

Barbara-Gespräche	Band 1	"Grenzen der Geotechnik" Payerbach 1993	Seite 141 - 164 Abb. 1 - 12	Wien 1995
-------------------	--------	--	--------------------------------	-----------

GEOSCHULE PAYERBACH

BARBARA-GESPRÄCHE
Payerbach 1993

ZUR GEOLOGIE VON BERLIN
WIRTSCHAFTLICHE NUTZUNG UND
ÖKOLOGISCHE PROBLEME

H. KALLENBACH



Payerbach,
26. November 1993

Mitteilungen für Baugeologie und Geomechanik	Band 3	Baugeologische Tage Payerbach 1991	Seite 7 - 99	Wien 1994
Barbara-Gespräche	Band 1	"Grenzen der Geotechnik" Payerbach 1993	Seite 101 - 216	Wien 1994

INHALT

	Zusammenfassung	143
1.	Einleitung	143
2.	Der tiefere Berliner Untergrund	145
2.1	Schichtenfolge und Struktur	145
2.2	Nutzung einer Salzstruktur als Erdgasspeicher	146
3.	Die quartären Deckschichten	147
3.1	Pleistozän	147
3.2	Spätglazial und Holozän	150
4.	Eignung des quartären Untergrundes für Bauzwecke	152
5.	Quellen und Grundwasser	152
6.	Die Sanierung der Rieselfelder	155
7.	Zur Eignung eiszeitlicher Sedimente im Großraum Berlin als mineralische Dichtmassen	158
8.	Ausblick	160
	Literatur	160
	Diskussion zum Vortrag	163

Anschrift des Verfassers:

*Prof.Dr.H. KALLENBACH,
Institut für Geologie und Paläontologie,
Technische Universität Berlin,
Ernst-Reuter-Platz 1,
D-10587 Berlin*

ZUR GEOLOGIE VON BERLIN

WIRTSCHAFTLICHE NUTZUNG UND ÖKOLOGISCHE PROBLEME

H. KALLENBACH

Zusammenfassung

Die Geologie der Großstadt Berlin ist geprägt durch ihre Lage in der Norddeutschen Tiefebene: Mächtige känozoische Deckschichten überlagern den halokinetisch gefalteten Untergrund, in dem eine vom Rotliegenden zur Kreide durchgehende Schichtenfolge erbohrt wurde. Von wirtschaftlichem Interesse ist eine Salzkissenstruktur im Westen von Berlin, in deren Top die Dettfurt-Sandstein-Folge des Mittleren Buntsandsteins als Erdgas-Porenspeicher genutzt wird.

Die Ablagerung der jüngeren Deckschichten setzt nach einer das Paläozän und Eozän umfassenden Schichtlücke mit dem Septarienton ein, der die letzte großflächige Transgression im nördlichen Mittel-Europa dokumentiert. Das präglaziale, durch Halokinese und Erosion geprägte Relief wird durch die Gletscherüberfahrungen im Pleistozän völlig neu gestaltet. Drei Eiszeiten sind im Berliner Raum mit Moränen, Schmelzwasser- und Beckensedimenten sowie zwei Warmzeiten mit organischen Böden nachzuweisen. Die junge glaziale Morphologie der Berliner Landschaft erzwingt eine durch den Untergrund vorgegebene Gliederung in Bauland, Grünflächen und Feuchtbiootope.

Die Berliner Trinkwasserversorgung basiert ausschließlich auf Grundwasser, das aus dem oberen Grundwasserstockwerk im Hangenden des Septarientones gewonnen wird. Der steigende Verbrauch zwingt zur Grundwasseranreicherung durch Versickerung von Oberflächenwässern, die jedoch nur in begrenzten Mengen zur Verfügung stehen. Probleme schaffen tiefeingesenkte früh-elsterglaziale Erosionsrinnen, die stellenweise die Basis des Septarientones durchschnitten haben und somit Wege zum Aufstieg von salzhaltigen Tiefenwässern öffnen.

Ehemalige Rieselfelder müssen heute wegen der in Jahrzehnten angereicherten Schadstoffe als gefährliche Atlast und Bedrohung des Grundwassers angesehen werden. Schwermetalle werden durch den sauren Regen in kurzer Zeit remobilisiert, können aber durch weitere Beaufschlagung mit mechanisch und biologisch gereinigten Klarwässern fixiert gehalten werden. Geschiebemergel und tonige Glazialsedimente erweisen sich als hydrogeologische und geochemische Barrieren und können daher zur Dichtung für Deponien eingesetzt werden. Allerdings erfahren die mineralischen Dichtmassen im Kontakt mit Schadwässern mineralogisch-geochemische Alterationen, die ihre primären Eigenschaften langfristig negativ beeinflussen können. Um diese Prozesse näher zu erfassen, werden an der TU Berlin stationäre Langzeit-Durchströmungsversuche durchgeführt, insbesondere um Testverfahren zur Eignungsprüfung von mineralischen Dichtmassen zu entwickeln.

1. Einleitung

Jede Großstadt stellt erhebliche Anforderungen an ihre Landschaft und geologischen Ressourcen. Berlin ist eine grüne Stadt, denn

mehr als ein Drittel ihrer Fläche wird von Grünanlagen und Wasser eingenommen. Diese für die Lebensqualität der Stadt wichtigen Proportionen sind keineswegs nur das Produkt von fähigen Landschaftsplanern und Architek-

ten, unter denen in Berlin berühmte Persönlichkeiten wie Lenné und Schinkel waren, sondern die Bedingungen werden von der geologischen Entwicklung des Berliner Raumes vorgegeben. Die Stadt liegt im Norddeutschen Tiefland und wird im oberflächennahen Bereich von mächtigen quartären Deckschichten beherrscht, die sich einerseits wirtschaftlich hervorragend nutzen lassen, aber andererseits auch ökologische Probleme

speziell im Überlastungsfall verursachen können. Natürlich muß ebenfalls die Schichtenfolge und der Aufbau des tieferen Untergrundes, der nur an einzelnen Stellen in der Umgebung der Stadt die Oberfläche erreicht, in die vorliegenden Fragestellungen einbezogen werden. Daher möchte ich mit einer Übersicht über die ältere geologische Entwicklung des Berliner Raumes beginnen.

Zeitalter	Formation	Abteilung	Stufe	Petrograph. Ausbildung	Mächtigkeit	Fazies		
						marin	kontinent.	
Känozoikum	Quartär	Holozän		Sand	wechselnd			
		Pleistozän		Moränen, Schotter Sand, Ton	~120 m			
	Tertiär	Jungtertiär	Pliozän		-----	Hiatus		
			Miozän		Sand und Braunkohle	~280 m		
		Alttertiär	Oligozän	Ob. Glaukonitsand Mitt. Septarienton Unt. Glaukonitsand	- 50 m 70-160 m - 75 m			
Eozän Paleozän			-----	Hiatus				
Mesozoikum	Kreide	Oberkreide		Kalkmergel, Ton, Sandstein	} 0-400 m			
		Unterkreide		Sandstein, Ton				
	Jura	Malm		Kalk, Mergel, Ton	0-300 m			
		Dogger		Sand- und Schluffstein	} 0-500 m			
		Lias		Sandstein Ton, Steinmergel				
	Trias	Keuper	Ob.		Kalk- und Tonmergel	> 30 m		
			Mitt.		dolom. Mergel, Gips	120 m		
			Unt.		Schieferton, Mergel, Sandstein, Lettenkohle	30 m		
Muschelkalk		Ob.		Kalk, Mergel	50 m			
		Mitt. Unt.		dolom. Kalk, Mergel, Gips Anhydrit Kalk, Mergelkalk	80 m 135 m			
Buntsandst.	Ob.		Mergel, Gips, Anhydrit	150 m				
	Mitt.		Sandstein	150 m				
	Unt.		Rogenstein Tonstein	300 m				
Paläozoikum	Perm	Zechstein	Alter-Z Leine-Z Staßfurt-Z Werra-Z	Stein- und Kalisalz Gips, Anhydrit Dolomit, Kalk, Ton	~ 600 m (scheinbar 2500)			
		Rotliegendes		Sandstein Ergußgestein	80 m < 700 m			

Abb. 1: Schichtenfolge des Berliner Untergrundes

2. Der tiefere Berliner Untergrund

2.1 Schichtenfolge und Struktur

Der Berliner Untergrund wurde mit Seismikprofilen und Bohrungen, von denen einzelne mehr als 4000 Meter Tiefe erreichten, erkundet. Darüber hinaus sind ältere Schichtfolgen im Top von Salzaufwölbungen im Berliner Umland an der Oberfläche exponiert. In der Abb.1 wird eine Übersicht der Schichtfolgen des tieferen Untergrundes von Berlin gegeben.

Unterpermische Vulkanite, die wegen ihrer hohen Mächtigkeit von mehr als 700 m bisher im Stadtgebiet nicht durchteuft wurden, konnten als älteste Gesteine nachgewiesen werden. Im Zechstein lag Berlin im zentralen Teil des Germanischen Beckens, in dem als Folge von mehrfachen Abschnürungen zum freien Nordmeer vier saline Eindampfungszyklen mit einer primären Gesamtmächtigkeit von 600 m,

die durch halokinetische Bewegungen auf über 2500 m anwachsen kann, auftreten. Die Trias mit den Abteilungen Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper kann in der Salzstruktur von Rüdersdorf östlich von Berlin an der Oberfläche eingehend studiert werden. Im unteren und mittleren Buntsandstein entwickelte sich ein flaches Lagunenmeer mit starken terrestrischen Einflüssen, wie oolithische Kalksteinbildungen einerseits und zyklische Sandstein-Schieferton-Folgen andererseits dokumentieren. Der Berliner Muschelkalk besteht aus marinen Karbonaten und teilweise Evaporiten und liegt paläogeographisch im Übergangsbereich zwischem dem zentralen westlichen Germanischen Becken und der Schlesischen Pforte im Osten. Insbesondere die 70 Meter mächtigen Oolithkalke (Schaumkalkserie) des unteren Muschelkalkes haben bis zur Gegenwart Rohstoffe zum Kalkbrennen und für die Zementerzeugung geliefert. Die Sedimentfolgen des Keupers zeigen mehrfachen Wechsel von Festland- und Flachseefazies und enthalten im oberen Teil Schichtlücken.

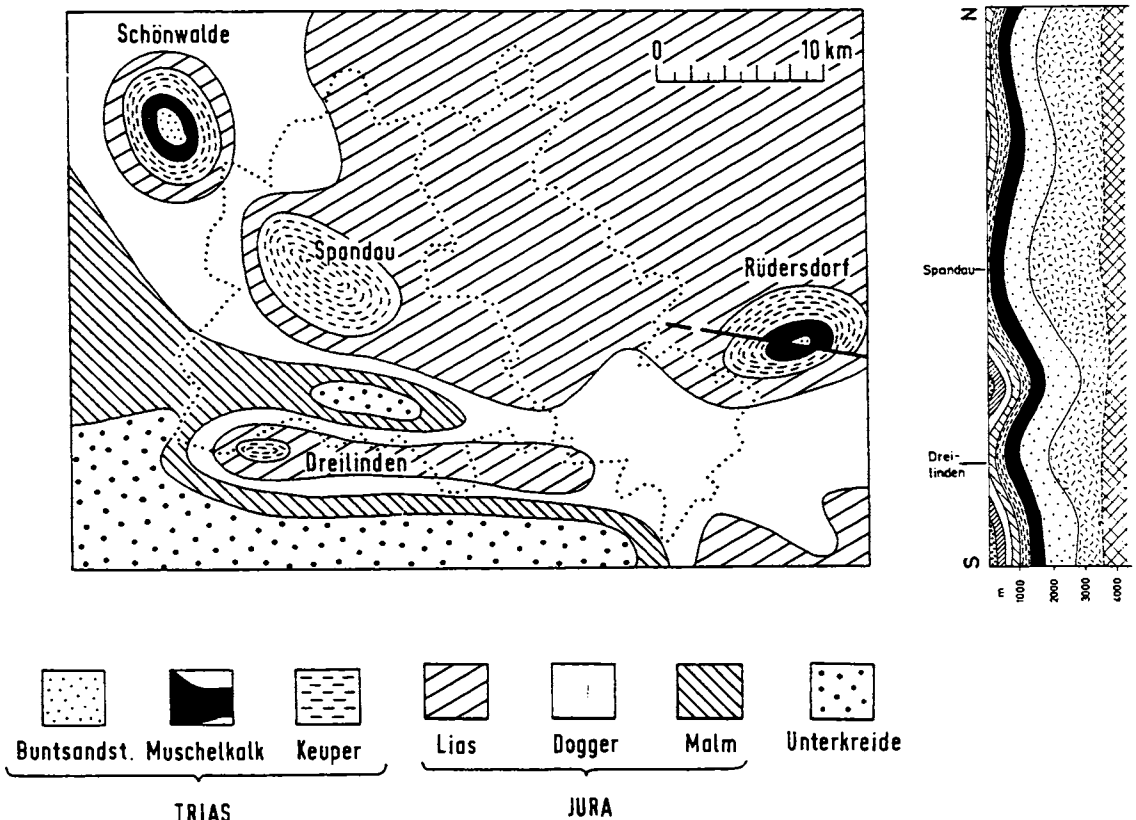


Abb.2: Struktur des tieferen Untergrundes von Berlin

Am Ende der Trias wird eine kritische Auflast von mehr als 800 Metern erreicht und damit der schwerkraftbedingte Aufstieg des Zechstein-Salzes eingeleitet (TRUSHEIM 1957). Durch die Entwicklung von Salzkissen, Diapiren und Salzabwanderungssenken sind die überlagernden Schichtfolgen des Jura und der Kreide sehr unregelmäßig entwickelt und häufig durch Schichtlücken gekennzeichnet (s. Abb. 2). Die letzte marine Transgression im Berliner Raum bewirkte im mittleren Oligozän die Ablagerung des Septarientones, ein bis 160 m mächtiger, dichter sandiger Mergel von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Er trennt das salzhaltige untere Grundwasserstockwerk von einem oberen Süßwasserbereich. Im oberen Oligozän und Miozän zog sich das Meer aus dem Berliner Raum zurück, sodaß danach limnische sandige Folgen mit Braunkohlenflözen, die im vergangenen Jahrhundert in Brandenburg im Tage- und Tiefbau mehrfach abgebaut wurden, zur Ablagerung kamen. Die halokinetischen Bewegungen dauerten bis zum Quartär an und formten in Verbindung mit erosiven Vorgängen das präglaziale Relief.

2.2 Nutzung einer Salzstruktur als Erdgasspeicher

1969 wurde auf der Salzkissen-Struktur "Am Postfenn" im Berliner Grunewald eine Erkundungsbohrung auf Erdgas abgeteuft. Das Ziel wurde zwar nicht erreicht, aber die Bohrung lieferte die Erkenntnis, daß hier alle Voraussetzungen zur Einrichtung eines Aquiferporenspeichers gegeben waren. Der Dettfurt-Sandstein des Mittleren Buntsandsteins besitzt eine günstige Porosität und führt gespanntes Wasser. Der Erdgasspeicher wird die Toplage der Kissenstruktur zwischen 800 und 850 Meter Tiefe ausnutzen und mit einer Kapazität von einer Milliarde m^3 etwa den Jahresbedarf der Stadt Berlin decken. Zwar wurden mit 6 Explorations- und 15 Produktionsbohrungen auch kleinere Störungen in der Struktur nachgewiesen, aber die tonigen Sedimente des auflagernden Röts dichten den Erdgasspeicher zuverlässig zur Oberfläche ab, wie vor kurzem durchgeführte Druckversuche zeigen. Darüber hinaus bietet der im Hangenden vorkommende oligozäne Septarienton eine weitere zusätzliche Sicherheit (s. Abb. 3 u. 4).

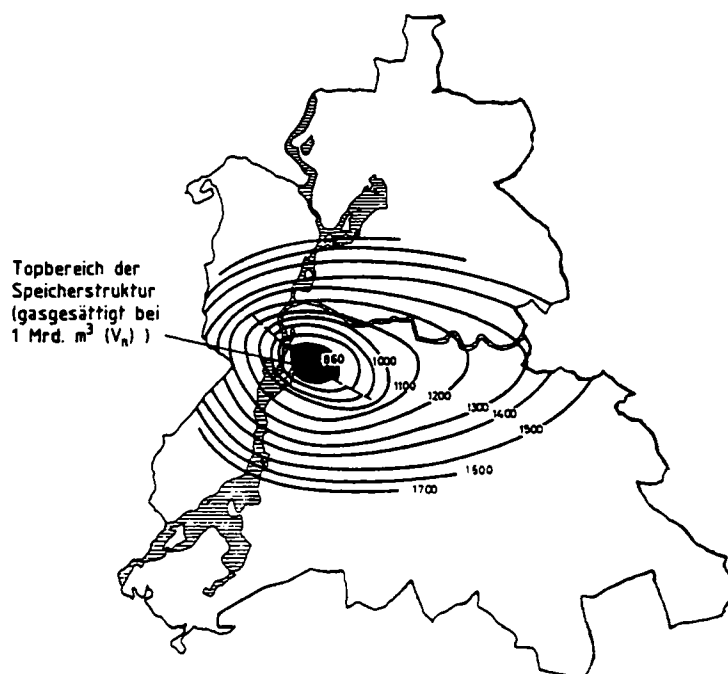


Abb. 3: Strukturübersicht, bezogen auf Oberkante des Dettfurt-Sandsteins (Mittlerer Buntsandstein) / westliches Berlin (aus KREKLER & BURKOWSKY 1985)

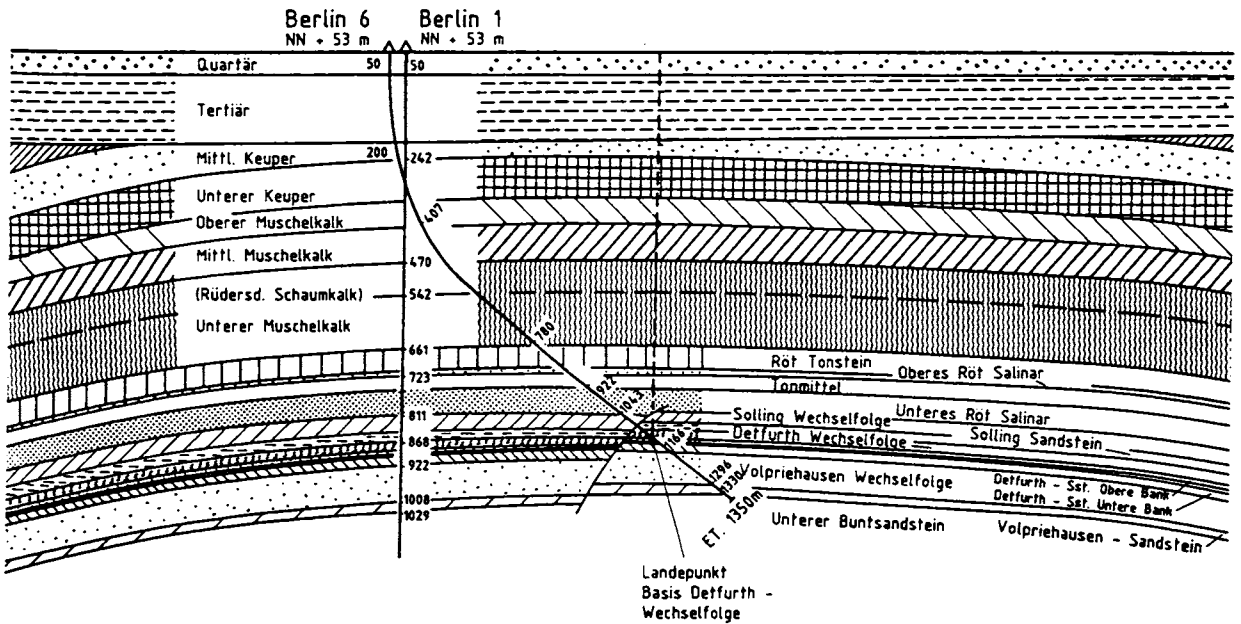


Abb.4: Profilschnitt durch den Top des Salzkissen "Am Postfenn" (aus KREKLER & BURKOWSKY 1985)

3. Die quartären Deckschichten

3.1 Pleistozän

Die Klimaverschlechterung im Pleistozän führte zur Inlandsvergletscherung der skandinavischen Hochgebirge, von denen mächtige Eisströme über die Ostsee und das Norddeutsche Tiefland nach Süden abfließen. Im Berliner Raum lassen sich drei Eiszeiten, nämlich das Elster-, Saale- und Weichselglazial, nachweisen (Abb.5). Die erste Eisüberföhrung führte zu einer dramatischen Änderung des Reliefs, indem die morphologischen Hochgebiete - wie z. B. bei Lübars im Norden von Berlin - vom Eis abgetragen wurden, während die tiefergelegenen Südbereiche des Stadtgebietes mächtige Akkumulationen von Moränen und Schmelzwassersedimenten aufweisen (siehe Abb.6). Die heutigen großen Eintalungen wurden im wesentlichen durch die ablaufenden Schmelzwässer im Vorfeld des Inlandeises geschaffen. Dazu gehört das Warschau-Berliner Urstomtal,

das den Barnim - ein Hochgebiet im Norden der Stadt - von der Teltower Grundmoränenplatte im Süden trennt.

In der elsterglazialen Folge treten zwei Geschiebemergelhorizonte auf, die eine zweimalige Eisüberföhrung des Berliner Raumes beweisen. Sie werden getrennt durch Schmelzwasser-Sande und -Kiese sowie gelegentliche Einlagerungen von Bändertonen. Auffallend sind allochthone Schollenreste des präglazialen Untergrundes in der untersten Grundmoräne sowie der allgemein hohe Anteil von aufgenommenem Tertiärmaterial. Die warmzeitlichen Sedimente des Holstein-Interglazials stammen in Berlin von frei mäandrierenden Flußläufen mit seeartigen Erweiterungen, in denen neben Sanden vor allem fossilführende Mudden und Tone zur Ablagerung kamen. Insbesondere fossile Böden bezeugen ein warmzeitliches Klima.

Die Ablagerungen der drei Gletschervorstöße des Saale-Glazials, die etwa wie die Elstergletscher bis in den Raum Leipzig nach Süden vordrangen, sind weitflächig verbreitet, aber

örtlich in der Zuordnung - nicht zuletzt wegen der durch Bedeckung eingeschränkten Beobachtung - heftig umstritten. In den Grundzügen wurde das heutige Relief in dieser Zeit geschaffen, wie unter anderem die Anlage des Warschau-Berliner Urstromtales zeigt, welches die Schmelzwässer nach NW über die Elbe in die Nordsee abführte. Während der Saalevereisung wurden große Schollen, die eine Länge von 7 km und 2 1/2 km Breite erreichen konnten, aus dem tertiären Untergrund ge-

rissen. Dank einer als Gleitfläche wirkenden Druck-Schmelzgrenze im gefrorenen Untergrund - die Eiströme waren im Zehrbereich vorwiegend temperiert - wurde die Lösung großer Komplexe aus dem gefrorenem tertiären Schichtverband und die Einlagerung in die jüngeren pleistozänen Sedimente nach kurzem Transport möglich. Die Dimension dieser Schollen ist so groß, daß in diesen im letzten Jahrhundert mehrfach Bergbau auf miozäne Braunkohle betrieben werden konnte.

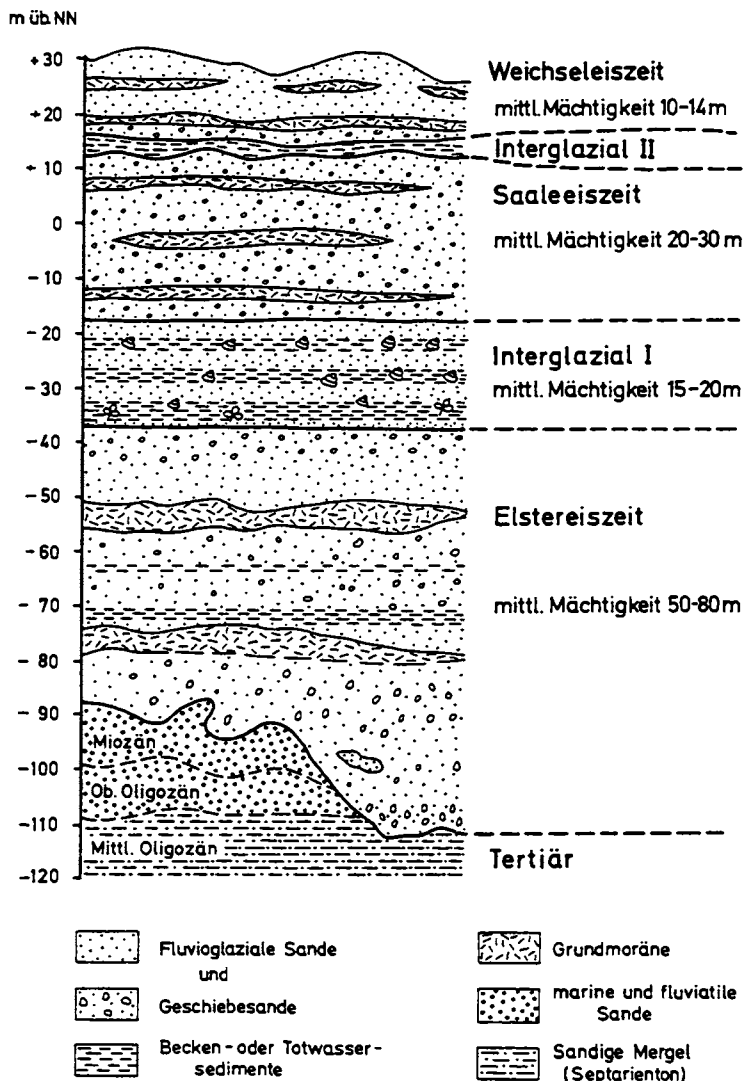
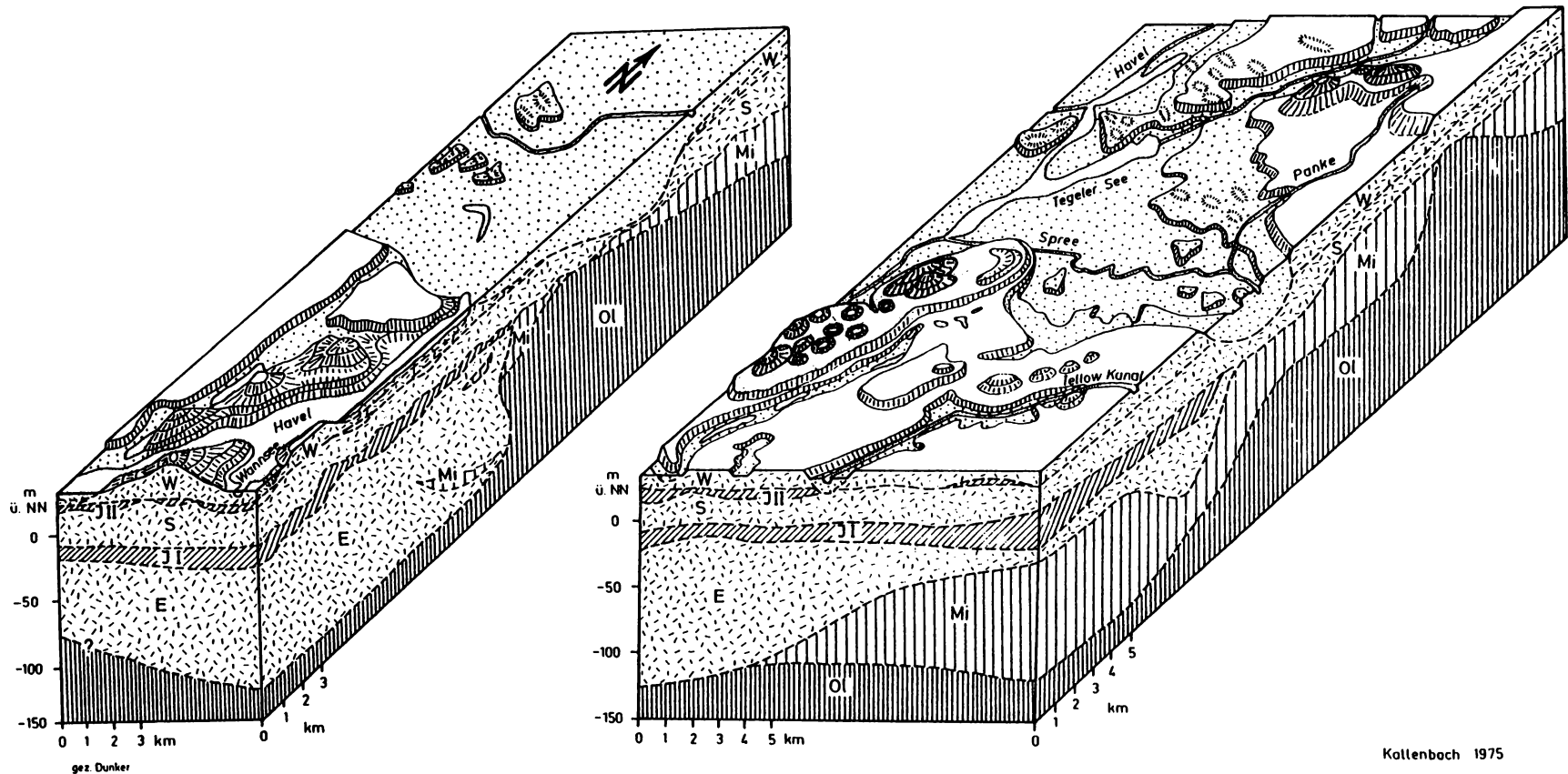


Abb.5: Pleistozäne Sedimentfolge im Raum Berlin

Abb. 6: Schematisches Blockbild von Berlin



Kallenbach 1975

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|----------|
| Dünen | Eisrand-Bildung | Saaleeiszeit | Miozän |
| fluviatile Sande | Weichseleiszeit | Interglazial I | Oligozän |
| Oberfläche der weichseleisz. Sed. | Interglazial II | Elstereiszeit | |

Die Böden, Mudden und Seekalke des Eem-Interglazials sind nur in geringer Flächenausdehnung erhalten und daher ist, wenn diese Sedimente fehlen, die Trennung von saale- und weichseleiszeitlichen Sedimenten oft schwierig, aber mit Hilfe von Kleinkiesanalysen möglich.

Im Weichselglazial läßt sich eine Teilung des skandinavischen Inlandeises durch die als Strompfeiler wirkenden Inseln Bornholm und Rügen in einen westlichen Belt- und östlichen Ostsee-Gletscher nachweisen. Der Raum Berlin lag im Einflußbereich des Oder-Gletschers, der sich vom Ostseegletscher abzweigte. Er ist in mehrere Eisströme unterteilt, von denen der Berliner und der Brandenburger Eisstrom das Stadtgebiet überschritten. Im Vergleich zu den Vereisungen der älteren Glazialen hatten die weichselglazialen Gletscher eine geringere Ausdehnung. Die Entfernung zur äußersten Eisrandlage des Brandenburger Stadiums am Baruther Urstromtal südlich von Berlin beträgt vom Zentrum der Stadt etwa 40 km. Trotz der geringen Eisdicke von weniger als 100 Meter, die aus der Bodenverdichtung abgeleitet werden kann, war die Wirkung der Vereisung auf die Morphologie der Berliner Landschaft groß, insbesondere durch den intermittierenden Rückzug der Gletscher, wie durch zahlreiche Staffeln von Stauch- und Ablationsendmoränen, zugeordneten Sanderflächen, subglazialen Schmelzwasserrinnen und Grundmoränenplatten dokumentiert ist. Zwischen der südlichsten Eisrandlage des Brandenburger und des Pommerschen Stadiums können mit morphologischen Beobachtungen und Gefügeanalysen der Moränen mindestens 5 Rückzugsstaffeln unterschieden werden (BEHRMANN 1949/59, FRANZ 1962). Im Westen von Berlin werden als Folge einer örtlichen Oszillation des Brandenburger Vorstoßes zwei weichselglaziale Grundmoränen beobachtet (BÖSE 1979). Sowohl nach der ersten Eisüberschreitung als auch nach dem endgültigen Rückzug des Eises blieben im Berliner Untergrund erhebliche Toteismassen zurück, die zum großen Teil für einige Tausend Jahre erhalten blieben, wie zahlreiche Sölle und Toteiswannen bekunden. Zur Zeit der Bildung

der Frankfurter Zwischenstaffel, welche 10 km nördlich von Berlin gelegen ist, wurde das saaleiszeitlich angelegte Warschau-Berliner Urstromtal wieder freigespült und blieb über den Beginn des Pommerschen Stadiums hinaus in Funktion.

3.2 Spätglazial und Holozän

Die jüngeren geologischen Ereignisse im Berliner Raum sind bestens dokumentiert in den Berliner Seen, die von einer Arbeitsgruppe der Freien Universität Berlin mit Hilfe von Bohrkernen untersucht wurden (PACHUR & RÖPER 1984).

Die Flächenseen, dazu gehören der Tegeler See, der große Müggelsee und die Flußseenkette der Havel, werden im wesentlichen als Ergebnis der Gletschererosion und untergeordnet der Mitwirkung von subglazialen Schmelzwässern angesehen. Sehr bemerkenswert ist die Lage des Tegeler Sees im Urstromtal. Nach seiner Morphologie muß er als Zungenbecken der weichseleiszeitlichen Vereisung angesprochen werden. Das Becken war durch Toteis geschützt, als die Schmelzwässer durch das Urstromtal abgeführt wurden. Der Beweis liegt einerseits in der Form und andererseits darin, daß Hoch- und Niederterrasse des Urstromtales den See nicht umgürten, sondern ihn ursprünglich geschnitten haben.

Die Rinnenseen müssen fast ausschließlich der subglazialen Erosion zugeordnet werden. Dazu gehört die sogenannte Grunewaldrinne, die aus einer Kette von extrem schmalen Längsseen besteht. Diese Rinne dokumentiert die frühere Nahtstelle zwischen dem Brandenburger und Berliner Eisstrom. Die Reibung beider Eisströme führte hier zu einer vermehrten Bildung von Spalten, in die Schmelzwässer fielen und unter hohem hydrostatischen Druck Auskolkungen des Untergrundes bewirkten. Auch diese Depression wurde langfristig durch Toteis versiegelt, sodaß die typischen Toteiswannen mit steilen Flanken über die Periglazialzeit hinaus bis heute erhalten blieben.

In der Abbildung 7 sind die wesentlichen Entwicklungsphasen nach Rückzug des Eises aus dem Berliner Raum zusammengestellt (nach PACHUR & RÖPER 1984). Es beginnt mit der Anwehung von zum Teil mächtigen Dünen, deren Liefergebiete in den zunächst vegetationsfreien Moränen- und Sanderflächen zu suchen sind. Sehr bemerkenswert ist die zum Teil extrem lange Erhaltung des Toteises unter Bedeckung bis etwa 12.000 B.P., was im Berliner Raum einer Zeitspanne von mehr als 5.000 Jahren entspricht. Eine weitere Kuriosität ist die Bildung von Rhythmiten in den Berliner Urseen zwischen der jüngeren Tundrenzzeit und dem Atlantikum. Es handelt sich um jahreszeitliche Sedimenta-

tionsrhythmen von hellen sommerlichen Karbonatfällungen und dunklen eisen- und sulfitreichen Winterlagen. Fehlende Bioturbationen deuten daraufhin, daß im tieferen Seewasser anoxische Bedingungen vorherrschten. In dieser Zeit waren die Berliner Seen noch klein und standen mit der Ionenfracht ihrer Umgebung im Gleichgewicht. Mit dem Klimaxstadium während des Atlantikums vor etwa 6.000 Jahre B.P. endete diese Periode. Die weltweite Erhöhung des Meeresspiegels führte zum Rückstau der Elbe und damit zum Anstieg des Wasserspiegel in allen Berliner Seen, die sich vielfach zu Flußseen zusammenschlossen und wieder durchgehend sauerstoffreiche Wässer führten.

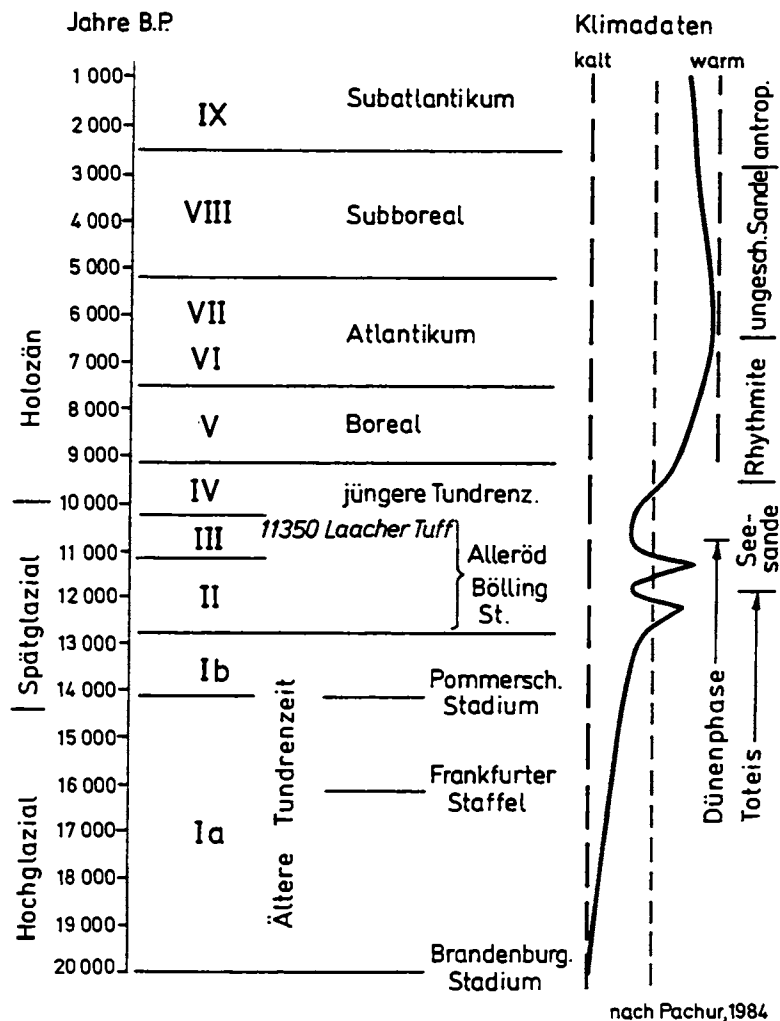


Abb. 7: Entwicklung nach dem Hochglazial im Raum Berlin (verändert nach PACHUR & RÖPER 1984)

Starkes, durch Nährstoffbelastung bedingtes Algenwachstum führt in der Gegenwart in den Berliner Seen erneut zu Sauerstoffmangel und Faulschlammabildung. Als Beispiel dafür mag der Tegeler See dienen, der im Einflußbereich ehemaliger Rieselfelder liegt, einen relativ geringen Wasserdurchsatz hat und im Sommer Temperaturschichtung aufweist. Der See konnte in den letzten Jahren durch eine aufwendige Entphosphatung aller Zuflüsse und durch eine vorübergehende Belüftung vor der Eutrophierung bewahrt und langfristig stabilisiert werden.

4. Eignung des quartären Untergrundes für Bauzwecke

Die Nutzung des Berliner Raumes als Bauland ist durch die Geologie des Untergrundes zwingend vorgegeben. Optimal geeignet für jede Art von Bauten sind die pleistozänen Grundmoränenplatten, die durch Eisüberfahrungen eine extrem hohe Bodenverdichtung erhalten haben. Auch die Talsande des Berliner Urstromtales können als guter Baugrund angesehen werden. Problematisch dagegen sind Toteislöcher und Toteiswannen, insbesondere subglaziale Schmelzwasserrinnen, die im Postglazial mit mächtigen organischen Böden ausgefüllt wurden. Diese Bereiche werden in der Regel als Parkanlagen mit Teichen genutzt. Um die Jahrhundertwende glaubte man jedoch, auch schwierige Baugründe technisch zu beherrschen und überbaute den Charlottenburger Torfgraben, den nördlichen Ausläufer der früher erwähnten Grunewaldrinne. Diese durch subglaziale Schmelzwässer der Weichseleiszeit angelegte Hohlform besteht aus zahlreichen tiefen Kolken, welche zunächst durch Toteis plombiert und später vor allem durch organische Böden ausgefüllt wurden. Die Stabilität der auf Baumpfähle gesetzten Häuser war abhängig vom Grundwasserstand. Als Folge einer Grundwasserabsenkung zum Bau einer U-Bahnlinie um 1965 traten extreme Setzungen auf, die zum Abbruch vieler Häuser führten. Diese harte Erfahrung wird Berlin auch künftig vor einer zu starken Einschränkung seiner Grünflächen bewahren.

5. Quellen und Grundwasser

Durch den in den letzten hundert Jahren abgesunkenen Grundwasserspiegel sind natürliche Quellen im Berliner Stadtgebiet selten geworden. Die letzte entspringt am Kliffwand der Teltower Platte zum Berliner Urstromtal. Hier versickern Niederschläge auf der Teltower Hochfläche, stauen sich als Schichtwasser auf der unteren weichseleiszeitlichen Grundmoräne und treten nach etwa 4 Monaten knapp über dem Niveau des Urstromtales aus.

Im Berliner Untergrund werden zwei Grundwasserstockwerke ausgewiesen: Das untere führt salzhaltige Wässer und liegt unter dem mitteloligozänen Septarienton, der im Berliner Raum der Hauptgrundwasserhemmer ist. Das obere süßwasserführende Stockwerk besteht aus Ablagerungen des Oberoligozäns, Miozäns und Pleistozäns und wird durch Einlagerung von Grundwasserhemmern wie Geschiebemergel, Beckentonen, interglazialen Mudden und Braunkohlensilten in bis zu 5 lokale, aber großräumig kommunizierende Grundwasserleiter gegliedert. Fast ausschließlich wird das Trinkwasser in Berlin aus den pleistozänen Grundwasserleitern gewonnen und zwar im Ostteil der Stadt vorwiegend aus den jungpleistozänen Sanden und im ehemaligen West-Berlin mehr aus den elsterglazialen Sedimenten. Ein Profilschnitt durch den Grunewald im Südwesten von Berlin (Abb.8) verdeutlicht beispielhaft die hydrogeologische Situation: An der Basis steht der Septarienton in der Regel durchgehend an, während die im Hangenden folgenden Grundwasserhemmer des Pleistozäns Erosionslücken aufweisen. Die oberoligozänen und miozänen Sande sind von elstereiszeitlichen Rinnen durchschnitten und teilweise völlig erodiert. In einigen Bereichen von Berlin haben diese Rinnen stellenweise die Basis des Septarientones erreicht und damit örtliche Aufstiegszonen für die salzführenden Tiefenwässer geschaffen. In diesen Bereichen kann nur eingeschränkt Süßwasser gefördert werden.

Der vergleichsweise komplizierte geologische Aufbau einschließlich der lokalen Erosionslücken in den eingelagerten Grundwasser-

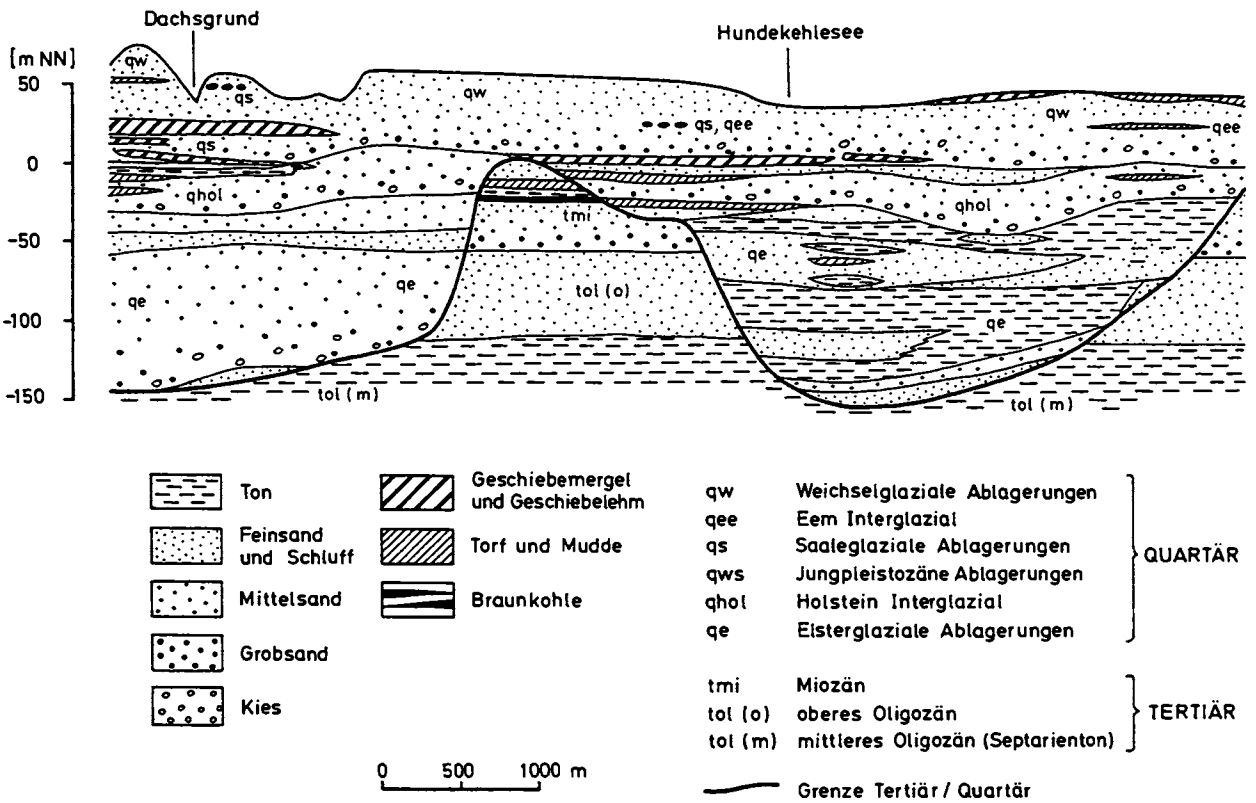


Abb.8: Geologischer West-Ost-Schnitt durch den Grunewald im Südwesten von Berlin (vereinfacht NACH SOMMER-VON JARMERSTEDT Et al. 1993)

stauern führt zu äußerst differenzierten Fließwegen für infiltriertes Oberflächenwasser, wie durch die Untersuchungen im Unterhavel-Grunewald-Bereich von SOMMER VON JARMERSTEDT et al. (1993) dokumentiert wurde. In der Abb. 9 werden die hydraulischen Verhältnisse sowie die Uferfiltrats- und Grundwasserfließwege an der Unterhavel dargestellt. Die Infiltration des Havelwassers findet fast ausschließlich nur im Bereich der sandigen Strandplatten im ufernahen Bereich statt, da das Havelbett durch etwa 30 m mächtige Mudden an der Basis abgedichtet wird. Diese Uferfiltrate treten in den obersten Grundwasserleiter ein, breiten sich mit

erheblichen Verweilzeiten unter dem Grunewald aus und sickern durch Erosionslücken der Geschiebemergel langsam in die unteren pleistozänen Grundwasserleiter ein. Dieser komplizierte Weg führt zwar z. Zt. zu einer willkommenen Reinigung, ist aber langfristig nicht ohne Probleme, da das Havelwasser erheblich kontaminiert ist. Die Brunnen-galerien an der Unterhavel fördern somit heute - von Leckagen abgesehen - ein qualitativ hochwertiges Trinkwasser, das aus landbürtigem Grundwasser und natürlich gefiltertem Flußwasser besteht. Dies setzt allerdings den Nutzungsverzicht auf den obersten Grundwasserspeicher voraus.

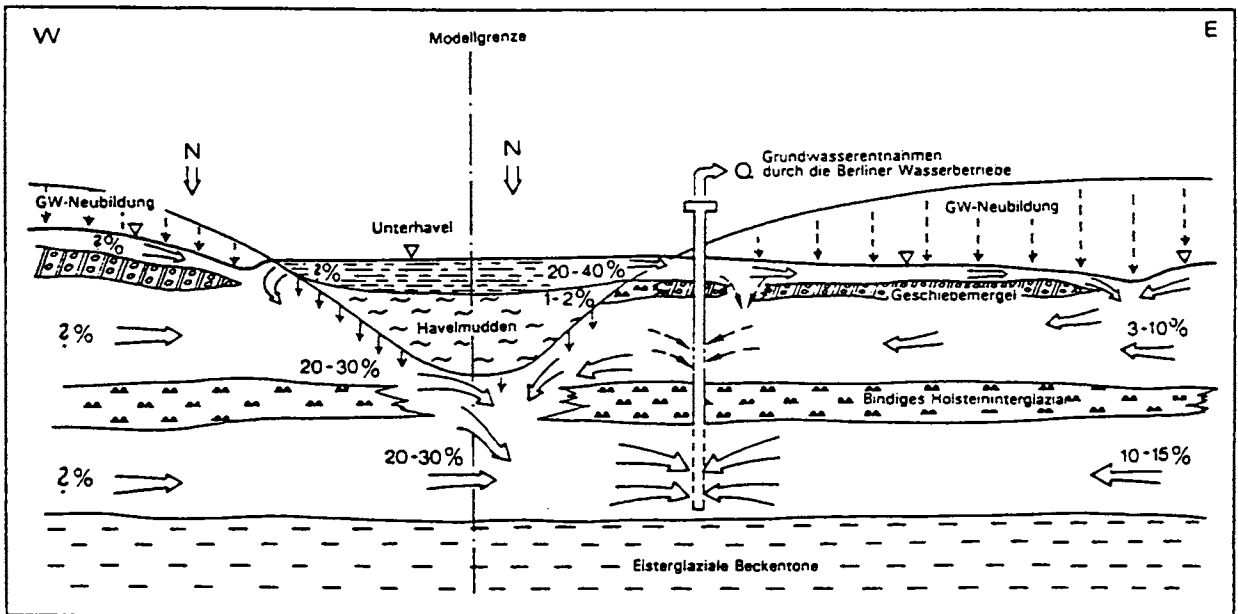


Abb.9: *Prinzipische Skizze über die hydraulischen Verhältnisse sowie Uferfiltrate und Grundwasserfließwege an der Unterhavel (nach SOMMER-VON JARMERSTED 1992)*

Zur Gewinnung von Grundwasser sind in Berlin etwa 1250 Brunnen in Betrieb, die im Bereich des Urstromtales und parallel zu den Flächen- und Rinnenseen vorwiegend als Brunnengalerien abgeteuft wurden. Eine Wasserförderung von 350 Mio m³ pro Jahr übersteigt die natürliche Grundwasserneubildung, die auf einem jährlichen Niederschlag von 550 mm und einer begrenzten Menge von natürlichem Uferfiltrat basiert, beträchtlich. Daher ist eine künstliche Grundwasseranreicherung durch Versickerung von Oberflächenwässern unumgänglich. Ein Teil des Berliner Abwassers wird in der Phosphateliminierungsanlage behandelt und anschließend in die Grunewaldseekette übergeleitet. Dadurch wird ein weiteres Absinken der Seewasserspiegel verhindert, die sonst, wegen der hohen Entnahme durch die umliegenden Hochleistungsbrunnen, erheblich schwanken würden. Die erneute Inbetriebnahme von ursprünglichen Entwässerungsgräben in den Berliner Forsten zur Versickerung wurde zu Gunsten von künstlichen Versickerungsbecken aufgegeben, weil die damit verbundenen ständigen Entschlammungsarbeiten, die mit Hand-

arbeit verbunden sind, zu kostenaufwendig waren. Der Anteil der Grundwasseranreicherung an der Gesamtfördermenge läßt sich nicht genau quantifizieren. Nach Schätzungen für West-Berlin von KLOOS (1986) entfallen 40 % des geförderten Rohwassers auf reines Grundwasser. Die verbleibenden 60 % werden aus Uferfiltrat und künstlicher Grundwasseranreicherung gewonnen.

Gegenwärtig kommt es auf den Erhalt und die Erweiterung der jetzt genutzten Kapazitäten der Wassergewinnung in Berlin an. Dabei geht es um die langfristige Qualitäts- und Mengensicherung des landbürtigen Grundwassers und des Oberflächenwassers. Folgende Probleme müssen kurz- oder mittelfristig gelöst werden:

- a) Die Menge des Oberflächenwassers, das für die natürliche und künstliche Versickerung zur Verfügung steht, wird in naher Zukunft eher abnehmen, da durch die geplante Flutung der Braunkohlentagebaue, deren Sumpfungswasser derzeit die Spree speist, große Wassermengen für die Vorflut verloren gehen werden. Zusätzlich ist zu befürchten, daß die

sauren Grubenwässer den Chemismus der Spree nachhaltig verändern. Eine ersatzweise angedachte Überleitung von Wasser aus der Oder erscheint problematisch, da dieser Strom zu den kontaminiertesten Flüssen Europas zählt.

- b) Die an Berlin angrenzenden Gemeinden haben bisher nur eine unzureichende Abwasserentsorgung und belasten daher die Vorfluter erheblich.
- c) Viehgroßmastbetriebe der früheren DDR haben große Feldflächen vor den Toren von Berlin durch extreme Gülleaufträge hochbelastet.
- d) Ein Ausweichen auf tiefere Grundwasserleiter erfordert einen erheblichen Erkundungsaufwand, weil damit die Gefahr des Aufstiegs von höher mineralisierten Tiefenwässern, die im wesentlichen NaCl aus dem Zechstein enthalten, wächst. Eine starke Absenkung des Grundwassers kann darüber hinaus die hydraulischen Verhältnisse ungünstig beeinflussen, weil die im ungedeckten Grundwasserleiter angereicherten Kontaminaten schnell in den Hauptgrundwasserleiter migrieren würden.

6. Die Sanierung der Rieselfelder

Die Anlage von Rieselfeldern um die Jahrhundertwende galt als großer Fortschritt. Es war ein Abwasserbehandlungsverfahren, das die Flüsse vor der Einleitung hygienisch bedenklicher Stoffe schützen und gleichzeitig erheblichen landwirtschaftlichen Nutzen haben sollte. Letzteres traf insbesondere auf die mageren Sandböden von Berlin zu, deren Wasserbindungsvermögen mäßig entwickelt ist. Inzwischen wurde die Verrieselung über die letzten drei Jahrzehnte immer weiter zurückgefahren und 1993 endgültig eingestellt. Dieser Prozeß war dadurch begründet, daß die DDR landwirtschaftliche Nutzfläche brauchte und zudem immer mehr Klärwerke in Betrieb gingen, so daß der Anteil des ungeklärten Abwassers auf 0 zurückfiel. Heute zeigen die ehemaligen Rieselfelder, die einst 12.000 ha

um Berlin in Anspruch genommen haben, alle Merkmale einer Schadstoffüberlastung und erweisen sich nach der Stilllegung als ökologische Zeitbomben, da eine Remobilisierung der bisher gebundenen Schadstoffe einsetzt und das Grundwasser bedroht.

Da die ehemaligen Rieselfelder in ihrer Nutzung stark eingeschränkt sind und negative Einflüsse auf den Untergrund und das Umland zu befürchten sind, haben die Berliner Wasserbetriebe und das Landesamt Brandenburg in jüngster Zeit Forschungsprojekte zur langfristigen Sanierung in Angriff genommen. Die Technische Universität Berlin ist mit verschiedenen Instituten an dem Projekt "Rieselfelder südlich Berlins - Altlast, Grundwasser, Oberflächenwasser" beteiligt. Das Teilprojekt "Hydrogeologie" beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Zustandsanalyse einerseits der Grund- und Oberflächenwässer sowie andererseits der den Bodenhorizonten unterlagernden Sedimenten in der gesättigten und ungesättigten Zone. Mit weiterführenden Untersuchungen soll die Gefährdung der Trinkwasserversorgung erfaßt und nach Möglichkeit abgewendet werden. In Zusammenarbeit mit Hydrologen, Bodenkundlern und Biologen werden Grundlagen für die weitere Raumplanung und Nachnutzung der Rieselfelder erarbeitet.

Nach den vorläufigen Ergebnissen gelangten Salze und Nährstoffe in erheblichen Mengen mit dem Abwasser auf die Rieselfelder und wurden trotz ihrer hohen Löslichkeit in großen Umfange im Boden absorbiert (TRÖGER et al. 1994). Durch die nach Stilllegung erheblich längere Verweildauer des versickernden Regenwassers werden die gutlöslichen Salze im Boden remobilisiert und mit den Sickerwässern allmählich abgeführt.

Ein spezielles Problem ist die tiefgreifende Übersättigung des Bodens mit Stickstoff. Der Abbau kann durch die Erzeugung eines Reduktionsmilieus sehr beschleunigt werden. So wird z. B. etwa 2 m unter der Basis von angelegten Teichen eine starke Zersetzung der Nitrate erreicht. Im übrigen wird das Regenerationsvermögen des Bodens durch den Anbau einer milieustabilen Vegetation - z. B.

Schilfrohr - verstärkt. Ebenfalls problematisch sind die Phosphate, die nach Aufgabe der Rieselfelder mit der Zersetzung der organischen Substanz immer stärker ausgetragen werden.

Aus den Abwässern wurden Schwermetalle wie Kupfer, Nickel, Zinn, Blei und Cadmium in der oberen Bodenzone gefällt und weitgehend gebunden. Nach bisheriger Auffassung sind Geschiebemergel mit hohen Karbonat- und Tongehalten wirksame Barrieren, wie z. B. in Profilen im Rieselfeld Karolinenhöhe im westlichen Berlin (Abb. 10) nachgewiesen wurde (AURAND et al. 1984). In der Elementverteilung tritt hier ein Hauptmaximum in den karbonatreichen oberen 2,5 m

und ein kleineres Nebenmaximum in einer karbonatführenden Schicht bei 7,5 m auf. Nach neueren Erkenntnissen werden jedoch die Schwermetalle vorrangig aus den Abwässern in einer sulfidischen Phase im Boden herausgefiltert bzw. fixiert. Mit der Einstellung der Verrieselung wird die angereicherte organische Substanz partiell oxidiert, wodurch die Schwermetalle wieder freigesetzt werden. Da insbesondere Sandböden unter dem Einfluß des sauren Regens und der Oxidation der organischen Substanz im pH-Wert sinken, werden die Schwermetalle in lösliche Phasen überführt und gelangen schnell ins Grundwasser, insbesondere wenn der Flurabstand klein ist.

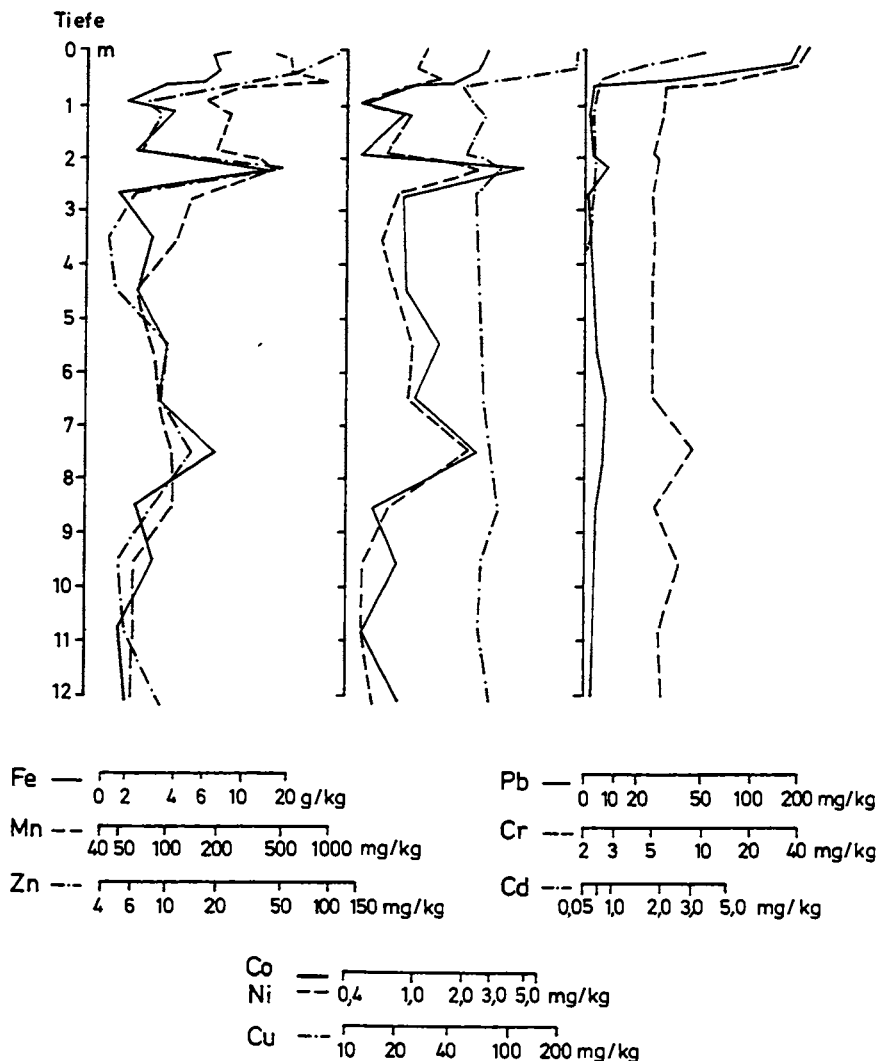


Abb. 10: Elementverteilung im Rieselfeld Karolinenhöhe im westlichen Berlin (leicht verändert nach AURAND et al. 1984)

In Abb. 11 werden Schwermetallgehalte in petrologisch ähnlichen Sedimenten verglichen und zwar in drei Profilen, von denen das erste aus einem nicht berieselten, das zweite aus einem bis vor 15 Jahren berieselten und das dritte aus einem weiterhin berieselten Feld stammt. Es erweist sich, daß 15 Jahre ohne Abwasserbeaufschlagung genügt haben, um den Schwermetallüberschuß abzubauen und den Urzustand annähernd wieder herzustellen. Diese schnelle Remobilisierung und die damit verbundene Grundwassergefährdung läßt sich jedoch vermeiden oder zumindest extrem ver-

langsamen, wenn die Rieselfelder weiterhin mit Klarwasser (mechanisch und biologisch gereinigtes Abwasser aus den Klärwerken), das immer noch leicht alkalisch ist, beaufschlagt werden. Unter diesen Bedingungen wird der Abbau der organischen Substanz vermindert und die Schwermetalle bleiben gebunden. Versuche haben gezeigt, daß in diesem Fall die unter den Rieselfeldern neu gebildeten Grundwässer mit ihren Schwermetallgehalten im Rahmen der für Trinkwasser gültigen Grenzwerte bleiben.

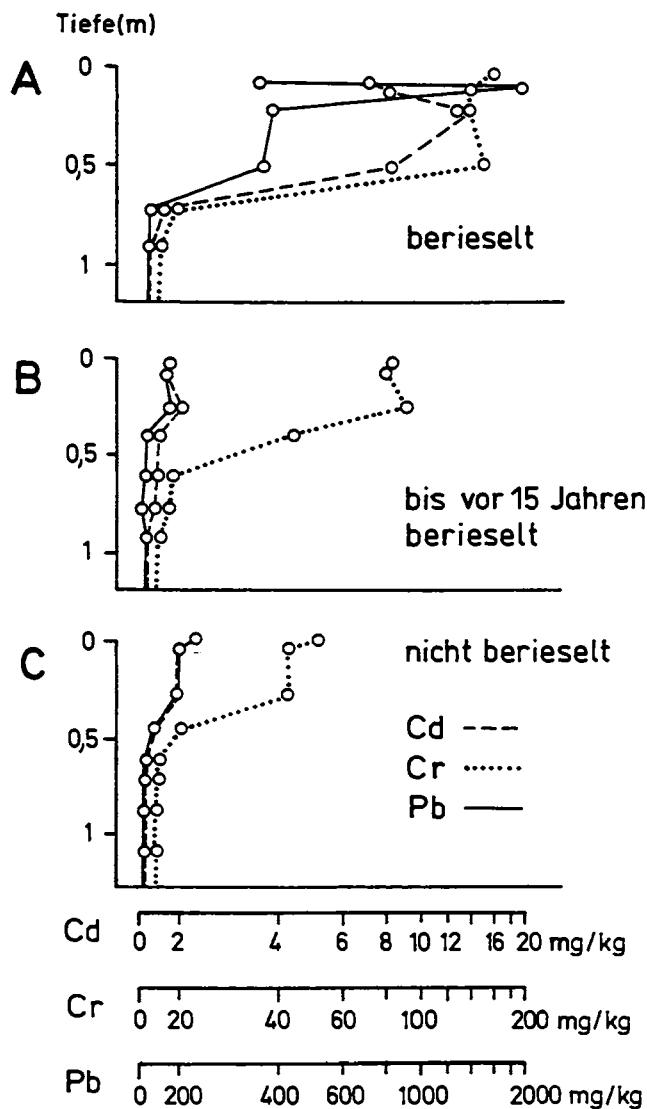


Abb.11: Schwermetallgehalte an 3 petrologisch gleichen Profilen
 A) nicht berieselt, B) bis vor 15 Jahren berieselt, C) noch berieselt (verändert nach AURAND et al. 1984)

Die fortgeführte Bewirtschaftung der Rieselfelder mit gereinigtem Klarwasser dient darüber hinaus mehreren Zwecken:

- Schutz des Grundwassers und der Vorfluter
- Reserveflächen für kontaminierte Abwässer im Falle von Störfällen in den Klärwerken
- Regeneration der Felder für künftige wirtschaftliche Nutzungen
- Förderung der Grundwasserneubildung.

Besonders der letzte Punkt ist für den Großraum Berlin wichtig, weil die Menge der Oberflächenwässer für die Anreicherung des Grundwassers kaum noch ausreichen wird.

7. Zur Eignung eiszeitlicher Sedimente im Großraum Berlin als mineralische Dichtmassen

Geschiebemergel und Beckentone sind gute Grundwasserhemmer und gleichzeitig auch geochemische Barrieren. Sie werden im Berliner Raum als mineralische Dichtungsmassen im Deponiebau eingesetzt, um Abfallstoffe sicher zu lagern. (Natürlich wäre auch der mitteloligozäne Septarienton geeignet, doch wegen seiner in der Regel größeren Tiefenlage findet er dafür weniger Verwendung). Durch den Kontakt mit den damit verbundenen Sickerwässern erfahren die eingesetzten Dichtungsmassen mineralogisch-geochemische Veränderungen (Alterationen). Trotz der extremen Bedeutung für die Langzeitbeständigkeit ist bisher der Ablauf dieser Prozesse noch weitgehend ungeklärt. Das Studium der natürlichen Alterationsprozesse in der Verwitterungszone ermöglicht es, die für mineralische Dichtmassen charakteristischen Degradations- und Aggradationsvorgänge zu erfassen. Danach besteht ein Zusammenhang zwischen der Versickerung von meteorischen, ionenuntersättigten Wässern und einer Abnahme der Kationen-Austauschkapazität (KISTEN, in Arbeit). Ähnliche Beobachtungen

wurden von HENDRIKS (1991) im Rahmen der geologischen Hauptuntersuchung des geplanten Deponiestandortes Augzin/Mecklenburg-Vorpommern beschrieben. Die Analyse der Tonmineralvergesellschaftung von Probenmaterial ergab hier eine auffällige Veränderung des Tonmineralspektrums in den dort anstehenden Geschiebemergeln.

Am Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Berlin werden zur Zeit Langzeit-Durchströmungsversuche mit anorganischen und organischen Prüfflüssigkeiten an ausgewählten mineralischen Dichtmassen durchgeführt. Im Gegensatz zu konventionellen Durchströmungsversuchen werden stationäre Bedingungen eingehalten, bei denen die Konzentration der Prüfflüssigkeit durch Erneuerung ständig konstant gehalten wird (Abb 12). Zur Ergänzung dienen Alterationsversuche in speziell dafür entwickelten Zellen, die darüberhinaus eine Erfassung von Lösungs- und Ausfällungsreaktionen entlang einer Fließstrecke ermöglichen. Das Ziel ist, ein geeignetes Testverfahren zur Eignungsprüfung von mineralischen Dichtmassen zu entwickeln.

Für die Anlage künftiger Deponien sollten verstärkt geochemisch-lagerstättenkundliche Konzepte eingesetzt werden, bei denen die Transformationsprozesse geogener Sedimentgesteine als Vorbild dienen (vergl. BACCINI et al. 1992). Das Verfahren der "Diagenetischen Inertisierung" nach RIEHL-HERWIRSCH, bei dem eine zuverlässige Rückeinbindung von Abfallstoffen in die Lithosphäre erfolgt (LEILER 1993), bietet hierzu einen hoffnungsvollen Ansatz.

Eine abschließende Beurteilung der ausgewählten Proben hinsichtlich ihrer Eignung als mineralische Dichtmassen ist zur Zeit noch nicht möglich. Erste Analyseergebnisse von beaufschlagten Geschiebemergeln deuten jedoch auf eine günstige mineralogische Zusammensetzung des Probenmaterials für eine langfristige Immobilisierung einzelner anorganischer Schadstoffe hin. Die stoffspezifische Retardationswirkung von Grundmoränen-Ablagerungen insbesondere gegenüber

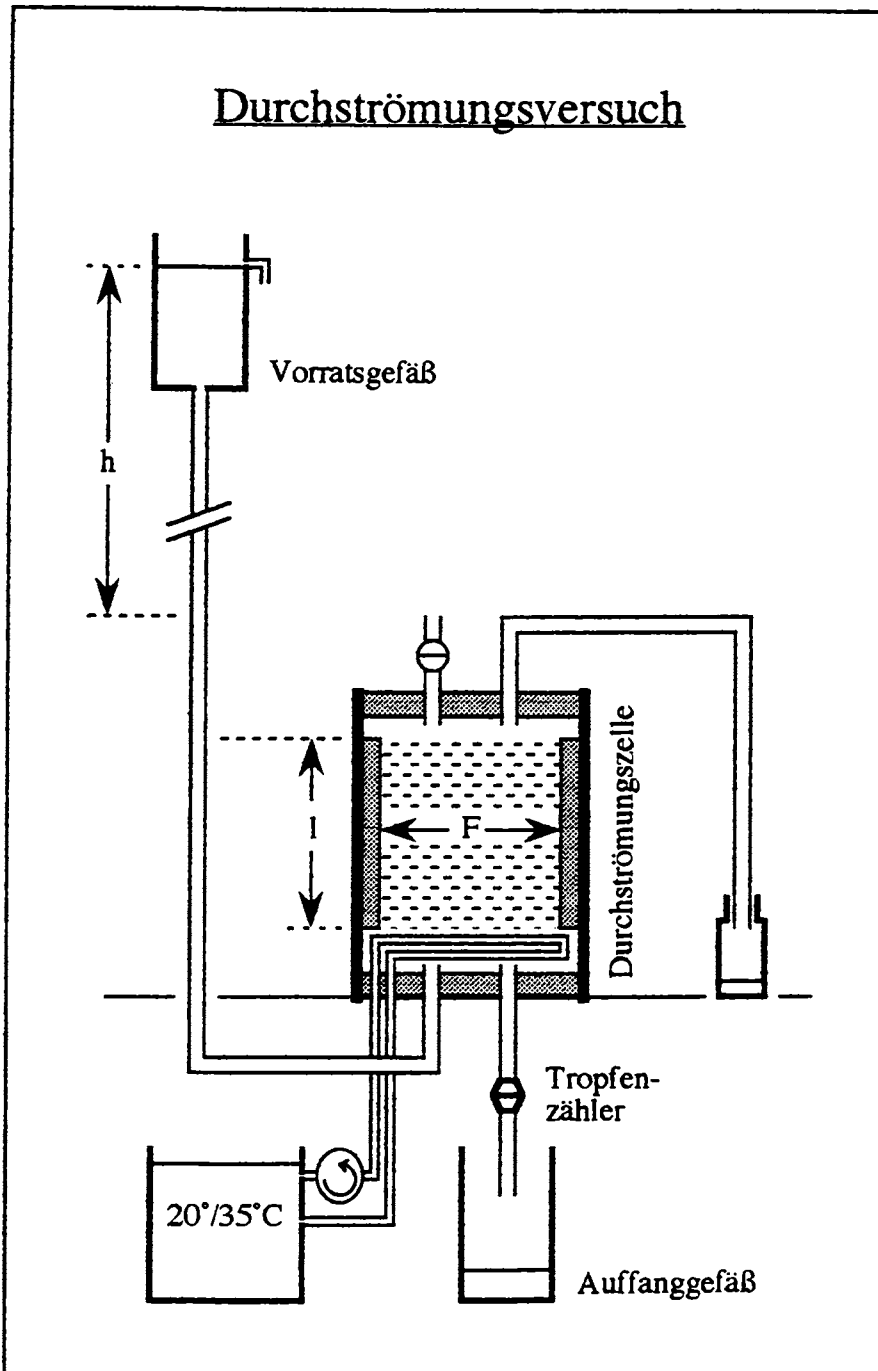


Abb. 12: Durchströmungsversuch unter stationären Bedingungen (nach KISTEN 1994)

Schwermetallen wurde auch von BROSE & BRÜHL (1990) erkannt, zugleich aber auch auf die unzureichende Barrierewirkung gegen-

über leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen hingewiesen.

8. Ausblick

Mit dem Ausbau von Berlin zur Hauptstadt und dem weiteren Anstieg der Bevölkerungsdichte wird die Belastung der geologischen Ressourcen zunehmen. In erster Linie geht es um die Reinerhaltung des Bodens und des Wassers sowohl im Oberflächenbereich als auch im Untergrund. Grundsätzlich gilt, daß die über 100jährige Versorgung der Stadt mit qualitativ hochwertigem Grundwasser durch Bewirtschaftung der Grundwasservorräte erfolgreich ist und trotz erkennbarer Probleme weiter verfolgt werden muß (SOMMER-VON JARMERSTED et al. 1993). Um die Grundwassergewinnung unter den gegebenen komplexen geologisch-hydrologischen Verhältnissen ergiebig und langfristig stabil zu erhalten, bedarf es weiterer ausgedehnter Forschungen, da die gegenwärtig vorliegenden Untersuchungsergebnisse in der Regel lokal gebunden sind und vorwiegend Pilotcharakter haben. Das Grundwasserbeobachtungsnetz sollte

sämtliche, auch zur Zeit noch nicht bewirtschaftete Grundwasserleiter, über deren Aufbau teilweise nur lückenhafte Kenntnisse vorliegen, getrennt durch Meßstellen erfaßt werden. Die Programme zur Erkundung der miozänen Grundwasserleiter, die zwar über eine gute Wasserergiebigkeit verfügen, örtlich aber durch Braunkohleneinschaltungen störende Inhaltsstoffe aufweisen können, sind auf das Berliner Umland auszudehnen. Dies gilt in gleicher Weise für die großflächige Gewinnung von Uferfiltraten. Um zu verhindern, daß durch erhöhte Versickerung die oberflächlichen Abflusssmengen zu stark gemindert werden, sollten die Reinwässer der Klärwerke, sofern eine 3. Reinigungsstufe zur Verfügung steht, verstärkt verrieselt und zur Ergänzung der oberflächennahen Grundwasservorräte herangezogen werden. Vor allem müssen im Stadtgebiet und Einzugsbereich von Spree und Havel die vielzähligen oberflächennahen Kontaminationsherde, deren Frachten das Grundwasser bedrohen, langfristig saniert bzw. in Kontrolle gehalten werden.

Literatur:

ASSMANN, P. 1957

Der geologische Aufbau der Gegend von Berlin. - Senator für Bau- und Wohnungswesen, Berlin, 142 S., 6 Abb., 1 Bohrverz., 2 Kt.

AURAND et al. 1984

Vergleichende Untersuchungen an langfristig mit Abwasser belasteten Böden zur Beurteilung der Reinigungsvorgänge durch den Untergrund bei der künstlichen Grundwasseranreicherung. - Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin, Forschungsberichte, T 84-104.

BACCINI, P.; BELEVI, H.;
LICHTENSTEIGER, T. 1992

Die Deponie in einer ökologisch orientierten Volkswirtschaft. - Gaia, 1, 34-49, Heidelberg (Spektrum).

BEHRMANN, W. 1949/50

Die Umgebung Berlins nach morphologischen Formengruppen betrachtet. - Die Erde, 1, 93-122, 10 Abb; Berlin.

BÖSE, M. 1979

Die morphologische Entwicklung im westlichen Berlin nach neuen stratigraphischen Untersuchungen. - Berliner Geogr. Abhandl., 28, 43 S.; Berlin.

BROSE, F. & BRÜHL, H. 1990

Untersuchungen zur natürlichen Barrierewirkung von Grundmoränen-Ablagerungen gegenüber Schwermetallen und leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen im Stadtgebiet von Berlin. - Deponie, 4, 153-175, Berlin (EF-Verlag).

- FRANZ, H.-J. 1962
Morphogenese der Jungmoränenlandschaft des westlichen Brandenburger Stadiums. - Wiss. Zeitschr. Pädagog. Hochsch. Potsdam, Math.-Nat. Reihe, 7, Teil 1: Eisrandlagen: 29-48; Teil 2: Die Schmelzwasserabflüsse und die durch sie geschaffenen Ablagerungen und Formen: 49-60; Potsdam.
- HENDRIKS, F. F. 1991
Wissenschaftliches Gutachten zur geologischen Hauptuntersuchung des Standortes einer geplanten Reststoffdeponie bei Augzin im Kreis Lüz (Mecklenburg-Vorpommern). - Unveröffentlichter Bericht der TERRATECH, Dr. Frits Hendriks (BDG) und Dirk Reulecke, Berlin.
- KALLENBACH, H. 1980
Abriß der Geologie von Berlin. - Beiheft zum Internat. Alfred-Wegener-Symposium in Berlin, 15-21; Berlin.
- KISTEN, CH.-P. 1994
Zur Alteration mineralischer Dichtmassen (Arbeitstitel). - Dissertation in Vorbereitung, TU Berlin.
- KLOOS, R. 1986
Das Grundwasser in Berlin - Bedeutung, Probleme, Sanierungskonzeption. - Bes. Mitt. Gewässerkdl. Jh. - Berichte des Landes Berlin, 165 S.
- KREKLER, G. & BURKOWSKY, M. 1985
Erkundung der geologischen und lagerstättentechnischen Gegebenheiten des Erdgas-Aquiferspeichers Berlin. - gwfgas/Erdgas, 126, 3, 161-169.
- LEILER, W. 1993
Diagenetische Inertisierung - Ein neuer Ansatz für die Ablagerung von Abfällen - PORR-Nachrichten Nr. 117, Wien
- LIMBERG, A. 1991
Erläuterungen zu: Geologische Karte von Berlin 1:10.000, Blatt 425 u. 426. - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, 60 S., 8 Abb., Bohrverzeichnis.
- PACHUR, H.-J. & RÖPER, H.-P. 1984
Geolimnische Befunde des Berliner Raumes.- Berliner Geographische Abhandlungen, 36, S.37-49.
- SOMMER-VON JARMERSTED, CH. 1992
Hydraulische und hydrochemische Aspekte der Uferfiltration an der Unterhavel in Berlin.- Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A, 140, 149 S.
- SOMMER-VON JARMERSTED, CH; PECKDECER, A; BRÜHL, H., u. THIERBACH, J. 1993
Konsequenzen und Perspektiven für die Wasserversorgung von Berlin aus hydrogeologischer und hydrochemischer Sicht. - Wasserwirtschaft, 83, 9, 474 - 479; Berlin.
- TRÖGER, U.; ASBRAND, M. & STEY, W. 1994
Rieselfelder südlich Berlins - Altlast, Grundwasser, Oberflächenwasser, Teilprojekt Hydrogeologie, Statusbericht. - Berlin, unveröffentlichter Zwischenbericht.
- TRUSHEIM, F. 1957
Über die Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 109, 111-151; Hannover.

DISKUSION

ZUR GEOLOGIE VON BERLIN

LEHNHARD: Warum ändert sich die Konzentration einer Flüssigkeit bei einem konventionellen Durchströmungsversuch ?

KALLENBACH: Die Flüssigkeit reagiert mit dem durchströmenden Körper, was zwangsläufig bei einer nahezu stehenden Flüssigkeit zu Konzentrationsveränderungen führen muß. Bei der von Herrn KISTEN entwickelten stationären Durchströmungsanlage wird die Prüfflüssigkeit im langsamen Durchfluß gehalten und damit konstant erneuert. Dies entspricht in etwa den natürlichen Bedingungen unter einer Deponie.

UNBEKANNT: Warum wird der Schwermetallaustrag erhöht, wenn die Berieselung eingestellt wird ?

KALLENBACH: Die Schnelligkeit der Schwermetallremobilisierung ist abhängig vom Substrat, d. h. ein karbonatreicher Geschiebemergel wird diese Elemente wesentlich länger halten als ein ausgewaschener Geschiebesand. Die Bindung der Schwermetalle kann zunächst durch die leicht basischen Abwässer aufrecht erhalten werden. Nach Einstellung der Beaufschlagung durch Abwässer beginnt die Einwirkung der sauren meteorischen Wässer und damit die Lösung der Schwermetalle. Neueste Berliner Forschungsergebnisse weisen auf die hohe Bindungsfähigkeit des organischen Materials für metallische Elemente hin, solange die Berieselung läuft. Nach Ende setzt Oxidation ein, die zur Zerstörung der organischen Substanz und somit zur sofortigen Freigabe der Schwermetalle führt. Durch Berieselung mit leicht basischen Klarwässern kann dieser Prozess gestoppt bzw. extrem verlangsamt werden.

RIEHL-H.: Ergänzung: Durch die basischen Deponiesickerwässer werden in Hausmülldeponien Schwermetalle zunächst gebunden, langfristig aber - wenn die sauren

meteorischen Wässer dominieren - gehen sie in Lösung, was auch durch aufgebrauchte Oberflächenabdichtungen, die leider sehr schnell ihre Funktion verlieren, nicht verhindert werden kann.

STADLER: Ist das gezeigte Erscheinungsbild des Geschiebemergels mit einzelnen schwimmenden Geschieben in einer relativ feinkörnigen Matrix typisch ?

KALLENBACH: Ja, durchaus. Das nordische Inlandeis hat durch Exaration erhebliche Sedimentmengen aus dem mesozoischen und vor allem tertiären Untergrund aufgenommen. Dieses leicht aufzubereitende Material bildet die Matrix, welche den Hauptanteil des Geschiebemergels ausmacht. Der Karbonatanteil liegt in der Regel über 10%.

RANK: Wie steht es mit der Bohr- und Bearbeitbarkeit des Geschiebemergels ?

KALLENBACH: In der Regel kein Problem, da große Geschiebe eigentlich die Ausnahme sind.

RANK: Die Rieselfelder sollen mit Klarwässern weiterhin in Betrieb gehalten werden. Ist dies eine Sanierungsmaßnahme auf Zeit ? Hofft man, daß die meteorischen Wässer eines Tages nicht mehr sauer sind ? Welchen Zwecken sollen die Rieselfelder in Zukunft dienen ?

KALLENBACH: Natürlich wird eine langfristige Sanierung angestrebt. Zunächst werden die Schwermetalle fixiert gehalten und damit eine Stoßwirkung auf das Grundwasser vermieden. Andererseits gehen geringfügige Mengen, die unter den für Trinkwasser geltenden Toleranzwerten liegen, immer in Lösung, sodaß in langen Zeiträumen der Elementgehalt sinkt. Der ausgesprochen positive Nebeneffekt ist die konstante Grundwasserneubildung unter den Berieselungs-

flächen. Nach der bisherigen Rechtslage dürfen Klarwässer - also gut gereinigte Abwässer - zwar nicht zur Grundwasseranreicherung versickert werden, aber für die Berieselung wird eine Ausnahmegenehmigung erteilt. Wegen des abzusehenden Mangels an Oberflächenwasser dürfte der breitere Einsatz von Klarwässern künftig sowieso unvermeidlich sein. Da die Trinkwassergewinnung grundsätzlich aus den tieferen Grundwasserleitern erfolgt, ergeben sich daraus keine Probleme. Im übrigen sollen die Rieselfelder in den nächsten hundert Jahren zwar nicht zum Ackerbau, aber z. B. für Freizeitanlagen genutzt werden. Außerdem dienen sie als Reserveflächen für Störfälle in den Klärwerken oder Sturzregen. Sie bewirken damit eine wesentliche Pufferung für die Vorfluter.

SCHROLL: Über geeignete Pflanzen ist eine biologische Reinigung möglich. Was wird in Berlin diesbezüglich unternommen ?

KALLENBACH: An den Forschungen in den Berliner Rieselfeldern sind Botaniker mit selbständigen Teilprojekten beteiligt, um die biologischen Möglichkeiten der Sanierung in voller Breite zu testen.

UNBEKANNT: Sind die angesprochenen Behandlungsmethoden auch im Winter wirksam ?

KALLENBACH: Die Versickerung ist natürlich behindert, unter größeren Wasserflächen weniger und auf den Rieselfeldern mehr. Bei

einer Beaufschlagung mit Klarwasser ergeben sich daraus keine Probleme, weil diese Wässer für die Vorfluter ungefährlich sind.

Diskussionsbeiträge von:

LEHNHARDT, Dr. W.,

*Zentralanst.f.Metereologie u. Geodyn.
Abt. Geophysik,
Hohe Warte 38, Postfach 342,
A - 1191 Wien*

RANK, Dr.D.,

*Geotechn. Inst., Abt. Geohydrologie,
BFPZ-Arsenal,
Arsenal - Obj. 214,
A-1030 Wien*

RIEHL-HERWIRSCH, Dr. G.,

*Institut f. Geologie
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13,
A-1040 Wien*

SCHROLL, Prof.E.,

*Haidbrunnngasse 14,
A-2700 Wr. Neustadt*

STADLER, Dir.Dipl.Ing.Dr. G.,

*Fa. Insond
Bahnhofstraße 45,
A-5205 Neumarkt*