		Seite
	Zusammenfassung	12
1	Einführung	25
1.1	Geschichtliches	25
1.2	Verwendung des Quecksilbers und seiner Verbindungen in der Technik	27
1.2.1	Anwendung von metallischem Quecksilber in der Chlorfabrikation	27
1.2.2	Anwendung von anorganischen Quecksilberverbindungen in der Acetaldehydfabrikation	32
1.2.3	Weitere Anwendungen von Quecksilber und seinen Verbindungen	34
1.3	Rechtsgrundlagen und Handlungsempfehlungen bei Quecksilberaltlasten	36
1.4	Literaturhinweise	42
2	Physikalische, chemische und physiologische Eigenschaften von Quecksilber in Bezug zur Altlastenproblematik	43
2.1	Physikalische Eigenschaften des elementaren Quecksilbers	43
2.1.1	Allgemeine Angaben	43
2.1.2	Besonderheiten	44
2.2	Chemisches Verhalten des elementaren Quecksilbers	47
2.2.1	Allgemeine Angaben	47
2.2.2	Besonderheiten	48
2.3	Chemisches Verhalten von anorganischen und organischen Quecksilberverbindungen	61
2.4	Physiologie und Toxikologie des Quecksilbers und seiner chemischen Verbindungen	67
2.5	Literaturhinweise	75
3	Gefahrenbewertung	77
3.1	Allgemeines	77

	Seite	
3.2	<i>Transportmechanismus und Ausbreitung von Quecksilber im geologischen Untergrund</i>	78
3.2.1	Allgemeines	78
3.2.2	Ausbreitung von elementarem Quecksilber im Boden	83
3.2.3	Ausbreitung von anorganischen Quecksilberverbindungen im Boden	93
3.2.4	Ausbreitung von organischen Quecksilberverbindungen im Boden	94
3.3	<i>Ausbreitung durch Materialverteilung, z.B. bei Baumaßnahmen an der Bodenoberfläche</i>	96
3.4	<i>Ausbreitung von Quecksilber über den Wasserpfad</i>	98
3.4.1	Allgemeines	98
3.4.2	Ausbreitung anorganischer Quecksilberverbindungen im Grundwasser	100
3.4.3	Ausbreitung organischer Quecksilberverbindungen	101
3.4.4	Mobilität als Festphase mit Flüssigkeit	101
3.5	<i>Ausbreitung von Quecksilber über den Luftpfad</i>	102
3.5.1	Allgemeines	102
3.5.2	Der atmosphärische Kreislauf des Quecksilbers	104
3.5.3	Quecksilberemissionen in die Atmosphäre von industriellen Emissionsquellen	105
3.5.4	Quecksilberspezies in der Atmosphäre	107
3.5.5	Deposition von Quecksilber	108
3.5.6	Methoden zur Bestimmung von Quecksilberemissionsflüssen in die Atmosphäre	110
3.5.7	Quecksilber-Quellstärkebestimmung am Beispiel des ehemaligen Buna Werkes in Schkopau	115
3.5.8	Weitere Beispiele der Quecksilberverfrachtung über den Luftpfad aus anderen Schadensfällen	118
3.6	<i>Gefahrenbewertung aufgrund des Gebäudezustandes</i>	119
3.7	<i>Schlußfolgerungen für die Gefahrenbewertung am Beispiel des ehemaligen Buna Werkes in Schkopau</i>	122
3.8	<i>Literaturhinweise</i>	124

		Seite
4	Probenahmeverfahren bei quecksilberbelasteten Feststoffen und Wässern	130
4.1	<i>Probenahme aus Böden</i>	130
4.2	<i>Probenahme der Bausubstanz von Gebäuden</i>	132
4.3	<i>Probenahme bei Ausrüstungen und Apparaten</i>	134
4.4	<i>Probenahme von Wässern</i>	135
4.5	<i>Literaturhinweise</i>	137
5	Analytik von Quecksilber und seinen Verbindungen	138
5.1	<i>Allgemeines</i>	138
5.2	<i>Bestimmung von Gesamtquecksilber in flüssigen und festen Matrices</i>	145
5.2.1	Probenbehandlung	145
5.2.2	Aufschlußmethoden	147
5.2.3	Bestimmungsmethoden	149
5.3	<i>Definition von Quecksilberspezies in festen und flüssigen Matrices</i>	150
5.4	<i>Luftgetragenes Quecksilber und seine Spezies</i>	155
5.5	<i>Verfahren zur Analytik von Gesamtquecksilber in der Luft</i>	157
5.6	<i>Vor-Ort-Analytik</i>	159
5.6.1	Röntgenfluoreszenzanalytik von Ausrüstungen	159
5.6.2	Bodenluft-Screening-Verfahren	162
5.7	<i>Literaturhinweise</i>	163
6	Demontage und Rückbau von Industrieanlagen am Beispiel des ehemaligen Buna Werkes in Schkopau	168
6.1	<i>Allgemeines</i>	168
6.2	<i>Technologien zum Demontieren und Trennen quecksilberkontaminierter Ausrüstungen und Apparate</i>	170
6.2.1	Selektion des Stahlschrottes	170

		Seite
6.2.2	Demontageobjekte	170
6.2.3	Randbedingungen aus Belastung, Konstruktion und Korrosion	171
6.2.4	Demontage- und Trenntechnologien	172
6.2.4.1	<i>Trenn- und Schneidtechnologien</i>	173
6.2.4.2	<i>Sägetechnologien</i>	178
6.2.4.3	<i>Technologien zum Lösen von Schraubverbindungen</i>	180
6.2.4.4	<i>Wesentliche Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren</i>	183
6.2.5	Qualitative Verfahrensbewertung	184
6.2.6	Leistungsvergleich der Trennverfahren	185
6.2.7	Zusammenfassung	186
6.3	<i>Technologien zum Abriß/Rückbau von Gebäuden</i>	187
6.3.1	Trenntechniken für Beton und Mauerwerk	187
6.3.2	Rückbau eines Plattenbaus	190
6.3.3	Rückbau eines monolithischen Gebäudes	201
6.3.4	Tiefbaukonzeption	213
6.3.5	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	216
6.4	<i>Techniken zur Bauschutttaufbereitung</i>	218
6.4.1	Verfahrensbeschreibung der Aufbereitungsanlage	218
6.4.2	Emissionsschutz und Arbeitssicherheit	223
6.5	<i>Vermeidung von Umfeldbelastungen beim Abriß/Rückbau</i>	224
6.5.1	Vermeidung von Staubflug	224
6.5.2	Verminderung der Ausgasung	226
6.5.3	Verminderung von Emissionen beim Umschlag und Transport	226
6.6	<i>Literaturhinweise</i>	232
7	Ergebnisse der Sicherung und Sanierung anderer Quecksilberaltlastenstandorte in Deutschland	235
7.1	<i>Chemische Fabrik Marktredwitz - ältester Chemiestandort Deutschlands</i>	235

		Seite
7.1.1	Geschichtliches	235
7.1.2	Betriebssfillegung und Ersterkundung	240
7.1.3	Sanierungsuntersuchungen	244
7.1.4	Ergebnisse	259
7.2	Die Quecksilberaltlast Elwenn & Frankenbach GmbH i.L. als Beispiel einer Quecksilberrückgewinnung	267
7.3	Richtberggelände als Beispiel einer Anlage zur Kyanisierung	272
7.4	Quecksilberkontaminierte militärische Altlastenstandorte	275
7.5	Literaturhinweise	277
8	Ergebnisse der Sicherung und Sanierung von quecksilberkontaminierten Wohn- und Gewerberäumen am Beispiel der Spiegelbelegereien Fürth.	278
8.1	Geschichtliches	278
8.2	Stand der Technik	281
8.3	Sanierungsversuche	286
8.4	Modellstudie zur Sanierung von quecksilberkontaminierten Gebäuden und Böden	288
8.5	Literaturhinweise	301
9	Dekontaminationsverfahren für Ausrüstungen und Apparate	302
9.1	Stand der Technik	302
9.2	Voruntersuchungen	306
9.3	Anlagenentwicklung und Bau der Metallteilwaschanlage	311
9.3.1	Anlagenplanung und genehmigungsrechtliche Fragen	311
9.3.2	Verfahrensbeschreibung	312
9.3.3	Anforderungen an die Sicherheitstechnik	321
9.3.4	Gesundheits- und Arbeitsschutz	324
9.3.5	Abfallbehandlung	327
9.4	Versuchsbetrieb der Metallteilwaschanlage	328

	Seite
9.5	Zusammenfassung der Ergebnisse 329
9.6	Literaturhinweise 335
10	Naßverfahren zur Dekontamination für Boden und Bauschutt 336
10.1	Untersuchungen zu extraktiven Verfahren 336
10.1.1	Vorbemerkungen 336
10.1.2	KWU Versuche 337
10.1.3	LGA Versuche 343
10.2	Wasch- und Naßklassierverfahren 346
10.2.1	Vorbemerkungen und Grundlagen 346
10.2.2	Allgemeine Verfahrensbeschreibung 350
10.2.3	Stand der Technik 358
10.2.4	Untersuchungen zur naßmechanischen Dekontamination von quecksilberbelasteten Böden und Bauschutt 363
10.2.5	V Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen 371
10.3	Literaturhinweise 375
11	Thermische Verfahren zur Dekontamination von Boden und Bauschutt 377
11.1	Allgemeines zu thermischen Prozessen und Verfahren 377
11.2	Verhüttung von Quecksilbererzen 387
11.2.1	Allgemeines 387
11.2.2	Verfahrensbeschreibung 387
11.2.3	Kondensation des Quecksilberdampfes 394
11.3	Technischer Stand zur thermischen Reinigung von Boden und Bauschutt 399
11.3.1	Verbrennungsanlagen 399
11.3.2	Pyrolyse mit Nachverbrennung 404
11.3.3	Destillationsverfahren 409
11.3.4	Kombination verschiedener Verfahren 410
11.4	Gegenwärtige Entwicklungen 417

		Seite
11.5	Literaturhinweise	419
12	Beiträge zur Dekontamination von Boden und Bauschutt am Standort des ehemaligen Buna Werkes in Schkopau	421
12.1	Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Quecksilberdekontamination von Boden und Bauschutt	421
12.1.1	Zur Kinetik der thermischen Dekontamination von Boden und Bauschutt	421
12.1.2	Grundlagen der Wasserdampfdestillation	431
12.2	Untersuchungen mit quecksilberbelasteten Materialien	437
12.2.1	Laborversuche	437
12.2.2	Kleintechnische Versuche	440
12.2.3	Pilotversuche	445
12.2.3.1	Versuchsanlage Niedertemperaturverfahren mit Wasserdampf	445
12.2.3.2	Versuchsanlage Wasserdampfdestillation	451
12.2.3.3	Versuchsanlage Drehrohrofen	456
12.2.4	Großtechnischer Versuch	461
12.3	Thermische Versuchsanlage BUNA	465
12.3.1	Allgemeines	465
12.3.2	Verfahrensbeschreibung der konzipierten thermischen Versuchsanlage	465
12.3.3	Arbeitsschutz	471
12.3.4	Sicherheitstechnische Betrachtungen	474
12.4	Schlußfolgerungen	476
12.5	Literaturhinweise	478
13	Sonstige Verfahren zur Dekontamination von Boden und Bauschutt	479
13.1	Elektrochemisches Kreislaufverfahren	479
13.2	Immobilisierungsverfahren	484
13.3	Verfestigungsverfahren	487
13.4	Biologische Verfahren	495

		Seite
13.5	<i>Literaturhinweise</i>	499
14	Reinigung quecksilberkontaminierter Wässer	500
14.1	<i>Stand der Technik</i>	500
14.2	<i>Experimentelle Untersuchungen zur Ultrafiltration</i>	510
14.3	<i>Experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von Sorbentien räumlich-globularer Struktur</i>	520
14.4	<i>Zusammenfassung</i>	539
14.5	<i>Literaturhinweise</i>	540
15	Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	542
15.1	<i>Allgemeines</i>	542
15.2	<i>Arbeitsschutz</i>	543
15.2.1	Arbeitsschutzmaßnahmen	543
15.2.2	Arbeitsschutzregime	544
15.2.3	Arbeitsschutz bei der Erkundung in Bereichen mit unbekannter Gefahrstoffbelastung	548
15.3	<i>Arbeitsmedizin- Management der gesundheitlichen Überwachung</i>	549
15.3.1	Vorbemerkungen	549
15.3.2	Kollektiv	549
15.3.3	Methoden	550
15.3.4	Durchgeführte Untersuchungen	554
15.3.5	Arbeitsmedizinische Schlußfolgerungen	557
15.4	<i>Zusammenfassung</i>	558
15.5	<i>Literaturhinweise</i>	560
16	Verzeichnis der Berichte	562
17	Abkürzungsverzeichnis	572
18	Maßeinheitenverzeichnis	576
19	Stichwortverzeichnis	578