

2 Das Untersuchungsgebiet: die Region Bitterfeld-Wolfen

2.1 Lage und Landschaftsgliederung

Der Landkreis Bitterfeld liegt im Regierungsbezirk Dessau, im Südosten des Landes Sachsen-Anhalt und lässt sich dreiteilen: Im Westen befinden sich Lößfilde mit intensiver Landwirtschaft, in der Mitte ein stark industrialisierter Bereich mit Bergbau, Chemieindustrie und Besiedlung sowie im Norden und Osten Heiden mit Forstwirtschaft und naturnahen Räumen. Der zentrale Teil mit den Städten Bitterfeld und Wolfen ist Untersuchungsgebiet dieser Arbeit (Abbildung 2.1). Es wird im Osten durch den Verlauf der Mulde und den Tagebau Goitzsche begrenzt. Im Süden endet es in etwa an der B 100 auf Höhe der Ortschaft Roitzsch und im Westen an der A 9. Am nördlichen Rand liegen die Ortschaften Thurland und Raguhn. Insgesamt umfasst das Untersuchungsgebiet ca. 160 km².

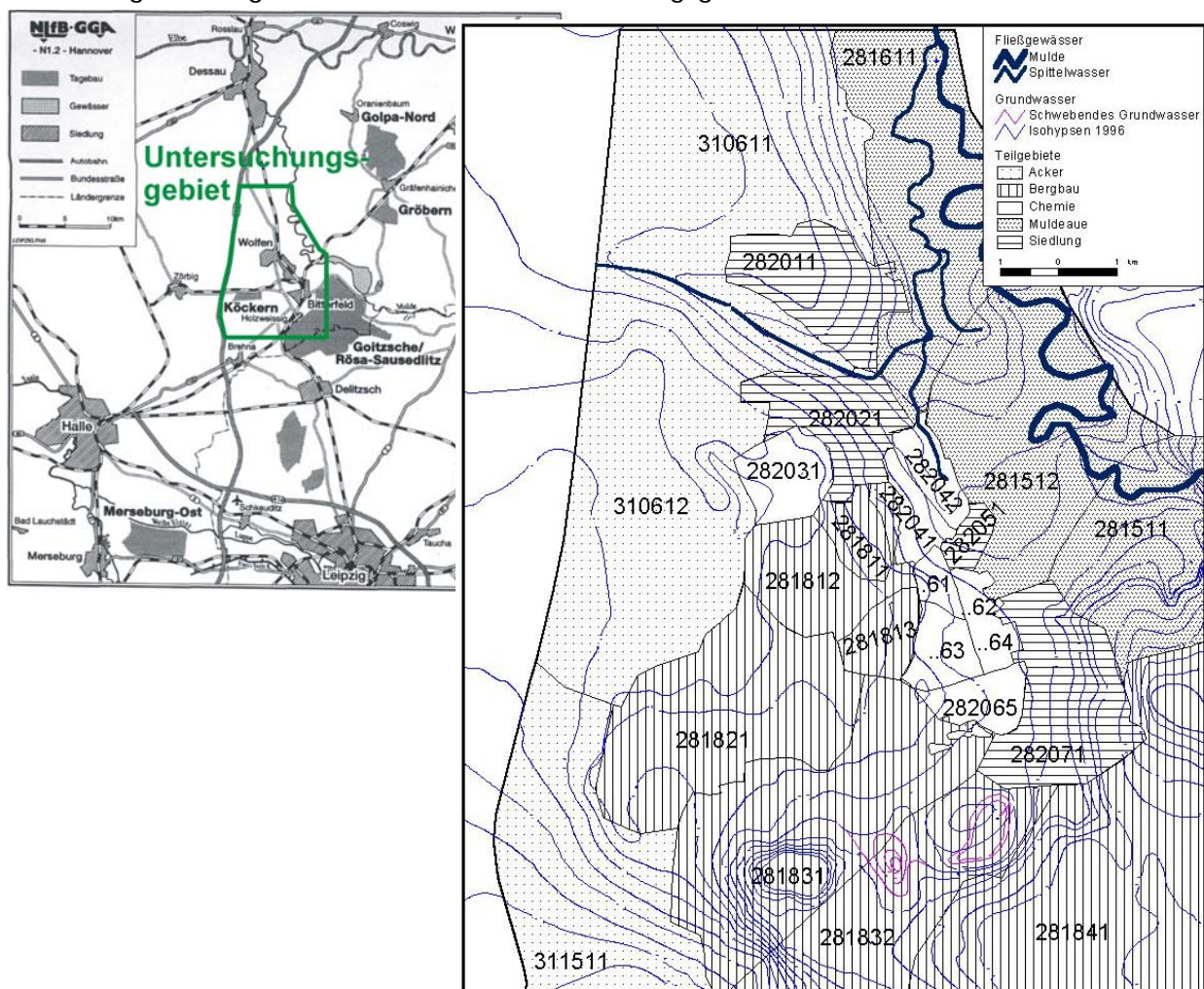


Abbildung 2.1: Lage und Landschaftsgliederung des Untersuchungsgebietes sowie die Grundwassergleichen im Herbst 1996 nach Angaben der GFE (1996). Die Nummerierung der Teilgebiete ist in Tabelle 2.1 erklärt.

Tabelle 2.1: Landschaftseinheiten nach Krönert (1997) und Teilgebiete im Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 2.1).

Landschaftseinheit	Teilgebiet	Nr.	Besonderheiten/Nutzung
Bitterfelder Muldental (2815)	Muldental Greppin-Muldenstein-Bitterfeld	281512	Abstrom Chemie
	Altes Muldental	281521	Verlegung der Mulde ¹
Jessnitz-Dessauer Muldental (2816)	Muldental Jessnitz-Raguhn	281611	Abstrom Chemie
Bitterfelder Bergbaugebiet (2818)	Grube Johannes	281811	Deponie
	Gruben Hermine und Karl Ferdinand	281812	Deponie
	Gruben Louise, Antonie und Marie	281813	(HCH-)Deponie
	Tagebaue zwischen Sandersdorf, Ramsin und Zscherndorf	281821	Deponie
	Tagebaue Deutsche Grube und Auguste (Freiheit III)	281831	Sondermülldeponie
	Tagebau Auguste Südfeld (Freiheit IV)	281832	Deponie
	Tagebaue Holzweißig und Goitsche	281841	Rekultivierung/Erholung
Stadtlandschaft Bitterfeld-Wolfen (2820)	Wolfen-Nord, Jessnitz, Bobbau	282011	Siedlung
	Wolfen	282021	Siedlung, Abstrom Chemie
	Wolfen Filmfabrik	282031	Gewerbe und Industrie
	CAG-Werksteil Wolfen-West (Farbenfabrik) ² , Grube Greppin	282041	Gewerbe und Industrie, Deponie
	CAG-Werksteil Wolfen-Ost (Farbenfabrik) ²	282042	Gewerbe und Industrie
	Greppin	282051	Siedlung, Abstrom Chemie
	CAG-Werksteil Bitterfeld Nord ²	282061	Gewerbe und Industrie
	CAG-Werksteil Bitterfeld Nordost ²	282062	Gewerbe und Industrie
	CAG-Werksteil Bitterfeld Mitte-West ²	282063	Gewerbe und Industrie
	CAG-Werksteil Bitterfeld Mitte-Ost ²	282064	Gewerbe und Industrie
	CAG-Werksteil Bitterfeld Süd ²	282065	Gewerbe und Industrie
	Bitterfeld	282071	Siedlung, Abstrom Chemie
Quellendorf-Thalheimer Ackerland (3106)	Thurländer Ackerfläche	310611	Landwirtschaft, Anstrom
	Thalheimer Ackerfläche	310612	Landwirtschaft, Anstrom
Halle-Brehnaer Ackerland (3115)	Zörbiger Lößacker Hochfläche und Brehnaer Ackerfläche	311511	Landwirtschaft, Anstrom

¹ Aufgrund einer Erweiterung des Tagebaus Goitsche wurde 1975 die Mulde so verlegt, dass der neue Flusslauf das Restloch des Tagebaus Muldenstein flutete. Dadurch entstand der Muldestausee. Die alte Muldeau verlor damit ihre ökologische Funktion.

² CAG: Chemie AG Bitterfeld-Wolfen.

Krönert (1997) hat für den Landkreis Bitterfeld Landschaftseinheiten ausgewiesen, die für das Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung der vorherrschenden Landnutzung und der Grundwasserströmung in kleinere Teilgebiete unterteilt wurden (Abbildung 2.1, Tabelle 2.1). Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes befinden sich ausgeräumte Agrarlandschaften. Der östliche Teil untergliedert sich in (Krönert, 1997, Abbildung 2.1, Tabelle 2.1):

- die Stadtlandschaft Bitterfeld-Wolfen mit Bitterfeld, Wolfen sowie den Industriegebieten der Chemie AG Bitterfeld-Wolfen (CAG) und der ehemaligen Filmfabrik Wolfen,
- die Auellandschaft des Jessnitz-Dessauer Muldentals,
- die Bergbaufolgelandschaft Bitterfelder Muldental und
- das Bitterfelder Bergbaugebiet.

Bevor auf die Entwicklung und Verknüpfung von Bergbau und Chemieindustrie und deren Umweltauswirkungen eingegangen wird, werden die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse erläutert.

2.2 Geologie und Hydrogeologie

Der prätertiäre Untergrund in Mitteldeutschland ist aus Bruchschollen aufgebaut, deren Heraushebung während der saxonischen Tektogenese in der Kreide vor etwa 80-100 Mio. Jahren stattfand (Knoth et al., 1998). Die Bruchstörungen verlaufen vorherrschend in NW-SE-Richtung. Die prätertiäre Basis des Bitterfelder Raumes gehört zur Halle-Wittenberger Scholle (Knoth & Schwab, 1972). Sie ist im Südwesten an der Halleschen Störung und im Nordosten am Wittenberger Abbruch, der den Rand zur Norddeutschen Senke bildet, herausgehoben. Durch die Köthen-Bitterfelder Störungszone wird sie in eine südwestliche Teilscholle, die Hallesche Mulde, und eine nordöstliche, die Südanhaltinische Mulde, geteilt (Jordan & Weder, 1995).

Die Scholle besteht aus mehreren tausend Meter mächtigen Gesteinen des Karbons und Perms. In eine Folge von Sedimentgesteinen (Sandsteinen, Konglomeraten, Grauwacken, Tonschiefern und Schluffsteinen) intrudierten im Rotliegenden über 1000 m mächtige Porphyre und Tuffe (Altermann & Ruske, 1997). Da das Untersuchungsgebiet während der saxonischen Tektogenese Abtragungsgebiet war, fehlen die mesozoischen Schichtfolgen der Trias, des Jura und der Kreide. Die paläozoischen Gesteine wurden zum Teil erodiert, zum Teil verwitterten sie zu einer kaolinreichen Deckschicht, die einen guten Grundwasserstauer darstellt (Knoth et al., 1998). Mit Ausnahme einiger oberflächennaher Inseln im Muldental befindet sich die Oberfläche des Prätertiärs in etwa 80-100 m Tiefe (Krapp & Ruske, 1992).

Tertiär

Auf der Halle-Wittenberger-Scholle beginnen die tertiären Ablagerungen im Eozän und reichen bis in das tiefere Miozän. Insgesamt ist die Sedimentfolge durch die Randlage zur Norddeutschen Senke und durch den Wechsel von Trans-/Regressionen, also einen Wechsel von marinen und festländischen Verhältnissen, gekennzeichnet. Durch folgenden Ablagerungszyklus alternieren gut wasserleitende mit schlecht oder wenig wasserleitenden Schichten: Bei Transgressionen sedimentierten zunächst Kiese und Sande. Die Ablagerungen werden zum Hangenden feinkörniger; die Schichtfolge schließt mit Tonen ab. Bei Regression entwickelten sich unter subtropischem Klima ausgedehnte Sumpfmoores, aus denen z.T. ausgedehnte Braunkohlenflöze hervorgingen (Walter, 1992).

Im Oberen Eozän wurden unter brackisch-ästuarischen bis kontinentalen Bedingungen die Gölzauer Schichten abgelagert. Sie bestehen aus Tonen, Schluffen, fluviatilen Sanden sowie kohligten Bildungen und füllen vor allem die Senken der alten (prätertiären) Landoberfläche. Über dem untersten Flözhorizont, Flöz Bruckdorf, sind gut wasserleitende Sandschichten anzutreffen, die 15-20 m mächtig sind. Diese Eozänen Sande bilden das Grundwasserstockwerk GWL800, das z.T. salzwasserführend (Jordan & Weder, 1995) und gespannt ist (Braun & Krapp, 1992). Abgeschlossen wird es von einem zweiten Flöz, dem Flöz Gröbers, dessen Mächtigkeit zwischen 1-8 m schwankt. Es ist im Untersuchungsgebiet nicht überall zu finden (Krapp & Ruske, 1992).

Diskordant liegen die Rupelbasissande und darauf die Rupel- oder Septarientone mit einer Mächtigkeit von 10-25 m auf. Diese Schichten sedimentierten während der Rupeltransgression, die bis ins Mittlere Oligozän anhielt. Sie sind im Untersuchungsgebiet in einer Tiefe von 50-60 m anzutreffen (Abbildung 2.2). Die Tone bilden einen wichtigen flächendeckenden Grundwasser-Nichtleiter mit sehr geringer Durchlässigkeit von $k_f < 10^{-10}$ m/s (Krapp & Ruske, 1992). Daher werden für umweltrelevante Fragestellungen tieferliegende Grundwasserleiter, wie der GWL800, nicht betrachtet.

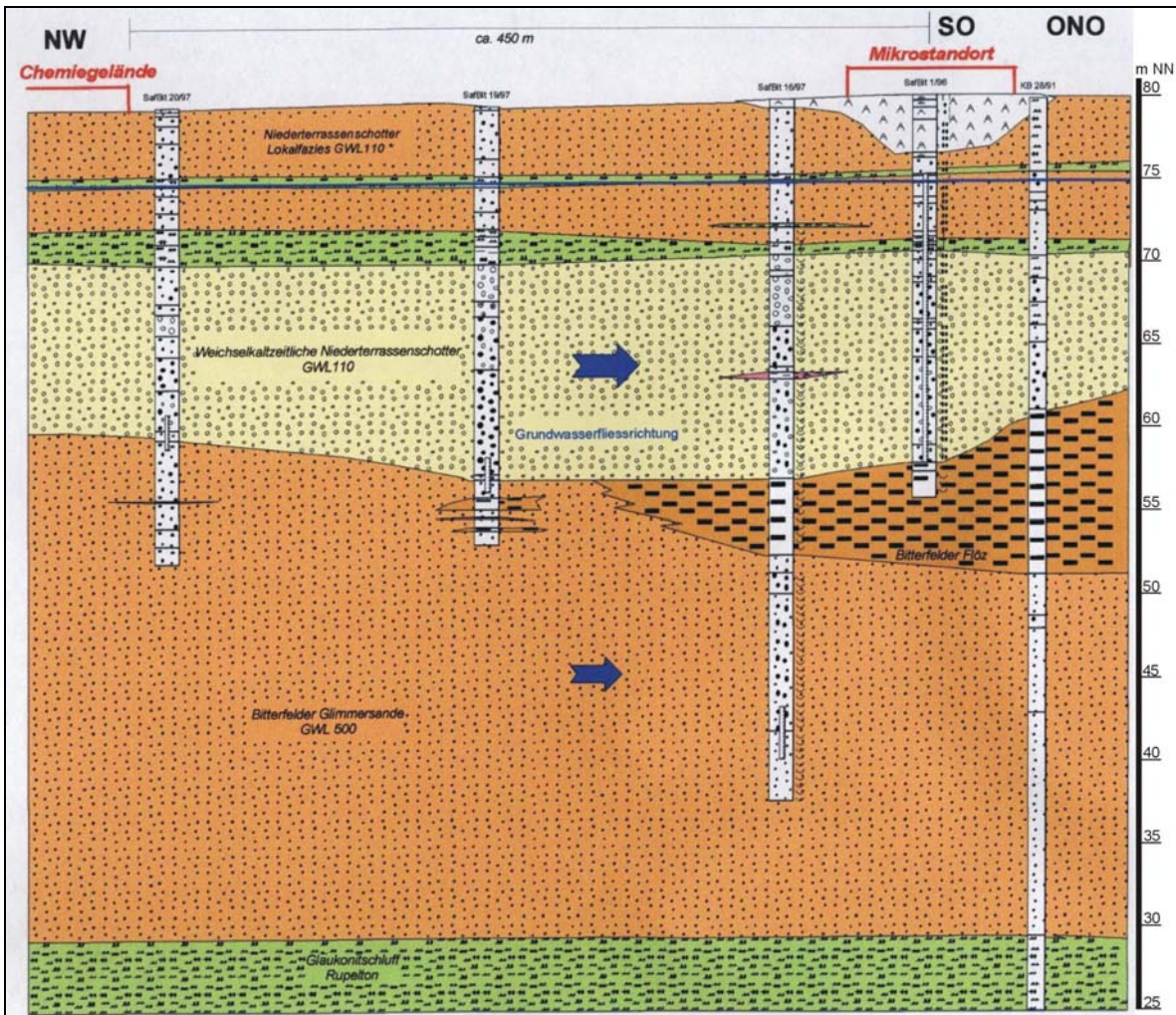


Abbildung 2.2: Geologischer Übersichtsschnitt in Bitterfeld (aus: Ruske et al., 1999).

An die konkordant aufliegenden Glaukonitsande und -schluffe des Oberen Oligozäns schließen die Bitterfelder Glimmersande an, die in einer Tiefe von 20-40 m relativ homogen auftreten und 20-30 m mächtig sein können (Abbildung 2.2). Sie sedimentierten im Oberen Oligozän und im Miozän, als die zunehmende Regression zu einer Flachwasserfazies mit schluffigen glimmerführenden Feinsanden führte. Die Glimmersande bilden den wichtigsten Grundwasserleiter des Tertiärs (GWL500). Die k_f -Werte der Fein- und Mittelsande schwanken zwischen ca. 10^{-5} bis $5 \cdot 10^{-4}$ m/s (Krapp & Ruske, 1992).

Im Miozän folgt der Bitterfelder Flözhorizont, der aus zwei Braunkohlenbänken, in die tonige Schichten eingeschaltet sind, besteht. Die Braunkohlenflöze sind mit bis zu 10 m Mächtigkeit vergleichsweise geringmächtig, aber annähernd gleich ausgebildet. Der Bitterfelder Decktonkomplex schließt das Tertiärprofil im Hangenden ab. Zusammen mit dem Bitterfelder Braunkohlenkomplex stellte er ursprünglich einen ausgedehnten Grundwassergeringleiter dar. Pliozäne Ablagerungen wurden im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen.

Quartär

Über den tertiären Ablagerungen sind verschiedene quartäre Sedimente zu finden. Im Pleistozän wechselten Warmzeiten mit warmgemäßigem Klima und Kaltzeiten mit arktischem Klima. Im nord- und mitteldeutschen Raum unterscheidet man das Elster-, Saale- und Weichselglazial, die vom Holstein- und Eeminterglazial unterbrochen wurden. Während der Kaltzeiten drangen mächtige Inlandeis Massen aus Skandinavien nach Süden vor. Die ver-

stärkte Abkühlung und der Wechsel von Akkumulation und Erosion führten zu einer terrassenförmigen Aufschotterung durch die Flüsse. Die älteste, noch vorhandene Terrasse im Raum Bitterfeld ist die untere frühpleistozäne Saaleterrasse bzw. die Frühelsterterrasse der Saale. Sie ist unter jüngerer Bedeckung weit verbreitet (Knoth, 1995).

Das Untersuchungsgebiet war sowohl im Elsterglazial als auch im Saaleglazial (Drenthe-Stadial mit Zeitzer und Leipziger Phase) zweimal vom Eis bedeckt. Dabei wurden Geschiebemergel der Grundmoränen und Sande abgelagert. Die Geschiebemergel sind vor allem im Süden und Osten des Landkreises Bitterfeld zu finden. Die Sande sind in die Geschiebemergel eingeschaltet oder überdecken sie. In der Regel sind die Elster-Grundmoränen 10-20 m mächtig. Rinnenförmige Strukturen, die mit Moränenmaterial gefüllt sind, erreichen jedoch Mächtigkeiten von 50-70 m (Knoth, 1995); sie durchschneiden die Braunkohlenflöze und Glimmersande, so dass hydraulischer Kontakt zwischen tertiären und quartären Grundwasserstockwerken besteht, der durch den Braunkohlentagebau noch verbessert wurde (s. Kapitel 2.3.2). Die Elster-Grundmoränen zeichnen sich durch einen hohen Anteil an aufgearbeiteten tertiären Sedimenten und älteren Flussschottern aus. Die Anteile an Quarz und Kohlepartikeln sind daher oft erhöht (Knoth, 1995).

Aus der Holstein-Warmzeit sind limnische Ablagerungen bekannt. Wichtiger ist jedoch die Aufschotterung der Mittel- oder Hauptterrassen, die vermutlich in drei Phasen verlief (Knoth, 1995):

- in der Elster-Kaltzeit bis zur frühen Holstein-Warmzeit,
- in der Fuhne-Kaltphase und
- in der Dömnitz-Warmzeit bis zur frühen Saale-Kaltzeit.

Die Hauptterrassen begleiten die Flussläufe der Saale, Mulde und Elster. Weiße Elster und Mulde waren nördlich von Leipzig und bei Bitterfeld vereint, so dass westlich der heutigen Mulde diese Terrasse flächendeckend auftritt. Ihre Akkumulation endete, als das Inlandeis der Saale-Kaltzeit vorstieß. Die Schotter der Mulde enthalten Gerölle von Graniten, Granuliten und nordwestsächsischen Vulkaniten. Die Grundmoränen der Saale-Kaltzeit sind etwa 5-10 m mächtig. Sie unterscheiden sich in der Korngrößenzusammensetzung nur wenig von den elsterzeitlichen Geschiebemergeln, haben jedoch einen höheren Kalkgehalt (Knoth, 1995).

Im Warthe-Stadial des Saaleglazials sowie im Weichselglazial drangen die Inlandgletscher nicht in das Untersuchungsgebiet vor. Daher wirkten periglaziale Frostwechselprozesse, die das vorhandene Material überformten oder umlagerten. Außerdem wurden äolische Sedimente abgelagert: 0,05-3 m Geschiebedecksand, Löß und vor allem Sandlöß bedecken alle Flächen außerhalb der Flusstäler (Krapp & Ruske, 1992). In den Flusstälern setzte zu Beginn der Weichsel-Kaltzeit eine Tiefenerosion ein, der die Akkumulation der Niederterrassenschotter folgte. Die Niederterrasse der Mulde ist im Durchschnitt ca. 8 m mächtig; lokal werden jedoch 12 m erreicht. Sie besteht überwiegend aus groben Schottern und Kiesen (Knoth, 1995).

Im postglazialen Holozän fanden erodierende Prozesse in den Flussniederungen statt. So sind die jüngeren Flusskiese der Mulde, die das heutige Tal der Mulde ausfüllen, sowie begleitende oberflächennahe Talsande fluvialen, holozänen Ursprungs. Des Weiteren sedimentierten bei Überflutungen sandige Schluffe und organisch durchsetzte Tone. In den heutigen Auen sind 1-2 m mächtige Auenlehme und -sande die jüngsten Ablagerungen (Knoth, 1995). Auf den weichselzeitlichen Decksedimenten bildeten sich folgende Bodenregionen

(Meyer & Krönert, 1998): schwarzerdebestimmte Lößlandschaften, sandbeeinflusste Landschaften auf den Geschiebedecksanden, Sandlößlandschaften und Auelandschaften.

Grundwasserführend sind die jüngeren Flussschotter der Mulde sowie die Sande und Kiese der Saale- und Elster-Kaltzeit. Als Grundwassergeringleiter fungiert der saalezeitliche Geschiebemergel. Allerdings sind die gut durchlässigen Schichten großräumig hydraulisch miteinander verbunden, so dass sie als einheitliches quartäres Grundwasserstockwerk (GWL100) betrachtet werden können; es ist etwa 15 m mächtig (Krapp & Ruske, 1992). In der Flussniederung der Mulde wird der Grundwasserleiter z.T. von Auelehmen überdeckt, so dass gespannte Verhältnisse auftreten können. Die k_f -Werte der pleistozänen Sande und Kiese liegen bei ca. 10^{-3} m/s (Krapp & Ruske, 1992). Durch den zyklischen Wechsel der Sedimentationsbedingungen sind die Terrassenschotter jedoch horizontal gegliedert, was zu wechselnder Korngrößenzusammensetzung und damit zu unterschiedlichen Durchlässigkeiten führt (Ruske et al., 1997).

Entwässerungssysteme

Hydrographisch gehört das Untersuchungsgebiet zum Einzugsgebiet der Elbe. Es wird durch die Mulde, die bei Dessau in die Elbe mündet, und ihre Nebenflüsse, Fuhne, Leine und Lober, entwässert. Ursprünglich strömte das Grundwasser aus dem quartären Grundwasserleiter diesen Vorflutern weitflächig unter einem Gefälle von ca. 1 ‰ mit einer Fließgeschwindigkeit von etwa 0.5 m/d in NE-Richtung zu (Braun & Krapp, 1992). Dieses recht einfache Bild wurde jedoch durch Grundwasserhebungsmaßnahmen stark verändert (vgl. Abbildung 2.1, Kapitel 2.3.2).

2.3 Entwicklung und Umweltfolgewirkungen von Bergbau und Chemieindustrie

Die Miozänen Braunkohlenflöze wurden in Bitterfeld seit Mitte des 19. Jahrhunderts abgebaut und waren entscheidend für die Ansiedlung chemischer Industrie am Ende des 19. Jahrhunderts, die sich in den folgenden Jahrzehnten zur Großindustrie entwickelte. Die jahrzehntelangen bergbaulichen und industriellen Aktivitäten hinterließen in Bitterfeld-Wolfen schwerwiegende Veränderungen und Belastungen des Landschaftshaushaltes:

- Der Abbau von Braunkohlenflözen und die Verkippung von Abraum und Abfällen haben die gewachsenen geologischen Verhältnisse stark verändert.
- Stoffemissionen aus den Betrieben und Deponien verunreinigten Luft, Boden, Oberflächengewässer und Grundwasser gravierend und großräumig. Im Landkreis Bitterfeld waren 1991 199 Altstandorte und 132 Altablagerungen erfasst, wobei 23 Altablagerungen ein hohes Gefährdungspotential aufwiesen (TÜV Rheinland, 1992).
- Die Sumpfungmaßnahmen in den Tagebauen beeinflussten die Grundwasserströmung und damit auch die Ausbreitung von Schadstoffen.

Aufgrund der desolaten Umweltsituation wurden Anfang der 1990er Jahre zahlreiche Maßnahmen zur kurzfristigen Gefahrenabwehr sowie zur längerfristigen Regeneration und zur Überwindung des unzureichenden Kenntnisstandes ergriffen (Dühr, 1999; Lindemann, 2000). Zu den zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen, die neben umweltmedizinischen Aspekten vor allem die Erkundung und Sanierung der Boden- und Grundwasserkontaminationen beinhalteten, gehören:

- das Sofortprogramm Bitterfeld (Thielebeule, 1991),
- das Ökologische Sanierungs- und Entwicklungskonzept Leipzig/Bitterfeld/Halle/Merseburg (TÜV Rheinland, 1992),
- das Nationale Sonderprogramm Bitterfeld - Halle - Merseburg (MUN, 1994)
- die Ökologischen Großprojekte Chemie AG Bitterfeld-Wolfen und Filmfabrik Wolfen (Lindemann, 2000) und
- Sanierungsforschung in regional kontaminierten Aquiferen (Weiß et al., 1997, 1999).

Im Folgenden wird auf die wichtigsten industriellen Entwicklungen und deren Umweltfolgen eingegangen.

2.3.1 Entwicklung des Braunkohlenbergbaus

Versuche, Braunkohle zu fördern, begannen in Bitterfeld Anfang des 19. Jahrhunderts, waren jedoch erst ab 1839 erfolgreich, nachdem Dampfmaschinen und Pumpen zur Hebung des Grundwassers eingesetzt wurden (Liehmann, 1993). In den folgenden Jahren entstanden weitere Braunkohlengruben um Bitterfeld, Greppin, Holzweißig, Muldenstein, Sandersdorf, Thalheim, Wolfen und Zscherndorf. Aufschluss, Ende und Folgenutzung der Gruben und späteren Tagebaue sind im Anhang A 2.1 zusammengestellt. Sie gehörten zum Bitterfelder Revier, das sich über Bitterfeld und Gräfenhainichen, im Süden bis nach Delitzsch und Brehna, im Norden bis nach Köthen und Wittenberg erstreckte (Liehmann, 1996). Die Hauptlagerungen des Reviers lagen zwischen Wolfen, Brehna und Delitzsch. Abgebaut wurde das Miozäne Bitterfelder Braunkohlenflöz (s.o.). Die Jahresförderung an Braunkohle ist in Abbildung 2.3 dargestellt.

Der hohe Wassergehalt und damit schlechte Heizwert der Bitterfelder Kohle war ein Wettbewerbsnachteil, der durch das Braunkohlenbrikett kompensiert wurde. Die ersten Brikettfabriken entstanden 1872 an der Deutschen Grube sowie an den Gruben Antonie und Louise. 1908 folgte die Holzweißiger Brikettfabrik der Grube Leopold (Liehmann, 1993).

Bei der Braunkohlenförderung fielen die Bitterfelder Decktone als Abraum an. Diese hochwertigen Tone waren Basis für Ziegeleien und Tonwarenfabriken, die vor allem Tonröhren herstellten, welche in der Kanalisation und später in der chemischen Industrie eingesetzt wurden (Liehmann, 1993). Neben den Brikettfabriken und der Keramikindustrie entwickelte sich als dritter Zweig die Eisen- und Stahlindustrie.

Ab 1890 war eine Rezession unter den drei genannten Industriezweigen zu verzeichnen. Demgegenüber erblühte die chemische Industrie, weil Seifen, Papier, Farben und Textilien sehr gefragt waren. Neben zahlreichen Teerfarbenfabriken entstanden Fabriken, die Grundchemikalien wie Soda oder Schwefelsäure herstellten. Viele Produktionstechniken waren energieintensiv und nur in Großanlagen rentabel, so dass Standorte mit einer billigen Energiequelle gesucht wurden. Mit der Ansiedlung der Chemiebetriebe 1893 stieg die Braunkohlenförderung im Bitterfelder Revier stetig an (Abbildung 2.3). Die chemischen Werke vereinbarten bei ihrer Niederlassung Kohlenlieferungen mit den ansässigen Braunkohlenwerken. Die Verträge schrieben z.T. bereits den Versturz von Aschen und Produktionsrückständen in die Kohlengruben fest (Hentzsch, 1996), wodurch vermutlich bereits Schadstoffe ins Grundwasser gelangten. Später gingen die Betriebe dazu über, sich eine eigene Rohstoffbasis zu schaffen. Nach der Fusion zur IG Farben (s.u.) entwickelte sich dieser Konzern in den zwanziger Jahren zum zweitgrößten Kohlenproduzenten in Deutschland. Die Großchemie besaß Ende der 1920er Jahre 90 % der Bitterfelder Lagerstätten. Der große Bedarf an Braunkohle erforderte immer bessere Abbautechniken: 1928/1933 setzte die Großraumförderung in den Gruben ein (Liehmann, 1993).

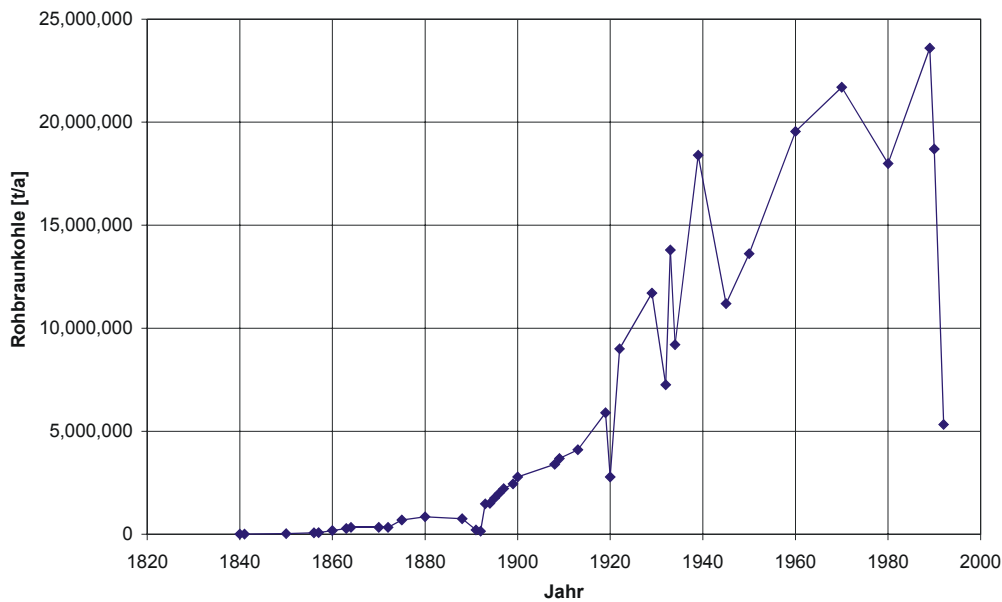


Abbildung 2.3: Braunkohlenförderung im Bitterfelder Revier (zusammengestellt aus: Liehmann, 1993, 1996; Bitterfelder Bergleute e.V., 1998).

Die Braunkohle war die wichtigste Energiequelle für die Chemiebetriebe und wurde überwiegend in Kraftwerken verfeuert. Die hohen Aschemengen wurden in ausgekohlte Gruben eingebracht. Die Asche vom Kraftwerk Süd wurde in die Gruben Luise und Marie sowie von 1955 bis 1990 in die Grube Freiheit IV gespült. Für das Kraftwerk der Filmfabrik wurde die Grube Hermine, für das Kraftwerk der Farbenfabrik die Grube Greppin (1918-1955) genutzt. Die Aschen haben ein hohes Sorptionsvermögen, was die Mobilität von organischen Schadstoffen verringert. Allerdings ist nichts über ihre Langzeitwirkung bekannt.

1948 wurden Tagebaue und Brikettfabriken in Braunkohlenwerken (BKW) und 1980 im VEB Braunkohlenkombinat Bitterfeld (BKK) zusammengefasst. Anfang der achtziger Jahre ging die Förderung im Bitterfelder Revier zurück, was auf den bevorzugten Ausbau des Lausitzer Reviers zurückzuführen ist. In den 80er Jahren erfolgte jedoch ein erneuter Ausbau der Tagebaue (z.B. Rösa) bzw. ein beschleunigter Abbau von Feldern (z.B. Köckern).

Nach der politischen Wende 1989 wurde die Braunkohlenförderung in Bitterfeld-Wolfen bis 1993 eingestellt. Daher mussten die bisherigen Landschaftsplanungen durch Planungen zur Sanierung der Bergbaufolgelandschaften ersetzt werden. Insgesamt wurde in den mitteldeutschen Tagebauen der Abbau seit 1989 von ca. 115 Mio. t/a auf ca. 16 Mio. t/a reduziert (Meinicke & Ebersbach, 1996). Dieser drastische Rückgang ist zum einen auf einen verminderten Energiebedarf durch den Zusammenbruch der Industrie zurückzuführen. Des Weiteren wurde die Braunkohle weitgehend durch Gas, Öl oder Steinkohle ersetzt: Aus einer Tonne Erdöl kann dieselbe Menge an Endprodukten produziert werden wie aus 20 t Braunkohle (Liehmann, 1998).

2.3.2 Einflüsse des Bergbaus auf die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse

Insgesamt sind 9 % der Fläche im gesamten Landkreis Bitterfeld durch den Bergbau beeinflusst (Villwock, 1997), im Untersuchungsgebiet mindestens ein Drittel der Fläche (vgl. Abbildung 2.1). Durch den Abbau der Braunkohlenflöze und die Verkippung des nicht nutzbaren Abraums ist das gewachsene geologische Profil (Kapitel 2.2) z.T. bis zu den Bitterfelder Glimmersanden gestört. Weiträumig fehlen heute die grundwasserstauenden Schichten des Miozän (Bitterfelder Flöz und Deckton). Aufgrund des engen hydraulischen Kon-

taktes werden die quartären Schichten, der umgelagerte Abraum (Kippen) und die Glimmersande in den Bergbaufolgelandschaften als zusammenhängender Aquifer betrachtet (Krapp & Ruske, 1992).

Typisch für das Bitterfelder Revier sind Zugbetriebstagebaue, in denen der Abraum mit Absetzern so verkippt wird, dass der größte Teil der Tagebauflächen wieder flaches Ackerland wird. In der Anlaufphase eines Tagebaus wird der Abraum in einen älteren Tagebau verkippt. Nach dem Auslaufen der Kohlenförderung wird das verbleibende Restloch durch aufsteigendes Grundwasser oder durch Flutung mit Fremdwasser zu einem Restsee, oder es wird mit Fremdmaterial verfüllt. Burchardt & Strobel (1992) unterscheiden drei Arten von Auffüllungen (Abbildung 2.4):

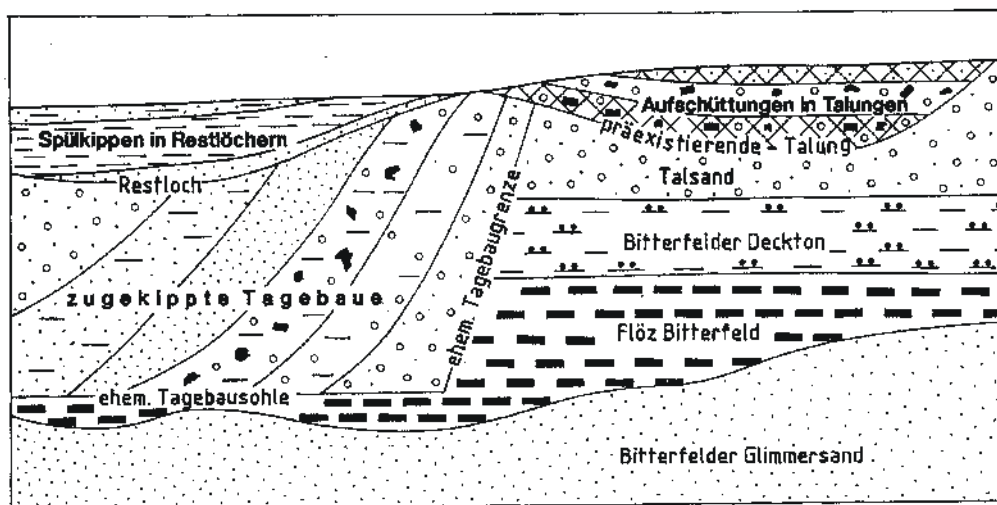


Abbildung 2.4: Formen anthropogener Umlagerung im Raum Bitterfeld (aus: Burchardt & Strobel, 1992).

1. Restlöcher wurden mit Abraum aus anderen Tagebauen, Asche und Bauschutt aufgefüllt. Die Schichten ändern ihre Zusammensetzung in horizontaler und vertikaler Richtung rasch, da die Abraummassen oft aus großen Höhen als Gleiskippen verkippt wurden.
2. Einige Tagebaurestlöcher wurden als Deponien oder Absetzbecken für flüssige und pastöse chemische Abfälle genutzt (vgl. Anhang A 2.1, Tabelle 2.8). Diese wurden auf Spülkippen zusammen mit Aschen eingespült und schwemmten so die Restlöcher zu. Zum Teil wurde vorher oder gleichzeitig quartäres Lockermaterial verkippt. Insbesondere ungesicherte Restlochdeponien (d.h. Deponien ohne Basisabdichtung) gefährden das Grundwasser stark. Solche Altablagerungen sind in Tabelle 2.8 mit der Priorität I gekennzeichnet.
3. Auch in nicht von Bergbau beeinflussten Gebieten sind Auffüllungen mit Sedimenten des Quartärs, Bauschutt, Asche und Schlacken zu finden. Diese lagenweise aufgeschütteten Schichten dienten größtenteils zur Planierung bei Bauvorhaben. Ihre vertikale Zusammensetzung ändert sich stark; ihre Mächtigkeiten sind gering (< 1 m bis maximal 5 m).

Die ursprünglichen Grundwasserverhältnisse wurden und werden z.T. noch immer durch Sumpfungmaßnahmen, d.h. Grundwasserentnahmen in den Tagebauen, und durch Flutungsmaßnahmen verändert. Durch die Grundwasserabsenkungen in den Tagebauen Köckern und Goitsche sowie durch die nach Norden abfließende Mulde, bildete sich westlich der Industriegebiete eine prägnante Grundwasserscheide mit geringem hydraulischen

Gefälle. Sie verlief von Wolfen in südwestlicher Richtung über Landsberg und Queis bis Schkeuditz (Peter et al., 1995).

Abbildung 2.1 zeigt die Grundwassergleichen von 1996. Deutlich erkennbar ist die Absenkung um den Tagebau Goitsche im Südosten. Im Süden sind Absenktrichter der Restlöcher Freiheit III und Freiheit IV zu sehen. Da 1996 der Tagebau Köckern bereits geflutet wurde, wird das Grundwasser hier nicht mehr stark abgesenkt. Auch die Grundwasserscheide tritt im Vergleich zu den Vorjahren nicht mehr auf. Die Flutungen der Tagebaue Köckern und Goitsche spiegeln sich also bereits im Isohypsenbild wider: Die ursprünglichen Fließverhältnisse in Richtung der Mulde stellen sich wieder ein.

In der Region gibt es zahlreiche Tagebaurestseen. Durch die Flutung des Tagebaus Goitsche entsteht bis 2002 eine Wasserfläche von 24 km². Insgesamt steigt die Wasserfläche im Landkreis Bitterfeld von etwa 15 km² auf über 40 km² (Villwock, 1997). Aus der erhöhten Evaporation können zusammen mit einer erhöhten Transpiration aufgrund der Vegetationsentwicklung niedrigere Grundwasserneubildungs- und Abflussraten sowie Einflüsse auf das Mikroklima resultieren. Das Untersuchungsgebiet liegt am Rande des mitteldeutschen Trockengebietes und erhält mittlere jährliche Niederschlagsmengen von nur etwa 580-620 mm, von denen etwa drei Viertel verdunsten und der Rest direkt oder als Grundwasserneubildung/Basisabfluss abfließt (Trefflich, 1997). Daher hinterlassen die Wasserentnahmen in den Tagebauen und die Flutungen der Restlöcher ein Wasserdefizit, das erst in Jahrzehnten wieder ausgeglichen werden kann.

2.3.3 Entwicklung und Produktion der chemischen Industrie

Die Ansiedlung von chemischer Industrie begann in Bitterfeld 1893 durch die Elektrochemischen Werke, Berlin und die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron (CFGE). Die Aktiengesellschaft für Anilinfarben zu Berlin (AGFA) errichtete 1895 die Greppiner Fabrik (später Farbenfabrik Wolfen oder Wolfen-Farben) und 1909 eine Filmfabrik in Wolfen. Die Produktionsbereiche der Betriebe sind Tabelle 2.2 zu entnehmen. Neben der verkehrsgünstigen Lage und der vergleichsweise preiswerten Braunkohle waren folgende Standortvorteile von Bedeutung (Kretschmer, 1993):

- die Nähe zu den Kalisalzlagerstätten im Bernburger und Staßfurter Revier,
- Tonrohstoffe (Bitterfelder Decktone),
- ausreichende Wasservorräte (Mulde, Pumpwasser der Tagebaue),
- günstige Möglichkeiten der Abwasserrückleitung und
- die Nutzung von Tagebaurestlöchern als Deponien,
- niedrige Bodenpreise und niedrige Lohnkosten (am Ende des 19. Jahrhunderts) sowie
- eine produktive Baustoffindustrie.

Neben den genannten Unternehmen siedelten sich weitere Betriebe an: die Farbenfabrik Hochstetter und Banse in Bitterfeld, die Chemische Fabrik Salzbergwerk Neustaßfurt und Teilnehmer bei Zscherndorf, die Maintalwerke mit den Fabrikationen von Chlorbenzol und Monochloressigsäure in Bitterfeld und die Chemischen Werke Zscherndorf GmbH bei Zscherndorf (Albrecht & Kretschmer, 1993). Diese Werke werden später kaum noch erwähnt, da kleine und spezialisierte Chemiebetriebe durch die rasche Entwicklung in der Forschung wieder vom Markt verdrängt wurden. Großbetriebe hingegen erweiterten ihre Produktion sowohl horizontal in der Angebotsbreite als auch vertikal durch Einbeziehung aller Schritte von den Grundchemikalien bis zu den Handelswaren (Abbildung 2.5). Auf diese Weise blieben in Deutschland innerhalb von 30 Jahren nur wenige große und kapitalkräftige Unternehmen übrig, aus denen 1925 der Großkonzern IG Farben hervorging. Darin über-

nahm die BASF die Firmenvermögen von BAYER, HOECHST, AGFA, Weiler-ter-Meer sowie der CFGE und änderte ihren Namen in Interessengemeinschaft Farbenindustrie Aktiengesellschaft (IG Farben) (Tammen, 1978).

Der Kern der **IG Farben** bestand aus den acht Werken Merseburg (Leuna), Oppau, Leverkusen, Ludwigshafen, Hoechst, Wolfen-Film, Bitterfeld und Wolfen-Farben. Durch Anteile an Aktiengesellschaften oder durch direkt abhängige Tochterunternehmen war die IG Farben an über 40 weiteren Betrieben im In- und Ausland beteiligt. In der IG Farben blieben die Firmennamen erhalten, aber die Werke wurden gemeinsam organisiert, Forschung und Produktion rationalisiert und konzentriert. Die Werke Bitterfeld und Wolfen-Farben wurden der Betriebsgemeinschaft (BG) Mitteldeutschland, Wolfen-Film der BG Berlin zugeteilt. Neben diesen regionalen Strukturen wurden vier Verkaufsgemeinschaften (VG) und drei produktionstechnische Sparten gegründet, in denen technisch verwandte Produktionen oder chemisch verwandte Produkte zusammengefasst wurden (Tammen, 1978).

Der wirtschaftliche Erfolg der chemischen Industrie hatte insbesondere in den beiden Weltkriegen große Bedeutung (vgl. Tammen, 1978; Schneckenburger, 1988; Martinetz, 1996). Im ersten Weltkrieg entwickelte und lieferte die Chemie Sprengstoffe, Giftgase¹ und andere Rüstungsgüter. Ab 1933 trieb die Autarkiepolitik der Nationalsozialisten die Entwicklung in der Chemie stark voran. Durch Konzentration von Forschung, Produktion und Verkauf konnte die IG Farben auf diversen Gebieten Innovationen vorweisen (Schneckenburger, 1988; Plumpe, 1990). Für Bitterfeld-Wolfen sind die Bereiche der Leichtmetalle, Kunststoffe und Kunstfasern sowie die Fotoindustrie relevant (vgl. Tabelle 2.2)².

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde der Auslandsbesitz der IG Farben eingezogen, die Patente veröffentlicht und das Unternehmen liquidiert. Die Produktionseinheiten der IG Farben unterstanden den Besatzern der jeweiligen Zone, Bitterfeld-Wolfen somit vom 14./15.04.1945 bis 30.06.1945 der amerikanischen, ab 01.07.1945 der sowjetischen Macht.

Tabelle 2.2: Produktionsschwerpunkte der Chemischen Betriebe (vor 1945) (aus: Plumpe, 1990; Albrecht & Kretschmer, 1993; Hentzsch, 1996; Finger, 1996).

	Standort	Schwerpunkte
CFGE	Bitterfeld-Süd	anorganische Produkte: z.B. Chlor, Natronlauge, Kalilauge, Phosphor Schwermetalle Leichtmetalle: u.a. Aluminium, Magnesium Stahlveredler: Chrom, Wolfram, Molybdän, etc. Kunststoffe: vor allem Polyvinylchlorid (PVC)
Elektrochemische Werke (ab 1920/21 zur CFGE)	Bitterfeld-Nord	anorganische Produkte: u.a. Chlor, Phosphor organische Stoffe: u.a. Monochlorbenzen, Monochloressigsäure
AGFA, Wolfen-Farben	Greppin / Wolfen	Azo- und Anilinfarben organische Stoffe: u.a. Nitrobenzol, Anilin, Naphtol Säuren: z.B. Naphtylaminsulfonsäuren, Salpetersäure
AGFA, Wolfen-Film	Wolfen	Filme: Schwarz-Weiß-Filme, Farbfilme, Tonfilme Magnetbänder Kunstfasern: Nitrozellulose, Viskose, Acetatseide Kunststoffe: PVC, Polyamid (PA, Nylon, Perlon, Dederon), Polyacrylnitril (PAN, Dralon)

¹ Im ersten Weltkrieg setzte Deutschland erstmals 1915 die Giftgase Chlor und Phosgen ein. Chlor und Phosgen sind Vorprodukte bzw. Abfallprodukte bei der Farbstoffherstellung (Martinetz, 1996).

² Für den zweiten Weltkrieg wurden insgesamt 160 Haupterzeugnisse der IG-Werke in Bitterfeld und Wolfen ausschließlich für die Rüstung hergestellt (Hentzsch, 1996).

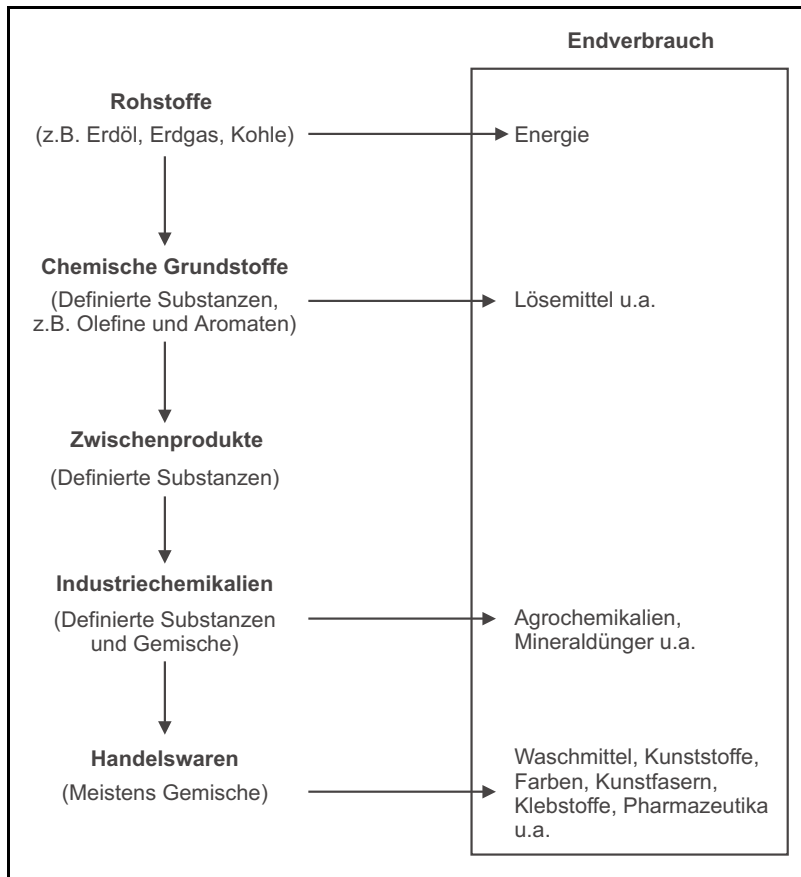


Abbildung 2.5: Stufen der Anwendungsmuster von Chemikalien (verändert nach: Parlar & Angerhöfer, 1995).

In der sowjetischen Besatzungszone wurden die IG Farben-Werke entweder demontiert oder in so genannte Sowjetaktiengesellschaften eingebracht. 1952 wurden die ehemaligen Werke der CFGE als VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld (EKB) und die ehemalige AGFA-Farbenfabrik als VEB Farbenfabrik Wolfen an die DDR übergeben. Das EKB wurde 1969 mit der Farbenfabrik Wolfen zum VEB **Chemiekombinat Bitterfeld (CKB)** vereinigt.

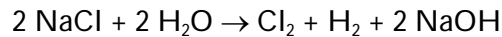
Die **Filmfabrik** wurde 1954 als VEB Film- und Chemiefaserwerk AGFA Wolfen Staatsbetrieb. Unter Druck der DDR-Regierung kündigte die Filmfabrik 1963 das Warenzeichen-Abkommen mit dem AGFA-Werk in Leverkusen und führte das Warenzeichen ORWO (Original WOlfen) ein.

Die Produktion entwickelte sich zunächst nur langsam, da es Rohstoffprobleme, Absatzschwierigkeiten, technische Störungen und Stromeinschränkungen gab (Hentzsch, 1996). Dies änderte sich mit dem Chemieprogramm von 1958, das eine Verdopplung der chemischen Produktion bis 1965 und eine wirtschaftliche Vernetzung mit den Ostblockstaaten vorsah. Unter der Parole „Chemie gibt Brot, Wohlstand und Schönheit“ wurde die traditionelle, aber umweltbelastende Karbochemie ausgebaut und die Petrochemie in Mitteldeutschland aufgebaut. Nach 1970 wurden in Bitterfeld-Wolfen die Standorte der Vorkriegszeit um Flächen westlich von Greppin mit neuen Industrieanlagen erweitert, so dass eine geschlossene industrielle Zone zwischen Bitterfeld und Wolfen entstand. 1989 nahm das CKB 849 ha mit 115 km Gleisanlagen und über 50 km Rohrbrücken, die Filmfabrik 339 ha ein (Dühr, 1999).

Nach und nach wirkte sich das Alter der Anlagen negativ auf die Effizienz der Produktion und auf die Belastung der Umwelt aus. Bei zu hohen Kosten und mit großem Personalaufwand wurde trotzdem ein breites Produktspektrum angeboten: anorganische und organi-

sche Grundstoffe, Metalle, Ionenaustauscher, Pflanzenschutzmittel, Farbstoffe, Kunststoffe, Waschmittel und Synthesefasern sowie andere Konsumgüter. Insgesamt wurden im EKB 2700 verkaufsfähige Produkte hergestellt, im CKB über 4500 (Hentzsch, 1996).

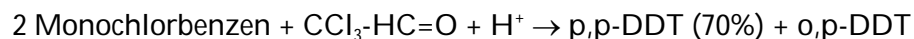
Bestimmend für die Region Bitterfeld-Wolfen ist die **Chlorchemie**. Die Elektrochemischen Werke und die CFGE bauten 1894 Anlagen zur Chloralkali-Elektrolyse. Darin werden Natronlauge und Chlorgas mit Strom erzeugt:



Natronlauge wurde vor allem in der Seifenproduktion gebraucht. War das Chlorgas zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch ein Abfallprodukt, hingen am Ende des 20. Jahrhunderts über 60 % der chemischen Industrie (bezogen auf den Umsatz) direkt oder indirekt vom Chlor ab. Zwei Drittel der Produkte sind letztlich nicht mehr chloriert, werden aber über chlorierte Zwischenprodukte hergestellt (van Embden, 1991). Mittlerweile hat sich die Absatzlage umgedreht: Der Markt und Absatz chlororganischer Produkte ist weltweit so groß, dass die riesigen Mengen an Natronlauge kaum zu verwerten sind (von Osten, 1991).

Das EKB/CKB war der größte Chlor- und Chlorprodukterzeuger der DDR. Dort produzierte man etwa die Hälfte des Chlorgases. 1981 ging die Chlor IV-Anlage bei Greppin in Betrieb, wodurch die Produktion nochmals deutlich anstieg (Tabelle 2.3). Mit dem größten Teil des Chlorgases wurden in Bitterfeld-Wolfen leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) hergestellt, während die Produktion von Chloraromaten stetig abnahm (Heinisch, 1992). Diese Substanzen werden z.B. als Lösemittel eingesetzt, sind aber auch Zwischenprodukte bei der Herstellung anderer Stoffe, wie Farbstoffe oder Pestizide (vgl. Anhang A 2.2). Aufgrund der Stoffvielfalt ist es unmöglich, alle möglichen Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukte und deren Produktionsmengen zu erfassen. Besondere Aufmerksamkeit sollen jedoch die beiden Organochlor-Pestizide DDT und HCH (Lindan) erhalten, da sie in Bitterfeld in großen Mengen produziert wurden und eine hohe Umweltrelevanz besitzen.

Die Verbindung **DDT** (1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(p-Chlorphenyl)-ethan) wurde erstmals 1874 durch Zeidler synthetisiert, ihre insektizide Wirkung 1939 durch Müller entdeckt. Sie wird durch eine Kondensationsreaktion zwischen Chlorbenzen und Chloral unter Einfluss von Schwefelsäure hergestellt:



Das technische Gemisch enthält verschiedene DDT- und DDD-Isomere (Tabelle 2.4) und bis zu 2,5 % Chlorbenzen. Vor der Weiterverarbeitung wird es umkristallisiert, so dass die handelsüblichen Präparate für Pflanzenschutz und Hygiene geringere Anteile an den o,p-Isomeren und DDD haben. Der DDT-Wirkstoff wurde im CKB bis 1973 mit ca. 2500 t/a hergestellt (1968: 7500 t/a) (Heinisch, 1992).

Da DDT sehr persistent ist, wird es durch meteorologische Abläufe global verteilt und sammelt sich in bestimmten Umweltkompartimenten an. Die Anreicherung in marinen Nahrungsketten verursachte z.B. einen Rückgang von Seevögelpopulationen. Daher wurde der hohe Einsatz von DDT als Pestizid zur Malariabekämpfung seit den 1970er Jahren immer weiter eingeschränkt (Henschler, 1994).

Hexachlorcyclohexan (HCH) wurde von Michael Faraday 1825 erstmals synthetisiert. Die insektizide Eigenschaft des gamma-Isomers wurde 1941/42 entdeckt und nach v. d. Linden, der es 1912 aus einem technischen Gemisch isolierte, Lindan genannt. Hergestellt wird HCH aus Benzen, das unter UV-Strahlung chloriert wird. Da dabei fünf der acht möglichen Isomere entstehen, enthält technisches HCH nur zu 9-18 % das gamma-Isomer (Tabelle 2.5). Die

anderen Isomere werden fast ausschließlich deponiert, in Bitterfeld zum größten Teil in der Grube Antonie (vgl. Anhang A 2.1., Tabelle 2.8). Die Produktion von technischem HCH und Lindan erfolgte im CKB bis 1982, die Mengen sind Abbildung 2.6 zu entnehmen.

Tabelle 2.3: Chlorproduktion und Cl₂-Gesamtemissionen des Chemiekombinats Bitterfeld (aus: Emissionsbericht des CKB 1989, zitiert in Heinisch, 1992).

Jahr	Chlorproduktion [t/a]	Cl ₂ Gesamtemission [t/a]
1970	165000	11612
1975	167800	3120
1980	169200	2579
1985	256400	1631
1988	---	1317
1989	278700	1145

Tabelle 2.4: Zusammensetzung des technischen DDT-Gemisches (nach Perkow 1968, zitiert in Heinisch, 1992).

Verbindung	prozentualer Anteil
p,p-DDT	63 – 77
o,p-DDT	15 – 21
o,o-DDT	0,5 – 1
p,p-DDD	0,3 – 4
o,p-DDD	0,4
sonstige	0,5 – 2

Tabelle 2.5: Zusammensetzung von technischem HCH (aus: Heinisch, 1992).

Isomere	min. Anteil [%]	max. Anteil [%]	häufigste Zahl [%]
alpha	55	70	65
beta	5	14	8
gamma	9	18	14
delta	2	10	6
epsilon	1	5	2

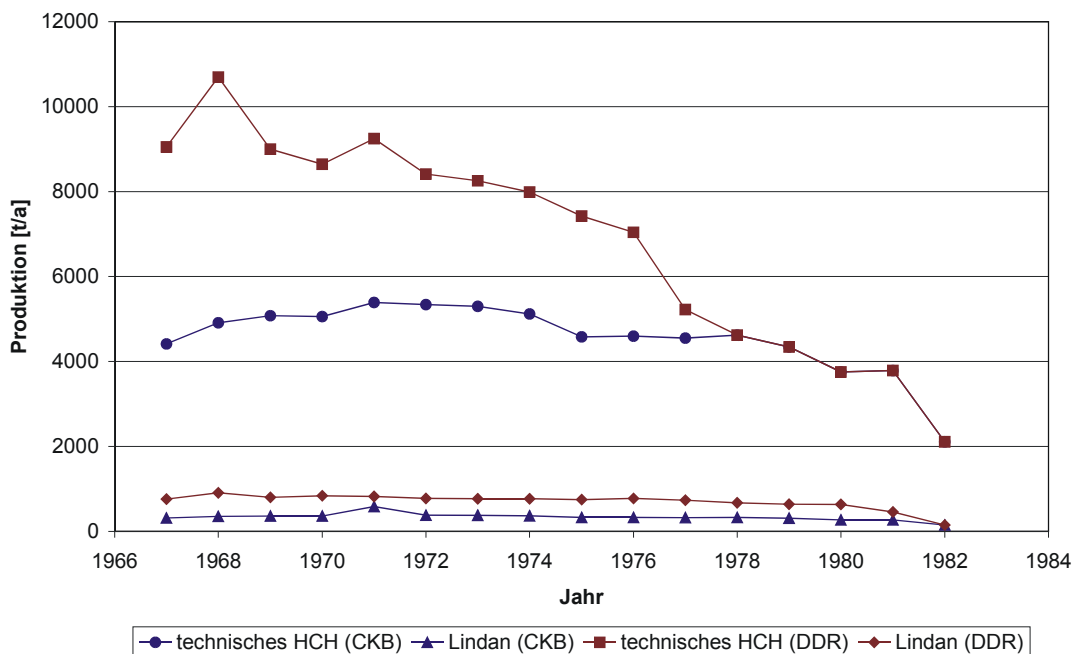


Abbildung 2.6: Produktion von technischem HCH und Lindan im Chemiekombinat Bitterfeld (CKB) und in der DDR insgesamt (Datenquelle: Heinisch, 1992).

Mit der politischen Wende 1989/90 wurden die Chemiekombinate aufgelöst; man bildete die **Chemie AG Bitterfeld-Wolfen (CAG)** und die **Filmfabrik Wolfen AG** (MUN, 1994). Die Liquidation der Filmfabrik Wolfen wird seit 1994 von der Wolfener Vermögensverwaltung i.L. AG (WVV) durchgeführt. Daneben entstand 1994 die Bitterfelder Vermögensverwaltung Chemie GmbH (BVV).

Der politische Wandel veränderte alle Wirtschafts- und Lebensbereiche grundlegend. Durch die Währungsumstellung, den Wegfall traditioneller Märkte bei gleichzeitiger Konfrontation mit dem Weltmarkt waren viele Betriebe nicht mehr wettbewerbsfähig. Die fehlende Konkurrenzfähigkeit vieler Ostprodukte und die Privatisierung kamen erschwerend hinzu (Dühr, 1999). So wurden in Bitterfeld-Wolfen flächenhaft veraltete Anlagen stillgelegt und abgebrochen: Von den ursprünglich 90 Anlagen waren 1991 bereits 40 stillgelegt (Ihl, 1999).

Nachdem belastete Betriebsflächen saniert waren (vgl. Lindemann, 2000), versuchte man, chemische Industrie mit modernen Anlagen sowie Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe im ChemiePark Bitterfeld und im Industriepark Wolfen-Thalheim (seit 1997/98 ChemiePark Bitterfeld-Wolfen), neu anzusiedeln (vgl. Dühr, 1999). Die gute Infrastruktur in Bitterfeld (Vernetzung der Betriebe, Anlagen zur Produktion von Chlor und Phosphor) und die Chemieakzeptanz sorgten dafür, dass sich bis 1999 schon 200 neue Firmen niedergelassen haben. In Wolfen verlief die Ansiedlung schleppender (Ihl, 1999). Die aktuellen Entwicklungen werden vielfach kritisiert, da ausdrücklich an der Chlorchemie festgehalten wird (vgl. Henseling, 1992).

2.3.4 Stoffliche Belastungen der Umwelt

Eine nicht auf Langfristsicherheit auslegte Entsorgung von Produktionsrückständen sowie veraltete Anlagen und Produktionsverfahren führten zu einer unkontrollierten Stofffreisetzung in Luft, Boden, Oberflächenwasser und Grundwasser. Die Belastung eines Mediums hängt nicht nur von Art und Ausmaß der Stoffeinträge, sondern auch von seiner Beschaffenheit ab: Die Transportgeschwindigkeit im Medium, der Transfer zwischen den Medien sowie die Reaktions- und Aufnahmefähigkeit eines Mediums bestimmen die räumliche und zeitliche Reichweite und Dynamik einer Belastung (Beschränkung auf den Eintragsort oder Transfer in andere Gebiete oder Medien). So reagieren Luft und Fließgewässer relativ schnell auf Veränderungen, während Boden und Grundwasser träger sind. Hier können auch viele wichtige und effektive Abbauprozesse (z.B. photochemische Reaktion) gar nicht wirksam werden, so dass viele Stoffe im Grundwasser persistenter sind als in anderen Medien.

Die Entwicklung von immissionsbedingten Stoffeinträgen in Bitterfeld und Umgebung beschreiben Neumeister et al. (1997) und Popp et al. (2000). Die **Luftbelastung** erfolgte durch die (ungefilterte) Abluft aus den Kraftwerken und den Chemieanlagen und ist seit 1989 deutlich zurückgegangen (Tabelle 2.3, Tabelle 2.6). Zwischen 1970 und 1980 verbesserte sich die Luft bereits: Durch die Stilllegung bzw. Modernisierung des Kraftwerkes Süd ging z.B. der Ascheeinfall um 75-80 % zurück (Hentzsch, 1996).

Tabelle 2.6: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe in 1000 t/a im ChemiePark Bitterfeld (aus: Umweltreport Bitterfeld 1996, zitiert in Dühr, 1999).

Jahr	SO ₂	Staub	Cl ₂	HCl	NO _x
1970	120.00	58.00	11.60	3.10	7.80
1980	45.00	15.00	2.60	0.60	6.40
1989	42.60	18.90	1.20	0.50	7.40
1992	4.96	1.00	0.02	0.10	0.47
1995	1.5	0.14	< 0.01	< 0.01	0.17

Tabelle 2.7: Entwicklung der Schadstofffrachten in der Mulde von 1989 bis 1991 (aus: Kompa & Maczey, 1992).

	Mulde bei Bad Dübener ¹			Mulde bei Dessauer ²		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
Chlorid [t/a]	129 000	82 000	73 000	148 000	94 000	63 000
Sulfat [t/a]	227 000	155 000	114 000	278 000	200 000	168 000
CSB [t/a]	43 000	22 000	17 000	60 000	35 000	16 000
Trübstoffe [t/a]	176 000	28 000	33 000	60 000	30 000	22 000

¹Gütepegel vor Eintritt der Mulde in das Untersuchungsgebiet.

²Gütepegel vor Eintritt der Mulde in die Elbe.

Eine stoffliche **Belastung der Fließgewässer** erfolgte vorrangig über das Spittelwasser und den Schachtgraben, in die Chemieabwässer ungeklärt eingeleitet wurden. Die Belastung der Fließgewässer ging außerdem weit über die Industrieregion hinaus. So galt nicht nur die Mulde als der dreckigste Fluss Europas, sondern auch die Qualität der Elbe war durch die Abwässer aus den mitteldeutschen Industriegebieten beeinträchtigt (Götz et al., 1998). Durch Stilllegung der Großchemie ist die Stoffbelastung in wenigen Jahren deutlich zurückgegangen (Tabelle 2.7): Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) wurde um 80 % reduziert (Kompa & Maczey, 1992), so dass sich auch der ökologische Zustand der Fließgewässer spürbar verbessert hat.

Die **Bodenbelastungen** auf dem Werksgelände der CAG wurden im Nationalen Sonderprogramm untersucht. 20 % der Werksflächen wiesen hohe bis sehr hohe, 55 % mäßige bis deutliche und 25 % nur relativ geringe Boden- und Grundwasserbelastungen auf (MUN, 1994, Abbildung 2.7). Durch die Abwassereinleitungen sind auch die Böden der Muldeaua in Abhängigkeit von ihrer Überschwemmungshäufigkeit belastet (Ruske & Lauer, 1995).

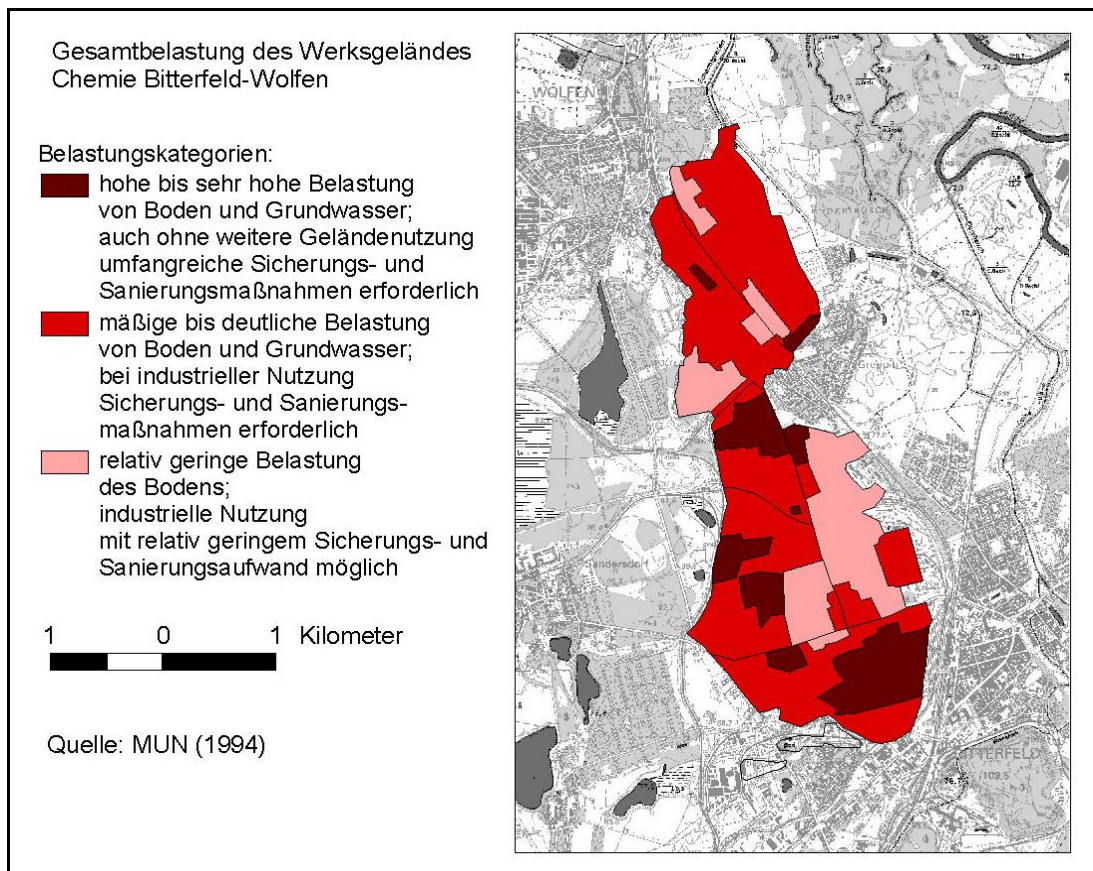


Abbildung 2.7: Boden- und Grundwasserbelastungen auf dem Werksgelände der Chemie AG Bitterfeld-Wolfen (aus: MUN, 1994).

Tabelle 2.8: Wesentliche Altablagerungen und Deponien im Kreis Bitterfeld (aus: Köhler et al., 1992).

Altablagerungen und Deponien	Volumen [Mio. m ³]	Deponieinhalt	Deponiesohle im Grundwasser?	Gefährdungspfade	Priorität ¹
Grube Antonie	5 - 6	HCH, Schwermetallschlämme, CKW, PAK	Ja	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Grube Greppin	2.5	Neutraschlämme (CKW, Phenole)	Ja	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Klärteiche Süd (CAG Bitterfeld Mitte-West)	1	Industrieschlämme, PCDD/F, Schwermetalle	Ja	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Sonderdeponie Freiheit III	2	Industrieschlämme, Asche, Bauschutt	nein	Grundwasser	I
Verspüldeponie Hermine	20	Asche, Asbest, Schwermetalle	ja	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Sonderdeponie Freiheit IV	10	Asche (Hg), Phosphorverbindungen	nein	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Grube Johannes "Silbersee"	5	Schlämme (Schwermetalle, CKW)	ja	Grundwasser, Luft	I
Grube Marie (CAG-Bitterfeld Mitte-West)	0.5	Industrieschlämme, Fäkalien	ja	Grundwasser, Luft, direkter Kontakt	I
Grube Johannes	0.5	Industrieabfälle, (CKW), Bauschutt	ja	Grundwasser	II
Brifa I Bitterfeld (bei Holzweißig)	0.8	Hausmüll, Bauschutt	nein	Grundwasser	II
Ehemalige Hausmülldeponie	0.5	Hausmüll, Bauschutt	ja	Grundwasser	II
Deponie Sandersdorf	1	Hausmüll, Industrieabfälle	ja	Grundwasser	II
Bergische Kiesgrube	0.4	CKW, Phenole, PAK	ja	Grundwasser	II
Althalde Übergabebahnhof (CAG Bitterfeld Mitte-West)	0.5	HCH, Schwermetalle	ja	Grundwasser	II
Verspüldeponie SE-Bitterfeld (bei Holzweißig)	1.5	Asche, Schwermetalle	nein	Grundwasser	II
Deponie Heidelberg	0.7	Bauschutt, CKW	nein	Grundwasser	II
Chromteiche (CAG Süd)	0.5	Chrom	ja	Grundwasser	III
Titanteich (CAG Bitterfeld Mitte-West)	0.1	Titan, HCH, Schwermetalle	ja	Grundwasser	III

¹ Priorität: I: kurzfristiger Handlungsbedarf, II: mittelfristiger Handlungsbedarf, III: langfristiger Handlungsbedarf.

Obwohl inzwischen große Teile der Werksflächen durch den Aushub kontaminierten Bodenmaterials saniert worden sind (vgl. Lindemann, 2000), kann **kontaminiertes Grundwasser** weiterhin Mensch und Natur gefährden. Insbesondere ungesicherte Deponien in Tagebaurestlöchern beinhalten ein hohes Gefährdungspotential (Tabelle 2.8). Stoffeinträge aus diesen Deponien und von den Betriebsflächen der chemischen Industrie verunreinigten die Grundwasserleiter über eine Gesamtmächtigkeit von 40 m (Peter et al., 1995). Da die Einträge über einen Zeitraum von mehr als 100 Jahren stattfanden, sind die Schadstoffe großräumig vermischt und können bestimmten Betriebsflächen und einzelnen Deponien meistens nicht mehr zugeordnet werden. Der gesamte kontaminierte Grundwasserbereich (rund 25 km² mit einem kontaminierten Wasservolumen von 200 Mio. m³) wird deshalb als eigenständiger Schadstoffherd betrachtet (Peter et al., 1995).

Aufgrund der ausgeprägten Grundwasserscheide (vgl. Kapitel 2.3.2) und der geringen Fließgeschwindigkeiten wurden die Schadstoffe zunächst kaum verlagert. Diese stabile Situation wurde durch Wasserentnahmen auf den Betriebsflächen unterstützt (Schulz-Terfloth & Walkow, 1996). Mit dem derzeitigen Grundwasseranstieg gehen jedoch höhere Abstrommengen, Schadstofffrachten und Transportgeschwindigkeiten einher (Peter et al., 1995). Die Gebiete im nördlichen und östlichen Abstrombereich der Chemieindustrie, z.B. die Fließ-

gewässer Fuhne, Mulde und Spittelwasser, die großräumig auch die Elbe belasten, werden als besonders gefährdete Schutzgüter eingestuft. Des Weiteren wird das Landschaftsschutzgebiet Saalegaster Forst erwähnt (Peter et al., 1995). Außerdem nutzen kommunale Wasserwerke (Zörbig, Plötz, Landsberg u.a.) den quartären Grundwasserleiter (Jordan & Weder, 1995). Daher sind Trink- und Brauchwassergewinnungsanlagen (z.B. Wasserwerk Bobbau) und Vorranggebiete für die Trinkwassergewinnung (Bobbau-Tornau v.d. Heide-Schiernau und Thalheim-Zörbig-Quetzdölsdorf) durch Schadstoffeinträge gefährdet (Peter et al., 1995).

Der derzeitige Grundwasserwiederanstieg in den Tagebaurestlöchern ist bei enger Nachbarschaft von Bergbau, Industrie und Siedlungen problematisch: Die neuen Fließverhältnisse mobilisieren Kontaminationen, vor allem im Zentralbereich der CAG, wenn kontaminierte Bodenbereiche und Deponien vom aufsteigenden Grundwasser erfasst werden. Darüber hinaus ist z.B. die Widerstandsfähigkeit von Bausubstanzen bei erhöhtem Grundwasserstand und die Gefährdung von Menschen zu bedenken, wenn in vernässungsgefährdeten Gebieten kontaminiertes Wasser in Keller eindringt (Peter et al., 1995; Schulz-Terfloth & Walkow, 1996). Um dies zu vermeiden, werden die Grundwasserverhältnisse, u.a. bei der Sondermülldeponie Freiheit III, durch gezielte Wasserentnahmen kontrolliert (Lindemann, 2000).

Peter et al. (1995) charakterisieren die Grundwasserbelastung wie folgt:

- Mäßig belastetes Grundwasser findet sich horizontal in NS-Richtung über eine Länge von 10.5 km und in EW-Richtung über durchschnittlich 3 km (max. 6.5 km).
- Starke Grundwasserkontaminationen sind in NS-Richtung auf ca. 8 km, in EW-Richtung von durchschnittlich 2 km (max. 6 km) zu beobachten.
- Aus den Betriebsflächen strömen stark kontaminierte Abstromfahnen in nördlicher, östlicher und südlicher Richtung ab.
- In tieferen Grundwasserbereichen ist die Schadstoffausbreitung weiter fortgeschritten als oberflächennah.
- Die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit des kontaminierten Grundwasserbereiches wird mit 100-200 m/a abgeschätzt.
- Flächendeckend ist das Grundwasser mit halogenierten Kohlenwasserstoffen belastet. Außerdem treten lokale Belastungen durch Schwermetalle, Phenole und BTEX-Aromaten (insbesondere Benzen) auf.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung von Peter et al. (1995) existierte kein umfassendes Bild über die kontaminierenden Einzelstoffe. Detaillierte Untersuchungen gab es zu einzelnen Standorten oder Deponien (z.B. Lampe et al., 1995; Barkowski & Watzke, 1992). Eine großräumige schadstoffspezifische Betrachtung der Grundwasserbelastung lag nicht publiziert vor.