



GRUNDWASSER- MANAGEMENTKONZEPT

Bewertung von Grundwasserverunreinigungen mit Hilfe
des Hamburger Bewertungsverfahrens und Ableitung von
Sanierungszielwerten

Liebe Hamburgerinnen und Hamburger!

Trinkwasser ist und bleibt das Lebensmittel Nr. 1. Es ist ein lebensnotwendiges, aber auch begrenztes Gut. In Hamburg wird das Trinkwasser vollständig aus Grundwasser gewonnen. Das ist ein Privileg, das nur sehr wenige Großstädte in Deutschland haben. Ich sehe es als oberste Priorität, dass sich meine Behörde für den Schutz des Grundwassers einsetzt, um die Hamburgerinnen und Hamburger mit naturbelassenem, erstklassigem Grundwasser als Trinkwasser zu versorgen.

Um das zu gewährleisten, ist die Gefährdungsbeurteilung und die mögliche anschließende Sanierung von Grundwasserschäden ein wesentlicher Bestandteil der Altlastenbearbeitung. Um ein gerechtes, vergleichbares und transparentes Handeln sicherzustellen, hat die Bodenschutzbehörde ein Grundwasser-Managementkonzept entwickelt, das mit der vorliegenden aktualisierten Internet-Broschüre vorgestellt und erläutert wird.

Unser Ziel ist es, dass auch sehr viel späteren Generationen sauberes Trinkwasser zur Verfügung steht.



Jens Kerstan

Senator der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft

Einleitung

In Hamburg ist Grundwasser alleinige Quelle der Trinkwasserversorgung. Grundwasser von hoher, für die Trinkwassergewinnung geeigneter Qualität steht nicht unbegrenzt zur Verfügung. Es muss als knappe Ressource auch für künftige Generationen geschützt werden.

Ein wesentlicher Einfluss auf die Grundwasserqualität geht von den altlastenbedingten Schadstoffeinträgen in den Boden und das Grundwasser aus, die für einen Gewerbe- und Industriestandort wie Hamburg typisch sind. Die Gefährdungsbeurteilung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (§ 4 Abs. 3 BBodSchG) ist ein wesentlicher Bestandteil der Altlastenbearbeitung in der Freien und Hansestadt Hamburg.

Im Altlasthinweiskataster der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft sind aktuell rund 260 Grundwasserunreinigungen registriert, die sukzessive bewertet und gegebenenfalls saniert werden. Das Bestreben nach einer gerechten, vergleichbaren und transparenten Bewertung vieler Einzelfälle veranlasste die Bodenschutzbehörde ein Managementkonzept zu entwickeln, das für die systematische Einordnung von Grundwasserunreinigungen in Hamburg geeignet ist und seit 2011 angewandt wird. Es orientiert sich an bundeseinheitlichen Vorgaben der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Boden (LABO) und der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und wurde bundesweit und lokal in Diskussionen und bei Einzelfällen validiert.

Die Erkenntnisse einer bundesweit durchgeführten Abfrage zur Vorgehensweise der Bundesländer hinsichtlich der Ableitung von Sanierungszielwerten für Grundwassersanierungen sind in das Managementkonzept eingeflossen.

Die Bodenschutzbehörde wendet das Verfahren zur grundsätzlichen Bewertung von Einzelfällen an und möchte die Vorgehensweise mit dieser Veröffentlichung transparent machen.

Das Managementkonzept gliedert sich in:

1. das Hamburger Bewertungsverfahren
2. die Ermittlung der Sanierungsnotwendigkeit
3. die Ableitung von Sanierungszielwerten
4. die Überprüfung der Sanierungszielwerte
5. den Abschluss von Sanierungsmaßnahmen

1. Hamburger Bewertungsverfahren

Im Hamburger Bewertungsverfahren werden neben generellen Informationen zum Bearbeitungsstand und zur Sanierungspflicht die fachlichen Informationen zur Schadstoffkonzentration, zur Schadstofffracht, zur Schadstoffmasse, zum Ausmaß der Schadstofffahne, zur Stationarität, zu Ausbreitungsrisiken sowie zum Standort erfasst. Bestimmte schadstoffabhängige Kenngrößen werden dabei in Relation gesetzt zu Bewertungshilfsgrößen, z.B. der „geringen Fracht“ oder der „kleinen Grundwasserunreinigung“, wie sie die LAWA / LABO 2006 in Ihren „Grundsätzen des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen“ [1] festgesetzt hat.

Bei mehreren Schadstoffen im Grundwasser wird ein Leitschadstoff mit der höchsten Relevanz festgelegt, an Hand dessen eine Bewertung erfolgt.

Das Verfahren wird insbesondere für die vergleichende Bewertung der ca. 260 in Hamburg registrierten Grundwasserunreinigungen eingesetzt, um Prioritäten bei der Bearbeitung setzen zu können. Es ist zudem bezogen auf die einzelnen Grundwasserunreinigungen ein wichtiges Hilfsmittel bei der Entscheidung über die jeweilige Sanierungsnotwendigkeit sowie den Abschluss von Sanierungsmaßnahmen. Im Außenverhältnis wird mit der Heranziehung des Hamburger Bewertungsverfahrens das behördliche Handeln gegenüber privaten Pflichtigen (öffentlich-rechtliche Verträge / wasserbehördliche Anordnungen) transparenter.

Zur Gefährdungsbeurteilung einer Grundwasserunreinigung werden in Hamburg jeweils folgende 5 Kriterien betrachtet:

- Die **Dauer** einer Grundwasserunreinigung (Alter der Fahne, Fahnenentwicklung),
- der **Standort** (betroffene Schutzgüter und gefährdete Nutzungen),
- die **Schadstofffracht**,
- die **Schadstoffmasse** und
- die **Schadstoffausbreitung** horizontal und vertikal.

Um eine transparente und vergleichbare Bewertung zu gewährleisten, erfolgt diese mittels eines Datenbankgestützten gleichgewichtigen Punktesystems. Für jedes Kriterium können maximal 20 Punkte vergeben werden. Die konkrete Ausgestaltung der Punkteverteilung zeigt das Flussdiagramm in Abbildung 1.

Das Hamburger Bewertungsverfahren wurde 2012 in einer ITVA-Veranstaltung in Hamburg, 2011 im Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH in Duisburg sowie 2008 im „Workshop Chemische Reinigungen“ in Hamburg vorgestellt.

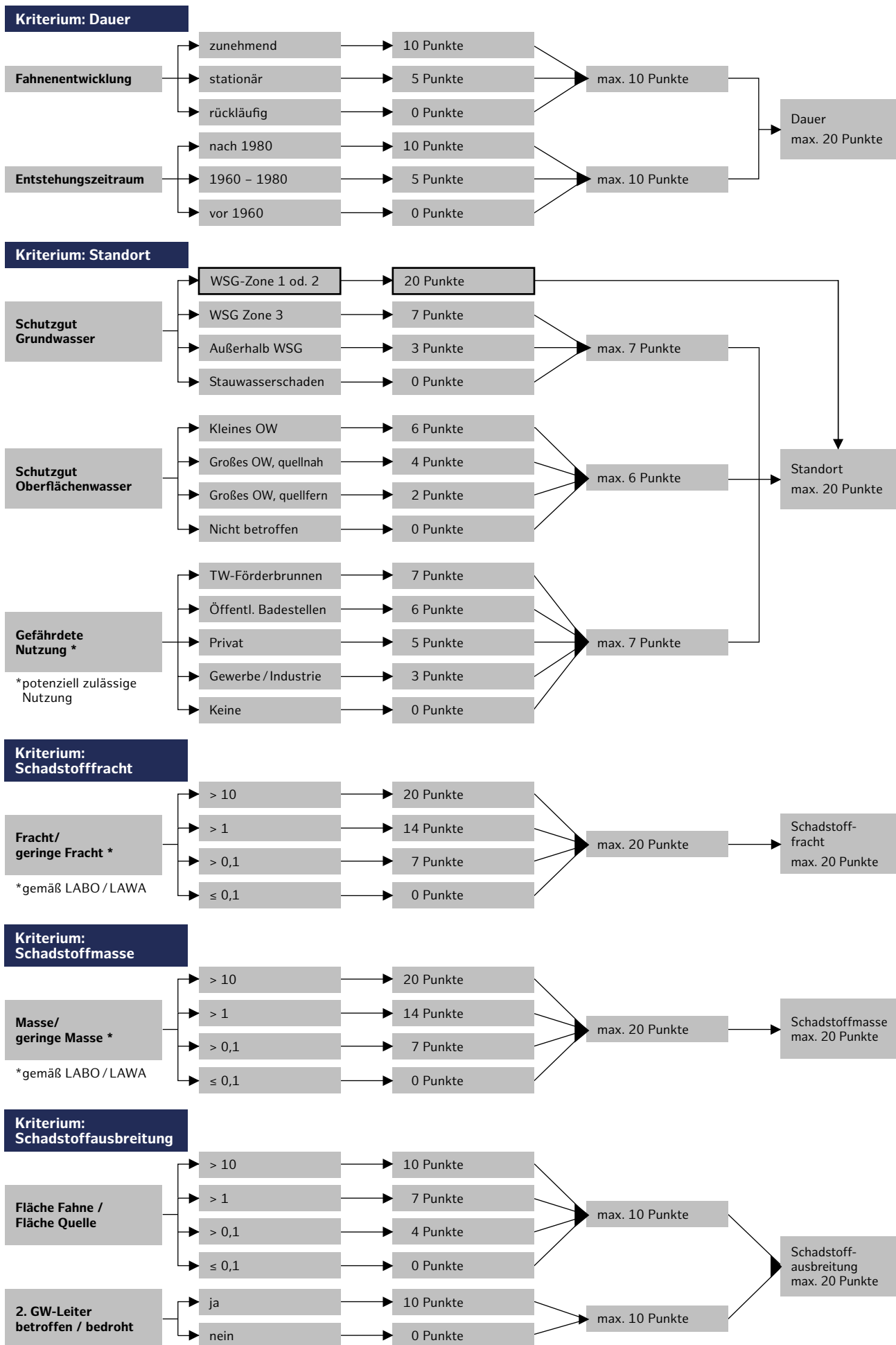


Abb. 1 Hamburger Bewertungsverfahren zur Einstufung von Grundwasserverunreinigungen

Ermittlung der Schadstofffracht:

Die Ermittlung der Schadstofffracht erfolgt in Abstromquerschnitten, die sich aus mehreren Sektoren zusammensetzen. Die Prinzipskizze in Abbildung 2 verdeutlicht die Vorgehensweise. Jeder Sektor wird durch eine Grundwassermessstelle repräsentiert. Es werden die Frachten im direkten Abstrom der Schadensquelle (Abstromquerschnitt I mit den Sektoren D bis J in Abb. 2) sowie ggf. im weiteren Abstrom in der Schadstofffahne (Abstromquerschnitt II in Abb. 2) betrachtet. Die Frachten im Anstrom sind bei der Bewertung zu berücksichtigen.

Für jeden Sektor (D-J) wird auf Basis der durchgeführten Untersuchungen die Sektorfläche (Breite x Tiefenbereich) bestimmt. Als Schadstoffkonzentration für den jeweiligen Sektor wird die zum Zeitpunkt der Probenahme gemessene Schadstoffkonzentration verwendet. Die Sektorbreite wird definiert als jeweils halber Abstand zu den benachbarten Grundwassermessstellen.

Nach Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts (K_f) sowie des hydraulische Gefälles (i) kann die Gesamtfracht an dem Abstromquerschnitt (Grundwassermessstellen D-J) errechnet werden.

Für jeden Sektor ergibt sich eine Schadstofffracht aus der mittleren Schadstoffkonzentration (über den verunreinigten Tiefenbereich gemittelte Konzentration) multipliziert mit der Sektorenfläche, dem Durchlässigkeitsbeiwert und dem Gefälle:

$$\text{Schadstofffracht}_{D,E,\dots,J} = \text{mittlere Schadstoffkonz.}_{D,E,\dots,J} \times \text{Sektorfläche}_{D,E,\dots,J} \times K_f \times i$$

Die Schadstofffracht für den gesamten Abstromquerschnitt ergibt sich aus der Summe der Sektor-Frachten.

Bei tiefendifferenzierter Schadstoffverteilung und Durchlässigkeitsbeiwerten ist es sinnvoll ein kleinteiligeres Stromröhrenmodell anzuwenden.

Als Bewertungsmaßstab gilt die „geringe Fracht“ gemäß LABO/LAWA 2006 [1].

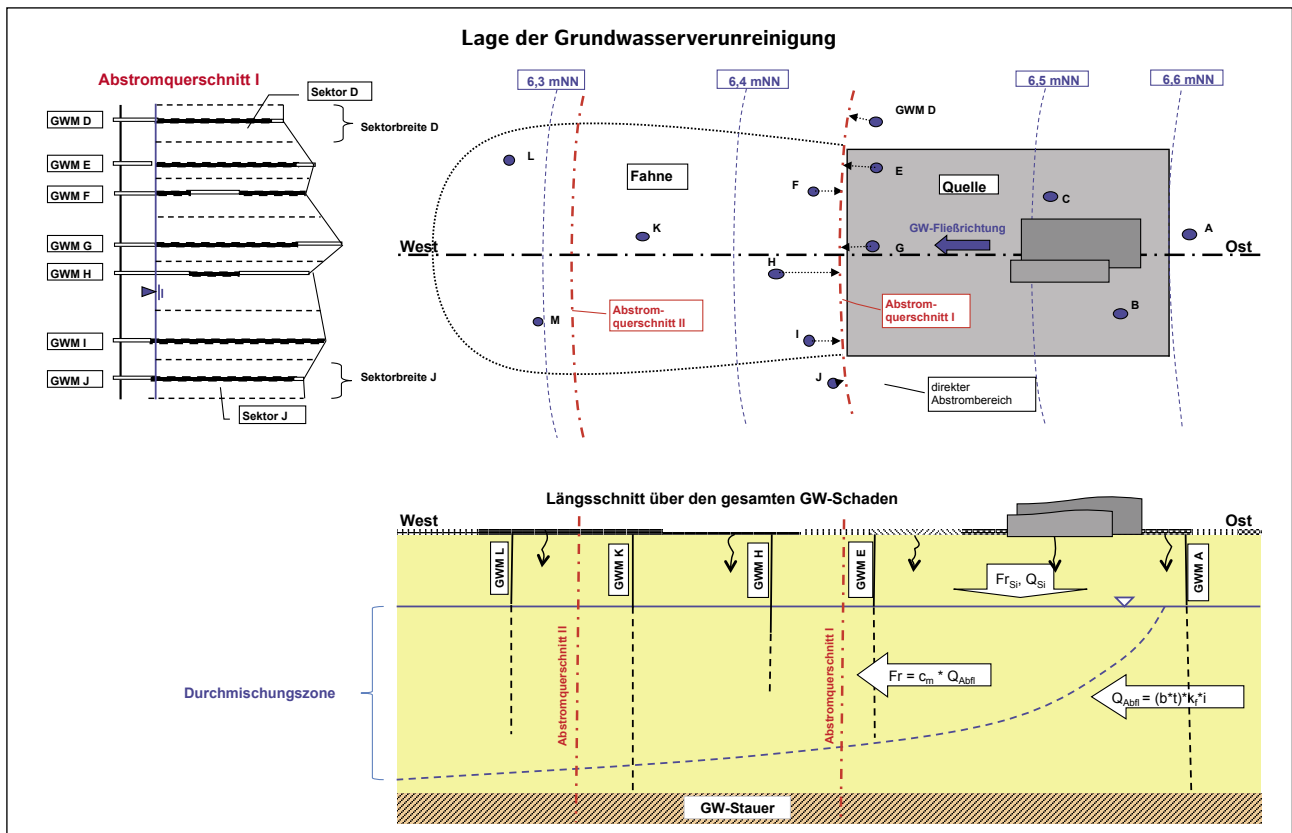


Abb. 2 Ermittlung der Schadstofffracht

2. Ermittlung der Sanierungsnotwendigkeit

Kriterien zur Prüfung der Sanierungsnotwendigkeit finden sich im BBodSchG (Art, Ausbreitung oder Menge der Schadstoffe), in der BBodSchV (auf Dauer nur geringe Schadstofffrachten und nur lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen) sowie im LABO / LAWA-Papier 2006 [1] „Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen“ (geringe Frachten, Ausmaß der Grundwasserverunreinigung).

Hamburg benutzt den Begriff „Sanierungsschwelle bzw. Maßnahmenschwelle“ zur Bestimmung der einzelfallbezogenen Sanierungsnotwendigkeit. Eine Übersicht zu Entscheidungsschwellen und Ermessensspielräumen ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Sanierungsschwelle bei stationären bzw. rückläufigen Grundwasserverunreinigungen wird unterschritten (also keine Sanierungsnot-

wendigkeit), wenn folgende Bedingungen gegeben sind:

- Die Verunreinigung ist lokal begrenzt und
- auf Dauer emittiert nur eine „geringe Fracht“ nach LABO/LAWA und
- das Ausmaß der Verunreinigung (definiert über Schadstoffkonzentration und Volumen) ist klein und
- es sind weder Wasserschutzgebiete noch Oberflächengewässer noch potenzielle Grundwassernutzungen bedroht oder gefährdet

Die **konkrete Festlegung der Sanierungsnotwendigkeit** erfolgt nach einer einzelfallbezogenen Verhältnismäßigkeitsprüfung im Rahmen des Entschließungsermessens. Hierzu wird das beschriebene **Hamburger Bewertungsverfahren** herangezogen. Die Erfahrung zeigt, dass in der Regel ab einem Wertebereich von 45 bis 50 Punkten eine Sanierungsnotwendigkeit besteht.

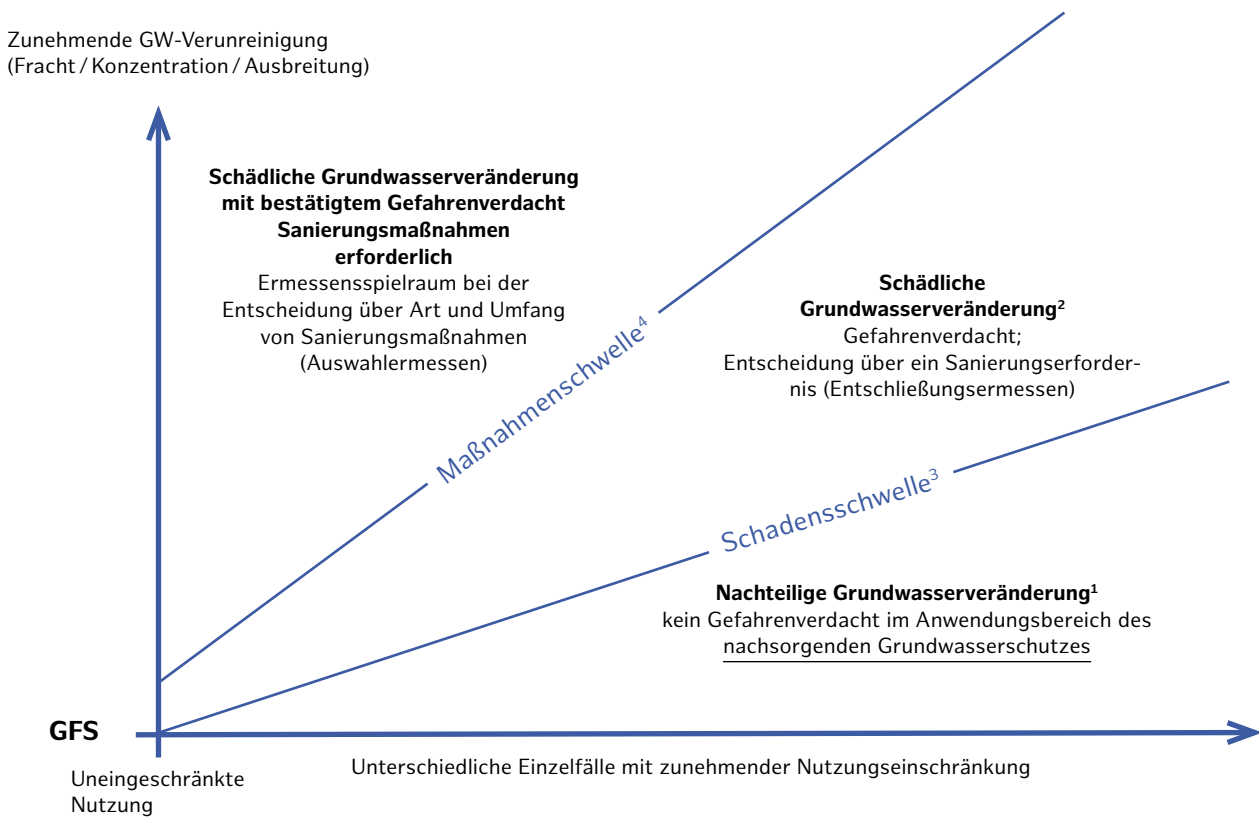


Abb. 3: Übersicht zu Entscheidungsschwellen und Ermessensspielräumen

¹ Gemäß Ableitung von GFS für das Grundwasser LAWA 2006 [3] liegt eine nachteilige Grundwasserveränderung der chemischen Grundwasserbeschaffenheit (nachteilige Grundwasserverunreinigung) vor, wenn die GFS im Grundwasser – nach Messung oder aufgrund einer Sickerwasserprognose – überschritten werden. Dann liegen Anhaltspunkte für eine schädliche Grundwasserveränderung (schädliche Grundwasserverunreinigung oder auch Grundwasserschaden) vor.

² Eine schädliche Grundwasserveränderung (Grundwasserschaden) liegt in Hamburg vor, wenn die Schadensschwelle überschritten wird.

³ Die Schadensschwelle berücksichtigt die regionalen Hintergrundwerte. Für anorganische Stoffe, deren GFS aus dem Basiswert abgeleitet wurden, sind die 2-fachen GFS-Werte heranzuziehen. Darüber hinaus sind die Länderspezifischen Regelungen anzuwenden. In Hamburg ist die Schadensschwelle mit dem vorläufigen/angestrebten Sanierungsziel gleichzusetzen. Der nachsorgende Grundwasserschutz hat die Unterschreitung der Schadensschwelle im Grundwasser (Einmischprognose bei Bodenverunreinigungen) zum Ziel.

⁴ Die Maßnahmenschwelle (Sanierungsschwelle) wird in Hamburg mit Hilfe des Hamburger Bewertungsverfahrens nach dem Grundwasser-Managementkonzept festgelegt.

3. Ableitung von Sanierungszielwerten

Zur Festlegung des Sanierungsziels im Einzelfall werden neben der Schadstofffracht die Konzentration der Schadstoffe, die Schutzgüter, die Grundwassernutzung, die Art und das Ausmaß der Verunreinigung sowie die Erreichbarkeit des Sanierungsziels betrachtet.

Das angestrebte Sanierungsziel ist:

die **Unterschreitung der „geringen Fracht“** gemäß LABO/LAWA 2006 [1]. Für die maximal zulässige Schadstofffracht der relevanten Abstromquerschnitte gilt demnach: Max. zulässige Schadstofffracht [kg / a] = 0,17 x GFS [µg/l] **und**

die **Unterschreitung der einzelfallbezogenen / standortabhängigen maximal zulässigen Schadstoffkonzentration** (siehe 3.1).

Nach Prüfung der Verhältnismäßigkeit im Rahmen des Auswahlermessens kann eine Anpassung der Sanierungszielwerte erfolgen, wie es im Positionspapier der LABO, Anhang 3 [2] beschrieben ist. Das angestrebte Ziel muss in einem angemessenen Verhältnis zum Aufwand stehen.

3.1 Ermittlung der standortabhängigen maximal zulässigen Konzentration:

Die maximal zulässige Schadstoffkonzentration orientiert sich an den betroffenen oder bedrohten Schutzgütern und den gefährdeten planrechtlichen Nutzungen. Zur Ermittlung des standortabhängigen Faktors (1 bis 10) bezogen auf den Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS) [3] wurde eine Matrix (Abb. 4) erstellt. Bei Grundwasserschäden innerhalb von Wasserschutzgebieten im Bereich der Zone 1 und 2 wird der Standort-Faktor 1 festgelegt. Die maximal zulässige Konzentration liegt damit in Höhe des GFS.

Anwendung der Matrix:

Beispielsweise erhält ein Standort mit einem Grundwasserschaden außerhalb von Wasserschutzgebieten, keinen weiteren betroffenen Schutzgütern (Oberflächengewässer nicht betroffen) und planrechtlich gewerblicher Nutzung des Grundwassers den Standort-Faktor 7 (siehe Markierung in der Matrix). Die maximal zulässige Konzentration liegt damit beim 7-fachen GFS-Wert.

Standortabhängige Faktoren zur Ermittlung der maximal zulässigen Schadstoffkonzentration												
gefährdete planrechtliche Nutzung	TW-Nutzung	private* GW-Nutz.	gewerbl. GW-Nutz.	keine GW-Nutz.	TW-Nutzung	private* GW-Nutz.	gewerbl. GW-Nutz.	keine GW-Nutz.	TW-Nutzung	private* GW-Nutz.	gewerbl. GW-Nutz.	keine GW-Nutz.
Schutzgut Schutzgut OW	GW in WSG-Zone 3**				GW außerhalb WSG				Stauwasser			
	kleines OW	1	2	3	4	2	3	4	5	4	5	6
großes quellnahes OW	2	3	4	5	3	4	5	6	5	6	7	8
großes quellfernes OW	3	4	5	6	4	5	6	7	6	7	8	9
OW nicht betroffen	4	5	6	7	5	6	7***	8	7	8	9	10

* Wohngebiete und Badegewässer **GW in WSG-Zone 1 und 2 erhält pauschal Faktor „1“

***anhand dieses Beispiels wird in Kap 3.1 die Herleitung der Faktoren erläutert.

Abb. 4: Matrix zur Ermittlung der standortabhängigen maximal zulässigen Konzentration

4. Überprüfung der Sanierungszielwerte im Laufe der Sanierung bzw. bei der Entscheidung über Art und Umfang von Sanierungsmaßnahmen

Sollten die angestrebten Sanierungszielwerte nach Überprüfung der Möglichkeit von Optimierungsmaßnahmen bzw. der Anwendung alternativer Sanierungsverfahren nicht mit verhältnismäßigem Aufwand erreicht werden können, so kann eine Anpassung der Sanierungszielwerte erfolgen, wie es im Positionspapier der LABO, Anhang 3, 2015 [2] beschrieben ist.

In Hamburg erfolgt eine Prüfung zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeit innovativer Sanierungsverfahren sowie der Schadstoffminderungsprozesse schon während der orientierenden Untersuchung und der Detailuntersuchungen. Ziel ist es, im Zuge der Sanierungsuntersuchungen die für den jeweiligen Standort sinnvollste Sanierung zu ermitteln in Bezug auf Sanierungszeiträume und Sanierungskosten zur Erreichung des Sanierungsziels (Auswahlermessens).

Die Durchführung von MNA ist nur dann möglich, wenn die standortbezogenen Voraussetzungen im Einzelfall erfüllt sind und Sanierungsmaßnahmen als unverhältniss-

mäßig eingeschätzt werden. Ist eine Sanierung verhältnismäßig, kommt ein MNA-Konzept nicht in Betracht. Die Kenntnis von Schadstoffminderungsprozessen dient im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung auch zur Beurteilung von ENA-Sanierungsmaßnahmen und zur Festlegung von Sanierungszielen. Ein MNA-Konzept kann dann in Verbindung mit einer Sanierung bzw. im Anschluss an eine Sanierungsmaßnahme angemessen sein.

5. Abschluss von Sanierungsmaßnahmen

Eine durchzuführende Sanierungsmaßnahme soll als abgeschlossen gelten, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Fracht im Abstrombereich der Schadensquelle sowie ggf. im Fahnenbereich außerhalb der Schadensquelle ist für die relevanten Schadstoffe auf

Dauer kleiner als die „geringe Fracht“, wie sie die LABO / LAWA 2006 in ihren Grundsätzen des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen [1] festgelegt hat und

- die Schadstoffkonzentrationen C_{B-M} an festgelegten Grundwassermessstellen GWM_B bis GWM_M im Untersuchungsgebiet (beispielhaft in Abb. 2 dargestellt) sind auf Dauer kleiner als die festgelegte standortabhängige Schadstoffkonzentration (Matrix in Abb. 4 oder ggf. im Laufe der Sanierung/ Sanierungsuntersuchungen angepasster Wert) und
- die Rückläufigkeit der Fracht ist auf Dauer gewährleistet.

Literatur

- [1] LAWA / LABO (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser; Länderarbeitsgemeinschaft Boden) (Hrsg.) (2006): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen.- LAWA: 25 S.; Mainz; www.lawa.de/documents/grundsaeetze_nachsorge_1552302463.pdf
- [2] LABO (Länderarbeitsgemeinschaft Boden) (Hrsg.) (2015) Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei der Altlastenbearbeitung, Positionspapier.-LABO: 56 S.; www.labo-deutschland.de/documents/2015_09_15-Endf_LABO-Pos-papier_Natuerl-Schadst.pdf
- [3] LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (Hrsg.) (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser.- LAWA: 28 S.; Stuttgart; www.lawa.de/documents/geringfueigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf

Abkürzungen

BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz	LAWA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung	ENA	Enhanced Natural Attenuation (Stimulierte natürliche Schadstoffminderung)
C_m	Mittlere Schadstoffkonzentration	MNA	Monitoring Natural Attenuation (Überwachte natürliche Schadstoffminderung)
Fr_{Si}	Schadstofffracht im Sickerwasser	OW	Oberflächengewässer
Fr	Schadstofffracht im Grundwasser	Q_{Abfl}	Grundwasserdurchfluss über die Abstromfläche
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert	Q_{Si}	Sickerwasserrate
GW	Grundwasser	TW	Trinkwasser
GWM	Grundwassermessstelle	WSG	Wasserschutzgebiet
i	Hydraulisches Gefälle		
K_f	Durchlässigkeitsbeiwert		
LABO	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Boden		

Herausgeber
Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft
Neunfelder Straße 19, 21109 Hamburg

www.hamburg.de/boden-altlasten

V.i.S.d.P.: Jan Dube

Titelbild:
www.mediaserver.hamburg.de, C. Spahrbier

Gestaltung:
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Oktober 2020