

**Link zur Arbeitshilfe**

**Folie Präsentation**

[Link zur Arbeitshilfe AH](#)

Regierungspräsidium Darmstadt

Berthold Meise  
Obmann der Arbeitsgruppe

HESSEN

Arbeitshilfe zur Sanierung von  
Grundwasserverunreinigungen  
Band 3, Teil 7 - 3. Auflage

Ständiger Ausschuss "Altlasten" ALA  
59. Sitzung, 16.01.2019, Potsdam

**Bearbeitungsstand 01.02.2019 - Berthold Meise, Volker Zeisberger**

**Begleittext Folie**

## Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen Band 3, Teil 7 - 3. Auflage

### Ständiger Ausschuss "Altlasten" ALA 59. Sitzung, 16.01.2019, Potsdam

Berthold Meise, Volker Zeisberger  
Bearbeitungsstand 30.01.2019

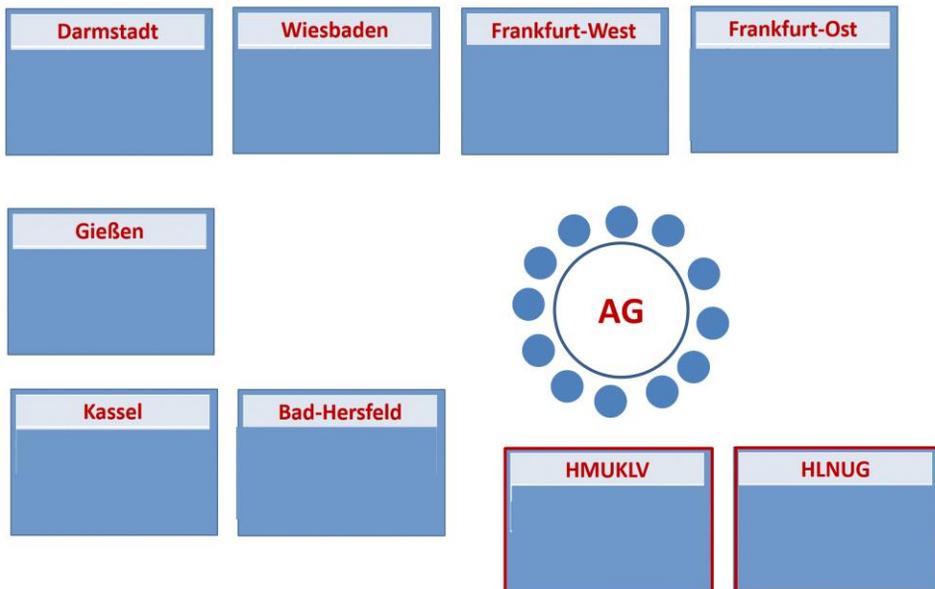
Dezernatsleitung  
(16 MA)

Verwaltung (6 MA)

Technik (10MA)

- 350 Bodenschutzverfahren
  - 10 Klageverfahren
- 60 Ausgangszustandsberichte
- 1.850 grundstücksbezogene Stellungnahmen/a

[Link zum Organigramm, RPDA](#)

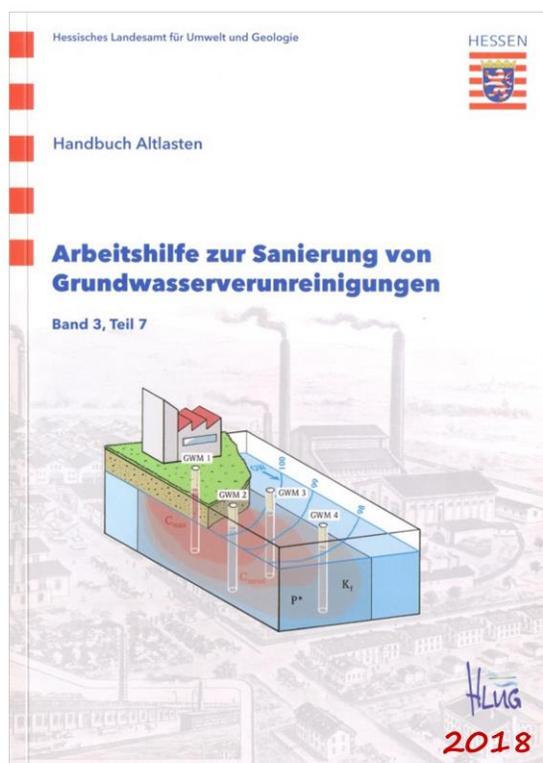


Vertreterinnen und Vertreter der 7 Bodenschutzdezernate in Hessen (RPDA: 4 DEZ, RPGI: 1 DEZ, RPKs: 2 DEZ) haben zusammen mit der wissenschaftlichen Fachbehörde und dem Umweltministerium die Arbeitshilfe erarbeitet.

**1. Auflage Wiesbaden 2008**  
Fragestellung: **Ob** eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt

**2. Auflage Wiesbaden 2013**  
Fragestellung: Ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt  
Aktualisierung Rechtsbezüge

**3. Auflage Wiesbaden 2018**  
Fragestellung:  
**Wie** und **wie lange** ist zu sanieren



In der 1. Auflage 2008 wurde das Schwerpunktthema Gefährdungsabschätzung bearbeitet. In der 2. Auflage 2013 wurden die Rechtsbezüge aktualisiert. In der 3. Auflage wurden zusätzlich die Fragen, wie und wie lange zu sanieren ist, behandelt.

Link zur AH, Inhalt, S. 3

|  |     |
|--|-----|
| <b>Inhalt</b>  |     |
| Vorwort  | 4   |
| 1 Einleitung   | 7   |
| 2 Rechtsgrundlagen der Grundwasseranierung   | 9   |
| 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung   | 10  |
| 3.1 Allgemeines  | 10  |
| 3.2 Bewertungskriterien  | 13  |
| 3.2.1 Gelöste Menge im Grundwasser   | 13  |
| 3.2.2 Fracht im Grundwasser  | 17  |
| 3.2.3 Bewertungsmatrix   | 20  |
| 3.3 Weitere Kriterien  | 21  |
| 3.4 Prüfschema als Entscheidungshilfe für Grundwasseranierungen  | 25  |
| 3.5 Anwendungsbeispiel   | 27  |
| 4 Sanierung von schädlichen Grundwasserverunreinigungen  | 32  |
| 4.1 Vorgaben der GWS-VwV   | 32  |
| 4.2 Sanierungsziel und Verhältnismäßigkeit   | 34  |
| 4.2.1 Allgemeines  | 34  |
| 4.2.2 Sanierungsziel   | 35  |
| 4.2.3 Verhältnismäßigkeitsprüfung  | 37  |
| 4.2.4 Behördliche Entscheidung über Art und Umfang der notwendigen Maßnahme                                      | 38  |
| 4.3 Anpassung, Optimierung und Beendigung von Grundwasseranierungen  | 40  |
| 4.3.1 Grenzen der Kostenbetrachtung in Hessen zur Bewertung der Angemessenheit von Sanierungsmaßnahmen           | 40  |
| 4.3.2 Algorithmus „Eintritt in die erneute Prüfung der Verhältnismäßigkeit“                                      | 41  |
| 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit bei laufenden Pump&Treat-Maßnahmen   | 43  |
| 4.3.4 Optimierung von Grundwasseranierungen  | 46  |
| 5 Fallbeispiel   | 47  |
| Anhänge  |     |
| Anhang 1 Kriterien zur Beurteilung einer schädlichen Grundwasserverunreinigung                                   | 55  |
| Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte der GWS-VwV  | 57  |
| Anhang 3 EXCEL-Auswerttool „Mengen und Frachten“   | 61  |
| Anhang 4 Erläuterungen zum EXCEL-Auswerttool „Mengen und Frachten“   | 62  |
| Anhang 5 Hinweise zur Anordnung von Stromföhen   | 64  |
| Anhang 6 Grafische Auswertung von 35 Praxisfällen  | 68  |
| Anhang 7 EXCEL-Auswerttool „Sanierungsverlauf“   | 69  |
| Anhang 8 Erläuterungen zum EXCEL-Auswerttool „Sanierungsverlauf“   | 71  |
| Anhang 9 Datenauswertung von 38 Pump&Treat-Grundwasseranierungen   | 79  |
| Anhang 10 Stand der Technik bei der Grundwasserreinigung   | 81  |
| Anhang 11 Einleitung von Hilfstoffen in das Grundwasser bei In-situ-Sanierungen                                  | 82  |
| Anhang 12 Ableitung von Grundwasser – Wiederverickelung, Einleitung in Abwasseranlagen und oberirdische Gewässer | 83  |
| Anhang 13 Positionierung der Sanierungsbrunnen und Pumpversuchsstellen   | 87  |
| Anhang 14 Dimensionierung von Pumpversuchsstellen und Sanierungsbrunnen  | 91  |
| Anhang 15 Hinweise zur Festlegung des Sanierungsbereichs   | 96  |
| Anhang 16 Fallkonstellationen zu Sanierungsbereichen   | 97  |
| Literatur  | 101 |

## Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Rechtsgrundlagen
- 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung
  - **„Ob“ Entschließungsermessen**
- 4 Sanierung
  - 4.1 Vorgaben GWS-VwV
  - 4.2 Sanierungsziel + Verhältnismäßigkeit
    - **„Wie“ Auswahlermessen**
  - 4.3 Beendigung + Verhältnismäßigkeit
    - **„Wie lange“ Entschließungs- +Auswahlermessen**
- 5 Fallbeispiel

Aus dem Inhaltsverzeichnis der Arbeitshilfe werden im Vortrag die Schwerpunkte „Ob“ – Entschließungsermessen, „Wie“ - Auswahlermessen und „Wie lange“ - Entschließungs- und ggf. Auswahlermessen vorgestellt.

Link zur AH, Kap. 2, S. 9

## 2 Rechtsgrundlagen der Grundwasseranierung

|  |  |
|--|--|
| <b>Regelwerke</b>                                  | Die Rechtsgrundlagen für die Sanierung des Grundwassers ergeben sich aus dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), dem Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), dem Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetz (HAiBodSchG), dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Hessischen Wassergesetz (HWG) und der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) [1-6].   |
| <b>Wirkungspfad Boden-Grundwasser</b>              | Zwischen Belastungen des Bodens und des Grundwassers besteht ein enger Zusammenhang. Vor In-Kraft-Treten des BBodSchG war die Bodensanierung im Wirkungspfad Boden-Grundwasser Teil des wasserrechtlichen Verfahrens, soweit es nicht nach § 13 Abs. 1 des früheren Hessischen Altlastengesetzes zur Altlastensanierung galt. Seit In-Kraft-Treten des BBodSchG ist die Sanierung des Grundwassers Teil des bodenschutzrechtlichen Verfahrens. Das BBodSchG erweitert die Sanierung auf die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze, die keine Bedeutung für das Grundwasser haben.   |
| <b>Abgrenzung von Bodenschutz- und Wasserrecht</b> | Das BBodSchG ist nur auf dem Boden (einschließlich der Bodenluft und der Bodenlösung) anwendbar, nicht aber auf das Grundwasser (§ 2 Abs. 1 BBodSchG). Für die Sanierung des Grundwassers gelten deshalb die Anforderungen des Wasserrechts (§ 4 Abs. 4 BBodSchG), in Hessen das HWG und die GWS-VwV. Die Anwendbarkeit der BBodSchV endet am Ort der Beurteilung (§ 4 Abs. 3 BBodSchV), bei der Beurteilung von Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers bleiben wasserrechtliche Vorschriften deshalb unberührt (§ 4 Abs. 7 BBodSchV).  |
| <b>wasserrechtliche Anforderungen</b>              | Wenn die Belastung des Grundwassers auf eine Verunreinigung des Bodens zurückzuführen ist (Bodensanierung), ergibt sich die Verpflichtung zur Sanierung aber aus dem BBodSchG (§ 4 Abs. 3 Satz 1; „... sind verpflichtet, den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Grundwasser so zu sanieren, dass ...“). Das Sanierungsverfahren mit der orientierenden Untersuchung und der Detailuntersuchung, die Sanierungsplanung, die Sanierungspflicht und die Nachsorge sind im BBodSchG und in der BBodSchV geregelt. Deshalb ergibt sich nach § 57 HWG die Sanierungspflicht für die Sanierung des Grundwassers nur soweit aus dem Wasserrecht, wie diese nicht bereits im Bodenschutzrecht geregelt ist. |
|  | Der § 57 HWG und die GWS-VwV bestimmen die wasserrechtlichen Anforderungen an die Grundwasseranierung (No. 1 GWS-VwV). Mit der GWS-VwV hat das Wasserrecht sich an das System der Prüfwerte des BBodSchG angelehnt (§ 8 BBodSchG, § 4 BBodSchV mit Anhang 2). Nach No. 2 GWS-VwV ist bei einer Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) eine Prüfung im Einzelfall durchzuführen, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt. Eine bloße Überschreitung der GFS-Werte ist danach, anders als im Papier „Grundätze des nachsorgeorientierten  |

## Rechtsgrundlage

Das BBodSchG ist nur auf den Boden anwendbar. Für die Sanierung des Grundwassers gelten daher die Anforderungen des Wasserrechts.

In Hessen regelt die Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV)

Ziel der Arbeitshilfe ist die **fachliche Konkretisierung** der in der GWS-VwV genannten Ausführungen.

Das BBodSchG ist nur auf den Boden anwendbar...Erläuterung analog Folie

# „Ob“ saniert werden muss

Im Weiteren wird das Entschließungsermessen der Behörde, bei der Frage, ob saniert werden muss, konkretisiert. Die Konkretisierung dient u.a. der Vergleichmäßigung der Vollzugsentscheidungen.

[Link zum Nachsorgepapier](#)

[Link zur GWS-VwV](#)

## 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung

### Anwendungsbereich der GWS-VwV

Die Kriterien, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, ergeben sich aus Nr. 4 der GWS-VwV (1). Die Kriterien der GWS-VwV sind in Anhang I aufgeführt und kurz erläutert. In der GWS-VwV und in dieser Arbeitshilfe werden durch menschliche Tätigkeiten verursachte (anthropogene) Grundwasserbelastungen betrachtet. Die GWS-VwV gilt nach Nr. 1 Abs. 2 nicht für rein geogene Belastungen sowie Belastungen aus diffusen Quellen; ob und inwieweit in solchen Fällen Maßnahmen zu treffen sind, ist im Einzelfall zu entscheiden.

### schädliche GW-Verunreinigung

Falls im Grundwasser der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) eines Schadstoffes überschritten wird, liegt eine Grundwasserverunreinigung vor. Dann ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Grundwasserverunreinigung „schädlich“ oder nur „gering“ ist. Bei Vorliegen einer schädlichen Grundwasserverunreinigung besteht vom Grundsatz her Sanierungsbedarf. Bei der Entscheidung über Sanierungsmaßnahmen ist der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz zu beachten (GWS-VwV Nr. 5 Abs. 1 sowie Kap. 4.2).

Die Einzelfallprüfung, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, soll sich nicht auf die Betrachtung der Schadstoffkonzentration im Grundwasser beschränken. Auch eine deutliche Überschreitung eines GFS-Wertes muss nicht zwingend als schädliche Grundwasserverunreinigung bewertet werden, beispielsweise wenn die Überschreitung nur in einem kleinen Volumen des Grundwassers auftritt.

### Bewertungskriterien

Um ein aussagekräftiges Schadensbild zu erhalten, sind zwei Bewertungskriterien von besonderer Bedeutung:

- Gelöste Menge von Schadstoffen im Grundwasser (Kap. 3.2.1)
- Schadstoffrecht im Grundwasser (Kap. 3.2.2).

### Poros- und Klüftgrundwasserleiter

Bei Klüftgrundwasserleitern ist die Ermittlung der beiden Bewertungskriterien i. d. R. wesentlich schwieriger als bei Porosgrundwasserleitern. Daher ist bei Klüftgrundwasserleitern die Vorgehensweise nach Kapitel 3 häufig nicht möglich. Die Beurteilung, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, muss bei Klüftgrundwasserleitern noch stärker auf einer Einzelfallbetrachtung beruhen.

### Hinweise zur Anwendung der Bewertungskriterien

Die Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Frachtwasser“ sind für jeden Stoff bzw. jede Stoffgruppe getrennt zu ermitteln. D für Metabolite, die sich infolge eines unvollständigen biologischen Abbaus ne anreichern, beispielsweise Vinylchlorid (VC) bei der unvollständigen Dechlorierung von Tetrachlorethen (PER) oder Trichlorethen (TRI).

In beide Bewertungskriterien fließen stoffspezifische und hydrologische Daten ein (Abb. 1).

- Kenngrößen, die direkt in ein Bewertungskriterium einfließen: Um das Bewertungskriterium anwenden zu können, müssen diese Kennmittel werden. Sie sind in Abbildung 1 als Kästchen mit durchgezogen dargestellt.



## LAWA Nachsorgepapier 2006:

Eine **Grundwasserverunreinigung** liegt dann vor, wenn im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle überschritten wird.

## GWS-VwV, Nr. 4:

**Schädliche Grundwasserverunreinigung**  
Für die Beurteilung, ob eine **schädliche Grundwasserverunreinigung** vorliegt, ist das **Gefährdungspotenzial** insbesondere

1. nach Art, Gefährlichkeit, räumlicher Verteilung und Menge der Schadstoffe sowie
2. nach den örtlichen Verhältnissen abzuschätzen.

Das LAWA Nachsorgepapier hatte 2006 eine Grundwasserverunreinigung als Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle definiert. Die GWS-VwV regelt zur schädliche Grundwasserverunreinigung, dass das Gefährdungspotenzial abzuschätzen ist.

### 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung

**Anwendungsbereich der GWS-VwV** Die Kriterien, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, ergeben sich aus Nr. 4 der GWS-VwV (1). Die Kriterien der GWS-VwV sind in Anhang 1 aufgeführt und kurz erläutert. In der GWS-VwV und in dieser Arbeitshilfe werden durch menschliche Tätigkeiten verursachte (anthropogene) Grundwasserbelastungen betrachtet. Die GWS-VwV gilt nach Nr. 1 Abs. 2 nicht für rein geogene Belastungen sowie Belastungen aus diffusen Quellen; ob und inwieweit in solchen Fällen Maßnahmen zu treffen sind, ist im Einzelfall zu entscheiden.

**schädliche GW-Verunreinigung** Falls im Grundwasser der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) eines Schadstoffes überschritten wird, liegt eine Grundwasserverunreinigung vor. Dies ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Grundwasserverunreinigung „schädlich“ oder nur „gering“ ist. Bei Vorliegen einer schädlichen Grundwasserverunreinigung besteht vom Grundsatz her Sanierungsbedarf. Bei der Entscheidung über Sanierungsmaßnahmen ist der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz zu beachten (GWS-VwV Nr. 5 Abs. 1 sowie Kap. 4.2).

Die Einzelfallprüfung, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, soll sich nicht auf die Betrachtung der Schadstoffkonzentration im Grundwasser beschränken. Auch eine deutliche Überschreitung eines GFS-Wertes muss nicht zwingend als schädliche Grundwasserverunreinigung bewertet werden, beispielsweise wenn die Überschreitung nur in einem kleinen Volumen des Grundwassers auftritt.

**Bewertungskriterien** Um ein aussagekräftiges Schadenbild zu erhalten, sind zwei Bewertungskriterien von besonderer Bedeutung:

- Gelöste Menge von Schadstoffen im Grundwasser (Kap. 3.2.1)
- Schadstofffracht im Grundwasser (Kap. 3.2.2).

**Poros- und Kluffgrundwasserleiter** Bei Kluffgrundwasserleitern ist die Ermittlung der beiden Bewertungskriterien i. d. R. wesentlich schwieriger als bei Porosgrundwasserleitern. Daher ist bei Kluffgrundwasserleitern die Vorgehensweise nach Kapitel 3 häufig nicht möglich. Die Beurteilung, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, muss bei Kluffgrundwasserleitern noch stärker auf einer Einzelfallbeurteilung beruhen.

**Hinweise zur Anwendung der Bewertungskriterien**

Die Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Frachtwasser“ sind für jeden Stoff bzw. jede Stoffgruppe getrennt zu ermitteln. D für Metabolite, die sich infolge eines unvollständigen biologischen Abbaus anreichern, beispielsweise Vinylchlorid (VC) bei der unvollständigen Dechlorierung von Tetrachlorethen (PER) oder Trichlorethen (TRI).

In beide Bewertungskriterien fließen stoffspezifische und hydrologische Parameter ein (Abb. 1).

- Kenngrößen, die direkt in ein Bewertungskriterium einfließen: Um das Bewertungskriterium anwenden zu können, müssen diese Kenngrößen ermittelt werden. Sie sind in Abbildung 1 als Kästchen mit durchgezogener Darstellung dargestellt.



### Prüfungskriterien

#### Schadstofffracht im Grundwasser

$$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot C_{\max}$$

- maximale Konzentration -  $C_{\max}$
- Architektur der Stromröhre - L, B und H
- Geringfügigkeitsschwellenwert – GFS
- hydraulischen Gradient - I

#### Gelöste Menge von Schadstoffen im Grundwasser

$$M_{\text{gelöst}} = C_{\text{mittel}} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot P^* / 100$$

- mittlere Konzentration -  $C_{\text{mittel}}$
- Architektur der Stromröhre - L, B und H
- Geringfügigkeitsschwellenwert – GFS
- Nutzbare Porosität –  $P^*$

Das Gefährdungspotenzial kann über die Prüfungskriterien „Schadstofffracht“ im Grundwasser und „gelöste Menge“ im Grundwasser abgeschätzt werden.

### 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung

#### Fracht [g/d]

| Fracht [g/d] |               |               |                      | * GFS   | gelöste Menge [kg] |  |
|--------------|---------------|---------------|----------------------|---------|--------------------|--|
| < 0,02       | > 0,02        | > 0,2         | > 0,5                |         |                    |  |
| 21<br>5      | 25<br>2<br>16 | 11<br>6<br>4  | 15<br>13<br>10<br>18 | > 0,1   |                    |  |
| 23           | 30<br>31      | 9<br>99<br>28 | 7<br>33              | > 0,03  |                    |  |
| 3<br>22      | 24            | 20<br>19      | 26<br>12             | > 0,003 |                    |  |
| 29<br>1      | 32            | 14<br>35      | 17<br>8              | < 0,003 |                    |  |

Für die 35 bekannte Grundwasserverunreinigungen wurden die Prüfungskriterien „Schadstofffracht“ und „Gelöste Schadstoffmenge“ in der Schadstoffaufnahme bestimmt und der Größe nach klassifiziert.

### 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung

[Link zur AH, Kap. 3.2.3, S. 21](#)

| Fracht [g/d]         |                 |                 |               |                       |                    |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| sehr klein<br>< 0,02 | klein<br>> 0,02 | mittel<br>> 0,2 | groß<br>> 0,5 | *GFS                  |                    |
| keine                |                 | geringe         |               | groß<br>> 0,1         | gelöste Menge [kg] |
|                      |                 |                 |               | mittlere              |                    |
| keine                |                 | geringe         |               | klein<br>> 0,003      |                    |
|                      |                 |                 |               | sehr klein<br>< 0,003 |                    |

10  
99

Die 16 Klassen werden zu 4 Gruppen in „keine – geringe – mittlere und große schädliche Grundwasserverunreinigung“ zusammengefasst.

### 3 Schädliche Grundwasserverunreinigung

[Link zur AH, Kap. 3.4, S. 26](#)

| Fracht [g/d]   |                 |                 |               |                       |                    |
|--|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| sehr klein<br>< 0,02   | klein<br>> 0,02 | mittel<br>> 0,2 | groß<br>> 0,5 | *GFS                  |                    |
| Lieg eine <b>große</b> schädliche Grundwasserverunreinigung vor, sind Maßnahmen i.d.R. verhältnismäßig.        |                 |                 |               |                       |                    |
| Lieg eine <b>mittlere</b> schädliche Grundwasserverunreinigung vor, sind weitere Kriterien zu prüfen.          |                 |                 |               |                       |                    |
| Lieg eine <b>geringe</b> schädliche Grundwasserverunreinigung vor, so sind Maßnahmen i.d.R. unverhältnismäßig. |                 |                 |               |                       |                    |
| Lieg <b>keine</b> schädliche Grundwasserverunreinigung vor, so sind keine Maßnahmen zu ergreifen.              |                 |                 |               |                       |                    |
|  |                 |                 |               | groß<br>> 0,1         | gelöste Menge [kg] |
|  |                 |                 |               | mittlere<br>> 0,03    |                    |
|  |                 |                 |               | klein<br>> 0,003      |                    |
|  |                 |                 |               | sehr klein<br>< 0,003 |                    |

11  
99

Den 4 Gruppen wird jeweils eine Antwort auf die Frage, ob saniert werden muss, zugeordnet (Entscheidungsermessens).

# EXCEL-Auswertetool Mengen und Frachten

Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen\_2008.xls [Schreibgeschützt] [Kompatibilitätsmodus] - Excel

Mengen- und Frachtbewertung "Schadstoffe im Grundwasser" Stand 3-2009

Anhang 2 des Handbuchs Altlasten "Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen"

Bezeichnung des Schadensfalls:

Schadstoff:

Geringfügigkeitsschwellenwert: GFS µg/l

Stromröhre Nr.:  ① ② ③

Die aus der Empirie abgeleitete Klassifizierung findet in Hessen seit 10 Jahren Anwendung und hat sich bewährt.

|                                     |                                |            |                      |                      |  |                      |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|--|----------------------|
| Durchlässigkeitsbeiwert             | $k_f$                          | m/s        | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>                             | <input type="text"/> |
| hydraulischer Gradient              | $I$                            | -          | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>                             | <input type="text"/> |
| nutzbare Porosität                  | $P^*$                          | %          | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/>                             | <input type="text"/> |
| Abstandsgeschwindigkeit             | $v_a$                          | m/d        | 0,00                 | 0,00                 | 0,00   |                      |
| <b>gelöste Menge im Grundwasser</b> | <b><math>M_{gelöst}</math></b> | <b>kg</b>  | <b>0,000</b>         | <b>groß</b>          | <b>(Einstufung nach Arbeitshilfe Kap. 3.2.1)</b> |                      |
| <b>Fracht im Grundwasser</b>        | <b><math>E_{ab}</math></b>     | <b>g/d</b> | <b>0,000</b>         | <b>groß</b>          | <b>(Einstufung nach Arbeitshilfe Kap. 3.2.2)</b> |                      |

Zur Bewertung, welche gelöste Menge und welche Fracht im Grundwasser im Einzelfall vorliegt, steht das Excel-Auswertetool (Mengen und Frachten) zum Download bereit: <https://www.hlnug.de/themen/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.html>



## Grundsatz der Verhältnismäßigkeit

Bei der Sanierung von Grundwasserverunreinigungen ist die Verhältnismäßigkeit zu Beginn (Sanierungsziel), während (Betrieb) und am Ende der Maßnahme (bei Einstellung ohne Erreichung des Sanierungsziels) zu prüfen.

Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ist ein aus dem Verfassungsrecht abgeleiteter Maßstab, der besagt, dass ein Eingriff erforderlich, geeignet und angemessen sein muss.

Er gilt für alle Eingriffe im öffentlichen Recht, so auch im Bodenschutz- und Wasserrecht.

Bei der Sanierung von Grundwasserverunreinigungen ist die Verhältnismäßigkeit zu Beginn (Sanierungsziel), während (Betrieb) und ...weitere Erläuterung siehe Folie.

# „Wie“ saniert werden muss

## 4 Sanierung von schädlichen Grundwasserverunreinigungen 4.1 Vorgaben der GWS-VwV

Sanierung,  
Dekontamination,  
Sicherung

Im Bodenschutzrecht umfasst die Sanierung Maßnahmen zur Dekontamination und zur Sicherung. Dekontamination bedeutet, dass die Schadstoffe mit dem Ziel der Gefahrenbeseitigung dauerhaft entfernt werden. Damit fallen unter den Begriff Dekontamination auch Maßnahmen, die nur eine Teil-Dekontamination zum Ziel haben. Sicherungsmaßnahmen sollen eine Ausbreitung der Schadstoffe verhindern; eine Schadstoffbeseitigung erfolgt nicht. Im Wasserrecht wird in der GWS-VwV der Begriff Sanierung analog verwendet. Die Herausnahme oder das Umwandeln der Schadstoffe wird dort mit „Beseitigung“ beschrieben. Ist die vollständige Beseitigung nicht möglich, besteht die Möglichkeit, das Sanierungsziel anzupassen (teilweise Beseitigung). Ist das Sanierungsziel in einem überschaubaren Zeitraum mit einem verhältnismäßigen Aufwand nicht erreichbar, können Sicherungsmaßnahmen zugelassen werden.

Umfang der  
Sanierung,  
Sanierungsziel

Die vom Wasserrecht zu bestimmenden Anforderungen an die Sanierung von Grundwasserverunreinigungen nach § 4 Abs. 4 Satz 3 des BBodSchG sind in Hessen in der GWS-VwV [1] festgelegt und werden dort in Nummer 5 präzisiert.

Die Sanierung des Schutzgutes „Grundwasser“ umfasst demnach „alle unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung der schädlichen Grundwasserverunreinigung, insbesondere durch Herausnahme oder Umwandeln der Schadstoffe, und schließt die Beseitigung ihrer Ursache ein“ ([1] Nr. 5 Abs. 1). Dabei ist ein möglichst weitgehender Grundwasserschutz anzustreben, d. h. eine vollständige Gefahrenabwehr, bei der sowohl die Schadstoffquelle<sup>3</sup> als auch die gesamte Schadstofffahne<sup>4</sup> in den Blick genommen sowie entsprechende Sanierungsmaßnahmen geplant und durchgeführt werden. Die Behörde legt hierzu ein Sanierungsziel für das Grundwasser fest. Darunter ist sowohl die Festlegung des Umfangs der Sanierung (vollständige Sanierung, Teilsanierung oder Sicherung) sowie ggf. auch die Festlegung eines konkreten Sanierungszielwertes zu verstehen (vgl. Kapitel 4.2.2).

abweichendes  
Sanierungsziel

Wenn eine vollständige Gefahrenabwehr aus Gründen der Verhältnismäßigkeit nicht in Frage kommt, kann die Behörde ein abweichendes Sanierungsziel festlegen, so dass auch weniger wirkungsvolle bzw. weniger weitgehende Sanierungsmaßnahmen zum Einsatz kommen können.  
„Ist aufgrund der örtlichen Verhältnisse eine Beseitigung der schädlichen Grundwasserverunreinigung nach Abs. 1 Satz 2 mit verhältnismäßigen Maßnahmen nicht zu erwarten, kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde ein abweichendes Sanierungsziel bestimmt werden“ ([1] Nr. 5 Abs. 2).“

<sup>3</sup> Schadstoffquellen sind Bodenbereiche, die deutlich erhöhte Gehalte mobiler bzw. mobilisierbarer Schadstoffe aufweisen, Schadstoffe können als Phase (z.B. gasförmig als RAGL, fest- oder flüssigphasig) vorliegen und/oder an der Bodenoberfläche anfallen sein.

<sup>4</sup> Als Schadstofffahne wird das Grundwasserintervall im Abstrom einer Schadstoffquelle verstanden, in dem die Stoffkonzentrationen über dem jeweiligen CFS-Wert liegen [3].

Link zur AH, Kap. 4.1, S. 32



## GWS-VwV, Nr. 5, Abs. 2

### Vollständige Beseitigung

wenn nicht verhältnismäßig ↓

### Sanierungszielanpassung

#### Erhöhung SZW

#### Räumliche Beschränkung SZW

#### Bereiche unterschiedlicher SZW

wenn nicht verhältnismäßig ↓

### Sicherung

Allgemeinheit  
Schutz  
Grundwasser

Pflichtige  
Eingriff  
Grundrechte



Im Hinblick auf die Sanierungsmaßnahmen ergibt sich aus der GWS-VwV eine Rangfolge. Ist die vollständige Beseitigung nicht möglich, weil keine verhältnismäßige Maßnahme zur Verfügung steht, folgt die Sanierungszielanpassung, bis die Maßnahme verhältnismäßig wird.

## 4.2 Sanierungsziel und Verhältnismäßigkeit

### 4.2.1 Allgemeines

Link zur AH, Kap. 4.2.2, S. 36

|   |  |
|---|--|
| <b>Behörde nennt vorläufiges Sanierungsziel</b> | Damit der Umfang der Sanierungsmaßnahme deutlich wird, hat die Behörde bei ihrer Ermessensentscheidung, ob und wie zu sanieren ist, dem Pflüchigen das Sanierungsziel zur vollständigen Beseitigung der schädlichen Grundwasserunreinigung zu nennen. Für den Fall, dass hierfür keine verhältnismäßigen Maßnahmen zur Verfügung stehen, wird die Behörde das Sanierungsziel unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials soweit anpassen, bis eine verhältnismäßige Maßnahme zur Verfügung steht. Daraus wird deutlich, dass „Sanierungsziel“ und „Verhältnismäßigkeit“ eng miteinander verknüpft sind, und eine iterative Vorgehensweise bei der Entscheidung über das Sanierungsverfahren notwendig sein kann.  |
| <b>MNA</b>                                      | <b>Monitored Natural Attenuation (MNA) sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen</b><br>Sind auch Sicherungsmaßnahmen nicht verhältnismäßig, ist die Überwachung natürlicher Abbau- und Rückbauprozesse (MNA) möglich, sofern die oben genannten Voraussetzungen für eine Sicherungsmaßnahme erfüllt sind (s. bis c.). Wie bei Sicherungsmaßnahmen sind auch bei MNA geeignete Maßnahmenziele festzulegen, um die Wirksamkeit der Maßnahme überprüfen zu können (vgl. Kapitel 4.2.2).   |
| <b>Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen</b>       | Zusätzlich zu Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen bzw. MNA können Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen (beispielsweise Nutzungverbote) erforderlich sein. MNA sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen werden in der GW-SuV nicht explizit genannt. Sie sind in der Rangfolge unterhalb der Sicherung einzuordnen.   |
| <b>Lage der Sanierungsbereiche</b>              | <b>Sanierungsstrategien</b><br>Aus der oben genannten Rangfolge möglicher Sanierungsmaßnahmen (1. bis 3.) können sich im Einzelfall unterschiedliche Sanierungsstrategien ergeben und damit auch verschiedene Fallkonstellationen (siehe Anhang 16).<br>Die Lage der Sanierungsbereiche (siehe Anhang 15) hängt damit unmittelbar vom Sanierungsziel ab. Wird eine vollständige Beseitigung des Schadens angestrebt, müssen die Sanierungsbereiche die gesamte Fahne in Länge und Breite sowie den Bereich der Quelle erfassen. Steht hingegen die größtmögliche Wirksamkeit einer Sanierung im Vordergrund, sollte der Sanierungsbereich die höchsten Schadstoffkonzentrationen erfassen. Bei einer hydraulischen Sicherung liegt der Sanierungsbereich hingegen meist in der Fahnenstipe.<br>Hinweise zu der Positionierung von Sanierungsbrunnen enthält Anhang 13. Im Anhang 16 werden Fallbeispiele gezeigt, die für verschiedene Sanierungsziele die sich daraus ergebenden Sanierungsbereiche darstellen. |
| <b>Positionierung von Sanierungsbrunnen</b>     |  |

16  
99

## Gefährdungspotenzial

| Kriterien  | Gefährdungspotenzial                |   |                                   |
|--|-------------------------------------|---|-----------------------------------|
|  | niedrig                             |   | hoch                              |
| <b>Prognose Fahnenentwicklung</b>  | stark rückläufig                    | stationär oder rückläufig               | expandierend                      |
| <b>Mobilität</b>   | geringe                             | mittlere                                | hohe                              |
| <b>Biologische Abbaubarkeit</b>  | sehr guter Abbau                    | langsamer oder guter Abbau              | schlechter bzw. kein Abbau        |
| <b>Hydrochemisches Milieu</b>  | ungünstig für Schadstoffausbreitung | kein Einfluss auf Schadstoffausbreitung | günstig für Schadstoffausbreitung |
| <b>Ausbreitung in tiefere CW-Stockwerke</b>  | nein                                |   | ja                                |
| <b>Gefährdung weiterer Schutzgüter (beispielsweise Mensch, Grundwasser, Oberflächengewässer, Ökosysteme)</b> | nein                                | teilweise                               | ja                                |
| <b>Trinkwassergewinnung</b>  | nein                                |   | ja                                |
| <b>Quellsanierung</b>  | erfolgt                             | teilweise                               | nein                              |
|  | ← geringere Anforderungen           |   | höhere Anforderungen →            |
|  | ← Anforderungskatalog →             |   |                                   |

Ein wichtiger Aspekt bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit des Sanierungsziels, ist die Bewertung des Gefährdungspotenzials. Ist das Gefährdungspotenzial hoch, können auch „höhere Anforderungen“ an das Sanierungsziel gestellt werden.

## 4.2.4 Behördliche Entscheidung über Art und Umfang der notwendigen Maßnahmen

Link zur AH, Anh. 9, S. 79

|  |   |
|--|---|
| <b>Verhältnismäßigkeit bei mittleren GW-Verunreinigungen</b> | In dieser Arbeitshilfe wird mit dem „Prüfschema zur Entscheidung über eine Grundwasseranierung“ (Abb. 3, Seite 26) eine Hilfestellung für die Entscheidung gegeben, „ob“ saniert werden muss.<br>Bei der Ermessensentscheidung der Behörde über Art und Umfang einer Grundwasseranierung, festgelegt durch das Sanierungsziel, ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu beachten.<br>Danach ist die Sanierung großer schädlicher Grundwasserunreinigungen i. d. R. verhältnismäßig. Bei mittleren schädlichen Grundwasserunreinigungen ist eine Sanierung i. d. R. dann verhältnismäßig, wenn eine „ungünstige Tendenz“ vorliegt, beispielsweise wenn eine Ausbreitung der Schadstoffe in tieferen Grundwasserleitern zu befürchten ist (Abb. 3). Eine Ausnahme von der Regel ist unter anderem gegeben, wenn der angestrebte Umweltnutzen (sauberes Grundwasser) in deutlichem Missverhältnis zum Aufwand (Kosten) für den Verantwortlichen steht.   |
| <b>Anwertung von 38 Praxisfällen</b>                         | <b>Kosten bei Pump&amp;Treat-Maßnahmen</b><br>Die hessischen Vollzugsbehörden beauftragen unter bestimmten Voraussetzungen die HLM-ASC als Trägerin der Altküstensanierung mit Grundwasseranierungsmaßnahmen (§ 12 HAuBodSchG), siehe Anhang 9.<br>Von 1990 bis Ende 2016 wurden vom Land Hessen bei 38 Grundwasseranierungsmaßnahmen (Pump&Treat) Mittel in Höhe von rund 83,4 Mio. € investiert. Bei diesen Maßnahmen wird regelmäßig von der Behörde geprüft, ob der Umweltnutzen den erwarteten finanziellen Aufwand rechtfertigt. Die ermittelten Preise geben eine Orientierung zum Verhältnis von Kosten und Wirksamkeit.<br>Für die Abreinigung eines Kilogramms Schadstoff liegt der Median bei rund 3.500 €/t. Das 0,75-Quantil liegt bei rund 6.500 €/t (siehe Anhang 9).<br>In der überwiegenden Zahl der ausgewerteten Fälle traten LHKW auf, so dass diese Schadstoffgruppe gesondert betrachtet wurde. Für die Abreinigung eines Kilogramms LHKW liegt der Median bei rund 4.400 €/t. Das 0,75-Quantil liegt bei rund 7.000 €/t (siehe Anhang 9).<br>Im Rahmen der Sanierungsgüterrechnung können die vorgenannten Preise Gutachtern eine gewisse Orientierung bei der Auswahl und Dimensionierung der in Betracht kommenden Sanierungsmaßnahmen geben, zum Beispiel bei der Kostenabschätzung sowie bei der Ermittlung des Verhältnisses von Kosten und Wirksamkeit nach Anhang 3 Nr. 1 der BbodSchV. |

17  
99

## Kostenbetrachtung



<sup>1</sup> Bei der Frage der Verhältnismäßigkeit im eigenen Sinne nimmt das Bundesverfassungsgericht staatlichen Organen die Wahl eines Beweizugs- und Ermessensbereichs zu, die in einem Verstoß gegen das Gebot der Verhältnismäßigkeit im eigenen Sinne nur bei deutlicher Unangemessenheit antizipiert (§ 23).

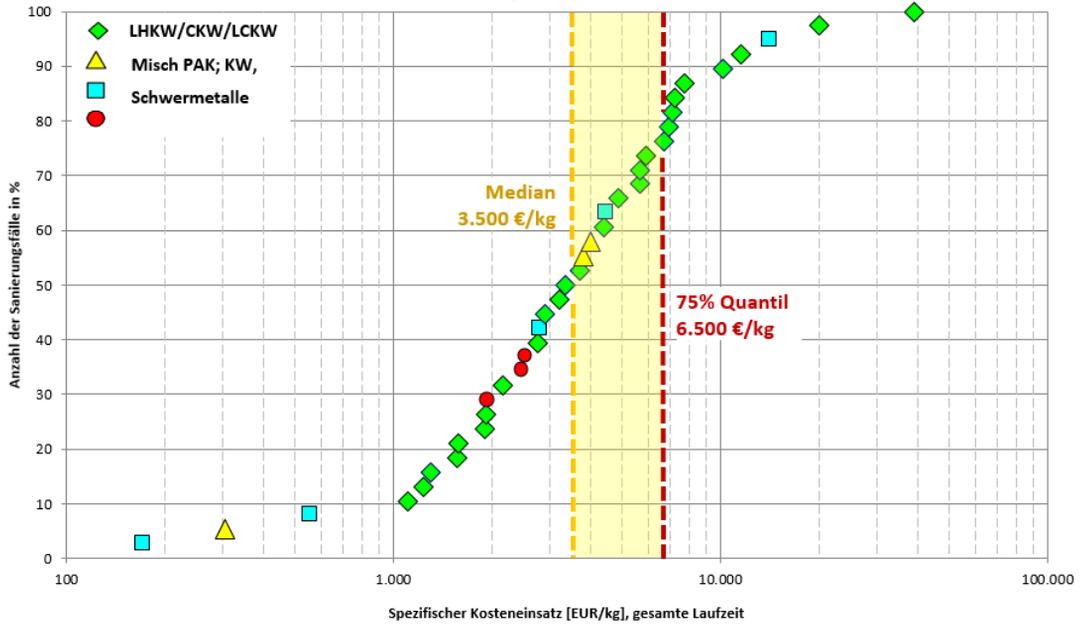
<sup>2</sup> In der Einzelbetrachtung wegen fehlender Zuständigkeit von Verfassung wegen begrenzt und stehen andere Voraussetzungen für die Gebotswahl nicht zur Verfügung, wird die Vollzugsbehörde über die Begrenzung der Kostenbetrachtung die Zuständigkeitsverteilung entscheiden. Organenfalls kann auch eine Übertragung der Maßnahmen an den Träger der Altlastensanierung erfolgen (§ 12 Abs. 1 HAuBodSchG).

Für die Kostenbetrachtung wurden in Hessen 38 mit Landesmitteln finanzierte Grundwasseranierungen aus der Zeit von 1990 bis 2016 mit einem Kostenvolumen von 83,5 Mio. € und einer Abreinigungsleistung von 47 Tonnen Schadstoffen näher betrachtet.

**4.2.4 Behördliche Entscheidung über Art und Umfang der notwendigen Maßnahmen**

**Kostenbetrachtung**  
Spezifische Kosten (38 Fälle)

[Link zur AH, Anh. 9, S. 79](#)

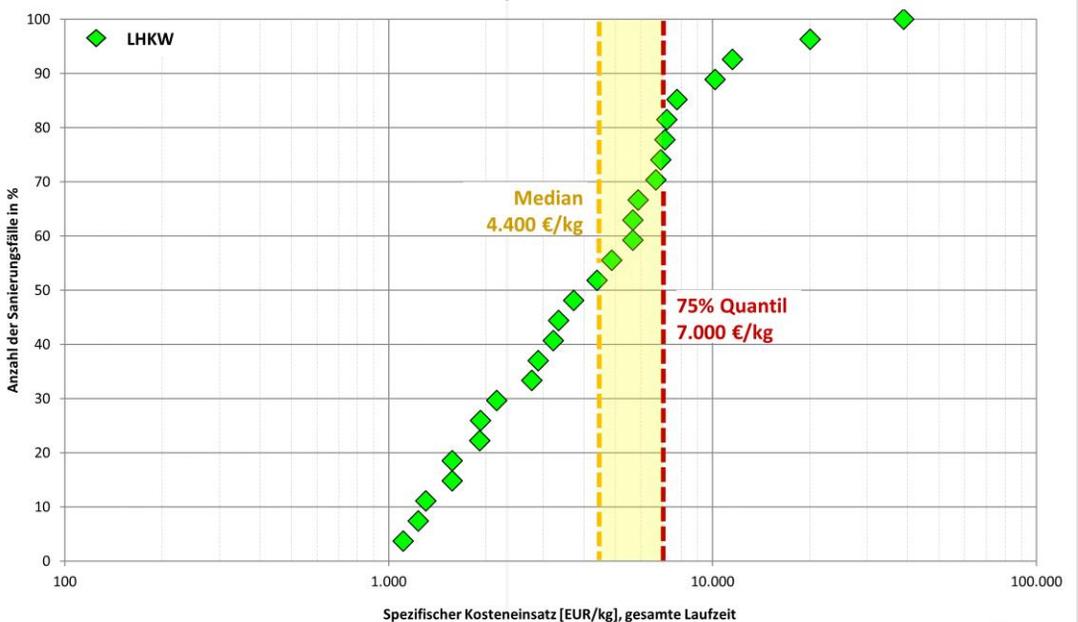


18  
99

Die Trägerin der Altlastensanierung, die HIM-ASG, hat die Leistungen im Wettbewerb ausgeschrieben und nach buchhalterischen Grundsätzen lückenlos dokumentiert. Für die 38 Fälle ergibt sich für „alle Parameter“ über die gesamte Laufzeit ein Median von 3.500 €/kg.

**4.2.4 Behördliche Entscheidung über Art und Umfang der notwendigen Maßnahmen**

**Kostenbetrachtung**  
Spezifische Kosten (99 Fälle)



19  
99

27 von den 38 betrachteten Fällen sind Grundwassersanierungen mit den Schadstoffen des Summenparameters LHKW. Hier ergibt sich für „alle Parameter“ über die gesamte Laufzeit ein Median von 4.400 €/kg.

### 4.3 Anpassung, Optimierung und Beendigung von Grundwassersanierungen

#### 4.3.1 Grenzen Kostenbetrachtung

**Kosten von vielen Faktoren abhängig**

In Kapitel 4.2.4 werden Aspekte für die Festlegung des Sanierungsumfanga gegeben. Unter anderem werden Kosten für die Entfernung von Schadstoffen (Kosten/kg Schadstoff) genannt. Aufgrund der begrenzten Datengrundlage von nur 38 Fällen ist eine Differenzierung der Kosten nach weiteren relevanten Kriterien nicht sinnvoll möglich gewesen. Die gesonderte Betrachtung von LHKW zeigt jedoch bereits, dass die Kosten vom betrachteten Schadstoff abhängen. Neben dem abzuwägenden Schadstoff können sich beispielsweise auch die geologische Situation sowie die betroffenen Gefährdungslage auf die Kostenentwicklung eines Projektes auswirken. Eine pauschale Anwendung der genannten Preise zur Ermittlung eines angemessenen Verhältnisses von Kosten und Wirksamkeit ist somit nicht möglich.

**Kostenschwankungen**

Für die in Hessen durchgeführte Betrachtung wurden die Gesamtkosten für Erkundung, Planung, Ausschreibung und den Betrieb der jeweiligen Grundwassersanierung herangezogen (Anhang 9). Die Auswertung von Einzelfällen zeigt, dass die Kosten im Projektverlauf von 26 Jahren erheblich schwanken können. Beispielsweise können Anlagenerichtungen, Reparaturen oder Optimierungsmaßnahmen mit hohen Investitionskosten sich zeitweise auf das Verhältnis von Kosten und Wirksamkeit auswirken.

Die in dieser Arbeitshilfe angegebenen Kosten zur Abreinigung eines Kilogramms Schadstoff können somit nur orientierend zur Bewertung der Verhältnismäßigkeit einer Sanierung verwendet werden. Fachtechnische Fragen, weshalb ein ungünstiges Verhältnis zwischen Kosten und Wirksamkeit besteht, müssen bei der Prüfung beantwortet werden.

**Kostenbetrachtung bei Sicherungen nicht anwendbar**

Weiterhin bleibt zu berücksichtigen, dass die angegebenen Kosten nicht zur Bewertung für hydraulische Sicherungsmaßnahmen (ohne saniertes Schadstoffzentrum) herangezogen werden können. Das Ziel von Sicherungsmaßnahmen ist in der Regel die Verhinderung einer Schadstoffabdriftung, sodass hier nicht die Kosten, sondern die Folgen der Abschaltung auf andere Schutzgüter entscheidend die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme bestimmen.

**Offenlegung der Kosten**

Damit von behördlicher Seite geprüft werden kann, ob die Kostenentwicklung tatsächlich Anhalt für die Unverhältnismäßigkeit einer Maßnahme heranzuziehen ist, sind eine umfassende und nachvollziehbare Kostenoffenlegung sowie Abschätzung zukünftiger Kosten durch den Sanierungspflichtigen notwendig. Trägt der Pflichtige diesen Anforderungen nicht angemessen Rechnung, so kann er sich auch nicht auf ein etwaiges Maaßverhältnis von Aufwand und Nutzen berufen. Das Gefährdungspotential (s. Tab. 10) der Grundwasserkontamination ist bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung immer zu berücksichtigen.

Link zur AH, Kap. 4.3.1, S. 40

## Grenzen der Kostenbetrachtung



**Kostendaten (Wettbewerb, Buchhaltung)**

**begrenzte Datenlage (38/500)**

**erhebliche Kostenschwankungen**

**keine weitere Differenzierung Geologie, Hydrologie, Schadstoffe...**

**Grenzwerte der Verhältnismäßigkeit zur Orientierung**

Mit der Veröffentlichung der spezifischen Kosten wurde auch das Kapitel „Grenzen der Kostenbetrachtung“ eingeführt, um klarzustellen, dass die spezifischen Kosten der **Orientierung** im Vollzug dienen. Weitere Erläuterungen siehe Folie und Link

### 4.2 Sanierungsziel und Verhältnismäßigkeit



höhere Anforderungen

● **Vollständige Beseitigung**

hoch ●

verhältnismäßige Maßnahmen

- Erhöhung SZW
- Räumliche Beschränkung SZW
- Bereiche unterschiedlicher SZW

**Kosten**  
Median  
3.500 €/kg

verhältnismäßige Maßnahmen

● **Sicherung**

niedrig ●

niedrigere Anforderungen

Sanierung

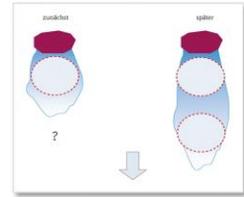
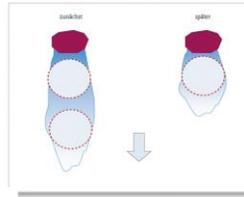
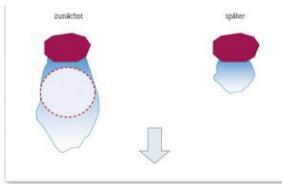
Gefährdungspotenzial

Link zur AH, Kap. 4.2.4, S. 38

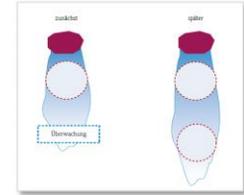
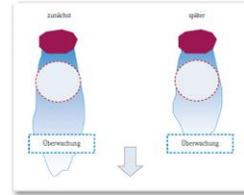
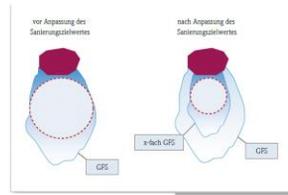
Die Prüfung muss aus dem Gefährdungspotenzial im Einzelfall eine „verhältnismäßige Maßnahmen“ ableiten. Dabei können die spezifischen Kosten Orientierung geben.

## Anhang 16 Fallkonstellationen

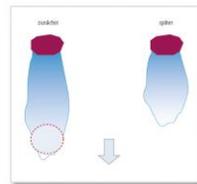
### Vollständige Beseitigung



### Sanierungszielanpassung



### Sicherung



[Link zur AH, Anh. 16, S. 97](#)

22  
99

Zur Erläuterung des Kapitels 4.1 zeigt der Anhang 16 typische Fallkonstellationen für die Lage von Sanierungsbereichen innerhalb einer Schadstofffahne, auch unter Berücksichtigung des vorgegebenen Sanierungsziels (vgl. Kap. 4.2.2)

„Wie lange“  
saniert werden muss

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Vollzugsalltag

Beispiel:

**23 Jahre** Betrieb

**3 Mio. €** Kosten

**97%** Sanierungserfolg

**97% → 100%**

**10 Jahre** Weiterbetrieb

**0,6 Mio. €** Kosten

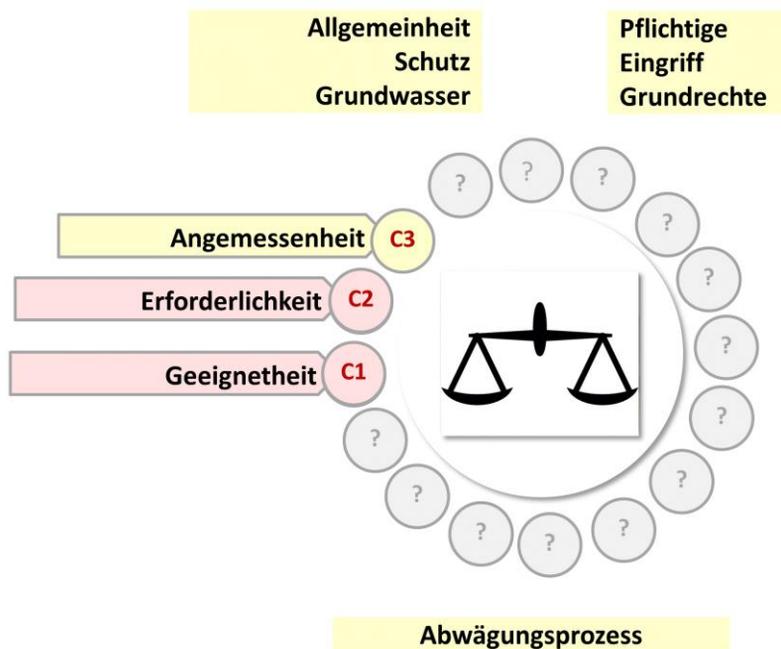


Eine Grundwassersanierung hat nach 23 Jahren und Kosten von 3 Mio. € einen Sanierungserfolg von 97% erreicht. Zur Steigerung des Sanierungserfolges auf 100% wäre ein 10-jähriger Weiterbetrieb mit Kosten von etwa 0,6 Mio. € erforderlich. Ist das verhältnismäßig?

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Waage als Sinnbild des Ausgleichs

[Link zur AH, Kap. 4.3.3, C, S. 45](#)



Die Arbeitsgruppe hat sich bei der Erarbeitung der Arbeitshilfe von der Vorstellung leiten lassen, dass die Waage ein Sinnbild des Ausgleichs und damit der Verhältnismäßigkeit sei. Die „richtigen“ Aspekte aufgelegt, würde dies Waage durch Neigung das Ergebnis anzeigen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Waage als Sinnbild des Ausgleichs

Link zur AH, Kap. 2, S. 9

**Aspekt 11** - Die Restzeitprognose zeigt, dass

**Aspekt 9** - Die Prognose der Frachtenwicklung zeigt, dass...

**Aspekt 8** - Die Bewertung der Effizienz im Sanierungsverlauf...

**Aspekt 7** - Die Bewertung des Sanierungserfolg bereits

**Aspekt 10** - Die Kosten im Sanierungsverlauf zeigen, dass...

**Aspekt 3** - Bisherige Optimierungsmöglichkeiten zeigen ...

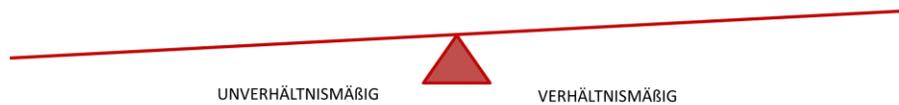
**Aspekt 6** - Die Prognose des Konzentrationsverlaufs...

**Aspekt 2** - Die Bewertung der Schadstofffahne ist...

**Aspekt 5** - Die Bewertung des Konzentrationsverlaufs...

**Aspekt 1** - Die Bewertung der prozentuale Zunahme der...

**Aspekt 4** - Die Bewertung der Wasserschutzgebiete...



26  
99

Dieses Beispiel zeigt 11 Aspekte die jeweils einer Seite zugeordnet werden: Ein Weiterbetrieb ist „verhältnismäßig“ oder „unverhältnismäßig“. Das Gesamtergebnis in diesem Beispiel zeigt, dass ein Weiterbetrieb „unverhältnismäßig“ wäre.

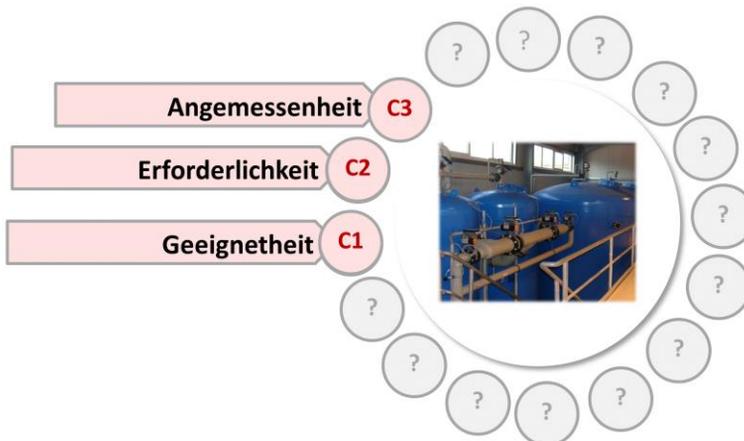
### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Aspekte der Bewertung

Link zur AH, Kap. 4.3.3, C, S. 45

Allgemeinheit  
Schutz  
Grundwasser

Pflichtige  
Eingriff  
Grundrechte



Welche Aspekte sind relevant?

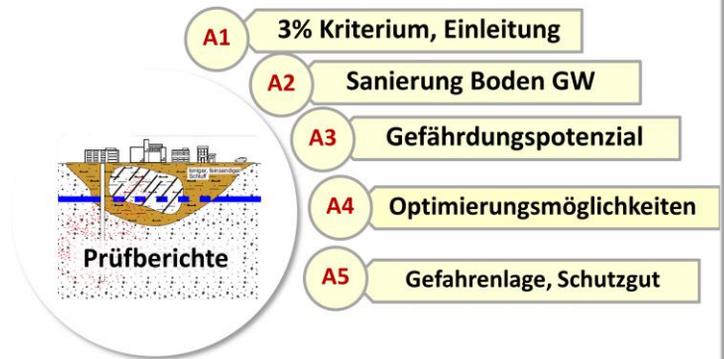
27  
99

Die besondere Aufgabe für die Arbeitsgruppe bestand also darin, die „richtigen“ Aspekte auszuwählen. Bei der Auswahl hat sich die Arbeitsgruppe an Fragestellungen aus den gut bekannten Sanierungsfällen orientiert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A Aspekte der Bestandsaufnahme

[Link zur AH, Kap. 4.3.3, A, S. 43](#)



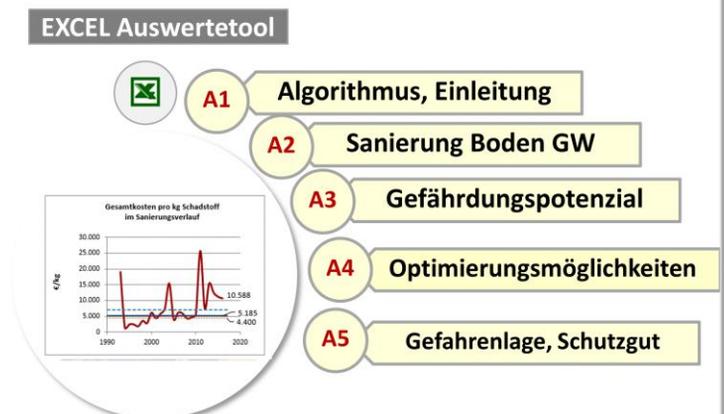
28  
99

Aspekte der Bestandsaufnahme (Kapitel A des Prüfberichtes) sind die Einleitung, Bestandsaufnahme, Gefährdungspotenzial, Optimierungsmöglichkeiten und die Gefahrenlage sowie die Schutzgutbetrachtung. Das 3%-Kriterium zeigt an, ob eine Prüfung angezeigt ist.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Excel Auswertetool

[Link zum Auswertetool](#)



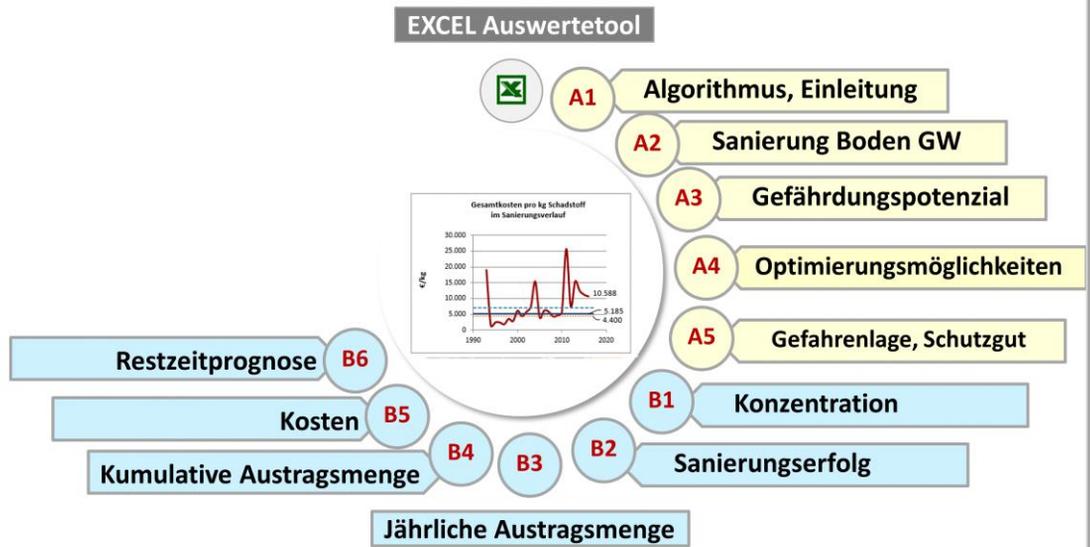
29  
99

Zur Bewertung des Sanierungsverlaufes wurde ein EXCEL-Auswertetool auf der webseite des HLNUG bereitgestellt – siehe Link.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B Aspekte des Sanierungsverlaufs

Link zur AH, Kap. 4.3.3, B, S. 44



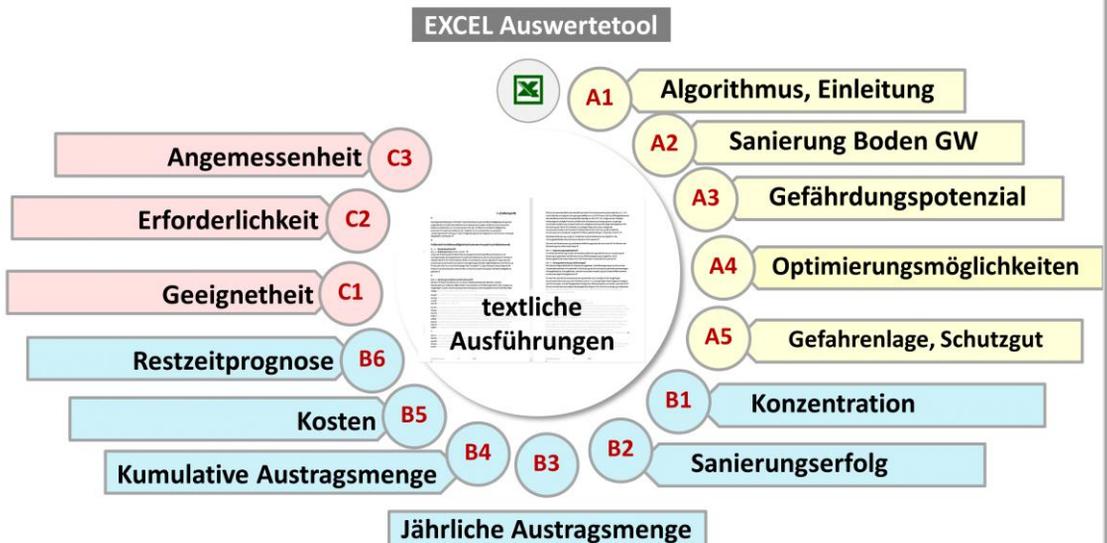
Durch die Eingabe der Daten in das EXCEL-Auswertetool werden 9 Diagramme generiert, die Aspekte des Sanierungsverlaufes anzeigen und zur Bewertung benötigt werden.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### C Prüfung der Verhältnismäßigkeit

#### D Ergebnisdarstellung

Link zur AH, Kap. 4.3.3, C und D, S. 45

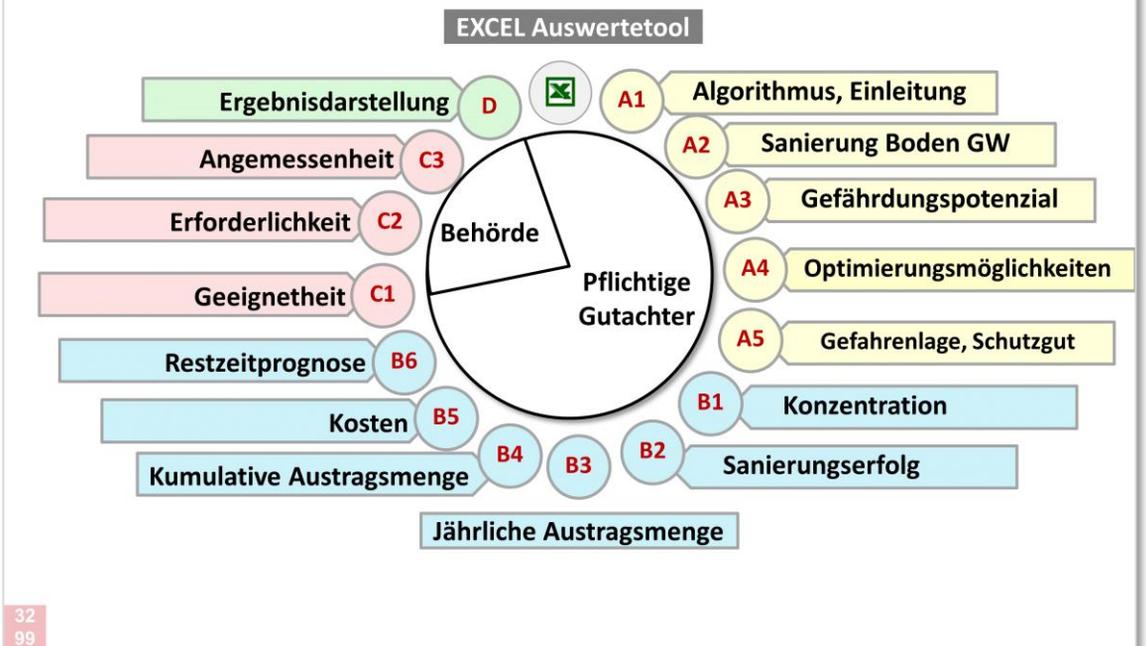


Nach Bearbeitung der Aspekte der Bestandsaufnahme und des Sanierungsverlaufes erfolgt die Prüfung der Verhältnismäßigkeit: Prüfung der Geeignetheit – Prüfung der Erforderlichkeit und Prüfung der Angemessenheit - und die Ergebnisdarstellung.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Aufgabenverteilung

[Link zur AH, Kap. 4.3.3, S. 43](#)

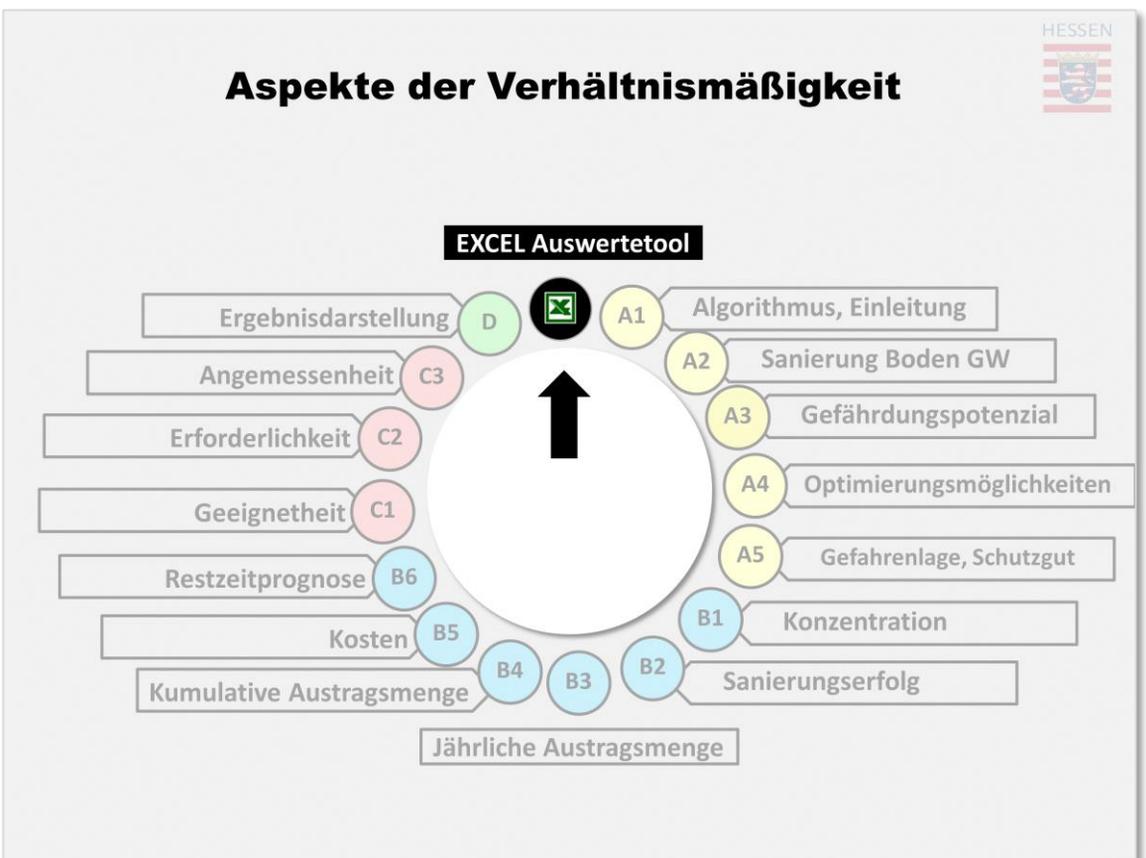


32  
99

Dem Pflichtigen und seinen Gutachtern kommt dabei die Bearbeitung der Bestandsaufnahme und des Sanierungsverlaufes zu. Die Behörde prüft die Verhältnismäßigkeit und stellt das Ergebnis dar. Der Prozess ist offen und transparent. Die Argumente können diskutiert werden.

### Aspekte der Verhältnismäßigkeit

[Link zur AH, Anh. 7, S. 69](#)



Beginnen wir mit der Vorstellung des EXCEL-Auswertetools.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Excel Auswertetool



HLNUG Webseite

Suchbegriff eingeben  Anmelden English hessen.de Downloads Kontakt

HESSEN Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie HLNUG Für eine lebenswerte Zukunft

Themen » Altlasten » Altlastenbearbeitung » Grundwassersanierung

THEMEN MESSWERTE PUBLIKATIONEN ÜBER UNS PRESSE

Themen: Home, Environment, Water, Nature

Themen: Altlasten, Altlastenbearbeitung, Grundlagen

Sickerwasserprognose / Elutionsverfahren / Saugkerzen

Grundwassersanierung

### Grundwassersanierung

Neuaufgabe der "Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen"

Seit der 1. Auflage 2008 hat sich das Handbuch Altlasten "Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen" vielfach bewährt. Die Einstufung von Grundwasserschäden anhand der beiden Kriterien "gelöste Schadstoffmenge" und "Schadstofffracht" fand bei Behörden, Gutachtern und Pflichtigen hohe Akzeptanz.

DOWNLOADS

- PDF **Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen**
- XLS **EXCEL-Auswertetool Mengen und Frachten**
- XLSX EXCEL-Auswertetool Sanierungsverlauf 1988 bis 2020**
- XLSX **Excel-Auswertetool Sanierungsverlauf 1998 bis 2020**

<https://www.hlnug.de/themen/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.html>

34  
99

Das EXCEL-Auswertetool gibt es mit zwei Laufzeiten zum Download auf der Webseite des HLNUG. In der einen Version wird der Sanierungsverlauf von 1988 bis 2020 und in der anderen Version von 1998 bis 2020 dargestellt.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Excel Auswertetool



Link zum Excel Auswertetool

Microsoft Excel – Auswertetool „Sanierungsverlauf“

**EXCEL-Auswertetool "Sanierungsverlauf"** Stand 2018

Anhang 7 des Handbuchs Altlasten "Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen"

*Eingabedaten sind gelb hinterlegt*

*Berechnungsergebnisse sind blau hinterlegt*

|                                       |       |                                |
|---------------------------------------|-------|--------------------------------|
| <b>Name des Projektes</b>             |       | <b>Fallbeispiel XYZ-Fabrik</b> |
| Schadstoff                            |       | <b>LHKW</b>                    |
| Sanierungszielwert (Bescheidsauflage) | µg/L  | <b>20</b>                      |
| Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS)   | µg/L  | <b>20</b>                      |
| Beginn der Sanierung                  | Datum | <b>01.08.1993</b>              |

35  
99

Wird das EXCEL-Auswertetool geöffnet, sind zunächst Angaben zum Namen des Projektes, zum Schadstoff, zum Sanierungszielwert und dem Geringfügigkeitsschwellenwert sowie zum Beginn der Sanierung zu machen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Excel Auswertetool

Link zur AH, Anh. 7, S. 69

**Microsoft Excel – Auswertetool „Sanierungsverlauf“**

**Mittlere jährliche Schadstoffkonzentration** im Zulauf Sanierungsanlage ( $\mu\text{g/L}$ )

**Wasserfördermenge** ( $\text{m}^3$ ) – Im jeweiligen Betriebsjahr abgereinigte Wassermenge

**Gesamtkosten** (€)

1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016

**Berechnungsergebnisse**

**Diagramme**

36  
99

Weiterhin sind die jährlichen Daten über die Laufzeit zur mittleren Schadstoffkonzentration, zur Wasserfördermenge und den Gesamtkosten einzugeben. Nach Eingabe werden die Berechnungsergebnisse und die Diagramme automatisch generiert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### Excel Auswertetool

Link zur AH, Anh. 7, S. 69

**Microsoft Excel – Auswertetool „Sanierungsverlauf“**

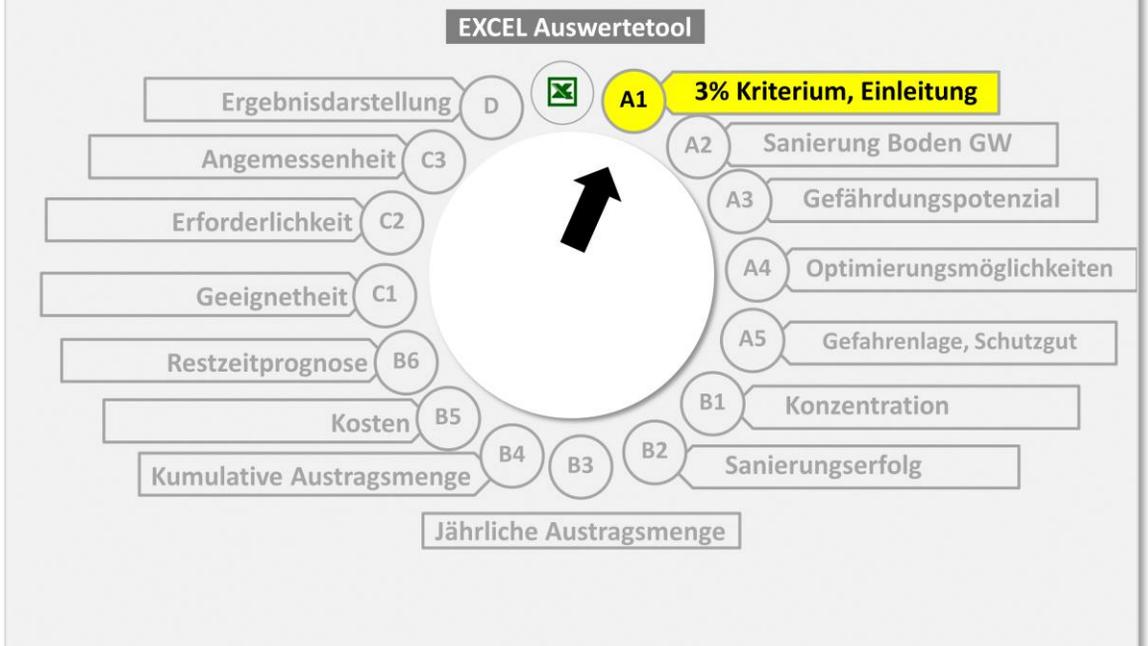
The grid contains the following charts:

- Austragsmenge (jährlich und kumulativ):** Shows annual and cumulative extraction in kg/a. Annual extraction peaks at 703 kg/a, while cumulative extraction reaches 4.3 kg/a.
- Austragsmenge (kumulativ, Zuzählwert):** Shows cumulative extraction in kg/a, reaching a final value of 0.6 kg/a.
- Konzentration im Sanierungsverlauf:** Shows concentration in  $\mu\text{g/l}$  decreasing from 2000 to 85  $\mu\text{g/l}$  by 2020.
- Prognose der Konzentrationsentwicklung:** Shows a forecast of concentration decreasing from 500 to 100  $\mu\text{g/l}$  by 2020.
- Sanierungserfolg (%) im Sanierungsverlauf:** Shows the percentage of remediation success increasing from 75% to 97%.
- Austragsmenge (kumulativ) - Prognose -:** Shows a forecast of cumulative extraction reaching 703 kg/a by 2020.
- Austragsmenge (jährlich) - Prognose -:** Shows a forecast of annual extraction fluctuating between 5 and 25 kg/a.
- Austragsmenge (kumulativ) - Prognose -:** Shows a forecast of cumulative extraction reaching 703 kg/a by 2020.
- Gesamtkosten pro kg Schadstoff im Sanierungsverlauf:** Shows total costs in €/kg, with values ranging from 4.400 to 10.588 €/kg.

37  
99

Insgesamt werden 9 Diagramme automatisch generiert. Die dargestellten Diagramme beschreiben dabei den Verlauf der Grundwassersanierung. Die Diagramme werden im Kapitel B des Prüfungsberichtes näher betrachtet und bewertet.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit

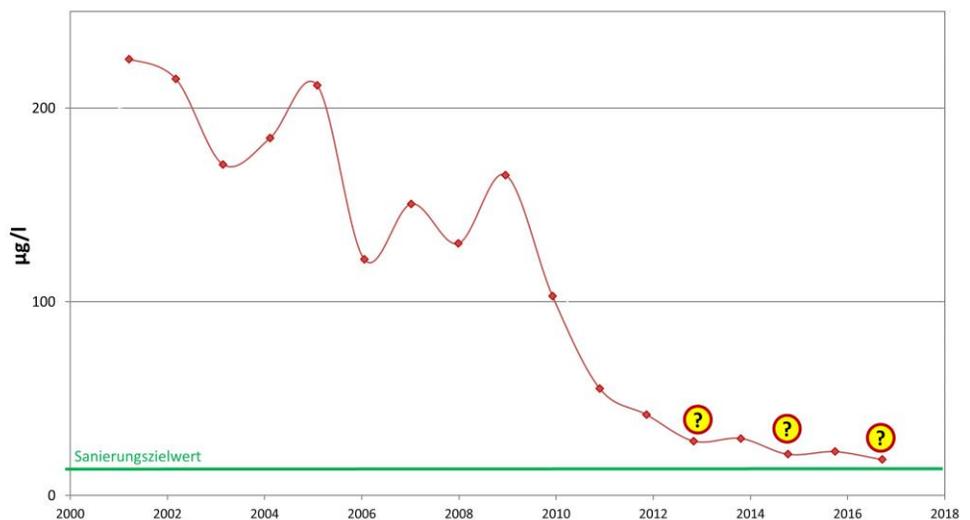


Es folgt die Vorstellung des Aspektes A1 – 3% Kriterium, Einleitung

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### **A1 3% Kriterium**

- Wann erfolgt die Prüfung der Verhältnismäßigkeit?

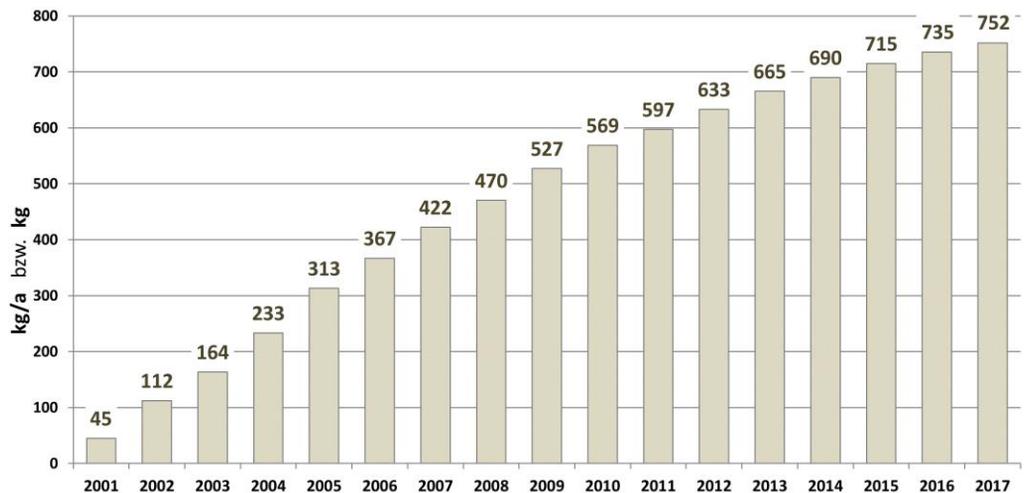


Die Sanierung läuft, und läuft, und läuft... Der Sanierungszielwert wird und wird nicht erreicht. Wann ist in einem solchen Verfahren die Prüfung der Verhältnismäßigkeit durchzuführen?

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 3% Kriterium

- **kumulative Fracht** - Bezugsgröße der Effizienz
- Die Jahresfracht wird jeweils zur vorhergehenden Summe addiert.



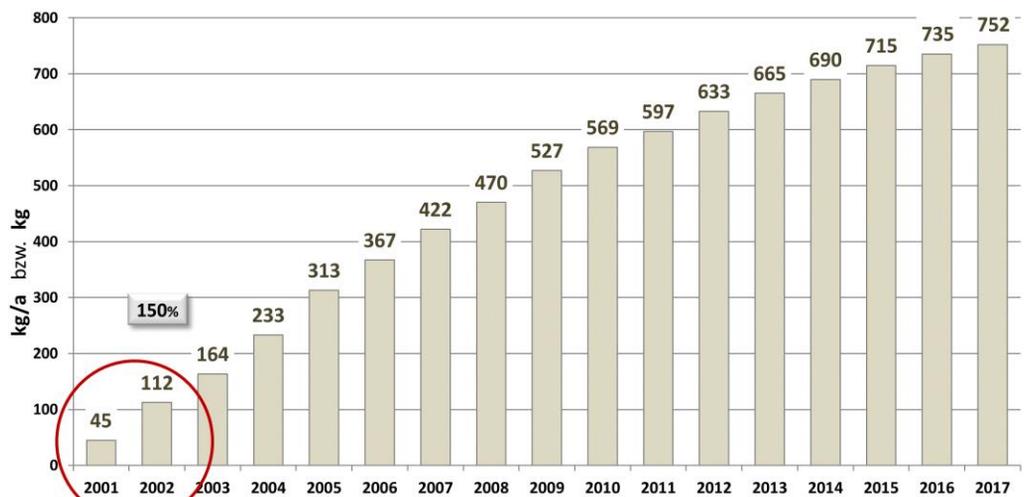
40  
99

Um die Frage zu beantworten, wann die Prüfung der Verhältnismäßigkeit durchzuführen ist, wird als Bezugsgröße die „kumulative Fracht“ betrachtet. Zur Jahresfracht wird die Summe der vorhergehenden Jahresfrachten addiert. Die Veränderung kann in % dargestellt werden.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 3% Kriterium

- Anstieg von 45 kg → 112 kg = 67 kg oder 150%
- $(112 - 45) / 45 * 100 \% = 150\%$



41  
99

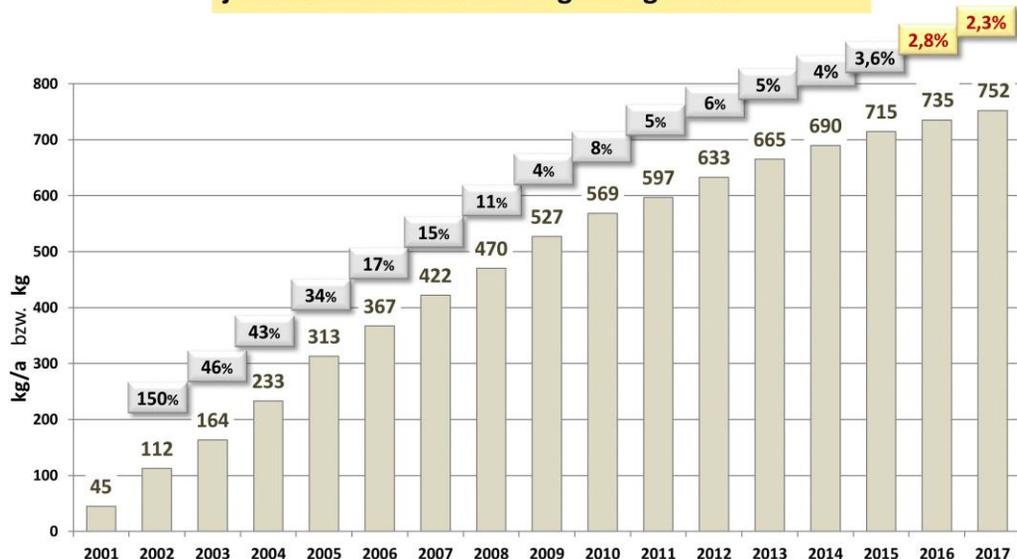
Beispiel: Der Anstieg von 45 kg im Jahr 2001 auf 112 kg im Jahr 2002 beträgt 67 kg oder 150%

Rechnerisch:  $(112 - 45) / 45 * 100 \% = 150\%$ .

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 3% Kriterium

Prüfung der Verhältnismäßigkeit geboten, wenn jährliche Zunahme Austragsmenge < 3%



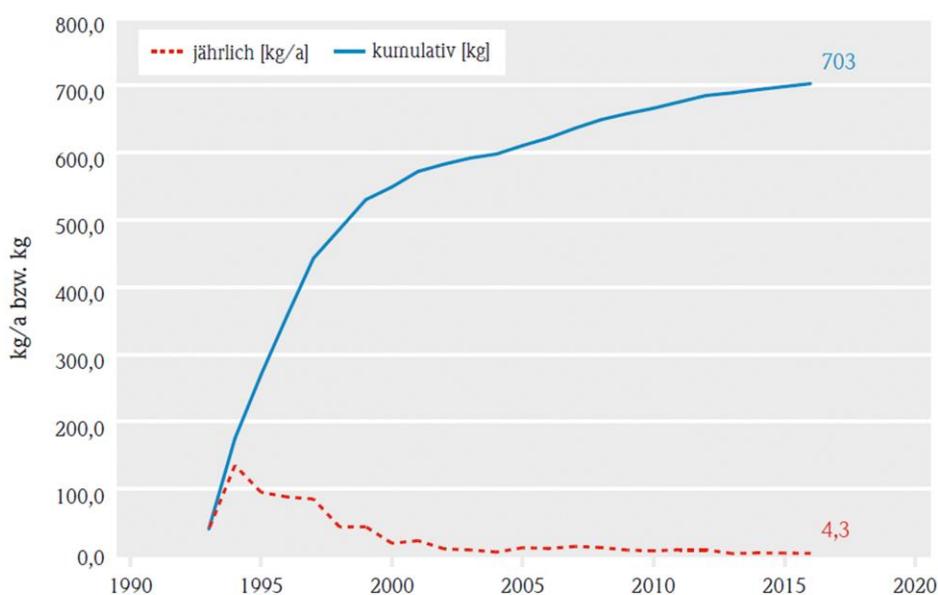
42  
99

Wird diese Berechnung für jedes Betriebsjahr durchgeführt, ergibt sich in diesem Beispiel eine Reihe absteigender Prozentwerte. Unterschreiten die Prozentwerte 3% ist die Prüfung der Verhältnismäßigkeit geboten.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 Prüfung 3% Kriterium

- Diagramm 1 – Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8



[Link zur AH, Anh. 8, S. 71](#)

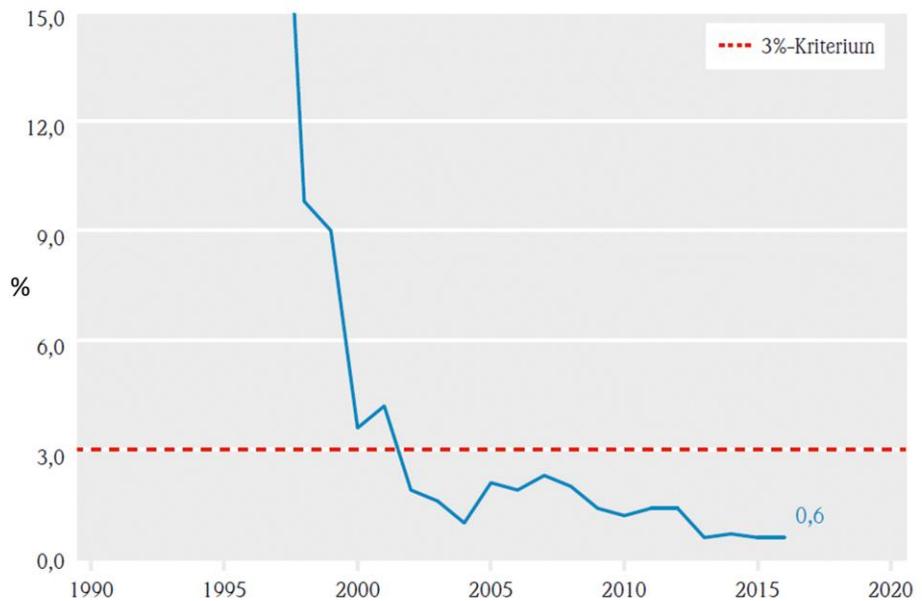
43  
99

Das EXCEL-Auswertetool zeigt in Diagramm 1 des Fallbeispiels aus Kapitel 5 (s.a. Anhang 8), dass seit Betriebsbeginn in 1993 bis 2016 insgesamt 703 kg Schadstoffe (LHKW) entnommen wurden. Im letzten Betriebsjahr (2016) betrug die entnommene Menge 4,3 kg.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 Prüfung 3% Kriterium

- **Diagramm 2 – Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8**



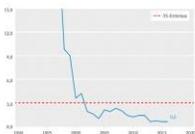
[Link zur AH, Anh. 8, S. 72](#)

44  
99

Das EXCEL-Auswertetool zeigt in Diagramm 2 des Fallbeispiels aus Kapitel 5 (s.a. Anhang 8), dass das 3%-Kriterium seit 2001 unterschritten wird. Im letzten Betriebsjahr (2016) betrug die jährliche Fracht zum Vorjahr noch 0,6%.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### A1 Einleitung



- **Anlass,**
- **Autor,**
- **Aktenzeichen,**
- **3%-Kriterium (Diagramme 1 und 2)**

[Link zur AH, Kap. 4.3.3, A1, S. 43](#)

45  
99

Das Kapitel A1 erhält textliche Ausführungen zum Anlass und zum Autor. Das bei der Bodenschutzbehörde geführte Aktenzeichen ist anzugeben. Weiterhin ist zu beschreiben, ob das 3%-Kriterium erfüllt und eine Prüfung der Verhältnismäßigkeit angezeigt ist.

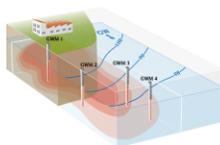
# Aspekte der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung des Aspektes A2 – Sanierung Boden Grundwasser

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### A2 Sanierung Boden Grundwasser

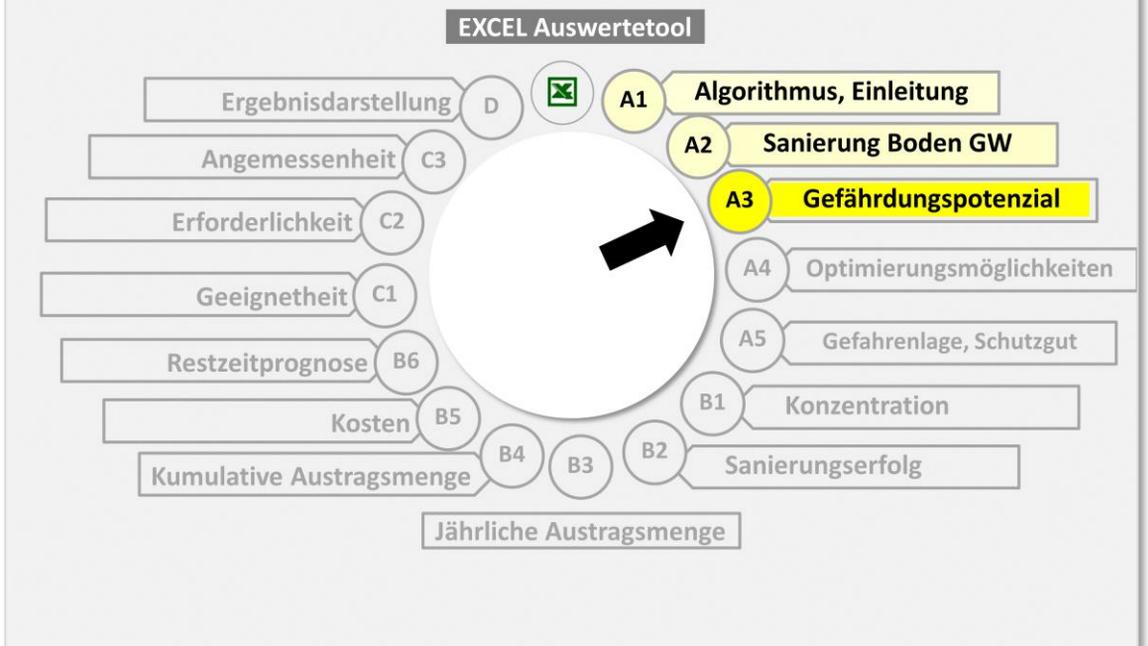


- Angaben zur Dekontaminierung Schadstoffquelle
- Beschreibung der Pump&Treat-Maßnahme
- Darlegung und Kommentierung Kosten
- Beschreibung Sanierungsziel
- Mengenangaben
- Sanierung o. Sicherung

[Link zur AH, Kap. 4.3.3, A2, S. 43](#)

Das Kapitel A2 erhält textliche Ausführungen zur Bestandaufnahme unter Bearbeitung der oben genannten Themenbereiche. Da es sich oftmals um nicht wertende Sachverhaltsdarstellung handelt, spricht der Aspekt A2 selten für oder gegen einen Weiterbetrieb der Anlage.

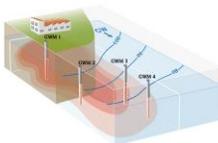
# Aspekte der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung des Aspektes A3 – Gefährdungspotenzial

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### A3 Gefährdungspotenzial

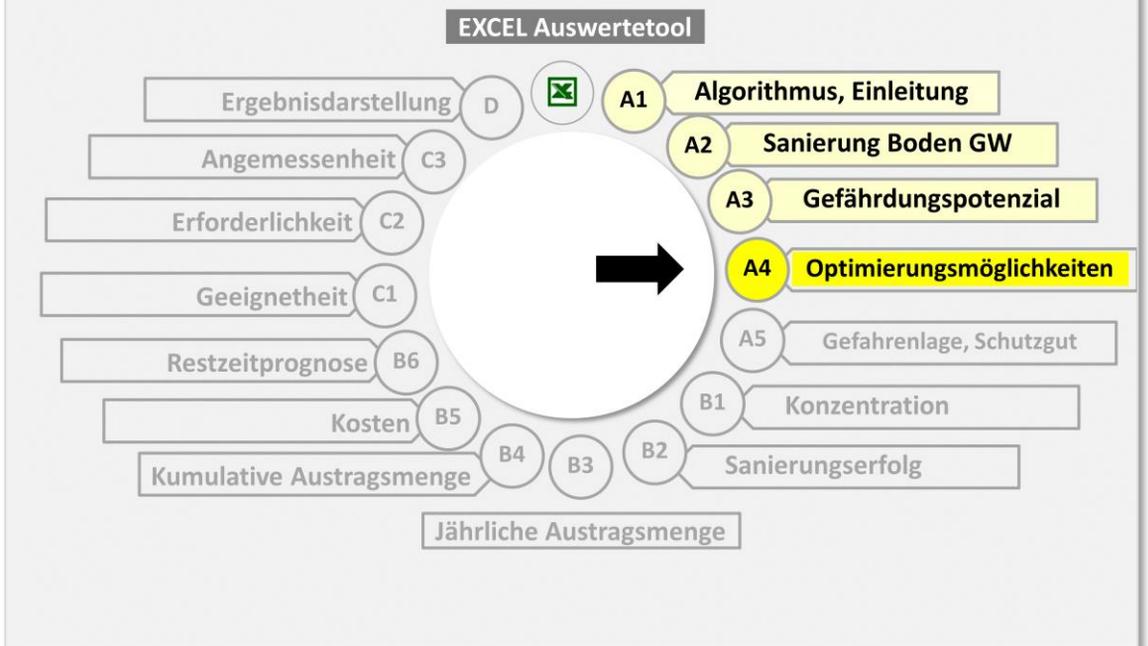


- Beschreibung der horizontalen + vertikalen Ausdehnung der Kontamination
- Angaben zu Gehalten, Konzentrationen und Zusammensetzung in Boden, Bodenluft, Grundwasser
- Angaben zur Erkundung des Grundwasserleiters
- Beschreibung, ob Eintragsherde erkannt sind

Link zur AH, Kap. 4.3.3, A3, S. 43

Das Kapitel A3 erhält textliche Ausführungen zum Gefährdungspotenzial. Hier sind die in der Folie genannten Sachverhalten schriftlich darzulegen und zu bewerten.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung des Aspektes A4 – Optimierungsmöglichkeiten

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### A4 Optimierungsmöglichkeiten

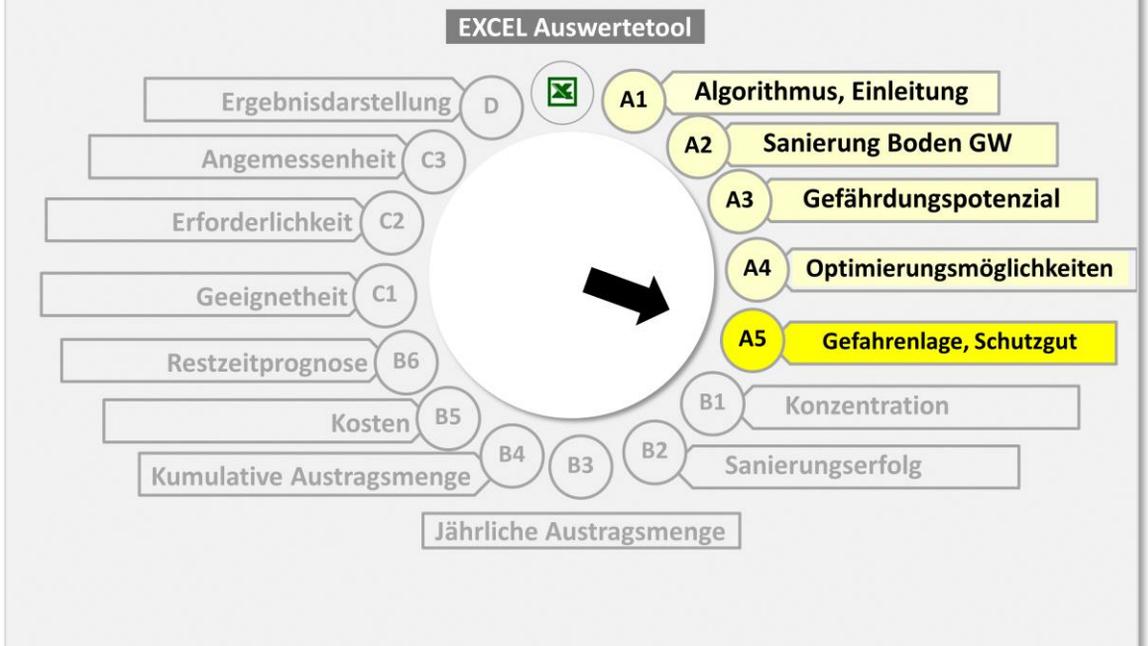


- Beschreibung der geprüften alternativen Technologien
- Darlegung der Optimierungsmaßnahmen während des bisherigen Betriebes
- Förderraten im Sanierungsverlauf

Link zur AH, Kap. 4.3.3, A4, S. 44

Das Kapitel A4 erhält textliche Ausführungen zu geprüften und durchgeführten alternativen Technologien. Die durchgeführten Optimierungsmaßnahmen und die Förderraten im Sanierungsverlauf sind schriftlich darzulegen. Die Ausführungen sind zu bewerten.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung des Aspektes A5 – Gefahrenlage, Schutzgut

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### A5 Gefahrenlage, Schutzgut

#### Beschreibung der aktuellen Gefahrenlage

- unbelasteter GWL im Abstrom,
- Trinkwassergewinnung,
- Brauchwassergewinnung,
- Oberflächengewässer,
- unbelastete tiefere GWL,
- Veränderungen im Sanierungsverlauf
- Prognose absehbarer Änderungen,
- Rückdiffusion, biologischer Abbau
- Mobilisierung infolge GW-Anstieg
- geogene / anthropogene Anstrombelastungen



Link zur AH, Kap. 4.4.3, A5, S. 44

Für das Kapitel A5 ist die aktuelle Gefahrenlage zu beschreiben. Hierzu sind textliche Ausführungen zu den auf der Folien genannten Punkten zu erarbeiten und zu bewerten.

#### A5 Gefahrenlage, Schutzgut

Link zur AH, Kap. 4.3.3, S. 44



#### Beschreibung der Gefahrenlage infolge Einstellung

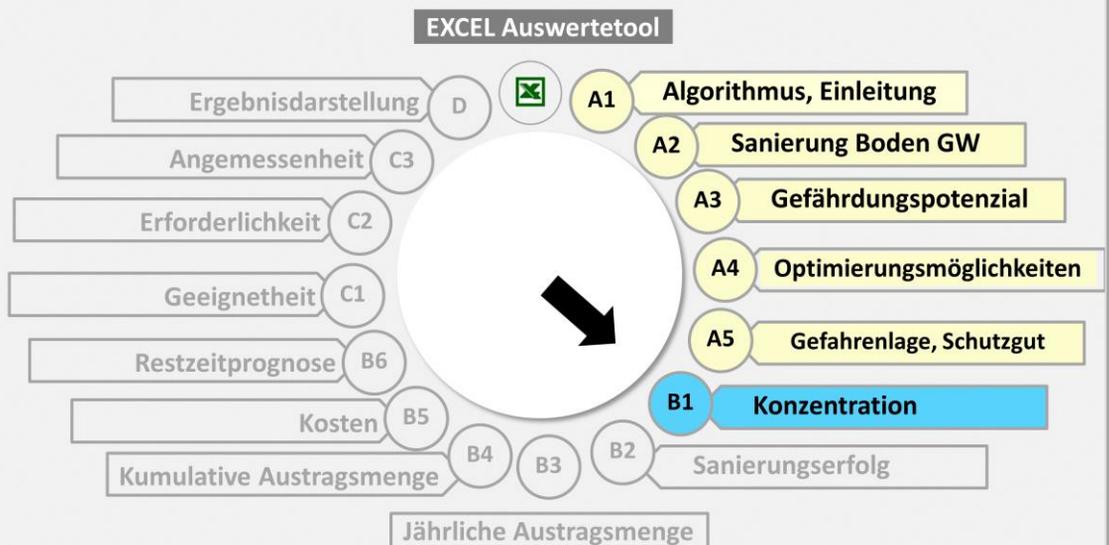
- in Hinblick auf die Schutzgüter
- Grundwassernutzungen
- Vergrößerung/Abdriften der Schadstofffahne
- Anstieg von Innenraumluftkonzentrationen



54  
99

Für das Kapitel A5 ist weiterhin die Gefahrenlage infolge der Beendigung der Maßnahme zu beschreiben. Hierzu sind textliche Ausführungen zu den auf der Folien genannten Punkten zu erarbeiten und zu bewerten.

### Aspekte der Verhältnismäßigkeit



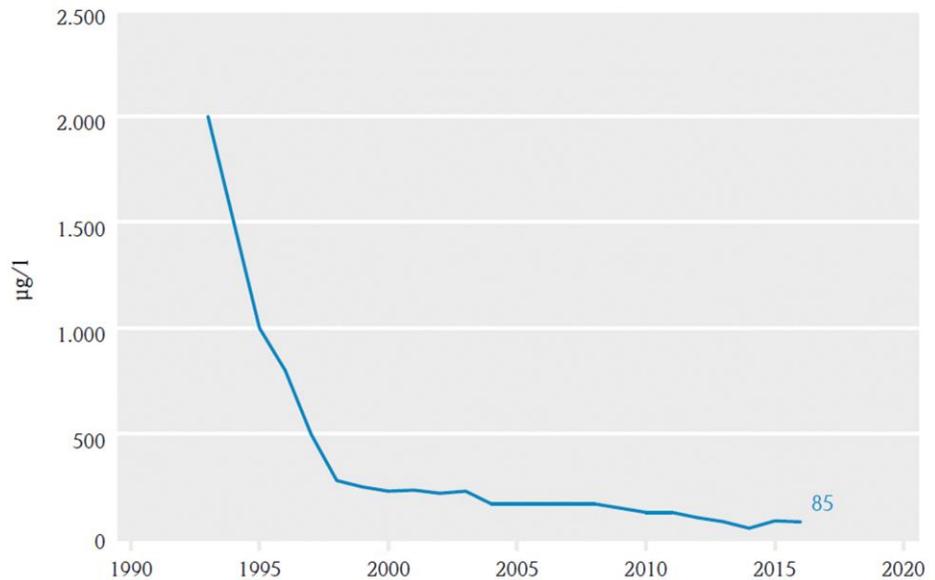
Es folgt die Vorstellung des Sanierungsverlaufes in Kapitel B. Wir beginnen mit B1 und dem Aspekt „Konzentration“.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B1 Konzentration, Tendenz

- **Diagramm 3** - [Fallbeispiel](#) Kap. 5 - Anhang 8

[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 3, S. 72](#)



56  
99

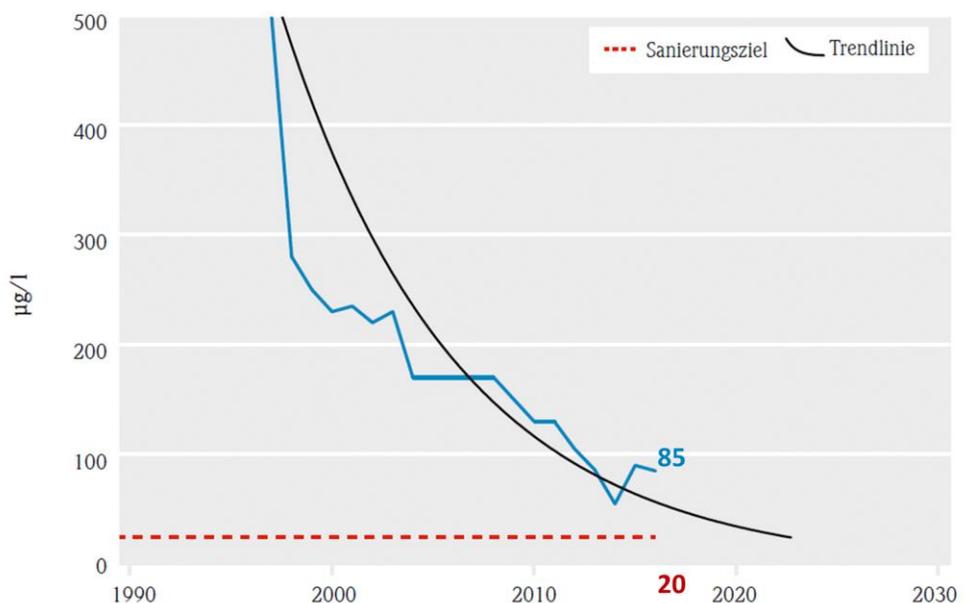
Das Diagramm 3 zeigt den Konzentrationsverlauf des Grundwassersanierung im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist die Konzentrationen in µg/l (Wertebereich 0 – 2.500) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B1 Konzentration, Tendenz

- **Diagramm 4** - [Fallbeispiel](#) Kap. 5 - Anhang 8

[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 4, S. 73](#)



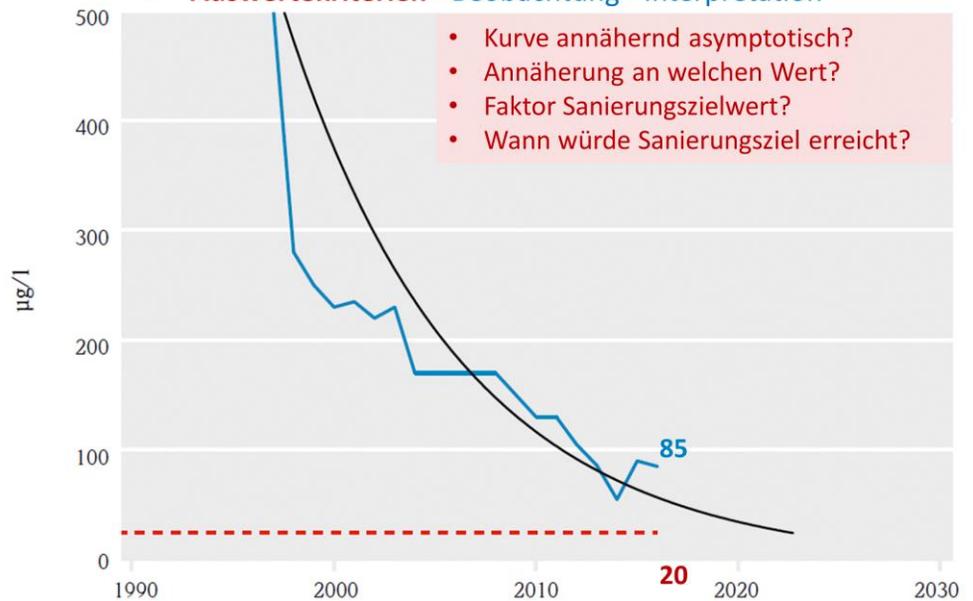
57  
99

Das Diagramm 4 zeigt den Konzentrationsverlauf des Grundwassersanierung im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist die Konzentrationen in µg/l (Wertebereich 0 – 500) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B1 Konzentration, Tendenz

- **Diagramm 4**
- **Auswertekriterien** - Beobachtung - Interpretation



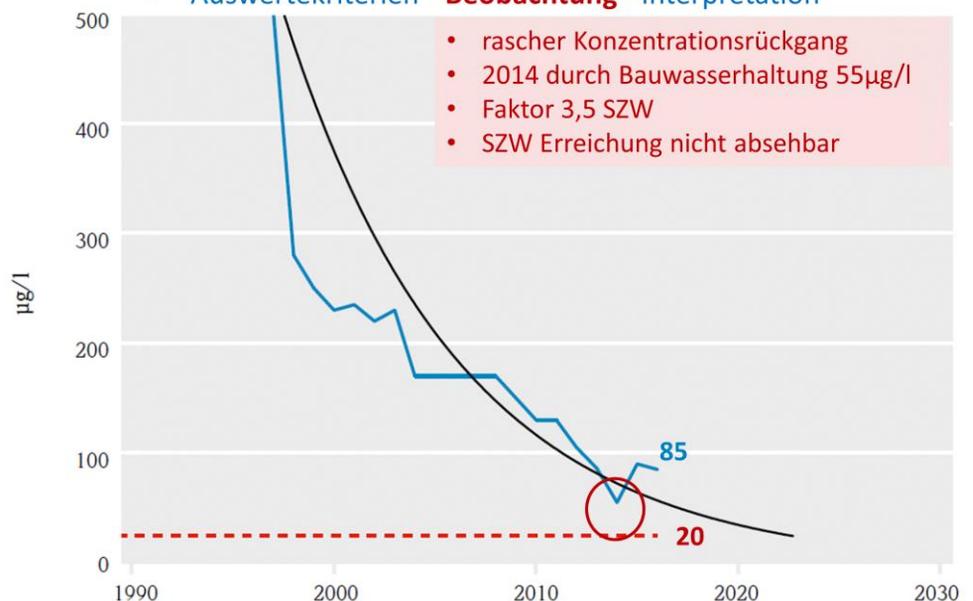
Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 4, S. 73

Die **Auswertekriterien** zur Analyse der Diagramme 3 und 4 sind Form von Fragen, wie auf der Folie dargestellt, formuliert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B1 Konzentration, Tendenz

- **Diagramm 4**
- **Auswertekriterien** - **Beobachtung** - Interpretation



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 4, S. 73

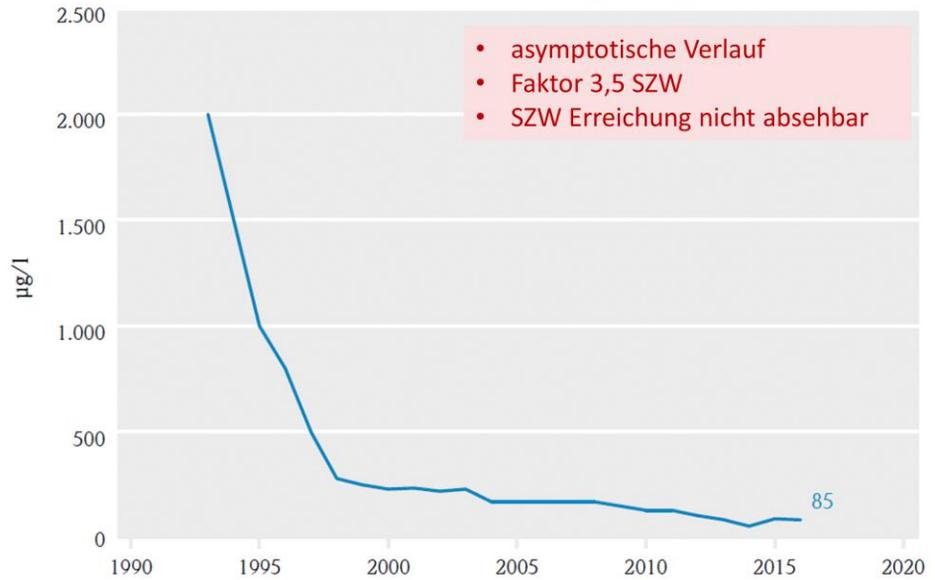
Die **Beobachtung** zur Analyse des Diagramms 3 und 4 zeigt, wie auf der Folie dargestellt, einen raschen Konzentrationsrückgang, eine besondere Konzentration von 55µg/l infolge einer Bauwasserhaltung in 2014. Eine Erreichung des SZW bei 20 µg/l ist nicht absehbar.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 3, S. 72

#### B1 Konzentration, Tendenz

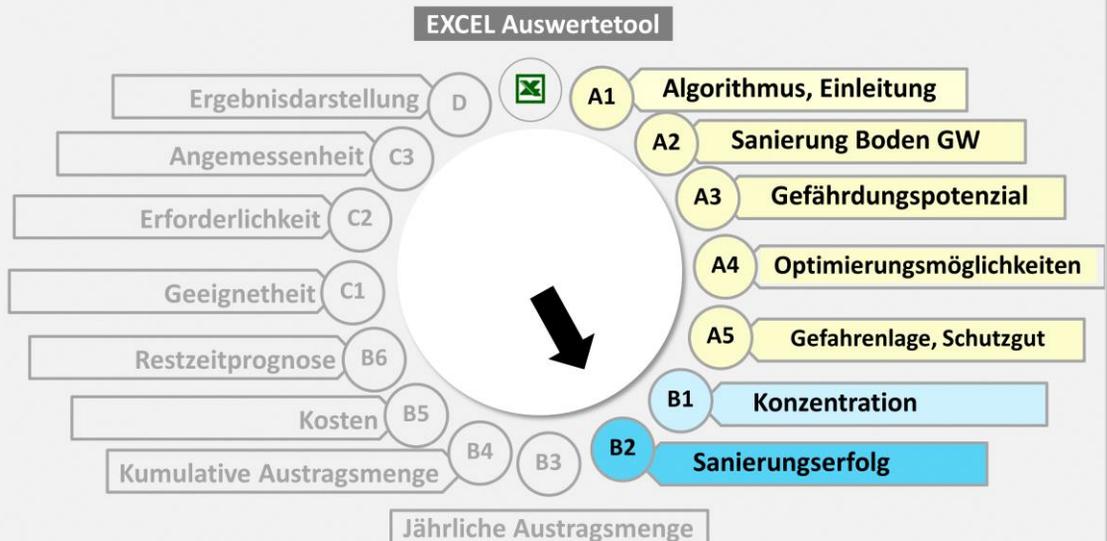
- Diagramm 3
- Auswertekriterien - Beobachtung - **Interpretation**



60  
99

Die **Interpretation** zur Analyse des Diagramms 3 und 4 zeigt, wie auf der Folie dargestellt, einen typischen asymptotischen Verlauf. Der SZW wird um den Faktor 3,5 überschritten und eine Erreichung des SZW bei 20 µg/l ist nicht absehbar.

### Aspekte der Verhältnismäßigkeit



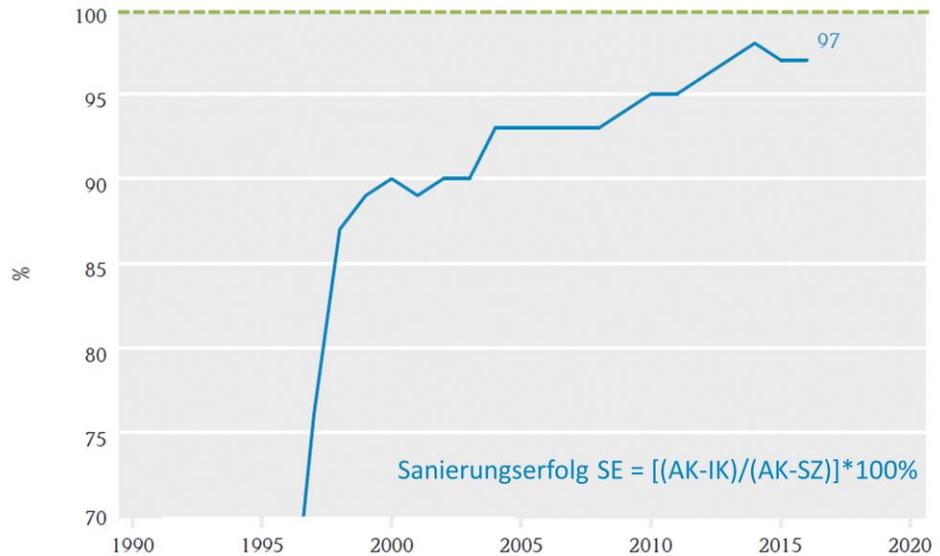
Es folgt die Vorstellung des Aspektes B2 – Sanierungserfolg

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5** -Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8
- Wie berechnet sich der Sanierungserfolg?

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74



62  
99

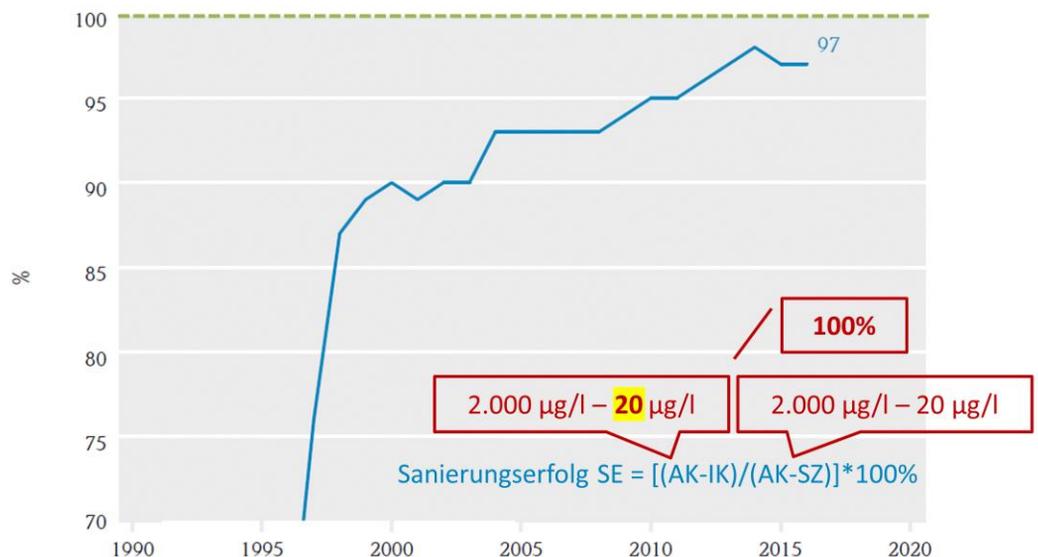
Das Diagramm 5 zeigt den Verlauf des Sanierungserfolges der Grundwassersanierung im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist der Sanierungserfolg in % (Wertebereich 70 – 100) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5**
- Wie berechnet sich der Sanierungserfolg?

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74



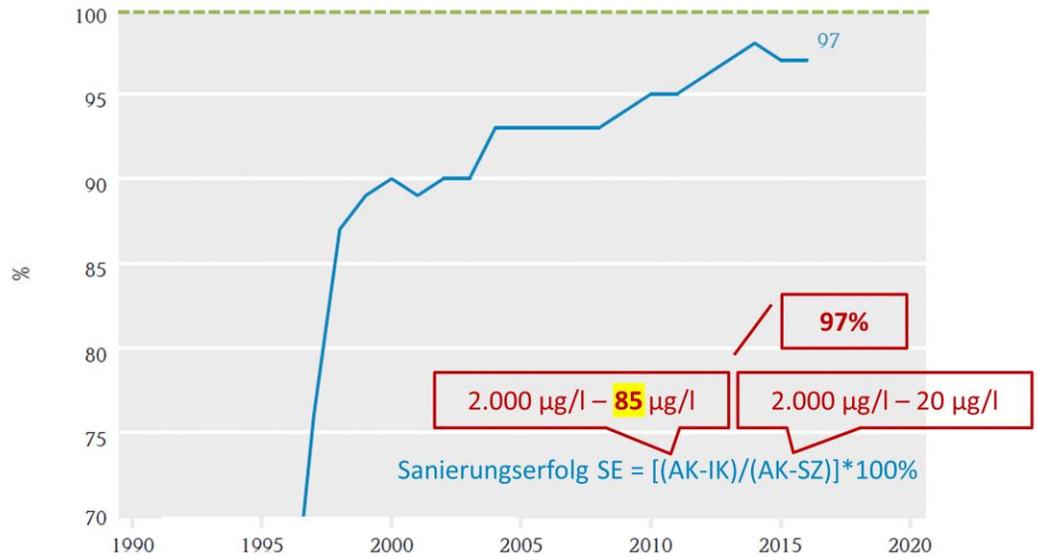
63  
99

Der Sanierungserfolg berechnet sich nach der Formel  $SE = [(AK-IK)/(AK-SZ)]*100\%$ . Wird für die IST-Konzentration (IK) der Wert des Sanierungszielwertes (SZ) von  $20 \mu\text{g/l}$  eingetragen, sind IK und SZ gleich und der Sanierungserfolg ist zu 100% eingetreten.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5**
- Wie berechnet sich der Sanierungserfolg?



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74

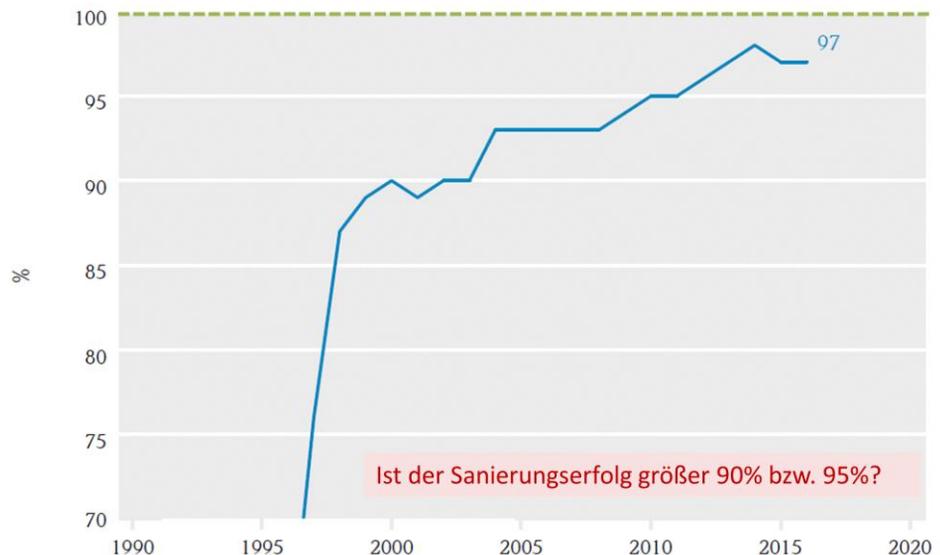
64  
99

Im Fallbeispiel beträgt die Ausgangskonzentration (AK) 2.000 µg/l, die IST-Konzentration (IK) 85 µg/L und der Sanierungszielwert (SZ) 20 µg/l. Hieraus errechnet sich ein Sanierungserfolg (SE) von 97%

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5**
- **Auswertekriterien** - Beobachtung - Interpretation



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74

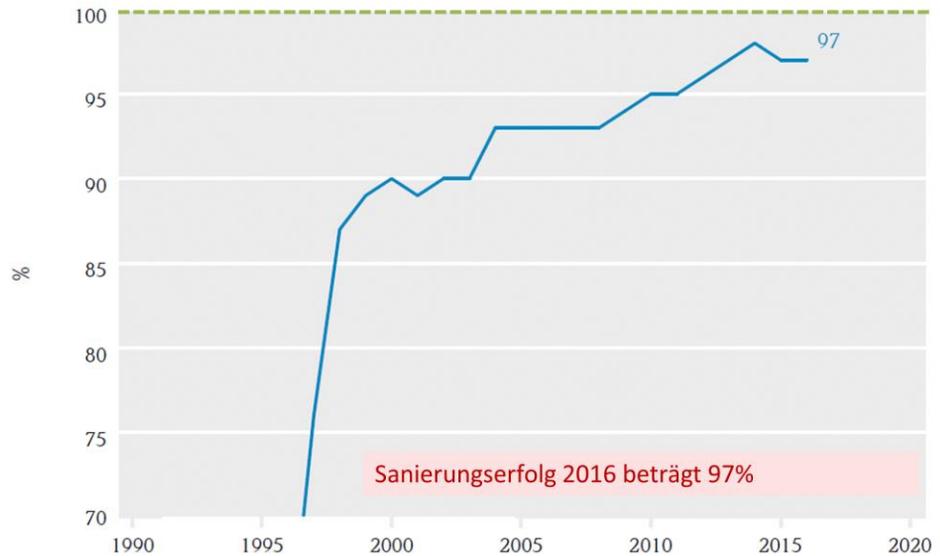
65  
99

Die **Auswertekriterien** zur Analyse des Diagramms 5 ist in Form einer Frage, wie auf der Folie dargestellt, formuliert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5**
- Auswertekriterien - **Beobachtung** - Interpretation



66  
99

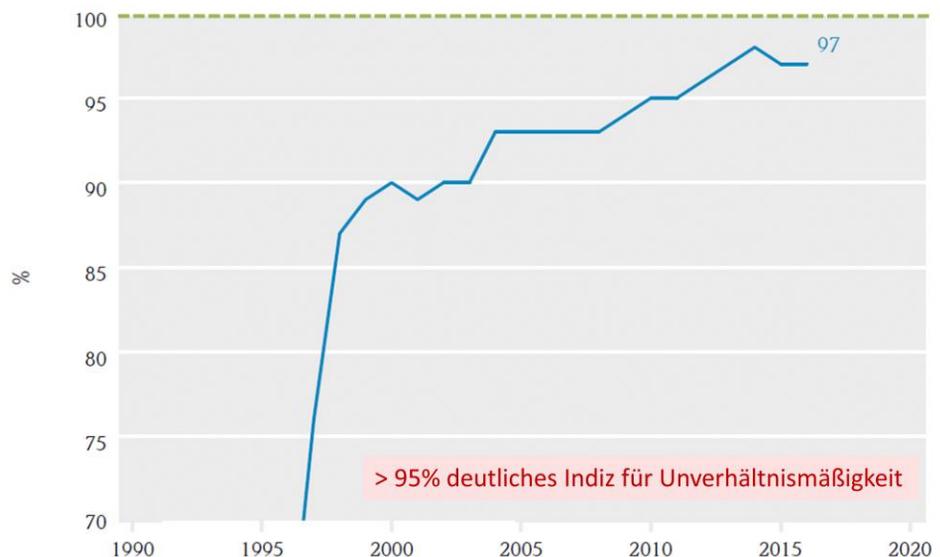
[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74](#)

Die **Beobachtung** zur Analyse des Diagramms 5 zeigt, wie auf der Folie dargestellt, dass der Sanierungserfolg im Jahr 2016 insgesamt 97% beträgt.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B2 Sanierungserfolg

- **Diagramm 5**
- Auswertekriterien - Beobachtung - **Interpretation**

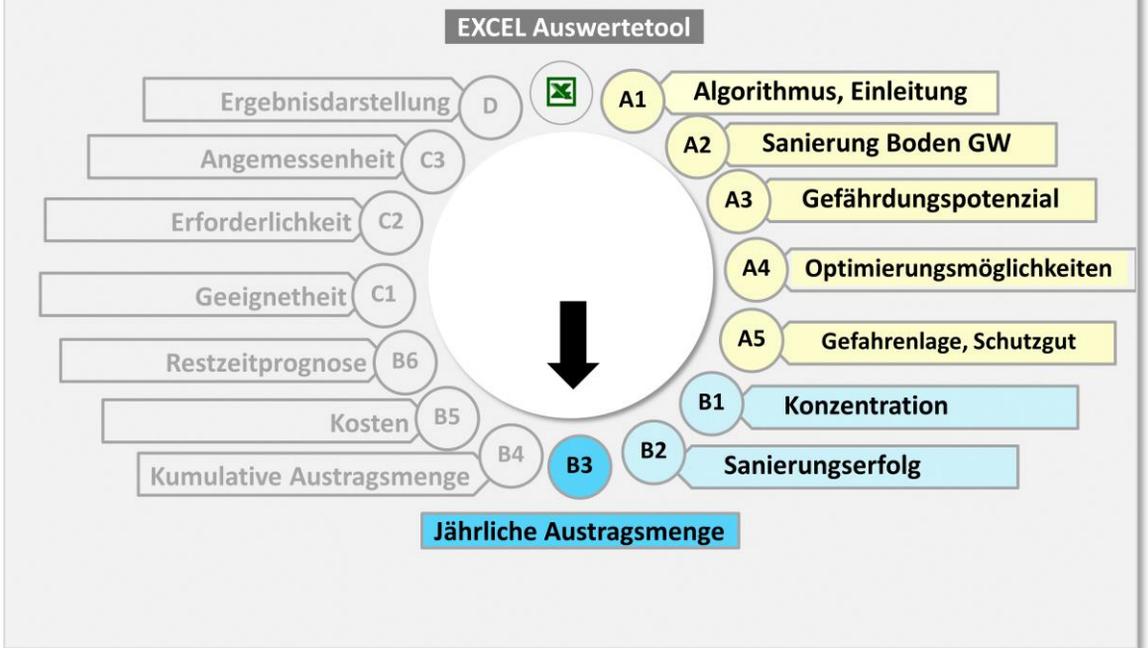


67  
99

[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74](#)

Die **Interpretation** zur Analyse des Diagramms 5 zeigt, dass der Wert von 95% deutlich überschritten ist. Werte über 90% sind als Hinweis, Werte über 95% werden als deutliches Indiz der Unverhältnismäßigkeit eines Weiterbetriebes gewertet.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit

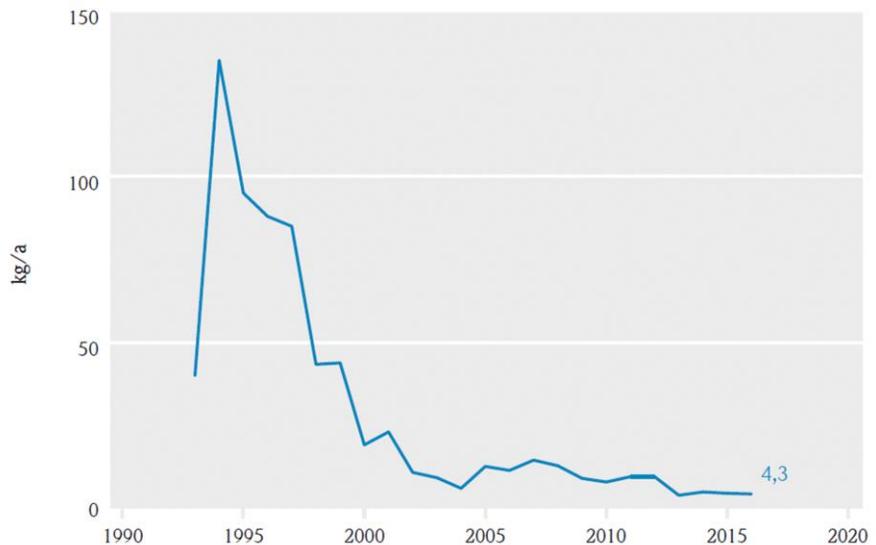


Es folgt die Vorstellung des Aspektes B3 – Jährliche Austragsmenge

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### B3 Jährliche Austragsmenge

- **Diagramm 6** - Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8



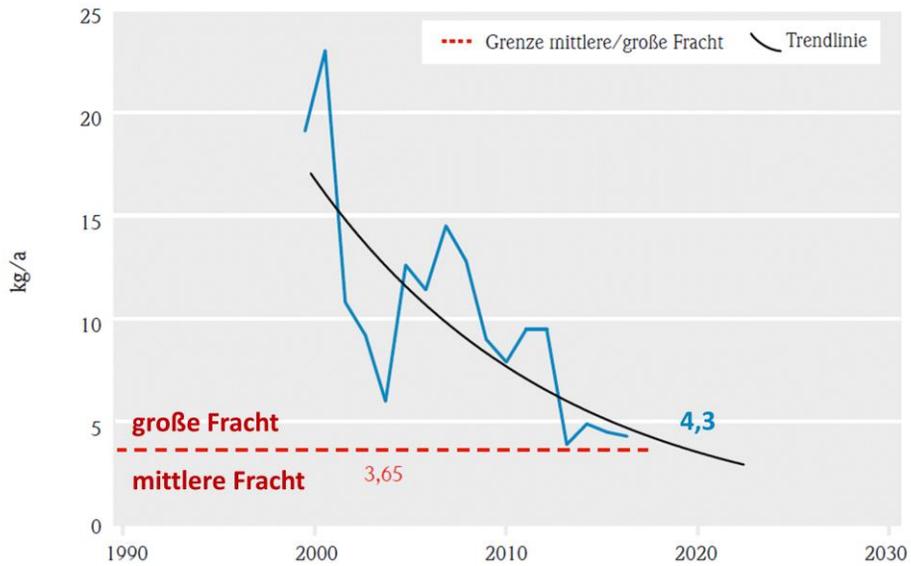
[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 6, S. 75](#)

Das Diagramm 6 zeigt den Verlauf der jährlichen Austragsmenge im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist die jährliche Austragsmenge in kg/a (Wertebereich 0 – 150) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

#### B3 Jährliche Austragsmenge

- **Diagramm 7** Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 7, S. 75



70  
99

Das Diagramm 7 zeigt den Verlauf der jährlichen Austragsmenge im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist die jährliche Austragsmenge in kg/a (Wertebereich 0 – 25) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

#### B3 Jährliche Austragsmenge

- **Diagramm 7**
- **Auswertekriterien** - Beobachtung - Interpretation

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 7, S. 75



71  
99

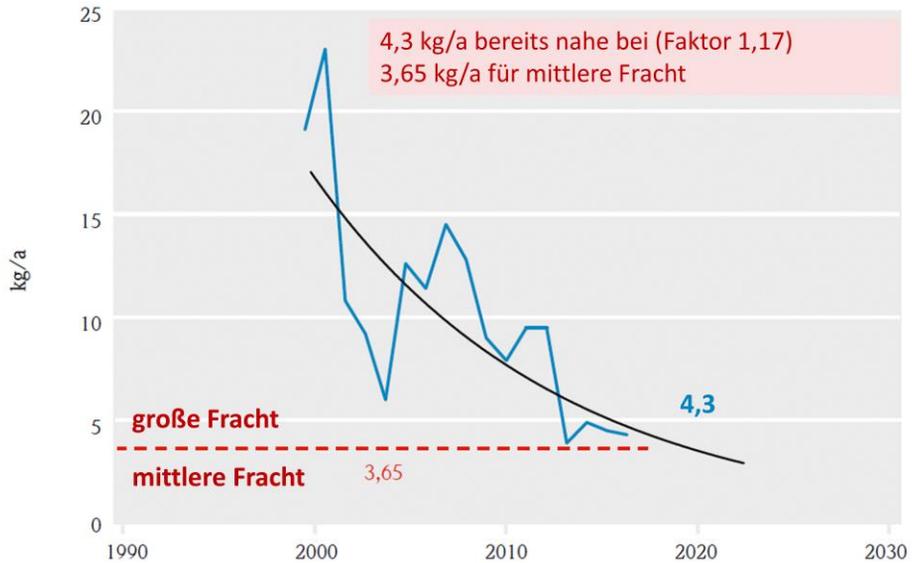
Die **Auswertekriterien** zur Analyse der Diagramme 6 und 7 sind Form von Fragen, wie auf der Folie dargestellt, formuliert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 7, S. 75

#### B3 Jährliche Austragsmenge

- **Diagramm 7**
- Auswertekriterien - **Beobachtung** - Interpretation



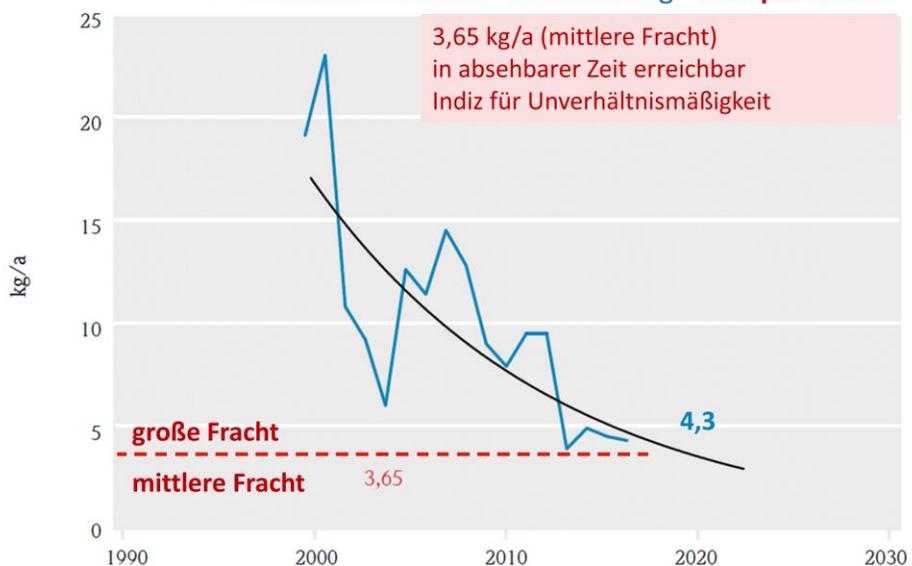
Die **Beobachtung** zur Analyse des Diagramms 7 zeigt, dass die Austragsmenge in 2016 insgesamt 4,3 kg/a beträgt und damit bereits nahe dem Wert zur Grenze der mittleren Fracht mit 3,65 kg/a liegt. Der Faktor beträgt 1,17.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 7, S. 75

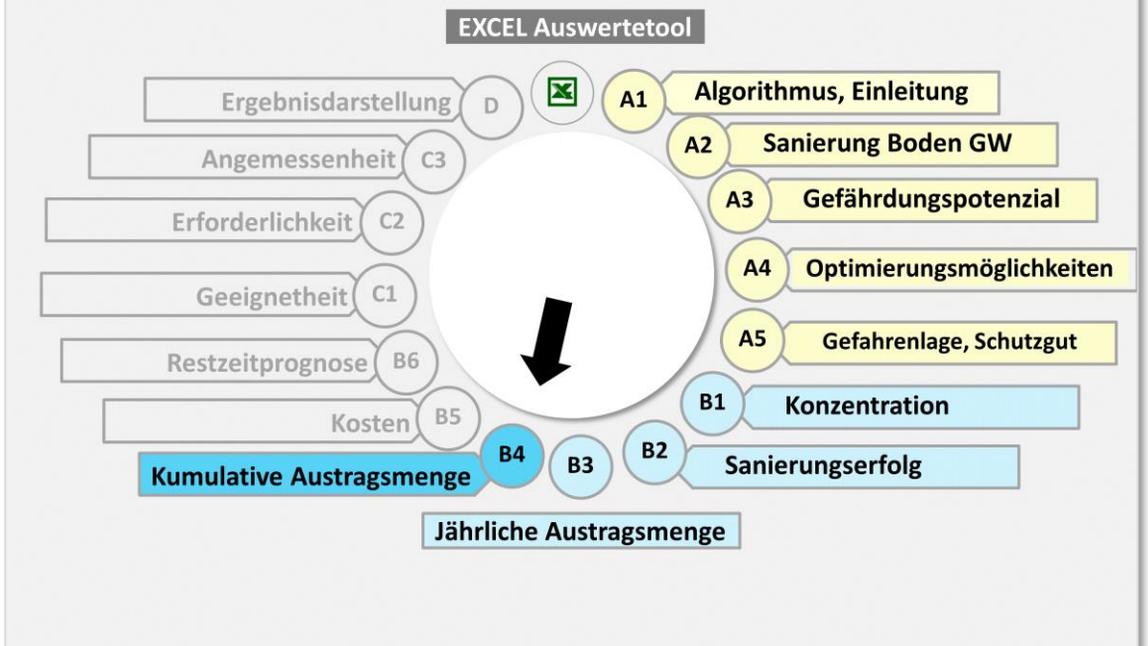
#### B3 Jährliche Austragsmenge

- **Diagramm 7**
- Auswertekriterien - Beobachtung - **Interpretation**



Die **Interpretation** zur Analyse des Diagramms 7 zeigt, dass aufgrund der zuletzt fallenden Werte von einer zeitnahen Erreichung der Grenze zur mittleren Fracht (3,65 kg/a) ausgegangen werden kann.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit

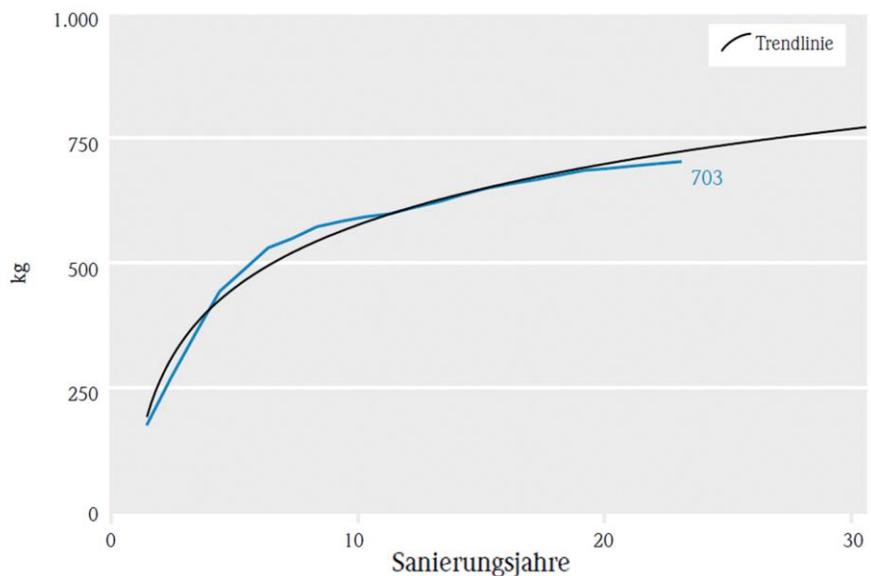


Es folgt die Vorstellung des Aspektes B4 – Kumulative Austragsmenge

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### B4 kumulative Austragsmenge

- **Diagramm 8 - Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8**



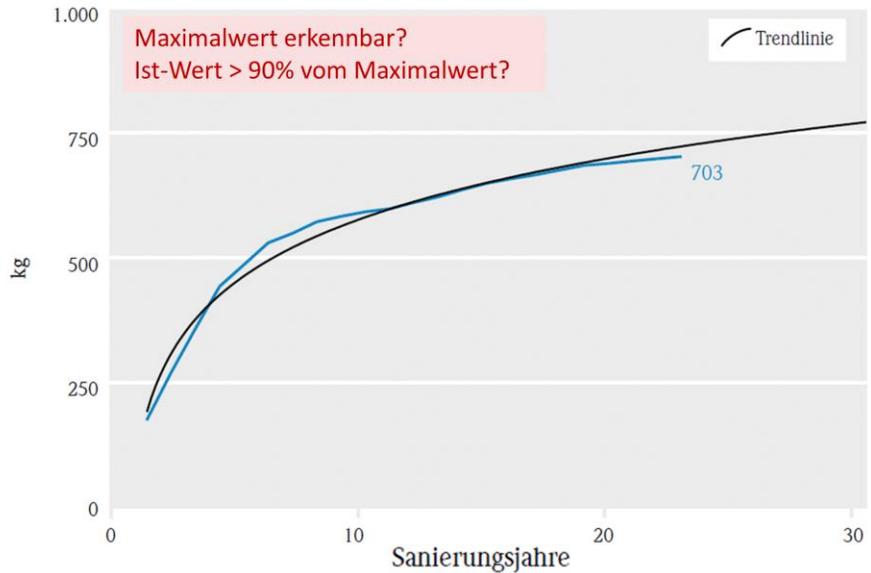
[Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76](#)

Das Diagramm 8 zeigt den Verlauf der kumulativen Austragsmenge im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse ist die kumulative Austragsmenge in kg (Wertebereich 0 – 1000) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B4 kumulative Austragsmenge

- **Diagramm 8**
- **Auswertekriterien** - Beobachtung - Interpretation



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

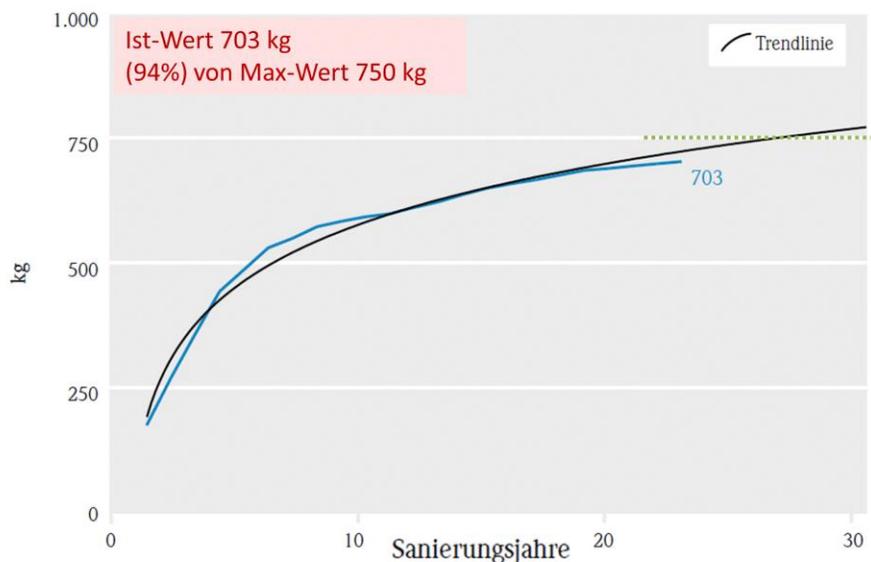
76  
99

Die **Auswertekriterien** zur Analyse des Diagrammes 8 sind Form von Fragen, wie auf der Folie dargestellt, formuliert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B4 kumulative Austragsmenge

- **Diagramm 8**
- **Auswertekriterien** - **Beobachtung** - Interpretation



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

77  
99

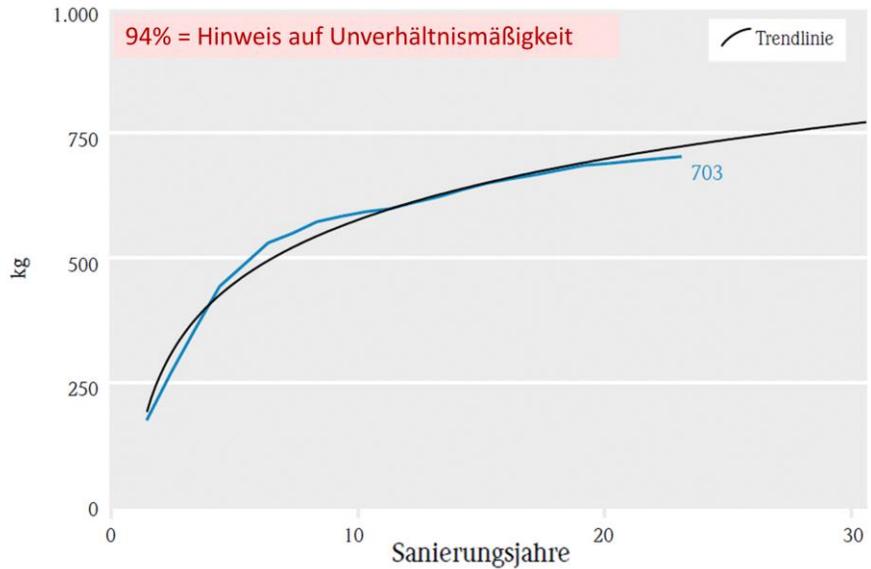
Die **Beobachtung** zur Analyse des Diagramms 8 zeigt, dass die kumulative Austragsmenge in 2016 insgesamt 703 kg beträgt. Als Maximalwert werden 750 kg prognostiziert. 703 kg entsprechen 94% von 750 kg.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

#### B4 kumulative Austragsmenge

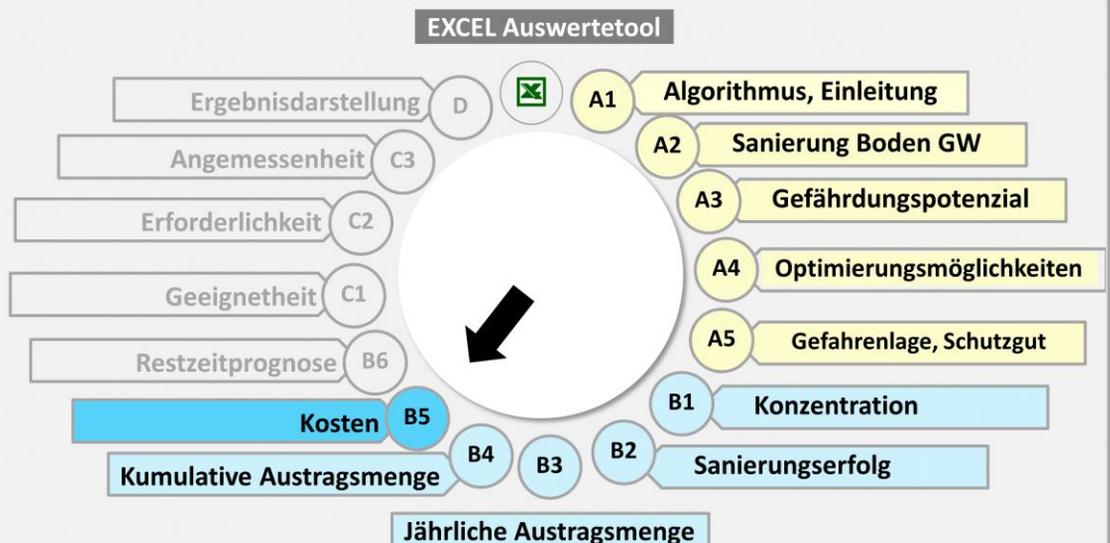
- **Diagramm 8**
- Auswertekriterien - Beobachtung - **Interpretation**



78  
99

Die **Interpretation** zur Analyse des Diagramms 8 zeigt, bereits 94% der prognostizierten Gesamtmenge von 750 kg in 2016 erreicht wurden. Dies wird als Hinweis gewertet, dass ein Weiterbetrieb der Grundwassersanierung unverhältnismäßig sein könnte.

### Aspekte der Verhältnismäßigkeit

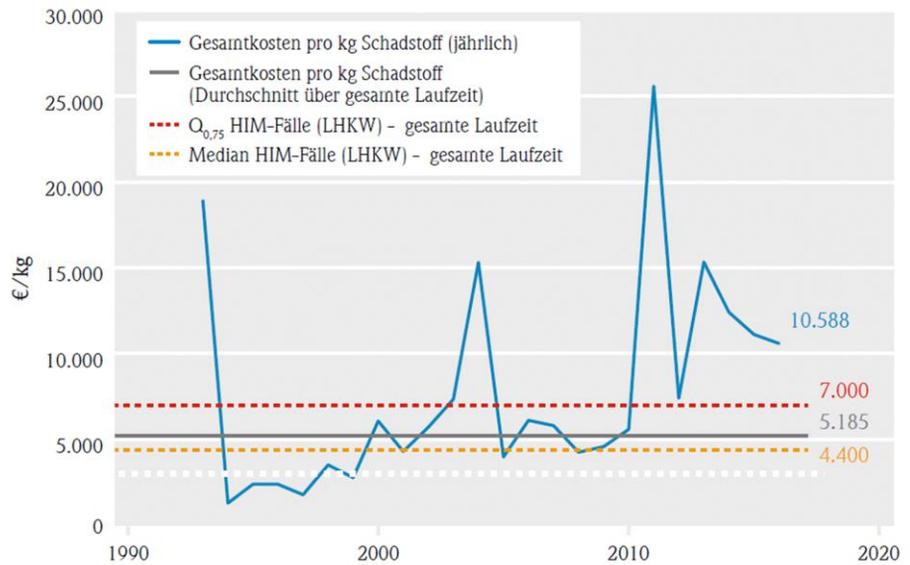


Es folgt die Vorstellung des Aspektes B5 – Kosten

#### B5 Kosten

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

- **Diagramm 9** Fallbeispiel Kap. 5 - Anhang 8



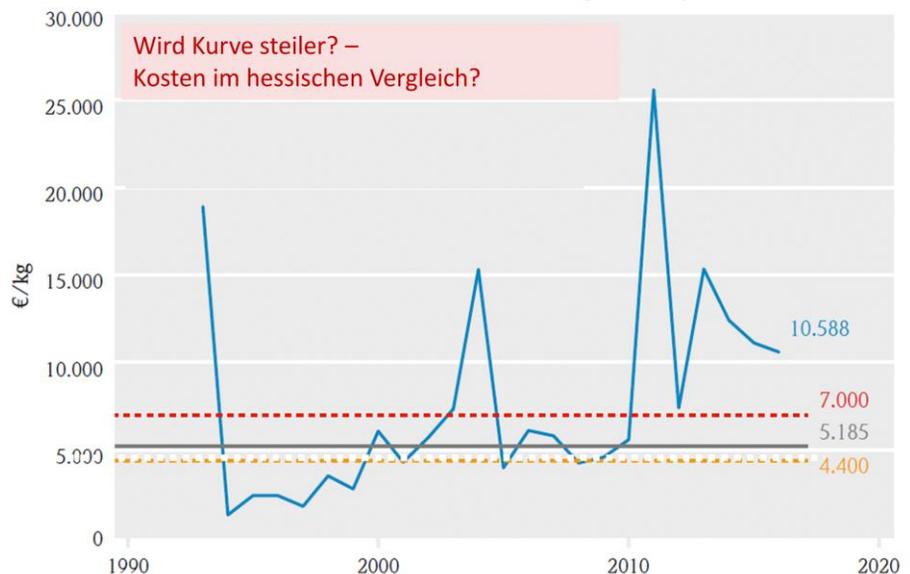
80  
99

Das Diagramm 9 zeigt den Verlauf der spezifischen Kosten im Fallbeispiel (s.a. Kapitels 5 und Anhang 8). Auf der y-Achse sind die spezifischen Kosten in €/kg (Wertebereich 0 – 30000) und auf der x-Achse die Zeit in Jahreszahlen aufgetragen.

#### B5 Kosten

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

- **Diagramm 9**
- **Auswertekriterien** - Beobachtung - Interpretation



81  
99

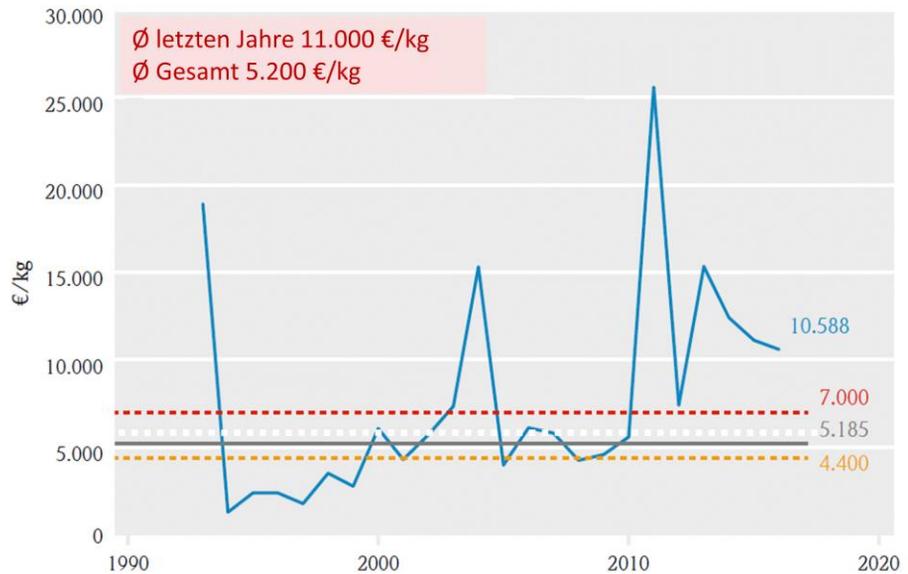
Die **Auswertekriterien** zur Analyse des Diagrammes 9 sind Form von Fragen, wie auf der Folie dargestellt, formuliert.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B5 Kosten

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

- **Diagramm 9**
- Auswertekriterien - **Beobachtung** - Interpretation



82  
99

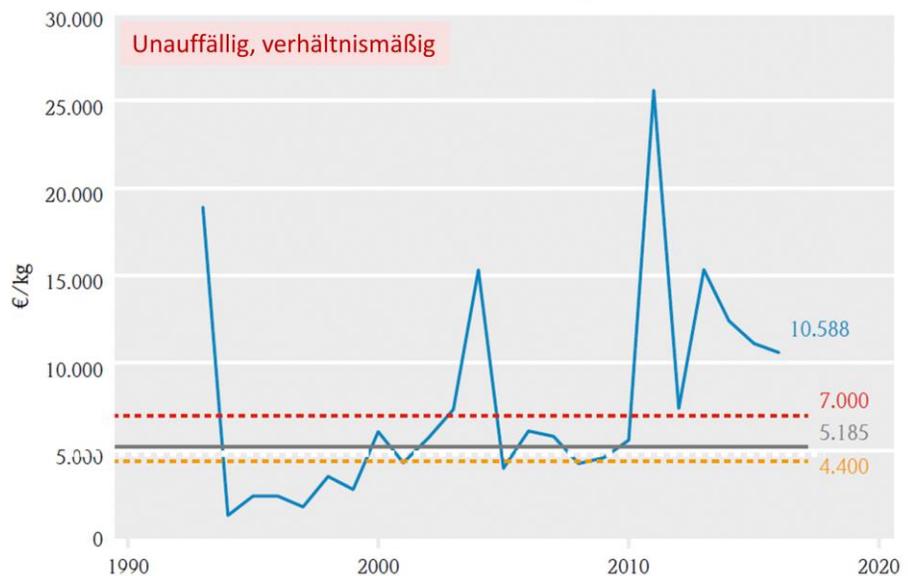
Die **Beobachtung** zur Analyse des Diagramms 9 zeigt, dass die Kosten in den letzten Betriebsjahren ca. 11.000 €/kg betragen. Über die Gesamtlaufzeit ergeben sich spezifische Kosten von rund 5.200 €/kg

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B5 Kosten

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

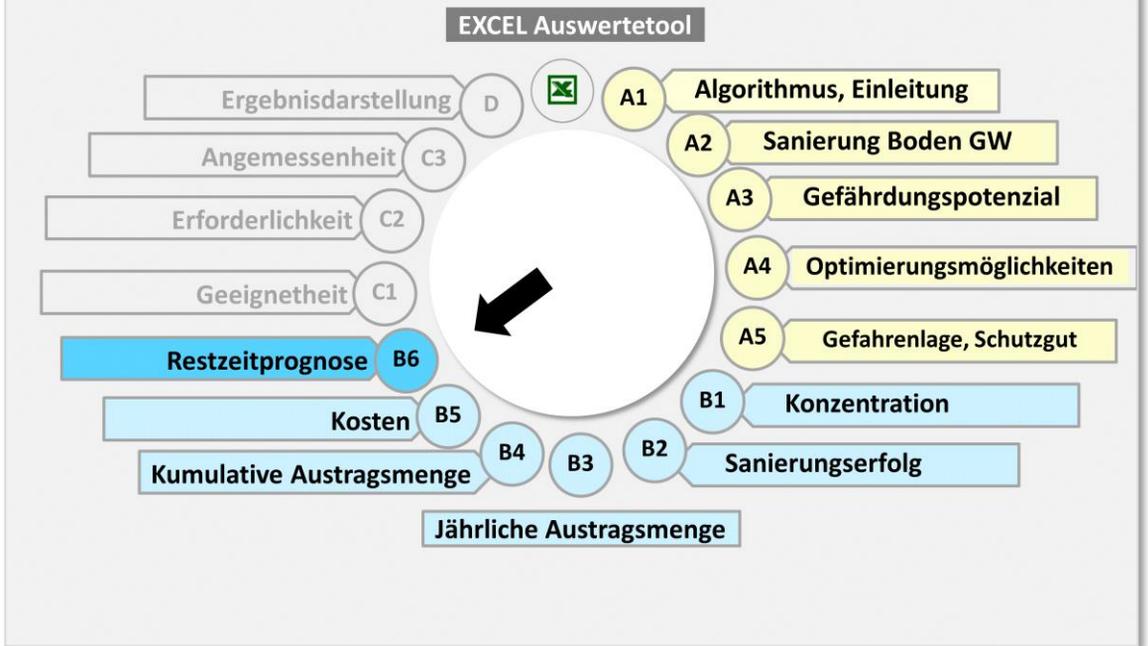
- **Diagramm 9**
- Auswertekriterien - Beobachtung - **Interpretation**



83  
99

Die **Interpretation** zur Analyse des Diagramms 9 zeigt, dass die durchschnittlichen spezifischen Kosten mit rund 5.200 €/kg zwischen 7.000 €/kg (0,75 Quantil) und 4.400 €/kg (Median) liegen und damit keine Auffälligkeiten zeigen.

# Aspekte der Verhältnismäßigkeit



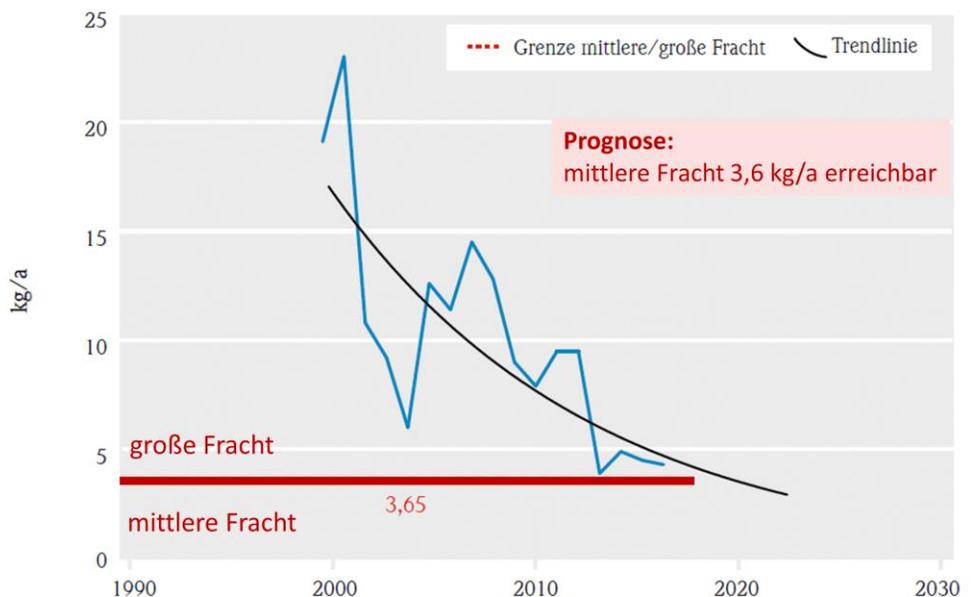
Es folgt die Vorstellung des Aspektes B6 – Restzeitprognose

Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 7, S. 75

## 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

### B6 Restzeitprognose + Gefährdung

#### • Diagramm 7

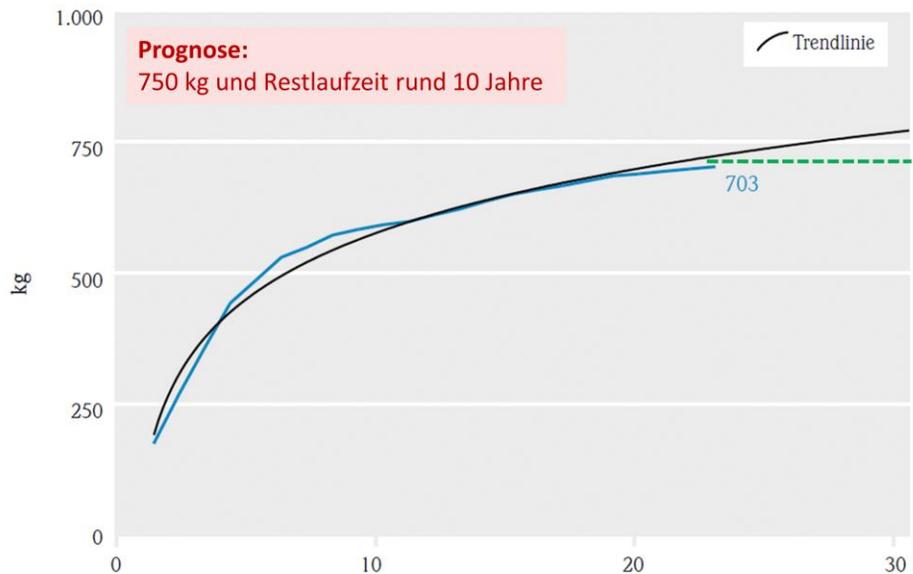


Restzeitprognose und Gefährdung werden mithilfe des Diagramms 7 prognostiziert. In absehbarer Zeit scheint es möglich, dass die jährliche Fracht von 3,65 kg unterschritten wird und damit nur noch eine „mittlere“ Fracht vorliegt. → Reduzierung der Gefährdung

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B6 Restzeitprognose + Laufzeit

##### • Diagramm 8



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 8, S. 76

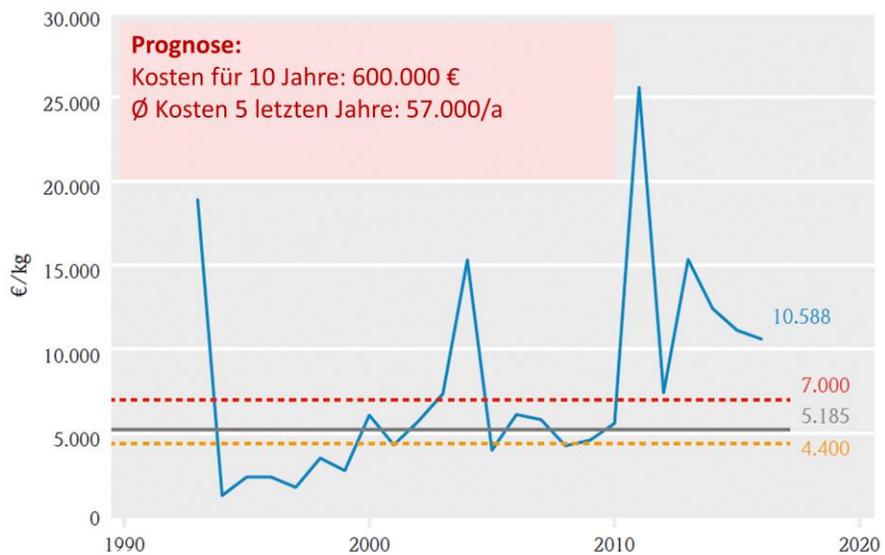
86  
99

Restzeitprognose und Laufzeit werden mithilfe des Diagramms 8 prognostiziert. Für die Erreichung einer Maximalfracht von 750 kg wird eine weitere Betriebszeit 10 Jahren abgeschätzt → Restzeitprognose Sanierung 10 Jahre

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B6 Restzeitprognose + Kosten

##### • Diagramm 9



Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 9, S. 77

87  
99

Restzeitprognose und Kosten werden mithilfe des Diagramms 9 prognostiziert. Die durchschnittlichen Kosten der letzten 5 Jahren betragen rund 57.000 €/a. Daraus ergeben sich Betriebskosten von rund 600.000 € für die nächsten 10 Jahre. → Restzeitprognose Kosten 600.000 €

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### B6 Restzeitprognose + Sanierungserfolg

##### • Diagramm 5

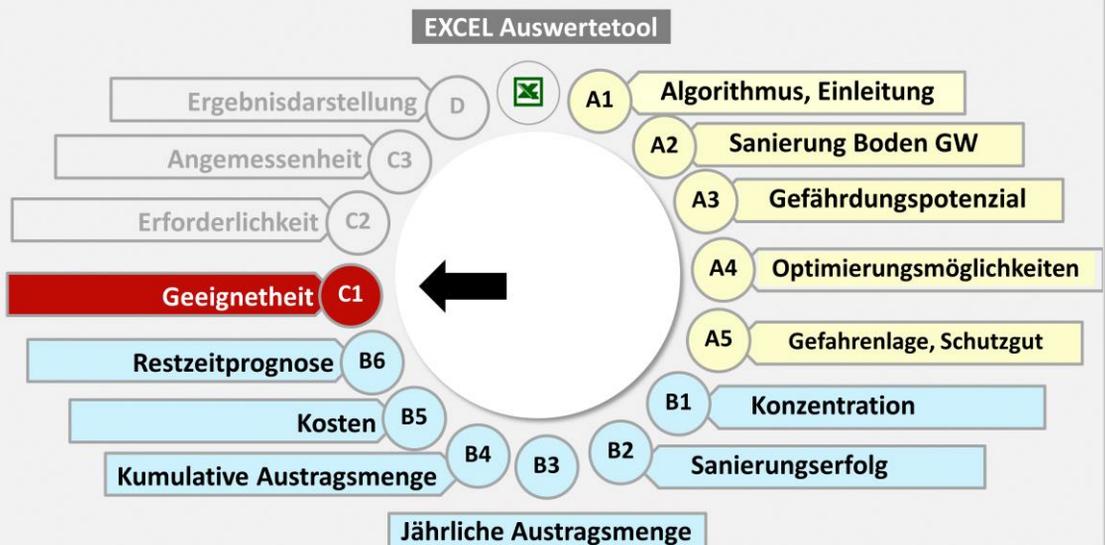


Link zur AH, Anh. 8, Diagramm 5, S. 74

88  
99

Restzeitprognose und Sanierungserfolg werden mithilfe des Diagramms 5 prognostiziert. Bisher wurden Kosten von 3,2 Mio. € verausgabt. 10 Jahre Weiterbetrieb führt zu Gesamtkosten von 3,8 Mio. €. Demnach würden 3% Sanierungserfolg weiteres 16% Gesamtkosten erfordern.

## Prüfung der Verhältnismäßigkeit



Nachdem das Kapitel B vorgestellt wurde, folgt jetzt die Vorstellung der Prüfung der Verhältnismäßigkeit in Kapitel C. Beginnen wir mit C1 der Prüfung der Geeignetheit.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### C1 Geeignetheit

Link zur AH, Kap. 5, C.1, S. 51

Bei dieser Pump&Treat-Maßnahme werden derzeit immer noch **relevante Mengen** LHKW ausgetragen (tägliche Fracht 12 Gramm).

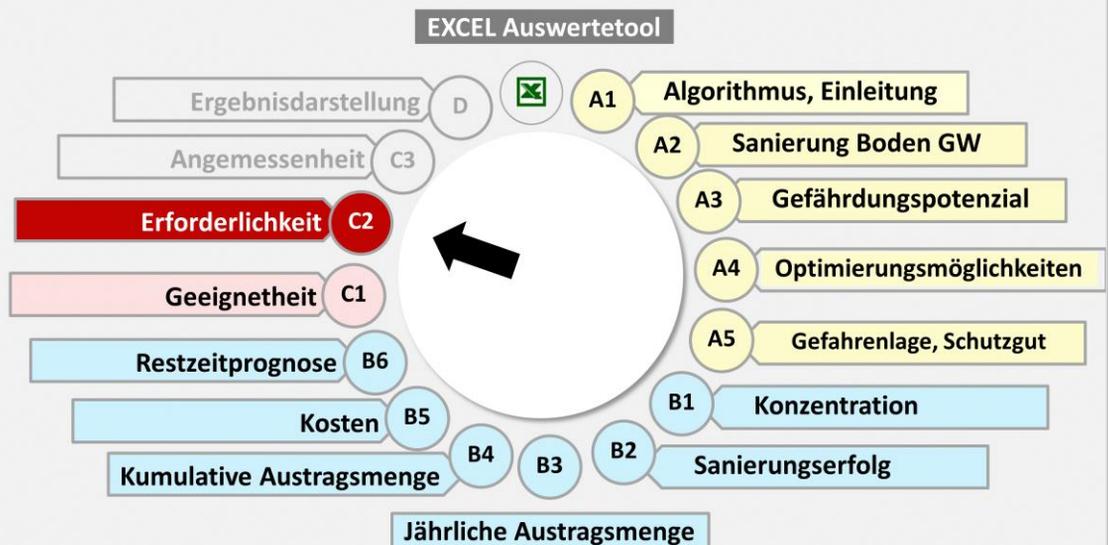
Auch bei einem Weiterbetrieb ist davon auszugehen, dass **weitere relevante Mengen** ausgetragen werden können.

Die Maßnahme ist daher nach wie vor **geeignet**, da sie erwarten lässt, dass damit **das Sanierungsziel erreicht wird**.

90  
99

Die Behörde prüft in C1 die Geeignetheit und kommt zu dem auf dieser Folie formulierten Ergebnis.

## Prüfung der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung der Prüfung der Erforderlichkeit unter C2.

### 4.3.3 Prüfbericht Verhältnismäßigkeit

#### C2 Erforderlichkeit

Ein **Wechsel** auf ein anderes Sanierungsverfahren ist nicht sinnvoll.

Damit stehen auch **keine** andere, ebenso wirksame, aber den Sanierungspflichtigen weniger belastende (**mildere**) **Maßnahme** zur Verfügung.

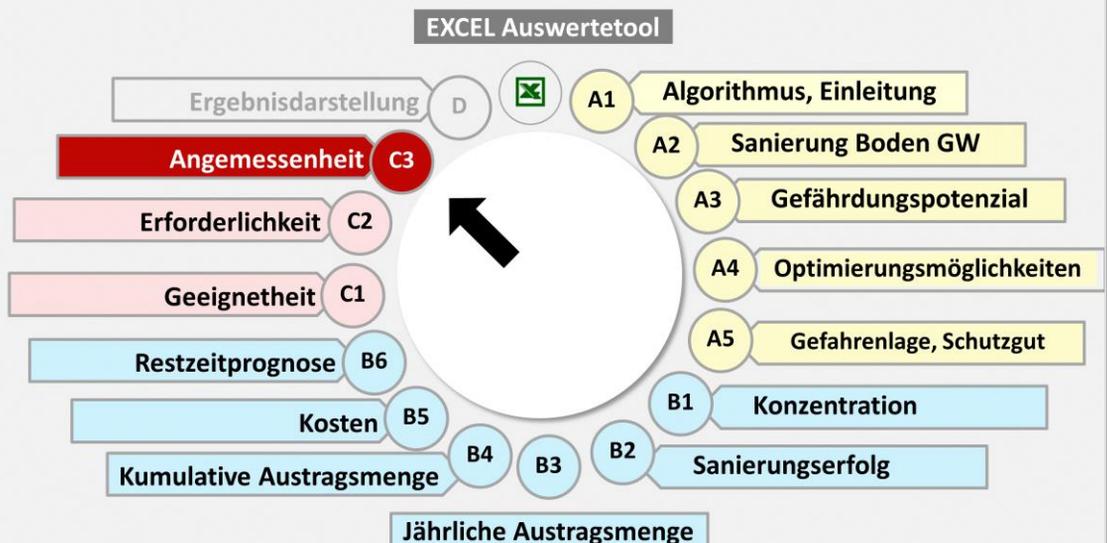
Die Pump&Treat-Maßnahme ist daher **noch immer erforderlich**.

Link zur AH, Kap. 5, C.1, S. 51

92  
99

Die Behörde prüft in C2 die Erforderlichkeit und kommt zu dem auf dieser Folie formulierten Ergebnis.

## Prüfung der Verhältnismäßigkeit



Es folgt die Vorstellung der Prüfung der Angemessenheit unter C3.

#### C3 Angemessenheit

Link zur AH, Kap. 5, C.2, S. 51

**B6** - Schadstoffquelle weitgehend saniert; 703 kg LHKW. Restliches Schadstoffinventar ca. 47 Kilogramm LHKW. 3% Sanierungserfolg machen 16% Gesamtkosten aus.

**B4** - Der Verlauf der kumulativen Austragsmenge nähert sich asymptotisch dem Wertebereich von 750 kg an. Ein Großteil der Schadstoffe (703 kg) wurde bereits ausgetragen.

**B3** - Derzeit liegt die jährliche Austragsmenge bei 4,3 kg/a. In „absehbarer Zeit“ wird den Wert von 3,65 kg/a bzw. 10 g/d voraussichtlich unterschritten werden (= mittlere Fracht).

**B2** - Im Jahr 2016 beträgt der Sanierungserfolg bereits 97 %.

**B1** - Die Kurve nähert sich asymptotisch einem Wert von 80 µg/l an; also ungefähr um den Faktor 3,5 höher als der Sanierungszielwert von 20 µg/l. Im Vergleich zu anderen Fällen ist dieser Faktor als moderat anzusehen.

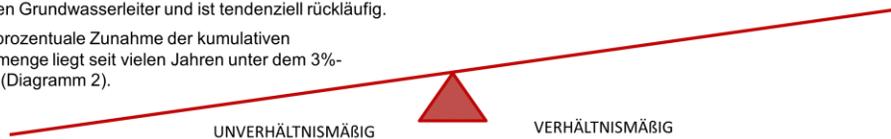
**A5** - Wasserschutzgebiete und Oberflächengewässer sind nicht betroffen. Grundwassernutzung außerhalb nicht gefährdet. Biotische Umwelt benachbarter Ökosysteme ist nicht gefährdet.

**A4** - Verschiedene Optimierungsmöglichkeiten zur Effizienzsteigerung wurden durchgeführt. Weitere Optimierungsmöglichkeiten erscheinen nicht sinnvoll.

**A3** - Die Schadstofffahne ist abgegrenzt, beschränkt sich auf den oberen Grundwasserleiter und ist tendenziell rückläufig.

**A1** - Die prozentuale Zunahme der kumulativen Austragsmenge liegt seit vielen Jahren unter dem 3%-Kriterium (Diagramm 2).

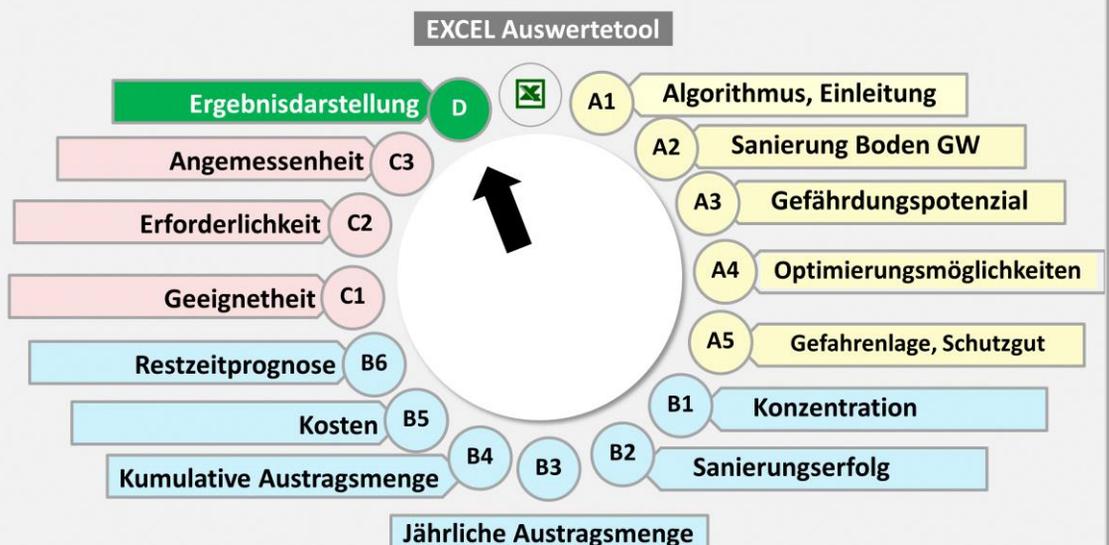
**B5** - Die Kosten pro kg Schadstoff (Gesamtlaufzeit) liegen zwischen dem 0,75-Quantil und dem Median der ausgewerteten hessischen LHKW-Fälle, also im Rahmen des Üblichen. Die Kosten pro kg Schadstoff waren in den letzten fünf Betriebsjahren etwa gleichbleibend



94  
99

Die Behörde prüft in C3 die Angemessenheit und wägt alle Bewertungen der Aspekte A1-A5 und B1-B6 ab. In der Gesamtschau wäre ein Weiterbetrieb der Grundwassersanierungsanlage unverhältnismäßig.

### Folgen der Prüfung



Nachdem die Kapitel A, B und C vorgestellt wurden, folgt jetzt die Vorstellung von Kapitel D. Hier werden die Konsequenzen, die sich aus der Prüfung der Verhältnismäßigkeit ergeben haben, beschrieben.

#### D Ergebnisdarstellung

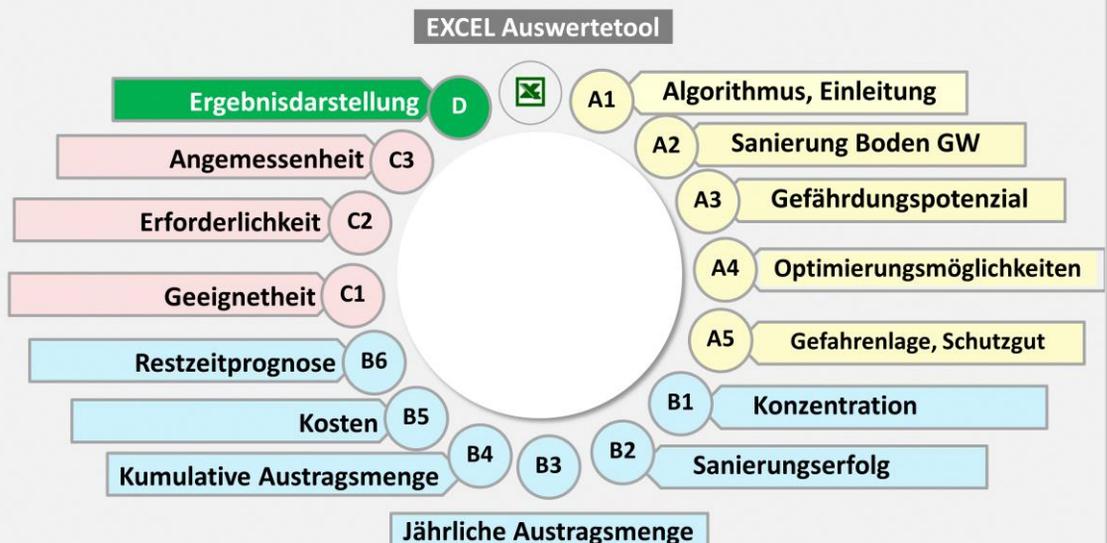
Link zur AH, Kap. 5, D, S. 53

- Betrieb der Wasseraufbereitung einstellen
- Anlage für weitere 12 Monate vorhalten
- jährliche Monitoringprogramm für 3 weitere Jahre fortzuführen
- monatliche Programm durch ein vierteljährliches Programm ersetzen
- nach Vorlage der Überwachungsergebnisse des ersten Jahres entscheiden, ob die Wasseraufbereitungsanlage weiterhin betriebsbereit gehalten werden muss.

96  
99

Die Behörde formuliert in D die Konsequenzen aus der Prüfung der Verhältnismäßigkeit, wie auf der Folie dargestellt.

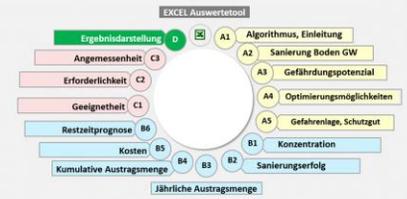
## Fachgespräche Prüfbericht



Im Herbst 2018 haben zwei Fachgespräche mit insgesamt 50 Teilnehmenden in Rauschholzhausen und Geisenheim stattgefunden.

## Fachgespräche Prüfbericht

Zur Einführung der AH wurden zwei Fachgespräche mit 50 TN durchgeführt und 10 Verhältnismäßigkeitsprüfungen an 3 realen Fällen durchgeführt.



### Validierung

*Hinweis auf Erfüllung der Praxisanforderungen*

### Reproduzierbarkeit

*Führt zu vergleichbaren Ergebnissen*

| Der Weiterbetrieb der P&T-Maßnahme ist noch verhältnismäßig (+) bzw. nicht mehr verhältnismäßig (-) | (+) | (-) |
|---|-----|-----|
| A1 3 %-Kriterium  |     | ●●● |
| A3 Gefährdungspotenzial   | ●   | ●●  |
| A4 Optimierung  | ●   | ●●  |
| A5 Schutzgutbetrachtung   | ●●● |     |
| B1 Konzentration, Tendenz   | ●●● |     |
| B2 Sanierungserfolg   | ●●● |     |
| B3 Jährliche Austragsmenge  | ●●● |     |
| B4 Kumulative Austragsmenge   | ●●● |     |
| B5 Kosten   | ●●● |     |
| B6 Restzeitprognose   | ●●● |     |

98  
99

Zur Einführung der AH wurden zwei Fachgespräche mit 50 TN durchgeführt und 10 Verhältnismäßigkeitsprüfungen an 3 realen Fällen durchgeführt. Dabei zeigten die durchgeführten Prüfungen vergleichbare Ergebnisse. Das Verfahren wurde positiv bewertet.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!