

**Bremer Geowissenschaftliche Berichte des GDfB  
- Geologischer Dienst für Bremen -**

**Band 1**

Titel:

Literaturstudie zum Abbau und Transport von PAK- und BTEX-  
haltigen Schadstoffgemischen in heterogenen  
Porengrundwasserleitern

Autoren:

K. Seiter  
B. Panteleit  
K. Hamer

Shaker Verlag  
Aachen 2016

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Herausgeber:

Geologischer Dienst für Bremen (GDfB)

Bremen, im August 2016

Die vorliegende Arbeit ist vom GDfB gemeinsam mit dem Fachgebiet Geochemie und Hydrogeologie der Universität Bremen erstellt worden.

Für den GDfB:

Dr. Katherina Seiter  
Dr. Björn Panteleit  
Leobener Straße - marum -  
28359 Bremen  
+49 (0)421-218-65911  
[info@gdfb.de](mailto:info@gdfb.de) • [www.gdfb.de](http://www.gdfb.de)

Für die Universität Bremen:

Dr. Kay Hamer  
Fachbereich Geowissenschaften  
Fachgebiet Geochemie & Hydrogeologie  
Klagenfurter Straße - Geo I -  
28359 Bremen  
+49 (0)421-218-65118  
+49 (0)421-218-65105  
[khamer@uni-bremen.de](mailto:khamer@uni-bremen.de) • [www.geochemie.uni-bremen.de](http://www.geochemie.uni-bremen.de)

Copyright Shaker Verlag 2016

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4760-8

ISSN 2510-0092

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen  
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DEFINITIONEN</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN ZUR GESETZESLAGE MIT BEZUG AUF DIE ANWENDUNG VON “NATURAL ATTENUATION“ (NA)</b> .....	<b>8</b>
3.1	Prüfung auf Verhältnismäßigkeit.....	10
3.2	Gefährdungsabschätzung und Prüfung geeigneter Maßnahmen .....	11
<b>4</b>	<b>PRÜFUNG AUF ANWENDUNG EINES MNA-KONZEPTE IM SCHADENSFALL</b> .....	<b>12</b>
4.1	Standortbezogene Untersuchungen zur Verfolgung eines MNA-Konzeptes.....	14
<b>5</b>	<b>NATÜRLICHE SELBSTREINIGUNG (NA): ZUGRUNDELIEGENDE PROZESSE</b> .....	<b>20</b>
<b>5.1</b>	<b>Hydrodynamische Prozesse</b> .....	<b>21</b>
5.1.1	Advektion .....	21
5.1.2	Molekulare Diffusion .....	23
5.1.3	Hydrodynamische Dispersion .....	25
<b>5.2</b>	<b>Hydrogeochemische Prozesse</b> .....	<b>29</b>
5.2.1	Mehrphasenfluss .....	29
5.2.2	Volatisierung (Verflüchtigung).....	32
5.2.3	Löslichkeit und Solubilisierung .....	34
5.2.4	Sorption und Retardation.....	36
5.2.5	Abiotischer Abbau .....	44
5.2.6	Humifizierung .....	44
5.2.7	Mikrobieller Abbau organischer Schadstoffe .....	44
<b>6</b>	<b>HERKUNFT, STOFFEIGENSCHAFTEN UND VERHALTEN VON PAK UND BTEX IM GRUNDWASSER</b> .....	<b>48</b>
<b>6.1</b>	<b>Mikrobieller Abbau unter spezifischen Redoxbedingungen</b> .....	<b>54</b>
6.1.1	Abbaupotential und Abbau der Schadstoffe im Grundwasserkörper .....	66
6.1.2	Einflussfaktoren und Limitationen auf den mikrobiellen Schadstoffabbau relevanter Schadstoffgruppen.....	67

<b>7</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUM MONITORING VON GRUNDWASSERSCHÄDEN ...</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>82</b>
<b>10</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>83</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>84</b>
11.1	Tabelle I- Übersicht der zu analysierenden Parameter bei Prüfung einer Sanierungsstrategie (Monitoring Programm) .....	84
11.2	Tabelle II - Zusammenstellung wichtiger Kenngrößen der relevanten Schadstoffe.....	90
11.3	Tabelle III – Gegenüberstellung berechneter und gemessener $K_{OC}$ - Werte .....	96
11.4	Tabelle IV-Online Datenbanken .....	98
11.5	Tabelle V-Quellennachweise der Veröffentlichungen zum mikrobiellen Abbau durch verschiedene Elektronenakzeptoren .....	99