

Die Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen

G5

VOLKER ZEISBERGER

Einleitung

Der Schutz des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen hat eine sehr hohe Priorität. Sind Schadstoffe (Schwermetalle, Mineralöle, chlorierte Lösemittel, usw.) aber bereits in das Grundwasser vorgedrungen, ist zu klären, ob das Grundwasser zu sanieren ist, also die Schadstoffe aus dem Grundwasser zu entfernen sind. In Hessen gelten hierbei die „Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV)“ und die hier vorgestellte „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“ [1,2]. Die Arbeitshilfe wurde von einer Arbeitsgruppe unter Federführung des HLUg entwickelt. Die bisherigen Erfahrungen an ca. 40 Grundwasserschadensfällen zeigen, dass die Arbeitshilfe praktikabel und plausibel ist.

Zwischen dem Verursacher einer Grundwasserverunreinigung (Sanierungspflichtiger) und Behörde (Regierungspräsidium oder Untere Wasserbehörde) ist häufig strittig, ob das verunreinigte Grundwasser tatsächlich zu sanieren ist, bzw. wie aufwändig die Sanierung durchzuführen ist. Die neue Arbeitshilfe beschreibt objektive Bewertungsmaßstäbe, um das Ausmaß und Gefährdungspotenzial einer Grundwasserverunreinigung ermitteln zu können. Hessen und Baden-Württemberg haben damit als erste Bundesländer Gesamtkonzepte entwickelt, wie Grundwasserverunreinigungen zu bewerten und zu sanieren sind. Die bisherigen Erfahrungen und Rückmeldungen lassen erwarten, dass mit der Ar-

beitshilfe die Kommunikation zwischen Verursacher, Ingenieurbüro und Behörde deutlich verbessert wird, und gemeinsame Lösungen zum Schutz des Grundwassers und der Umwelt vereinbart werden.



Bewertungskriterien

Der Schwerpunkt der Arbeitshilfe liegt bei den Fragestellungen „Liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor?“ und „Ist die Sanierung einer schädlichen Grundwasserverunreinigung

erforderlich?“. Ist eine Grundwasserverunreinigung nicht schädlich, sondern nur geringfügig, besteht kein Sanierungsbedarf.

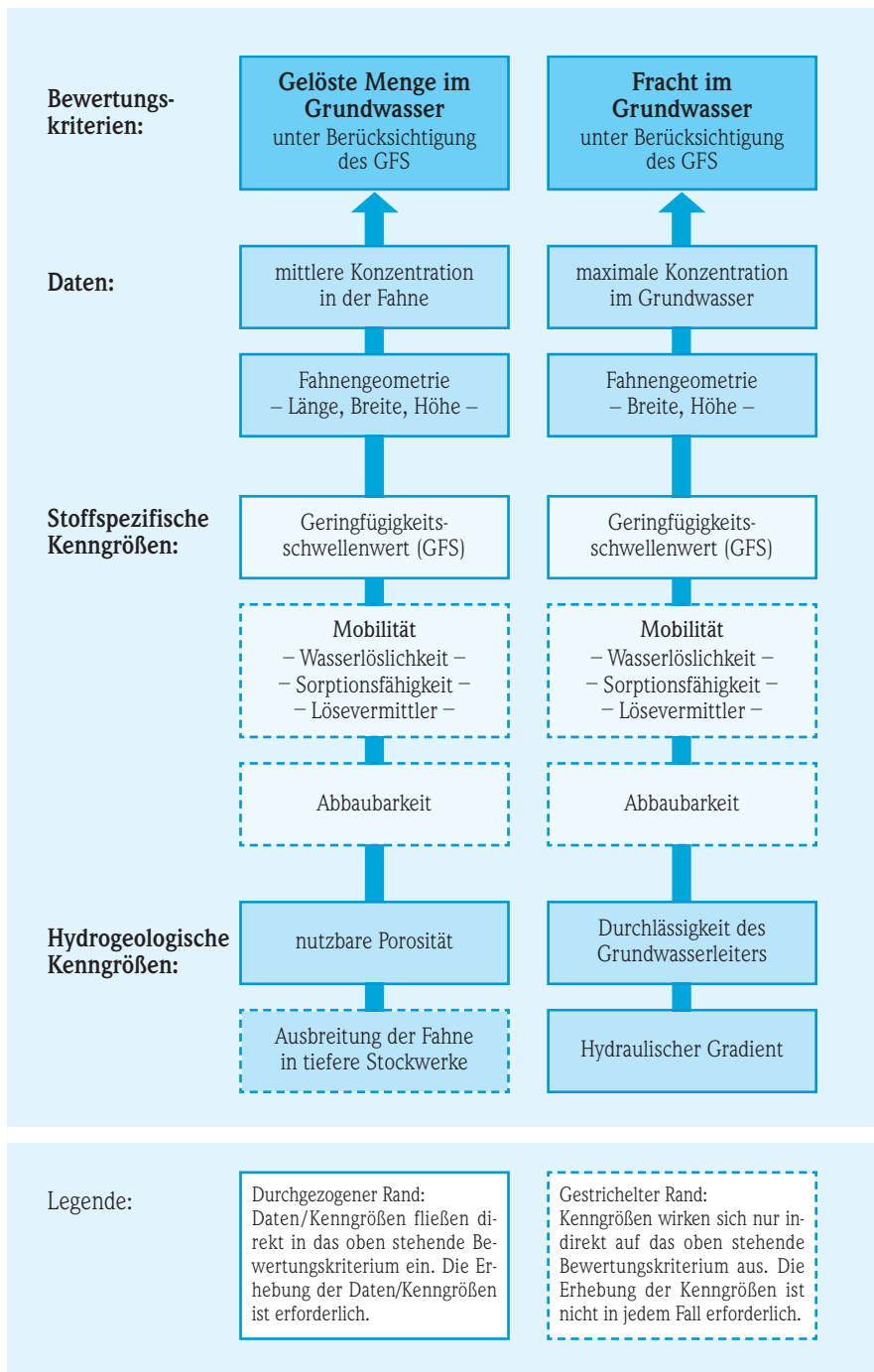


Abb. 1: Bewertungskriterien für die Fragestellung „Liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor?“ mit den dazugehörigen Daten und Kenngrößen.

Die Schadstofffreisetzung und -ausbreitung im Grundwasser werden von zahlreichen Faktoren beeinflusst [4]. Diese sind u. a. die Mächtigkeit und Durchlässigkeit des Grundwasserleiters, die Grundwasserfließgeschwindigkeit, das Schadstoffrückhaltevermögen im Grundwasserleiter sowie die Mobilität und die Abbaubarkeit der Schadstoffe. Wegen der Vielzahl der Einflussfaktoren stellt sich die Frage, wie diese zu gewichten sind, und wie

Grundwasserverunreinigungen untereinander verglichen werden können. In der Arbeitshilfe wird davon ausgegangen, dass alle genannten Faktoren in die beiden Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ einfließen (Abb. 1). Die Eingangsgrößen für die Ermittlung und Berechnung der beiden Bewertungskriterien sind in Tabelle 1 aufgeführt:

Tab. 1: Daten/Kenngrößen zur Ermittlung der Bewertungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“.

Daten/Kenngrößen	Kürzel	Einheit	Erläuterung
mittlere Konzentration	c_{mittel}	$\mu\text{g/l}$	mittlere Konzentration eines Schadstoffes in der Fahne bzw. in einer Stromröhre
maximale Konzentration	c_{max}	$\mu\text{g/l}$	maximale Konzentration eines Schadstoffes in der Fahne bzw. in einer Stromröhre
Länge der Fahne/Stromröhre	L	m	erforderlich zur Berechnung des Fahnenvolumens
Breite der Fahne/Stromröhre	B	m	erforderlich zur Berechnung des Fahnenvolumens
Höhe der Fahne/Stromröhre	H	m	vertikale Ausdehnung, erforderlich zur Berechnung des Fahnenvolumens
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	$\mu\text{g/l}$	GFS des Schadstoffes
nutzbare Porosität	P^*	%	nutzbare Porosität des Grundwasserleiters
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	m/s	Durchlässigkeitsbeiwert im Bereich der Fahne bzw. Stromröhre
hydraulischer Gradient	I	–	hydraulischer Gradient (Grundwassergefälle) im Bereich der Fahne bzw. Stromröhre

Stromröhren

In vielen Fällen ist es sinnvoll, die Schadstofffahne im Grundwasser in mehrere Bereiche (Stromröhren, siehe Abb. 2) zu unterteilen [5]. Stromröhren sind quaderförmig und umschließen die Schadstofffahne (bzw. Teilbereiche der Fahne) wie ein Schuhkarton einen Schuh. Für die Ermittlung der beiden Bewer-

tungskriterien „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ steht ein EXCEL-Arbeitsblatt zur Verfügung, mit dem bis zu drei Stromröhren berechnet werden können (www.hlug.de/medien/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.htm).

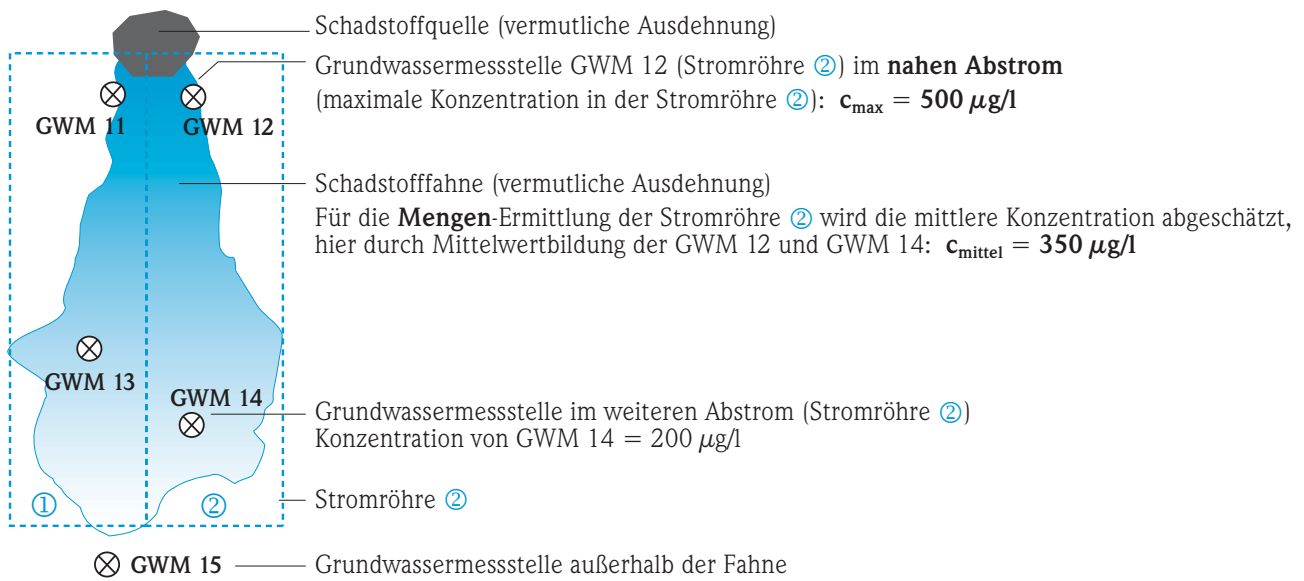


Abb. 2: Beispiel für zwei Stromröhren.

Gelöste Menge im Grundwasser

Das Bewertungskriterium „Gelöste Menge im Grundwasser“ beschreibt den Ist-Zustand der Schadstofffahne, indem die aktuelle Ausdehnung der Fahne und die Schadstoffbelastung in der Fahne berücksichtigt werden. Zur Berechnung der gelösten Menge ($M_{\text{gelöst}}$) müssen die mittlere Schadstoffkonzentration in der Schadstofffahne, die Länge / Breite / Höhe der Schadstofffahne und die nutzbare Porosität des Grundwasserleiters bekannt sein.

Für die Einstufung, ob im konkreten Fall die gelöste Schadstoffmenge GROß, MITTEL, KLEIN oder SEHR KLEIN ist, wird die ermittelte Schadstoffmenge [kg]

mit dem betreffenden Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS) [$\mu\text{g/l}$] verglichen; dabei werden nur die dimensionslosen Zahlenwerte verwendet (Tab. 2):

Beispiel: Der GFS von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) ist $20 \mu\text{g/l}$. Wenn die „Gelöste LHKW-Menge im Grundwasser“ größer als $0,1 \cdot \text{GFS} = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ [kg]}$ ist, erfolgt die Einstufung in GROß. Bei Werten zwischen 2 und $0,6 \text{ [kg]}$ erfolgt die Einstufung in MITTEL. Bei Werten zwischen $0,6$ und $0,06 \text{ [kg]}$ ergibt sich KLEIN, unterhalb von $0,06 \text{ [kg]}$ SEHR KLEIN.

Algorithmus	Einstufung
$M_{\text{gelöst}} \geq 0,1 \cdot \text{GFS}$	groß
$M_{\text{gelöst}} < 0,1 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,03 \text{ GFS}$	mittel
$M_{\text{gelöst}} < 0,03 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,003 \text{ GFS}$	klein
$M_{\text{gelöst}} < 0,003 \cdot \text{GFS}$	sehr klein

Tab. 2: Einstufung des Kriteriums „Gelöste Menge im Grundwasser“ ($M_{\text{gelöst}}$ [kg], GFS [$\mu\text{g/l}$]).

Fracht im Grundwasser

Mit dem Bewertungskriterium „Fracht im Grundwasser“ wird die Dynamik der Schadstoffausbreitung im Grundwasser berücksichtigt. Die Fracht ist definiert als im Grundwasser transportierte Schadstoffmasse pro Zeiteinheit. In der Arbeitshilfe wird die Einheit Gramm pro Tag [g/d] verwendet.

Die Schadstofffracht ist abhängig von der Entfernung zur Quelle. Am höchsten ist die Fracht am abstromigen Rand der Schadstoffquelle. Im weiteren Abstrom nimmt die Schadstofffracht ab, da Abbau- und Rückhalteprozesse wirksam werden. Für die in der Arbeitshilfe beschriebene Frachteinstufung soll die Fracht im nahen Abstrom der Schadstoffquelle bestimmt werden, um die maximale Fracht ermitteln zu können.

Zur Berechnung der Fracht müssen die maximale Schadstoffkonzentration in der Schadstofffahne, die

Breite und Höhe der Schadstofffahne, der Durchlässigkeitsbeiwert und der hydraulische Gradient bekannt sein. Für die Einstufung, ob im konkreten Fall die Schadstofffracht GROSS, MITTEL, KLEIN oder SEHR KLEIN ist, wird die ermittelte Schadstofffracht [g/d] mit dem Zahlenwert des betreffenden GFS [$\mu\text{g/l}$] verglichen (Tab. 3):

Beispiel: Der GFS von Naphthalin ist $1 \mu\text{g/l}$. Wenn die ermittelte „Fracht im Grundwasser“ größer als $0,5 \text{ GFS} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ [g/d]}$ ist, erfolgt die Einstufung in GROSS. Bei Werten zwischen $0,5$ und $0,2 \text{ [g/d]}$ erfolgt die Einstufung in MITTEL. Werte zwischen $0,2$ und $0,02 \text{ [g/d]}$ ergeben KLEIN. Unterhalb von $0,02 \text{ [g/d]}$ ergibt sich die Einstufung SEHR KLEIN.

Algorithmus	Einstufung
Fracht $\geq 0,5 \cdot \text{GFS}$	groß
Fracht $< 0,5 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,2 \text{ GFS}$	mittel
Fracht $< 0,2 \cdot \text{GFS}$ und $\geq 0,02 \text{ GFS}$	klein
Fracht $< 0,02 \cdot \text{GFS}$	sehr klein

Tab. 3: Einstufung des Kriteriums „Fracht im Grundwasser“ (Fracht [g/d], GFS [$\mu\text{g/l}$]).

Bewertungsmatrix

Sind bei einem Schadensfall Menge und Fracht eingestuft, kann im nächsten Schritt mittels einer Bewertungsmatrix abgeschätzt werden, ob KEINE schädliche Grundwasserverunreinigung oder ob eine GERINGE, MITTLERE oder GROÙE schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt. Der sich daraus ergebende Handlungsbedarf ist in der rechten Spalte der Tab. 4 beschrieben.

Insbesondere im Falle der Einstufung „MITTLERE schädliche Grundwasserverunreinigung“ sind weitere Kriterien zu prüfen, die in einem Prüfschema aufgeführt sind (Abb. 3). Hierzu zählen beispielsweise die Fahnenentwicklung (expandierend/stationär/rückläufig) und die Schadstoffausbreitung in tiefere Grundwasserstockwerke.

Tab. 4: Bewertungsmatrix zur Einstufung einer schädlichen Grundwasserverunreinigung.

Einstufung „Gelöste Menge im Grundwasser“ (Kap. 3.2.1)	Einstufung „Fracht im Grundwasser“ (Kap. 3.2.2)	schädliche Grundwasserverunreinigung	Handlungsbedarf
sehr klein	sehr klein	keine	Keine weiteren Maßnahmen erforderlich
sehr klein	klein		
klein	sehr klein		
klein	klein	geringe	Zwar liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor, jedoch sind Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen i. d. R. unverhältnismäßig.
sehr klein	mittel		
mittel	sehr klein		
klein	mittel	mittlere	Weitere Prüfschritte sind erforderlich, um entscheiden zu können, ob bzw. welche Maßnahmen erforderlich sind, z. B. – Sanierungsmaßnahmen, – Überwachungsmaßnahmen – Überwachung natürlicher Abbau- und Rückhalteprozesse (MNA) Nähere Hinweise gibt Kapitel 3.3.
mittel	klein		
mittel	mittel		
sehr klein	groß		
groß	sehr klein		
klein	groß		
groß	klein	große	I. d. R. sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich.
mittel	groß		
groß	mittel		
groß	groß		

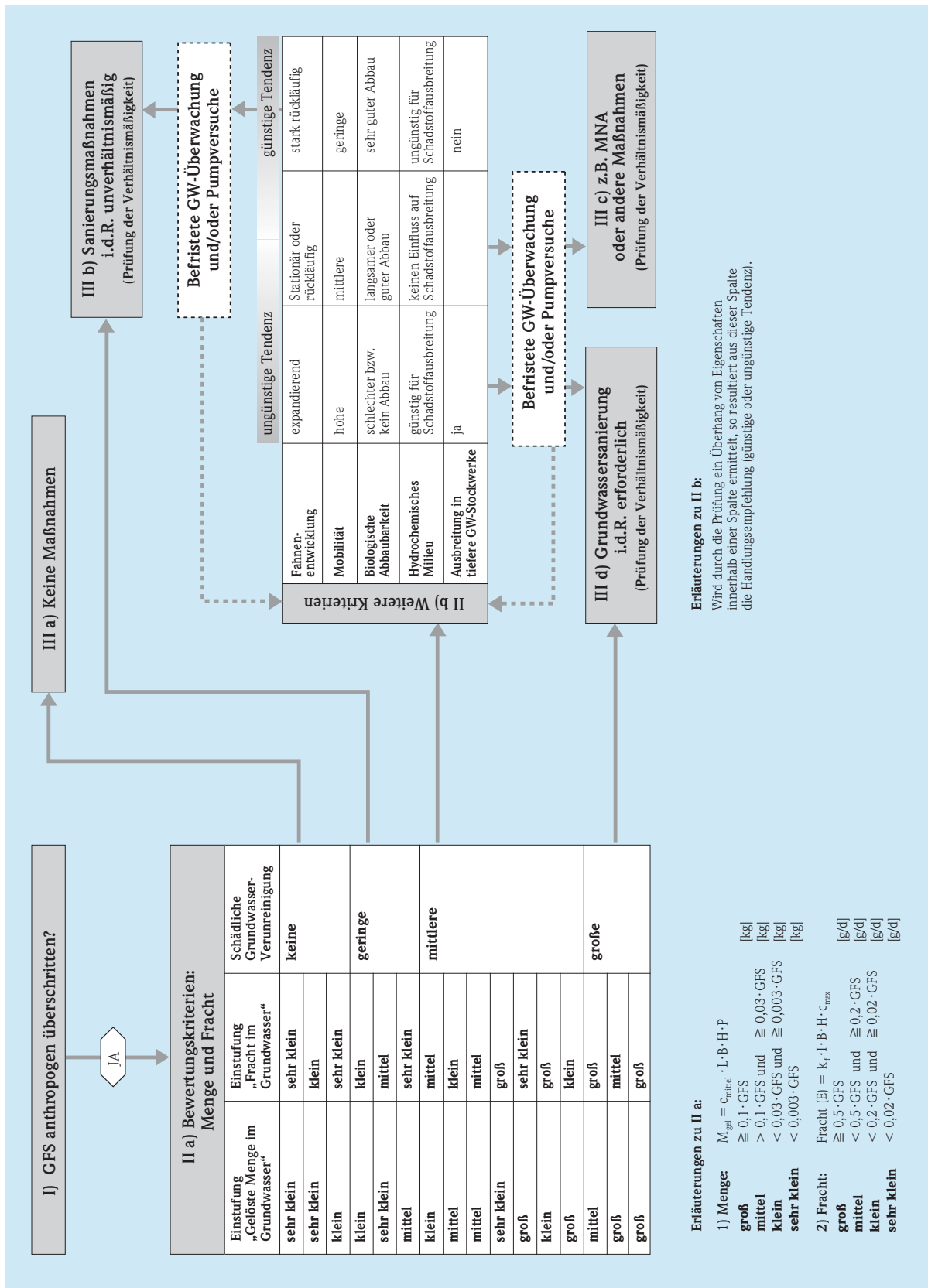


Abb. 3: Prüfschema zur Entscheidung über eine Grundwassersanierung.

Beendigung von Sanierungen

Bei laufenden Grundwassersanierungen wird oft festgestellt, dass ein ursprünglich festgelegtes Sanierungsziel, das meist in Form von Konzentrationswerten angegeben ist, in absehbarer Zeit nicht erreicht werden kann. Dann ist zunächst zu prüfen, ob die Sanierung optimiert werden kann. Sind die Optimierungsmöglichkeiten ausgeschöpft, stellt sich die Frage, ob das Sanierungsziel angepasst werden soll. Sogar eine vorzeitige Beendigung der Sanierung kann in Betracht kommen.

Bei der Prüfung, ob eine Sanierung beendet werden kann, gelten sinngemäß die gleichen Kriterien wie

für den Beginn einer Sanierung. Daher kann die Bewertungsmatrix (Tab. 4) analog angewendet werden. Als Eingangswerte für die Bewertungsmatrix werden dann die aktuell ermittelten Werte für „Gelöste Menge im Grundwasser“ und „Fracht im Grundwasser“ verwendet.

Die Sanierung kann beendet werden, wenn keine schädliche Grundwasserverunreinigung mehr vorliegt. Ist nur noch eine KLEINE schädliche Grundwasserverunreinigung vorhanden, kann die Grundwassersanierung ebenfalls i. d. R. beendet werden.

Fazit

Bei einer Grundwasserverunreinigung ist im Einzelfall zu entscheiden, ob ein Sanierungsbedarf besteht, und welche Maßnahmen erforderlich sind (vertiefte Untersuchung, Pumpversuch, Überwachung, Sanierung, Beendigung der Sanierung). Eine wichtige fachliche Grundlage hierfür sind Kriterien, mit denen das Ausmaß einer Grundwasserverunreinigung beurteilt werden kann. In der Arbeitshilfe werden diese in den beiden Bewertungskriterien „Gelöste Menge“ und „Fracht“ gebündelt. Eine Entscheidungsmatrix ermöglicht die Einstufung, ob eine große, mittlere oder kleine

Grundwasserverunreinigung vorliegt, oder ob keine schädliche Grundwasserverunreinigung besteht.

Bereits kurze Zeit nach Veröffentlichung der Arbeitshilfe ist erkennbar, dass diese große Akzeptanz findet. Positiv empfunden wird, dass bei einer Grundwasserverunreinigung nicht mehr allein die Schadstoffkonzentration im Fokus steht, sondern durch die Einbeziehung weiterer Kriterien sich ein umfassenderes Gesamtbild ergibt. Damit werden Grundwasserschadensfälle untereinander vergleichbar.

Literatur

- [1] Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) vom 30. Oktober 2005, StAnz. 45/2005 S. 4243
- [2] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Handbuch Altlasten Band 3 Teil 7, „Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen“, 2008, www.hlug.de/medien/altlasten/altlastenbearbeitung/grundwassersanierung.htm
- [3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, 2004, www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/GFS-Bericht-DE.pdf
- [4] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen, 2006, www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/Grundsätze_Nachsorge_.pdf
- [5] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle Band 19, „Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser“, 1996

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Wolfgang Bernhardt
Regierungspräsidium Darmstadt

Marie-Anne Feldmann
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Thomas Golla
Kreisausschuss des Hochtaunuskreises

Werner Görisch
Regierungspräsidium Darmstadt

Fritjof Grimm
Regierungspräsidium Darmstadt

Jörg Hartmann
Regierungspräsidium Kassel

Dr. Klaus Haeckel
Regierungspräsidium Darmstadt

Dr. Dieter Kämmerer
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Berthold Meise
Regierungspräsidium Darmstadt

Tilman Oerter
Regierungspräsidium Gießen

Holger Strömmer
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen
Raum und Verbraucherschutz

Michael Wolf
Regierungspräsidium Darmstadt

Volker Zeisberger
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

