

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	Branchenbezogene Merkblätter zur Altlastenbehandlung	Bearbeiter:	Stand:10/2008 Lausch/Sohr
Referat Grundwasser, Altlasten	17: Tierhaltungsanlagen/Güllelastflächen		Seiten: 21

1 Branchentypisches Schadstoffpotential

1.1 Gesetzliche Grundlagen

Die folgende Aufzählung gibt eine zusammenfassende Übersicht über Richtlinien und Normen, die im Zusammenhang mit der Altlastenproblematik relevant sein können, für die Branche Tierhaltung / Massentierhaltung in der DDR.

TGL – Nr.

- 37768/01 Reinigung und Desinfektion in Tierhaltungsanlagen: Rahmenvorschriften
- 37768/02 Reinigung und Desinfektion in Tierhaltungsanlagen: Reinigung und prophylaktische Desinfektion
- 37768/03 Reinigung und Desinfektion in Tierhaltungsanlagen: Verhütung und Bekämpfung von Tierseuchen
- 37768/02-03 Desinfektionsverordnung von Großberkmannsdorf
- 29815 Veterinärwesen: Tierseuchenalarmplan
- 31557 Veterinärwesen: Rahmenvorschrift zur Erarbeitung von Tierhygieneordnungen
- 34311 Schadnager tilgung und –prophylaxe in Anlagen industriemäßiger Rinder-, Schweine- und Geflügelproduktion
- 82037 (01/02/03/07) Reinigungs- und Desinfektionsverfahren für die Milchindustrie
- 22499/01 Geflügelproduktion, Broilermast
- 24867 Geflügelproduktion; Durchführung der Brut mit Brutmaschinen
- 32303/01 Rinderproduktion; Milchproduktion; Technische Kennwerte
- 20843/01 Schweineproduktion;
- 24113 Terminologie der Rinderzucht
- 24114 Terminologie der Schweinezucht
- 21875/01 Futtermittel; Prüfung von Futtermitteln, Attestierung und Bewertung

Weitere gültige Standards der ehemaligen DDR im „Verzeichnis staatlicher Standards der DDR 1989, Band 1 bis 3“; Berlin, Verlag für Standardisierung, 1989

Folgende DIN – Bestimmungen, Verordnungen und gesetzliche Regelungen sind aktuell:

EGV 2112/03, Verordnung (EG) Nr. 2112/2003 der Kommission vom 1. Dezember 2003 zur Berichtigung der Verordnung (EG) Nr. 1334/2003 zur Änderung der Bedingungen für die Zulassung einer Reihe von zur Gruppe der Spurenelemente zählenden Futtermittelzusatzstoffen, Ausgabe:2003-12-01

EGV 1334/03, Verordnung (EG) Nr. 1334/2003 der Kommission vom 25. Juli 2003 zur Änderung der Bedingungen für die Zulassung einer Reihe von zur Gruppe der Spurenelemente zählenden Futtermittelzusatzstoffen, Ausgabe:2003-07-25, Veröffentlicht in: ABl EU (2003), einschließlich aller technisch relevanten Änderungen

EGV 1334/03Ber, Berichtigung der Verordnung (EG) Nr. 1334/2003 der Kommission vom 25. Juli 2003 zur Änderung der Bedingungen für die Zulassung einer Reihe von zur Gruppe

der Spurenelemente zählenden Futtermittelzusatzstoffen, Ausgabe: 2004-01-21 Veröffentlicht in: ABI EU (2004)

Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung

1.2 Einteilung

Arznei- und Tierarzneimittel sowohl Futtermittelzusatzstoffe wurden und werden in großen Mengen in der Human- und Veterinärmedizin sowie Tierfütterung eingesetzt. Viele Untergrundverunreinigungen sind auf Ursachen aus der Vergangenheit, d. h. auf Altlasten, zurückzuführen. Die Intensivtierhaltung gehört zu jenen Branchen, deren ehemalige Standorte als Altlastenverdachtsfälle eingestuft werden. Dazu gehören die Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung. Die Tiere wurden vorwiegend in landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften gehalten (84% der Rinder, 90% der Kühe, 70% der Schweine, 75% der Schafe). Diese Tierproduktionsanlagen wurden industriell betrieben und sowohl hinsichtlich des Futtermitelesinsatzes als auch der Bereitstellung von Maschinen, Anlagen, Ausrüstungen und Tierarzneimitteln bevorzugt. Seit den 50er Jahren war in der ehemaligen DDR der Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen (Mineralstoffe, Vitamine, Aminosäuren und Ergotropika) in der Tierernährung allgemein üblich geworden. Durch den Zusatz von Mineralstoffen bzw. Vitaminen zum Mischfutter wurde eine industriemäßige Erzeugung von Fleisch, Milch und Eiern ermöglicht.

In der DDR wurden folgende Futtermischungen hergestellt, die Futtermittelzusatzstoffe enthielten:

- Mischfuttermittel
- Wirkstoffmischungen
- Mineralstoffmischungen.

Die Mischfuttermittel dienten als Alleinfutter oder zur Ergänzung des Grundfutters. Unter Mischfutter verstand man Mischungen aus Futterstoffen hoher Energiekonzentration in entsprechender Aufbereitung, deren Gebrauchswert durch:

- den energetischen Futterwert
- den Gehalt an speziellen Nährstoffen (z. B. Rohprotein)
- diätetische, hygienische und verzehrsbestimmende Eigenschaften

bestimmt war. Diese Mischfutter wurden nach rechtsverbindlichen staatlichen Qualitätsanforderungen hergestellt und unterlagen einer staatlich organisierten Qualitätskontrolle. Der Hauptanteil an der gesamten Mischfutterproduktion fiel auf Mischfutter für Schweine, gefolgt von Rinder- und Geflügelmischfutter.

Tabelle 1: Mischfutterproduktion in der ehemaligen DDR (in 1000 Tonnen) [nach Fachverband der Futtermittelindustrie 1992]

Jahr	Mischfutter für			
	Schwein	Geflügel	Rind	gesamt
1965	1000	400	300	1700
1970	1400	900	600	2900
1980	3100	1200	1400	5700
1989	3900	1200	1700	6800

Wirkstoffmischungen wurden ebenfalls nach staatlichen Qualitätsanforderungen hergestellt. Sie enthielten einen Trägerstoff (Schrot, Kleie), in den Vitamine, Antibiotika sowie bestimmte Schutzstoffe (Antioxidantien) eingemischt waren. Sie wurden dem Futter zugesetzt.

Mineralstoffmischungen waren nach staatlichen Qualitätsanforderungen hergestellte Mischungen aus anorganischen Substanzen, die der staatlichen Qualitätskontrolle unterlagen und die sowohl dem Mischfutter zugesetzt als auch direkt zur Fütterung verabreicht wurden.

Weiterhin wurden Tierarzneimittel verabreicht, die besonders zur Prophylaxe in der Massentierhaltung der DDR eine große Bedeutung hatten, da bei Ausbruch einer Epidemie ganze Tierbestände vernichtet werden konnten. Der Einsatz oblag dem tiermedizinischen Dienst und Tierärzten. Zu den Arzneimitteln gehören u. a. Fertigarzneimittel, Seren, Impfstoffe, Testalergene, Testseren sowie Fütterungsarzneimittel.

1.3 Relevante Teilflächen

Rinderställe

- Krankenstall

Eine wesentliche Eintragsquelle von Tierarzneimitteln und deren Metabolite in die Umwelt stellte der Krankenstall dar. Hier wurden die meisten erkrankten Tiere gehalten und demzufolge auch intensive Behandlungen unter Verwendung von Tierarzneimitteln vorgenommen. Ausgesprochene Krankenställe gab es i. d. R. aber nur in größeren Anlagen.

- Abkalbestall bzw. –abteil

In diesem Bereich wurden die Kühe im geburtsnahen Zeitraum (wenige Tage vor der Geburt bis zum Abschluss der Kolostralperiode) gehalten, tierärztlich behandelt und auch mit Tierarzneimitteln versorgt.

- Kälberstall

Im Kälberstall erfolgten verstärkt umfangreiche Behandlungen, insbesondere bei den Kälbern bis zum Alter von drei bis vier Wochen.

- Melkstand

Im Melkstand wurden Desinfektionsmittel zur Euter- und Melkbecherzwischeninfektion eingesetzt.

- Klauenbad

Das Klauenbad muss als hauptsächliche Eintragsquelle von Kupfersulfat in die Umwelt angesehen werden. Hier ist es durch die benetzten Tierklauen auch zu einer Verschleppung des Badinhaltes in die unmittelbare Umgebung des Bades gekommen. Je nach Einzelfall muss geklärt werden, inwieweit die Umgebung versiegelt war und entsprechende Ablaufkanäle die verschleppten Rückstände wieder gesammelt haben.

- Güllekanäle und Güllebehälter

Die nicht abgebauten Tierarzneimittel im Körper der Tiere bzw. deren Metabolite wurden mit der Gülle ausgeschieden. In diesen Kanälen bzw. Behältern sammelten sich alle restlichen nicht abgebauten Tierarzneimittel und deren Metabolite, bevor sie mit der Gülle auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wurden. Im Einzelfall ist zu klären, inwieweit mögliche Risse und Undichtheiten im Fußboden und insbesondere in Klauenbädern, Güllekanälen und –behältern zu berücksichtigen sind.

- Güllehochlastflächen

Güllehochlastflächen sind nicht eindeutig definiert. Eine Definition nach (ÖNU) lautet: Güllehochlastflächen sind Flächen, auf denen bei landwirtschaftlicher oder forstwirtschaftlicher Nutzung überdurchschnittliche Mengen an Flüssigmist aufgebracht wurden (über 10 Jahre

mehr als 3000 kg N/ha bzw. mehr als 450 kg P/ha). So wird die sichere Identifizierung einer Güllehochlastfläche mit Hilfe des Parameters doppelaktlöslicher Phosphor (> 120 mg/kg in der Ackerkrume, > 80 mg/kg bei 0,3...0,6 m) vorgeschlagen. Es handelt sich hier um Flächen, die überdurchschnittlich über viele Jahre mit Flüssigmist beaufschlagt wurden. Diese Flächen werden im weiteren Text Güllelastflächen genannt.

Schweinemastanlagen

- **Krankenstall**
Eine wesentliche Eintragsquelle von Tierarzneimitteln und deren Metabolite in die Umwelt stellte der Krankenstall dar. Hier wurden die meisten erkrankten Tiere gehalten und demzufolge auch intensive Behandlungen unter Verwendung von Tierarzneimitteln vorgenommen.
- **Abferkelstall bzw. –abteil**
In diesem Bereich wurden die Schweine im geburtsnahen Zeitraum (wenige Tage vor der Abferkelung bis zum Abschluss der Säugezeit) gehalten, tierärztlich behandelt und auch mit Tierarzneimitteln versorgt.
- **Läuferstall**
Im Kälberstall erfolgten verstärkt umfangreiche Behandlungen, insbesondere bei frisch abgesetzten Läufern.
- **Güllekanäle und Güllebehälter**
In den Güllekanälen und letztendlich im Güllebehälter sammelten sich alle restlichen nicht abgebauten Tierarzneimittel an, bevor sie mit der Gülle auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht wurden. Im Einzelfall ist zu klären, inwieweit mögliche Risse und Undichtheiten im Fußboden und insbesondere in Klauenbädern, Güllekanälen und –behältern zu berücksichtigen sind.
- **Güllehochlastflächen**
Siehe Erläuterung bei den Rinderställen

Geflügelzuchtanlagen

- **Nähe der Nippeltränken**
Eine wesentliche Eintragsquelle von Tierarzneimitteln und deren Metabolite in die Umwelt von Ställen der Geflügelhaltung stellten die Bereiche in der Nähe der Nippeltränken dar, denn Medikamente wurden hauptsächlich über das Tränkwasser an Küken bis zum 10. Lebenstag verabreicht.
- **Güllekanäle und Güllebehälter**
In den Güllekanälen und letztendlich im Güllebehälter sammelten sich alle restlichen nicht abgebauten Tierarzneimittel an, bevor sie mit der Gülle auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht wurden.
Es ist davon auszugehen, dass alle einer Tierproduktionsanlage zugeführten Futtermittelzusatzstoffe und Tierarzneimittel zum Einsatz kamen, so dass mit Rückständen von Originalstoffen nicht zu rechnen ist. Ausnahmen könnten alte Lagerbestände sein. Verluste bei der Handhabung sind hinsichtlich einer Kontamination als bedeutungslos anzusehen. Die Gülle stellt den Hauptaustragungspfad der Wirkstoffe aus der Tierproduktionsanlage dar. Nach Zwischenlagerung in Güllebehältern wurde sie auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen ausgebracht. Die Gülle stellt somit, abgesehen von der Emission klimarelevanter Spurengase, die wesentliche Quelle einer möglichen Umweltkontamination durch die Tierproduktionsanlage dar.

1.4 Altlastenrelevante Stoffe

1.4.1 Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln

Reinigungs- und Desinfektionsmittel wurden in Anlagen der Schweine-, Hühner- und Rinderhaltung in großem Umfang eingesetzt. Ihre Anwendung diente zum einen der Aufrechterhaltung der Hygiene und Vorbeugung von Krankheitsausbrüchen im Stall und zum anderen der Bekämpfung und Eindämmung von ausgebrochenen Krankheiten. Dabei blieb die Anwendung nicht nur auf den Stallbereich beschränkt. Die Einsatzbereiche waren weiterhin u. a. bei dem Anlagenpersonal bei der Schutzbekleidung, in den Desinfektionseinrichtungen, wie Desinfektionsmatten, Desinfektionsdurchfahrwanen oder Schuhwerksdesinfektion, bzw. im Kfz - Bereich bei den Tiertransportern. In den Anlagen der Rinderhaltung kommen noch Maßnahmen zur Klauenhärtung und -pflege hinzu, in der Milchviehhaltung die Reinigung und Desinfektion der Melkanlagen, Melkzeuge und Milchlagertanks.

1.4.2 Anwendung der Reinigungs- und Desinfektionsmittel

Nach STEIGER (1986) können drei Reinigungs- und Desinfektionsverfahren unterschieden werden:

- Nassreinigung und -desinfektion
- Aerosoldesinfektion
- Tauchdesinfektion

Bei der **Nassreinigung und -desinfektion** wurde mit einem Hochdruckgerät Wasser oder ein Reinigungsmittel auf die zu reinigende Fläche gebracht und nach einer vorgegebenen Einwirkzeit wurde die Fläche vom aufgeweichten Schmutz befreit (Nassreinigung). Daran schloss sich die Nassdesinfektion an. Dazu wurde ein lückenloser Desinfektionsmittelfilm auf die gereinigte, zu desinfizierende Fläche aufgesprüht. Angewendet wurden diese Verfahren vor allem bei der Reinigung und Desinfektion von Ställen, Tierkörperverwahrungseinrichtungen und Kraftfahrzeugen.

Bei der **Aerosoldesinfektion** erfolgte die Vernebelung eines Wasser/Desinfektionsmittelmisches in einem geschlossenen Raum. Dieses Verfahren wurde zur Desinfektion von unzulänglichen Stellen im Stall (wie Lüftungsschächte) und teilweise zur Desinfektion von Stallgerätschaften angewendet. In der Tierhaltung desinfizierte man per Aerosoldesinfektion die Bruteier äußerlich.

Die **Tauchdesinfektion** diente zur Desinfektion von Stallgerätschaften. Die zu desinfizierenden Geräte wurden vollständig in ein mit Desinfektionsmittel gefülltes Behältnis eingetaucht.

- Desinfektionseinrichtungen

Um die Verschleppung und den Eintrag von Krankheitserregern in die Anlage durch fremde Kfz zu vermeiden, gab es an den Einfahrten zur Anlage Desinfektionsdurchfahrwanen, die mit einer Desinfektionslösung gefüllt waren. In den Ställen arbeitendes Personal musste um eine Verschleppung von Krankheitserregern zu vermeiden im Zugangsbereich die Schuhe reinigen und desinfizieren.

- Stallreinigung und -desinfektion

Neben der Reinigung und Desinfektion der Stalloberflächen, waren auch Maßnahmen gegen Fliegen und Schadnager und gegen Schimmelpilzbefall zu treffen. Zur Fliegenbekämpfung sprühte man einen Insektizidfilm auf die Oberflächen im Stall auf. Gegen Schadnager wurden vergiftete Köder ausgelegt, die Vermeidung von Schimmelpilzbefall an Stallwänden erreichte man durch aktivchlorhaltige Zusätze zum Kalkanstrich.

- Klauenhärtebäder

Klauenbäder erfolgten in flachen, für die Rinder zu begehenden Wannen, in die eine klauenhärtende Lösung gefüllt sind.

- Reinigung und Desinfektion der Melkanlagen, Melkzeuge und Milchlagertanks

In Anlagen der Milchviehhaltung mussten die Melkanlagen, Melkzeuge sowie Milchlagertanks zweimal täglich gereinigt und desinfiziert werden, um die Keimfreiheit der Milch zu gewährleisten. Dazu verwendete man im Reinigungs- und Desinfektionsgang alkalische und saure Reinigungs- und Desinfektionslösungen.

- Sonstige

Eine *Desinfektion der Abprodukte* erfolgte nur im Krankheitsfall. Die Desinfektionsmittel wurden entweder eingemengt (Gülle) oder äußerlich aufgebracht (Dung- und Güllefeststoffhaufen).

Bei der *Desinfektion der Umgebung und des Erdbodens* erfolgte die Behandlung befestigter Flächen wie die der Stallböden. Bei unbefestigten Flächen wurde die Einarbeitung des Desinfektionsmittels ins Erdreich oder die Abtragung einer Bodenschicht vorgenommen.

Bei Auftreten von Erkrankungen im Stall legte man die *vom Personal getragene Arbeitsbekleidung* in eine Desinfektionsmittellösung oder sie wurde unter Zusatz von Desinfektionsmitteln gewaschen.

1.4.3 Inhaltsstoffe in Reinigungs- und Desinfektionsmitteln

In der Tabelle sind die umweltgefährlichen, nicht umweltgefährlichen sowie die nicht bewertbaren Inhaltsstoffe aus Reinigungs- und Desinfektionsmitteln der Schweine-, Hühner- und Rinderhaltung aufgestellt.

Tabelle 2:

Umweltgefährliche Inhaltsstoffe	Nicht umweltgefährliche Inhaltsstoffe	Inhaltsstoffe, bei denen die Einschätzung nicht möglich war
Nonylphenoethoxylat	Natriumhydroxidlösung	Alkylsulfonate
Hypochlorite	Essigsäure	Natriummetasilikat
Kupfersulfat	Formaldehyd	(Ultra)amylopektin
Alkylphenole	Peressigsäure	Wafarin
Jod	Salpetersäure	Dikaliumnatriumphosphat
	Kaliumchlorid	
	Natriumchlorid	

Die als umweltgefährlich charakterisierten Stoffe sollen weiter beschrieben werden.

- Nonylphenoethoxylat

Das nichtionische Tensid Nonylphenoethoxylat ist in Mitteln zur Euterdesinfektion enthalten. Es bindet dort den eigentlichen Wirkstoff, das Jod, in einem sogenannten Iodphorenkomplex (KAISER et. al, 1998). Nonylphenoethoxylate gehören zu den Alkylphenoethoxylaten. Diese werden durch Ethoxylierung von Alkylphenolen mit Ethylenoxid hergestellt. Das in den Euterdesinfektionsmitteln eingesetzte Nonylphenoethoxylat hat im Durchschnitt neun Ethoxy-Gruppen. Durch mikrobielle Abbauvorgänge werden die Ethoxy-Gruppen unter anaeroben wie aeroben Verhältnissen relativ schnell abgebaut (ZELLNER und KALBFUß, 1997). Als Abbauprodukt entsteht **Nonylphenol**, welches unter anaeroben Bedingungen nicht weiter umsetzbar ist.

Nonylphenol ist das stabile Endprodukt beim Abbau von Nonylphenoethoxylaten (NPEO). Aus Ergebnissen unterschiedlicher Untersuchungen zum Abbau von Nonylphenol im Boden kann angenommen werden, dass Nonylphenolkonzentrationen bis zu 50 mg/kg Boden von Mikroorganismen aerob abgebaut werden (KAISER et. al, 1998). Eine bedeutende veterinärmedizinische Anwendungsform von NPEO sind vorbeugende Tauchmittel gegen Infektionen der Euterzitzen von Kühen. Nach dem Melkvorgang wird jede der vier Zitzen in einen Becher mit jodhaltiger Lösung getaucht. Das Zitzendippen dient nicht nur der Abtötung der Erreger auf der Zitzenhaut, sondern auch der Zitzenpflege mit dem Ziel, die bakteriell besiedelten Zitzenwunden auszuheilen. Die Anreicherung von Nonylphenol in verschiedenen Organismen wurde in mehreren Untersuchungen belegt (THIELE et. at, 1997). Als Stoff mit endokriner Wirkung darf es nach der neuen europäischen Trinkwasserverordnung nicht mehr im Trinkwasser nachweisbar sein (KALBFUß, 1998). Seit 1986 gibt es eine Selbstverpflichtung der Industrie, die Nonylphenoethoxylate in den Produkten durch andere Stoffe zu ersetzen (BUA, 1988).

- Hypochlorite

In Mitteln zur Reinigung und Desinfektion der Melkanlagen, Melkzeuge und Milchlagertanks ist als desinfizierender Wirkstoff Hypochlorit enthalten. In wässriger Lösung spaltet das Hypochlorit Chlor ab, welches mit Wasser zu unterchloriger Säure reagiert. Die unterchlorige Säure dringt in die Bakterienzellen ein und reagiert dort mit bestimmten Zellbestandteilen (KAISER, et al, 1998). Ein Teil des frei werdenden Chlors kommt einsatzbedingt mit der in den zu desinfizierenden Apparaten enthaltenen organischen Substanz in Kontakt. Dabei kommt es zur Bildung chlororganischer Verbindungen. Diese Verbindungen sind persistent und häufig kanzerogen (HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT, 1993). Nach Untersuchungen von LASCHKA und SCHALL (1989) reichern sich auf den Boden aufgebrauchte halogenorganische Verbindungen in ihm an.

- Kupfersulfat

In Bädern zur Härtung der Rinderklauen wird Kupfersulfat eingesetzt. Das lange Stehen oder Laufen der Rinder auf feuchten und harten Stallböden führt zur Aufweichung der Klauen. Dies erhöht die Gefahr von verletzungsbedingten Infektionen im Klauenbereich. Dazu werden die Tiere 1 bis 2 mal wöchentlich in eine mit ca. 10% ige Kupfersulfatlösung gefüllte Desinfektionswanne getrieben. In der Regel ist die Lösung nach einem Durchgang von wenigen hundert Tieren deaktiviert und muss erneuert werden. Der Eintrag der Kupferlösung erfolgt zu 100% in die Rindergülle. Gelöstes Kupfer hat eine hohe aquatische Toxizität. Schon bei weit unter 100 µg/l können toxische Effekte bei aquatischen Organismen (Fische, Algen) beobachtet werden (HOMMEL, 1987).

- Alkylphenole (flüssig)

Alkylphenole sind in einem Desinfektionsmittel enthalten, das zur Stalldesinfektion im Krankheitsfall und in der Schweinehaltung zur regulären Schuhwerksdesinfektion eingesetzt wurde. Die in den Desinfektionsmitteln eingesetzten Alkylphenole sind persistent (STEIGER, 1986) und giftig für aquatische Ökosysteme. Schwerwiegende und nachhaltige Gesundheitsschäden sind nachgewiesen (RESY). Für einige Alkylphenole (z. B. Nonylphenol) wurde die endokrine Wirkung nachgewiesen (THIELE et. al, 1997).

- Jod

In den eingesetzten Euterdesinfektionsmitteln ist als Wirkstoff Jod enthalten. Jod kann als Halogen, wie Chlor, bei Kontakt mit organischer Substanz unter Bildung persistenter jodorganischer Verbindungen reagieren. Da der Kontakt des Jodes mit organischer Substanz durch seinen Einsatz in der Tierhaltung angenommen werden muss, ist die Bildung jodorganischer Verbindungen sehr wahrscheinlich. Jod wird daher in die Rubrik der umweltgefährlichen Verbindungen aufgenommen.

1.4.4 Einsatz von Tierpharmaka

In der Tierproduktion der DDR sind auch Tierarzneimittel eingesetzt worden. Sie dienten der Prophylaxe (Absetzen von Ferkeln, Einstellung von Schweinen u. a.) und Therapie von Krankheiten sowie der Leistungssteigerung. Die Applikation der Tierarzneimittel erfolgte in der Regel über Injektionen bzw. über das Tränkwasser (Geflügel). Zu den Arzneimitteln gehören Fertigarzneimittel, Seren, Impfstoffe, Testallergene, Testseren, Testantigene, radioaktive Arzneimittel, Fütterungs-arzneimittel, Arzneimittel – Vormischungen. Bei den Arzneimitteln handelt es sich vorrangig um organische Stoffe, die aus Pflanzen isoliert oder chemisch synthetisiert werden. Besonders in der Prophylaxe kam in der Massentierhaltung der DDR eine große Bedeutung zu, da bei Ausbruch einer Epidemie ganze Tierbestände vernichtet werden konnten. Der Einsatz von Tierarzneimittel oblag dem tiermedizinischen Dienst und Tierärzten. Für die einzelnen Tierarten existierten Impfkalender und die Anwendung von Tierarzneimitteln war teilweise durch TGL – Vorschriften geregelt.

Die in der DDR zugelassenen Tierarzneimittel waren im Tierarzneimittelverzeichnis dokumentiert. Folgende Substanzgruppen kamen hauptsächlich zum Einsatz:

- Antibiotika
- Chemotherapeutika
- Antiparasitika (Antiprotozoika, Ektoparasitika)
- Antiseptika (Desinfektionsmittel)
- Hormone
- Vitamine
- Sonstige

Antibiotika

Die am häufigsten verwendeten Antibiotika werden gebildet von Actinomycetales (Tetracycline, Chloramphenicol, Streptomycin), Pilzen (Penicillin, Griseofulvin) und Bakterien (Bacitracin, Polymyxine). Mit ihrer Hilfe gelang es, die Produktion von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft wesentlich zu vergrößern und dabei auch die Tierverluste zu senken. Antibiotika werden nicht nur zur Prophylaxe, zur Therapie und zur Leistungsstimulierung eingesetzt, sondern auch zum Pflanzenschutz, zur Konservierung von Nahrungsmitteln und in geringen Anteilen zur Steuerung von Fabrikationsprozessen.

Chemotherapeutika

Hier handelt es sich um synthetische, z. B. Sulfonamide, als auch biosynthetische, z. B. Antibiotika, sowie halbsynthetische Stoffe, z. B. Derivate biosynthetisch erzeugter Antibiotika, die auf Viren, Bakterien, Pilzen oder tierische Parasiten durch direkten spezifischen Einfluss vermehrungshemmend oder schädigend bzw. abtötend wirken, ohne auf Mensch und Tier wesentliche toxische Einflüsse zu entfalten.

Antiparasitika

Antiparasitika sind Wirkstoffe mit chemotherapeutischem Effekt gegen Ekto- und /oder Endoparasiten, wobei deren Abtötung oder Schädigung sowohl adulte als auch Entwicklungsformen betreffen kann. Die Therapie parasitärer Erkrankungen ist in der heutigen Zeit gut entwickelt. In vielen Fällen genügt bereits eine einmalige Gabe spezieller Wirkstoffe, um eine Heilung oder Besserung herbeizuführen. Allerdings haben in großen Tierbeständen kontinuierliche prophylaktische Maßnahmen eine vorrangige Bedeutung, da bei hohen Tierkonzentrationen ständig mit Neu- oder Reinvansion zu rechnen ist. Antiparasitika werden in drei Gruppen unterteilt:

- Antiprotozoika: sind Arzneimittel mit verschiedensten Strukturen und Eigenschaften, die prophylaktisch, metaphylaktisch oder therapeutisch eingesetzt

werden.

- Anthelminthika: Wirkstoffe, die auf die im Organismus parasitierenden Formen von Helminthen (Würmer) schädigend bzw. lähmend wirken.
- Ektoparasitika: Mittel gegen Parasiten, die auf der Oberfläche leben (Milben, Zecken, Läuse oder Haarlinge). Sie wirken als Kontakt-, Fraß- oder Atemgifte (Organophosphate, Carbamate).

Antiseptika

Desinfektionsmittel werden im medizinischen Bereich zur gezielten Abtötung oder Inaktivierung von Krankheitserregern eingesetzt. Unter den Bedingungen der intensiven Tierhaltung kommen Desinfektionsmittel verstärkt zur Anwendung. Hierbei können sich unter anderem kurzzeitig hohe Kontaminationsgrade von Abwasser, Gülle und Luft ergeben.

Hormone

Hormone sind weitgehend bekannte organisch-chemische Substanzen aus dem Tier- und Pflanzenbereich. Im Gegensatz zu Enzymen üben Hormone nur auf lebende Zellen eine Wirkung aus.

Vitamine

Vitamine sind Verbindungen, die vom menschlichen und tierischen Organismus in relativ kleinen Mengen mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Sie sind für die Aufrechterhaltung der Stoffwechselfvorgänge unentbehrlich und können nicht durch andere Stoffe ersetzt werden. Man unterscheidet zwischen wasser- und fettlöslichen Vitaminen.

Sonstige

Hinter diesem Begriff verbergen sich zahlreiche Wirkstoffe mit verschiedenen Anwendungsgebieten. Sie kamen in seltenen Fällen in Großbeständen der Tierhaltung zum Einsatz. Das Tierarzneimittelverzeichnis gibt einen Überblick über alle Tierarzneimittel, die in der ehemaligen DDR bei Tieren verwendet wurden. Aus der Zusammensetzung der Tierarzneimittel und den Einsatzmengen in einer Tierproduktionsanlage wurden bezogen auf die Anlagengröße die Wirkstoffmengen der Medikamente und ihrer Begleitstoffe berechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die über Tierarzneimittel eingesetzten Wirkstoffmengen zusammenfassend dargestellt. Die berechneten jährlich applizierten Wirkstoffmengen beziehen sich auf 200 Milchkühe, 1000 Schweine und 10000 Geflügel. Nicht berücksichtigt wurden Salbengrundlagen, Lösungsmittel, Wachse u. ä.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der Einsatzmengen relevanter Arzneimittelwirkstoffe entsprechend den vorgegebenen Tierzahlen

Tierart	Einsatzmengenbereich			
	> 10 kg	1 – 10 kg	0,1 – 1 kg	< 100 g
Rinder	<ul style="list-style-type: none"> - Kupfersulfat - Laubholzteer 	<ul style="list-style-type: none"> - Kaliumjodat - Jod - Sulfamerazin - Tosylchloramid-Na - Natriumperborat 	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfadimidin-Na - Borsäure - Fekabrom - Sulfanilamid - Furazolidon - Aminosulfobituminat - Tylosin - Dihydrostreptomycinsulfat - Sulfacarbamid-Ca - Oxytetracyclin - Neomycinsulfat - Talisulfazol - Lidocain - Benzylpenicillin-Benzathin und -Procain 	<ul style="list-style-type: none"> - Benzylpenicillin-Kalium - Trimethoprim - Phenol - Nitrofurazolon - Streptomycinsulfat
Schweine	<ul style="list-style-type: none"> - Bisorgen - Butonat - Neomycinsulfat - Furazolidon 	<ul style="list-style-type: none"> - Tetramisolhydrochlorid - Dichlorphos - Adipinsäure - Methylacetamid - Dihydrostreptomycinsulfat - Chloramphenicol - Benzylpenicillin-Benzathin - Sulfamerazin - Zink-Metallibur 	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfadimidin-Na - Oxytetracyclin - Phenol - Streptomycinsulfat - Trimethoprim - Benzylpenicillin-Procain 	<ul style="list-style-type: none"> - Lidocain - Cloprostenol-Na - Kupfersulfat
Geflügel	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfadimidin-Na 	<ul style="list-style-type: none"> - Butonat - Tylosin 	<ul style="list-style-type: none"> - Chloramphenicol - Oxytetracyclin 	

1.5 Zusammenfassung der altlastenrelevanten Stoffe und Stoffgruppen und deren Zuordnung zu Analyseparametern

Rinderhaltung

Ort	Stoffgruppen	Verwendete Mittel/ Schadstoffe	Analyseparameter/ Wirkstoff
Krankenstall	- Tierarzneimittel und deren Metabolite	- Sulfonamide - Polyether - Tetracycline	- Sulfonamide* - Monensin - Tetracycline*
	- Desinfektionsmittel	- Stallosept	- Alkylphenol, Alkylsulfonat, Natriumhydroxid
Abkalbestall bzw. -abteil	- Tierarzneimittel	- Tetracycline - Sulfonamide	- Tetracycline* - Sulfonamide*
	- Desinfektionsmittel	- Wofasteril	- Alkylphenol - Essigsäure, Peressigsäure
Kälberstall	- Tierarzneimittel	- Tetracycline - Sulfonamide	- Tetracycline* - Sulfonamide*
	- Desinfektionsmittel	- Wofasteril	- Essigsäure, Peressigsäure
Melkstand	- Tierarzneimittel	- org. Halogenverbindung	- EOX/AOX
	- Desinfektionsmittel zur Euter- und Melkbecherzwischeninfektion	- Nichtionische Tenside - org. Halogenverbindung - Trosilin flüssig kombi - Clarin sauer	- Nonylphenoethoxylat, Jod, Nonylphenol, Chlorat, Alkylphenol, - AOX - Natriummetasilikat, Hypochlorit, Kaliumchlorid - Salpetersäure, Amylopektin
Klauenbad / Klauenhärtung	- Tierarzneimittel	- Metall - Kohlenwasserstoffe - PAK	- Kupfer - MKW - u. a. Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren, Σ PAK nach EPA
	- Desinfektionsmittel	- Aldehyde - Kupfersalze	- Formaldehyd - Kupfersulfat
Güllekanäle und Güllebehälter	- Tierarzneimittel (nicht abgebaute) und deren Metabolite	- Tetracycline - Sulfonamide - Furazolidon - Chloramphenicol - PAK - org. Halogenverbindung - Metall	- Tetracycline* - Sulfonamide* - Furazolidon - Chloramphenicol - u. a. Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren, Σ PAK nach EPA - AOX, - Kupfer, Zink
	- Desinfektionsmittel	- Aldehyde - Nichtionische Tenside	- Hypochlorit, Chlorat, Formaldehyd - Nonylphenol
Güllelastfläche	- Tierarzneimittel	- Tetracycline - Sulfonamide - Furozolidon - Chloramphenicol - PAK - org. Halogenverbindung - Metall	- Tetracycline* - Sulfonamide* - Furozolidon - Chloramphenicol - u. a. Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren, Σ PAK nach EPA - AOX - Kupfer, Zink

* Einzelstoffe sind in Tabelle 7 aufgelistet und müssen je nach relevanter Teilfläche modifiziert werden

Schweinemastanlagen

Ort	Stoffgruppen	Schadstoffe	Analyseparameter
Krankenstall	- Tierarzneimittel und deren Metabolite	- Zink-Bacitracin - Flavomycin - Tetracycline	- Zink-Bacitracin - Tetracycline*
	- Desinfektionsmittel	- Stallosept	- Alkylphenol, Alkylsulfonat, Natriumhydroxid
Abferkelstall bzw. – abteil	- Tierarzneimittel, Antibiotika Chemobiotika	- Zink-Bacitracin - Flavomycin - Tetracycline - Bisergon (Olaquinoxid) - Metall	- Zink-Bacitracin - Tetracycline* - Kupfer
	- Desinfektionsmittel	- Stallosept	- Alkylphenol, Alkylsulfonat, Natriumhydroxid
Läuferstall	- Tierarzneimittel	- Zink-Bacitracin - Flavomycin - Tetracycline - Metall	- Zink-Bacitracin - Tetracycline* - Kupfer
	- Desinfektionsmittel	- Stallosept	- Alkylphenol, Alkylsulfonat, Natriumhydroxid
Güllelastfläche und Güllebehälter	- Nicht abgebaute Tierarzneimittel und deren Metabolite	- org. Halogenverbindung - Metall - Tetracycline	- AOX - Zink, Kupfer - Tetracycline*
Güllelastfläche	- Nicht abgebaute Tierarzneimittel	- org. Halogenverbindung - Metall - Tetracycline	- AOX - Zink, Kupfer - Tetracycline*

* Einzelstoffe sind in Tabelle 7 aufgelistet und müssen je nach relevanter Teilfläche modifiziert werden

<u>Geflügelzuchtanlage</u>			
Ort	Stoffgruppen	Schadstoffe	Analyseparameter
Nähe der Nippeltränken	- Tierarzneimittel und deren Metabolite	- Nitrofurane, - Furazolidon - Sulfonamide - Zink-Bacitracin, Antibiotika, - Tylosin (Makrolide) - Tetracycline - Chloramphenicol - Metall	- Nitrofurane - Furazolidon - Sulfonamide* - Zink-Bacitracin - Tylosin - Tetracycline* - Chloramphenicol - Kupfer
	- Desinfektionsmittel	- Aldehyde	- Formaldehyd
Güllekanäle und Güllebehälter	- Nicht abgebaute Tierarzneimittel und deren Metabolite	- Nitrofurane - Furazolidon - Sulfonamide - Tetracycline - Chloramphenicol - Metall - org. Halogenverbindung	- Nitrofurane - Furazolidon - Sulfonamide* - Tetracycline* - Chloramphenicol - Zink - EOX/AOX
Güllelastfläche	- Tierarzneimittel	- Nitrofurane - Furazolidon - Sulfonamide - Tetracycline - Chloramphenicol - Metall - org. Halogenverbindung	- Nitrofurane - Furazolidon - Sulfonamide* - Tetracycline* - Chloramphenicol - Zink - EOX/AOX

* Einzelstoffe sind in Tabelle 7 aufgelistet und müssen je nach relevanter Teilfläche modifiziert werden

2. Hinweise zur Altlastenbehandlung

2.1 Altlastenrelevanz

Grundlage für die Einschätzung der Altlastenrelevanz sind umfangreiche Recherchen und daraus abgeleitete Analysepläne sowie Untersuchungen an Einzelstandorten:

- Desinfektionsmittel wurden dabei im Rahmen einer Diplomarbeit (VAIC, 1999) recherchiert und untersucht. Die technische Durchführung erfolgte durch die Firma ERGO Umweltinstitut Dresden (ERGO UMWELTINSTITUT, 1999).
- Tierpharmaka wurden im Rahmen eines Forschungsthemas (mit den Teilen I und II) durch die Firmen ERGO Umweltinstitut Dresden und AUA Jena bewertet und untersucht. Teil I beinhaltet dabei eine „Studie über die Zusammensetzung und die Menge der in der DDR eingesetzten Tierpharmaka und Masthilfen, Abschätzung ihrer Human- und Ökotoxizität sowie ihrer Anreicherung und Beständigkeit in Boden und Wasser“ (ERGO UMWELTINSTITUT, 2000). Die in der Studie erstellten Analysepläne waren Grundlage für den Teil II des Vorhabens, die technische Untersuchung je eines Standortes der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung (ERGO UMWELTINSTITUT, 2001).

Im Ergebnis der Studie zu den Tierpharmaka bzw. zu den Desinfektionsmitteln ist die Umweltrelevanz vor allem bei den Stoffgruppen Tetracyclin, Chloramphenicol, Sulfonamide, Furazolidon bzw. bei Nonylphenol, Hypochlorit, Kupfer, Zink, Alkylphenole, gegeben. Dafür liegen spezifische Analysepläne für Rinder-, Schweine- und Geflügelstandorte vor, die genutzt werden können. Für die untersuchten Einzelstandorte mit den Bestandsgrößen: 200 Rinder, 5000 Schweine bzw. 10.000 Hühner konnte keine Altlastenrelevanz nachgewiesen werden. Bei den Untersuchungen zu den Desinfektionsmitteln wiesen erhöhte Werte auf eine Beein-

flussung hin (Kupfer, Nonylphenol, AOX) ohne aber kritische Konzentrationen zu erreichen (VAIC, 2000).

- Im Rahmen eines Werkvertrages (ERGO 2006; EUROFINS AUA) wurden exemplarische Untersuchungen von Güllelastflächen und Flächen mit Güllebehältern unter Einbeziehung der relevanten Parameter durchgeführt. Im Ergebnis der Arbeiten wurden bei allen Standorten keine relevanten Gehalte an Sulfonamiden, Furazolidon, Chloramphenicol und Tetracyclinen im Boden und Grundwasser festgestellt. Die Negativbefunde bei Tierpharmaka werden bei Standorten mit Güllebecken bzw. –behältern neben Abbauprodukten auch auf die relativ guten baulichen Bedingungen zurückgeführt. Diese Bauwerke wurden in der Regel in Typenbauweise nach vorgeschriebenen Standards errichtet und weisen i. d. R. auch nach 30 Jahren Standzeit kaum Mängel auf.

Im Resultat der fachlichen Bewertung der Untersuchungsergebnisse wird die Streichung von Güllebehältern/-becken und ehemalige Güllehochlastflächen aus dem Altlastenkataster des Freistaates Sachsen empfohlen.

Unter der Annahme, dass die Untersuchungen repräsentativ für eine große Anzahl vergleichbarer Standorte sind, sind solche Standorte hinsichtlich der tierhaltungsspezifischen Belastung als unkritisch anzusehen. Das führt zu folgender Schlussfolgerung:

Für alle Standorte mit Massentierhaltungsanlagen sind mindestens Historische Erkundungen durchzuführen, da es auch Teilflächen mit anderen Belastungen geben kann, die bei Verdacht entsprechend zu untersuchen sind. Bei Vorliegen vergleichbarer Randbedingungen (Tierbestand nicht größer als bei untersuchten Einzelstandorten, keine weiteren Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Altlast) kann eine Verdachtsfläche der Massentierhaltung oder eine Güllelastfläche durch den zuständigen Landkreis archiviert werden. Alle Verdachtsflächen die einen größeren Tierbestand als die beispielhaft untersuchten Flächen besitzen (und damit oft auch einen extra ausgewiesenen Krankenstall) oder sonstige Anhaltspunkte bestehen, sind nach der Altlastenmethodik zu untersuchen und zu bewerten. Auf branchenfremde Bewertungen wird hier nicht eingegangen. Dazu sind entsprechende Branchenblätter zu nutzen (z. B. Tankstellen).

Eine tierhaltungsspezifische Erkundung und Bewertung sollte dann nach dem folgenden Vorgehen erfolgen.

Dazu ist eine Einteilung in

- Rinderhaltung
- Schweinehaltung
- Geflügelhaltung
- bzw. entsprechende Güllelastflächen

vorzunehmen.

Die Analytik der Tierpharmaka ist mittels HPLC-MS-MS zu realisieren.

2.2 Gefährdete Schutzgüter und relevante Pfade

Folgende Schutzgüter können gefährdet sein:

- Boden
- Grundwasser
- Oberflächenwasser

Menschen, Tiere und Pflanzen können durch die Nutzung der o. g. Schutzgüter bzw. durch den direkten Kontakt gefährdet sein.

2.3 Gefährdungsabschätzung nach der Sächsischen Altlastenmethodik

2.3.1 Verdachtsfallerfassung und Formale Erstbewertung

Die Verdachtsfallerfassung und Erstbewertung erfolgen nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1997) im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA). Folgende Kriterien sind bei Standorten der Massentierhaltung zu beachten:

(7) **Art der Verdachtsfläche:** Standorte der Massentierhaltung sind prinzipiell als Altstandorte zu bewerten.

(14) **Kontaminierte Fläche oder Flächenklasse/mittlere Mächtigkeit:** Die betroffenen Teilflächen sind zur Kontaminationsfläche zu addieren. Hierzu zählen insbesondere für die *Rinderhaltung* die Bereiche Krankenstall, Abkalbestall bzw. –abteil, Kälberstall, Melkstand, Klauenbad/Klauenhärtung, Güllekanäle und Güllebehälter; für die *Schweinemastanlage* die Bereiche Krankenstall, Abferkelstall bzw. –abteil, Läuferstall, Güllekanäle und Güllebehälter sowie für die *Geflügelzuchtanlage* die Bereiche Nähe der Nippeltränken mit den Güllekanälen und Güllebehältern.

(18) **Sohllage zum Grundwasser:** Es ist der Abstand des tiefsten bekannten Schadstoffpunktes zur Grundwasseroberfläche anzugeben. Unterirdische Anlagen, Güllegruben sind zu berücksichtigen.

(20S) **Einordnung nach Branchenschlüssel oder Klassennummer:**

Tabelle 4: Mögliche Branchen nach Branchenkatalog

Branchennummer	Branchen	Gefährdungsklasse
4040	Tieraufzucht (Rind, Schwein, Schaf)	24
4050 (ggf.)	Güllehochlastfläche/Güllelager	34
4030 (ggf.)	Silo und Speichereinrichtung	24
4090	Geflügelhaltung	34

2.3.2 Historische Erkundung und Bewertung (Beweisniveau 1)

Die Historische Erkundung (HE) ist nach SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1998a) durchzuführen und nach BBodSchV (1999) sowie nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995b) für Boden, nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995a) für Grundwasser und entsprechend nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG für Oberflächenwasser zu bewerten.

Einordnung nach Branchenschlüssel oder Klassennummer

Tabelle 5: Einordnung der Standorte in Branchennummer und r_0 -Wert-Bereiche für Branchen

Branchennummer	Branche	humantoxische Stoffgefährlichkeit	ökotoxische Stoffgefährlichkeit
		r_0	r_0
		Grundwasser	Oberflächenwasser
		Boden	
		Oberflächenwasser	
4040	Tieraufzucht (Rind, Schwein, Schaf)	1,0 – 4,0	3,5 – 6,0
4090	Geflügelhaltung	1,0 – 4,5	4,5 – 6,0
4050 (ggf.)	Güllehochlastfläche	3,5 – 4,0	3,5 – 6,0
4030 (ggf.)	Silo und Speichereinrichtung	1,0 – 6,0	4,0 – 6,0

Zugehöriges EDV-Programm: GEFA Version 4.0 (2004).

Es ist zu empfehlen, den Standort in mehrere Teilflächen zu unterteilen und diese getrennt zu bewerten und zu untersuchen.

Stoffgefährlichkeit - r_0

- $r_0 = 1-6$, nach Brancheneinstufung in SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, letztlich abhängig von den ermittelten Verdachtsstoffen im Rahmen der Historischen Erkundung, der Art der Aufnahme und der Ökotoxizität.

Örtliche Bedingungen, m-Werte

Die spezifischen Standortbedingungen sind einzelfallbezogen zu bewerten.

2.3.3. Technische Erkundung (Beweisniveau 2 und 3)

Die Orientierende Untersuchung ist nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995a und b), SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG durchzuführen. Prüf- und Maßnahmen- sowie Orientierungswerte sind SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002) zu entnehmen. Für die tierhaltungsspezifischen Wirkstoffgruppen gibt es keine Vergleichswerte.

Zur qualitativen Erfassung der Kontaminationsschwerpunkte sind neben der Erfassung bodenkundlicher, geologischer und hydrogeologischer Daten chemisch-physikalische Untersuchungen erforderlich.

Tabelle 6: Parameter der Vor-Ortbestimmung bei den Probenahmen

Parameter	Boden	Grundwasser	Abwasser
Färbung, Trübung, Geruch, Bodensatz		X	X
Wassertemperatur		X	X
Lufttemperatur		X	X
pH - Wert		X	X
Sauerstoffgehalt		X	
elektrische Leitfähigkeit		X	X
Redoxpotential		X	
Pumpmenge		X	

Tabelle 7 Analysenplan mit branchenspezifischen Parametern für die Technische Erkundung und Orientierende Untersuchung

Parameter	Technische Erkundung		Orientierende Untersuchung			
	Boden	Grundwasser, Eluat	Grundwasser	Brauch- und Abwasser	Schlamm	Boden
Kupfer	x	x	x	x	x	x
Zink	x	x				
AOX		x	x	x	x	x
EOX	x					
Ammonium			x			
Phosphat			x			
Nitrit			x			
Nitrat			x			
TOC/DOC			x			
CSB			x			
Phenolindex			x			
∑LHKW			x	x	x	
Koloniezahl			x			
Fäkalstreptokokken			x			
Coliforme Keime			x			
∑PAK nach EPA		x				
Nonylphenol			x	x	x	x
Tierpharmaka			x	x	x	x
Furazolidon	x	x				
Chloramphenicol	x	x				
Sulfonamide						
Sulfanilamid	x	x				
Sulfacarbamid	x	x				
Sulfamerazin	x	x				
Sulfathiazol	x	x				
Ggf. weitere						
Tetracycline						
Tetracyclin	x	x				
Chlortetracyclin	x	x				
Oxytetracyclin	x	x				
Ggf. weitere						

Diese Tabelle stellt einen Grundanalyseplan dar und muss je nach relevanter Teilfläche modifiziert werden.

Tierpharmaka wurden nur in der Technischen Erkundung im Boden als auch im Grundwasser untersucht. Die Gehalte der Tierpharmaka liegen jeweils unter der Nachweisgrenze des Analyseverfahrens.

2.4 Sanierungsuntersuchung / Sanierung

Hat die Gefährdungsabschätzung die Notwendigkeit einer Sanierung ergeben, ist eine Sanierungsuntersuchung mit anschließender Sanierung durchzuführen.

2.5 Anbieter von Leistungen zur Altlastenbehandlung

Firmen und Einrichtungen, die sich mit der Behandlung von Altlasten beschäftigen, sind dem Anbieterverzeichnis von Leistungen zur Altlastenbehandlung im Freistaat Sachsen zu entnehmen. Informationen aus diesem Verzeichnis sind über die IHK – Niederlassungen Sachsens bzw. deren Internet – Adressen erhältlich:

- <http://www.dresden.ihk.de>
- <http://www.chemnitz.ihk24.de/>
- <http://www.leipzig.ihk.de/>

3. Literaturhinweise

- BUNDESBODENSCHUTZVERORDNUNG (BBodSchV). Verordnung zur Durchführung des Bundes – Bodenschutzgesetzes vom 10.09.1998
- BUA-STOFFBERICHT (1988): Nonylphenol Gesellschaft Deutscher Chemiker Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe VCH Vertragsgesellschaft mbH, Weinheim
- BUND-LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ, LABO (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden. 3. Auflage
- CERSOVSKY, H., NEUBERT, S., SCHMIDT, K. D. (1976): Grundzüge, Verfahren und technologisch-technische Lösungen der Reinigung und Desinfektion in der Milcherzeugung, Arbeiten des Instituts für Milchforschung der DDR Oranienburg, Heft 47, Oranienburg
- ENGELS, H. (2004): Verhalten von ausgewählten Tetracyclinen und Sulfonamiden in Wirtschaftsdünger und Boden. Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen,
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH, (2007): Bericht zur Untersuchung des Gefährdungspotentials von Güllehochlastflächen, Dresden
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH, AUA GmbH Jena (2000): Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Verhalten von Tierpharmaka sowie Masthilfen aus der Massentierhaltung in der Umwelt“, Teil 1, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, (November 2000)
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH (1999): Gutachten zur orientierenden Erkundung eines Standortes der Massentierhaltung, Auftraggeber: Landratsamt Bautzen, Dresden
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH, AUA GmbH Jena: Technische Erkundung zur Altlastenrelevanz an einem Standort der Rinderhaltung in Sachsen, Dresden, (12.09.2001)
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH, AUA GmbH Jena: Technische Erkundung zur Altlastenrelevanz an einem Standort der Schweine- bzw. Geflügelhaltung in Sachsen, Dresden, (12.09.2001)
- ERGO UMWELTINSTITUT Dresden GmbH (1995): Orientierende Erkundung der Altablagerung „Alte Sandgrube“ in Großdrebnitz, OT Kleindrebnitz (SALKA - Nr. 84100197),
- FACHVERBAND DER FUTTERMITTELINDUSTRIE e.V. (1992): Produktion, Bereitstellung und Einsatz von Mischfutter im Gebiet der ehemaligen DDR in der Zeit von 1955 bis 1989, (Oktober 1992), Berlin
- Geologische Übersichtskarte der Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig, M 1:400000 mit Erläuterungen, GFE Freiberg, (1973)
- GROTE, M.; VOCKL, A.; SCHWARZE, D.; MEHLICH, A.; FRETAG, M. (2004); Fate of antibiotics in food chain and environment originating from pigfattening (Part 1). FEB (Fresenius Environmental Bulletin) Vol 13 – No 11b: 1216-1224
- GRUDZINSKI, A., (Mai 2006): Umweltrelevanz von Antibiotika in der Landwirtschaft. Bachelorarbeit, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät Christian-Albrecht-Universität Kiel,
- HALLING – SORENSSEN, B. et. al. (1998): Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment – a Review. Chemosphere, 36, No. 2,
- HAMSCHEER, G. et. al. (2000): Stoffe mit pharmakologischer Wirkung einschließlich hormonell aktiver Substanzen in der Umwelt: Nachweis von Tetracyclinen in Gülle- gedüngten Boden. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 8 (2000), 332-334

- HAMSCHER, G (2003): Entwicklung und Einsatz neuer rückstandsanalytischer Nachweisverfahren für Antibiotika und Antiparasitika in Umwelt- und Lebensmittelproben. Habilitationsschrift für das Fachgebiet Lebensmitteltoxikologie an der Tierärztlichen Hochschule Hannover
- HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1993): Relevante Stoffe bei Altstandorten, Datenblattsammlung
- HIRSCH, R. et.al (1999): Occurrence of antibiotics in the aquatic environment, the science of the total environment, 225, 109 - 118
- HOMMEL (1987): Handbuch der gefährlichen Güter, Band 1-3, Springer-Verlag
- HÖPER, H.; KUES, J.; NAU, H.; HAMSCHER G. (2002): Eintrag und Verbleib von Tierarzneimittelwirkstoffen in Böden. Bodenschutz 7, 141-148
- KAISER, T., SCHWARZ, W., FROST, M., PESTEMER, W. (1998): „Evaluierung des Gefährdungspotentials bisher wenig betrachteter Stoffeinträge in Böden“; Auftraggeber: Umweltbundesamt, Auftragnehmer: Öko-Recherche-Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, 60329 Frankfurt/Main
- KALBFUß, W. (1998): Institut für Wasserforschung, Bayern, persönliche Mitteilung
- KAYGORODOV, R. (Juli 2004): Bilanzierung von Zink und Kupfer in ausgewählten Agrarökosystemen in Nordniedersachsen. Dissertation Institut für Ökologie und Umweltchemie der Universität Lüneburg
- KÜMMERER, K. (1998): Eintrag von Pharmaka, Diagnostika und Desinfektionsmitteln aus Krankenhäusern in Abwasser und Gewässer, Habilitationsschrift, Medizin. Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg/Breisgau
- KÜMMERER, K. (2001) (Ed): Pharmaceuticals in the Environment – Sources, Fate, Effects and Risks. Springer – Verlag Berlin Heidelberg
- LASCHKA, D., SCHALL U. (1989): AOX als Indikator für die Belastung durch organische Schadstoffe, Korrespondenz 11, 1292-1297
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA), (Juli 1999): Ableitungskriterien für Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen, Umweltwissenschaften und Schadstoffe – Forschung
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA), (Dezember 2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf
- Materialien zur Wasserwirtschaft (12/1998): Trinkwasserschutzgebiete, Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Dresden
- MÜLLER, Ch. (2006): Schwermetalle und Spurenelemente in Gülle. LfL Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Schweinegülle – Quelle für potentiell unerwünschte Stoffe? 12
- ÖNU FORSCHUNGS-, BERATUNGS- UND PROJEKTIERUNGS GMBH FÜR ÖKOLOGIE, NATUR- UND UMWELTSCHUTZ (Juni 1994): Methode zur Gefährdungsabschätzung von Güllehochlastflächen in den neuen Bundesländern und Sanierungsstrategien. Prädikow
- PIETSCH, J. (1999): Spurenanalytische Bestimmung von Arzneimittelrückständen in Wasser mittels HPLC, Sonderdruck aus VOM WASSER, 92
- RESY: Rufbereitschafts-Einzelsystem für die Bekämpfung von Unfällen mit gefährlichen Stoffen (Version 2.10), Stoffdatenbank
- RÖNNEFAHRT, I. u.a. (2002/&Nr. 4): Arzneimittel in der Umwelt – Teil 2: Rechtliche Aspekte und Bewertungskonzepte. TU Braunschweig Mitteilungsblatt der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

- SATTELBERGER, R. (1999): Arzneimittelrückstände in der Umwelt, Reports R-162, Umweltbundesamt GmbH Wien
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1998a): Materialien zur Altlastenbehandlung des Freistaates Sachsen, Bd. 4/98 „Historische Erkundung von altlastenverdächtigen Flächen“
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2002): Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung, Dresden
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1997): Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil , Erhebung und Formale Erstbewertung, Dresden
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1995): Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil 3, Boden, Dresden
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1995): Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil 4, Grundwasser, Dresden
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2001): Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil 5, Oberflächenwasser, Dresden
- SCESNY, S. (2001): Analytik von Tetracyclinen in Umwelt- und Lebensmittelproben mittels Extraktionsverfahren und sensitivem Nachweis durch HPLC gekoppelt mit mikrobiologischem Assay und Tandem-Massenspektrometrie. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- STEIGER, A. (1986): Desinfektion, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- TERNES, TH., HIRSCH, R.W., u. a. (März 1999): Nachweis und Screening von Arzneimittelrückständen, Diagnostika und Antiseptika in der aquatischen Umwelt, Abschlussbericht ,
- THIELE, B., GÜNTHER, K., SCHWUGER, M. J. (1997): „Alkylphenol Ethoxylats: Trace Analysis and Environmental Behavior“, Chemical Reviews 97, S. 3247-3272
- VAIC, P. (1999): Untersuchung zum Einfluss von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln aus der Schweine-, Hühner- und Rinderhaltung auf Boden und Grundwasser, unveröff. Diplomarbeit, TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften
- VAIC, P., HUHN, W., DEUTSCH, K., WERNER, P (2000): Einfluss von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln aus der Schweine-, Hühner- und Rinderhaltung auf Boden und Grundwasser, Wasser und Abfall 6 (2000)
- VIERTEL, N. (1999): Erarbeitung einer Methodik zur Analytik von Nonylphenol, unveröff. Praktikumsarbeit, ERGO Umweltinstitut GmbH
- ZELLNER, A., KALBFUß, W. (1997): „Belastung bayrischer Fließgewässer durch Nonylphenole“ aus : Stoffe mit endokriner Wirkung im Wasser, Wasserforschung B.L.W-I.f. (Ed.), München, Oldenbourg 50, 55-64