



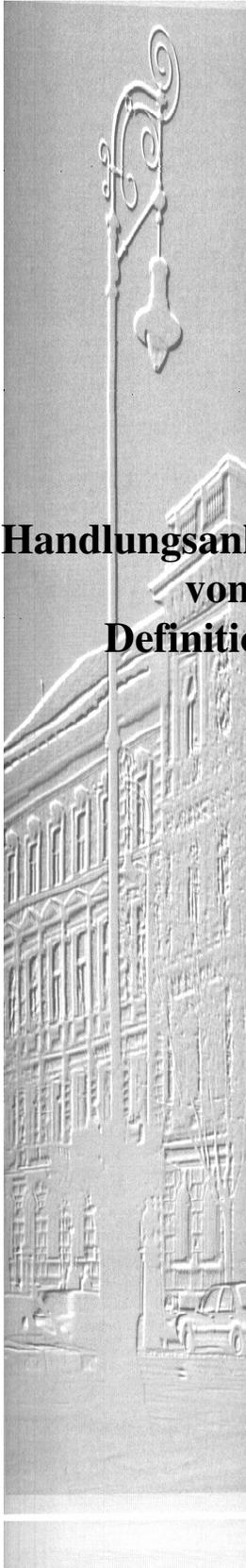
**Komitee für Naturnutzung, Umweltschutz und Gewährleistung der  
Ökologischen Sicherheit der Administration von St. Petersburg**



**Russisches Geoökologisches Zentrum**



**Handlungsanleitung zur Bewertung des ökologischen Zustandes  
von Industriebrachen in St. Petersburg und  
Definition von Maßnahmen zu ihrer Rehabilitierung**



*St. Petersburg - Berlin  
2004 / 2005*

Die Ausarbeitung der **„Handlungsanleitung zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Industriebrachen in St. Petersburg und Definition von Maßnahmen zu ihrer Rehabilitation“** erfolgte durch das Russische geökologische Zentrum – Filiale des FUGP „Urango“ (Dr. Gorky, A. V.; Potiforov, A. I.), das Zentrum der staatlichen Hygieneaufsicht in St. Petersburg (Dr. Fridman, K. B.; Bek, B. M.) und die Firma WTTC Berlin (Dr. Sojref, D.; Dr. Weinig, H.-G.).

Unterstützt wurde diese Arbeit durch das Komitee für Städtebau und Architektur der Regierung St. Petersburgs und das ICSS im Umweltbundesamt der Bundesrepublik Deutschland.

## I N H A L T

Seite

<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ANWENDUNGSGEBIET .....</b>	<b>5</b>
<b>2. NORMATIVE VERWEISE.....</b>	<b>6</b>
<b>3. HAUPTBEGRIFFE UND BESTIMMUNGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>4. BEZEICHNUNGEN UND ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>10</b>
<b>5. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN .....</b>	<b>11</b>
<b>6. UNTERSUCHUNG VON INDUSTRIEGELÄNDEN .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1. Historische Übersicht .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1.1. Erfassung und Analyse der existierenden Informationen.....</b>	<b>15</b>
<b>6.1.2. Besichtigung des Grundstücks .....</b>	<b>16</b>
<b>6.2. Voruntersuchung .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2.1. Bewertung der vorhandenen Situation .....</b>	<b>18</b>
<b>6.2.2. Bestimmung der Aufgaben einer Detailuntersuchung .....</b>	<b>22</b>
<b>6.3. Detaillierte Untersuchung.....</b>	<b>22</b>
<b>6.3.1. Zusatzuntersuchungen .....</b>	<b>23</b>
<b>6.3.2. Festlegung eines Verzeichnisses dringender Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit der Bevölkerung.....</b>	<b>24</b>
<b>6.3.3. Festlegung von Zielen und Objekten der Sanierung (Rehabilitation) von Industriebrachen .....</b>	<b>25</b>
<b>7. ERARBEITUNG EINES MASSNAHMEKATALOGS ZUR SANIERUNG (REHABILITATION) VON INDUSTRIEBRACHEN .....</b>	<b>26</b>
<b>7.1. Sanierungsplan (Rehabilitation) von Industriebrachen .....</b>	<b>27</b>
<b>7.1.1. Auswahl der Szenarien.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1.2. Bewertung der Anwendbarkeit der Szenarien.....</b>	<b>33</b>
<b>7.1.3. Kostenabschätzung.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1.4. Abstimmung der Sanierungsszenarien. ....</b>	<b>34</b>
<b>7.2. Sanierungskonzept für Industriebrachen .....</b>	<b>35</b>
<b>ANLAGE 1.....</b>	<b>36</b>
<b>ANLAGE 2.....</b>	<b>44</b>

## Einführung

Die vorliegende Handlungsanleitung wurde entsprechend den Gesetzen der Russischen Föderation über den *"Hygiene- und Seuchenschutz der Bevölkerung"* (1999); *"Umweltschutz"* (2002); *«Bodenkodex der russischen Föderation»* (2003); dem System der staatlichen Standards (GOST) der Serie *«17. ... Naturschutz»*; den methodischen Empfehlungen *«Verfahren zur Bestimmung des Schadensumfangs von Bodenverschmutzungen durch chemische Stoffe»* (Ministerium für Naturressourcen der RF und Roskomsem der RF); *den methodischen Empfehlungen zur Ermittlung degradierter und verschmutzter Böden* (Ministerium für Naturressourcen der RF und Roskomsem der RF); *den methodischen Empfehlungen zur Bewertung der Gefahrenstufe der Bodenverschmutzung durch chemische Stoffe* (Minsdrav der UdSSR, 1987); der regionalen Norm *«Gesetze des Bodenschutzes in St. Petersburg»* (Verfügung des Bürgermeisters von StPb № 891 von 30.08.1994); *SP 11-102-97, SanPiN 2.1.7.1287-03, SP 2.6.1.758-99 (NRB-99), SP 2.6.1.799-99 (OSPORB-99)* erarbeitet.

Bei der Zusammenstellung wurden weiterhin die *Verordnung zur Umsetzung des Bundesbodenschutzgesetzes der Bundesrepublik Deutschland* (1998); die *Anleitung zur Untersuchung des Schadstoffgehalts in Böden* (BRD, 1995), der Leitfaden-Entwurf zur nachhaltigen Regeneration von kontaminierten Grundstücken (RESCUE – Projekt der EU, 2005) und andere Europäische Normen (ISO-Standards) verwendet.

Die vorliegende Handlungsanleitung wurde entsprechend des *GOST 1.5-93 "Vorschriften zur Durchführung der Arbeiten zur zwischenstaatlichen Standardisierung. Allgemeine Anforderungen an den Aufbau, die Darlegung, die Ausführung und den Inhalt der Standards"* zusammengestellt.

## **1. Anwendungsgebiet**

- 1.1. Das vorliegende Dokument empfiehlt Verfahren zur Durchführung der Untersuchung von Industriebrachen mit dem Ziel der Bewertung ihres ökologischen Zustandes und der Erarbeitung von Verzeichnissen notwendiger Umweltschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung ihrer weiteren Nutzung.
- 1.2. Im Rahmen der vorliegenden Handlungsanleitung werden Fragen der Durchführung ökologischer Untersuchungen von Industriebrachen betrachtet. Das vorliegende Dokument behandelt keine Fragen, die mit städtebaulichen, technischen und juristischen Problemen der Umwidmung und Rehabilitierung der Industriebrachen verbunden sind. Das Dokument wird nicht zur Qualitätsbestimmung von Böden, die für den landwirtschaftlichen Anbau genutzt werden, angewendet.
- 1.3. Die vom vorliegenden Dokument eingeführten Normen und Kriterien sind, bis zur Einführung analoger Reglementierungen auf föderalem Niveau, von provisorischem Charakter.
- 1.4. Die vorliegende Handlungsanleitung kann in St. Petersburg durch Unternehmen und Organisationen von einer beliebigen amtlichen Zugehörigkeit und Eigentumsform verwendet werden, welche sich mit Arbeiten zur ökologischen und hygienischen Bewertung von Grundstücken sowie Expertenbeurteilungen von Genehmigungs-, Vorprojekt- und Projektdokumenten beschäftigen.

## 2. Normative Verweise

- 2.1. Gesetz der RF "Über den Hygiene- und Seuchenschutz der Bevölkerung der RSFSR" (1999).
- 2.2. Gesetz der RSFSR "Über den Umweltschutz in der RSFSR" (1991, 1992, 1993).
- 2.3. Bodenschutznormen in St. Petersburg (regionale Norm). Anlage zum Erlass Nr. 891 vom 30.08.1994 des Bürgermeisters von St. Petersburg.
- 2.4. Verfahren zur Bestimmung des Schadensumfangs durch Kontaminationen des Bodens mit chemischen Substanzen, methodische Empfehlungen, Best. vom Ministerium für Natur und Umweltschutz der RF am 18.11.93 und Roskomsem am 10.11.93
- 2.5. Methodische Empfehlungen zur Ermittlung degradierter und verschmutzter Böden (Schreiben des Ministeriums für Natur und Umweltschutz Russlands vom 09.03.1995 N25/8-34).
- 2.6. SanPiN 6229-91. Verzeichnis maximal zulässiger Konzentrationen (MZK) und Richtwerte zulässiger Konzentrationen (ODK) chemischer Stoffe in Böden, Minsdrav der UdSSR, 1991.
- 2.7. Nachtrag N1 zum Verzeichnis der MZK und ODK N6229-91. Richtwerte zulässiger Konzentrationen (ODK) von Schwermetallen und Arsen in Böden. Hygienennormen HN 2.1.7.020-94.
- 2.8. GOST 17.4.3.03-83. Naturschutz. Allgemeine Anforderungen an die Probennahme.
- 2.9. GOST 17.4.4.02-84. Naturschutz. Böden. Methoden der Probennahme und Probenaufbereitung für chemische, bakteriologische, helminthologische Analysen.
- 2.10. Methodische Empfehlungen zur Bewertung der Gefahrenstufe der Bodenverschmutzung durch chemische Stoffe. M., 1987, Minsdrav der UdSSR vom 13.03.87 N4266-87.
- 2.11. SanPiN 2.1.7.1287-03. Boden, Reinhaltung von Wohngebieten, Haushalts- und Industrieabfälle, Reinhaltung des Bodens. Minsdrav Russlands, M., 2003.
- 2.12. SP 11-102-97. Technisch-ökologische Untersuchungen für die Bautätigkeit, 1997

### 3. Hauptbegriffe und Bestimmungen

**Boden** - selbständiger allgemehistorischer organisch-mineralischer natürlicher Körper, der auf der Erdoberfläche als Ergebnis langwieriger Einwirkungen biogener, abiotischer und antropogener Faktoren entstanden ist, aus festen mineralischen und organischen Partikeln, Wasser und Luft besteht und über die spezifischen genetisch-morphologischen Merkmale und Eigenschaften, die für das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen die entsprechenden Bedingungen schaffen, verfügt.<sup>1</sup>

**Städtischer Boden** – Boden, der eine vom Menschen geschaffene organisch-mineralische Schicht hat, welche durch Vermischung, Aufschüttungen, der Untergrabung des Bodens und (oder) der Kontamination mit Stoffen urbaner Herkunft entstanden ist.<sup>2</sup>

**Chemische Bodenkontamination** - Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Bodens, welche unter direkter oder indirekter Einwirkung des Faktors Bodennutzung (industriell, landwirtschaftlich, kommunal) entstanden ist, seine Qualität senkt und mögliche Gefahren für die Gesundheit der Bevölkerung hervorruft.<sup>3</sup>

**Mechanische Bodenkontamination** – Einbringung verschiedener Fremdgegenstände, Abfälle in die Umwelt, bzw. ihre natürliche Funktionsfähigkeit verletzende abiotische Einträge (un gepflegte Böden).<sup>4</sup>

**Radioaktive Bodenkontamination** – Anwesenheit radioaktiver Stoffe auf der Oberfläche, innerhalb des Bodens, in der Luft oder an anderer Stelle, in Konzentrationen, die das durch Normen und Vorschriften festgelegte Niveau überschreiten.<sup>5</sup>

**Schadstoffe im Boden** - Stoffe, die sich im Ergebnis antropogener Tätigkeit in Konzentrationen im Boden ansammeln, die einen negativen Einfluss auf die Eigenschaften und Fruchtbarkeit der Böden, die Qualität der landwirtschaftlichen Produktion ausüben.<sup>6</sup>

**Prioritäre chemische Bodenkontaminanten** - chemischer Bodenkontaminant, der in erster Linie der Kontrolle unterliegt.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> GOST 27593-88 "BÖDEN. Termini und Bestimmungen".

<sup>2</sup> «Methodische Empfehlungen zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades städtischer Böden und Erdreiche und Durchführung der Inventur von Flächen, die eine Rekultivierung erfordern», M., 2004.

<sup>3</sup> MY 2.1.7.730-99. Termini und Bestimmungen.

<sup>4</sup> «Methodische Empfehlungen zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades städtischer Böden und Erdreiche und Durchführung der Inventur von Flächen, die eine Rekultivierung erfordern», M., 2004.

<sup>5</sup> NRB-99

<sup>6</sup> GOST 27593-88 "BÖDEN. Termini und Bestimmungen".

<sup>7</sup> "Chemische Bodenverschmutzung und ihr Schutz", M., 1991, Seite 124.

**Maximal zulässige Schadstoffkonzentration (MZK)** – maximale Schadstoffkonzentration in Böden, die keine direkte oder indirekte negative Auswirkung auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung hat.<sup>1</sup>

**Gefahrenklasse** – Einstufung der chemischen Stoffe nach dem Grad ihrer möglichen negativen Einwirkung auf den Boden, die Pflanzen, Tiere und Menschen.<sup>2</sup>

Entsprechend der Gefahrenstufe werden die chemischen Stoffe in drei Klassen unterteilt:

- 1 – sehr gefährliche Stoffe;
- 2 – mäßig gefährliche Stoffe;
- 3 – wenig gefährliche Stoffe.

Die Zuordnung der chemischen Stoffe, die aus Emissionen, Einleitungen, Abfällen in den Boden geraten, zu den Gefahrenklassen ist in der Anlage 1 angeführt.

Rekultivierung des Bodens – Arbeitskomplexe, die auf die Wiederherstellung der Produktivität und des volkswirtschaftlichen Wertes der geschädigten Böden gerichtet sind, sowie auf die Verbesserung der Umweltbedingungen entsprechend den gesellschaftlichen Interessen.<sup>3</sup>

**Voruntersuchung** – Untersuchung des Grundstücks, das für die Umwidmung geplant ist mit dem Ziel der Ermittlung des bestehenden Niveaus der Bodenkontamination, der Liste der prioritären Schadstoffe und der Festlegung der kontaminierten Bereiche, die eine detaillierte Untersuchung erfordern.

**Detailuntersuchung** – vertiefende zusätzliche Untersuchung eines Territoriums, das über das Prüfniveau kontaminiert ist, zur Präzisierung der Niveaus, Grenzen und Tiefen der Kontaminationsausbreitung mit dem Ziel der Bestimmung der Ausbreitungsmöglichkeiten der Schadstoffe in den Gewässern und der Luft, sowie zur Abschätzung des Risikos für die Gesundheit des Menschen.

**Prüfwerte** – Die von der Art der voraussichtlichen Nutzung der Territorien abhängigen Schadstoffgehalte, die im Falle einer Überschreitung auch nur an einer Beprobungsstelle die Durchführung detaillierter Bodenuntersuchungen erforderlich machen. Bei Überschreitung des Prüfwertes durch den ermittelten Schadstoffgehalt erfolgt die Definition der Nutzungsart des Grundstücks erst nach der Abschätzung des Gesundheitsrisikos infolge der festgestellten Kontamination.

---

<sup>1</sup> GOST 27593-88 "BÖDEN. Termini und Bestimmungen".

<sup>2</sup> GOST 17.4.1.02-83 "BÖDEN. Klassifikation der chemischen Stoffe zur Kontrolle der Verschmutzung "

<sup>3</sup> GOST 17.5.1.01-83

**Niveau der Entscheidungsfindung** – Niveau des Schadstoffgehalts, bei der die vorgesehene Nutzung ohne vorhergehende Sanierungsarbeiten nicht umsetzungsfähig ist. Im Falle der Ermittlung eines solchen bei bereits wirtschaftlich genutzten Territorien, ist ihr Besitzer verpflichtet, die Bodensanierung durchzuführen.

**Bodensicherung** – Maßnahmenkomplex, der auf die Senkung der Auswirkungen kontaminierter Böden auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung ausgerichtet ist, ohne einer vollständigen Vermeidung der Auswirkungen.

**Bodensanierung** – Bodenreinigung von Schadstoffen und Fremdkörpern auf der Oberfläche, die die Bodennutzung zu wirtschaftlichen oder ökologischen Zwecken beeinträchtigen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Entwurf des Gesetzes der Russischen Föderation "Über Böden".

#### **4. Bezeichnungen und Abkürzungen**

MZK	—	maximal zulässige Konzentration
ODK	—	Richtwert der zulässigen Konzentration
PAK	—	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	—	polychlorierte Biphenyle
COP	—	chlororganische Pestizide
HZH	—	Hexachlorcyclohexan
GOST	—	staatliche Standards
MH	—	methodische Hinweise
MDE	—	Methodik der Messdatenermittlung
USS	—	Umweltschutzvorschriften, verzeichnet im Staatsregister der Methodiken zur quantitativen chemischen Analyse von Umweltobjekten, zugelassen zum Zweck der staatlichen ökologischen Kontrolle
SanPiN	—	Gesundheitsvorschriften und Normen
HS	—	Hygienestandards

## 5. Allgemeine Bestimmungen

- 5.1 Die ökologische Untersuchung von Industriebrachen ist bei ihrer Umwidmung, Modernisierung oder Schließung obligatorisch.
- 5.2 Die Untersuchung der Industriebrachen erfolgt durch spezialisierte Organisationen, die über entsprechende Akkreditierungen von GOSSTANDARD der RF verfügen.
- 5.3 Die ökologische Untersuchung der Industriegelände muss stufenweise realisiert werden, damit die Wirtschaftlichkeit bei entsprechender Richtigkeit der Einschätzung der ökologischen Lage gewährleistet ist. Allgemein kann diese Prozedur in zwei Stadien untergliedert werden, jedes Stadium beinhaltet dabei ein bis zwei Etappen (Abb. 5.1).

### 1. Stadium – Zustand des Geländes und Abschätzung einer möglichen Feststellung von Kontaminationen.

Diese Arbeiten werden in der 1. Etappe ausgeführt, welche **“historische Erkundung“** genannt wird. In dieser Etappe werden alle existierenden Informationen über die Geschichte des gegebenen Industriegeländes, verwendete Technologien, angefallene Abfallarten, Havarien und Industrieunfälle gesammelt.

Im Ergebnis der Erkundung und Analyse der existierenden Informationen werden der allgemeine Zustand des Grundstücks, die Wahrscheinlichkeit des Nachweises von Kontaminationen, sowie die Hauptverfahren und der Arbeitsumfang des nachfolgenden Stadiums bestimmt.

### 2. Stadium – Einschätzung der Risiken aufgrund der Durchführung messtechnischer Untersuchungen des Grundstücks.

Die Untersuchungsprozedur industriell genutzter Grundstücke für die eine oder andere neue Nutzungsart erfolgt in zwei Etappen:

Auf allen Grundstücken wird **eine orientierende Untersuchung** mit folgenden Hauptaufgaben durchgeführt:

- Feststellung der vorhandenen Kontaminationen;
- Festlegung von Sofortmaßnahmen zur Beseitigung von Risiken für die Gesundheit der Bevölkerung und die Umwelt;
- Definition der Schutzgüter auf dem Grundstück.

Dabei werden sowohl das Grundstück an sich, als auch existierende Bauten untersucht.

Im Ergebnis der "orientierenden Untersuchung" wird entweder die Abwesenheit von Kontaminationen festgestellt, oder es werden kontaminierte Bereiche festgestellt, für die aufgrund der Risikoabschätzung die Notwendigkeit einer Sanierung festgestellt werden kann. Außerdem können Kontaminationen ermittelt werden, die eine Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung

oder die Umwelt darstellen und die Realisierung von Sofortmaßnahmen erfordern, ohne vorherige vorgeschriebene Erarbeitung und Abstimmung von Arbeitsplänen.

Im Falle der Feststellung von Kontaminationen wird die 2. Untersuchungsetappe – **Detailuntersuchungen** – mit folgenden Hauptaufgaben durchgeführt:

- Definition der Kontaminationsausbreitung und des Volumens des kontaminierten Materials;
- Ermittlung der Übertragungspfade der Schadstoffe und Bestimmung ihrer Konzentrationen;
- Gewinnung der technischen, geologischen, hydrogeologischen und ökologischen Daten, die für die Erarbeitung der Sanierungspläne benötigt werden.

Im Ergebnis der Detailuntersuchung werden die Risikofaktoren abschließend beurteilt und, im Falle der Überschreitung der Richtwerte, Vorschläge zur Sanierung zusammengestellt und deren Ziele definiert.

5.4 Im Falle der Feststellung von Kontaminationen des Grundstücks oder der Bauten sind Arbeiten zur Sanierung erforderlich, die etappenweise in drei oder vier (falls notwendig) Etappen, durchgeführt werden.

5.5 Aufgrund der Ergebnisse der Detailuntersuchung, die durch die Aufsichtsorgane geprüft und akzeptiert werden, wird in der 1. Etappe der Sanierung (s. Abb. 5.1) das **Verzeichnis der Sanierungsmassnahmen (Sanierungsuntersuchung und Sanierungsplan)** erarbeitet und mit den Aufsichtsorganen abgestimmt. Ziel der Erarbeitung des Sanierungsplanes ist die Auswahl eines nach ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimalen Sanierungsszenariums. Das Sanierungsszenarium kann durch Kombination verschiedener Sanierungsverfahren erstellt werden.

Die Grundprinzipien der Erstellung von Sanierungsplänen sind:

- Minimierung der Einflüsse auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung während der Sanierungsarbeiten
- Minimierung des Abfallanfalls
- Wirtschaftlichkeit der Sanierung (Gegenüberstellung von erzielten Ergebnissen und notwendigen Ausgaben)
- Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit.

5.6 Die Auswahl der Sanierungsmethoden wird durch ihr Ziel, die Art des Kontaminanten, sowie den Grundstücksbedingungen (s. Tab. 7.1., 7.2.) bestimmt. Bei Bedarf werden in diesem Arbeitsstadium Versuchsarbeiten zur Bewertung der Anwendbarkeit des einen oder anderen Sanierungsverfahrens durchgeführt.

- 5.7 Die Ergebnisse dieses Forschungsstadiums münden in der Zusammenstellung **eines Sanierungskonzepts**, in dem alle Informationen über das Grundstück, die Kontaminationen und das gewählte Sanierungsszenarium dargelegt werden. Aufgrund der mit den Aufsichtsorganen abgestimmten Sanierungskonzeption wird **das Sanierungsprojekt** entwickelt, nach dessen Bestätigung die Arbeiten zur Rehabilitierung der kontaminierten Grundstücke durchgeführt werden.
- 5.8 Nach erfolgter Sanierung wird ihre Effektivität kontrolliert und eine Entscheidung über die Notwendigkeit, Struktur und die Dauer eines Monitorings getroffen.

## Identifikation

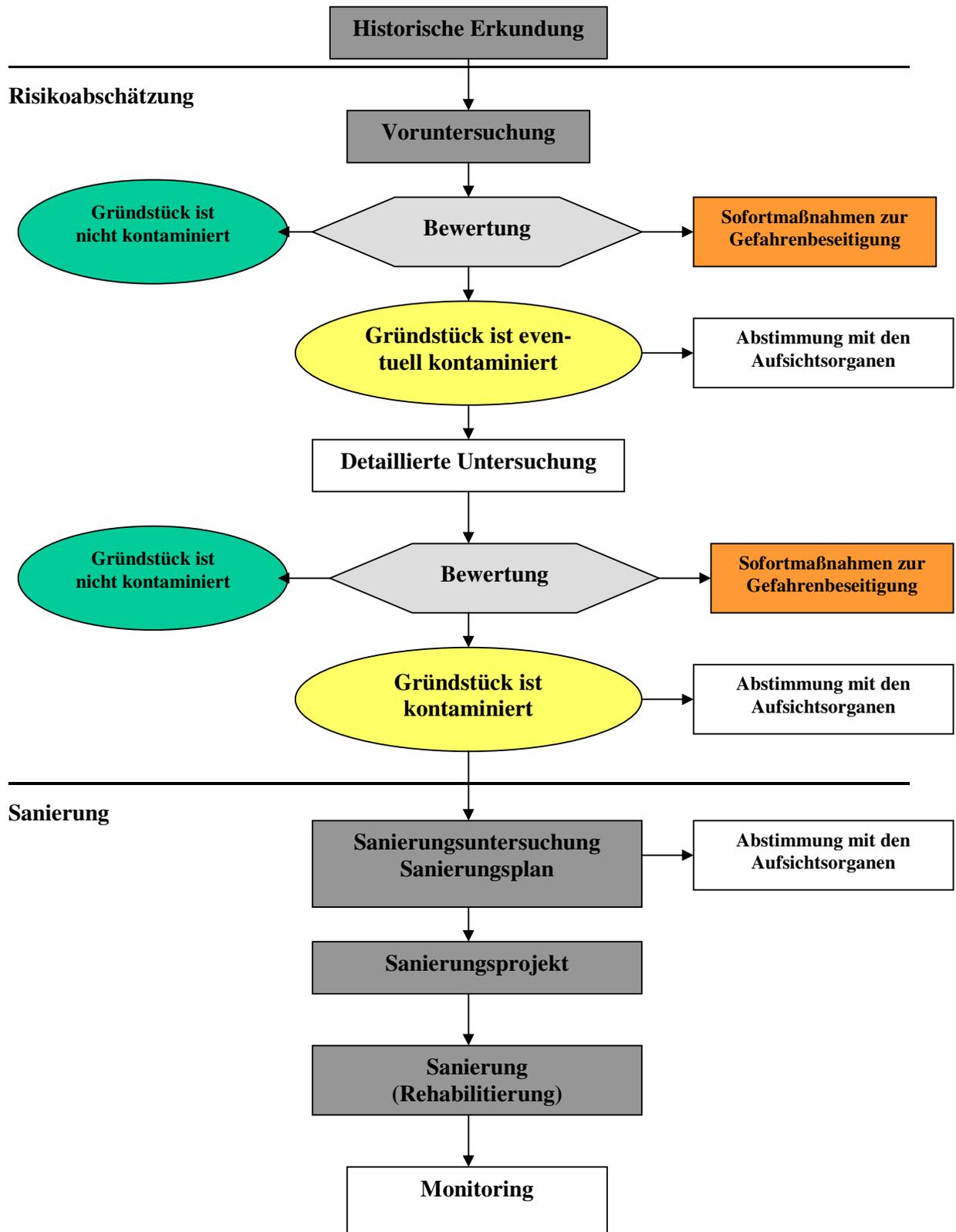


Abb. 5.1. Schema zur Bewertung des ökologischen Zustands von Industriebrachen und Ausarbeitung von Sanierungsplänen (Rehabilitation).

## 6. Untersuchung der Industriebrachen

Die Untersuchung besteht aus bestimmten Arbeitsetappen nach deren Vollendung Zwischenberichte erstellt werden. Die erwähnten einzelnen Arbeitsetappen sind ihrer Bedeutung nach äquivalent und für die Gewährleistung der Vollständigkeit der Daten absolut notwendig. Sie sind Bestandteile eines Mosaiks und stellen nur in der Summe ein vollständiges Bild des ökologischen Zustandes dar, das für die Entscheidungsfindung über die weitere Nutzung des Grundstücks und die Erarbeitung der Sanierungspläne notwendig ist.

Im Allgemeinen geht man Stufenweise heran, wobei die Detailliertheit der Untersuchungen (und folglich auch ihr Preis) von Stufe zu Stufe steigt und anhand der vorhergehenden Ergebnisse bestimmt wird. In Abhängigkeit von der konkreten Situation ist auch ein vereinfachtes Herangehen möglich, wenn zum Beispiel die notwendige Sanierungsvariante offensichtlich ist, oder es klar ist, dass bestimmte Methoden oder Technologien nicht verwendet werden können.

### 6.1 Historische Übersicht

Inhalt dieser Etappe ist weder die Aktualisierung von Dokumenten, Informationen, noch die Durchführung von zusätzlichen technischen Untersuchungen, sondern das Zusammentragen und die Analyse aller vorhandenen Daten und Informationen, die für die Durchführung der weiteren Untersuchungen und die Erarbeitung der Sanierungspläne benötigt werden. Zusätzlich muss eine visuelle Untersuchung des Geländes durchgeführt werden.

#### 6.1.1 Erfassung und Analyse der vorhandenen Informationen

6.1.1.1 Im Prozess der Datenerfassung müssen folgende Informationen zusammengetragen werden:

- Die allgemeinen Daten über das Grundstück müssen die Grundstücksgrenzen enthalten und die geografische Lage des Grundstücks auf der Übersichtskarte (1:10000) beschreiben.

Eine ergänzende Karte (Maßstab 1:2000 – 1:1000) muss über Informationen hinsichtlich Fläche, Höhenlage, Verbindungen zu benachbarten Flächen, vorhandenen Bauwerken, Anlagen und technischen Versorgungsnetzen verfügen.

- Nutzungsart des Geländes zum Zeitpunkt der Untersuchung.
- Zustand der Anlagen (Fundamente).
- Zugänglichkeit zum Grundstück für die Untersuchungen (Bohrtechnik).
- Pflanzenbestand und Zustand desselben (als Index der ökologischen Situation).

- Vorhandene Grundwasseraustritte (bzw. Lage in Schutzgebieten unterirdischer Wasserentnahmen).
- Anwesenheit von Industrieabfällen auf dem Gelände.
- Anwesenheit von Gewässern.
- Passierbarkeit des Territoriums.
- Informationen über freie Gelände und ihren Erschließungsstand (Anbindung an Transportwege, Energie- und Wasserversorgung, Kanalisation usw.) – zur Einschätzung der Organisationsmöglichkeiten der Reinigungsarbeiten unmittelbar auf der Industriebrache.
- Existierende Daten über die Kontamination von Umwelt und Bauten, Produktionshavarien mit dokumentierter Freisetzung von Schadstoffen.
- Geologische und hydrogeologische Struktur des Territoriums.
- Technische und geologische Eigenschaften der Böden.
- Daten zu Faktoren, die die Übertragung der Kontaminanten beeinflussen.

6.1.1.2. Alle Dokumente und Daten müssen vom Gesichtspunkt ihrer Richtigkeit und Vollständigkeit bewertet sein. Ausgehend von den festgestellten Informationslücken muss ein Konzept zur Beschaffung der fehlenden Daten entwickelt werden.

### **6.1.2. Besichtigung des Grundstücks**

6.1.2.1 Die Besichtigung des Grundstücks ist untrennbarer Bestandteil der historischen Erkundung. Sie wird gemeinsam mit Personen durchgeführt, die das Grundstück gut kennen. Die Hauptelemente einer derartigen Untersuchung sind:

- Erfassung des Zustandes der Umgebung insgesamt (anwendbar bei alten Industriebrachen und Deponien);
- Bestimmung der Möglichkeiten von Probennahmen, wie zum Beispiel vorhandene Brunnen oder die Fundamente der Gebäude;
- Erfassung des Ist - Zustandes der Gebäude im Vergleich zu bereits existierenden Plänen;
- Fotodokumentation.

Die nächste Kontrollliste gibt eine kurze Übersicht der Daten, die man im Laufe der Grundstücksuntersuchung ermitteln muss:

- Größe und Grenzen;

- Übereinstimmung mit vorhandenen Plänen;
- Angrenzendes Territorium, interner Zustand (Gerüche, sichtbare Abfälle oder Schadstoffe usw.);
- Spezifische Besonderheiten der Bauwerke und Anlagen (Verfärbung der Gebäude etc.);
- Anomalien des Territoriums, auffällige Topografie;
- Austritt von Abwässern und Emissionen von Biogas;
- Zustand der Drainage (Erosionsspuren, Ableitung in Gewässer etc.);
- Vegetation, Beeinträchtigung der Vegetation;
- Bodencharakteristik (Morphologie, Geruch, Konsistenz, Bodentyp, Humusgehalt usw.);
- Zustand der Gewässer;
- Nutzung des Geländes zum Zeitpunkt der Untersuchung;
- Nutzung der Nachbarterritorien;
- Schutzvorrichtungen gegen unbefugtes Betreten;
- Andere Bemerkungen.

6.1.2.2 Die Ergebnisse der Datenerfassung und -auswertung können in Form einer Kontrolltabelle dargestellt werden, welche die Aufdeckung von Informationsdefiziten und die Planung der nachfolgenden Untersuchungsetappen gestattet.

6.1.2.3 Im Ergebnis der durchgeführten historischen Übersicht werden der Allgemeinzustand des Geländes, die Möglichkeit der Aufdeckung von Kontaminationen auf ihm, sowie die Hauptformen und der Umfang der Arbeiten für die nächste Etappe bestimmt.

## **6.2 Voruntersuchung**

Ziel der Voruntersuchung ist die Einschätzung der aktuellen Situation auf dem Grundstück, eine erste Bewertung vorhandener Kontaminationen von Umwelt und Gebäuden, die Einschätzung, ob die vorliegenden Informationen für die Sanierungsplanung (bei Notwendigkeit) ausreichen und ob weitere detaillierte Untersuchungen notwendig sind, sowie ihre Art und ihr Umfang.

Da Daten zum Schadstoffgehalt in den Umweltmedien und den Bauten auf Industriebrachen faktisch immer fehlen, ist die Durchführung einer Voruntersuchung bindend und beinhaltet die Bewertung der aktuellen Situation (d.h. der Untersuchung) und die Ausarbeitung eines Plans zur weiteren detaillierten Untersuchung der Industriebrache (bei Bedarf).

Die Risikoabschätzung wird auf der Grundlage des Vergleichs der Schadstoffkonzentrationen (vermutet oder festgestellt) auf dem Grundstück mit den Richtwerten der Kontamination, bei der eine Sanierung vorgeschrieben wird, durchgeführt.

## **6.2.1 Bewertung der vorhandenen Situation**

6.2.1.1 Im Rahmen der Voruntersuchungen von Industriebrachen muss man Informationen zu folgenden Fragen bekommen:

- Vorkommende Kontaminationen, ihre Art, Konzentration, Umfang und Ausdehnung;
- Umweltbelastung (betroffene Medien und Schutzgüter);
- Daten über die Hauptwege der Schadstoffausbreitungen;
- Geologische und hydrogeologische Struktur des Territoriums (die ingenieur-geologische und hydrogeologische Situation muss anhand vorhandener Dokumentationen, eigener Boden- und Grundwasseruntersuchungen in Form hydrogeologischer Profilschnitte und Karten dargestellt werden. Im Ergebnis durchgeführter Laboruntersuchungen müssen Daten über die Zusammensetzung und die physikalisch-mechanischen Parameter des Bodens ermittelt werden. Bei Problemen, die mit dem Grundwasserschutz verbunden sind, müssen, neben der Bestimmung der Fließrichtung des Grundwassers, dem Flurabstand, dem hydraulischen Gradienten und von Grundwasserganglinien Pumpversuche zur Berechnung der hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserlaufs durchgeführt werden.);
- quantitative Charakteristiken der Kontaminationen von Böden, Gewässern, Atmosphäre;
- quantitative Charakteristiken der Gebäudekontaminationen;
- Toxizität von kontaminierten Böden, Grundwasser und Baukonstruktionen;
- Daten zu Faktoren, die die Übertragung der Kontaminanten beeinflussen.

6.2.1.2 Zu untersuchen ist sowohl das Territorium als auch die auf ihm befindlichen Bauten. Folgende Untersuchungsszenarien sind denkbar:

*1. Im Ergebnis einer historischen Erkundung sind die Schadstoffquellen, kontaminierten*

*Zonen und prioritären Kontaminanten genau bestimmt.*

- In den Epizentren der Kontamination befinden sich die zentralen Punkte der Untersuchung, von denen nach allen Windrichtungen die übrigen abgehen.
- An denselben Stellen erfolgt die Untersuchung der Kontaminationstiefe, die durch die Tiefe der ersten Sperrschicht, sowie den Schadstofftyp bestimmt wird.
- Die Art der Untersuchung von Bauten wird im Ergebnis der historischen Erkundung festgelegt, beinhaltet aber obligatorisch die Einschätzung der radioaktiven Belastung der Gebäude und baulichen Konstruktionen.

*II. Es fehlen die Daten über die Schadstoffquellen und die prioritären Kontaminanten.*

- Es wird ein gleichmäßiges Beobachtungsnetz mit einem Raster von ca. 30 % der Seitenlänge des Grundstücks, aber nicht mehr als 100 m verwendet. Bei einer Grundstücksfläche unter 1 ha werden mindestens 4 Proben entnommen.
- Die Punkte für die Tiefenbohrung werden im Ergebnis der visuellen Untersuchung des Territoriums bestimmt.
- Die Art der Untersuchung von Bauten wird im Ergebnis der historischen Erkundung festgelegt, beinhaltet aber obligatorisch sowohl die Einschätzung der radioaktiven Belastung der Gebäude und baulichen Konstruktionen als auch die Bestimmung der Quecksilberbelastung.

6.2.1.3 Die Untersuchung und Bewertung der chemischen Belastung des Grundstücks erfolgt entsprechend den «Methodischen Empfehlungen zur Durchführung der Bodenuntersuchungen von Grundstücken, die für den Bau der Objekte ausgewählt werden», Komitee für Naturnutzung der Regierung Sankt Petersburgs, 1999. Die Bodenklassifikation nach der Schadstoffbelastung ist in der Tabelle 6.1 angeführt, die Grenzwerte zur Einordnung nach Schadstoffklassen sind in den Anlagen 2.6-2.8 angeführt.

Tabelle 6.1.

**Klassifizierung der Böden nach ihrem Gehalt an chemischen Schadstoffen**

Nr.	Schadstoffniveau	Obergrenze des Schadstoffgehalts	Nutzungsmöglichkeiten
<b>Z-0</b>	zulässig	MZK (ODK)	ohne Einschränkungen
<b>Z-1</b>	gemäßigt	Kontrollniveau*	ohne Einschränkungen unter Berücksichtigung der Nutzungsart
<b>Z-2</b>	hoch	Sanierungsniveau*	wird auf Basis der detaillierten Untersuchungen bestimmt
<b>Z-3</b>	gefährlich	—	unterliegt verbindlich einer Sanierung (Rekultivierung) oder Konservierung

\* - s. Anlage 2.6-2.8.

6.2.1.4 Die radiologische Untersuchung wird entsprechend den Anforderungen aus NRB-99, OSPORB-99, dem regionalen Standard «Vorschriften zum Bodenschutz in Sankt Petersburg» u.a. normativen Dokumenten durchgeführt.

Für die Bewertung der radioaktiven Belastung des Grundstücks werden folgende Kontrollwerte eingeführt:

- Nicht mehr als 50 KBq/kg – für Beta - Strahlungsquellen;
- Nicht mehr als 5 KBq/kg – für Alpha - Strahlungsquellen;
- Nicht mehr als 5 KBq/kg – für transurane Radionuklide.
- Für Gamma – Aktivstoffe – im Fall einer Kapazitätsüberschreitung der äquivalenten Dosis 0,5 µSv/h über dem Boden.

6.2.1.5 Im Falle, wenn eine radioaktive Belastung festgestellt wird, ist eine detaillierte Untersuchung, ausgeführt von spezialisierten Unternehmen, die zu einem Umgang mit radioaktiven Abfällen berechtigt sind und über Personal der Kategorie A (Liste s. Anlage 2.10.) verfügen, obligatorisch.

6.2.1.6 Die im Ergebnis der Arbeiten zusammengetragenen Daten zu den Medien Boden, Bodenluft und Grundwasser sowie, in entsprechenden Fällen, Sickerwasser, müssen im vollen Umfang bearbeitet und bewertet werden. Es müssen als Minimum eingereicht werden:

- Darstellung der Messergebnisse in Lageplänen, Profilen, übereinanderlegbaren Folien und in Form von Iso - Konzentrationslinien gleicher Schadstoffkonzentrationen usw.;
- Abgrenzung der kontaminierten Bereiche;
- Fließrichtung, -gefälle und Fliessgeschwindigkeiten des Grundwassers;
- Darstellung von Konzentrationsänderungen im Zeitverlauf (falls historische Daten vorliegen);
- Vorläufige Abgrenzung der Sanierungsbereiche.

6.2.1.7 Die Untersuchung der Bauten erfolgt mit dem Ziel der Bestimmung ihres Zustandes, der Möglichkeit ihrer weiteren Nutzung, sowie der Sanierungstechnologie (bei Feststellung einer Kontamination). Die Arten der Untersuchungen und ihr Umfang werden von der vor-

hergehenden Nutzungsart des Gebäudes, dem Profil früher existierender Produktionen und den übrigen historischen Informationen bestimmt. Es sind mindestens folgende ökologische Parameter zu untersuchen:

- Radioaktive Belastung;
- Chemische Untersuchung auf Belastung mit denen in der Anlage 2.4. aufgeführten Stoffen und auf Quecksilber.

6.2.1.8 Für die Form der Darstellung der Situation auf dem Gelände gelten folgende minimale Anforderungen:

- die Ergebnisse müssen in tabellarischer und/oder graphischer Form dargestellt werden, es ist auf die Kopierbarkeit der Unterlagen zu achten;
- die Darstellungen in Tabellen, Grafiken, Profilen und Lageplänen müssen bzgl. Einheiten und Messpunktbezeichnung übereinstimmen;
- bei der Darstellung graphischer Unterlagen größer DIN A3 (zum Beispiel Lagepläne), müssen immer auch kopierfähige Verkleinerungen (max. DIN A3), zur Verfügung gestellt werden;
- die Lagepläne sollen – soweit dies möglich und zweckmäßig ist – einheitliche Maßstäbe und Legenden enthalten, klar lesbar sein und Daten über den Maßstab, die Richtungen und das Koordinatennetz im lokalen Koordinatensystem enthalten.

6.2.1.9 Im Falle der Feststellung von Kontaminationen, die eine direkte Bedrohung für die Gesundheit der Bevölkerung oder die Umwelt darstellen, sind die Aufsichtsorgane sofort zu informieren und kurzfristig Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu realisieren. Mögliche Sofortmaßnahmen können sein:

- Beschränkung des Zutritts zum Grundstück zur Verhinderung des Direktkontaktes;
- Beschränkung der Trinkwassernutzung (z. B. Benachrichtigung über Medien);
- Abschöpfen oder Abpumpen von Schadstoffen aus den Grundwassern;
- Maßnahmen zur Abwehr von Explosions- und Brandgefahr;
- Absperrung oder Absicherung bei Absturz- oder Rutschgefahr (z.B. Zaun, Schutzfolie);
- Einschränkung bestimmter baulicher Nutzungen;
- Beschränkungen der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Nutzung.

## **6.2.2 Definition der Aufgaben einer Detailuntersuchung**

6.2.2.1 Als Ergebnis der Bewertung der bestehenden Situation werden evtl. vorhandene Hauptparameter der Kontamination, die Liste der Schadstoffe, ihre wichtigsten Ausbreitungswege und die Objekte, die der Schutzmaßnahmen bedürfen bestimmt.

6.2.2.2 Im Falle der Ermittlung von Schadstoffgehalten die die Prüfwerte, oder von radioaktiven Stoffen, welche die Kontrollniveaus überschreiten, ist eine Durchführung zusätzlicher (detaillierter) Untersuchungen erforderlich. Bis zum Beginn dieser Überprüfung muss folgendes festgelegt werden:

- Die möglichen Sanierungsziele, d.h. Objekte, die dem Schutz unterliegen. Mögliche Sanierungsziele können sein: Verhinderung des direkten Kontaktes; Verhinderung des Eindringens von Schadstoffen in die Vegetation; Verhinderung des Eintritts von Schadstoffen in das Grundwasser; Verhinderung der Übertragung von Schadstoffen mit dem Grundwasser; Verhinderung der Migration von Schadstoffen (Gasen) in geschlossene Räume; Verhinderung der Emission eines mit Schadstoffen belasteten Staubes usw.
- Zusätzlich benötigte Informationen zur Lage, den Formen des Vorliegens der Schadstoffe, den ingenieur-geologischen Bedingungen, der ökologischen, sozialen Situation im Gebiet des alten Industriegeländes, den technischen Fragen, die mit der Auswahl der einen oder anderen Sanierungsmethode verbunden sind.
- Aufgrund der Analyse aller vorhandener Daten und unter Berücksichtigung der Sanierungsziele, wird der Plan einer detaillierten Untersuchung erarbeitet und den Aufsichtsorganen zur Abstimmung vorgelegt.

## **6.3 Detaillierte Untersuchung**

Im Falle der Feststellung von Kontaminationen und nach Abnahme der vorläufigen Untersuchungsergebnisse durch die Aufsichtsorgane, wird die 2. Untersuchungsetappe – «Die detaillierte Untersuchung», mit folgenden Hauptaufgaben durchgeführt:

- Abgrenzung der kontaminierten Bereiche und Bestimmung des Schadstoffvolumens;
- Identifizierung der Übertragungswege der Schadstoffe und Bestimmung der Emissionswerte;
- Gewinnung technischer, geologischer, hydrogeologischer und ökologischer Daten, die für die Erarbeitung der Sanierungspläne notwendig sind.

Große Aufmerksamkeit wird in diesem Stadium den hydrogeologischen- und ingenieur-geologischen Parametern, sowie toxikologischen Untersuchungen gewidmet.

Im Ergebnis der «detaillierten Untersuchung» erfolgt eine Risikoabschätzung, und es werden im Falle eines erforderlichen Handlungsbedarfs, oder bei Feststellung eines hohen Risikos, Vorschläge zur Sanierung zusammengestellt und ihre Hauptaufgaben festgelegt.

### **6.3.1 Zusatzuntersuchungen**

6.3.1.1 Ziel der Untersuchung des Grundstücks ist die Gewinnung der notwendigen Daten für die spätere Auswahl der Sanierungstechnologien oder -methoden, sowie einer vollständigen und allumfassenden Darstellung über die Ausbreitung der Kontamination. Bei der Planung der Gefahrenschutzmaßnahmen muss man die reale Nutzungsart des Grundstücks und im Hinblick auf die Planung der Bauarbeiten die voraussichtliche Nutzungsart des Grundstücks beachten

6.3.1.2 Je nach Sanierungsziel und Untersuchungsobjekt kann man folgendes einbeziehen:

- Informationen über infrastrukturelle Einrichtungen;
- Daten über die Bodenzusammensetzung (Bodengefügedaten, z.B. Korngrößenverteilung, Beschaffenheit, Feuchtigkeit);
- spezielle chemische Untersuchungen (z.B.  $C_{org}$ ,  $Fe_{ges}$ ,  $Mn$ ,  $O_2$ );
- Präzisierung der Kontaminationsausbreitung in Böden, Gewässern, Luft, Vegetation usw.;
- spezielle biologische Untersuchungen (z.B. Index pathogener Organismen, toxikologische Tests usw.);
- hydrologische Untersuchungen (z.B. Pumpversuche, Tracer-Versuche, Abfluss-, Niederschlagsmessungen).

6.3.1.3 Die Prozedur der detaillierten Untersuchung ist mit der Voruntersuchung im Prinzip identisch, wird jedoch mit hoher Genauigkeit ausgeführt. Dabei werden nur die wichtigsten toxischen Stoffe, die im Ergebnis der Arbeiten der 1. Etappe ermittelt wurden, untersucht.

6.3.1.4 Das Raster für Bodenuntersuchungen kann sich von 20x20 bis auf 50x50 m ändern und nur im Falle eines Grundstücks mit einer Fläche über 50 ha bis zu 100x100 m vergrößert werden. Die Größe der Beprobungsfläche soll im Vergleich zur Voruntersuchung reduziert werden und 10 % der Rastergröße nicht überschreiten.

Das Raster für die Tiefenuntersuchung soll für eine repräsentative Konturierung des kontaminierten Gebietes und die Berechnung des Volumens des kontaminierten Bodens ausreichen.

6.3.1.5 Bei Notwendigkeit der Einschätzung der Grundwasserkontamination sind die Bestimmung der Fließrichtung und die Platzierung der 1. Bohrung oberhalb der Strömung (Hintergrund) erforderlich.

Die Untersuchungspunkte des Grundwassers im unteren Teil der Grundwasserströmung müssen in Hauptrichtung des Stroms liegen. Um Abweichungen der Schadstoffkonzentrationen zu vermeiden, sollten sich die Untersuchungspunkte nicht mehr als 30-50 m von der Schadstoffquelle entfernt befinden.

Die hydraulischen Parameter der wasserführenden Schicht kann man durch entsprechende Tests und Experimente bestimmen. Abpumpen wird bevorzugt, weil dadurch genauere Daten erhalten werden.

Ein Teil der Parameter muss Vorort untersucht werden: Temperatur, freier Sauerstoff, das Oxidations- und Wiederaufbaupotential, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit, die organoleptischen Parameter wie Färbung, Trübungen, Gerüche und unlösliche Rückstände werden ebenfalls auf dem Grundstück bestimmt. Abpumpungen und die Probenahmen müssen im Protokoll registriert sein.

### **6.3.2 Festlegung eines Verzeichnisses dringender Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit der Bevölkerung**

6.3.2.1 Beim Auftreten neuer, früher unbekannter Daten über die Art und den Umfang einer unmittelbaren Gefahr für die zu schützenden Umgebungen oder die Gesundheit der Bevölkerung muss man in bestimmten Fällen, nach Abstimmung mit den verantwortlichen Ämtern, unverzüglich zur Realisierung von Gefahrenschutzmaßnahmen übergehen, deren Verzeichnis in der Beschreibung des Verfahrens der Voruntersuchung angeführt wird.

### **6.3.3 Festlegung von Zielen und Objekten der Sanierung (Rehabilitation) von Industriebrachen**

6.3.3.1 Bei Bestätigung einer vorhandenen Kontamination, deren Niveaus die in den Tab. 5.1 und den Anlagen 2.6.-2.8. angeführten überschreiten und hohe Risiken für die Gesundheit der Bevölkerung (oder den Zustand der Umwelt) darstellen, werden im Falle einer voraussichtlichen wirtschaftlichen Nutzung Sanierungsvorschläge zusammengestellt, die die Definition von Sanierungszielen und -aufgaben einschließt.

6.3.3.2 Sanierungsziel kann sein:

- Verhinderung des Direktkontaktes mit der Umwelt oder der Bevölkerung;
- Verhinderung der Übertragung von Schadstoffen in Nutzpflanzen;
- Verhinderung der Übertragung von Schadstoffen in das Grundwasser;
- Verhinderung der Übertragung von Schadstoffen durch das Grundwasser;
- Verhinderung der Übertragung von Schadstoffen (Gasen, Aerosolen usw.) in geschlossene Räume;
- Verhinderung der Emission von kontaminiertem Staub.

6.3.3.3 Wenn die o.g. Ziele auch durch Maßnahmen mit schützendem, einschränkendem und administrativem Charakter (z.B. infolge Veränderung der Nutzungsart) erreicht werden können, entfällt die Notwendigkeit der Durchführung einer Sanierung. Unabhängig davon müssen die Vorschriften der Föderalen Gesetze über den Bodenschutz und den Umgang mit Abfällen befolgt werden.

6.3.3.4 Die Bestimmung des Sanierungsziels muss unter Berücksichtigung der Bedingungen des konkreten Falls erfolgen, wobei die speziellen Forderungen der Gesetze, Verordnungen und technischen Unterlagen beachtet werden müssen; außerdem muss die voraussichtliche Nutzung des gegebenen Grundstücks berücksichtigt werden.

6.3.3.5 Hauptaufgaben der Sanierung können sein:

- Aushub von kontaminiertem Material in einem definierten Bereich;
- Förderung von Grundwasser/Bodenluft und Behandlung bis zum Erreichen einer akzeptablen Restkonzentration, die sowohl unmittelbar auf der sanierten Fläche, als auch in ihrer direkten Umgebung nach Vollendung der Sanierungsmaßnahme erreicht werden muss;
- Oberflächenabdichtung mit Anforderungen zu Art (z.B. Asphalt oder Beton), Umfang (z.B. Mächtigkeit) und Eigenschaften.

6.3.3.6 Ziele und Hauptaufgaben der Sanierung werden im Bericht über die Ergebnisse der detaillierten Untersuchung dargelegt und von den verantwortlichen Ämtern unter Berücksichtigung der gesetzlichen Forderungen abgestimmt. Es wird empfohlen, dem Bericht ein Kontrollblatt beizulegen, das es gestattet in gestraffter Form alle notwendigen Informationen darzulegen.

## **7. Erarbeitung eines Maßnahmenkatalogs zur Sanierung (Rehabilitierung) von Industriebrachen**

Die Erarbeitung des Maßnahmenkatalogs zur Sanierung (Rehabilitierung) kontaminierter Grundstücke berührt nicht nur Fragen des Umweltschutzes, der Gesundheit der Bevölkerung, sondern auch ingenieurtechnische, architektonische, planungstechnische und andere. Entsprechend müssen die notwendigen Arbeiten durch eine interdisziplinäre Projektgruppe realisiert werden, deren Zusammensetzung von den Besonderheiten des konkreten Grundstücks abhängt, zu der jedoch obligatorisch Ökologen, Ingenieur-Geologen und Hydrogeologen, Ingenieure, Architekten und Planer gehören.

Das Vorprojektstadium sieht die Ausführung von zwei Arbeitsstufen vor: Festlegung **des Sanierungsplanes** und (nach seiner Prüfung durch die Aufsichtsorgane) Zusammenstellung **des Sanierungskonzepts**.

## 7.1 Sanierungsplan (Rehabilitierung) von Industriebrachen

Die Hauptaufgaben der vorliegenden Etappe sind:

- Auswahl des von den ökologischen und ökonomischen Standpunkten optimalen Sanierungsszenariums mittels Vergleiches aller möglichen Szenarien;
- Einschätzung seiner Anwendbarkeit auf dem gegebenen Grundstück mittels Durchführung zusätzlicher Untersuchungen sowie Test- und methodischen Arbeiten;
- Abstimmung des Sanierungsplans mit den Aufsichtsämtern.

### 7.1.1 Auswahl der Szenarien

7.1.1.1 Die Auswahl der Szenarien erfolgt unter Berücksichtigung der technischen Machbarkeit, der Einhaltung gesetzlicher Forderungen und der Notwendigkeit der Beachtung des Prinzips der Zweckmäßigkeit – d.h. unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Nutzungsart.

7.1.1.2 Die Auswahl der geeigneten Sanierungstechnologien/Prozesse erfolgt unter Berücksichtigung:

- der Besonderheiten des Kontaminanten
- der Übertragungswege
- den tatsächlichen Grundstücksbedingungen usw.

7.1.1.3 Die existierenden Methoden der Reduzierung / Liquidation der Risiken durch chemische Verschmutzung sind auf der Abb. 7.1 und in der Tabelle 7.1. angeführt und werden in 3 Gruppen unterteilt, von denen zur eigentlichen Sanierung die Gruppen der **Methoden der Dekontamination und Immobilisierung (Konservierung/Einkapselung)** gehören.

7.1.1.4 **Die Methoden der Dekontamination** beinhalten die reale Entfernung (Reduzierung) der Kontamination sowohl vor Ort (in situ), als auch bei der Extraktion und der Reinigung außerhalb des gegebenen Grundstücks (ex situ). Die Hauptmethoden sind in der Tabelle 7.2 angeführt. Die Auswahl der einen oder anderen konkreten Methode hängt ab von:

- der Art der Kontamination;
- dem Umfang der Kontamination;

- den Eigenschaften des Geländes;
- den Kosten.

7.1.1.5 **Die Methoden der Immobilisierung (Konservierung/Einkapselung)** entfernen den Schadstoff nicht aus den Böden, Grundwassern und anderen Objekten, verhindern jedoch seine Ausbreitung, den Kontakt mit der Umwelt und den Menschen. Bei der Ausführung dieser Sanierungsmethoden ist die Organisation eines Monitoring - Systems zur Sicherung ihrer Effektivität obligatorisch.

7.1.1.6 Im Falle der Entdeckung von radioaktiven Kontaminationen ist nur die Methode der mechanischen Dekontamination – selektive Abtrennung und Entfernung des belasteten Materials zur langfristigen überwachten Aufbewahrung anwendbar.

7.1.1.7 Bei der Auswahl muss die Prüfung aller prinzipiell anwendbaren Sanierungstechnologien / Prozesse oder ihrer Kombinationen erfolgen. Bei der Prüfung ist es notwendig sich nach folgenden Kriterien, z.B. in Form einer Matrix, zu richten:

- Anwendbarkeit der Technologie vom Gesichtspunkt der Besonderheiten des Schadstoffes, Bodens und der Materialien;
- Anwendbarkeit der Technologie vom Gesichtspunkt der Besonderheiten der Übertragungswege;
- vom Gesichtspunkt der langfristigen Wirkung;
- vom Gesichtspunkt des Standes der Technik, der technischen Ausstattung und des Sicherheitsniveaus;
- vom Gesichtspunkt vorhandener offensichtlicher Faktoren des Ausschlusses aus der Prüfung (z.B. das Fehlen technischer Möglichkeiten, die Möglichkeit der Realisierung unter Berücksichtigung bautechnischer Aspekte, die Nichterteilung von Genehmigungen usw.).

7.1.1.8 Die ausgewählten Technologien / Methoden oder ihre Kombinationen sind für die Sanierung kontaminierter Grundstücke prinzipiell verwendbar. Falls bei der Auswahl die passenden Sanierungstechnologien / Methoden nicht definiert werden konnten, ist es nötig, die ursprünglichen Forderungen (Art der geplanten Nutzung, Sanierungsziele) zu revidieren und zusammen mit den beteiligten Seiten (Investoren, Aufsichtsorgane) von neuem die Anforderungen, die an die Sanierung gestellt werden, zu definieren.

7.1.1.9 Eine weitere Auswahl von Sanierungstechnologien / Methoden ist nicht notwendig, wenn von Anfang an, vom Standpunkt ihrer technischen Durchführbarkeit und den gesetzlichen Anforder-

rungen nur eine Sanierungstechnologie oder ihre Kombination realisierbar ist, wobei es nötig ist, die entsprechende Begründung anzuführen.

7.1.1.10 Bei einer Liquidation der Gebäude hat eine maximale Wiederverwendung der entstehenden Bauabfälle zu erfolgen und zwar mittels:

- Trennung der Abfälle nach Typen (Asphalt, Beton, Metall, Ziegel usw.);
- Bestimmung der Schadstoffklassen der anfallenden Bauabfälle und der Zugehörigkeit zur Gruppe wieder verwendbarer Abfälle (Anlage 2.9).
- In Abhängigkeit von der geplanten Nutzung der Industriebrachen müssen die verarbeiteten und zerkleinerten Bauabfälle vor Ort zum Zweck der Geländeplanierung maximal verwendet werden:
  - Gruppe Z-0 – beim Bau beliebiger Objekte;
  - Gruppe Z-1.1. – bei der Errichtung öffentlicher Bauten, die nicht zu den Objekten mit erhöhtem Risiko gehören (P. 3.1. SanPiN 2.1.7..1287-03).
  - Gruppe Z-1.2. – beim Bau von Industrieobjekten.

7.1.1.11 Zur Reduzierung des Abfallanfalls müssen die vorhandenen Bauten so umfassend wie möglich wieder verwendet und in die Entwürfe für die Neubebauung integriert werden.

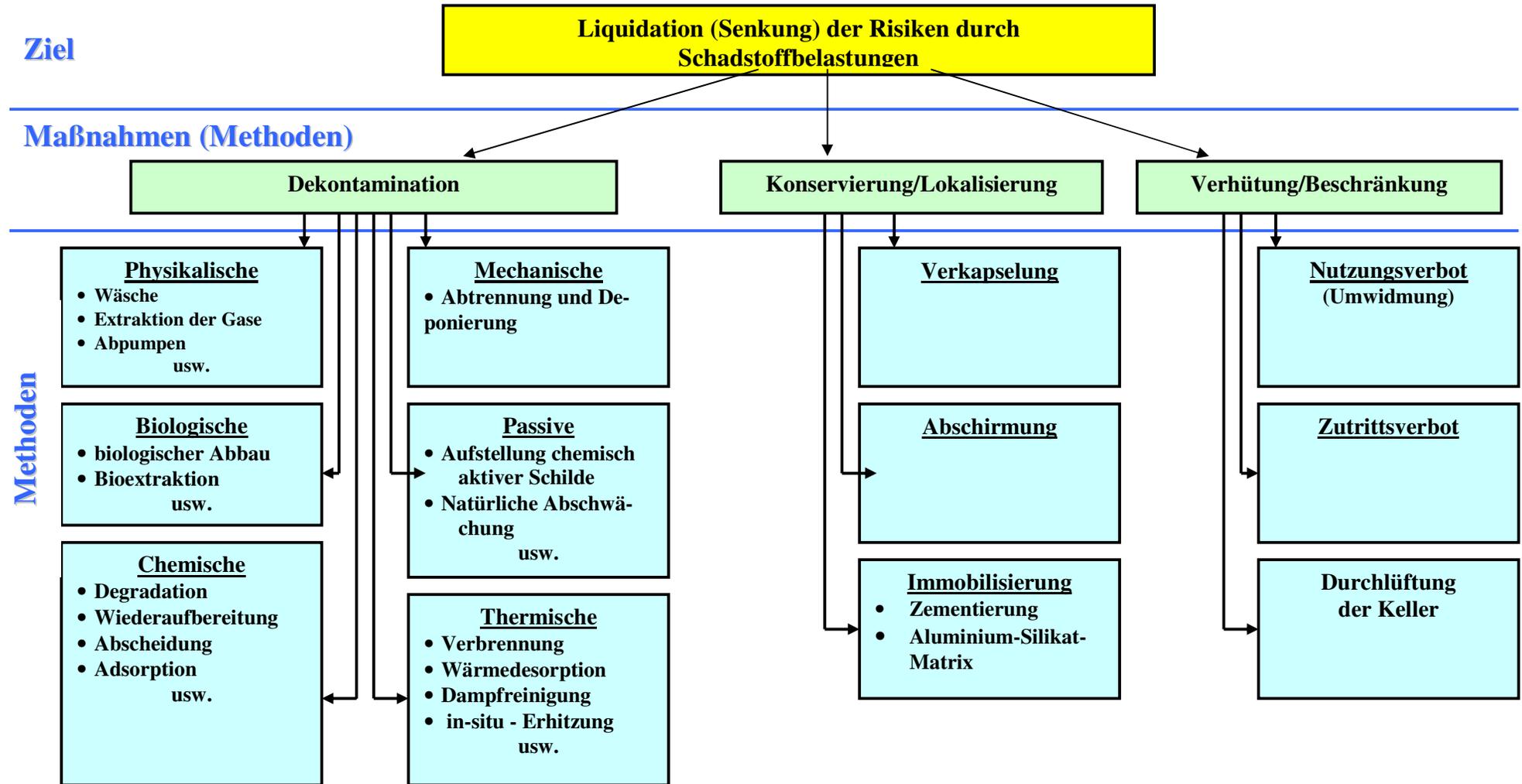


Abb. 7.1. Rehabilitationsmethoden für belastete Grundstücke.

### Übersicht der Sanierungsmethoden

Maßnahmenart	Ort der Ausführung	Prozedur / Maßnahme	Zusatzmaßnahmen
<b>Verhütung und Beschränkung</b>	Auf dem Gelände	Nutzungseinschränkung Zutrittsverbot Durchlüftung der Keller zeitweilige Aufbewahrung der verschmutzenden Stoffe Monitoring	Kontrolle Abschirmung
<b>Immobilisierung und Abschirmung</b>	Vorort	Passive hydraulische und pneumatische Methoden (Absenkung des Grundwasserspiegels usw.)	Monitoring Instandhaltung der Anlagen
<b>Unterbrechung der Migrationswege des Schadstoffs</b>	Vorort	Schadstoffverkapselung, Organisation von Abschirmungen	Folgemaßnahmen
	Vorort/auf dem Gelände	Immobilisierung	
	Vorort / auf dem Gelände	Aktive hydraulische und pneumatische Methoden (Extraktion von Grundwasser, Bodenluft)	Schlammdeponierung
	Vorort / auf dem Gelände / außerhalb des Grundstücks	Physikalisch-chemische Bearbeitung (Extraktion, Adsorption, Oxidation, Wiederaufbereitung, Trennung)	Monitoring, wenn nötig
<b>Dekontamination</b>	Vorort / auf dem Gelände / außerhalb des Grundstücks	Biologische Verfahren	
	auf dem Gelände / außerhalb des Grundstücks	Thermoverfahren, Verbrennung, Verkokung (Agglomeration)	Wenn nötig weiterführende Maßnahmen
<b>Ablagerung auf Deponien</b>	außerhalb des Grundstücks	Ausbringung und Ablagerung auf Deponien	Monitoring der Deponien

Anwendbarkeit der Methoden zur Rehabilitierung belasteter Territorien

	Lokalisierungsmethoden			Detoxikationsmethoden					Methoden der Grundwasserreinigung
	Horizontale Abschirmung	Vertikale Abschirmung	Immobilisierung	Mit Separation			Ohne Separation		
				biologische	chemische und physikalische	thermische	biologische	pneumatische	
<b>Schadstoffe / Stoffgruppen</b>									
Flüchtige Chlor-kohlenwasserstoffe	±	+	-	±	+	±	±	+	+
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	+	+	+	+	+	+	+	±	+
Erdölprodukte (Benzin, Öl)	+	+	+	+	+	+	+	-	±
Flüchtige Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Äthylbenzol, Xylol)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Phenole	+	+	+	+	+	+	+	-	+
PAK*	+	+	±	+	±	+	+	-	+
PAK**	+	+	+	±	±	+	±	-	±
PAK***	+	+	+	-	±	+	-	-	
PCB	+	+	+	±****	+	+	-	-	±
Dioxine	+	+	+	-	±	+	-	-	
Zyanide (freie, leicht lösliche)	+	+	±	+	+	+	+	-	+
Zyanide (in Verbindungen)	+	+	+	-	+	+	-	-	+
Cd, As	+	+	±	-	+	±	-	-	±
Hg	+	+	±	-	±	±	-	-	±
Andere Schwermetalle	+	+	±	-	±	-	-	-	±
<b>Bodentyp/sanierungsbedürftiges Material</b>									
Schotter	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sand mittlerer Korngröße	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schlammiger Sand	±	+	+	+	+	+	+	+	+
Feinkörniger Sand	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lehmboden	+	+	+	±	±	+	±	±	±
Ton	+	+	±	-	-	+	-	-	-
Bauabfall	+	+	+	+	+	±	±	±	±
Asche	+	+	+	±	-	+	±	±	±
Schlamm	±	+	+	±	±	±	-	-	-

+ anwendbar      ± bedingt anwendbar      - nicht anwendbar

Anmerkung: \* - aromatische Ringe ≤ 4  
 \*\* - mit 5-6 aromatischen Ringen  
 \*\*\* - aromatische Ringe ≥ 7  
 \*\*\*\* - Daten über die Möglichkeit des PCB-Abbaus mit biologischen Methoden in letzter Zeit erhalten.

## **7.1.2 Bewertung der Anwendbarkeit der Szenarien**

7.1.2.1 Für die Auswahl der passenden Sanierungstechnologien / Methoden kann in bestimmten Fällen die Durchführung von Versuchsarbeiten zur Prüfung der Anwendbarkeit dieser Methoden unter den konkreten Grundstücksbedingungen erforderlich werden (Vorversuche).

7.1.2.2 Im Falle einer Bodenbehandlung wird anhand von Stoffdaten, in Laborversuchen, in komplizierten Fällen auch in Technikumsversuchen oder in Betriebsanlagen geprüft, ob das Sanierungsziel in einer off-site-Anlage erreicht werden kann.

Die Versuchsarbeiten müssen anhand von Proben durchgeführt werden, die für das konkrete Grundstück oder Teile desselben typisch sind, wobei der Zustand des Probenmaterials dem des Anlieferungszustand für die Betriebsanlage entsprechen muss. Die Art der Bearbeitung und die Behandlungsschritte müssen dem Verfahren der Behandlungsanlage entsprechen. Im Ergebnis der durchgeführten Vorversuche kann man Angaben über die Menge und die Zusammensetzung der Abfälle der Betriebsanlage, zu den Verwertungsmöglichkeiten der dekontaminierten Produkte und zur Betriebsweise der Behandlungsanlage erhalten.

7.1.2.3 Zur Beurteilung der Eignung von Oberflächenabdichtungsmaßnahmen oder vertikalen Dichtwänden können je nach Einzelfall Eignungsversuche mit den folgenden Zielsetzungen von Bedeutung sein:

- aufgrund bodenspezifischer Untersuchungen kann festgestellt werden, ob das vorhandene Bodenmaterial für die Erstellung mineralischer Oberflächenabdichtungen geeignet ist;
- Für die vorgesehenen Systeme und Materialien ist unter Berücksichtigung der Qualitätsanforderungen zu prüfen, ob die Stabilität und das Verformungsverhalten des Untergrundes ausreichend und die bautechnische Ausführbarkeit gewährleistet ist.
- Bei vertikalen Dichtwänden kann die Prüfung der grundsätzlichen Eignung bestimmter Dichtwandsuspensionen bzgl. der Untergrundverhältnisse oder der Grundwasserbelastung erforderlich werden.

- 7.1.2.4 Zur Beurteilung der Eignung von Immobilisierungsmaßnahmen ist in der Regel eine Prüfung des Immobilisierungsproduktes notwendig. Vor allem geht es um die Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes an einem Probekörper, die Ermittlung des Schadstoffgehaltes im Eluat, die Ermittlung der Druckfestigkeit und der Zerfallskennziffer nach Endell, sowie gegebenenfalls um Untersuchungen des Langzeitverhaltens.
- 7.1.2.5 Bei Bodenluftsanierungsmaßnahmen sind Vorversuche (Absaugversuche) zur Ermittlung der Absaugbarkeit von Schadstoffen geeignet. Außerdem ermöglichen die erwähnten Versuche die Abschätzung der Reichweite der Absaugung und die Schadstoffentwicklung während des späteren Sanierungsbetriebes, sowie die Dimensionierung der Anlage.
- 7.1.2.6 Bei Maßnahmen zur Grundwassersanierung kann die Erreichbarkeit des vorgegebenen Sanierungsziels mit der vorgeschlagenen Anlagentechnik im Rahmen eines Pilotexperimentes im Technikumsmaßstab überprüft werden. Hierbei ist die Übereinstimmung der geogenen Wasserinhalts- und Schadstoffe im Versuchsmuster mit den Konzentrationen beim späteren Sanierungsbetrieb zu beachten.
- 7.1.2.7 Die Ergebnisse der Vorversuche können zu wichtigen Erkenntnissen bzgl. der Anwendbarkeit geplanter Technologien führen. Sie müssen daher – sofern realisiert – vor der Entwicklung von Sanierungsszenarien abgeschlossen und ausgewertet sein.

### **7.1.3 Kostenabschätzung**

- 7.1.3.1 Ein Bestandteil der Auswahl des Sanierungsszenariums ist die Kostenabschätzung, bei deren Durchführung alle Arten der Haupt- und Nebenkosten (z.B. Kosten für Herstellung, Personal, Betrieb, Bauarbeiten, Analyse und die Abfallagerung) beachtet werden müssen. Es müssen ebenfalls die Nachfolgekosten eines langfristigen Betriebs (Wartung/Reparaturen), sowie einer langfristigen Überwachung (Kontrolle der Systeme, Monitoring des Zustandes usw.) abgeschätzt werden.
- 7.1.3.2 Nach der Kostenabschätzung, als Komponente der Planung und des Prozesses der Entscheidungsfindung, muss eine Analyse bzw. die Gegenüberstellung der erwarteten Nutzen – Kosten (d.h. eine Effektivitätsanalyse) durchgeführt werden. Es existieren verschiedene Vorgehensweisen zur Durchführung einer solchen Nutzen-Kosten-Analyse.
- Die Gegenüberstellung der Kosten ist die elementarste Form der Überprüfung der erwarteten Effekte – Kosten: im Falle der Annahme einer identischen Nutzungsart bei der Realisierung verschiedener Sanierungsszenarien (was im Rahmen einer spezialisierten Einschätzung bewiesen werden muss) wird die Gegenüberstellung mit der Kosteneinschätzung verglichen und gestattet schließlich die Bestimmung des günstigsten Szenariums.
- 7.1.3.3 Im Falle einer Nichtübereinstimmung der ökologischen und ökonomischen Effektivität der Szenarien, wird die Präferenz der ökologischen Komponente gegeben.

### **7.1.4 Abstimmung der Sanierungsszenarien.**

- 7.1.4.1 Im Ergebnis der Begutachtung verschiedener Sanierungsszenarien, der Durchführung zusätzlicher Untersuchungen, Versuche und der ökonomischen Bewertung der Effektivität der Szenarien wird der ökologisch am Besten begründete und ökonomisch effektivste Maßnahmenkomplex zur Rehabilitierung (Sanierung) des Grundstücks festgelegt.
- 7.1.4.2 Der vorgeschlagene Maßnahmenkomplex zur Rehabilitierung (Sanierung) einer Industriebrache wird den Aufsichtsorganen zur Begutachtung und Abstimmung vorgelegt.

## **7.2 Konzept zur Sanierung (Rehabilitation) von Industriebrachen**

Nach Begutachtung des Sanierungsplanes durch die Aufsichtsorgane erfolgt eine Eintragung der Korrekturen und die endgültige Arbeitsplanung. Die Ergebnisse dieses Stadiums werden als **Sanierungskonzept** vorgestellt.

7.2.1. Das Sanierungskonzept muss vor allem folgende Informationen enthalten:

- vollständige Beschreibung der Situation auf dem Objekt,
- Daten über die aktuelle und geplante Nutzung,
- Daten über den Umfang des kontaminierten Gebiets und die Sanierungszonen,
- Beschreibung des Verfahrens und der Sanierungstechnologie einschließlich des Beweises ihrer Anwendbarkeit,
- Folgemaßnahmen (langfristige Aufsicht und Betrieb von Aufbereitungssystemen, Monitoring - Programme etc.),
- Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit der Beschäftigten im Arbeitsprozess (Organisation von schwarz/weiß Bereichen mit Kontrollsystem, Organisation der Reifenwaschung, Organisation von Plätzen für eine vorübergehende Lagerung verschmutzter Böden und Substanzen, partielle oder vollständige Bewachung, Durchführung von medizinischen Untersuchungen des Personals, Verhaltensregeln bei Entstehung einer Extremsituation etc.),
- grafische Darstellung des Sanierungsablaufs, der Eckwerte des Kostenplans und des Plans der Arbeitsorganisation,
- Liste der geforderten Abstimmungen und Genehmigungen.

7.2.2. Bis zur Abstimmung des Sanierungskonzepts in den Aufsichtsämtern müssen die Information der Öffentlichkeit über die voraussichtliche Sanierung erfolgt und Diskussionen geführt worden sein.

7.2.3. Bei der Erarbeitung der Sanierungskonzeption müssen die Probleme des Einflusses der Arbeiten auf das Wohlergehen der Bevölkerung der angrenzenden Territorien berücksichtigt werden:

- Gewährleistung der einzuhaltenden Lärmpegel auf den angrenzenden Territorien;
- Gewährleistung der einzuhaltenden Konzentrationen an Schadstoffen und Staub in der Luft;
- Vermeidung unangenehmer Gerüche

usw.

7.2.4. Die Sanierungskonzeption wird mit den Aufsichtsämtern abgestimmt und ist Grundlage für die Erarbeitung des Sanierungsprojektes (Endprojekt der Arbeiten). Die Begutachtung der Projektdokumentation ist allgemeingültig und erfüllt die entsprechenden Bauvorschriften und Anforderungen.

## **ANLAGE 1.**

### **Verzeichnis normativer Dokumente**

## ***1. Normativ-rechtliche Dokumente***

### **1.1. Gesetze der Russischen Föderation**

1. Über den Umweltschutz. 1991
2. Über die ökologische Expertise. 1995
3. Bodenkodex der RF. 1991
4. Über den Gesundheitsschutz der Bevölkerung, 1991

### **1.2. Erlasse des Präsidenten der RF, Verordnungen der Regierung der RF**

1. Über die Verstärkung der staatlichen Kontrolle hinsichtlich Bodennutzung und –Schutz bei der Durchführung der Bodenreform. Erlass des Präsidenten der Russischen Föderation vom 16.12.1993 N2162
2. Über die Bestätigung der Vorschrift zum Verfahren der Konservierung degradierter Agrarflächen und Böden, die mit toxischen Industrieabfällen und radioaktiven Stoffen kontaminiert sind (incl. Änderungen vom 27. Dezember 1994). Verordnung der Regierung der Russischen Föderation vom 05.08.1992 N555
3. Vorschrift über das Boden - Monitoring in der Russischen Föderation. Angenommen von der Regierung der RF am 17.08.1992.

### **1.3. Örtliche Gesetze**

1. Gesetze zum Bodenschutz in St. Petersburg (regionale Norm). Eingeführt durch Verfügung des Bürgermeisters SPb № 891 vom 30.08.1994.

## ***2. Normativ-methodische Dokumente***

### **2.1. Ressortübergreifende Dokumente**

1. Bewertungskriterien des ökologischen Zustands von Territorien zur Ermittlung von Gebieten mit außerordentlichen ökologischen Situationen und Umweltkatastrophen. Bestätigt von Minpriroda am 30.11.92.

2. Verfahren zur Bestimmung der Schadensgrößen bei Bodenverschmutzungen durch chemische Stoffe, Methodische Hinweise, Gen. Minpriroda der RF am 18.11.93 und Roskomsem am 10.11.93
3. Verfahren über die Vergabeordnung von Lizenzen zur Durchführung von Untersuchungen zur Ermittlung degenerierter und kontaminierter Böden. Genehmigt von Minpriroda der Russischen Föderation am 07.12.93 und Roskomsem Russlands am 01.12.93. Registriert vom Min. f. Justiz Russland am 27.12.93 N451.
4. Methodische Empfehlungen zur Ermittlung degradierter und kontaminierter Böden. Brief von Minpriroda Russlands vom 09.03.1995 N25/8-34.
5. Methodische Empfehlungen zur Ermittlung degradierter und kontaminierter Böden. Brief von Roskomsem vom 27.03.1995 N3-15/582.
6. Methodische Empfehlungen zur Bewertung der Gefahrenstufe der Bodenverschmutzung durch chemische Stoffe. Minsdraw der UdSSR, 1987.

## **2.2. Amtliche Dokumente**

1. Über die Umsetzung der staatlichen Kontrolle bei Bodennutzung und -Schutz. Order von Minpriroda Russlands vom 28.01.1994 N25.
2. Instruktion über die Organisation und Verwirklichung der staatlichen Kontrolle bei Bodennutzung und -Schutz durch die Organe des Minpriroda Russlands. Registriert vom Min. f. Justiz der RF am 16.06.94 N 602. Order des Minpriroda Russlands vom 25.05.1994 N160.
3. Instruktion über die Umsetzung der staatlichen Kontrolle bei Bodennutzung und -Schutz bei Fragen, die in den Kompetenzbereich von Gosstroi Russlands gehören. Registriert vom Min. f. Justiz der RF am 11.03.94 N513.

## **2.3. Maximal zulässige Konzentrationen (MZK) und Richtwerte der zulässigen Konzentrationen (ODK) chemischer Stoffe im Boden**

1. SanPiN 42-128-4433-87. Sanitärnormen maximal zulässiger Konzentrationen chemischer Stoffe in Böden. M., 1988, Minsdraw der UdSSR
2. SanPiN 42-128-4275-87. Arbeitshygienische Grenzwerte der maximal zulässigen Konzentrationen (MZK) und Richtwerte der zulässigen Konzentrationen (ODK) von Pestiziden im Boden. MS der UdSSR, 1987.

3. SanPiN 6229-91. Verzeichnis der maximal zulässigen Konzentrationen (MZK) und Richtwerte der zulässigen Konzentrationen (ODK) chemischer Stoffe im Boden. Minsdraw der UdSSR, 1991.
4. Die Ergänzung N1 zum Verzeichnis MZK und ODK N6229-91. Richtwerte der zulässigen Konzentrationen (ODK) von Schwermetallen und Arsen in Böden. Hygienenormen HN 2.1.7.020-94.
5. Maximal zulässige Konzentrationen (MZK) von Pestiziden in Böden. Liste N2, M., MS der UdSSR, 1981.
6. Maximal zulässige Konzentrationen (MZK) von Pestiziden in Böden. Liste N3, M., MS der UdSSR, 1982.
7. Methodische Empfehlungen zur hygienischen Begründung der MZK chemischer Stoffe in Böden. Minsdraw der UdSSR, 1982.

#### **2.4. Entnahme, Transport und Aufbewahrung der Proben.**

1. GOST 17.4.3.03-83. Naturschutz. Allgemeine Anforderungen an die Probenahme.
2. GOST 17.4.4.02-84. Naturschutz. Böden. Methoden der Entnahme und Vorbereitung der Proben für die chemischen, bakteriologischen und helminthologischen Analysen.
3. Instruktion über die Entnahme von Bodenproben bei einer Strahlungsuntersuchung eines kontaminierten Geländes. Gen. Goskomhydromet der UdSSR, 1987.

#### **2.5. Methodische Hinweise zur analytischen Bodenkontrolle.**

1. Provisorische methodische Empfehlungen zur Kontrolle der Bodenkontaminationen. M., Hydrometioisdat, 1983.
2. Provisorische methodische Empfehlungen zur Kontrolle der Bodenkontaminationen. Teil II. Erdölprodukte. Goskomhydromet, IEM, 1984.
3. Methodische Empfehlungen zur Durchführung von Feld- und Laborversuchen von Böden und Pflanzen bei Kontrolle der Umweltverschmutzung durch Metalle. Goskomhydromet, 1981.
4. Methodische Empfehlungen zur Bestimmung niedriger Konzentrationen toxischer und extremtoxischer Stoffe in unterschiedlichen Medien und die Migrationsetappen (in unterschiedli-

cher Form) dieser Stoffe in der Umwelt. M., 1985, Gen. Minsdraw der UdSSR vom 06.06.85 N3901-85.

5. Methodische Empfehlungen zur Bestimmung niedriger Konzentrationen toxischer und extremtoxischer Stoffe in unterschiedlichen Medien und die Migrationsetappen (in unterschiedlicher Form) dieser Stoffe in der Umwelt. M., 1986, AdW der UdSSR, Minsdraw der UdSSR.

6. Methodische Empfehlungen zur Bewertung des Gefahrenpotentials der Bodenverschmutzung mit chemischen Stoffen. N4266-87, M., 1987, Minsdraw der UdSSR.

7. Methodische Empfehlungen zur Bewertung des Gefahrenpotentials der Bodenverschmutzung mit chemischen Stoffen. M., 1987, Minsdraw der UdSSR vom 13.03.87 N4266-87.

8. Verzeichnis der Methoden zur Analyse der Bodenabdeckung. Minpriroda der RF, ZSI, 1992

9. Felduntersuchung und Kartierung des Verschmutzungsniveaus, Bodenkontrolle technogener Freisetzungen über die Atmosphäre. Methodische Hinweise. WASHNIL, Bodeninstitut nam. W. W. Dokuchajew, 1980

10. RD 39-0147098-015-90. Instruktionen zur Kontrolle des Zustands der Böden in Objekten der Unternehmen von Minnefteprom. Minneftegasprom, 1989.

11. RD 52.18.288-90. Methoden zur Durchführung von Messungen des Masseanteils des Herbizids Natriumtrichlorazetat in Bodenproben mittels Flüssiggaschromatographie. Staatl. Komitee der UdSSR für Hydrometeorologie. M. 1990.

12. RD 52.18.188-89. Methoden zur Durchführung von Messungen des Masseanteiles an Triazin - Herbiziden von Simasin und Prometrin in Bodenproben mittels Flüssiggaschromatographie. Staatskomitee der UdSSR für Hydrometeorologie. M. 1990.

13. RD 52.18.310-92. Methodik der Durchführung von Messungen des Massenanteiles an phosphororganischen Pestiziden von Parathion-Methyl, Phosalon, Dimetoat in Bodenproben mittels Flüssiggaschromatographie. Min. f. Ökologie der Russischen Föderation, Komitee für Hydrometeorologie und Umwelt - Monitoring. M. 1992.

14. RD 52.18.166-89. Naturschutz. Böden. Anforderungen an die Methoden zur Rückgewinnung von Pestiziden und Wachstumsregulatoren für Pflanzen aus Bodenproben. Staatliches Komitee für Hydrometeorologie. M. 1989.

15. RD 52.18.263-90. Richtlinie. Naturschutz, Geosphäre. Organisation und Durchführungsverfahren von Beobachtungen des Gehalts an Restmengen von Pestiziden, Wachstumsregulatoren

für Pflanzen und die toxischen Hauptprodukte ihres Zerfalls in Nutzpflanzen und der Umwelt. Staatliches Komitee für Hydrometeorologie. M. 1990.

16. RD 52.18.191-89. Methodik der Durchführung von Messungen des Massenanteiles säurelöslicher Formen der Metalle (Kupfer, Blei, Zink, Nickel, Kadmium) in Bodenproben mittels Atomabsorptionsanalyse. M. 1990.

17. Hygienische Normierung der chemischen Stoffe im Boden. Anleitung. 1986.

## **2.6. Methoden der analytischen Bodenkontrolle**

### **2.6.1. Bestimmung der Schwermetalle**

1. RD 52.18.286-91. Methodische Hinweise. Methodik der Durchführung von Messungen des Massenanteiles wasserlöslicher Formen der Metalle (Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Kadmium, Kobalt, Chrom, Mangan) in Bodenproben mittels der Atomabsorptionsmethode.

2. RD 52.18.289-90. Methodische Hinweise. Methodik der Durchführung von Messungen des Masseanteils instabiler Formen der Metalle (Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Kadmium, Kobalt, Chrom, Mangan) in Bodenproben mittels der Atomabsorptionsmethode.

3. Chemische Mengenanalyse der Böden. Methodik der Durchführung von Messungen der Massekonzentrationen an Quecksilber in Bodenproben mittels flammenloser Atomabsorption mit thermischer Spaltung der Proben. PND F 16.1.1-96.

4. Chemische Mengenanalyse der Böden. Methodik der Durchführung von Messungen der Massekonzentrationen instabiler Formen von Zink in Bodenproben auf dem Flüssigkeitsanalysator „Fluorat-02“. PND F 16.1.1-96.

### **2.6.2. Bestimmung organischer Verbindungen**

1. RD 52.18.264-90. Methodische Hinweise. Methodik der Durchführung von Messungen des Masseanteils an 2,4-D in Bodenproben mittels Flüssiggaschromatographie. Goskomgidromet, 1990.

2. RD 52.18.180-89. Methodische Hinweise. Methodik der Durchführung von Messungen des Masseanteils an Pestiziden p,p - DDT, p,p - DDE,  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, Trifluoranilin in Bodenproben mittels Flüssiggaschromatographie. Goskomgidromet, 1989.

3. Chemische Mengenanalyse der Böden. Methodik der Durchführung von Messungen der Massenkonzentrationen instabiler Formen des Bors in Bodenproben auf dem Flüssigkeitsanalysator "Fluorat-02". PND F 16.1.1-96

## **2.7. Messtechnische Sicherung**

1. GOST 17.0.0.01-76. Naturschutz. System von Normen auf dem Gebiet des Naturschutzes und der Verbesserung der Nutzung der Naturschätze.
2. GOST 17.0.0.02-79. Naturschutz. Böden. Messtechnische Sicherung zur Kontrolle der Belastung von Atmosphäre, Oberflächengewässern und Böden.
3. GOST 17.2.2.01-81 (RGW 4470-84) Naturschutz. Böden. Nomenklatur der Kennziffern des hygienischen Zustandes.
4. GOST 17.4.1.02-83. Naturschutz. Böden. Klassifikation der chemischen Stoffe für die Kontrolle der Belastung.
5. GOST 17.4.1.03-84. Naturschutz. Böden. Termini und Bestimmungen der chemischen Belastung.
6. GOST 17.4.3.01-83. Naturschutz. Böden. Allgemeine Anforderungen an die Methoden zur Bestimmung der Schadstoffe.
7. GOST 17.4.3.04-85 Naturschutz. Böden. Allgemeine Anforderungen an die Kontrolle und den Schutz vor Belastungen.
8. GOST 17.4.3.06-86. Naturschutz. Böden. Allgemeine Anforderungen an die Klassifikation der Böden entsprechend ihrer Beeinflussung durch chemische Schadstoffe.
9. GOST 17.4.3.03.-85. (RGW 4469-84). Böden. Allgemeine Anforderungen an die Methoden zu Schadstoffbestimmung.
10. GOST 17.4.4.01-84. Naturschutz. Böden. Methoden der Bestimmung der Kapazität des Kationenaustausches.

## **3. Sonstige Quellen**

1. Statistics and data analysis in geology. John C/Davis, 1973, 1986.
2. Baugesetzbuch der Bundesrepublik Deutschland, 1986

3. „Emissionsschutzgesetz“ der Bundesrepublik Deutschland, 1990
4. Gesetz der Bundesrepublik Deutschland über "Technische Schlämme", 1992
5. Konzeption zur Organisation von Territorien zur langwierigen Beobachtung des Bodenzustands, SAG, München, 1991
6. Merkblatt zur Beobachtung des Bodenzustands und Gewährleistung der Fixierung der Kennziffern des Zustandes bei Anwesenheit von Schadstoffquellen. Geologisches Amt des Freistaates Bayern, 1992
7. Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit auf dem Gebiet des Bodenschutzes. / Unterlagen des Russisch – Deutschen Symposiums, M., 1995

## **ANLAGE 2.**

### **Informationsmaterialien**

Anlage 2.1.

**Zuordnung der chemischen Stoffe, die in die Böden durch Emissionen, Einleitungen, Abfälle eindringen zu den Gefahrenklassen.\***

Gefahrenklasse	Chemisches Element oder Verbindung
I (hochgefährlich)	Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei, Selen, Zink, Fluor, benz(a)pyren
II (gefährlich)	Bor, Kobalt, Nickel, Molybdän, Kupfer, Antimon, Chrom
III (wenig gefährlich)	Barium, Vanadium, Wolfram, Mangan, Strontium, Acetophenon

\* - siehe GOST 17.4.1.02-83 «Naturschutz. Böden. Klassifizierung der chemischen Stoffe zur Kontrolle der Belastungen»

Anlage 2.2.

**Richtwertskala der Gefahr der Bodenverschmutzung entsprechend der summarischen Belastungskennziffer  $Z_c$ \***

Kategorie der Belastung	Kennziffer $Z_c$	Veränderung der Gesundheitskennziffern der Bevölkerung in Verschmutzungsherden
zulässig	< 16	Niedrigste Stufe der Erkrankung von Kindern und minimales Niveau des Auftretens von Funktionsstörungen
mäßig gefährlich	16 - 32	Erhöhung der allgemeinen Erkrankungshäufigkeit
gefährlich	32 – 128	Erhöhung der allgemeinen Erkrankungshäufigkeit, der Anzahl oft erkrankter Kinder, von Kindern mit chronischen Erkrankungen, Funktionsstörungen des Herz – Kreislauf - Systems
hochgefährlich	> 128	Erhöhung der Erkrankungshäufigkeit von Kindern, Störung der Reproduktionsfunktion der Frauen (Anstieg der Schwangerschaftstoxikosen, der Zahl der Frühgeburten, Totgeburten, Hypotrophien von Neugeborenen)

\* - siehe MU 2.1.7.730-99

**Statistische Charakteristika der Hintergrundselektion**

(mg/kg absolute Trockenmasse).\*

Elemente	Minimum	Maximum	Arithmetisches Mittel	Standardabweichungen
<b>Elemente der 1. Gefahrenklasse</b>				
Hg	0,01	0,12	0,03	0,02
Pb	2,00	44,00	19,11	8,12
As	1,50	6,00	2,62	1,20
Cd	0,01	0,57	0,17	0,12
Zn	15,00	70,00	43,10	11,40
<b>Elemente der 2. Gefahrenklasse</b>				
Ni	5,00	30,00	15,30	5,70
Co	2,50	7,00	4,10	1,50
Cr	0,10	30,00	12,50	6,60
Mo	0,50	1,50	1,08	0,21
Cu	10,00	30,00	18,00	5,00
Sb	0,05	0,50	0,15	0,09
<b>Elemente der 3. Gefahrenklasse</b>				
Mn	50,00	300,00	117,70	61,90
V	5,00	30,00	16,20	5,80
Sr	10,00	283,00	162,25	57,68
Ba	100,00	300,00	202,00	44,00
<b>sonstige Elemente</b>				
Ti	250,00	5000,00	1522,00	1197,00
Zr	50,00	300,00	139,80	63,80
Nb	5,00	10,00	5,40	1,30
Sn	0,50	3,00	1,37	0,57
Ge	0,10	1,00	0,59	0,20
Ga	2,50	20,00	11,00	5,00
Be	0,20	2,00	0,70	0,50
Yb	5,00	50,00	16,70	11,20
P	30,00	700,00	302,90	138,50
Li	1,00	30,00	15,80	5,20
Bi	0,05	0,60	0,19	0,15
Tl	0,10	0,50	0,29	0,13
Se	1,00	1,00	1,00	-
Ag	0,01	0,06	0,01	0,01
Na	0,20	20,00	11,89	4,94
K	4,70	25,60	17,63	4,41
Li	2,60	26,10	9,71	4,83
Rb	19,40	107,70	67,01	18,90
Cs	0,50	3,60	1,54	0,66
U	0,36	3,60	1,55	0,74

\* - siehe "Ökologische Situation in St. Petersburg, 1992 (analytische Übersicht)", Lenkomökologia, 1993.

**Gehalt an Elementen in den Böden St. Petersburgs**  
(mg/kg absolute Trockenmasse).\*

Elemente	Statistische Charakteristiken			
	Minimum	Maximum	Durchschnittlicher Gehalt	Standardabweichungen
<b>Elemente der 1. Gefahrenklasse</b>				
Hg	0,001	230,00	0,38	2,50
Pb	2,00	29448,00	125,40	457,56
As	0,10	600,00	4,60	10,54
Cd	0,01	397,60	0,94	6,28
Zn	15,00	45000,00	393,19	980,72
Se	0,50	861,00	1,29	10,74
<b>Elemente der 2. Gefahrenklasse</b>				
Ni	0,75	7000,00	37,04	117,58
Co	0,75	1000,00	9,68	16,33
Cr	0,80	30000,00	66,20	507,81
Mo	0,35	500,00	2,57	8,76
Cu	3,00	15000,00	92,58	347,81
Sb	0,01	500,00	1,21	6,16
<b>Elemente der 3. Gefahrenklasse</b>				
Mn	10,00	70000,00	337,56	862,49
V	0,80	10000,00	31,23	107,53
Sr	20,00	10000,00	137,08	162,60
Ba	10,00	50000,00	438,89	1069,34
W	0,80	1500,00	6,34	25,64
<b>sonstige Elemente</b>				
Ti	50,00	47000,00	2906,92	1649,16
Zr	15,00	2000,00	173,43	92,72
Nb	1,00	300,00	7,36	4,70
Ag	0,01	100,00	0,32	1,72
Sn	0,50	2000,00	11,09	40,32
Ge	0,08	150,00	0,88	1,64
Ga	1,00	330,00	17,92	7,38
Be	0,20	30,00	1,14	0,92
Yb	1,00	150,00	19,93	11,01
P	10,00	45000,00	758,02	1360,12
Li	0,80	500,00	28,68	16,88
Bi	0,01	99,30	0,45	1,93
Tl	0,04	21,70	0,66	1,72

\* - lt. Angaben des Regionalen geoökologischen Zentrums - Filiale des GUP "Newskgeologia" (Umfang der Auslese 11882 Proben)

Anlage 2.5.

**Gehalt an prioritären organischen Giftstoffen in den Böden von St. Petersburg**  
( $\mu\text{g/kg}$  absolute Trockenmasse).\*

Stoffe	MZK (ODK) im Boden	Statistische Charakteristiken			
		Minimum	Maximum	Durchschnittlicher Gehalt	Standardabweichung
<b>Benz(a)pyren</b>	20	0,10	2667,00	82,54	264,20
<b>Polychlorbiphenyle</b>	60	0,50	2640,00	40,00	177,48
<b>Chlororganische Pestizide</b>					
Hexachlorbenzol	100	0,50	31,20	1,33	3,71
Summe Hexachlorcyclohexane	100	0,50	55,00	1,79	6,49
Summe DDT	100	0,50	4780,00	70,85	355,49
<b>Erdölprodukte</b> mg/kg (Einheit MZK)	180	0,30	21000,00	419,23	1468,35

\* - lt. Angaben des Regionalen geoökologischen Zentrums - Filiale des GUP "Newskgeologia" (Umfang der Auslese 648 Proben)

**Schadstoffniveaus der Böden bei Territorien der 1. Kategorie**  
(Kinder- und Heileinrichtungen, Nebenwirtschaften, Trinkwasserschutzgebiete)

Stoff	Gehalt in mg/kg Trockenmasse, entspricht dem Schadstoffniveau			
	1. Niveau zulässig	2. Niveau gemäßigt	3. Niveau hoch	4. Niveau gefährlich
Cadmium	<ODK	von ODK bis 3	von 3 bis 10	> 10
Blei	< ODK	von ODK bis 200	von 200 bis 250	> 250
Quecksilber	<MZK	von MZK bis 3	von 3 bis 5	> 5
Arsen	<ODK	von ODK bis 20	von 20 bis 45	> 45
Zink	<ODK	von ODK bis 500	von 500 bis 1000	> 1000
Kupfer	< ODK	von ODK bis 180	von 180 bis 200	> 200
Kobalt	< 15	von 15 bis 50	von 50 bis 150	> 150
Nickel	< 40	von 40 bis 70	von 70 bis 150	> 150
Chrom	< 60	von 60 bis 200	von 200 bis 250	> 250
Antimon	< 2	von 2 bis 4,5	von 4,5 bis 10	> 10
Vanadium	<MZK	von MZK bis 225	von 225 bis 300	> 300
Mangan	<1100	von 1100 bis 1500	von 1500 bis 2000	> 2000
Benz(a)pyren	<MZK	von MZK bis 0,1	von 0,1 bis 0,25 (oder $\Sigma$ PAK <20,5)	> 0,25 (oder $\Sigma$ PAK >20,5)
Hexachlorbenzol	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 2	> 2
Hexachlorcyclohexan	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 2	> 2
DDT	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 2	> 2
Polychlorbiphenyle	<MZK	von MZK bis 0,2	von 0,2 bis 1	> 1
Erdölprodukte	300	von 300 bis 500	von 500 bis 1000	1000

**Schadstoffniveaus der Böden bei Territorien der 2. Kategorie***(landwirtschaftliche Nutzflächen, Erholungsgebiete, Wohn- und Wirtschaftszonen)*

Stoff	Gehalt in mg/kg Trockenmasse, entspricht dem Schadstoffniveau			
	1. Niveau zulässig	2. Niveau gemäßigt	3. Niveau hoch	4. Niveau gefährlich
Cadmium	<ODK	von ODK bis 5	von 5 bis 10	> 10
Blei	<ODK	von ODK bis 250	von 250 bis 400	> 400
Quecksilber	<MZK	von MZK bis 5	von 5 bis 10	> 10
Arsen	<ODK	von ODK bis 30	von 30 bis 50	> 50
Zink	<ODK	von ODK bis 1000	von 1000 bis 2000	> 2000
Kupfer	<ODK	von ODK bis 200	von 200 bis 300	> 300
Kobalt	< 15	von 15 bis 50	von 50 bis 150	> 150
Nickel	< 40	von 40 bis 150	von 150 bis 300	> 300
Chrom	< 60	von 60 bis 250	von 250 bis 500	> 500
Antimon	< 2	von 2 bis 8	von 8 bis 15	> 15
Vanadium	<MZK	von MZK bis 225	von 225 bis 300	> 300
Mangan	<1100	von 1100 bis 1500	von 1500 bis 3000	> 3000
Benz(a)pyren	<MZK	von MZK bis 0,1	von 0,1 bis 0,25 (oder $\Sigma$ PAK <20,5)	> 0,25 (oder $\Sigma$ PAK >20,5)
Hexachlorbenzol	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 8	> 8
Hexachlorcyclohexan	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 10	> 10
DDT	<MZK	von MZK bis 0,5	von 0,5 bis 25	> 25
Polychlorbiphenyle	<MZK	von MZK bis 0,4	von 0,4 bis 2	> 2
Erdölprodukte	300	von 300 bis 700	von 700 bis 2000	2000

**Schadstoffniveaus der Böden bei Territorien der 3. Kategorie**  
(Produktions- und Verkehrszonen)

Stoff	Gehalt in mg/kg Trockenmasse, entspricht dem Schadstoffniveau			
	1. Niveau zulässig	2. Niveau gemäßigt	3. Niveau hoch	4. Niveau gefährlich
Cadmium	<ODK	von ODK bis 5	von 5 bis 20	> 20
Blei	<ODK	von ODK bis 400	von 400 bis 600	> 600
Quecksilber	<MZK	von MZK bis 10	von 10 bis 20	> 20
Arsen	<ODK	von ODK bis 50	von 50 bis 140	> 140
Zink	<ODK	von ODK bis 1500	von 1500 bis 3000	> 3000
Kupfer	<ODK	von ODK bis 300	von 300 bis 500	> 500
Kobalt	< 15	von 15 bis 150	von 150 bis 300	> 300
Nickel	< 40	von 40 bis 300	von 150 bis 500	> 500
Chrom	< 60	von 60 bis 500	von 500 bis 800	> 800
Antimon	< 2	von 2 bis 10	von 10 bis 20	> 20
Vanadium	<MZK	von MZK bis 300	von 300 bis 350	> 350
Mangan	<1100	von 1100 bis 2000	von 2000 bis 3000	> 3000
Benz(a)pyren	<MZK	von MZK bis 0,25	von 0,25 bis 0,5 (oder $\Sigma$ PAK <3000)	> 0,5 (oder $\Sigma$ PAK >3000)
Hexachlorbenzol	<MZK	von MZK bis 5	von 5 bis 50	> 50
Hexachlorcyclohexan	<MZK	von MZK bis 5	von 5 bis 50	> 50
DDT	<MZK	von MZK bis 5	von 5 bis 50	> 50
Polychlorbiphenyle	<MZK	von MZK bis 1	von 1 bis 10	> 10
Erdölprodukte	1000	von 1000 bis 2000	von 2000 bis 5000	>5000

**Zuordnungskennziffern der Bauabfälle zu den möglichen Nutzungsgruppen**

Parameter	Dimension	Nutzungsgruppen			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	100	300	500	1000
Summe PAK	mg/kg	1	5 <sup>2)</sup>	15 <sup>3)</sup>	75
Summe PCB	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	20	30	50	150
Blei	mg/kg	100	200	300	1.000
Cadmium	mg/kg	0,6	1	3	10
Chrom (natürl.)	mg/kg	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,3	1	3	10
Thallium	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	120	300	500	1.500
Zyanide (natürl.)	mg/kg	1	10	30	100

Z 0 unbegrenzte Nutzung

Z 1.1 begrenzte Nutzung bei Verwendung im offenen Gelände

Z 1.2 begrenzte Nutzung bei Verwendung im offenen Gelände auf Flächen mit günstiger hydro-geologischer Situation

Z 2 begrenzte Nutzung bei Realisierung bestimmter technischer Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit

<sup>2)</sup> die Kennziffern für Benz(a)pyren und Naphthalin separat genommen müssen <0.5 sein

<sup>3)</sup> die Kennziffern für Benz(a)pyren und Naphthalin separat genommen müssen <0.5 sein

**Liste der Organisationen, die berechtigt sind mit radioaktiven Abfällen umzugehen**

Nr.	Name der Organisation	Adresse, Telefon
1.	Russisches geoökologisches Zentrum – Filiale von FGUP «Urangeo»	
2.	GUP «Ingenieurzentrum für ökologische Arbeiten»	