

## Handlungsempfehlungen

### 1. Prüfreihefolge

Bestehen im Plangebiet Bodenbelastungen, die mit den zunächst vorgesehenen Planinhalten nicht uneingeschränkt vereinbar sind, sollten bei den notwendigen Plananpassungen auch Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, die zu einer Vermeidung oder zumindest Verminderung der nutzungsabhängigen Auswirkungen vorhandener Bodenbelastungen führen. Dabei kommen im Einzelnen in Frage:

1.1 Planung besonders sensibler Nutzungen (z. B. Kinderspielflächen, "Wohngärten") nur in nicht belasteten Bereichen.

1.2 Sicherstellung der Vereinbarkeit der geplanten Nutzung mit einer vorliegenden Bodenbelastung durch Sanierungsmaßnahmen und/oder Nutzungseinschränkungen. Die notwendigen Maßnahmen und/oder Einschränkungen sind im Einzelfall abhängig von der Bodenbelastung (Stoffspektrum, Belastungshöhe) und von den vorrangig betroffenen Wirkungspfaden.

2. Maßnahmen und/oder Einschränkungen nach Nr. 1.2 können beispielsweise beinhalten:

2.1 Beim Wirkungspfad Boden – Mensch (Direktkontakt):

2.1.1 Vermeidung offener Bodenflächen durch

- Herstellung und Erhaltung einer geschlossenen Vegetationsdecke (z. B. Begrünung durch Raseneinsaat) und/oder

- Versiegelung (Plattierung o. ä., auch wasserdurchlässig);

2.1.2 In Teilbereichen Bodenaustausch bzw. Bodenüberdeckung mit unbelastetem Bodenmaterial in der erforderlichen Mächtigkeit (s. u.).

2.2 Beim Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze:

2.2.1 Einstellung und Erhalt des Boden-pH-Wertes im Bereich von pH 6,8 – 7,2 zur Verminderung der Schwermetallverfügbarkeit im Boden im Hinblick auf den Übergang in Nahrungspflanzen (pH-Kontrolle durch Bodenuntersuchung alle 3 – 5 Jahre und ggf. Zufuhr von Kalk zur Erreichung des Ziel-pH-Wertes),

2.2.2 Bei Nahrungspflanzenanbau Abdeckung des Bodens durch geeignete Mulchmaterialien (z. B. Folie, Mulch) zur Verminderung des Schadstoffüberganges Boden-Pflanze bei PAK,

2.2.3 Einschränkung des Anbaus stark bis mäßig schadstoffanreichernder Nutzpflanzen (vgl. Tabelle 1)

2.2.4 kein Anbau von für den menschlichen Verzehr geeigneten Nutzpflanzen,

2.2.5 Nutzpflanzenanbau nur nach Bodenaustausch bzw. -überdeckung mit unbelastetem Bodenmaterial in der erforderlichen Mächtigkeit, beschränkt auf die betroffenen Teilbereiche (s. u.).

2.3 Beim Wirkungspfad Boden – Grundwasser:

2.3.1 Keine Einrichtung und Nutzung von Hausbrunnen zur Eigenwasserversorgung,

2.3.2 Verzicht auf Regenwasserversickerung.

Werden in Teilbereichen und bei bestimmten Nutzungen Einschränkungen im Hinblick auf einen **Bodenaustausch oder eine Bodenüberdeckung** mit unbelastetem Bodenmaterial vorgesehen, sind nachfolgend genannte Randbedingungen zu berücksichtigen.

Eine Überdeckung des belasteten Bodens mit unbelastetem Bodenmaterial kommt zur Unterbindung einer oralen Schadstoffaufnahme durch Menschen oder zur Minimierung des Schadstoffüberganges in Pflanzen nur bei oberflächennahen Bodenbelastungen in Betracht, bei denen besondere Maßnahmen zum Grundwasserschutz nicht erforderlich sind.

Bei einem Bodenaustausch oder einer Bodenüberdeckung ist die **Mächtigkeit** der im Austausch eingebrachten oder als Überdeckung aufgetragenen Bodenschicht sowie ggf. zusätzli-

che Maßnahmen nach den betroffenen Wirkungspfaden und damit nach der beabsichtigten Folgenutzung zu differenzieren. Nach bisherigen Erfahrungen - auch aus Feldversuchen mit unterschiedlich hoher Überdeckung - sind folgende Mächtigkeiten zu empfehlen:

| <b>Folgenutzung</b>                                    | <b>Maßgeblicher Wirkungspfad</b> | <b>Empfohlene Mindestmächtigkeit der ein- bzw. aufgebrachten Bodenschicht</b> | <b>Zusätzliche Maßnahmen</b>    |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Kinderspielflächen</b>                              | Boden – Mensch                   | 35 cm                                                                         | Geotextil o. ä. als Grabesperre |
| <b>Haus- und Kleingärten</b>                           | Boden – Nutzpflanze              | 60 cm                                                                         | Geotextil o. ä. als Grabesperre |
| <b>Vegetationsflächen in Grün- und Freizeitanlagen</b> | Boden – Mensch                   | 35 cm                                                                         | Geotextil o. ä. als Grabesperre |

Diese Empfehlungen berücksichtigen die gemäß Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) bei der Gefahrenbeurteilung nutzungsabhängig zu betrachtenden Bodentiefen. Die ergänzende Einbringung einer Signalschicht (z. B. Geotextil) soll dabei als Grabesperre zusätzliche Sicherheit von unbeabsichtigtem Kontakt mit belastetem Bodenmaterial bieten.

So umfasst die für **Kinderspielflächen** empfohlene Deckschichtmächtigkeit von 35 cm die Bodentiefe, die nach BBodSchV als von Kindern maximal erreichbare Tiefe anzusehen ist. In **Haus- und Kleingärten** sollte bei Bodenaustausch- oder -überdeckungsmaßnahmen nicht nach Nutz- und Ziergartenbereichen unterschieden werden, da es dort im Laufe der Zeit erfahrungsgemäß häufiger zu Umnutzungen kommt. Die empfohlene Mächtigkeit leitet sich u. a. aus Ergebnissen eines langjährigen Feldversuches des Landesumweltamtes NRW zum Schwermetallübergang Boden – Nutzpflanze auf einem mit Cadmium, Blei und Zink belasteten Standort ab. Nach derzeitigem Kenntnisstand dürfte die empfohlene Deckschichtmächtigkeit aber auch bei Bodenbelastungen mit schwer flüchtigen organischen Schadstoffen (PAK, PCB, PCDD/F) ausreichend Sicherheit bieten, weil bei diesen eine Wurzelaufnahme zumeist nur von untergeordneter Bedeutung ist. Ist der Anbau von Nahrungspflanzen durch entsprechende Einschränkungen ausgeschlossen, genügen zur Unterbindung des Direktkontaktes mit dem belasteten Bodenmaterial Austausch- oder Überdeckungsmächtigkeiten von mindestens 35 cm. Es ist jedoch in jedem Fall durch die Mächtigkeit der ein- bzw. aufgebrachten Bodenschicht oder ggf. durch zusätzliche Einschränkungen sicherzustellen, dass bei in Haus- und Kleingärten üblichen Erdarbeiten (z. B. Verlegung von Ver-/Entsorgungsleitungen, frostsichere Gründungen, Ausheben tiefer Pflanzgruben etc.) kein belastetes Bodenmaterial an der Bodenoberfläche verbleibt.

Entsprechendes ist auch bei **Vegetationsflächen in Grün- und Freizeitanlagen** sicherzustellen. Im Übrigen sollte bei diesen eine Mindestmächtigkeit von 35 cm nicht unterschritten werden, weil geringere Mächtigkeit unter Berücksichtigung von durchgeführten gärtnerischen Pflanz- und Pflegearbeiten sowie der mischenden Tätigkeit von Bodentieren (z. B. Maulwurf) längerfristig als nicht ausreichend erscheinen. Unabhängig davon kann auch eine über 35 cm hinausgehende Deckschichtmächtigkeit auf diesen Flächen erforderlich sein, wenn Bodenbelastungen bestehen, die das Pflanzenwachstum selbst beeinträchtigen.

Die Anforderungen hinsichtlich der Schadstoffgehalte des im Austausch eingebrachten bzw. zur Überdeckung verwendeten Bodenmaterials richten sich im Einzelnen nach den Bestimmungen des § 12 BBodSchV, sofern es sich bei den ein- oder aufgebrachten Bodenschichten um eine "durchwurzelbare Bodenschicht" im Sinne der BBodSchV handelt.

Tabelle 1: Anreicherungsvermögen verschiedener Nutzpflanzen für Schwermetalle  
(*kursiv* = unsicher)

| Anreicherungs-<br>vermögen | Cadmium                                                                                                                                                                                                                                                                               | Blei                                                                                                                                                    | Thallium                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>hoch</b>                | Endivie<br>Lollo rosso<br>Mangold<br>Sellerie<br>Spinat<br>Weizen<br>Zuckerrübenblatt                                                                                                                                                                                                 | Endivie<br>Lollo rosso                                                                                                                                  | Grünkohl<br>Grünraps                                                                                                                                                                                                                          |
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>Blumenkohl</i><br>Broccoli<br><i>Chinakohl</i><br>Feldsalat                                                                                          | Broccoli<br>Mangold<br>Radies/Rettich<br>Rote Bete<br><i>Schwarzwurzel</i><br><i>Sellerie</i><br>Spinat<br><i>Wirsing</i>                                                                                                                     |
| <b>mäßig</b>               | <i>Blumenkohl</i><br>Broccoli<br><i>Chinakohl</i><br>Grünkohl<br>Hafer<br>Möhren<br>Porree<br><i>Rote Bete</i><br>Kopfsalat<br><i>Schwarzwurzel</i>                                                                                                                                   | Gerste<br>Grünkohl<br>Hafer<br>Kohlrabi<br>Kopfsalat<br>Mangold<br>Möhren<br>Porree<br>Radies/Rettich<br>Roggen<br><i>Rosenkohl</i><br><i>Rote Bete</i> | <i>Blumenkohl</i><br>Buschbohne<br><i>Chinakohl</i><br>Endivie<br>Erbse<br>Gurke<br><i>Kohlrabi</i><br>Kürbis<br>Möhren<br>Paprika<br><i>Porree</i><br><i>Rosenkohl</i><br><i>Rotkohl</i><br><i>Salat</i><br><i>Spitzkohl</i><br>Stangenbohne |
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Rotkohl<br><i>Schwarzwurzel</i><br>Sellerie<br>Spinat<br><i>Spitzkohl</i><br>Weißkohl<br>Weizen<br><i>Wirsing</i><br><i>Zwiebel</i>                     | Tomate<br><i>Weißkohl</i><br><i>Zucchini</i><br>Zwiebel                                                                                                                                                                                       |
| <b>niedrig</b>             | Buschbohne<br>Erbse<br>Feldsalat<br>Gerste<br><i>Gurke</i><br>Kartoffeln<br>Kohlrabi<br>Kürbis<br>Paprika<br>Radies/Rettich<br>Roggen<br><i>Rosenkohl</i><br>Rotkohl<br><i>Spitzkohl</i><br>Stangenbohne<br><i>Tomate</i><br>Weißkohl<br><i>Wirsing</i><br>Zucchini<br><i>Zwiebel</i> | Buschbohne<br>Erbse<br><i>Gurke</i><br>Kartoffeln<br>Stangenbohne<br><i>Tomate</i><br><i>Zucchini</i>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                               |
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                               |

### Hinweise zur Tabelle 1:

1. Der Schadstoffübergang vom Boden in Obst ist generell als gering einzustufen. Allerdings ist bei bodennah wachsendem Obst (z. B. Erdbeeren) deren Verschmutzungsgefährdung zu beachten, bzw. es sind geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen (z. B. Bodenabdeckung mit Stroh).

2. Bezüglich des Überganges Boden – Pflanze bei PAK und vergleichbaren Schadstoffen ist bedeutsam, dass dieser bei den besonders beurteilungsrelevanten höher kondensierten Verbindungen wie Benzo(a)pyren und Dibenz-a,h-anthracen in erster Linie auf einen direkten Schadstoffübergang Boden – Pflanzenoberfläche infolge von Verschmutzungen mit Bodenpartikeln zurückzuführen ist. Dies sind Pflanzen, deren verzehrbare Anteile bodennah wachsen und die zudem nicht durch z. B. vor dem Verzehr entfernte Pflanzenteile (z. B. Schalen, Hüllblätter) vor einem Kontakt mit belasteten Bodenpartikeln geschützt sind. In dieser Hinsicht sind als besonders empfindlich alle bodennah wachsenden Blattgemüsearten (insbesondere Spinat, Blattsalate, Mangold) aber auch z. B. Buschbohnen und verschiedene Küchenkräuter einzustufen. Andere Gemüsearten, die durch ihre äußeren, nicht verzehrten Blätter gegenüber einem direkten Schadstoffübergang geschützt sind (z. B. Kopfsalate, Kopfkohlarten, Rosenkohl, Porree, Zwiebel), die vor dem Verzehr geschält werden (z. B. Möhren, Kartoffeln, Kohlrabi, Sellerie), oder die nicht bodennah wachsen (z. B. Stangenbohnen, Tomaten) sind dagegen als unempfindlicher einzustufen.