Analysenergebnisse incl. Beschreibung der Analysemethoden und der Probenaufbereitung
- Bewertung der Ergebnisse

Mögliche Grundwasserbelastungen durch PAK im Umfeld von Freileitungsmasten mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten

Fachliche Eckpunkte für die weitere Vorgehensweise (**Eckpunktepapier**)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Kategorisierung	3
3. Handlungskonzept des Eckpunktepapiers	6
3.1 Grundsätze	6
3.2 Vorgehensweise	6
3.3 Zeitvorgaben	8
ANHANG zu Kap. 3.2 „Vorgehensweise“.....	9
• Zu Punkt 2 „Datenübermittlung und Standortdokument“	9
• Zu Punkt 2 „Kategorisierung und Schutzgutbewertung“	12
• Zu Punkt 4 „Erstbeprobungskonzept zur Grundwassersondierung“	14
• Zu Punkt 5 „Bewertung“	15

1. Einleitung

Die Anlage 4, hier Eckpunktepapier genannt, wurde von NRW übernommen und an rheinland-pfälzische Verhältnisse angepasst. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen hat gemeinsam mit den Firmen Amprion und RWE eine Systematik zum Umgang mit möglichen Grundwasserbelastungen durch PAK im Umfeld von Freileitungsmasten mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten erarbeitet.

Diese Systematik wurde auf Grundlage von Untersuchungen an 47 Maststandorten entwickelt und beinhaltet eine gestufte Vorgehensweise zur Identifizierung möglicher Gefährdungen des Grundwassers durch PAK-Verunreinigungen sowie zur Kategorisierung des weitergehenden Untersuchungs- und des Maßnahmenbedarfs.

Durch Betrachtung verschiedener Fallgestaltungen und Standorte konnte festgestellt und durch Sickerwasserprognoserechnungen auf Basis der gemessenen Höchstkonzentrationen unter Zugrundelegung konservativer Annahmen abgesichert werden, dass nur bestimmte Fallgestaltungen relevant sind, die das Grundwasser betreffen (s. Kap. 2 des Eckpunktepapiers). Daher sieht dieses Eckpunktepapier zunächst die Meldung einer Teilmenge von Standorten mit Holzschwellenfundamenten durch die Netzbetreiber an die Unteren Wasserbehörden bei den Kreisverwaltungen und kreisfreien Städten vor, für die das weitere Vorgehen unter Berücksichtigung von relevanten Schutzgütern oder sensiblen Nutzungen festzulegen ist (s. Kap. 2). In der Regel schalten in RP die Unteren Wasserbehörden im Rahmen der Gefahrerforschung die Struktur- und Genehmigungsbehörden ein.

Darüber hinaus beinhaltet das Eckpunktepapier Fristen, innerhalb derer ein Rückbau bzw. die Durchführung sonstiger Maßnahmen vorzusehen ist. Ziel ist eine für Rheinland-Pfalz abgestimmte und einheitliche Abarbeitung durch die Netzbetreiber nach einem gestuften Zeitablauf.

2. Kategorisierung

Von den bundesweit insgesamt rund 18.000 Freileitungsmasten im Höchstspannungsnetz der Amprion GmbH befinden sich rund 3.000 in Rheinland-Pfalz. Von diesen besitzen ca. 2.600 Masten keine teerölimprägnierten Holzschwellenfundamente.

Nach aktuellem Stand besitzt Amprion in RP insgesamt rd. 400 Höchstspannungsmasten mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten. Die betroffenen Höchstspannungsmaststandorte verteilen sich auf folgende Kreise/freie Städte: Altenkirchen, Alzey-Worms, Bad-Kreuznach, Mainz-Bingen, Mayen-Koblenz, Trier, Trier-Saarburg und Worms.

Die verschiedenen Maststandorte des Höchstspannungsnetzes lassen sich als Grundlage für das gestufte Vorgehen hinsichtlich ihres Grundwasserrisikos wie folgt kategorisieren (vgl. Abb. 1):

- Bei den Standorten ohne teerölimprägnierte Holzschwellenfundamente handelt es sich um die in Abb. 1 weiß dargestellte Teilmenge.
- Bei Holzschwellenfundamenten in der ungesättigten Bodenzone und außerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches kann eine Gefährdung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser ausgeschlossen werden. Andere Wirkungspfade sind generell nicht betrof-

fen. Infolgedessen sind bodenschutzrechtliche Belange nicht tangiert. Die Standorte mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten gehören zu der in Abb. 1 grau dargestellten Teilmenge.

- Keine Grundwasserbelastungen konnten festgestellt werden für Standorte mit gering durchlässigem Porengrundwasserleiter. Die Ausbildung einer dauerhaft nicht nur kleinräumigen Grundwasserverunreinigung erscheint bei gering durchlässigem Porengrundwasserleiter unwahrscheinlich, auch wenn die Holzschwellen in der gesättigten Zone liegen. Dies ergibt sich aus den o.g. Sickerwasserprognoserechnungen. Auch diese Standorte mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten gehören zu der in Abb. 1 grau dargestellten Teilmenge.
- Sofern die Holzschwellen im Grundwasser oder im Schwankungsbereich liegen und zudem ein gut durchlässiger Porengrundwasserleiter (Sand / Kies¹) vorliegt, ist eine Grundwassergefährdung möglich (potenziell betroffene Risikostandorte). Bei Lage der Holzschwellen in einem Karst- oder Kluftgrundwasserleiter oder bei unsicherer Datenlage ist dies derzeit ebenfalls nicht auszuschließen. Bei diesen Standorten teerölimprägnierter Holzschwellenfundamente handelt es sich um die in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit gelbem Flächeninhalt (einschließlich roter und violetter Teilflächen).
- Bei den Fällen, die sich innerhalb eines Schutzgebiets befinden (Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete (Schutzzonen I und II), grundwasserabhängige Landökosysteme gemäß LfU RP) oder bei denen innerhalb von 40² m im Abstrom eine sensible Nutzung stattfindet (Trinkwasserbrunnen, Fischteiche) oder dies aufgrund der ATKIS-Auswertung (Bebauung, Gewässerflächen) zu erwarten ist, handelt es sich um die in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit rotem Flächeninhalt einschließlich der Teilflächen mit violetter Inhalt. Eine Berücksichtigung von Weidebrunnen (s. Anhang zu Kap. 3.2 „Vorgehensweise“, zu Punkt 2 „Kategorisierung und Schutzgutbewertung“, Absatz „Weidebrunnen“, Seite 13), die sich im Nahbereich von potenziell belasteten Maststandorten (Entfernung bis 40 m) befinden, ist nicht erforderlich.
- Bei der Ellipse mit violetter Flächeninhalt handelt es sich um Risikostandorte innerhalb der definierten Entfernung von 40 m zu einer sensiblen Nutzung bzw. in Schutzgebieten, für die aufgrund der Untersuchungen eine Grundwasserbelastung > Geringfügigkeitsschwelle (GFS) festgestellt wurde.

¹ Bei einem sandigen / kiesigen Porengrundwasserleiter wird von einem K_f -Wert von i. d. R. $> 10^{-5}$ m/s ausgegangen.

² Die durch Grundwasseruntersuchungen ermittelte maximale Reichweite der Schadstofffahne beträgt 20 m. Aufgrund dieses Untersuchungsergebnisses vertritt das LANUV in NRW und die Arbeitsgruppe „Bodenbelastungen im Umkreis von Stromleitungsmasten“ in RP die Ansicht, dass unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 20 m Standorte nur weiter betrachtet werden müssen, wenn sie innerhalb der definierten Entfernung von 40 m zu einer besonders sensiblen Flächennutzung liegen.

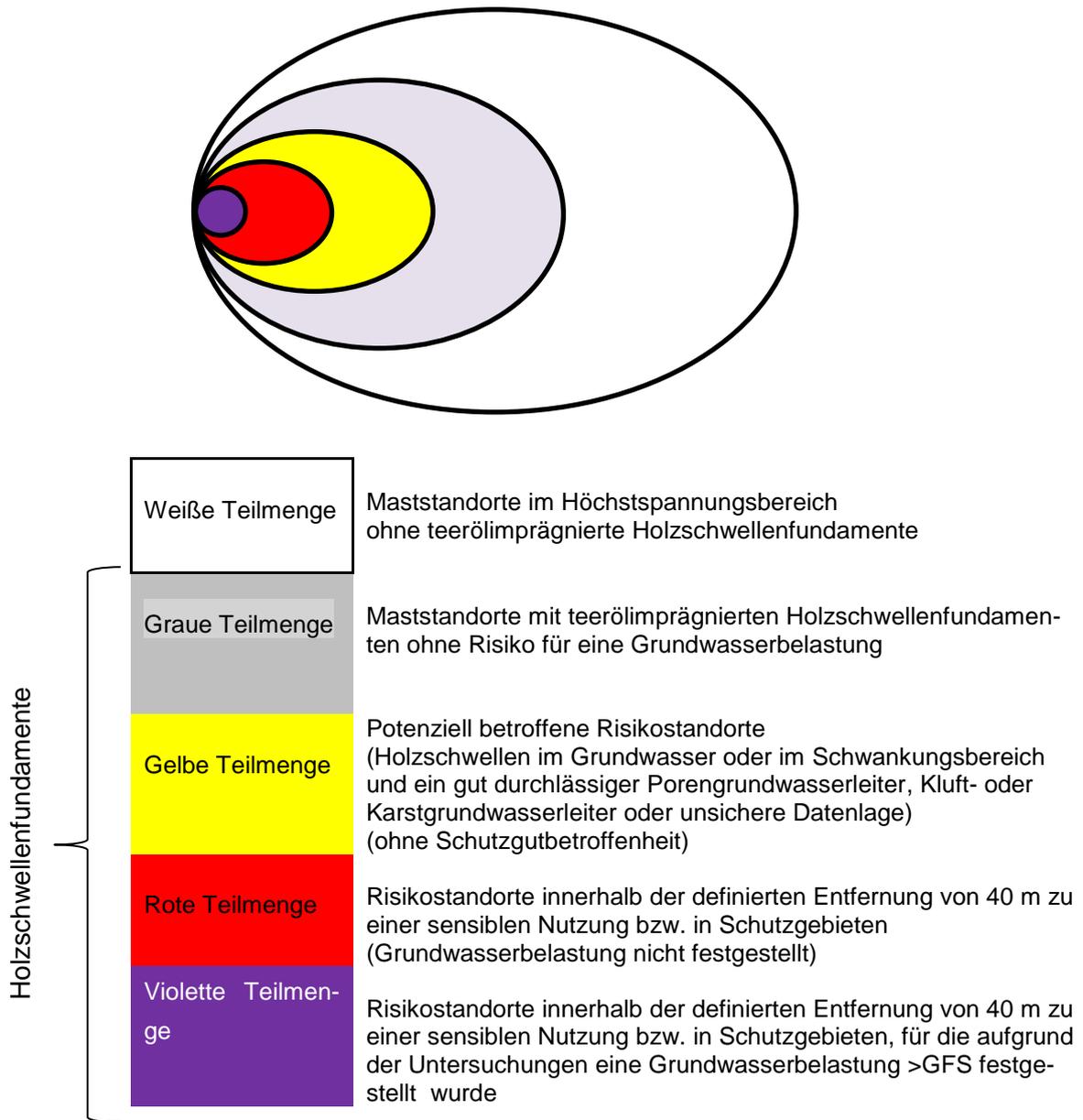


Abb. 1: Schematische Darstellung der Mengenrelevanz und Kategorisierung (zur Priorisierung bei der Rückbauplanung oder ggf. sonstiger Maßnahmen zur Gefahrenabwehr)

3. Handlungskonzept des Eckpunktepapiers

3.1 Grundsätze

Gegenstand sind die Maststandorte im Höchstspannungsbereich, an denen teerölimprägnierte Holzschwellen im Grundwasser oder im Schwankungsbereich liegen und bei denen zudem ein Grundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit (Sand / Kies) vorliegt sowie Standorte mit Holzschwellen in einem Karst- oder Kluftgrundwasserleiter (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **gelbem** Flächeninhalt einschließlich der roten und violetten Teilflächen). Die erforderlichen Maßnahmen an Standorten mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten können gestuft abgearbeitet werden, da die bisherigen Untersuchungen ergeben haben, dass bestimmte Standorte nach genauer Schutzgutbetrachtung oder nach Untersuchung des Grundwassers keine Gefahr darstellen bzw. keine Grundwasserbelastung festzustellen ist.

Daher werden vorrangig diejenigen Standorte betrachtet, die nach einer Risikobewertung eine Schutzgutbetroffenheit aufweisen (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **rotem** Flächeninhalt einschließlich der violetten Teilflächen), um daraus die vordringlichen Fälle mittels Grundwasseruntersuchungen zu identifizieren.

3.2 Vorgehensweise

Als Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen und durchgeführten Abstimmungsgespräche wird folgendes Vorgehen festgelegt:

1. Die Höchstspannungsnetzbetreiber ermitteln anhand der Datenlage in Rheinland-Pfalz aus der Menge aller potenziell betroffenen Maststandorte mit teerölimprägnierten Holzschwellenfundamenten die grundwasserseitigen Risikostandorte. Zu diesen Standorten wird weiterhin durch die Netzbetreiber ermittelt, ob sie in einer definierten Entfernung von 40 m zu einer sensiblen Nutzung bzw. in Schutzgebieten liegen (Risikobewertung) (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **rotem** Flächeninhalt einschließlich der violetten Teilflächen).
2. Die Höchstspannungsnetzbetreiber teilen den Unteren Wasserbehörden folgende Informationen in deren Zuständigkeitsbereich mit:
 - alle Maststandorte mit einem Risiko für das Grundwasser (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **gelbem** Flächeninhalt einschließlich der roten und violetten Teilflächen) mit den zugehörigen Standortinformationen (siehe Anhang zu Kap. 3.2, zu Punkt 2 „Datenübermittlung und Standortdokument“, Seite 10) sowie
 - das Ergebnis der Schutzgutbewertung, d. h. die Menge aller Risikostandorte innerhalb der definierten Entfernung von 40 m zu einer sensiblen Nutzung bzw. in Schutzgebieten (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **rotem** Flächeninhalt einschließlich der Teilfläche mit violetter Inhalt) mit den zugehörigen Informationen zu den potenziell betroffenen Schutzgütern bzw. Nutzungen (Angaben und Einstufung gemäß Vorgabe im Anhang zu Kap. 3.2, zu Punkt 2 „Kategorisierung und Schutzgutbewertung“, Seite 13).

- Sofern seitens der Netzbetreiber vorgesehen ist, einzelne Leitungstrassen unabhängig von der Belastungssituation im Boden und Grundwasser zurückzubauen, sollte dies ebenfalls den Unteren Wasserbehörden mitgeteilt werden, damit dieser Sachverhalt bei der weiteren Prüfung und Prioritätensetzung berücksichtigt werden kann.

Die Ermittlung der Standorte und die Meldung an die zuständigen unteren Behörden soll zeitnah (bis spätestens ein halbes Jahr nach Veröffentlichung des Eckpunktepapiers) erfolgen.

3. Die Unteren Wasserbehörden haben die Möglichkeit, die Informationen mit eigenen Informationen abzugleichen oder zu ergänzen und die von den Netzbetreibern ermittelte Teilmenge zu verändern.
4. Nach Abstimmung mit den Unteren Wasserbehörden untersuchen die Höchstspannungsnetzbetreiber alle Grundwasser-Risikostandorte, die gemäß der vorgenannten Auswahl im möglichen Einflussbereich auf eine sensible Nutzung oder in einem Schutzgebiet liegen (in Abb. 1 dargestellte Ellipse mit **rotem** Flächeninhalt einschließlich der Teilfläche mit violetter Inhalt). Dabei sind Veränderungen der ursprünglich gemeldeten Teilmenge aufgrund der Prüfung durch die Unteren Wasserbehörden im Einzelfall zu berücksichtigen. Die Untersuchungen werden durch den Netzbetreiber nach dem vorgeschlagenen Schema („Erstbeprobungskonzept“ – Grundwassersondierung im Direct-Push-Verfahren gemäß Anlage des Anhangs zu Kap. 3.2, Punkt 4 „Konzept zur Erstuntersuchung von möglichen Grundwasserverunreinigungen im Abstrom von Schwellenfundamenten“) durchgeführt, sofern die Behörde keine anderweitigen Festlegungen trifft. Die Untersuchung dieser Maststandorte soll 2 – 3 Jahre nach erfolgter Abstimmung mit den zuständigen Behörden abgeschlossen sein.
5. Die Höchstspannungsnetzbetreiber stimmen die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse mit den jeweils zuständigen Behörden ab. Ggf. erforderliche Maßnahmen werden für die identifizierten **violett** dargestellten Fälle (Fälle mit Grundwasserbelastung) mit den zuständigen Behörden vereinbart (Dringlichkeit von Maßnahmen, Risikoabschätzung, duldbarer Zeitrahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Betroffenheit des jeweiligen Schutzgutes). Mögliche Maßnahmen sind z. B. der Rückbau des Maststandortes, Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung bei Stilllegung des Trinkwasserbrunnens oder die Errichtung eines neuen Brunnens.
Hinweise zu Untersuchungen und Beurteilung von PAK und NSO-Het sind im Anhang zu Kap. 3.2, Punkt 5 „Bewertung“, Seite 16 angegeben.
6. Nach Abschluss der Untersuchungen werden das LfU und die Arbeitsgruppe in RP über die aggregierten Ergebnisse und Erkenntnisse in einem Bericht im Rahmen des fortlaufenden Erfahrungsaustauschs informiert.
7. Für alle Grundwasser-Risikostandorte (violett, rot, gelb zeitlich nachgelagert) wird ein gestuftes Vorgehen festgelegt. Die Netzbetreiber stellen den Behörden die Standortinformationen und Standortbeurteilungen zur anschließenden Durchführung der Untersuchungen gemäß dem Eckpunktepapier bereit. Die Untersuchungen und Maßnahmen erfolgen in Abstimmung mit den zuständigen Behörden.

Nähere Informationen zu den Bewertungskriterien sind im Anhang (Seite 12) zu diesem Kapitel erläutert.

Die im Rahmen der Umsetzung an Höchstspannungsmasten gewonnenen Erkenntnisse können anschließend in Abstimmung zwischen den jeweiligen Umweltschutzbehörden und den Netzbetreibern auf die Hochspannungsebene übertragen werden. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen sind Risikostandorte aufgrund der geringeren Fundamentgröße bei anderen Spannungsebenen (Mittelspannung, Niederspannung) nicht zu erwarten.

3.3 Zeitvorgaben

- Mitteilung der kategorisierten Standorte (gelb, rot) einschließlich der Standortinformationen und Bewertungskriterien (Standort-Steckbriefe) an die Behörden unverzüglich nach Abschluss der Vereinbarung (zeitnah, bis spätestens ein halbes Jahr nach Veröffentlichung des vorliegenden Handlungskonzepts).
- Untersuchungen durch die Netzbetreiber binnen 2 – 3 Jahren nach Meldung der Standorte an die zuständigen Behörden (rot, violett) sowie unmittelbare Abstimmung der Beurteilungen der Untersuchungsergebnisse mit den jeweils zuständigen Behörden und Vereinbarung ggf. erforderlicher Maßnahmen.
- Zeitnaher Rückbau der Fundamente bzw. Durchführung sonstiger Maßnahmen³ an den Risikostandorten mit Befund und möglicher Schutzgutbetroffenheit (violett) in Abstimmung mit den zuständigen Behörden
- Rückbau der Fundamente an den übrigen Standorten (ohne Befund: rot, gelb) zum Ende der betriebsüblichen Nutzungsdauer, d. h. im Höchstspannungsbereich binnen ca. 10 Jahren⁴.
- Im Einzelfall sind neben dem Rückbau weitere Maßnahmen zur Gefahrenabwehr oder über das Standardbeprobungskonzept (Erstbeprobung) hinaus weitergehende Untersuchungen erforderlich. Die Durchführung obliegt dem Netzbetreiber nach Maßgabe durch die zuständige Behörde.

³ Erläuterung zu „sonstigen geeigneten Maßnahmen“: Bei nachgewiesener Grundwasserbelastung und Schutzgutbetroffenheit kann neben der Rückbauerfordernis im Einzelfall die Notwendigkeit von Sofortmaßnahmen (Gefahrenabwehr, Ersatzmaßnahmen etc.) bestehen. Diese Maßnahmen sind dann vordringlich umzusetzen, stellen allerdings keine Alternative zum Rückbau dar. Evtl. kommt dann eine Herabstufung der Dringlichkeit bezüglich des Rückbaus in Betracht, wenn durch diese Maßnahmen die Gefährdung von Nutzungen oder Schutzgütern ausgeschlossen wird. Dann kann ein Rückbau auch bei nachgewiesener Grundwasserbelastung am Ende der betriebsüblichen Nutzungsdauer erfolgen, der Rückbau ist jedoch spätestens 10 Jahre nach Untersuchung erforderlich.

⁴ In RP soll nach aktueller Planung innerhalb der nächsten 10 Jahre der überwiegende Teil der Schwellenfundamente im Rahmen von Leitungsbauprojekten demontiert werden.

ANHANG zu Kap. 3.2 „Vorgehensweise“

- **Zu Punkt 2 „Datenübermittlung und Standortdokument“**

Zu jedem Risikostandort soll eine standortbezogene Information übermittelt werden.

Standortdokument

- **Betreiber** _____
- **Netzbereich**

- **Mast:**
 - Baujahr des Mastes
 - Trasse
 - Mastnummer
 - ggf. Rückbauplanung (Jahr)

- **Lage**
 - Bundesland,
 - Regierungsbezirk,
 - Kreis,
 - Gemeinde,
 - Koordinaten (UTM),
 - Topografische Karte / Blattname /-nummer,
 - weitere Kartengrundlage(n)

- **Standortangaben zur Feststellung grundwasserseitiger Risikostandorte**
 - *Geolog. Formation im Bereich des Fundaments*
 - Quartär
 - Tertiär/Quartär
 - Tertiär
 - Mesozoikum (Kreide, Jura, Trias)
 - Paläozoikum
 - Sonstige: _____

 - *Grundwasserleitertyp (oberer Grundwasserleiter)*
 - Porengrundwasserleiter, gut durchlässig (Sand, Kies),
 - Porengrundwasserleiter gering durchlässig
 - Kluftgrundwasserleiter,
 - Karstgrundwasserleiter
 - Sonstige: _____

 - *Körnung im Bereich des Fundaments*
 - Kies oder Sand
 - Schluff
 - Lehm
 - Ton

- Sonstige_____

- *Lithologie*
 - Festgestein
 - Lockergestein
 - Aufschüttungen
 - Sonstige_____

- *mittlerer Grundwasser-Flurabstand (+Datenquelle)*
 - < 5m,
 - > 5m,
 - k.A.

Datenquelle: _____

(z.B. Flurabstandskarte, Grundwasserdatenbank LfU RP und Regionalstellen der Struktur- und Genehmigungsdirektionen)

Zusammenfassung Meldefaktoren

- Porengrundwasserleiter gut durchlässig (Sand, Kies),
- Porengrundwasserleiter gering durchlässig
- Kluftgrundwasserleiter,
- Karstgrundwasserleiter
- Schwellenfundament in gesättigter Zone bzw. Grundwasserwechselzone (mittlerer Flurabstand <5m)

Zusammenfassung Grundwasserrisikofaktoren

- Schwellenfundament in gesättigter Zone bzw. in Grundwasserwechselzone (mittlerer Flurabstand <5m) und
- gut durchlässiger Poren-GWL
- oder
- Kluft- / Karstgrundwasserleiter,
- oder
- unsichere Datenlage

Für Standorte, bei denen ein erhöhtes Risiko für die Grundwasserbeschaffenheit gegeben ist oder nicht auszuschließen oder wenn die Beurteilung unsicher oder aufgrund fehlender Daten nicht möglich ist, erfolgt eine weitergehende Kategorisierung in Bezug auf mögliche sensible Grundwassernutzungen und Schutzgebiete aufgrund nachfolgender Kriterien:

- *Schützenswerte Gebiete*

- Lage des Mastes in einem grundwasserabhängigen Landökosystem gemäß WRRL-Monitoringleitfaden (ja/nein), (Daten LfU RP)
- Lage des Mastes in einem grundwasserabhängigen Landökosystem (/ja/nein) (Daten LfU RP)
- Lage des Mastes in einem festgesetzten Wasserschutzgebiet (Zone 1 bis Zone 2) (ja/nein) (Daten LfU RP)
- *Hinweise auf eine sensible Grundwassernutzung im Umkreis (Radius 40 m)*
 - private Trinkwasserbrunnen möglich (Bebauung vorhanden)
 - private Bewässerungsbrunnen möglich (Bebauung vorhanden)
 - Fischteiche möglich (Teich vorhanden)
 - keine sensiblen Nutzungen zu erwarten (Industrie- oder Gewerbegebiet).
 - entfällt (Bedingungen für eine Grundwasserverunreinigung nicht gegeben)

Die genannten Hinweise auf eine sensible Grundwassernutzung im Umkreis (Radius 40 m) des Mastes sind auf Basis einer Kartenauswertung (ggf. Luftbildauswertung oder Begehung) zu ermitteln. Diese Angaben können entfallen, wenn die Risikobedingungen für eine Grundwasserverunreinigung (s. „Risikocharakterisierung Grundwasser“) nicht erfüllt sind.

Informationsquellen: LfU RP und LGB. Digitale Datenquellen für Trinkwasserschutzgebiete und Grundwasserstände in Rheinland-Pfalz:

<http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/Is/2025>

Empfehlung:

- Untersuchung des Standorts
- keine Untersuchung des Standorts

Eine Untersuchung ist zu empfehlen, wenn

- *ein grundwasserseitiger Risikostandort (Lage der Holzschwellen in gesättigter Zone, gut durchlässiger Grundwasserleiter) vorliegt, ein Risiko nicht auszuschließen oder die Datenlage unsicher ist*
- und
- *mindestens eines der oben aufgeführten, als relevant identifizierten Kriterien zur Standortkategorisierung (Schutzgüter, sensible Nutzungen, hier: Trinkwasserschutzzonen I-II, Trinkwasserbrunnen, grundwasserabhängige Landökosysteme, Fischteiche; evtl. Bewässerungsbrunnen) in einer nach Ansicht der Behörde relevanten Weise erfüllt ist.*

- **Zu Punkt 2 „Kategorisierung und Schutzgutbewertung“**

Nach derzeitiger Kenntnislage ist eine Grundwasserbelastung in folgenden Fällen möglich bzw. nicht auszuschließen:

- *Lage der Holzschwellen in gesättigter Zone,*
- *gut durchlässiger Grundwasserleiter.*

Treffen diese Kriterien zu oder liegt ein Kluft- / Karstgrundwasserleiter vor oder ist die Datenlage unsicher, ist eine weitergehende Schutzgutbewertung erforderlich.

Für diese Maste wird eine weitergehende Kategorisierung nach folgenden Kriterien empfohlen:

- **Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete**

Aufgrund der ermittelten maximalen Reichweite der Schadstofffahnen werden die Maste selektiert, die sich innerhalb von Wasserschutzgebieten der Schutzzonen I und II befinden. Hinweis: Die Eingrenzung auf die Schutzzonen I und II konnte auf Basis der durchgeführten pilothaften Untersuchungen zur Abgrenzung der Reichweite der Schadstofffahnen vorgenommen werden.

- **Sonstige Trinkwasserbrunnen**

Nach Beschaffung entsprechender Informationen durch die Wasserbehörden bzw. Gesundheitsämter zu Grundwasserentnahmen für die Gewinnung von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) wird empfohlen, die Maste zu selektieren, in deren Reichweite von maximal 40 m entsprechende Grundwasserentnahmen für die Trinkwassergewinnung vorhanden sind. Als vorläufiges Kriterium wird empfohlen, dass seitens des Netzbetreibers zunächst das Vorhandensein von im Betrachtungsradius liegenden Gebäuden herangezogen wird.

- **Grundwasserentnahmen für die Beregnung / Bewässerung**

Nach Beschaffung entsprechender Informationen durch die Wasserbehörden werden die Maste selektiert, in deren Reichweite von maximal 40 m entsprechende Grundwasserentnahmen für die Beregnung von Obst/Gemüse vorhanden sind. Als vorläufiges Kriterium (für Privatbrunnen zur Bewässerung) wird empfohlen, dass seitens des Netzbetreibers zunächst das Vorhandensein von im Betrachtungsradius liegender Bebauung bzw. Nutzung (Wohngebiete, Kleingartenanlagen) herangezogen wird.

Zur Frage der Relevanz dieser Fallgestaltung wurde eine modellbasierte Expositionsabschätzung (US EPA) unter Berücksichtigung von worst case-Annahmen durchgeführt. Das Gefährdungsrisiko erwies sich aufgrund der sehr seltenen Befundlage der hierbei relevanten höhermolekularen (kanzerogen wirkenden) PAK-Verbindungen als sehr gering; vermutlich könnte der zu betrachtende Radius (Entfernung zwischen Stromleitungsmast und Bewässerungsbrunnen) deutlich kleiner als 40 m gezogen werden.

Schädliche Veränderungen des Bodens infolge einer Schadstoffanreicherung durch Bewässerung im Boden sind dagegen nach den vorliegenden worst case-Betrachtungen auszuschließen.

- **Weidebrunnen**

Eine Berücksichtigung von Weidebrunnen, die sich im Nahbereich von potenziell belasteten Maststandorten (Entfernung bis 40 m) befinden, erscheint nicht erforderlich. Dies hat sich bei einer näheren Betrachtung des Wirkungspfad des Grundwasser -> Tränkwasser -> Verzehr tierischer Produkte (Milch, Eier, Fleisch) ergeben. Die Expositionsabschätzung hinsichtlich der menschlichen Gesundheit erbrachte keine Anhaltspunkte für Gefährdungen.

- **Grundwasserabhängige Landökosysteme**

Um die mögliche Betroffenheit von grundwasserabhängigen Landökosystemen gemäß Wasserrahmenrichtlinie zu ermitteln, wird empfohlen, dass seitens des Netzbetreibers zunächst die Lage von Maststandorten in entsprechend ausgewiesenen Schutzgebieten geprüft wird (Datenquelle: LANIS RP, www.naturschutz.rlp.de). Näheres enthält ein zugrunde liegendes, von dem Institut für Umwelt-Analyse IFUA vom 29.08.2016 erstelltes Konzept zur Berücksichtigung grundwasserabhängiger Landökosysteme bei der Untersuchung von Schwellenfundamenten in Rheinland-Pfalz. Die weitergehende Beurteilung hinsichtlich des ggf. resultierenden Untersuchungsbedarfs sollte von der zuständigen Wasserbehörde bzw. Naturschutzbehörde vorgenommen werden.

Hierbei kann die Kartierung der heutigen potentiellen Vegetation (vegetationskundliche Standortkartierung RLP) nach Feuchtestufen ausgewertet werden.

- **Fischteiche**

Maststandorte an grundwasserseitigen Risikostandorten, in deren Reichweite (bis 40 m) geangelt wird, müssen als sensibler Maststandort selektiert, d.h. in die weitergehende Betrachtung einbezogen werden. Die Feststellung dieser Standorte sollte zunächst durch den Netzbetreiber anhand des Vorhandenseins von im Betrachtungsradius (40 m) liegenden Gewässerflächen bzw. Nutzungen (Fischteiche) erfolgen. Nach Beschaffung entsprechender Informationen zu tatsächlicher Fischerei durch die Wasserbehörden und fachlicher Bewertung, ob eine hydraulische Anbindung an den potenziell verunreinigten Grundwasserleiter besteht, wird der Maststandort aufgrund der sensiblen Nutzung entsprechend eingestuft.

Hintergrund für diese Vorgehensweise ist eine vorliegende Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Grundwasser ->Gewässer -> Fisch -> Fischverzehr. Die Expositionsabschätzung ergab unter worst case-Annahmen ein mögliches Risiko für die menschliche Gesundheit. Aufgrund der hohen Bioakkumulation einiger PAK in Fischen kann es selbst bei Einhaltung der derzeit gemäß LAWA (2004) geltenden Geringfügigkeitsschwelle im Teichwasser zu relevanten Belastungen bei Fischen im Hinblick auf den Fischverzehr kommen.

Maßnahmen bei Grundwasser- und Gewässer-Belastungen, die unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes der LAWA (LAWA, 2004) liegen, sowie Untersuchungen von Fischen, sind jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Handlungsempfehlung. Weiteres ist ggf. im Einzelfall nach Vorliegen der Ergebnisse der Grundwasser-/Gewässeruntersuchungen durch die zuständige Behörde (Wasserbehörde, Gesundheitsamt bzw. Veterinäramt) unter Berücksichtigung der örtlichen Fischnutzungsintensität zu prüfen bzw. zu veranlassen.

- **Zu Punkt 4 „Erstbeprobungskonzept zur Grundwassersondierung“**

Nach derzeitiger Kenntnislage werden **Erstbeprobungen dann als erforderlich eingestuft**,

- *wenn ein grundwasserseitiger Risikostandort (Lage der Holzschwellen in gesättigter Zone, gut durchlässiger Grundwasserleiter) vorliegt, ein Risiko nicht auszuschließen oder die Datenlage unsicher ist*
und
- *wenn mindestens eines der oben aufgeführten, als relevant identifizierten Kriterien zur Standortkategorisierung (Schutzgüter, sensible Nutzungen, hier: Trinkwasserschutzzonen I-II, Trinkwasserbrunnen, grundwasserabhängige Landökosysteme, Fischteiche; evtl. Bewässerungsbrunnen) in einer nach Ansicht der Behörde relevanten Weise erfüllt ist.*

Ziel dieser Erstbeprobung ist

- die Feststellung, ob eine Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle (GFS) im Grundwasser im Einflussbereich des Schwellenfundaments vorliegt,
- eine Übersicht über die horizontale und vertikale Schadstoffverteilung im Unterstrom der Stoffeintragsquelle, sowie
- eine erste Abschätzung der Ausdehnung der Schadstofffahne. Dazu wurde das Beprobungsraster so gewählt, dass nachzeitigem Kenntnisstand davon ausgegangen werden kann, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits eine erste Abgrenzung der Fahne möglich ist.

Die Netzbetreiber fassen die Ergebnisse der Erstuntersuchungen gemäß „Standortdokument“ je Standort in Kurz-Berichten zusammen. Bei Maststandorten mit GFS-Überschreitung im Grundwasser dienen sie als Grundlage zur Festlegung der weiteren Vorgehensweise. Wird an einem Maststandort die GFS an allen gemäß Untersuchungskonzept (Anlage des Anhanges zu Kap. 3.2, Punkt 4 „Konzept zur Erstuntersuchung von möglichen Grundwasserunreinigungen im Abstrom von Schwellenfundamenten“, Seite 17)) erforderlichen Probennahmestellen und –tiefen (Einzelwerte) unterschritten, ergibt sich kein weiterer Handlungsbedarf.

Als Methode für Untersuchungen an Risikostandorten (hier: gut durchlässige Porengrundwasserleiter mit geringem Grundwasserflurabstand) hat sich für diesen Zweck das Direct-Push-Verfahren (DP) bewährt. Die Methode wurde mit Messungen an „klassischen“ Grundwassermessstellen verglichen und erwies sich als vergleichbar sensitiv. Der Vorteil liegt in der Möglichkeit zu einer engmaschigen Beprobung mit vergleichsweise geringem Aufwand. Sollten die örtlichen Gegebenheiten die Umsetzung des DP-Verfahrens nicht erlauben, so ist eine angepasste oder alternative Vorgehensweise zu wählen und – in Abstimmung mit der Behörde – umzusetzen.

Bei anderen Standorten, sofern Untersuchungsbedarf aus Sicht der Behörde im Einzelfall – z.B. aufgrund sensibler Nutzungen oder sensibler Schutzgüter innerhalb des Wirkungsradius und vorliegenden Kenntnissen zu einem erhöhten Grundwassergefährdungspotenzial – besteht, kommen anstelle der Erstbeprobungen direkte Grundwasser-/Gewässeruntersuchungen der potenziell betroffenen Nutzungsorte/Schutzgüter (Brunnen, Quellen, Fischteiche) in Betracht.

Untersuchungsparameter bei den Erstbeprobungen sind die 16 PAK nach US-EPA. Die Analytik erfolgt im Labor nach vorgegebenen Verfahren gemäß LAWA, 2004⁵.

⁵ LAWA, 2004, Anhang 4: „Bestimmungsmethoden mit Angabe der unteren Grenze des Anwendungsbereichs“

Im Zuge der Geländearbeiten werden die örtlichen Verhältnisse mit der vorab vorgenommenen Standortbewertung abgeglichen, Abweichungen werden dokumentiert.

Konzept zur Erstuntersuchung von möglichen Grundwasserverunreinigungen im Abstrom von Schwellenfundamenten: Anlage des Anhangs zu Kap. 3.2, Punkt 4

- **Zu Punkt 5 „Bewertung“**

Für PAK gelten gemäß LAWA, 2004⁶ folgende Geringfügigkeitsschwellenwerte, die auch NSO-Heterocyclen einschließen (LAWA 2010⁷):

- **Tabelle 1: GFS-Werte für PAK einschließlich NSO-Het gemäß LAWA, 2004**

Parameter	Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)
∑ PAK ⁸	0,2
Anthracen, Benzo[a]pyren, Dibenz(a,h)anthracen	0,01 je Einzelstoff
∑ Naphthalin u. Methylnaphthaline	1

Gemäß LAWA, 2010 wird der Summenwert von 0,2 µg/l für PAK, der auch NSO-Het einschließt, als ausreichendes Schutzniveau für das Grundwasserökosystem und die Trinkwasserressource bestätigt.

In Untersuchungen einer Stichprobe von Maststandorten im Höchstspannungsnetz konnte zu den NSO-Heterocyclen festgestellt werden, dass diese im Verhältnis zu den PAK keinen zusätzlichen Handlungsbedarf auslösen. Dies wurde anhand einer Auswertung von 352 Datensätzen überprüft. Demnach ist in Proben, bei denen die GFS-Werte der PAK eingehalten werden, auch keine Überschreitung bei den NSO-Het zu erwarten. Den NSO-Het kommt somit keine gesonderte Untersuchungsrelevanz zu, so dass eine gesonderte Bewertung gemäß LAWA 2010 nicht erforderlich ist.

⁶ LAWA, 2004: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.

⁷ LAWA, 2010: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser - NSO-Heterozyklen. Unterausschuss "Geringfügigkeitsschwellenwerte für NSO-Heterozyklen" Ständiger Ausschuss „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA 2009 / 2010.

⁸ PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline, in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z.B. aromatische Heterocyclen wie Chinoline)

Anlage des Anhangs zu Kap. 3.2, Punkt 4

Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitel:

Konzept zur Erstuntersuchung von möglichen Grundwasserverunreinigungen im Abstrom von Schwellenfundamenten

Auftraggeber:

Amprion GmbH
Dortmund

Bearbeitung:

Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
Dr. Thomas Jurkschat (Dipl.-Geol.)

Projekt-Nr.:

P 207022-66

Datum:

September 2012

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.	Vorgehensweise	2
2.1.	Vorbereitung der Untersuchung mittels Direct Push	2
2.2.	Probennahmeraster und Nomenklatur	2
2.3.	Probennahmetiefen	4
2.4.	Geländearbeiten	5
2.5.	Aufnahme der örtlichen Verhältnisse	7
3.	Abschluss und Anpassung der Erstuntersuchungen	8

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Benennung der Sondierungspunkte	3
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Probennahmetiefen in Abhängigkeit der Distanz zum Maststandort	5
Abbildung 3:	Bohrgerät für DP-Sondierungen	6

1. Veranlassung und Hintergrund

Im Rahmen einer Studie zur Untersuchung einer möglichen Beeinflussung des Grundwassers im Bereich von Schwellenfundamenten (IFUA vom 08.09.2011) wurden Boden- und Grundwasserverunreinigungen durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) festgestellt, die der Teerölimprägnierung der Holzschwellen zuzuschreiben sind.

Im Frühjahr 2012 wurde das Direct-Push-Verfahren an sechs Standorten auf die Verlässlichkeit der Methode und Reproduzierbarkeit der vorab vorhandenen Untersuchungsergebnisse aus Grundwassermessstellen hin geprüft. Danach ist die Methode mittels Direct-Push-Sondierungen als geeignete Möglichkeit anzusehen, eine Erstuntersuchung an fraglichen Standorten durchzuführen. Die Vorteile gegenüber dem konventionellen Vorgehen liegen insbesondere in einem raschen Gesamtüberblick und in vernachlässigbaren Flurschäden.

Das Konzept zur Durchführung solcher Erstuntersuchungen mittels Direct-Push-Verfahren (im Folgenden DP genannt) wird hiermit vorgelegt.

2. Vorgehensweise

Die Erstuntersuchung von Standorten mit Schwellenfundamenten, die als untersuchungsbedürftig eingestuft sind, erfolgt stufenweise.

2.1. Vorbereitung der Untersuchung mittels Direct Push

Unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse, des Grundwasserflurabstandes, der Lage des Standortes in wasserwirtschaftlich oder ökologisch sensiblen Bereichen werden im Vorfeld die betroffenen (fraglichen) Standorte abgegrenzt.

Bevor Direct Push-Sondierungen an einen Standort durchgeführt werden können, müssen folgende Randbedingungen erfüllt sein:

- Information und Abstimmung mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde (UWB)
- Information der Eigentümer
- Prüfung auf kreuzende Leitungen

Diese Vorgehensweise gewährleistet die Umsetzung einvernehmlich abgestimmter Maßnahmen.

2.2. Probennahmeraster und Nomenklatur

Zur Festlegung des Sondierasters wird vorausgesetzt, dass die grobe Grundwasserfließrichtung bekannt ist. Das Aufspannen des Sondierasters erfolgt vom Maststandort in abstromige Richtung.

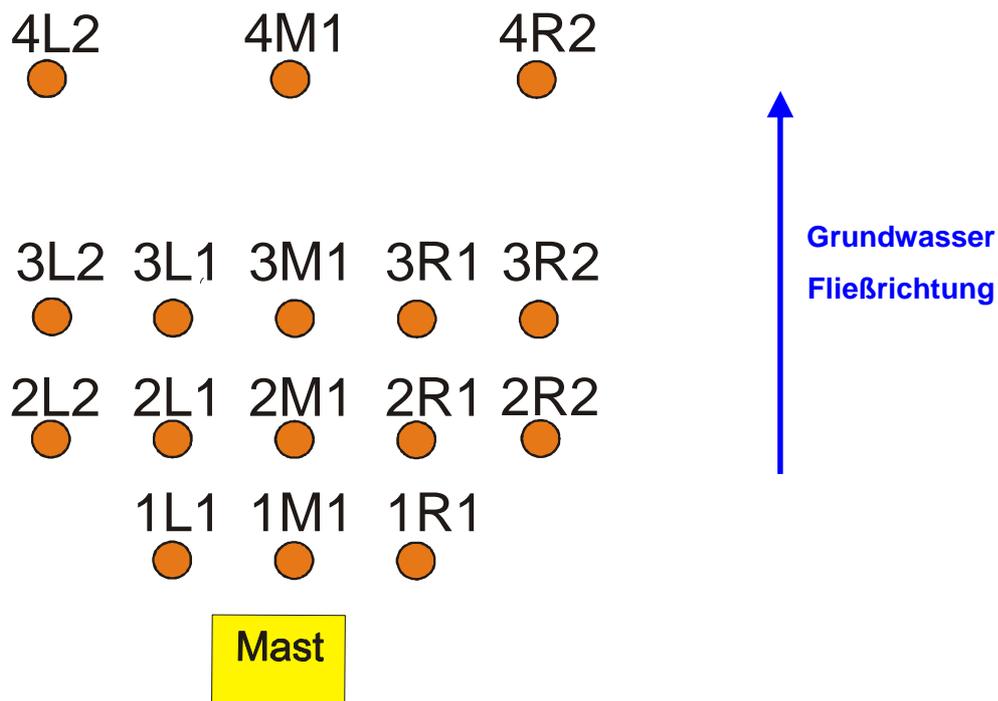
Die Voruntersuchungen haben gezeigt, dass ein Abstand der Probennahmepunkte von ca. 5-10 m untereinander für die Fragestellung geeignet ist.

In unmittelbarer Nähe des Mastes sind 3 Sondierungen in einer Quertraverse als ausreichend anzusehen. Mit zunehmender Entfernung werden bis zu 5 Sondierungen pro Quertraverse angesetzt.

Für die Untersuchungen ist es zwingend erforderlich, ein Benennungsmuster festzulegen, welches dem Bearbeiter zuverlässig und sicher eine schnelle Aus-

wertung ermöglicht. Um sofort und ohne Kenntnis über die Anzahl der Sondierungspunkte eine Aussage über die räumliche Lage der Sondierung treffen zu können, wird das in Abbildung 1 dargestellte Muster festgelegt.

Abbildung 1: Benennung der Sondierungspunkte



Die erste Kennziffer gibt die Entfernung vom Mast an, d.h. "1" ist die nächstgelegene, und mit aufsteigender Zahl nimmt die Entfernung vom Mast zu. Die zweite Stelle gibt die Lage im Bezug zum Mast an. Hier steht "M" für Mittelachse vom Mast aus gesehen; "R" sind Sondierungen die sich in Grundwasserfließrichtung rechts vom Mast aus befinden, und "L" sind dementsprechend die Sondierungen links von der Mittelachse aus. Die 3. Kennziffer gibt den Abstand zur Mittelachse an. Durch diese Nomenklatur ist gewährleistet, dass der Messort unabhängig von der Anzahl der Sondierungen pro Reihe sofort und eindeutig zuzuordnen ist. Sollte es an einem Sondierpunkt zwei Probenahmen geben, so ist im Anschluss an die Bezeichnung die Tiefe in Metern anzugeben.

Das vorgeschlagene Raster berücksichtigt gewisse Unsicherheiten hinsichtlich der lokalen Grundwasserfließrichtung. Es ist daher so konzipiert, dass kleinräumige Abweichungen ("Verschwenkungen") bei der Auswertung der Ergebnisse

erkannt und bei Folgeuntersuchungen berücksichtigt werden können. Falls bereits vor der Erstuntersuchung vor Ort konkrete Hinweise vorliegen, dass mit kleinräumigen Abweichungen der Grundwasserfließrichtung zu rechnen ist (z.B. Mulden, Böschungen, Bauwerke), sollte die Lage der Probennahmepositionen gegebenenfalls angepasst bzw. bei Unsicherheiten sollten zusätzliche Probennahmepositionen (in Richtung der vermuteten Verschwenkung) ergänzt werden (z.B. Aufstocken der 1. Reihe auf 4-5 Positionen).

2.3. Probennahmetiefen

Grundsätzlich wird die erste Probennahmetiefe für alle Sondierpunkte im Bereich der Grundwasseroberfläche festgelegt.

Die zweite Entnahmetiefe liegt in ca. 50 cm unter dem Schwellenfundament.

Der gesamte Grundwasserleiter soll erfasst werden; dazu wird die Entnahmetiefe und die Probennahmezahl in Abhängigkeit von der Mächtigkeit des Grundwasserleiters (Probennahme alle 2-3 m) vorgesehen bzw. an die örtlichen Gegebenheiten angepasst.

In der nachfolgenden Abbildung 2 wird die Lage der Probennahmepositionen (Tiefe) im Profilschnitt schematisch an einem Beispiel dargestellt.

die ersten 3-5 m hydraulisch in das Erdreich gepresst – mit zunehmender Tiefe erfolgt der Einsatz eines schlagenden Hammers mit geringster Amplitude.

Das Gerät hat die Abmessungen 3,05 x 1,05 m und wiegt ca. 2 to.

Abbildung 3: Bohrgerät für DP-Sondierungen



Nach Erreichen der jeweiligen Zieltiefe erfolgt die Probenahme mittels Fußventilpumpe oder anderer mechanischer Pumpmechanismen. Der Probennahmeschlauch wird nach jeder Probennahme sorgfältig gespült – bei Verdacht auf Verunreinigung ist der Schlauch auszutauschen. Das geförderte Grundwasser wird sofort auf die Vor-Ort-Parameter (Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit) hin untersucht. Das Probennahmegefäß ist vor oder unmittelbar nach der Probenahme unverwechselbar zu beschriften. Die Lagerung der Proben muss dauerhaft kühl und unter Lichtabschluss erfolgen.

Sollten die örtlichen Gegebenheiten die Umsetzung des DP-Verfahrens nicht erlauben, so ist eine angepasste oder alternative Vorgehensweise zu wählen und – in Abstimmung mit der zuständigen Behörde – zu begründen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Erstuntersuchungen im DP-Verfahren ausschließlich für die Aussage verwendet werden sollen, an welchen Ansatzstellen Schadstoffe überhaupt feststellbar sind. Die Analytik erfolgt im Labor nach genormten Verfahren auf die PAK nach EPA.

2.5. Aufnahme der örtlichen Verhältnisse

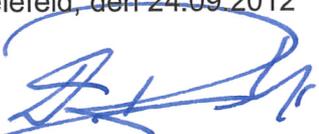
Im Zuge der Geländearbeiten werden die örtlichen Verhältnisse mit der vorab vorgenommenen Standortbewertung abgeglichen, Abweichungen werden dokumentiert.

3. Abschluss und Anpassung der Erstuntersuchungen

Im Zuge weiterer Untersuchungen können sich Modifikationen am hier beschriebenen Ablauf ergeben. Diese sind unter den Beteiligten abzustimmen.

Die Ergebnisse der Erstuntersuchungen je Standort werden in Kurz-Berichten zusammen gefasst und dienen als Grundlage zur Festlegung der weiteren Vorgehensweise.

Bielefeld, den 24.09.2012



Dr. Dietmar Barkowski
(Dipl.-Chem.)



Dr. Thomas Jurkschat
(Dipl.-Geol.)

