

Inhaltsverzeichnis

1	Das Projekt MAGPlan – Anlass und Umsetzung	1
	<i>Hermann J. Kirchholtes und Wolfgang Ufrecht</i>	
1.1	Projektorganisation	2
1.2	Projektgebiet und Betrachtungszeitraum	3
2	Die Stuttgarter Mineralquellen – Geologie und Hydrogeologie im Überblick	5
	<i>Wolfgang Ufrecht</i>	
2.1	Schichtenfolge und großräumige Schichtlagerung	11
3	Grundwasserverunreinigungen mit LCKW im Projektgebiet	19
	<i>Hermann J. Kirchholtes, Sandra Vasin, Achim Carle, Uli Schollenberger</i>	
3.1	LCKW im Stuttgarter Grundwasser	21
3.1.1	Leichtflüchtige Chorkohlenwasserstoffe (LCKW)	21
3.1.2	Erste Nachweise von LCKW im Stuttgarter Grundwasser	22
3.1.3	Lokale Untersuchungen	24
3.1.4	Untersuchung möglicher LCKW-Zuströme von außerhalb des Projektgebietes	31
3.1.5	Vertikale Schadstoffausbreitung und stockwerksverbindende Grundwasseraufschlüsse	32
3.2	Systematische Altlastenbearbeitung	34
3.3	Altlastensituation in Stuttgart	35
3.4	LCKW-kontaminierte Standorte im Projektgebiet	37
3.5	Entfrachtung des Grundwassers und Sanierung von LCKW-Verunreinigungen	40
3.5.1	LCKW-Entfrachtung durch Grundwasserhaltung und Brunnenbewirtschaftung	40
3.5.2	LCKW-Entfrachtung durch Grundwassersanierung	40
3.5.3	LCKW-Entfrachtung der ungesättigten Bodenzone	41
3.5.4	Bilanzierung der LCKW-Entfrachtung	42
3.6	Einordnung der Sanierungsmaßnahmen	43
4	Strategie, Methoden und Untersuchungsprogramm	45
	<i>Wolfgang Ufrecht, Stefan Spitzberg, Uli Schollenberger, Hermann J. Kirchholtes</i>	
4.1	Strategie	48
4.2	Methoden	51
4.2.1	Untersuchungen im offenen Bohrloch („Packertests“)	51
4.2.2	Bohrkernuntersuchungen zu Mikrofazies, Gesteinsporosität und Sorptionsverhalten	52
4.2.3	Thermo-Flowmeter-Messung	53
4.2.4	Immissionspumpversuche	53
4.2.5	Aquiferdiagnose	54
4.2.6	Hochauflösende Druckmessungen	55
4.2.7	Auswertung hydrochemischer Parameter in Raum (Hydrofazies) und Zeit	56
4.2.8	Einsatz von Umweltisotopen	56
4.2.9	Spurenstoffanalytik, FCKW und SF ₆	58
4.2.10	Markierungsversuche (Tracertests)	61
4.2.11	Mikrobiologische Untersuchungsverfahren	62
4.3	Durchgeführte Untersuchungen	63

5	Hydrogeologisches Modell	65
	<i>Wolfgang Ufrecht</i>	
6	Konzeptionelles Aquifermodell	69
	<i>Stefan Spitzberg und Wolfgang Ufrecht</i>	
6.1	Vertikale und horizontale Strukturierung	70
6.2	Grundwasserströmung	76
6.3	Aquiferkennwerte	79
6.4	Vertikaler Grundwasseraustausch	84
6.5	Grundwasseralter	87
6.6	Grundwasserhaushalt	91
7	Konzeptionelles Stoffmodell	93
	<i>Wolfgang Ufrecht, Uli Schollenberger, Stefan Spitzberg, Achim Carle</i>	
7.1	Milieucharakterisierung	94
7.1.1	Nitratverteilung	94
7.1.2	Synoptische Milieukarten	99
7.2	Mikrobieller LCKW-Umbau und -Abbau	101
7.2.1	Anaerob-reduktiver Abbau	101
7.2.2	Aerob-oxidativer Abbau	102
7.2.3	Anaerob-oxidativer (postoxischer) Abbau	103
7.2.4	Abbauversuche in Mikrokosmen	104
7.3	Schadstoffrückhalt (Sorption)	104
7.4	Raumzeitliches Bild der LCKW-Verteilung	106
7.4.1	Standortbezogene Information: LCKW-Eintragsbereiche	106
7.4.2	Zeitliche LCKW-Entwicklung	110
7.4.3	LCKW-Verteilung im Gesamtraum	115
7.4.4	LCKW in Teilgebieten	117
8	Numerisches Grundwasserströmungs- und Stofftransportmodell	159
	<i>Ulrich Lang und Wolfgang Schäfer</i>	
8.1	Aufbau des Strömungsmodells	160
8.1.1	Übertragung des Hydrogeologischen Modells auf das Strömungsmodell	160
8.1.2	Modellausdehnung	161
8.1.3	Horizontale, vertikale und zeitliche Diskretisierung	161
8.1.4	Gebirgsmodell und relevante Strukturen	162
8.2	Randbedingungen des Strömungsmodells	164
8.2.1	Grundwasserneubildung und Randzuflüsse im Gipskeuper	164
8.2.2	Randbedingungen an den Modellrändern	164
8.2.3	Grundwasserentnahmen, Mineralquellen und Gewässer	166
8.3	Kalibrierung der Grundwasserströmung und Ergebnisse	166
8.3.1	Vorgehensweise	166
8.3.2	Bedeutung der Aquiferstrukturen	167
8.3.3	Horizontale und vertikale Durchlässigkeitsverteilungen	170
8.3.4	Piezometerhöhenverhältnisse	172
8.3.5	Grundwasserbilanzen	174
8.3.6	Sensitivitätsstudie	175

8.4	Überprüfung der Grundwasserströmung mit Transportdaten	176
8.4.1	Markierungsversuche	176
8.4.2	Nachbildung der hydrochemischen Parameter und der Umweltisotope	178
8.5	Konzept des LCKW-Transports und Parametrisierung	179
8.5.1	Summe LCKW und Einzelspezies	179
8.5.2	Eintragsmodell der LCKW	179
8.5.3	Advektiv dispersiver Transport	180
8.5.4	Sorption	181
8.5.5	Abbau und Umbau	182
8.6	Kalibrierung des LCKW-Transports und Ergebnisse	185
8.6.1	Kalibrier- und Vergleichsgrößen	185
8.6.2	LCKW-Ganglinien	185
8.6.3	LCKW-Verteilungen	189
8.6.4	Massenbilanz	194
8.6.5	Sensitivitätsstudien	199
8.7	Visualisierung der Modellergebnisse mit Hilfe von MAG-IS	202
8.7.1	Zielsetzung	202
8.7.2	Funktionsweise und eingesetzte Techniken	202
8.7.3	Kombinierte Darstellungen	202
8.7.4	Individuelle Schnittdarstellung	204
9	Gesamtschauische Auswertung	205
	<i>Ulrich Lang, Wolfgang Schäfer, Wolfgang Ufrecht</i>	
9.1	Rückkopplung zwischen Raum und Einzelstandort	
	am Beispiel des Standorts Johannesstraße 60	206
9.2	Analyse der Standorte und Schadstoffherde	210
9.2.1	Standort Dornhaldenstraße 5	210
9.2.2	Standort Rotebühlstraße 171	212
9.2.3	Johannesstraße 60	213
9.2.4	Standort Rotebühlplatz 19	214
9.2.5	Nesenbachstraße 48	215
9.2.6	Wolframstraße 36	218
9.2.7	Standort Rümelinstraße 24–30	219
9.2.8	Mittnachtstraße 21–25	221
9.2.9	Standort Prag-/Löwentorstraße	222
9.3	Folgerungen	224
10	Grundwassermanagementplan für Stuttgart	225
	<i>Hermann J. Kirchholtes, Achim Carle, Sandra Vasin</i>	
10.1	Visualisierung der Untersuchungs- und Modellierungsergebnisse	226
10.2	Bearbeitungsprioritäten und Prüfkriterien	227
10.3	Prognose der Entwicklung des Schadstofftransports	228
10.3.1	Prognose für die Heilquellen	230
10.3.2	Prognose für die niederkonzentrierten Mineralquellen	232
10.3.3	Prognose Muschelkalk-Brunnen Tübinger Straße	232
10.3.4	Prognose Unterkeuper-GWM 12 Eberhardstraße	234
10.3.5	Schlussfolgerungen aus den Prognoseläufen	237
10.4	Rahmensanierungskonzept Stuttgart	238
10.5	Monitoringprogramm	239
10.6	Umsetzung	241

11	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	243
	<i>Ulrike Schweizer und Hermann J. Kirchholtes</i>	
11.1	Kommunikationsstrategie	244
11.2	Maßnahmen zur Projektkommunikation	244
12	Das Instrument des Grundwassermanagementplans in der Praxis	247
	<i>Thomas Ertel und Hermann J. Kirchholtes</i>	
13	Zusammenfassung – Executive Summary	251
	Zusammenfassung	252
	Executive Summary	253
	Anhang	255
	Literaturverzeichnis	256
	Abkürzungsverzeichnis	261
	Projektpartnerschaft und Projektbeteiligte	262
	Autorenverzeichnis	264
	Stichwortverzeichnis	266

Chlorierte Kohlenwasserstoffe im Grundwasser
Untersuchungsmethoden, Modelle und ein
Managementplan für Stuttgart
Kirchholtes, H.J.; Ufrecht, W. (Hrsg.)
2015, XIII, 267 S. 209 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-658-09248-1