



Das Lebensministerium

Altlasten im Stadtgebiet von Zwickau

Materialien zur Altlastenbehandlung

Ergebnisse der Bearbeitung als Altlastenmodellstandort 1994 - 2000

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Materialien zur Altlastenbehandlung 2002

Altlasten im Stadtgebiet von Zwickau

Ergebnisse der Bearbeitung als Altlastenmodellstandort 1994-2000

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Öffentlichkeitsarbeit
Zur Wetterwarte 11, D-01109 Dresden
eMail: Abteilung2@lfug.smul.sachsen.de

Autoren

Hans-Ullrich Besser
HGN Hydrogeologie GmbH

Dr. Jürgen Schierig

Stadtverwaltung Zwickau

Redaktion:

P. Börke, M. Zweig
Referat Grundwasser / Altlasten
Abteilung Wasser, Abfall

Redaktionsschluss: November 2002

Druck und Versand:

Sächsische Druck- und Verlagshaus AG
Tharandter Str. 23-27, D-01159 Dresden
Fax: 0351/4203186 (Versand)
eMail: versand@sdv.de

Auflage: 500

Bezugsbedingungen:

Diese Veröffentlichung kann von der Sächsischen Druck- und Verlagshaus AG kostenfrei bezogen werden.

Hinweis:

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme des Landesamtes zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright:

Kartendarstellungen auf der Grundlage der Topografischen Karte 1:25 000 mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Sachsen; Genehmigungsnummer DNR 26/99. Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber. Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Landesvermessungsamtes Sachsen sowie des Herausgebers.

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Dezember 2002

Artikelnummer: L III-2/21

Das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie ist im Internet (www.umwelt.sachsen.de/lfug).

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort.....	5
Zusammenfassung.....	7
Altlasten-Modellstandort (MOST) – Programm des Freistaates Sachsen.....	10
Entwicklung zum Modellstandort.....	10
Querverbindungen zu anderen Arbeiten	12
Ergebnisse	13
Historische Recherchen und Kenntnisstandanalyse - 1994	13
Amtsermittlung und Prioritätenfestsetzung - 1995 - 1996.....	14
Grundwassermonitoring 1997 - 2000	16
Altersdatierungen.....	19
Numerisches geohydraulisches und Schadstofftransportmodell	21
Gefährdungsabschätzung.....	27
Empfehlungen zu Folgemaßnahmen	28
Literaturverzeichnis	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Schadstoffeintrages und der Schadstoffausbreitung im Bereich Zwickau-Schedewitz.....	8
Abbildung 2: Übersichtsschema der Arbeiten und Stufen bei der Bearbeitung des MOST Zwickau	9
Abbildung 3: Übersichtskarte MOST Zwickau mit den Bearbeitungsgrenzen und Belastungsschwerpunkten	11
Abbildung 4: Kenntnis- und Bearbeitungsstand Altlasten und –verdachtsflächen innerhalb des MOST Januar 1996	14
Abbildung 5: Geohydraulischer Zustand (Grundmodellvorstellung) – schematische Querschnittsdarstellung Schedewitz-Bockwa	15
Abbildung 6: Hydroisohypsenplan für den quartären Grundwasserleiter (Grundwasserdynamik der Stichtagsmessung 02/1997)	17
Abbildung 7: PAK-Grundwasserkontamination im Talgrundwasserleiter im Juni 1997 und im Dezember 1998.....	18
Abbildung 8: Vergleich der LHKW-Grundwasserkontamination im Talgrundwasserleiter, Stand 06/1997 und Stand 12/1998 (incl. Kontrollergebnisse 05/1999).....	19
Abbildung 9: Rotliegendemorphologie: Sohle des Porengrundwasserleiters (1. Modell-Grundwasserleiter).....	24
Abbildung 10: Räumliche Verteilung der PAK-Konzentrationen im Jahre 1999 (Startzustand - links) und im Jahre 2016 (Modell-Prognose - rechts) mit Darstellung der sich aus den Sanierungsbrunnen und der defekten Kanalisation ergebenden lokalen Hydroisohypsen mit Grundwassertiefpunkten	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersdatierungen der Grundwasserproben von 1997 bis 1999	20
Tabelle 2: Wasserbilanz für das Bilanzgebiet Stadtzentrum von Zwickau	25
Tabelle 3: Wasserbilanz für das Gesamtmodell MOST Zwickau	25

Vorwort

Mit der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten ergab sich die Chance für einen umweltpolitischen Neuanfang. Dies fand unter Anderem seinen Ausdruck in dem vom damaligen Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung ins Leben gerufenen Altlastenmodellstandortprogramm. Ziel dieses Programms ist die modellhafte Erfassung, Bewertung und Gefährdungsabschätzung von Gebieten mit großer Altlastendichte und spezieller fachlicher Themen (z.B. Bergbaufolgen) bei der Altlastenbehandlung in Sachsen.

Der Ballungsraum von Zwickau, insbesondere das Stadtgebiet, hat eine lange Industrie- und Bergbautradition mit zahlreichen Altlasten. Damit war das Stadtgebiet von Zwickau geeignet für die Durchführung eines Altlastenmodellstandortprogramms.

Die wesentlichen Aufgaben waren dabei die Erfassung von altlastverdächtigen Flächen, ein Grundwassermonitoring mit zwei zeitlich voneinander versetzten Messzyklen zur Beschaffenheit des Grundwassers sowie der Aufbau eines numerischen Strömungsmodells. Darauf aufbauend wurde die künftige Gefahrensituation für das Grundwasser abgeleitet.

Das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie hat die Bearbeitung fachlich begleitet und die Ergebnisse in der vorliegenden Veröffentlichung zusammengefasst. Diese dokumentiert die Arbeiten und wesentliche Ergebnisse für die Jahre von 1994 bis 2000.



Prof. Dr.-Ing. habil M. Kinze
Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt und Geologie

Zusammenfassung

Bei der hier dargestellten Erfassung und Bewertung von Altlasten im Stadtgebiet Zwickau standen konventionelle, also nicht radiologische Altlasten im Vordergrund der Bearbeitung. Die Bearbeitung von Standorten mit radiologischen Altlasten ist der WISMUT GmbH und den für Strahlenschutz zuständigen Genehmigungs- und Fachbehörden bzw. beauftragten Dritten vorbehalten.

Im Stadtgebiet von Zwickau wurden **314 altlastverdächtige Flächen und Altlasten** erfasst. Diese haben, auch nach bereits erfolgten Teilsanierungen, Einfluss auf das städtische Grundwasser. Somit wirken sich Schadstoffe, z.B. bei Bauvorhaben, negativ auf notwendige Baugrubenwasserhaltungen aus, da Reinigungen dann erhebliche Kosten verursachen können.

Der Steinkohlenbergbau führte teilweise zu **Geländeabsenkungen** bis in den Meterbereich. Da mit dem zu Ende gehenden Bergbau auch damit verbundene Grubenwasserhaltungen eingestellt wurden, bestehen für abgesenkte Geländebereiche **Vernässungsgefahren** durch aufsteigendes Grundwasser. Bereichsweise wird auch heute noch eine Grundwasserhaltung betrieben. Ein weiteres Problem im Stadtgebiet von Zwickau sind **undichte Abwasserkanäle**, die dem Grundwasserwiederanstieg entgegenwirken. Sie wirken aber auch schadstoff-sammelnd, wobei die Schadstoffe zum großen Teil in die zentrale Kläranlage von Zwickau transportiert werden (vgl. Abbildung 1). Werden alle Kanalsysteme abgedichtet, ist diese hydraulische Vorflutwirkung nicht mehr gegeben und es sind weitere **Grundwasseranstiegsprozesse** mit Vernässungsgefahren zu erwarten.

Die für Steinkohlereviere typischen, nur selten komplex untersuchten Standortmerkmale sind:

- Häufung industriell-gewerblicher Altlasten als Folge oder Begleiterscheinung der Steinkohleverarbeitung- und-veredlung,
- Altlasten der Metall verarbeitenden Industrie (in Zwickau zusätzlich des Fahrzeugbaus,
- Grubenwasseraufstiegsbereiche und dadurch bewirkte Kontaminationsverschleppungen,
- Grundwasserabsenkungstrichter (so genannte Grundwasserdellen) über Bergsenkungsgebieten und über Abwassersystemen, die durch Bergbaufolgen beeinträchtigt wurden, sowie
- Grundwassersenkungen bzw. -dellen über tektonischen Störungen.

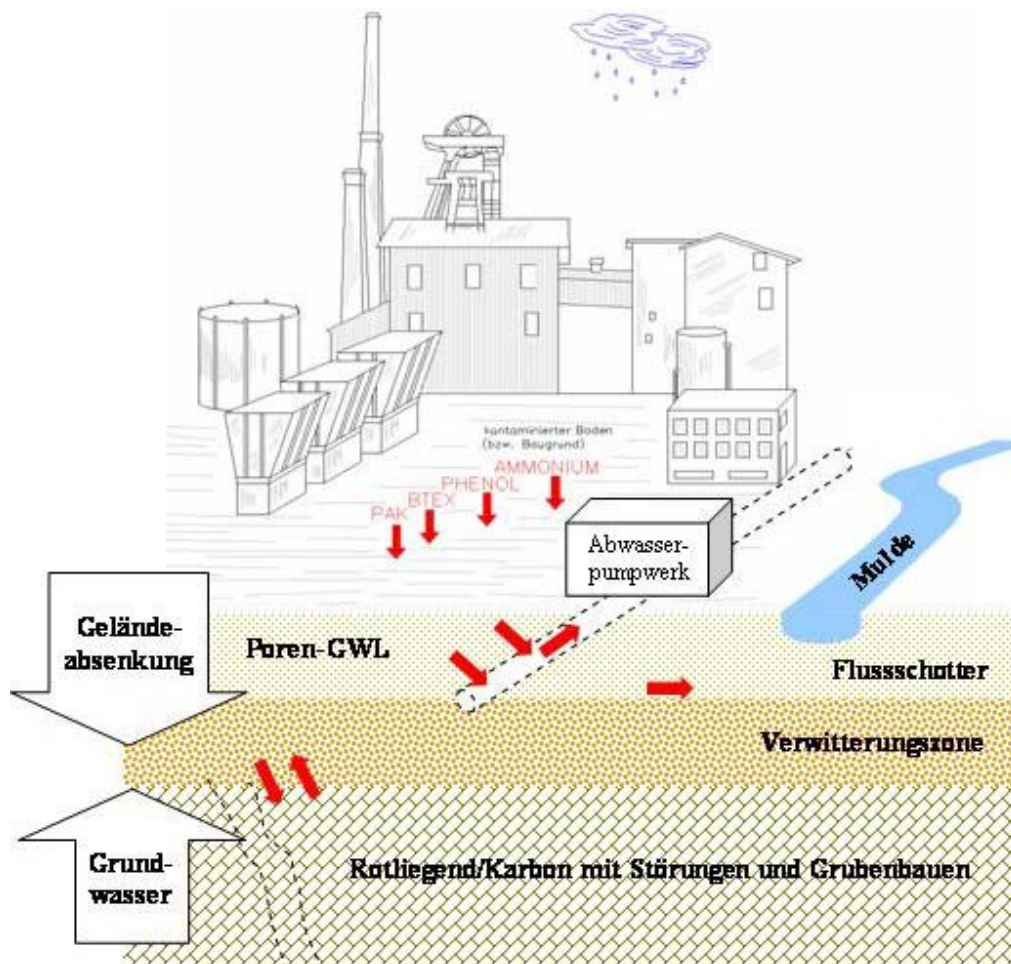


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Schadstoffeintrages und der Schadstoffausbreitung im Bereich Zwickau-Schedewitz

Die im Zuge der Recherchen, Prüfungen und Bewertungen ermittelten sowie durch Neuinstallationen geschaffenen Grundwassermessstellen repräsentieren das **Grundwassermonitoringnetz MOST Zwickau**. Gemeinsam mit den standortbezogenen Monitoringnetzen auf und um Sanierungs- oder Überwachungsflächen bietet das Grundwassermessnetz der Umweltbehörde **Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten**.

Die großräumigen und zugleich detaillierten Grundwassermessungen schufen die Grundlage für **Gefährdungsabschätzungen**, die den Handlungsbedarf deutlich relativierten. Mit Hilfe des hydraulischen Monitorings konnten Grundwasserabsenkungstrichter (so genannte Grundwasserdellen) im Stadtteil Schedewitz und im Stadtzentrum identifiziert werden. Schadstoffquellen, die innerhalb der Trichter liegen, bilden zunächst kein Gefahrenpotenzial, außerhalb der Trichter liegende Brauchwasserbrunnen sind nicht beeinträchtigt.

Die realisierten Monitoringkampagnen charakterisieren die **Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit** und konstatieren die seit 1994 überwiegend gleichbleibenden Schadstoffbelastungen. Gleichzeitig sind die während der Bearbeitung prognostizierten flächenhaften Schadstoffausbreitungen im Wesentlichen eingetreten, wobei selbsttätige Schadstoffabbauprozesse in großflächigen Arealen im Rahmen der Bearbeitung des Modellstandortes Zwickau nicht quantifiziert wurden.

Eine Möglichkeit zur Einschätzung der Gefährdungen bietet ein Grundwasserströmungs- und Schadstofftransportmodell.

Der **Aufbau eines geohydraulischen numerischen Modells** für das hydrogeologische System Porengrundwasserleiter – Kluftgrundwasserleiter war mit modelltechnischen Schwierigkeiten verbunden. Sie waren zum Teil mit unzureichendem Kenntnisstand bezüglich der hydraulischen Parameter für das Rotliegende (Kluftgestein) verbunden. Beim Aufbau des geologischen Modells wurde insbesondere festgestellt, dass im Rotliegenden **tektonische Störungen** vorhanden sind, deren hydraulische Wirksamkeit nicht abschließend geklärt werden konnte. Sie konnten aber wasserbilanzseitig ausgewiesen werden. Mittels modellierungstechnischer Korrekturen wurden die Probleme gelöst und ein **funktionsfähiges Modell** geschaffen. Die Verwendung des numerischen Modells für **Prognoserechnungen** sowohl für Wassermengen- und Strömungsprobleme als auch für Schadstoffmigrationsprobleme (Stofftransport, Schadstoffausbreitung) kann **auch in Zukunft** in Verantwortung der Stadt Zwickau selbst erfolgen. Eine Verifizierung des geohydraulischen Modells ist in einem ersten Schritt erfolgt.

Die auch durch die Modellstandortbearbeitung angeregten **wissenschaftlichen Arbeiten** (Forschungsthema des LfUG, Altersuntersuchungen von Grundwasserproben) und die enge **Kooperation** sowie der intensive **Datenaustausch** mit den Verantwortlichen und den Bearbeitern der Komplexuntersuchung zu Auswirkungen des ehemaligen Steinkohlenbergbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau (LfUG, Sächsisches Oberbergamt, TU Bergakademie Freiberg etc.) führten zur Qualifizierung und Ergänzung der Bearbeitung des Modellstandortes.

Das folgende Übersichtsschema zeigt den Grobablauf der technischen bzw. gutachterlichen Arbeiten in verschiedenen Bearbeitungsstufen.

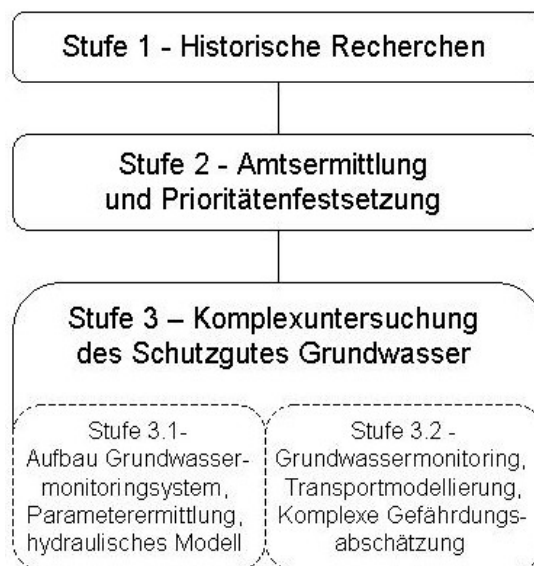


Abbildung 2: Übersichtsschema der Arbeiten und Stufen bei der Bearbeitung des MOST Zwickau

Im Ergebnis der Arbeiten wurden Empfehlungen zum Schutzgut Grundwasser abgeleitet (siehe Seite 28).

Altlasten-Modellstandort (MOST) – Programm des Freistaates Sachsen

Das Modellstandortprogramm des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft beinhaltet die exemplarische und modellhafte Altlastenbehandlung. Ziele sind ein standortkonkreter Kenntnis- und Erfahrungszuwachs, Grundlagen für das Vollzugshandeln der Ordnungsbehörden zu legen und die Übertragbarkeit der Erkenntnisse und methodischer Ansätze auf analoge Problemstellungen zu erreichen.

Das MOST-Programm stellte die Rahmenbedingung und Bearbeitungsgrundlage des Altlasten-Modellstandortes Zwickau dar. Die Anforderungen zur systematischen (integralen) Altlastenbehandlung /1/ gaben einen weiteren fachlichen Hintergrund. Die Arbeiten wurden aus dem Sächsischen Altlastenfonds (SAFO) anteilig finanziert.

Entwicklung zum Modellstandort

1991

Die Anfänge der Altlastenmodellstandort-Bearbeitung bzw. deren konzeptionelle Vorbereitung reichen bis zum Neuanfang der Umweltbehörde in Zwickau zurück. Einer der Ausgangspunkte war der Umweltbericht der Stadt Zwickau von 1991. Er dokumentiert die Bemühungen der städtischen Umweltverwaltung, die erforderliche Datenlage zu schaffen und die Datenbewertung nach geltendem Recht in Gang zu setzen.

1992-93

Auf Initiative des Umweltamtes der Stadt Zwickau im Jahre 1992 kam es im August und September 1992 zu Beratungen mit dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (SMU), dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), dem Regierungspräsidium Chemnitz sowie dem Staatlichen Umweltfachamt (StUFA) Plauen. Zielstellung war die Abstimmung eines Pilotprojektes für die Erfassung, Bewertung und Sanierung der Boden- und Grundwasserbelastungen der Stadt Zwickau. Ergebnis der Beratungen und Vorbereitungsarbeiten war ein Projektvorschlag mit dem Titel „Erarbeitung eines Modellprojektes für die Stadt Zwickau zur Erfassung, Bewertung und Sanierung der Boden- und Grundwasserbelastung“, der im Dezember 1992 an das SMU geleitet wurde.

Die Idee einer branchen- und standortübergreifenden Altlastenbearbeitung wurde auch im Projektentwurf „Umweltsanierung des Großraumes Zwickau“ verfolgt (Stadt Zwickau – Umweltamt / ENMOTEC GmbH, NL Zwickau, Oktober 1992).

Die Projektentwürfe wurden danach bis 1993 überarbeitet und konkretisiert.

1994

Im Januar 1994 legte das SMU die Verfahrensweise zur Bearbeitung und Vergabe sowie die maßgeblichen Aufgaben des Konzeptbearbeiters (im Sinne des Projektsteuerers, d.h. Generalplaner/Fachbegleiter/Controller) und zur Finanzierung/Förderung fest.

Anlass für die Auswahl des Stadtgebietes von Zwickau als Altlasten-Modellstandort war u.a. die zu beobachtende Komplexität der Altlastenprobleme in Zwickau, verursacht durch die Überlagerung von Altlasten der Steinkohleveredlung, des Fahrzeugbaus, der Chemieindustrie, ehem. Gaswerke, chemische Reinigungen mit den Folgen des Steinkohlebergbaus (Bergsenkungen und Grubenwasseranstieg); vgl. Abbildung 3.

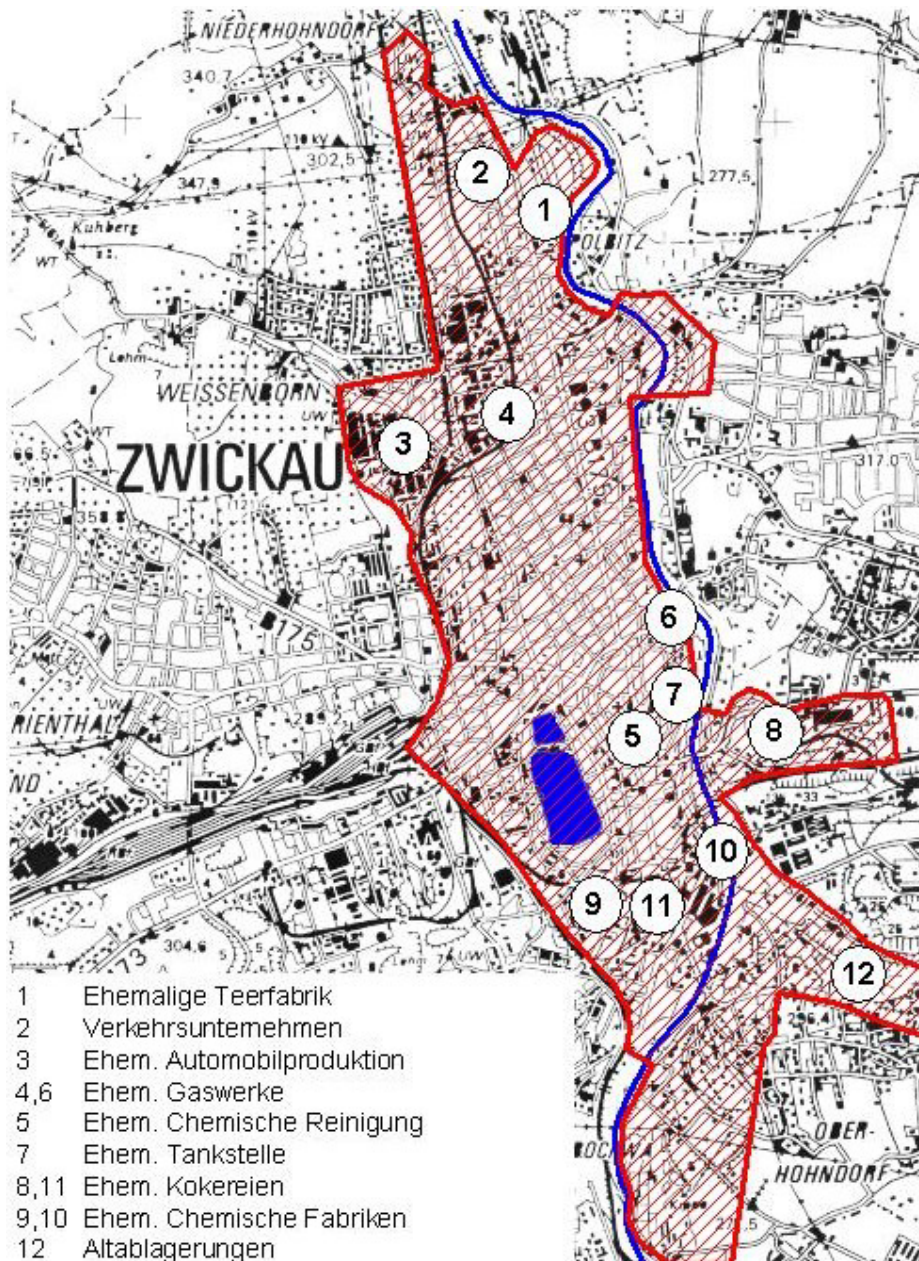


Abbildung 3: Übersichtskarte MOST Zwickau mit den Bearbeitungsgrenzen und Belastungsschwerpunkten

Die hydrogeologisch-geologischen Standortverhältnisse können folgendermaßen charakterisiert werden.

- ausgeprägte tektonische Beanspruchung im Festgestein, mit rezenten Horizontalverschiebungen und höherer Seismizität (Mini-Erdbeben in der Gera-Jáchymov-Störungszone), und
- hydraulische Kommunikationen: zwischen der Zwickauer Mulde und dem Talgrundwasserleiter(Quartär); zwischen dem Talgrundwasserleiter und der Verwitterungszone des Rotliegenden; und dem Rotliegenden/Karbon mit Grubengebäuden/Bergbau-Resthohlräumen über lokale Störungen bzw. Baugruben

Die Festlegung der Bearbeitungsgebietsgrenzen des MOST Zwickau basiert auf einer Auswahl von Gebieten hoher „Altlastendichte“.

Querverbindungen zu anderen Arbeiten

In Zwickau war schon vor dem Beginn der Altlastenmodellstandort-Bearbeitung 1994 die Forderung der Kommunen des ehemaligen Zwickau-Oelsnitzer Steinkohlereviere nach Untersuchung der Folgen des Steinkohlebergbaus und Unterstützung bei der Beseitigung der Folgeschäden des Bergbaus erhoben worden. 2 Regionalkonferenzen bewirkten die Bearbeitung der „Komplexuntersuchungen zu den Folgen des Steinkohleabbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau“ durch das LfUG gemeinsam mit dem Sächsischen Oberbergamt im Auftrage der Staatsministerien für Umwelt und Landesentwicklung sowie für Wirtschaft und Arbeit. Die Bearbeitung erfolgte in 2 Phasen von 1995 bis 1999 durch das LfUG und das Sächsische Oberbergamt.

Zahlreiche Teilbearbeitungen für die „Komplexuntersuchungen zu den Folgen des Steinkohleabbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau“ wurden vom Institut für Geologie der TU Bergakademie Freiberg realisiert, dazu zählen:

- Erfassung und Bewertung des geologisch-bergmännischen Dateninventars (GIS-Datenaufbau), S. WEBER (& J. SCHNEIDER), 1994 [vorrangig zum Oelsnitzer Teilrevier],
- Erfassung des geologisch-bergmännischen Dateninventars: Studie zur Datenerfassung und Visualisierung des in Bergbaurissen des Zwickau-Oelsnitzer Reviers enthaltenen bruchtektonischen Inventars, J. SCHNEIDER, T. LANGE u. B. GAITZSCH, 1996,
- Satellitengestützte Überprüfung der Anschlusspunkte des Wiederholungsnivelllements „Zwickau“, R. WITTENBURG, 1996,
- Markscheiderische Auswertungsarbeiten: Einschätzung möglicher weiterer (bergbaubedingter) Bodenhebungen, J. FENK, 1998,
- FuE-Thema des LfUG und der TUBAF: Hydrogeologische Analyse der Vorerzgebirgssenke incl. Crossen und Zwickau/Oelsnitz – Zuarbeiten zu den „Komplexuntersuchungen zu den Folgen des Steinkohleabbaus im Raum Oelsnitz-Zwickau“, Teil Hydrogeologie/ Hydrologie, B. MERKEL, S. KOLITSCH u. U. GÖTTELMANN, in Bearbeitung seit 1997, Zuarbeiten 1998,
- GOCAD 3D-Modellierung des tektonostratigrafischen Baus von Karbon und Rotliegend im Untergrund von Zwickau, A. RENNER (& J. SCHNEIDER u. B. MERKEL), 1998,

- GOCAD 3D-gestützte Bilanzierung und Interpretation der hydrologischen Situation im ehemaligen Steinkohlenrevier Zwickau, M. KATER (& B. MERKEL u. J. SCHNEIDER), 1998.

In die Bearbeitung der „Komplexuntersuchungen...“ waren unter Anderem folgende Untersuchungen weiterer Institutionen eingebunden:

- Revier- und Feinnivellements im Teilrevier Zwickau und damit auch im MOST Zwickau-Gebiet, Vermessungs- und Ingenieurbüro U. Haller & Partner, Zwickau (K. HERTEL, 1996, 1997)
- Geophysikalische Untersuchungen zur Erforschung des rezenten Hebungs- und Senkungsmusters und der Horizontalverschiebung in der Region Oelsnitz-Zwickau (zur entsprechenden Komplexuntersuchungs-Teilaufgabe), Reflexionsseismik und Gravimetrie, Stadtgebiet Zwickau, Geophysik GGD mbH, Halle (M. BAUER, D. HÄNIG u. O. SEIDEMANN, 1997)
- Wasserhaushaltsuntersuchungen im Raum Zwickau-Oelsnitz - zur Komplexuntersuchungs-Teilaufgabe Hydrogeologie/Hydrologie, WASY GmbH, NL Dresden (J. WALTHER et coll., 1998)
- Geologisches Modell für den Untergrund des Altlastenmodellstandortes „MOST Zwickau“, HGN Hydrogeologie GmbH, NL Dresden (H.U. BESSER, 1998)
- Untersuchungen möglicher natürlicher Grundwasserabflüsse aus den Bergsenkungsgebieten über tektonische Störungen „Tracerversuche Zwickau“, HGC GmbH Freiberg und HGN Hydrogeologie GmbH, NL Dresden (T. ABRAHAM, H.U. BESSER u.a., 1999)

Ergebnisse

Historische Recherchen und Kenntnisstandanalyse - 1994

Auf der Stufe 1 des MOST-Programms wurde zunächst eine Kenntnisstandsanalyse zu den altlastverdächtigen Flächen und hydrogeologischen Randbedingungen im Modellstandort Zwickau realisiert.

Wichtigste Ergebnisse der Stufe 1 waren:

- hydrogeologische und hydrographische Grundcharakterisierung – unter schematischer Berücksichtigung der Bergbaufolgen - des abgegrenzten MOST-Untersuchungsgebietes zwischen der Ortsverbindungsstraße nach Niederhohndorf im Norden und dem Südrand der Bockwaer Senke im Süden sowie zwischen den maßgeblichen Talrändern des Tals der Zwickauer Mulde im Westen und Osten,
- Zusammenstellung der Ergebnisse von Altlasten-Gefährdungsabschätzungen (maßgebliches Risiko) aus vorhandenen Erfassungen und formalen Erstbewertungen, aus historischen und technischen Erkundungen (bis 1994); Ergänzung und Bewertung von Altlastverdachtsflächen mittels formaler Erstbewertungen und historischer Erkundungen,
- Übersichtsdarstellung von statistisch bearbeiteten Boden- und Grundwasseranalysen und Kategorisierung der Belastungen,
- Kartierung der Flächen mit Verwendung von radioaktivem Material der Bergehalden von Wismut-Aufbereitungsstandorten Crossen/Dänkritz am Nordrand von Zwickau; Straßen, Wege und Plätze; gemessene Ortsdosisleistung und weitere Messwerte,

- Ableitung des Handlungsbedarfs nach Sächsischer Altlastenmethodik auf der Grundlage o.g. Daten, Auswertungen und verbaler Bewertungen (verbale Priorisierung).

Amtsermittlung und Prioritätenfestsetzung - 1995 - 1996

Ausgangspunkt für diese Aktivitäten waren die Angaben im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA) und dem Kenntniszuwachs aus der vorangegangenen Bearbeitungsstufe 1. Dabei wurde die Datenbasis Altlasten durch Recherche und Verwendung von Unterlagen aus mehr als 300 Altlastengutachten, Bauvoruntersuchungen und anderen Dokumentationen bzw. Anträgen und Vorgängen bei der Stadt Zwickau (Umweltamt) aktualisiert.

Die folgende Abbildung zeigt den im Januar 1996 erreichten Bearbeitungsstand mit der Anzahl der jeweiligen Flächen bei der Altlastenbehandlung, gegliedert nach den bereits absolvierten Bearbeitungsstufen.

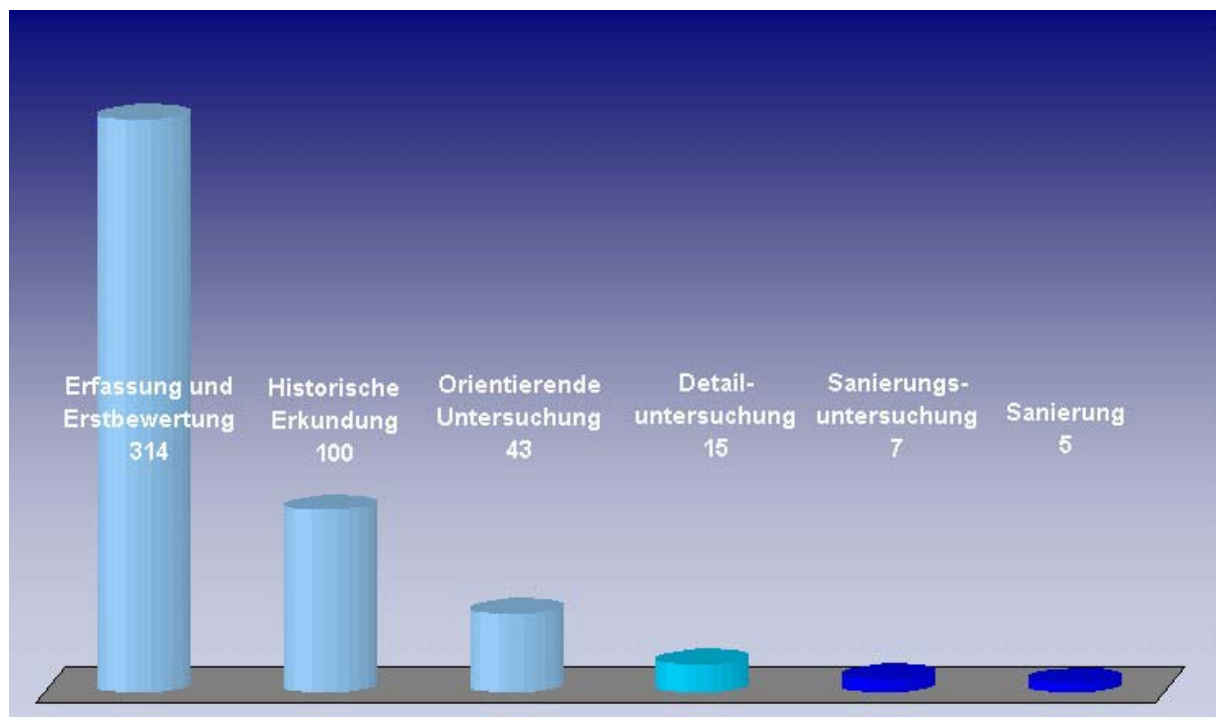


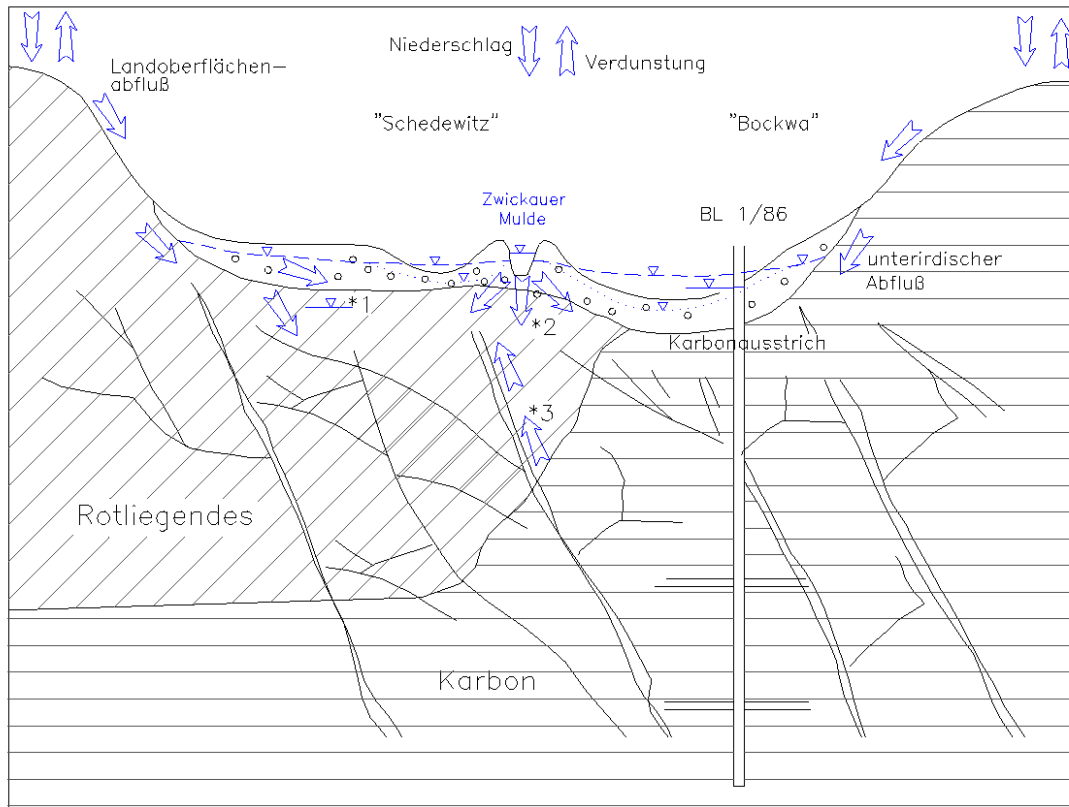
Abbildung 4: Kenntnis- und Bearbeitungsstand Altlasten und –verdachtsflächen innerhalb des MOST Januar 1996

Um eine Vergleichbarkeit aller, auch der nicht nach Sächsischer Altlastenmethodik durchgeführten Altlastenuntersuchungen herzustellen, wurde das Gefahrenrisiko (R-Wert nach GEFA) gemeinsam von ortskundigen Altlastenfachleuten und Hydrogeologen subjektiv nachbewertet. Bewertet wurde dabei das Risiko R_{subj} der Kontamination bezüglich des Schutzgutes Grundwasser (R_{GW}).

Dies stellte eine Grundlage für behördliche Entscheidungen zum weiteren Ablauf der Altlastenbehandlung u. a. im Rahmen von Bebauungsvorhaben und der Stadterneuerung dar. Da die Stadt Zwickau nur bei einem Teil der Fälle Verpflichteter nach BBodSchG / SächsABG war, oblag ihr bei den übrigen die Kontrolle der aus dem Handlungsbedarf resultierenden Maßnahmen gemäß ihren Aufgaben als Vollzugsbehörde.

Die Ergebnisse der Konkretisierung des Handlungsbedarfes und der Priorisierung der 314 Fälle wurden in Karten dargestellt und der Stadtverwaltung Zwickau übergeben.

In der Bearbeitungsstufe 2 MOST Zwickau wurden sowohl die Vorstellungen zum hydrogeologischen Grundmodell und den generellen Schadstofftransportpfaden als auch zu den Detailsituationen im Talgrundwasserleiter weiter entwickelt (vgl. Abbildung 5).



- *1 Grundwasserleiterhorizonte im obersten Teil des Rotliegendes wassergefüllt
- *2 Versickerung von Muldewasser (Uferfiltrat)
- *3 aufgehendes Grubenwasser wird u.a. im tieferen Rotliegendes "gebunden" Quellung, Entspannung/Dehnung, Auftrieb und Berghebung
- ▽--- hypothetischer Grund- bzw. Oberflächenwasserspiegel ohne Wasserhaltung
-▽..... durch zielgerichtete (PW Bockwaer Senke) und ungewollte (APW Silberhof und Krebsgraben) Grundwasserhaltungen erzeugte Absenkung

Abbildung 5: Geohydraulischer Zustand (Grundmodellvorstellung) – schematische Querschnittsdarstellung Schedewitz-Bockwa¹

Auf der Stufe 2 wurden die auf vorhandenen Grundwassermessstellen incl. Brunnen basierenden MOST-Monitoring-Netze Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit eingerichtet. Dazu zählten 231 Grundwasserstandsmessstellen und 92 Grundwassergütemessstellen. Die ersten Grundwasserstandsmessungen im Monitoring-Netz erfolgte Ende Februar 1996.

¹ PW – Pumpwerk; APW – Abwasserpumpwerk

Grundwassermonitoring 1997 - 2000

Insgesamt wurden im Stadtgebiet von Zwickau ca. 600 Grundwasseraufschlüsse wurden in einer Messstellendatei erfaßt. 13 neue GWM wurden im quartären Grundwasserleiter (den Zwickauer Muldeschottern) ausgebaut, eine neue Messstelle im relativ stark wasserführenden obersten Rotliegenden (Konglomerate und gestörte Schluffsteine der Leukersdorf-Folge). Die 14 neuen und 54 ältere Grundwassermessstellen sowie 10 Oberflächenmessstellen wurden eingemessen. Damit wurde eine wichtige Grundlage für zuverlässige Aussagen zur Grundwasserdynamik im Gesamt-MOST-Gebiet geschaffen und das MOST-Monitoringnetz "Grundwasserstand" in Kraft gesetzt.

Über den Zeitraum von 1997 – 2000 wurden zwei Grundwasserstichtagsmessungen durchgeführt. Innerhalb der ersten Kampagne wurden die Grundwasserstände in 191 Messstellen vom 17.02. bis 21.02.1997 von mehreren Messteams gemessen. Außerdem wurden die Wasserstände an 10 Oberflächenwassermessstellen an Muldezufüssen und der Zwickauer Mulde gemessen. Ein Ergebnis war ein Plan der Grundwasserdynamik (Hydroisohypsenplan) für das Quartär (Abbildung 6).

Im Ergebnis traten deutliche Grundwasserabsenkungsbereiche in Schedewitz und im Stadtzentrum (bis zum Abwasserpumpwerk Silberhof reichend) hervor. Die Tragweite dieser so genannten Grundwasserdellen oder „Trichter“ für die Schadstoffausbreitung wurde allerdings erst im Jahre 2000 (nach wiederholten und präziseren Messungen innerhalb der zweiten Stichtagsmessung sowie Grundwasserzuflussmessungen im Abwassersystem) deutlich.

Im Monitoringnetz "Grundwasserbeschaffenheit" wurden vom 12.05. bis 05.06.1997 vom Probenahmeteam aus 60 Grundwasseraufschlüssen 64 Proben (davon vier Kontrollproben) entnommen. Die Wasserproben wurden in einem akkreditierten Umweltlabor nach einem vorgegebenem Übersichts- bzw. Spezial-Parameter-Spektrum untersucht.

Die Auswertung führte zu einer Feststellung zahlreicher Überschreitungen von Prüf- und Maßnahmewerten (entsprechend /3/) im quartären wie auch im Rotliegend-Grundwasserleiter. Für die bereits in Stufe 2 umgrenzten industrie- bzw. altlasttypischen A-reale des MOST-Gebietes und Einzelstandorte wurden standorttypische Grundwasserbelastungen dokumentiert. Dabei erkannte Gefahren für den Menschen wurden (wie im Falle des Grundwasserzustroms zu den Brunnen der Kleingartenanlage „Nordlicht“ von einer inzwischen gesicherten Altlast an der Leipziger Straße) umgehend den Vollzugsbehörden mitgeteilt.

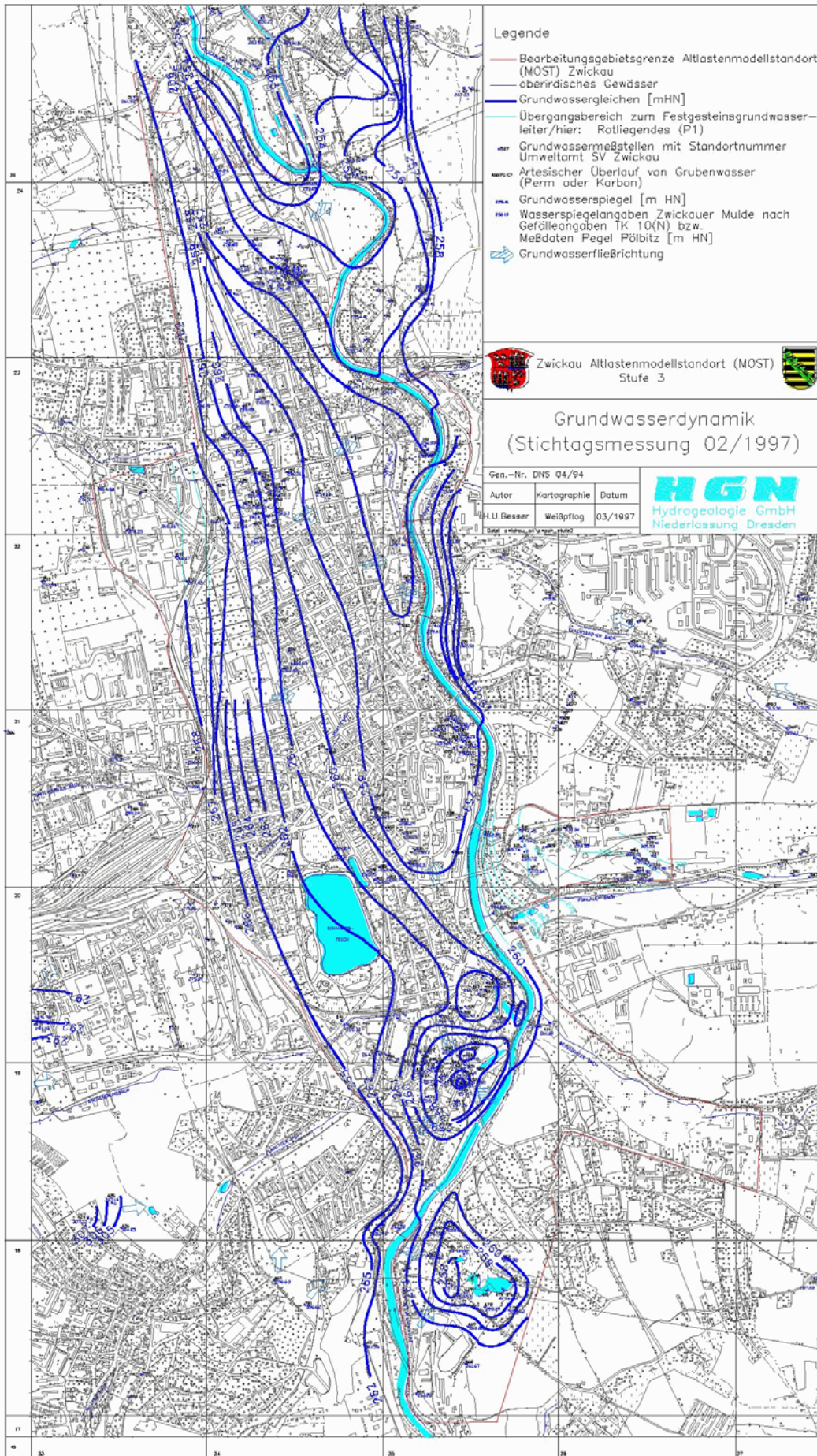


Abbildung 6: Hydroisohypsenplan für den quartären Grundwasserleiter (Grundwasserdynamik der Stichtagsmessung 02/1997)

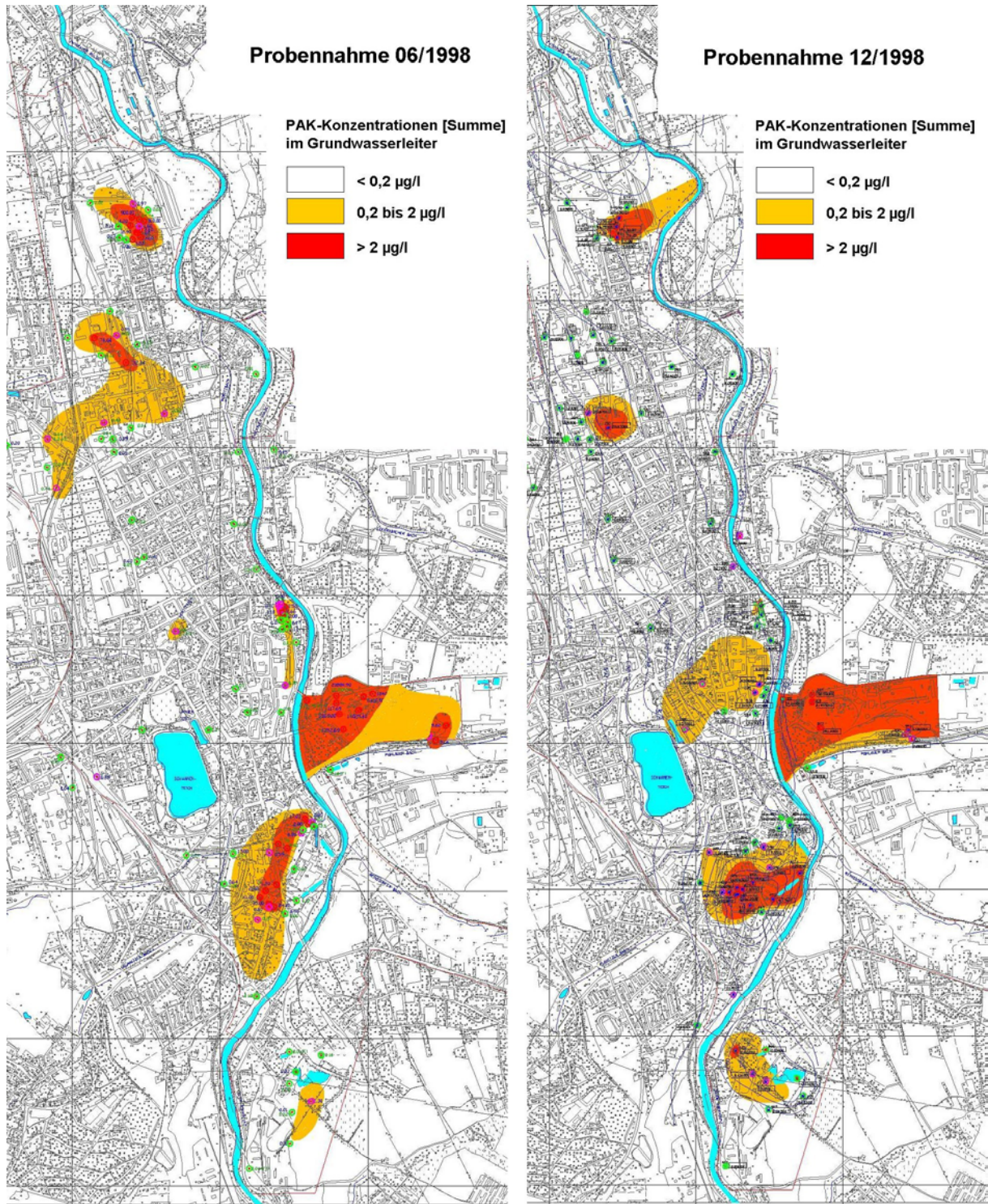


Abbildung 7: PAK-Grundwasserkontamination im Talgrundwasserleiter im Juni 1997 und im Dezember 1998

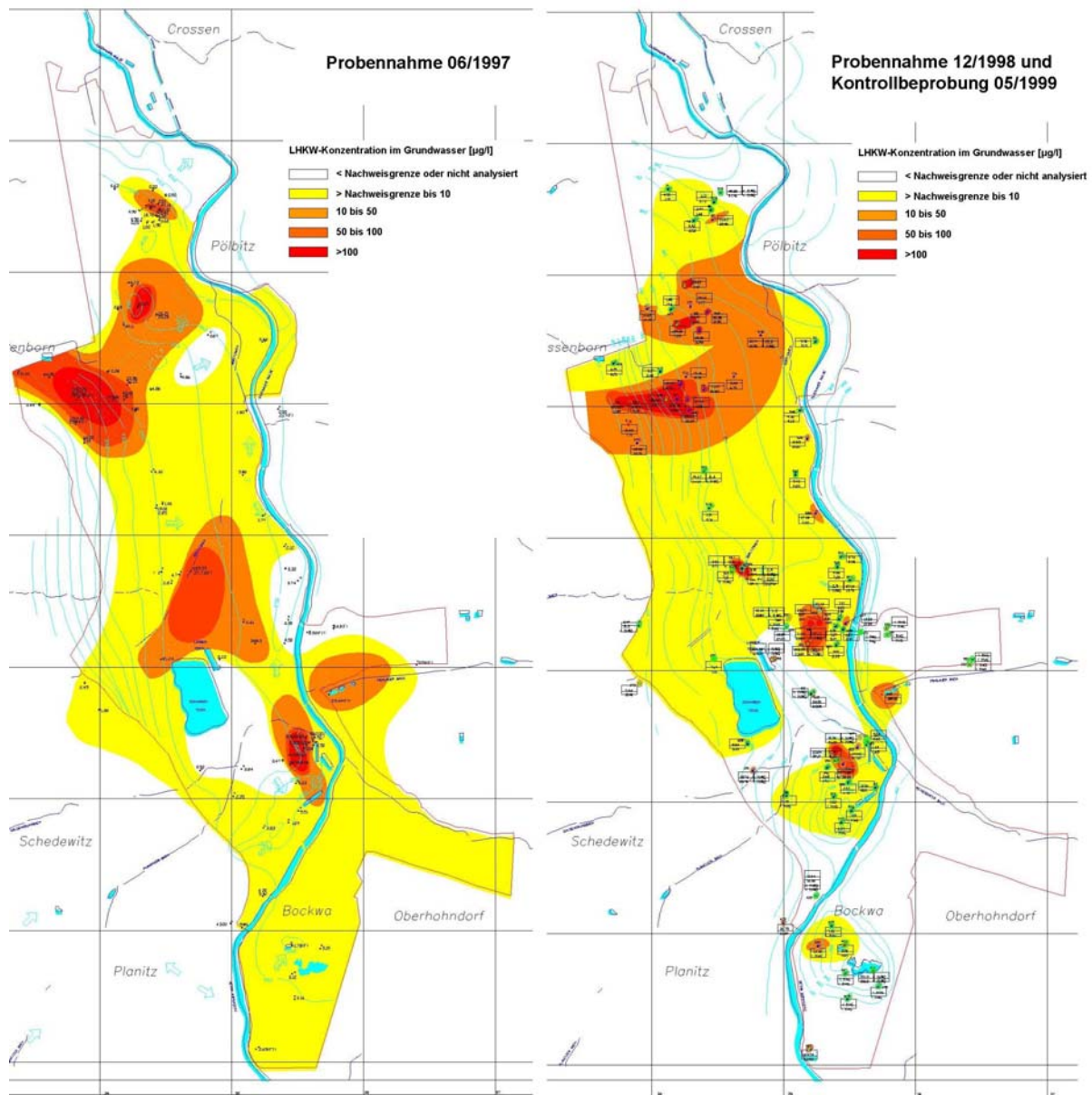


Abbildung 8: Vergleich der LHKW-Grundwasserkontamination im Talgrundwasserleiter, Stand 06/1997 und Stand 12/1998 (incl. Kontrollergebnisse 05/1999)

Altersdatierungen

Die in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg und dem LfUG vorgenommenen Probenahmen und Altersdatierungen von Grundwasser anhand von Tritiumanalysen und Modellrechnungen wurden in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Auswertung der tiefenorientierten Beprobung (benachbarter) Quartär- und Rotliegendmessstellen sowie der Messergebnisse der TU Bergakademie Freiberg und des LfUG zum Alter der Wässer sind in den MOST-Berichten dokumentiert.

Tabelle 1: Altersdatierungen der Grundwasserproben von 1997 bis 1999

Probennahme punkt	Charakteristik	Messwerte [T.E.]- Tritium Equivalente	Interpretation P.F.M. – piston-flow model Exp.M - Exponentialmodell	Bemerkung
-	Referenzwert 2000	11-15²	-	-
Großlochbohrung Kornmarkt, ca. 15 m u. GOK (06/1997)	Aus der Bohrlochsohle hervor tretendes Grundwasser	19 ± 2	Nach P-F-M: mittl. Verweilzeit ca. 20 a, relativ geringe Aufenthaltszeit; jedoch T.E. über den Gehalten im aktuellen Niederschlag: Einflüsse vom tieferen Rotliegenden möglich	Das Areal wird vermutl. von einer hydraul. wirksamen Querstörung zur OHV gequert
GWM 306, Kornmarkt, ca. 5 m u. GOK, Quartär-GWL (06/1997)	Grundwasser aus dem Poren-GWL, mit möglicher Kommunikation zum Rotl.	18,2 ± 2	Nach P-F-M: mittl. Verweilzeit ca. 20 a, relativ geringe Aufenthaltszeit, jedoch T.E. über den Gehalten im aktuellen Niederschlag, Rotliegendeinfluss	
GWM 240, W I, ca. 15 m u. GOK (03/1998)	Grundwasser aus d. Rotl.Kluft-GWL mit möglicher Kommunikation zum Quartär-GWL	20,9 ± 1,9	Zu hohe T.E.-„Gehalte“ gegenüber dem im Winterhalbjahr 1997/98 gebildeten GW, ältere GW-Anteile? (Verweilzeit ca. 20 a)	GWM 240 liegt nahe der Oberhohndorfer Hauptverwerfung (OHV)
GWM 241, W I, ca. 8 m u. GOK (03/1998)	Grundwasser aus dem Poren-GWL (Quartär), mit Kommunikation zum Rotliegenden	19,6 ± 1,8	Zu hohe T.E.-„Gehalte“ gegenüber dem im Winterhalbjahr 1997/98 gebildeten GW, ältere GW-Anteile? (Verweilzeit ca. 20 a)	
GWM 587, Poetenweg, ca. 3 m u. GOK, Q-GWM (03/1998)	Grundwasser aus dem Poren-GWL (Quartär)	14,4 ± 1,4	T.E.-„Gehalte“ wie in dem im Winterhalbjahr 1997/98 gebildete GW, unbedeckter GWL, sehr junges GW	
GWM 593, Poetenweg, ca. 10-20 m u. GOK (03/1998)	Grundwasser des Rotliegd.Kluft-GWL es (Kommunikation zum Poren-GWL besteht im Umfeld)	15,6 ± 1,5	Mischwasser aus sehr jungem GW (GWM 587) und GW mit älteren Anteilen (wie GWM 240 etwa, d.h. aus dem oberem Teil des Rotliegenden)	GWM 593 liegt möglicherweise nahe der Oberhohndorfer Hauptverwerfung (OHV)
GWM 595, Bockwaer Senke, ca. 1,5 m u.GOK, Quartär-GWM (03/1998)	Grundwasser aus dem Poren-GWL (Quartär; Kommunikationen zum Rotl. unbekannt)	15,4 ± 1,5	T.E.-„Gehalte“ wie in dem im Winterhalbjahr 1997/98 gebildete GW, unbedeckter GWL, sehr junges GW	
GWM 466, Arteser BL 1/86, 15-100 m u. GOK, Bockwaer Senke (03/1998)	Grundwasser aus dem Rotl. und v.a. Karbon	16,6 ± 1,6	Mischwasser aus jungem GW und GW mit älteren Anteilen (Aufstieg tritiumärmeren älteren Wassers aus den Grubenbauen)	
P 1, Baugrube Kornmarkt, ca. 15 m. u. GOK (06/1998)	Grundwasser aus der Bohrlochsohle hervor tretend (Rotliegendes)	0,3 ± 0,4	Nach P-F-M: Verweilzeit > 55 a, Jungwasseranteil 0%, Exp.M: Verweilzeit > 4.000 a, Jungwasseranteil (<35a) < 0,5 % ; scheinbar ältestes bisher analysiertes GW in Zwickau	Lt. Analytik LfUG/ TU BAF 1998: geringe Anionengehalte:SO ₄ , Cl, HCO ₃ , < Ø; kein Steinkohlegrube-Einfluß?

² Quelle: Institut für Angewandte Physik der TU Bergakademie Freiberg

Tabelle 1 (Forts.): Altersdatierungen der Grundwasserproben von 1997 bis 1999

P 2, Baugrube Kornmarkt, ca. 15 m. u. GOK, ca. 20 m SW v. P 1 (06/1998)	Grundwasser aus der Baugrubensohle und den Stößen (Rotliegendes)	9,6 ± 1,0	Nach Exp.M (Version 1) und P-F-M Verweilzeit 95 a – bei rechnerisch/zur Modellannahme verwendeten mäßigen Jungwasseranteilen; Nach Exp.M (Version 2) und Disp.M: Verweilzeit 3,5 – 6 a - bei rechnerisch/zur Modellannahme verwendeten sehr hohen Jungwasseranteilen	Sehr hohe Jungwasseranteile sind trotz der Baugrubenwasserhaltung nicht unbedingt zu erwarten
P 3, Baugrube Kornmarkt, ca. 15 m. u. GOK, ca. 25 m SSW v. P 1 (06/1998)	Grundwasser aus der Baugrubensohle hervortretend (Rotl.)	4,2 ± 0,6	P-F-M: Verweilzeit 41 a (Jungwasseranteil 0 %); Exp.M: 260 a (Jungwasseranteil 11 %) und weitere verschiedene Modelldatierungen (6 - 200 a)	Im Sommer gebildetes, oberflächennahes GW weist i.a. 20 – 30 T.E. auf
P 4, Baugrube Kornmarkt, ca. 15 m. u. GOK, ca. 15 m SW P 1 (06/98)	Grundwasser aus der Bohrlochsohle hervortretend (Rotliegendes)	9,9 ± 1,0	Exp.M (Version 1): Alter 5 a (Jungwasseranteil fast 100 %); Exp.M (Version 2): Alter 90 a (Jungwasseranteil ca. 28 %);	Jungwasseranteil 100% ist nicht anzunehmen
P 5, Baugrube Kornmarkt, ca. 15 m. u. GOK, ca.30 m SW P 1 (06/98)	Grundwasser aus der Baugrubensohle hervortretend (Kluftzone?)	6,6 ± 0,8	Exp.M: Alter 154 a (Jungwasseranteil ca.18 %, Austauschrate 6,5% pro a); andere Modelle:16 – 116 a etc.	

Die Altersdatierungen zeigen, dass in den Grundwassermessstellen überwiegend junges Wasser angetroffen wurde. Diese Feststellung trifft sowohl für die Quartärmessstellen als auch für die Rotliegend-GWM zu. Deutlich älteres Wasser, und dabei womöglich unterschiedlichen Alters – je nach Entnahmestelle und Lage zu tektonischen Störungen bzw. Großklüftzonen – wurde in dem ca. 15 m tiefen Rotliegendeaufschluss der Baugrube für die Tiefgarage am Kornmarkt nachgewiesen. Bedeutsam für die Entlastungsmöglichkeit der tieferen Wässer ist an dieser Stelle die quer zur Oberhohndorfer Hauptverwerfung streichende Kornmarkt-Störung. Das scheinbar älteste Grundwasser weist dabei geringe Anionenkonzentrationen auf, was gegen einen Einfluss von Grubenwässern aus den Steinkohleabbauen spricht.

Nummerisches geohydraulisches und Schadstofftransportmodell

Als Vorbereitung der geohydraulischen Modellierung und numerischen Schadstofftransportsimulation wurden

- das hydrogeologische Modell durch die Erarbeitung einer Serie von geologisch-hydrogeologischen Profilschnitten im MOST-Modellgebiet präzisiert ,
- die Bilanzgrößen im Modell ermittelt,
- die für die modelltechnische Interpolation der Schichtgrenzen notwendige Modell-Datei Hydrogeologie aufgebaut und mit den Daten von 359 geologischen Aufschlüssen überwiegend neueren Datums gefüllt. Zur Nutzung der älteren geologischen Aufschlüsse (Bohrarchiv StUFA Plauen bzw. LfUG erfolgte eine Plausibilitäts- und Verwendbarkeitsprüfung
- alle im MOST-Gebiet recherchierten Pumpversuche wurden auf Plausibilität geprüft und die hydraulischen Durchlässigkeiten erfasst.

Die Modellanpassung für den Grundwasserleiter im obersten Bereich des hier verbreiteten Rotliegendes (im Norden des MOST-Modellgebietes Mülsen-Folge, im Zentralen Teil bis

einschließlich Schedewitz im Süden Leukersdorf-Folge) erfolgte auf der Basis der Ermittlung eines repräsentativen Elementarvolumens (REV). Damit konnten die Kleinklüfte als mittlere hydraulische Durchlässigkeit berücksichtigt werden. Die hydraulisch wirksamen übergeordneten und regionalgeologisch bedeutsamen Störungszonen wurden als besondere Randbedingungen in das numerische Modell implementiert. Über die Strömung in kleindimensionierten Strukturen wie z. B. Kleinklüften oder Mikroklüften können jedoch keine Aussagen getroffen werden. Für den geologischen und geometrischen Aufbau des numerischen Modells wurden für den festgelegten Modellraum von ca. 6 km x 1,5 km über eintausend Bohrungen verwendet, die Informationen zu geologischen Schichtgrenzen und geohydraulischen Durchlässigkeiten gaben.

Aus dem hydrogeologischen Aufbau wurden folgende 4 Modellschichten abgeleitet:

1. Quartär mit sandig-kiesigen Ablagerungen (Porengrundwasserleiter), Unterkante siehe Abbildung 9 = Oberkante der Modellschicht 2
2. Rotliegendes, toniger Zersatz (Kluftgrundwasserleiter),
3. Rotliegendes bis 240 mHN (Kluftgrundwasserleiter),
4. Rotliegendes bis -500 m HN (Kluftgrundwasserleiter).

Die orthogonalen Elemente des Modellrasters sind 12,5 m x 12,5 m groß., wobei 490 Elemente in y-Richtung (Nordnordwest-Südsüdost) und 140 Elemente in x-Richtung (Ostnordost-West-südwest) existieren. Damit sind in jeder Schicht 68.600 Elemente enthalten. Das Modell besteht somit aus 274.400 Volumenelementen.

Zur Strömungssimulation wurde die Finite-Differenzen-Methode (FDM) mit dem numerischen Code „Modflow“ verwendet. Die verwendete graphische Bedienoberfläche war PMWIN „Processing Modflow for Windows“. Daneben wurde der dazu gehörige Programmbaustein PMPATH 99 verwendet. Es berechnet i. W. Bahnlinien. Auf der Grundlage des damit berechneten Strömungsfeldes wurde für den Stofftransport der Simulator MT3D96TM angewendet.

Im Modell waren als Eingangsgrößen vorzugeben: Grundwasserstände, Muldewasserstände, Leakagefaktoren („Sohl“-Durchlässigkeiten der Gewässer), k_F -Werte (hydraulische Durchlässigkeiten), horizontale und vertikale Verbreitung der Modellschichten (Geometrie), Porositäten, Speichkoeffizienten, Entnahmen durch Brunnen, Entnahmen durch defekte Kanalisationsysteme (im Modell als „Drainagen“ implementiert), sowie Grundwasserneubildungsraten inkl. Leistungsverluste aus defekten Trinkwasserleitungen.

Zur Minimierung des Wasserbilanzfehlers wurden

- der Grundwasserzufluss in das Abwasserleitungssystem Silberhof (v.a. Stadtzentrum) im Rahmen einer nächtlichen Kanalbegehung und dabei durchgeführter Durchfluss- bzw. Zuflussmessungen ermittelt sowie
- die entsprechenden Messungen im Abwassernetz des Pumpwerkes (APW) Krebsgraben (Schedewitz) aus einer Bearbeitung im Rahmen der Komplexuntersuchungen zu den Folgen des Steinkohlebergbaus

verwendet (vgl. Tabelle 2).

Dadurch konnte eine bisher schwer zu beurteilende innere Randbedingung (als Wasserentnahme aus dem Modellbilanzraum variable Größe bei der Modellanpassung) näherungsweise bestimmt werden.

Das Modell ist im ersten Schritt stationär (zeitunabhängig) kalibriert worden. Danach erfolgte eine instationäre Kalibrierung anhand zweier Stichtagsmessungen und einer Grundwasserstandsganglinie (Datenloggeraufzeichnungen 1997 bis 1999). Dadurch konnten hydraulische Durchlässigkeiten überprüft bzw. modellgestützt ermittelt sowie die spezifischen Speicherkoefizienten und auffüllbaren / entwässerbaren Porositäten (als gemeinsame mittlere Größe) modelltechnisch identifiziert werden.

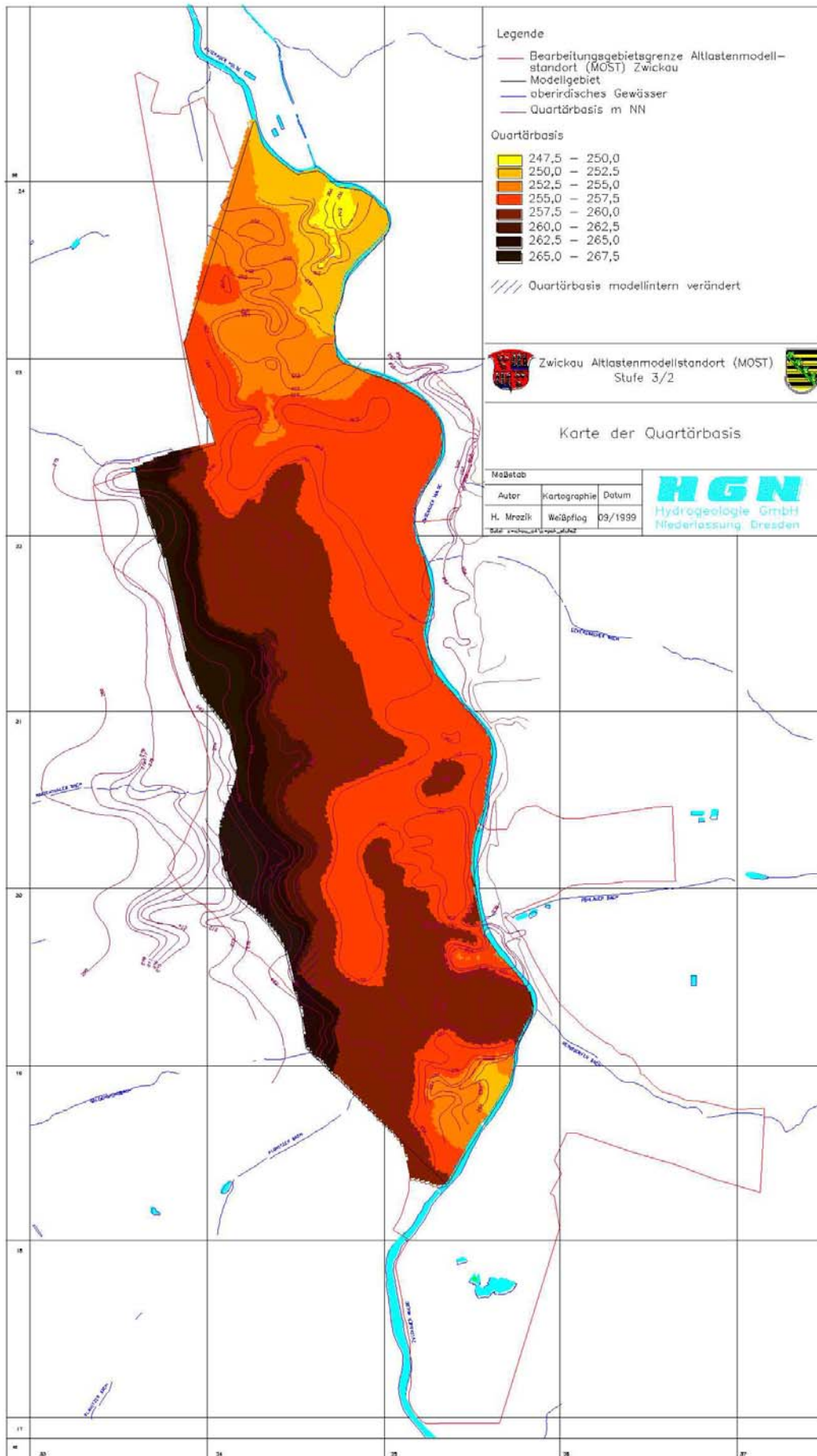


Abbildung 9: Rotliegendemorphologie: Sohle des Porengrundwasserleiters (1. Modell-Grundwasserleiter)

Die Frage nach den Folgen einer Teil- bzw. Vollsanierung des Abwasserleitungssystems in Schedewitz und im Stadtzentrum kann für städtebauliche Belange ein Kernproblem darstellen. Die mit dem geohydraulischen Modell realisierbaren „Grundwasseranstiegs“-Prognosen belegen die Gefährdung und das Konfliktpotenzial.

Die modellgestützt ermittelten Bilanzen zum Wasserhaushalt liefern erstmalig vernetzte Modell-Informationen und Mengenangaben zum Grundwasser- und Oberflächenwasser (incl. urbane Grundwasserneubildung), zur „Entwässerung durch Abwasserleitungen“, und zu wasserhaushaltlichen Auswirkungen tektonischer Störungen und bergbaulicher Tätigkeit.

Tabelle 2: Wasserbilanz für das Bilanzgebiet Stadtzentrum von Zwickau

	Zugang in das Teilmodellgebiet [m³/Tag]	Abgang aus dem Teilmodellgebiet [m³/Tag]
Zufluß/Abfluß über den quartären Rand	628	0
Zufluß/Abfluß über den Rotliegend-Rand	467	16
Grundwasserneubildung incl. Leitungsverluste	2.344	0
Infiltration/Exfiltration Planitzer Bach / Schwanenteich / Langer Teich	253	83
Grundwasserabfluss in das Abwasserleitungssystem Silberhof (Hauptsammler und Nebenstränge)	0	2.623
Grundwasserabfluss in tektonische Störungen	0	825
Infiltration/ Exfiltration Mulde	507	854

Tabelle 3: Wasserbilanz für das Gesamtmodell MOST Zwickau

	Zugang in das Modellgebiet [m³/Tag]	Abgang aus dem Modellgebiet [m³/Tag]
Zufluß/Abfluß über die Modellränder	3443	34
Brunnen	52	52
Grundwasserneubildung	5712	-
Abwasserleitungssystem	-	4511
Grundwasserabfluss in tektonische Störungen	-	825
Infiltration/ Exfiltration Gewässer	2162	5949
Summe	11369	11371
Bilanzfehler	0,02 %	

Innerhalb der Bearbeitungsstufe 3.2 waren Schadstofftransportmodellierungen in den Detailuntersuchungsgebieten vorgesehen. Im Verlauf der Modellkalibrierung und insbesondere bei der Überprüfung der Datenlage für die Schadstofftransportmodellierung wurde deutlich, dass

- im Fall des Detailgebiets Zwickau-Schedewitz (Kokerei August Bebel Schedewitz bzw. Gebiet des Bebauungsplanes 017 A – C) die Voraussetzungen für eine erfolversprechende Schadstofftransportsimulation im wesentlichen gegeben waren,

- im Fall des Detailgebiets Stadtzentrum vorerst die Mengenmodellierung relevanter als die Schadstofftransportmodellierung ist und demzufolge letztere zurückgestellt werden konnte, und
- im Fall des Detailgebiets der ehemaligen Automobilwerke die Datenlage unzureichend für die Schadstofftransportsimulation ist.

Die numerische Schadstofftransportmodellierung wurde daher zunächst nur für das Detailgebiet Zwickau-Schedewitz realisiert. Im Auftrag der GVV mbH (Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung von stillgelegten Bergwerksbetrieben, bundeseigen) werden die ca. 30 Grundwassermessstellen des Untersuchungsgebietes halbjährlich beprobt und laboranalytisch auch auf die für die Transportmodellierung interessierenden Parameter untersucht.

Die GVV mbH stellte dazu ein eigenes standortspezifisches zweidimensionales Modell zur Verfügung, dass mit den Untersuchungsdaten der GVV mbH in das Modellstandort-Gesamtmodell integriert wurde. Im Detailmodell Schedewitz konnten damit die PAK- und Ammonium-Schadstoffquellen berücksichtigt werden. Die Installation einer Grundwasserabstromsicherung („Funnel and gate“ - Stahlspundwand mit Tor und Förderbrunnen) sowie der Grundwasserreinigung mit Re-Infiltration (8 Schluckbrunnen) wurde ebenfalls berücksichtigt.

Ein Problem stellte die Ermittlung der Quellstärke bzw. Quellfunktion für die Schadstoffe dar. Die in den Untergrund eingedrungenen Schadstoffmengen und die Eintragszeitpunkte/-zeiten waren nicht bekannt. Aus der Literatur bekannte Angaben zum Abbauverhalten waren unter diesen Umständen nicht übertragbar. Letztendlich musste ein empirischer Ansatz gewählt werden, der sich auf die in sehr dichter Folge ermittelten Schadstoffkonzentrationen v.a. seit 1996 stützt.

Im Ergebnis der numerischen Stofftransportsimulation wurden Prognoseaussagen zur zeitlich-räumlichen Konzentrationsentwicklung der betrachteten Schadstoffe PAK (siehe Abbildung 10), PAK-Einzelkomponente Naphthalin und Ammonium geliefert.

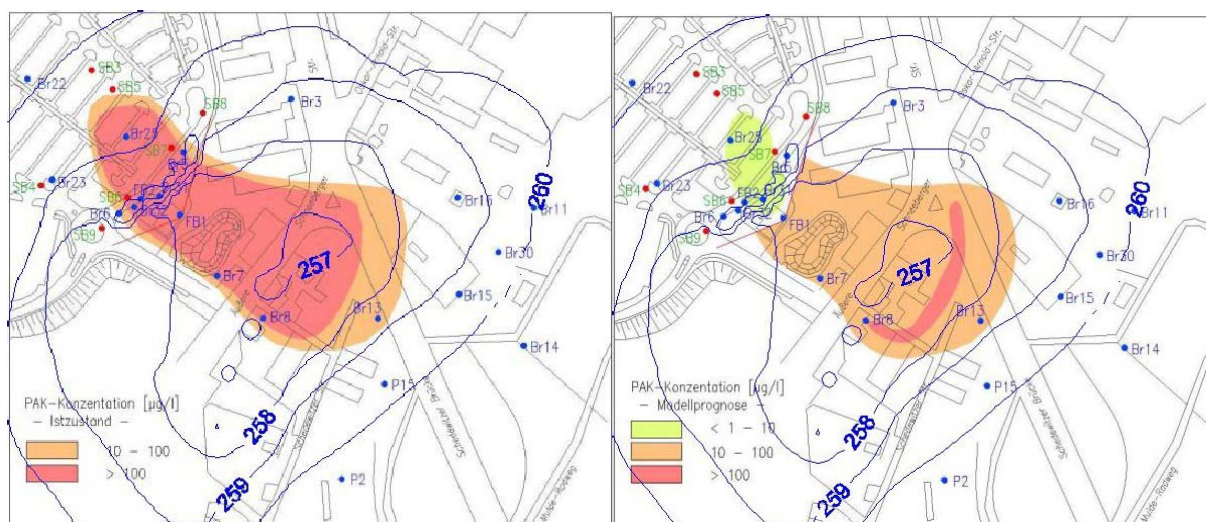


Abbildung 10: Räumliche Verteilung der PAK-Konzentrationen im Jahre 1999 (Startzustand - links) und im Jahre 2016 (Modell-Prognose - rechts) mit Darstellung der sich aus den Sanierungsbrunnen und der defekten Kanalisation ergebenden lokalen Hydroisohypsen mit Grundwassertiefenpunkten

Gefährdungsabschätzung

Die Schadstoffemission einzelner Altlasten bzw. Verdachtsflächen konnte auf Grund zeitlich veränderlicher Schadstoffnachlieferung seit 1990/91 (vor allem verursacht durch weit- und tiefreichende Baumaßnahmen) nicht abschließend prognostiziert und ihre anteilige Immissionswirkung auf betriebene Brauchwasserbrunnen nur teilweise ermittelt und bewertet werden.

Zunächst kann festgestellt werden, dass für genutztes (bewirtschaftetes) Grundwasser – im oberen Grundwasserleiter - keine Gefahren zu besorgen sind, die von Altlasten und Verdachtsflächen im nachweislichen Einzugsbereich der wiederholt gemessenen Grundwassersenkungen ausgehen. Das bedeutet, dass Betreiber von Brauchwasserbrunnen (Kleingartenanlagen, Autowaschanlagen, Grundwasserhaltungen bei Bauvorhaben usw.) ohne Bedenken das Grundwasser benutzen können, solange sie weit genug außerhalb der Grundwassersenkungen liegen sowie durch die Entnahme das bestehende hydraulische System nicht nachteilig gestört wird und solange auch andere Kontaminationsquellen keine Gefahr verursachen.

Eine Sanierung der Grundwasserschäden innerhalb derartiger „Grundwassertrichter“ ist nicht unverzüglich notwendig, wenn nicht andere, z.B. stadtplanerische/städtebauliche Umstände das verlangen, da die Schadstofffahnen zu den Zentren bzw. Linien der Grundwassersenkungen strömen. Hauptsächliche Verursacher für die Grundwassersenkungen sind defekte Abwassersysteme. Damit funktioniert das Abwassersystem in Zwickau nach wie vor bereichsweise als „Wasserreinigungsanlage“ (unter Beachtung des anteiligen selbsttätigen Schadstoffabbaus im Kanalisationssystem und der Abwasserreinigung in der Kläranlage Crossen).

In jedem Falle sind jedoch die Ursachen für die Grundwassersenkungen aufzuklären. Wenn wassertechnische Einrichtungen (Abwassersysteme, „alte“ Drainagen etc.) die Ursache für Grundwassertrichter sind, ist der „Verbleib“ des Grundwasserschadens bzw. des kontaminierten Grundwassers meist relativ leicht zu klären und in der Kläranlage bzw. im Abwassernetz zu berücksichtigen. Bei „natürlichen“ Abflußbahnen des kontaminierten Grundwassers droht die Gefahr des Wiederauftauchens des Grundwasserschadens an anderer Stelle (z.B. an nahe gelegenen Entlastungsstellen des Grubenwasseranstiegs in Schedewitz).

Während alle vorangegangenen Vergleiche der Grundwasserkontaminationen im MOST-Gebiet zwischen z.T. nur eingeschränkt vergleichbaren Probenahme- und Messergebnissen möglich waren, existierten bei der komplexen Auswertung 1999 zwei unmittelbar vergleichbare Probenahme- und Analysenkampagnen. Die Gegenüberstellung der Grundwasser-Analyseergebnisse vom Juni 1997 und vom Dezember 1998 führte u.a. zu folgendem Kenntniszuwachs:

- die LHKW-Belastungen hatten Ende 1998 die prognostizierten größeren Ausdehnungen im nördlichen Drittel des MOST-Gebiets ungefähr erreicht, während die Quellstärken z.T. sanken (siehe Abbildung 8)
- die PAK-Belastungen im Stadtzentrum waren in vermutlich größerem Umfang neu aufgetreten. Eine ähnliche Verlagerung der PAK-kontaminierten Grundwasserbereiche zeichnete sich in Schedewitz ab: nordwestlich der Kokerei war die Belastung vermindert, während sie im Osten inzwischen bis zur Zwickauer Mulde reichte³; in

³ siehe Abbildung 7; das Areal liegt zwischen dem Schwanenteich bzw. Planitzbach und der Zwickauer Mulde, im südlichen Drittel des MOST-Gebietes

der Bockwaer Senke im Süden des MOST-Gebietes zeigten die artesisch überlaufenden (Grubenwasser-)Messstellen nach wie vor keine beachtenswerte PAK-Belastung an, während die Messstellen in der Umgebung der Industriellen Absetzanlage (Kohleschlammteiche) 1998 deutliche PAK-Werte aufwiesen.

Empfehlungen zu Folgemaßnahmen

Gefährdungsabschätzungen für Einzelstandorte sind aus der komplexen Betrachtung nicht detailliert ableitbar, dies war auch nicht das Ziel der Arbeiten. Vielmehr wurden aus der komplexen Auswertung und Gefährdungsabschätzung Empfehlungen zum Schutzgut Grundwasser abgeleitet, die in einen Maßnahmenkatalog münden. Wesentliche Punkte dabei sind:

- Weiterführung des Grundwassermonitorings
- Ermittlung des Schadstoffeintrags aus bedeutenden Altlasten der Kohleveredelung in (Oberflächen-)Gewässer (Entlastung kontaminierter Wässer in die Zwickauer Mulde)
- Fortschreibung des geohydraulischen Modells: Um realitätsnahe Prognoserechnungen in allen Grundwasserleitern (Quartär und Rotliegend) durchführen zu können, ist das Modell kontinuierlich dem aktuellen hydrogeo-logischen Kenntnisstand anzupassen. Da lokale Parameteränderungen (z. B. Änderung der Schichtmächtigkeiten, Durchlässigkeitsänderungen etc.) eine Änderung des Strömungsfeldes mit sich bringen, sollte die Aktualisierung des Modells durch Modellexperten erfolgen.
- Zur Kalibrierung stellten die 1999 durchgeführten Grundwasserzuflussmessungen im Abwasserleitungssystem im Stadtzentrum (Abwasserpumpwerk Silberhof) ein Schlüsselglied bei der Frage nach relevanten, hydraulisch aktiven Störungszonen im Stadtzentrum dar. Es sind zur Verifizierung des Modellansatzes jedoch reproduzierbare Messungen notwendig.

Literaturverzeichnis

- /1/ Materialien zur Altlastenbehandlung 01/97: „Rahmenkonzeption und Stand der Altlastenbehandlung im Freistaat Sachsen“, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- /2/ Richtlinie zur Bearbeitung von Altlastenmodellstandorten im Freistaat Sachsen vom 29.06.2000, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- /3/ Materialien zur Altlastenbehandlung 02/95: „Empfehlungen zur Handhabung von Prüf- und Maßnahmewerten für die Gefährdungsabschätzung von Altlasten in Sachsen, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- /4/ Besser, H.U.: „Altlastenmodellstandort (MOST) Zwickau (1991 – 2000)“ unveröffentlichter Abschlussbericht; HGN Hydrogeologie GmbH - Niederlassung Dresden, Stadtverwaltung Zwickau