

Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH



Beratung • Planung • Projektsteuerung • Gutachten • Forschung

Büro Nordhausen am Harz
Am Sportplatz 1
D - 99735 Nordhausen-Leimbach
Telefon: (0 36 31) 89 06-0
Telefax: (0 36 31) 89 06 29

e-mail:
ihu-gmbh@t-online.de
internet:
<http://www.ihu-gmbh.com>

zertifiziert nach EN ISO 9001
Reg-Nr.
CERT-08816-2000 AG ESN-TGA

**Kurzgutachten
für das
Ingenieurbüro Völker**

**Hydrogeologisches Kurzgutachten
zu dem geplanten
Gipstagebau Lüthorst**

Februar 2003

IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH		
Niederlassung Halle-Merseburg Passendorfer Weg 1 D-06128 Halle/Saale Telefon: (0345) 52088-0 Telefax: (0345) 5208821	Büro Nordhausen am Harz Am Sportplatz 1 D-99735 Nordhausen-Leimbach Telefon: (03631) 8906-0 Telefax: (03631) 890629	Büro Dresden Reichenbachstraße 55 D-01069 Dresden Telefon: (0351) 448850 Telefax: (0351) 4488515
IHU – Kurzgutachten		
Hydrogeologisches Kurzgutachten zu dem geplanten Gipstagebau Lüthorst		
Land:	Niedersachsen	
Landkreis(e):	Northeim	
Projekt/Vorhaben (Kurztitel):	Hydrogeologisches Kurzgutachten zu dem geplanten Gipstagebau Lüthorst	
Projektnummer:	20293	
Projektart:	Hydrogeologisches Kurzgutachten	
Berichtsdatum:	26. 02. 2003	
Projektbearbeiter:	Dipl.-Geol. H. Garleb	
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Völker	
Ansprechpartner:	Herr Völker	
IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH		
		
 Dr. rer. nat. Andreas Schroeter	 Dipl.-Ing. Gerd Knab	IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH – Büro Nordhausen am Harz D-99735 Nordhausen-Leimbach, Am Sportplatz 1 Tel.: (0 36 31) 89 06-0, Fax: (0 36 31) 89 06 29
Geschäftsführer	Geschäftsführer	
Halle/Saale - Nordhausen am Harz – Dresden, den 26. 02. 2003		
Verteiler: 2 x Ingenieurbüro Völker; 2 x IHU GmbH		

1 Vorbemerkung

Die Gebrüder Knauf Westdeutsche Gipswerke beabsichtigen die Gewinnung von Gipsstein der Lagerstätte Lüthorst / Ravensberg im Landkreis Northeim.

Im Rahmen der vorbereitenden Untersuchungen erfolgte durch das Ingenieurbüro Völker eine hydrogeologische Begutachtung der eventuellen Folgen eines Eingriffes durch einen Gipstagebau. In diesem Zusammenhang wurde die Notwendigkeit erkannt, Aussagen über die zu erwartenden Zuflüsse zum geplanten Tagebau und den möglichen Einfluß auf die oberirdischen Gewässer zu treffen.

Die IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro-, und Umweltgeologie mbH wurde am 17.12.2002 durch das Ingenieurbüro Völker beauftragt, auf der Grundlage eines Angebotes vom 25.09.2002 ein hydrogeologisches Kurzgutachten zu dem vorgesehenen Tagebau Lüthorst zu erarbeiten. Die dazu benötigten, beim Ingenieurbüro Völker vorhandenen Unterlagen wurden der IHU GmbH im Januar 2003 zur Verfügung gestellt.

Eigene Felduntersuchungen wurden nicht ausgeführt, eine Ortsbesichtigung fand am 09.01.2003 statt. Die Bearbeitung erfolgte auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen (Gutachten vom Dezember 2002, Meßprotokolle, Kartenunterlagen, Klimadaten) und unter Verwendung der im Literatur- und Quellenverzeichnis angegebenen Quellen.

2 Hydrogeologische Situation

Das Gipsvorkommen der Lagerstätte Lüthorst / Ravensberg gehört dem Zechstein an. Ausführliche Beschreibungen finden sich bei VÖLKER (2002), JORDAN (2001) und in weiteren Arbeiten. Nachfolgend erfolgt nur eine zum Verständnis der Hydrogeologie erforderliche kurze Darstellung der geologischen Situation.

Das Vorkommen ist an die Elfas – Überschiebung und die damit verbundene Zechstein – Intrusion gebunden. Das halokinetisch in die mesozoischen Schichten eingedrungene Zechsteinsalz ist vollständig subrodiert, die weitgehend vergipsten Anhydrite des Zechsteins stehen unter einer Bedeckung von quartären und tertiären Lockergesteinen in einem schmalen, herzyn (NW - SE) streichenden Streifen zwischen dem Elfas – Sattel und dem Solling – Gewölbe an. Auf Grund der bruchtektonisch und halokinetisch bedingten Schollenstruktur wird das Zechsteinvorkommen des Ravensberges allseitig fast vollständig von mesozoischen Sedimenten, überwiegend des Röt, begrenzt.

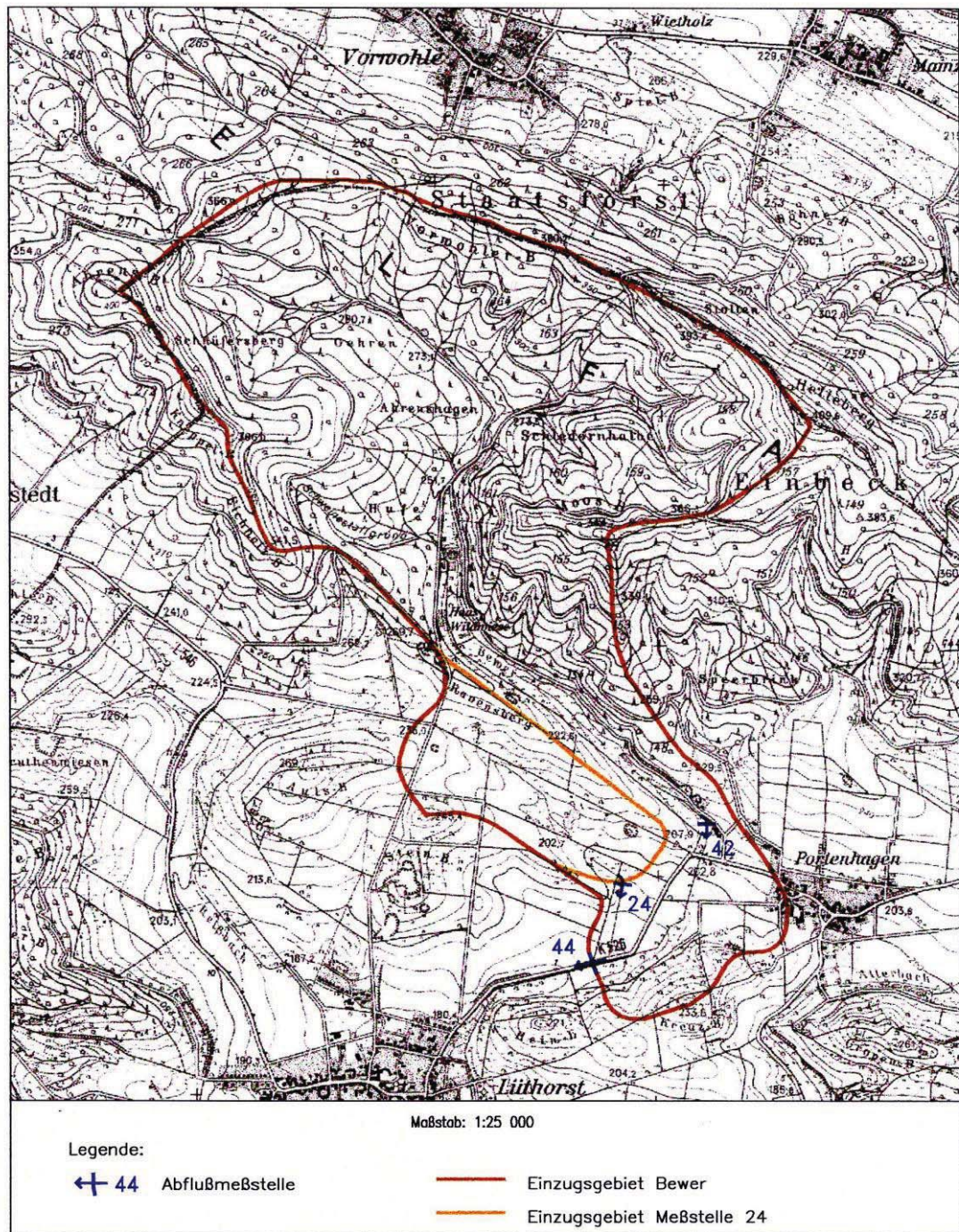


Abbildung 1: Lageskizze der hydrologischen Einzugsgebiete

Lediglich an dem nordwestlichen Rand des Vorkommens besteht im Bereich der Störungszone des Hellenberger Grabens eine schmale direkte Verbindung zu dem sich in nordwestlicher Richtung nach Stadtoldendorf erstreckenden anschließenden Zechsteinstreifen. Der Zechstein steht nicht an der Oberfläche an, sondern wird durchweg von quartären, untergeordnet auch tertiären Lockergesteinen überlagert. Diese sind überwiegend schluffig – tonig, z. T. aber auch sandig ausgebildet und weisen eine Mächtigkeit um 10...15 m, lokal bis über 20 m auf.

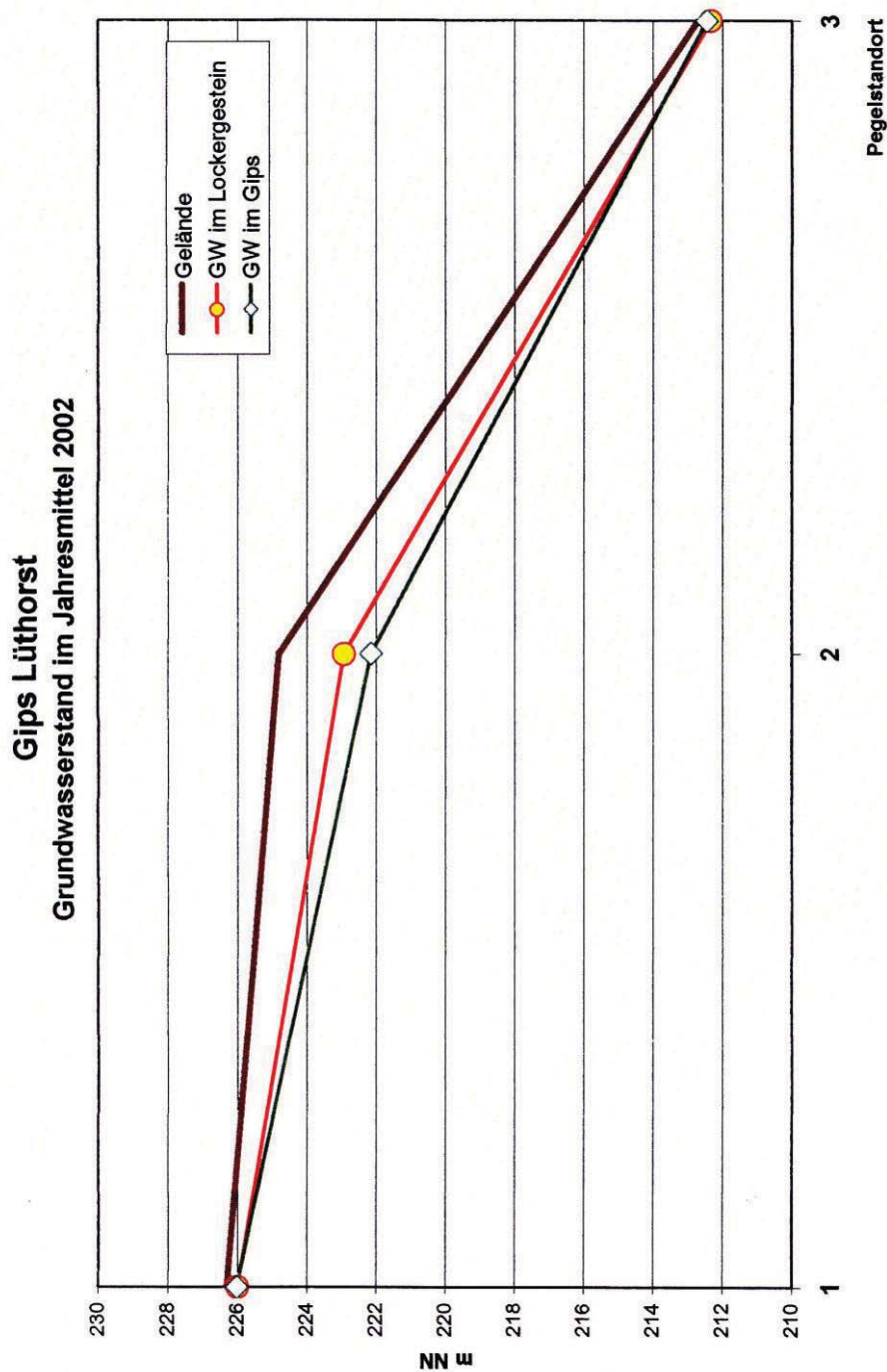
Auf Grund der nahezu vollständigen allseitigen Begrenzung der verkarstungsfähigen Zechsteinsedimente durch klastische, z. T. tonige Triassedimente kann die für die unmittelbare Grundwasserneubildung aus den Niederschlägen wirksame Fläche relativ gut abgegrenzt werden. Der Zechsteinausstrich (unter Lockergesteinsbedeckung) zwischen der nordwestlichen Begrenzung im Bereich Sandbreiten und der südöstlichen Untersuchungsgebietsgrenze (VÖLKER 2002: Abflußmeßstelle 24, siehe Abbildung 1) weist eine Längserstreckung von ca. 1.500 m und eine Breite von im Mittel ca. 120 m auf und umfaßt eine Fläche von rund 142.000 m². Rechnet man den unter der Muschelkalkscholle des Steinberges lagernden Anteil hinzu, beträgt die flächenhafte Ausdehnung des Zechsteins hier rund 185.000 m². Eine hydrodynamische Abgrenzung des Grundwassereinzugsgebietes ist wegen der zu geringen Anzahl von Grundwassermeßstellen nicht möglich. Zur Grundwasserdynamik des Zechsteins kann lediglich die Aussage getroffen werden, daß die Grundwasseroberfläche annähernd der Geländemorphologie folgt und die Grundwasserfließrichtung dementsprechend generell von NW nach SE gerichtet ist. Über mögliche, z. B. an Störungs- und Zerrüttungszonen gebundene hydraulische Verbindungen zu den Buntsandsteingrundwasserleitern des Elfas liegen keine Erkenntnisse vor.

In der Tabelle 1 sind die aus 24 Grundwasserstandsmessungen im Lauf des Jahres 2002 ermittelten statistischen Werte zusammengestellt. Die „a“ – Pegel repräsentieren jeweils die Lockergesteinsüberdeckung, die Ziffern ohne Zusatz die Grundwasserverhältnisse im Zechstein.

Tabelle 1: Statistische Werte des Grundwasserstandes im Jahr 2002

Pegel	Gelände m NN	Wasserstand m NN		
		min.	mitt.	max.
1a	226,32	225,30	226,00	226,22
1		225,29	226,03	226,32
2a	224,82	221,19	222,92	223,61
2		221,45	222,09	222,66
3a	212,72	212,21	212,34	212,58
3		212,17	212,45	212,57

Die Abbildungen 2 und 3 verdeutlichen diese Verhältnisse und zeigen gleichzeitig, daß der Grundwasserstand nur wenige Meter unter Gelände bzw. an den Standorten 1 und 3 etwa im Geländeniveau liegt. An den Pegelstandorten 1 und 3 ist der Wasserstand in der Lockergesteinsüberdeckung und im Zechstein annähernd gleich, während am Standort 2 im Lockergestein der Wasserstand generell höher als im Zechstein ist.



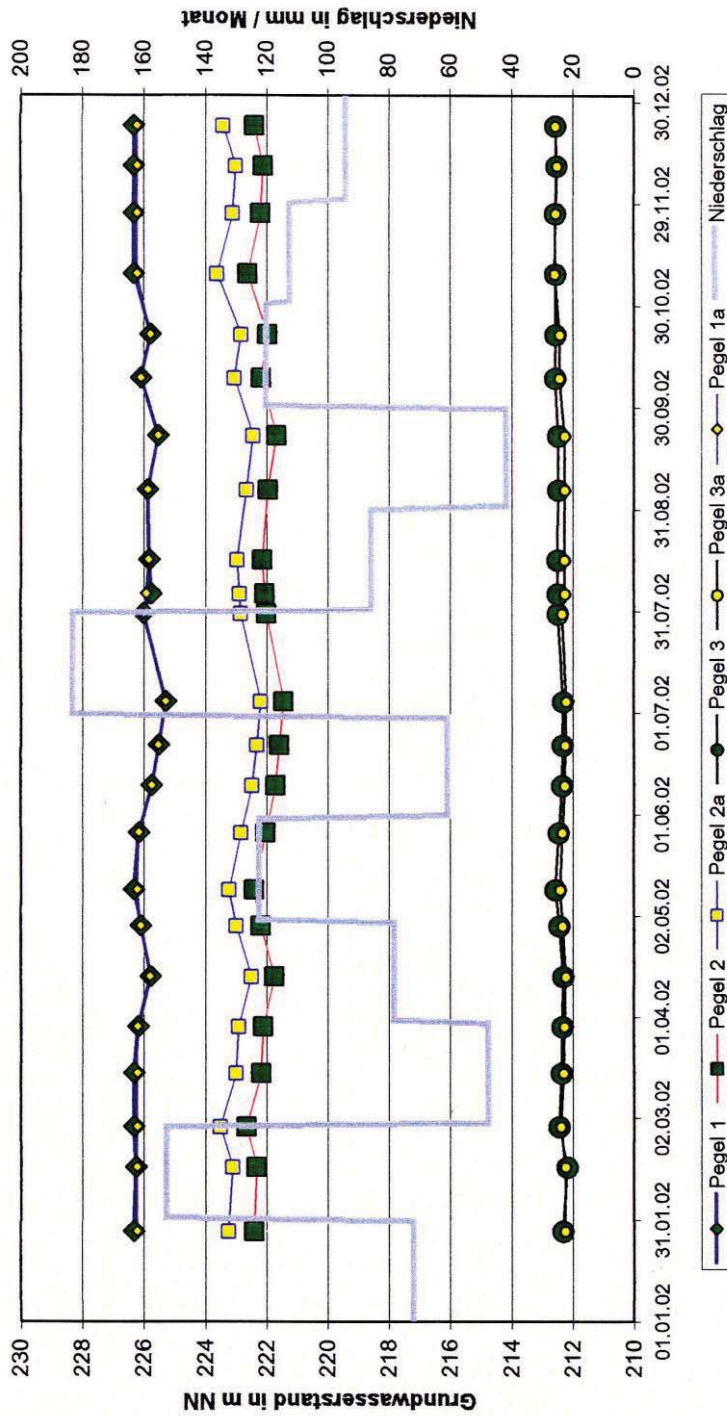
H. Garleb
IHU GmbH 2003

Datenquelle:
Ingenieurbüro Völker

Luet_Dok.xls DiaWPeg

Abbildung 2: Grundwasserstand im Jahresmittel 2002

Gips Lüthorst
Niederschlag und Grundwasserstand im Jahr 2002



Luet_Dok.xls DiaWNI

Abbildung 3: Niederschlag und Grundwasserstand im Jahr 2002

IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH – www.ihu-gmbh.com
 99735 Nordhausen-Leimbach, Am Sportplatz 1, Telefon (03631) 89 06-0, Telefax (03631) 89 06 29

H. Garleb
 IHU GmbH 2003

Datenquelle: Ingenieurbüro Völker;
 DWD Hannover

Ein Vergleich des Grundwasserstands mit den Monatssummen der Niederschläge (siehe Tabelle 2) im Beobachtungszeitraum 2002 (Abbildung 3) zeigt einen nicht sehr ausgeprägten, aber deutlichen Zusammenhang des Grundwasserstands mit der Niederschlagsentwicklung. Dabei reagieren sowohl die oberflächennah im Lockergestein ausgebauten als auch die tieferen im Zechstein ausgebauten Grundwassermeßstellen annähernd gleich.

Aus den Grundwasserstandsbeobachtungen kann abgeleitet werden, daß im Untersuchungsgebiet vertikal gegliedert zwei geologisch unterschiedliche, hydraulisch aber eng verbundene Grundwasserkörper ausgebildet sind. Ein deutlich von oben nach unten gerichteter Gradient ist am Standort 2 vorhanden, bei den beiden anderen Standorten ist das Druckniveau annähernd ausgeglichen.

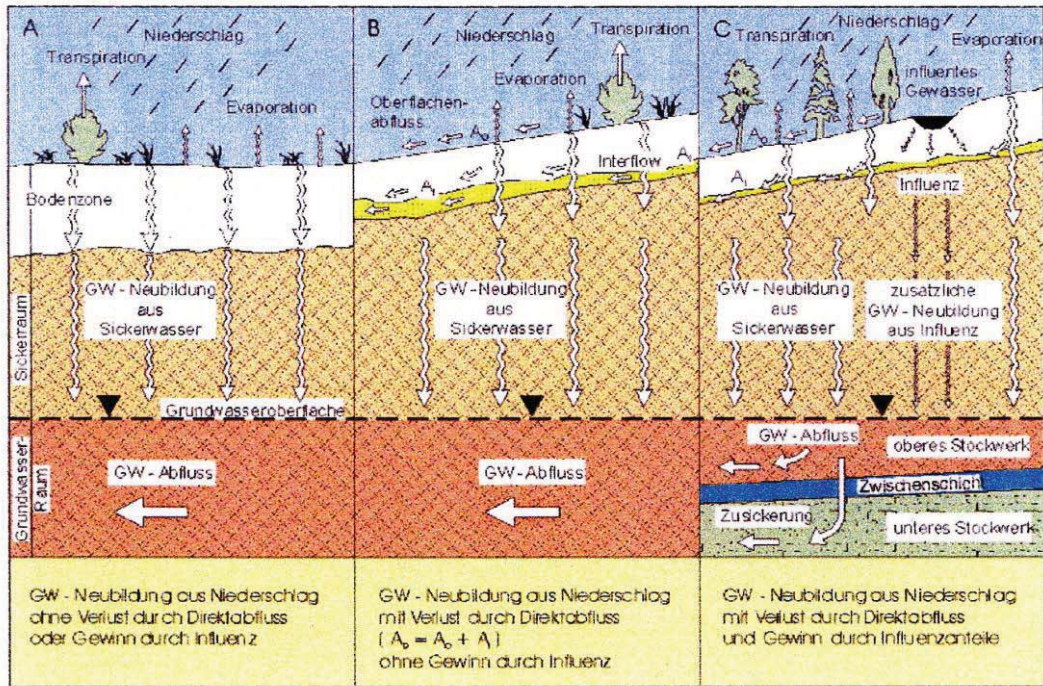
3 Grundwasserneubildung

Unter Grundwasserneubildung verstehen wir die Sickerwassermenge, welche die Grundwasseroberfläche erreicht und damit in die gesättigte Bodenzone, den Grundwasserleiter übertritt. Der Prozeß der Grundwasserneubildung beinhaltet die Infiltration von Niederschlags- und/oder Oberflächenwasser, den Bodenwasserhaushalt und die Abflußbildung in der ungesättigten Bodenzone. Ohne künstliche Eingriffe und ohne zusätzliche Infiltration von Oberflächenwasser ist die entscheidende Speisungsgröße der atmosphärische Niederschlag, die entscheidenden begrenzenden Größen sind die Versickerungsfähigkeit des Bodens, der oberflächliche und oberflächennahe Direktabfluß und die Verdunstungsansprüche des Bodens und der Vegetation.

Die für die Berechnung der Grundwasserneubildung erforderlichen Klimadaten werden in Klima- und Niederschlagsstationen ermittelt, die als amtliche Werte vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellt werden. Im Raum Lüthorst führt der DWD keine Klima- oder Niederschlagsmessungen durch. Alternativ dazu wurden vom Deutschen Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung Hannover, die Niederschlagsdaten der nächstgelegenen Station Eimen – Vorwohle mitgeteilt. Weitere gebietspezifische Klimadaten (potentielle Verdunstung) standen nicht zur Verfügung. Die als amtliche Auskunft übermittelte Wertetabelle ist als Abschrift in der Tabelle 2 wiedergegeben. Das langjährige Jahresmittel der Niederschlagssumme beträgt 844,8 mm, dieser Wert dient als Eingangsgröße zur Ermittlung der langjährigen mittleren Grundwasserneubildung. Ein Vergleich der Niederschlagssummen der letzten 10 Jahre zeigt, daß diese erheblichen Schwankungen unterliegen. Deshalb ist es erforderlich, zur richtigen Bewertung der im

Beobachtungszeitraum 2002 gewonnenen Ergebnisse die aktuelle klimatologische Situation des Jahres 2002 zu beachten. Das Jahr 2002 wies mit 1.171,4 mm die höchste Jahresniederschlagssumme der letzten 10 Jahre auf. Das sind 138,7% des langjährigen Mittels.

In der Abbildung 4 sind die für Niedersachsen typischen Fälle der Grundwasserneubildung aus den Niederschlägen dargestellt. Für das Untersuchungsgebiet, die Gipssteinlagerstätte Lüthorst/Ravensberg trifft das Prinzipschema Fall B zu. Das Gebiet ist durch seinen hängigen Charakter, das Vorhandensein von Vegetation in Form landwirtschaftlicher Nutzflächen und das Fehlen zusätzlicher Infiltration aus einem influenten Gewässer gekennzeichnet.



Quelle: www.nifb.de

Abbildung 4: Prinzipskizze zur Grundwasserneubildung

Wegen des komplexen Charakters und der sowohl für die Wasserwirtschaft als auch die Land- und Forstwirtschaft herausragenden Bedeutung der Grundwasserneubildung wurden zahlreiche empirische Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung entwickelt. Für das eigentliche Untersuchungsgebiet liegt kein spezifisch zutreffendes Verfahren vor.

DEUTSCHER WETTERDIENST

Klima- und Umweltberatung

Daten: Monatssumme des Niederschlags in mm (L/m²)
 Zeitraum: Jan. 1993 - Dez. 2002
 Station: EIMEN-VORWOHLE

MON/JAHR	Station EIMEN-VORWOHLE												Monats- mittel
	Monatssumme des Niederschlags in mm (L/m ²)												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002			
JAN	159,3	142,9	138,2	7,9	9,1	72,0	88,2	80,7	57,4	72,1			
FEB	42,6	22,0	93,3	14,9	108,5	25,2	109,1	102,6	70,4	152,6			
MRZ	17,9	156,7	103,0	22,6	67,0	113,0	65,9	164,8	73,2	47,6			
APR	56,0	124,0	56,6	49,9	63,8	104,7	64,4	21,7	60,2	78,2			
MAI	81,5	64,6	92,9	50,1	71,4	62,1	54,0	54,1	30,0	122,5			
JUN	68,8	75,7	65,4	52,6	69,2	96,0	62,6	39,7	91,9	61,0			
JUL	134,1	18,8	74,7	57,8	164,3	71,0	80,3	95,9	45,6	183,2			
AUG	89,0	121,3	52,6	60,0	32,3	92,8	113,8	65,5	71,7	85,8			
SEP	107,1	107,6	147,2	71,1	21,0	112,0	41,7	61,2	190,3	41,7			
OKT	88,5	75,3	20,1	73,4	85,7	221,2	59,3	38,2	27,5	120,1			
NOV	41,2	91,6	56,9	114,1	52,3	122,0	55,8	40,6	80,7	112,5			
DEZ	155,5	100,4	27,5	116,6	103,2	65,1	115,4	73,8	120,6	94,1			
Jahr	1.041,5	1.100,9	928,4	691,0	847,8	1.157,1	910,5	838,8	919,5	1.171,4			

Daten: Langjähriges Jahresmittel der Niederschlagssumme in mm (L/m²)

Zeitraum: 1961 - 1990

Station: EIMEN-VORWOHLE

Station EIMEN-VORWOHLE	
Zeitraum 1961 - 1990	Langjähriges Jahresmittel der Niederschlagssumme in mm (L/m ²) 844,8

Tabelle 2: Niederschlagsdaten (nach DWD, Regionales Gutachtenbüro Hannover)

Nach den Angaben in der veröffentlichten Literatur ist mit einer Grundwasserneubildungsrate von 150...250 mm/a bzw. 4,8...7,9 l/(s*km²) zu rechnen. Lebkuchner (2001) gibt in den Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25.000 Blatt Dassel eine Neubildungsrate von 150...250 mm an. Diese Angabe deckt sich etwa mit dem aus der bei Dörhöfer (1991) als Abbildung 4 veröffentlichten Karte zu entnehmenden Wertebereich von 200...250 mm/a und den aktuellen vom Forschungszentrum Jülich in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung mitgeteilten Werten der mittleren Versickerung zum Grundwasser (www.fz-juelich.de/GrundwasserneubildungNiedersachsen).

Zur Ermittlung der Grundwasserneubildung speziell für das Untersuchungsgebiet Lüthorst muß auf Analogieverfahren zurückgegriffen werden. Dazu wird zunächst das Verfahren nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) verwendet. Diese Autoren haben eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate speziell für die Verhältnisse in Niedersachsen entwickelt. Dabei werden der Niederschlag, die Bodennutzung, die Bodenart und die Reliefenergie sowie der Grundwasserflurabstand berücksichtigt. Zum Vergleich wird die Grundwasserneubildung nach dem Verfahren BAGROV / GLUGLA (in BAMBERG et al. 1981) berechnet, bei dem der Schwerpunkt auf der realen Boden- und Pflanzenverdunstung (Evapotranspiration) liegt. Da bei diesem Verfahren das Geländegefälle unberücksichtigt bleibt, muß der nicht für die Versickerung zur Verfügung stehende Oberflächenabfluß anderweitig ermittelt werden. Dazu wurde nach der Methode DÖRHÖFER & JOSOPAIT der Oberflächenabfluß in der Abhängigkeit der Reliefenergie ermittelt und in die Berechnung der Grundwasserneubildung einbezogen.

Mit den Verfahren nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT und BAGROV / GLUGLA wird ausgehend von langjährigen, mittleren Klimadaten die langjährige, mittlere Rate der Grundwasserneubildung bzw. des Grundwasserabflusses ermittelt. Abweichungen einzelner Jahre von diesen mittleren Verhältnissen können ebensowenig berücksichtigt werden wie zukünftige Änderungen der klimatischen Bedingungen.

Als weiteres geeignetes Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung bietet sich das Verfahren nach RENGER & WESSOLEK (DVWK, 1996) an, bei dem ebenfalls die Berechnung der realen Verdunstung Grundlage der Neubildungsermittlung ist.

Eine Berechnung nach RENGER & WESSOLEK konnte jedoch nicht ausgeführt werden, da die für dieses relativ hochauflösende Verfahren erforderlichen hydrometeorologischen Daten durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) nicht bereit gestellt werden können.

Nach den genannten Verfahren wurden folgende Werte der langjährigen mittleren Grundwasserneubildungsrate berechnet (Tabellen 3 und 4):

Tabelle 3: Ergebnis der Grundwasserneubildungsberechnung nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT:

Bodennutzung: Acker / Grünland (landwirtschaftliche Nutzfläche)			
Relief: mittelhängig (Stufe 3)			
Niederschlag: 845 mm/a			
Bodenart	Grundwasserflurabstand	Grundwasserneubildung	
sandiger Lehm	<0,8 m	128 mm	4,1 l/(s·km ²)
	0,8...1,5 m	204 mm	6,5 l/(s·km ²)
Lehm	<0,8 m	128 mm	4,1 l/(s·km ²)
	0,8...1,5 m	182 mm	5,8 l/(s·km ²)

Tabelle 4: Ergebnis der Grundwasserneubildungsberechnung nach BAGROV / GLUGLA:

Berücksichtigung des Oberflächenabflusses in Abhängigkeit der Reliefenergie nach DÖRHÖFER & JOSOPAIT (1980) mit $A/A_u = 1,6$ für Reliefenergiestufe 3 (11 – 50 m/km²)

Bodennutzung: landwirtschaftliche Nutzfläche				
Potentielle Verdunstung: 600 mm/a				
Niederschlag: 845 mm/a				
Bodenart	Grundwasserflurabstand	Gesamtabfluß A	Grundwasserabfluß A_u	
sandiger Lehm	<1 m	321 mm	201 mm	6,3 l/(s·km ²)
	1 – 2 m	370 mm	231 mm	7,3 l/(s·km ²)
Lehm	<1 m	321 mm	201 mm	7,3 l/(s·km ²)
	1 – 2 m	349 mm	218 mm	6,9 l/(s·km ²)

Neben den vorstehend genannten Verfahren, bei denen die Versickerung als Basis der Grundwasserneubildung standortbezogen berechnet wird, können zur gebietsspezifischen Ermittlung der Grundwasserneubildung auf wasserhaushaltlicher Basis hydrologische Separationsverfahren benutzt werden. Diese beruhen auf der Auswertung von Abflußmessungen mit dem Ziel, die Anteile des Grundwassers am Gesamtabfluß zu separieren. Bei Kenntnis der Einzugsgebietsgröße kann daraus die Grundwasserneubildungsrate für das Einzugsgebiet berechnet werden. Die dafür entwickelten Verfahren setzen u. a. das Vorliegen ausreichend langer Meßreihen voraus und gestatten die Ermittlung der langjährigen mittleren Grundwasserneubildung.

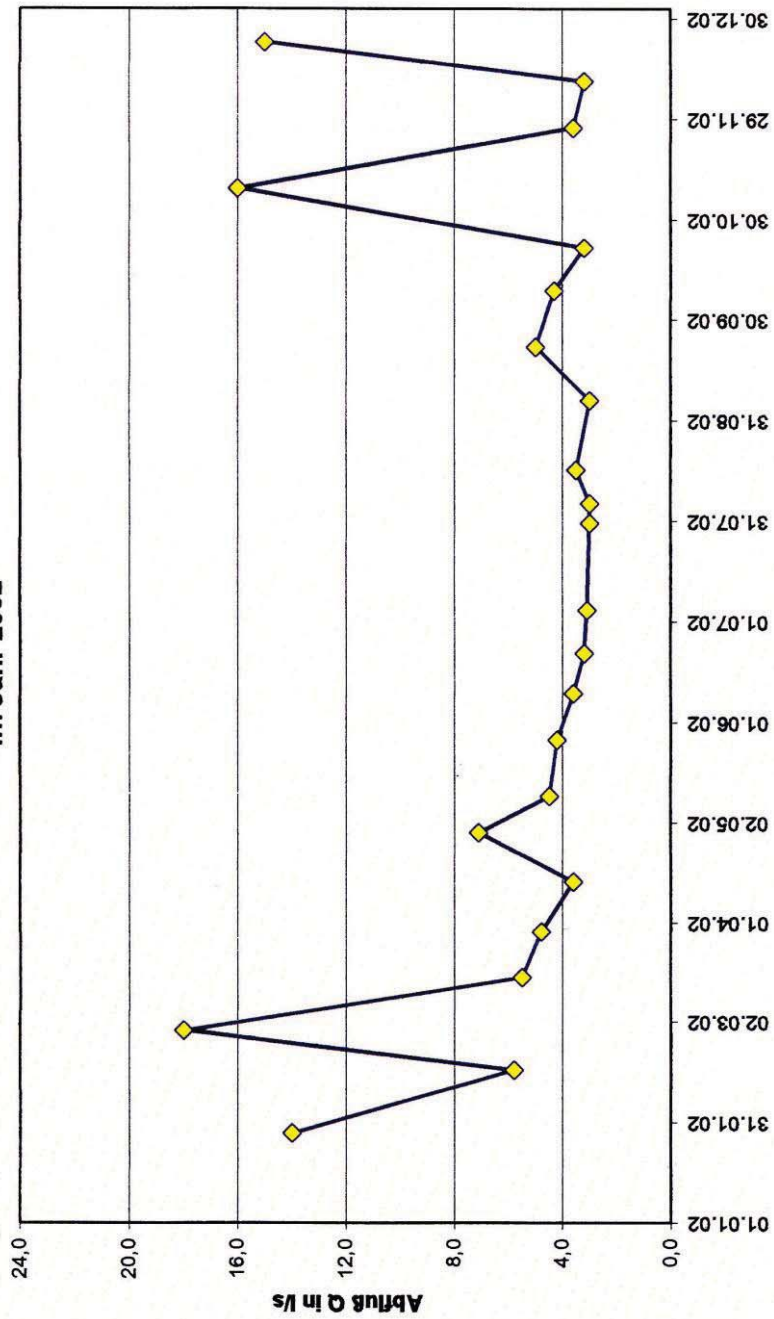
Im Gebiet Lüthorst sind im Jahr 2002 Abflußmessungen an 3 Meßstellen innerhalb des Gipsverbreitungsgebietes und mit der Abflußmeßstelle Q24 an dem das Gebiet entwässernden Vorfluter ausgeführt worden. Die Meßstelle Q24 repräsentiert etwa das oberirdische Einzugsgebiet einschließlich des nach der geologischen Karte abgrenzbaren unterirdischen Einzugsgebietes des Gipsvorkommens Ravensberg und umfaßt eine Fläche

von 0,541 km². Unter der Voraussetzung, daß der gesamte, diesem Gebiet entstammende Grundwasserabfluß an der Meßstelle Q24 in das oberirdische Fließgewässer als Vorfluter übergetreten ist, können die gemessenen Abflüsse zur Ermittlung der Grundwasserneubildung herangezogen werden. Diese Voraussetzung ist sicher nicht vollständig gegeben. Bei einem Vergleich der Meßwerte der Meßstellen Q42 und Q44 an der Bewer wird deutlich, daß hier stets ein gewisser Zwischengebietszufluß auftritt (siehe Tabelle 5). Dieser muß auf Grund der geomorphologischen Verhältnisse überwiegend aus dem Einzugsgebiet Lüthorst-Ravensberg stammen und wäre zu dem Meßwert der Meßstelle Q24 zu addieren. Die Ergebnisse dieser Abflußmessungen sind in der Abbildung 5 grafisch dargestellt.

Tabelle 5: Ermittlung des Zwischengebietszuflusses der Bewer

Meßdatum	Durchfluß in l/s			Differenz (Zwischengebiets- zufluß)
	Meßwerte			
	Q 24	Q 42	Q 44	Q44-Q42-Q24
29.4.2002	7,1	46	132	78,9
10.6.2002	3,6	34	40	2,4
16.8.2002	3,5	27	32	1,5
9.10.2002	4,3	28	38	5,7
11.12.2002	3,2	32	38	2,8

**Gips Lüthorst
Abfluß am Meßpunkt Q24
im Jahr 2002**



H. Garleb
IHU GmbH 2003

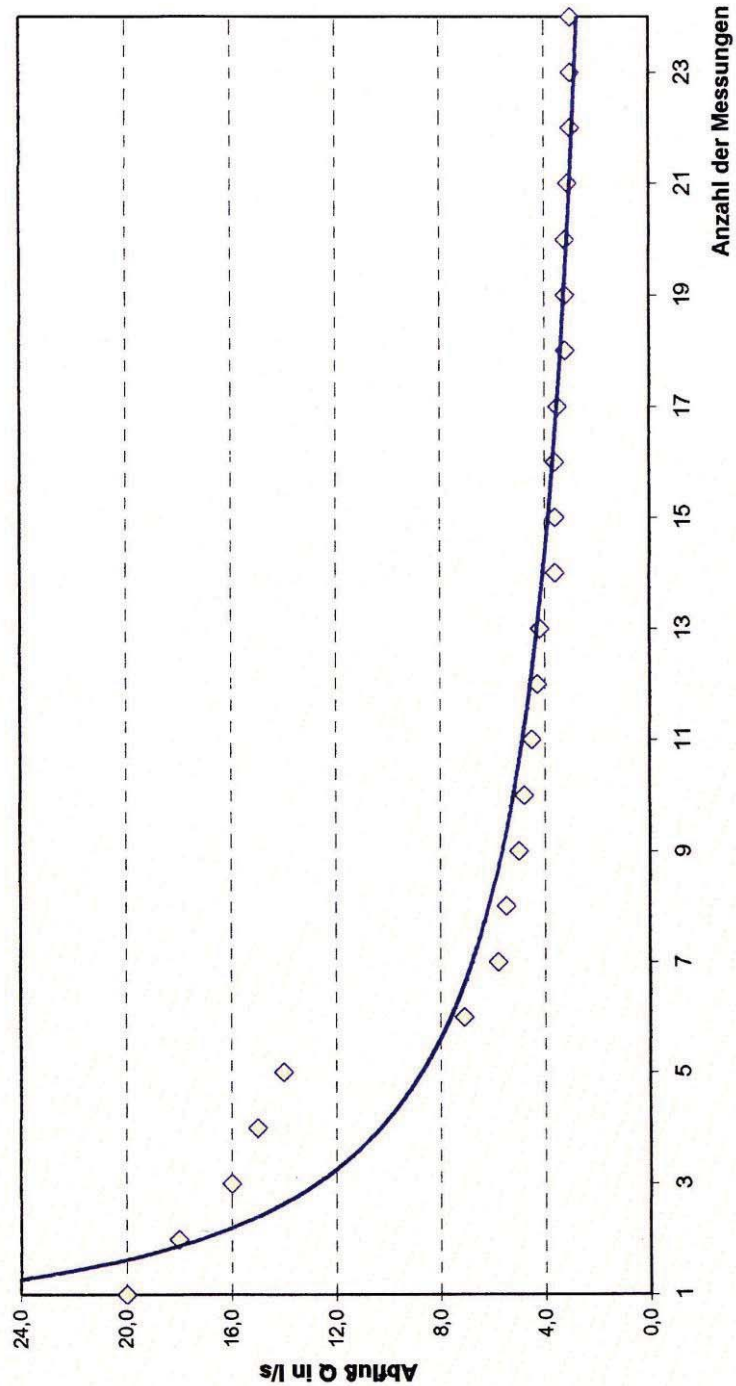
Datenquelle:
Ingenieurbüro Völker

Luet_Dok.xls DiaFluss

Abbildung 5: Abfluß im Vorfluter des Gipsvorkommens Ravensberg

Bei einer Interpretation der Meßergebnisse ist zu beachten, daß die vorliegenden 22 Messungen natürlich in keiner Weise für eine statistisch gesicherte Auswertung ausreichen. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, daß das langjährige Mittel der Niederschlagshöhe von 845 mm nur 72 % der Niederschlagssumme von 1.171 mm im Jahr 2002 beträgt. Dennoch sollen die Ergebnisse der Abflußmessungen zur Abschätzung des Grundwasseranteils am Abfluß und zur Validierung der nach empirisch – statistischen Verfahren ermittelten Grundwasserneubildung herangezogen werden. In der Abbildung 6 sind die Abflußwerte der Größe nach aufgetragen. Daraus wird deutlich, daß im Beobachtungszeitraum unabhängig vom Verlauf der Abflußentwicklung der Niedrigwasserabfluß mehrfach den Wert von 3,0 l/s erreicht hat, jedoch nie darunter lag. Wenn man diesen Niedrigwasserabfluß näherungsweise dem Grundwasserabfluß gleichsetzt, ergibt sich bei einer Größe des hydrologischen Einzugsgebiets von 0,541 km² eine Grundwasserspense von 5,5 l/(s·km²). Unter Berücksichtigung der Niederschlagssituation des Jahres 2002 wäre bei einer Reduzierung dieses Wertes um 38 % ein langjähriger mittlerer Wert von 3,4 l/(s·km²) zu erwarten. Der an der Meßstelle Q24 nicht erfaßte Anteil am Grundwasserabfluß, der der Bewer zuströmt, ist darin nicht enthalten. Für eine Niedrigwasserabflußsituation kann dieser Anteil zu mindestens 1 l/s bzw. ca. 1,5 l/(s·km²) angenommen werden (siehe Tabelle 4: Zwischengebietsabfluß zur Bewer). Wird dieser Betrag zu der ermittelten Grundwasserspense von 3,4 l/(s·km²) addiert, kann die Grundwasserneubildungsrate zu rund 5 l/(s·km²) abgeschätzt werden. Diese Höhe der Grundwasserneubildungsrate entspricht annähernd den Werten, die nach der Methode DÖRHÖFER & JOSOPAIT für oberflächennahe Grundwasserverhältnisse ermittelt wurden und kann für das Untersuchungsgebiet als realistische Größe angesehen werden.

Gips Lüthorst
Auswertung der Abflussmessungen am Meßpunkt Q24
im Jahr 2002



H. Garleb
IHU GmbH 2003

Datenquelle:
Ingenieurbüro Völker

Abbildung 6: Verteilung der gemessenen Abflüsse am Meßpunkt Q24

Luet_Dok.xls DiaKill

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei den gegenwärtig gegebenen ungestörten Verhältnissen im langjährigen Mittel mit einem Grundwasserzufluß von etwa 72 % des im Jahr 2002 gemessenen kleinsten Abflusses von 3,0 l/s, also mindestens ca. 2,2 l/s zu rechnen ist. Der aus den Abflußmessungen im Jahr 2002 ermittelte größte Abfluß betrug 18,0 l/s, am 05.01.2003 wurde ein Abfluß von 20,0 l/s gemessen. Diese Beträge beinhalten den unterirdischen Anteil (Grundwasser), den Oberflächenabfluß und den hypodermischen Abfluß (Interflow, siehe Abbildung 4). Die hydrologisch bedingte Differenzierung des Gesamtabflusses in die verschiedenen Abflußkomponenten bewirkt die unterschiedlichen Konzentrationen von Wasserinhaltsstoffen, die durch Völker (2002) durch die Auswertung der hydrochemischen Parameter belegt ist.

Aus den vorliegenden Daten ergibt sich kein Hinweis auf Fremdzuflüsse zu dem hydrologisch abgegrenzten Einzugsgebiet, da die gemessenen Kleinstabflüsse größenordnungsmäßig mit der mittels verschiedener Verfahren zur Berechnung der Grundwasserneubildung ermittelten Grundwasserspende übereinstimmen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß bei einer mit dem Aufschluß der Lagerstätte verbundenen Absenkung des Grundwasserspiegels zusätzliche Grundwasserzuflüsse aus Nachbargebieten aktiviert werden können. Trotz der nahezu allseitig zu vermutenden Begrenzung der verkarstungsfähigen Zechsteinsedimente durch die tonig gebundene Überschiebungsbrekzie und Ton- und Schluffsteine des Röt muß mit dem Vorhandensein wasserwegsamere Verbindungen in den Grenzbereichen zwischen dem Zechstein und den benachbarten Kluffgrundwasserleitern gerechnet werden. Derartige Zonen sind insbesondere in dem tektonisch stark gestörten Bereich an der Nordwestbegrenzung des Gipsvorkommens nicht auszuschließen. Welche Größenordnung derartige Zuflüsse annehmen können, hängt von der Ausbildung einer eventuellen hydraulischen Verbindung zum benachbarten Grundwasserleiter Buntsandstein und von der internen geohydraulischen Situation des Zechsteins ab. Auf die Möglichkeit vorhandener unterirdischer Karstwasserbahnen hat VÖLKER (2002) bereits hingewiesen.

4 Geohydraulische Parameter

Im August 2002 sind an den Grundwassermeßstellen Pegel 1 und 3 Pumpversuche ausgeführt worden. Auf Grund des kleindimensionierten Pegelausbaus und der Pumpdauer von 37 bzw. 56 Stunden sind diese Pumpversuche nicht als repräsentative Grundwasserleitertests zu werten, gestatten aber durchaus eine Auswertung zur Ermittlung

geohydraulischer Parameter. Aus der Tabelle 6 sind die wichtigsten Daten der Pumpversuche ersichtlich.

Tabelle 6: Ergebnisse der Pumpversuche an den Grundwassermeßstellen Pegel 1 und 3 im August 2002

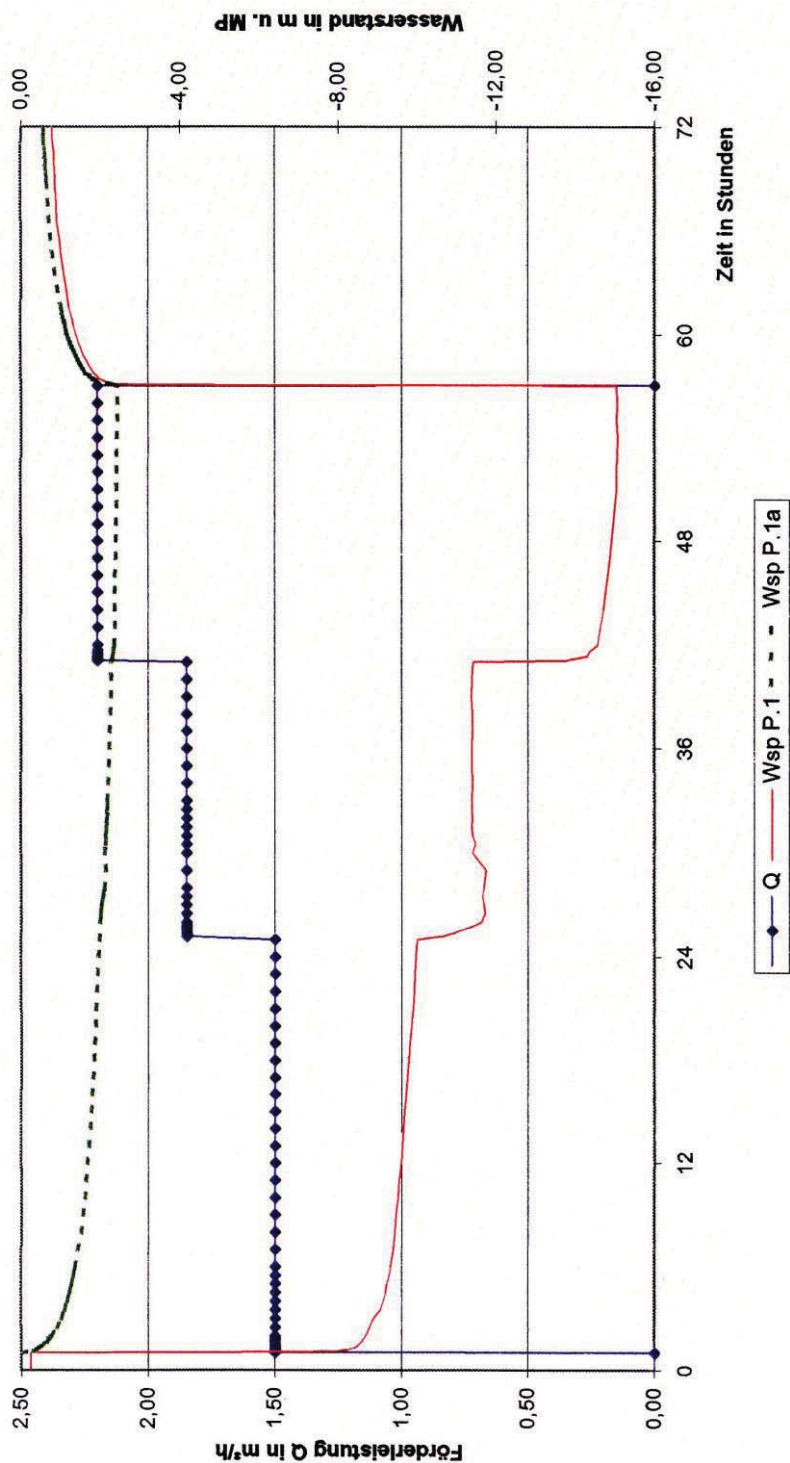
Pumpbrunnen	Versuchsdauer Absenkung / Wiederanstieg h	Förderleistung Q		Absenkung		spezifische Ergiebigkeit E l/(s·m)
		m ³ /h	l/s	m u. Gel.	s in m	
Pegel 1	56 / 210	1,50	0,42	9,99	9,76	0,04
		1,85	0,51	11,41	11,18	0,05
		2,20	0,61	15,04	14,81	0,04
Pegel 3	37 / 28	0,90	0,25	12,52	12,52	0,02
		1,20	0,33	15,38	15,38	0,02

In den Abbildungen 7 und 8 ist der Verlauf der Pumpversuche einschließlich der Reaktion der am gleichen Standort im Lockergestein ausgebauten Pegel grafisch dargestellt. Die Abbildungen zeigen, daß bei verschiedenen Pumpversuchsstufen annähernd ein Beharrungszustand, d. h. ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -zufluß, eingetreten ist. Aus dem Verhältnis der dabei realisierten Förderleistung und der Absenkung ergibt sich die spezifische Ergiebigkeit. Diese charakterisiert die geohydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters, ist aber auch stark vom Brunnenausbau abhängig. Zur Ermittlung der Gebirgsdurchlässigkeit (Transmissivität T) wurden die Pumpversuche mit dem Pumpversuchsauswerteprogramm PVSIM der IHU GmbH ausgewertet. Die Auswertung erfolgte sowohl für den gesamten Pumpversuchsverlauf nach der Methode THEIS / HANTUSH als auch für den Wiederanstieg nach der Straight – Line – Methode. Die Auswertung und deren Ergebnisse sind aus den Abbildungen 9-12 ersichtlich. Die Anpassung der Ergebnisse ist bei dem Pegel 3 weniger gut als beim Pegel 1. Vermutlich äußern sich hier geringe, nicht registrierte Schwankungen der Förderleistung, die sich bei den generell sehr kleinen Pumpraten relativ stark im Absenkungsverlauf widerspiegeln. Die Ergebnisse der geohydraulischen Pumpversuchsauswertung sind in der Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Geohydraulische Parameter nach der Pumpversuchsauswertung PVSIM

Pegel	Transmissivität T und Durchlässigkeitsbeiwert k _f			
	THEIS / HANTUSH		Straight Line	
Pegel 1	T = 1,01·10 ⁻⁴ m ² /s	k _f = 5,94·10 ⁻⁶ m/s	T = 1,21·10 ⁻⁴ m ² /s	k _f = 7,12·10 ⁻⁶ m/s
Pegel3	T = 3,97·10 ⁻⁵ m ² /s	k _f = 3,18·10 ⁻⁶ m/s	T = 7,40·10 ⁻⁵ m ² /s	k _f = 5,92·10 ⁻⁶ m/s

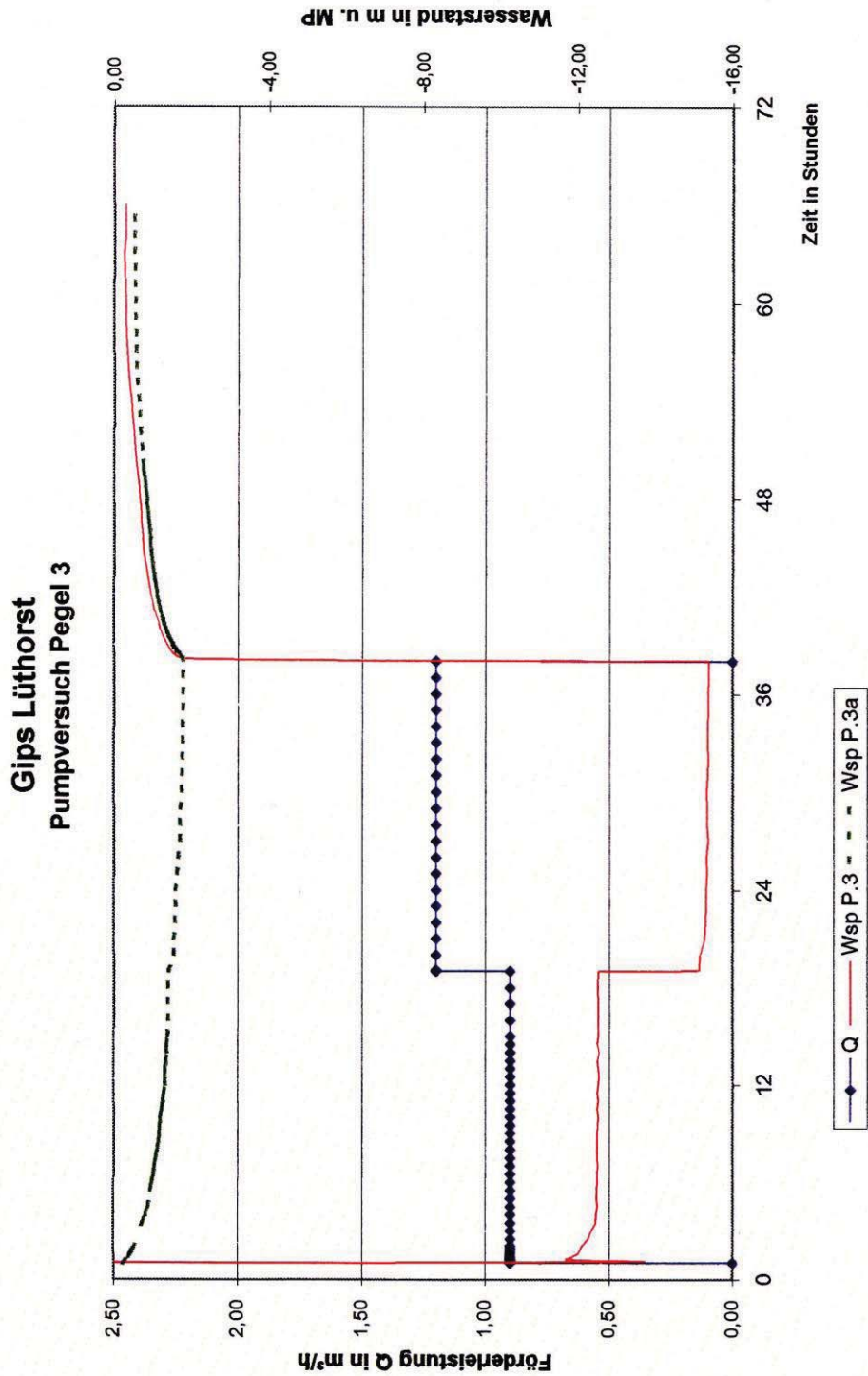
**Gips Lüthorst
 Pumpversuch Pegel 1**



H. Garleb
 IHU GmbH 2003

Datenquelle:
 Ingenieurbüro Völker

Abbildung 7: Grafik des Pumpversuchs am Pegel 1



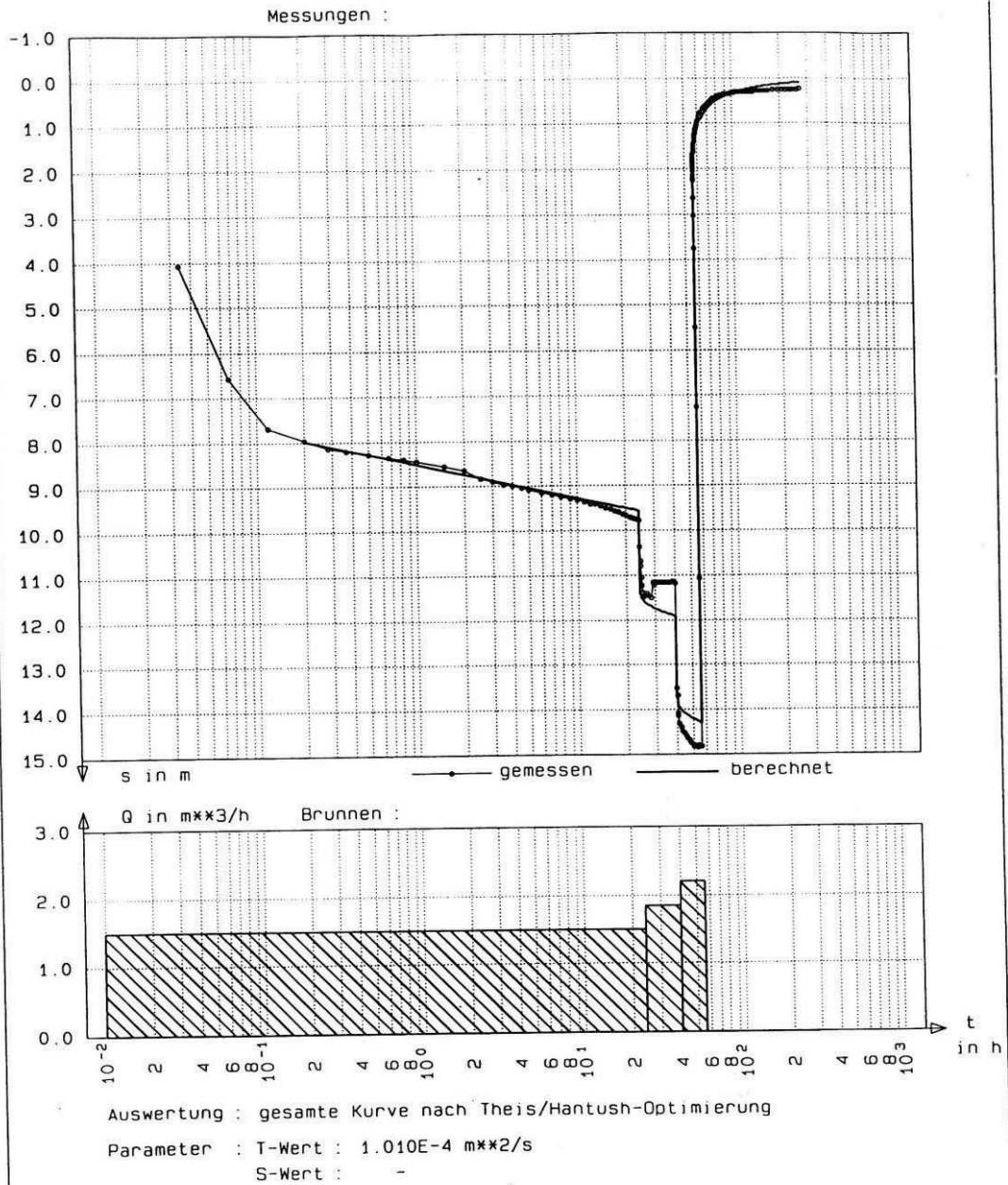
H. Garleb
 IHU GmbH 2003

Datenquelle:
 Ingenieurbüro Völker

Luet_Dok.xls DiaPV3

Abbildung 8: Grafik des Pumpversuchs am Pegel 3

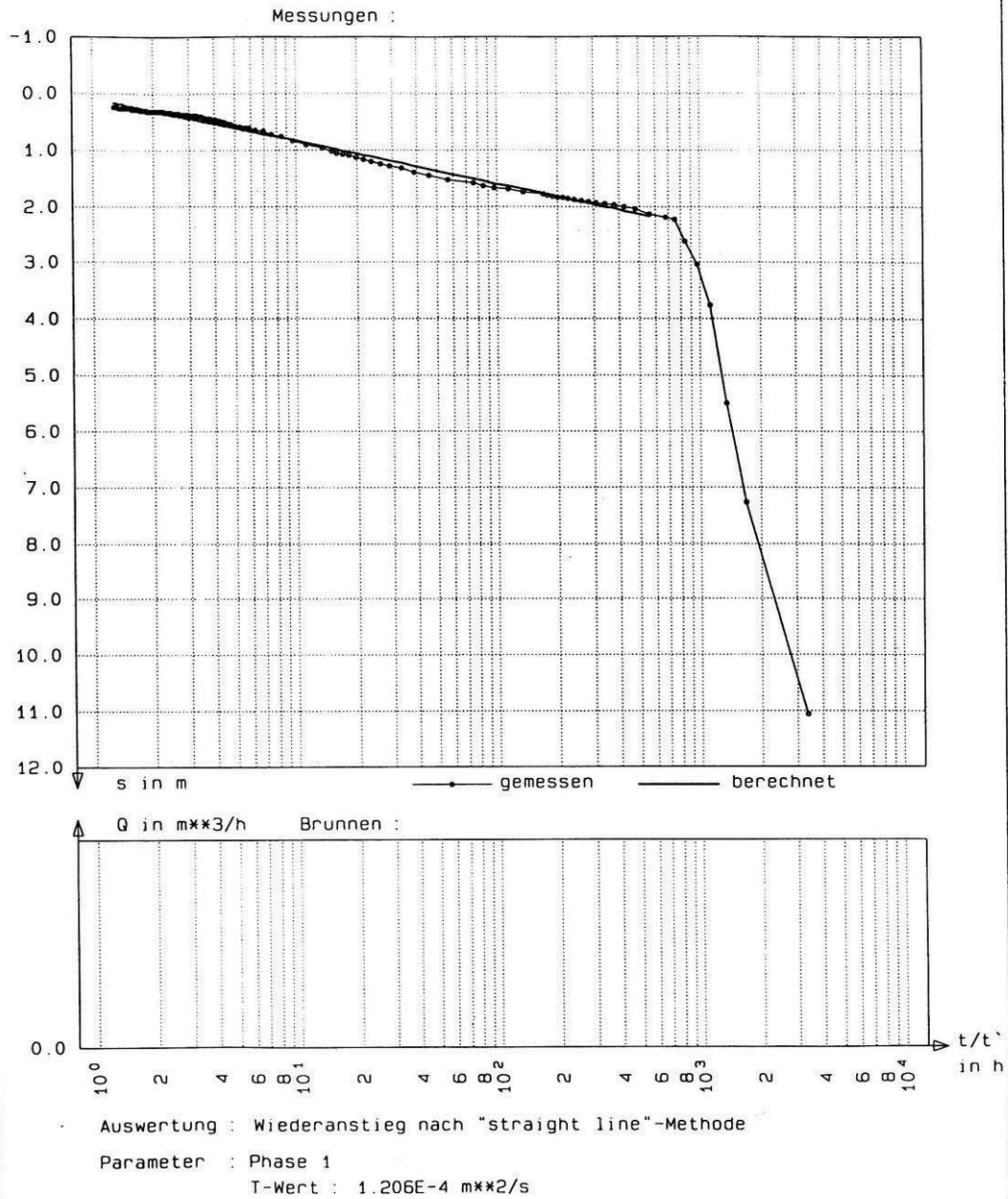
Pumpversuch Lüthorst Pegel 1



IHU GmbH 2003

Abbildung 9: Pumpversuchsauswertung PVSIM – THEIS/HANTUSH, Pegel 1

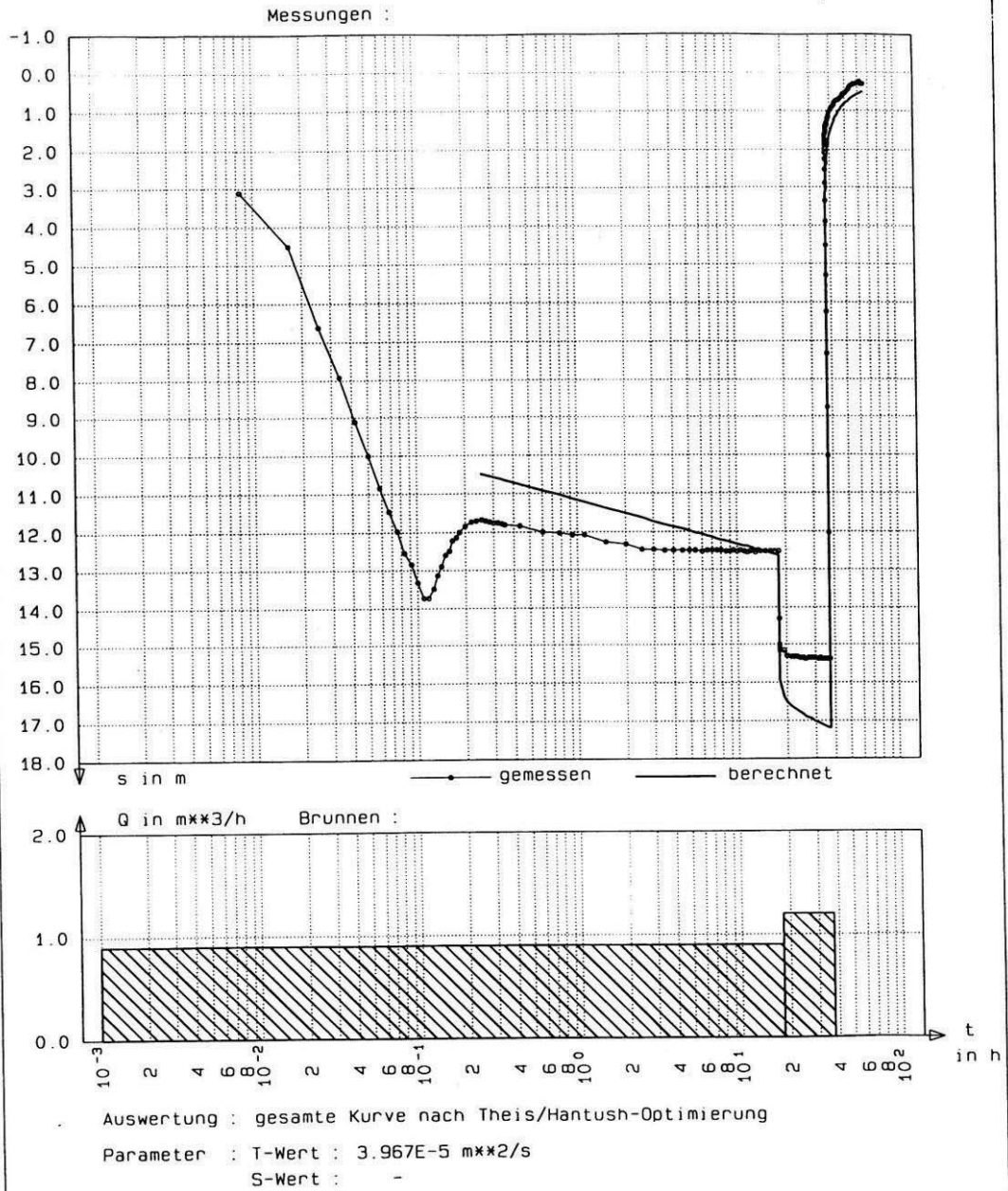
Pumpversuch Lüthorst Pegel 1



IHU GmbH 2003

Abbildung 10: Pumpversuchsauswertung PVSIM – Straight Line, Pegel 1

Pumpversuch Lüthorst Pegel 3



IHU GmbH 2003

Abbildung 11: Pumpversuchsauswertung PVSIM – THEIS/HANTUSH, Pegel 3

Pumpversuch Lüthorst Pegel 3

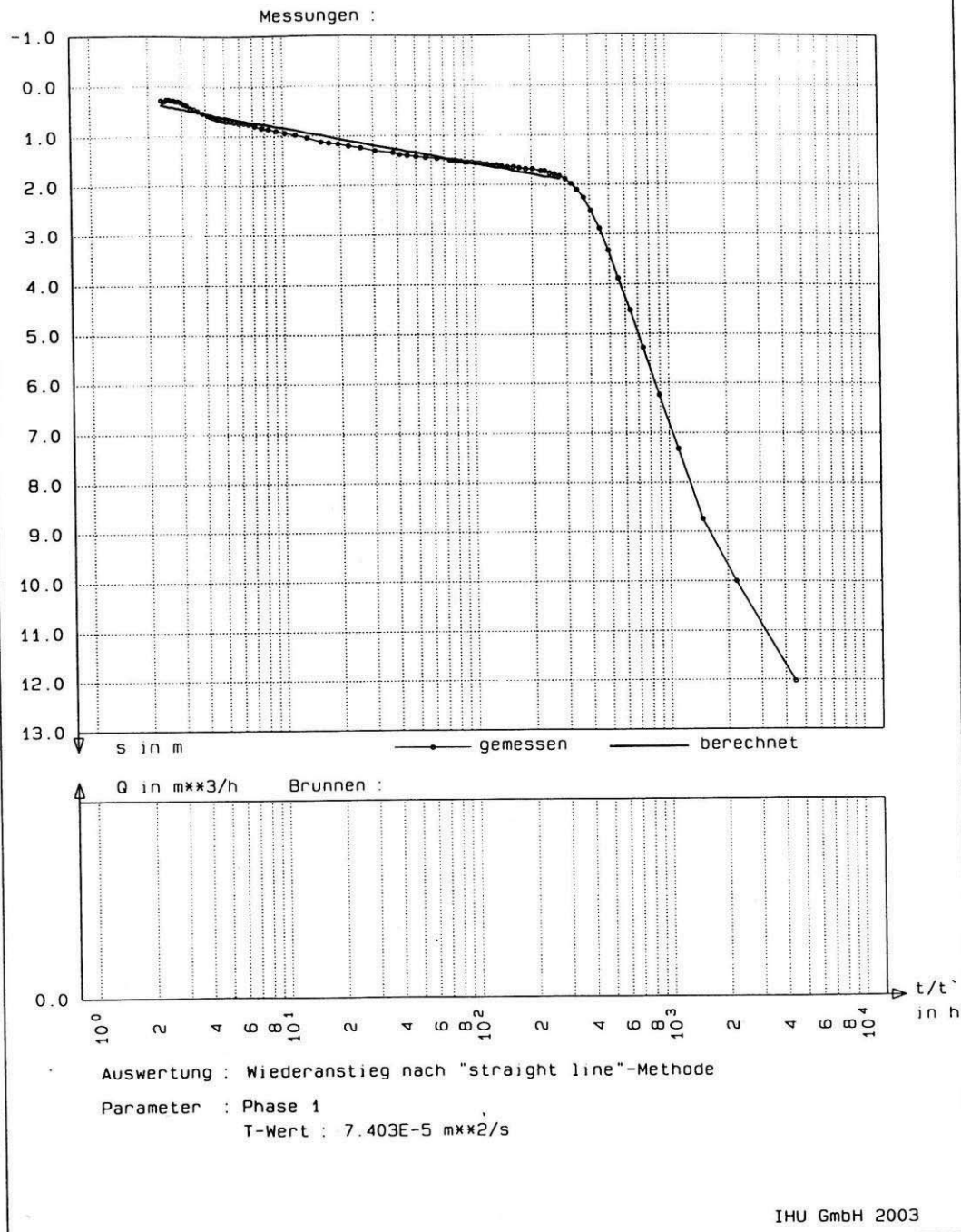
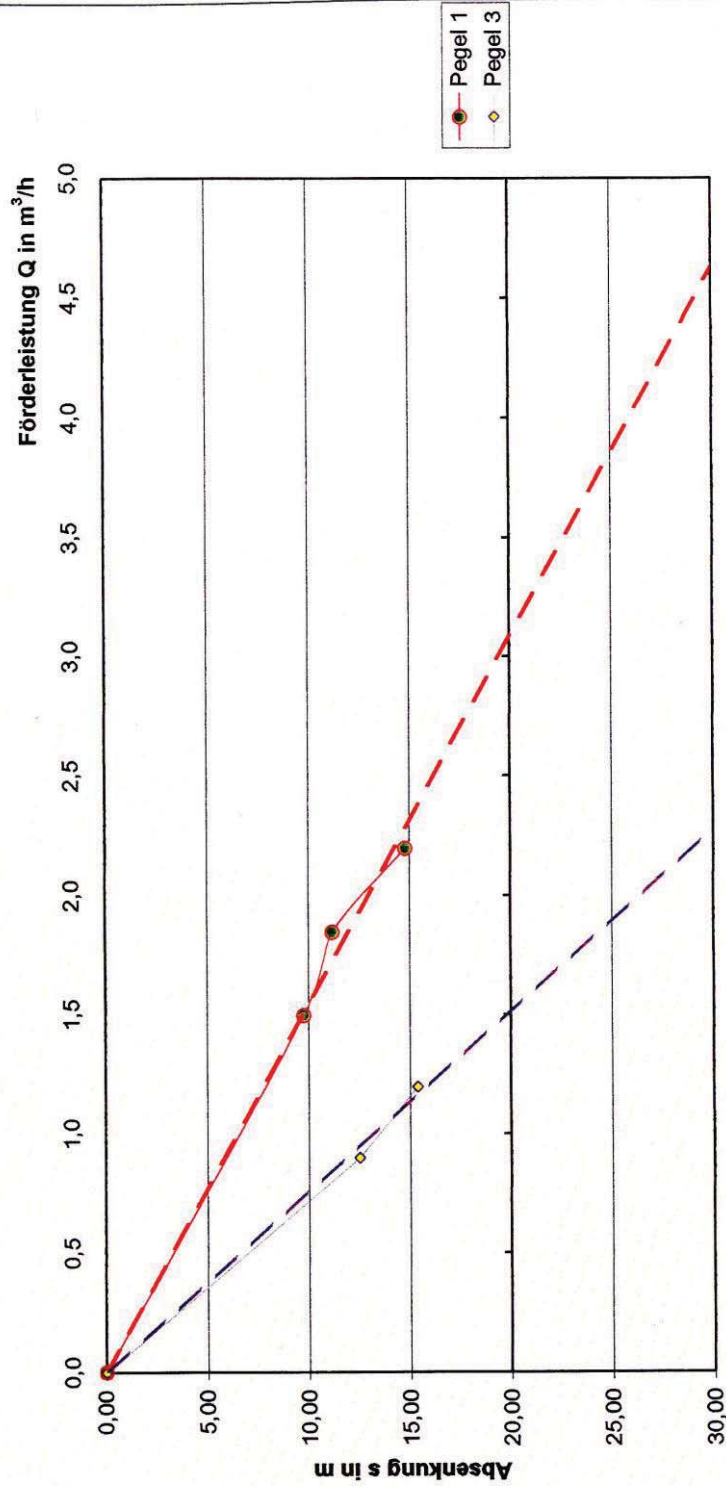


Abbildung 12: Pumpversuchsauswertung PVSIM – Straight Line, Pegel 3

Die T-Werte verdeutlichen die schon beim Vergleich der spezifischen Ergiebigkeiten erkennbaren Unterschiede der Grundwasserleitfähigkeit. Am Pegel 1 sind bei einer Filterlänge von 10 m insgesamt 17 m Gips - Grundwasserleiter aufgeschlossen, beim Pegel 3 sind dies bei 6 m Filterlänge insgesamt 12,5 m. Setzt man näherungsweise die aufgeschlossene Gipsmächtigkeit der beanspruchten Grundwasserleitfähigkeit M gleich, kann der Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = T/M$ ermittelt werden (siehe Tabelle 7). Die k_f - Werte belegen die geringe Durchlässigkeit des Grundwasserkörpers, Werte von $k_f < 10^{-5}$ m/s charakterisieren den getesteten Bereich als Grundwassergeringleiter oder Grundwasserhemmer. Bei allen aus dieser Parameterermittlung zu ziehenden Schlußfolgerung ist immer zu bedenken, daß die ausgewerteten Pumpversuch nur an kleindimensionierten Grundwassermeßstellen realisiert werden konnten. Trotzdem erscheint es gerechtfertigt, aus diesen Ergebnissen auch auf stärkere Grundwasserentnahmen zu schließen. Die Abbildung 13 zeigt das aus den Pumpversuchsergebnissen konstruierte Absenkungs- / Leistungsdiagramm mit dem Versuch einer Extrapolation auf Absenkungsbeträge von 30 m, wie sie beim Abbaubetrieb erforderlich werden könnten. Unter der Voraussetzung, daß auch bei einem fachgerecht errichteten Förderbrunnen vergleichbare Bedingungen realisiert werden, würde die für eine Absenkung von 30 m im Brunnen notwendige Förderleistung zwischen 2 und 5 m³/h liegen. Die dabei erzielte Reichweite der Absenkung wird bei den ermittelten geohydraulischen Parametern relativ gering sein. Eine verlässliche Prognose der für eine Entwässerung des Gesteinskörpers erforderlichen technischen Maßnahmen kann bei der gegenwärtigen Datenlage nicht gegeben werden.

Gips Lüthorst
Pumpversuche 2002
Absenkungs- / Leistungsdiagramm



H. Garleb
IHU GmbH 2003

Datenquelle:
Ingenieurbüro Völker

Luet_Dok.xls DiaQ-s

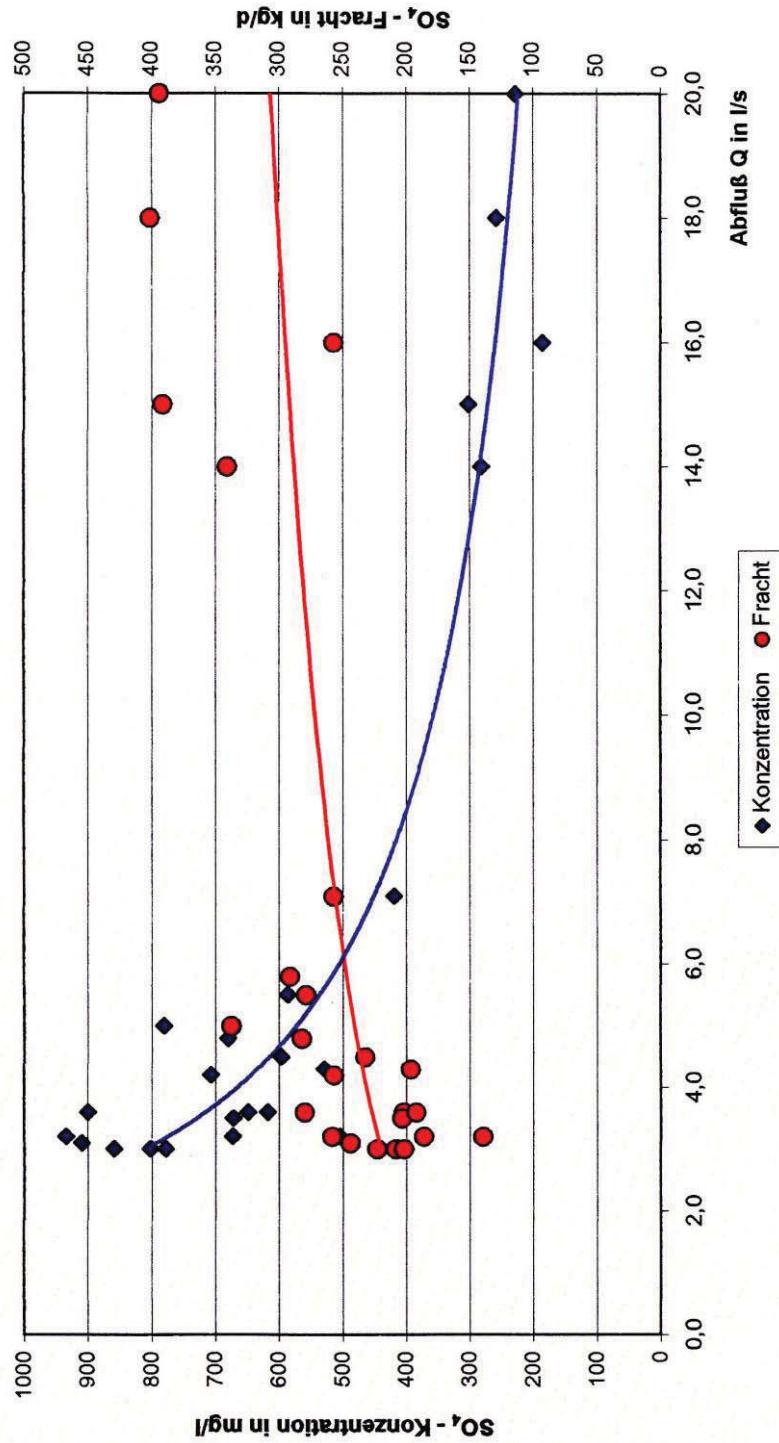
Abbildung 13: Absenkungs- / Leistungsdiagramm der Pumpversuche vom August 2002

5 Sulfatbelastung des Wasser

Beim Aufschluß des Gipsabbaus werden in jedem Fall Sumpfungswässer anfallen. Auch beim Abbaubetrieb müssen die zuzitenden Wässer – Grundwasser und Niederschlagswasser – abgeleitet werden. Schwebstoffe können durch geeignete Maßnahmen unkompliziert zurückgehalten werden. Als möglicherweise problematischer Parameter ist die aus dem Gips resultierende hohe Gesamtmineralisation des Grundwassers zu beachten. Diese beruht vor allem auf dem gelösten Kalziumsulfat und äußert sich in Sulfatkonzentrationen von mehr als 1000 mg/l. An dem das Gebiet charakterisierenden Meßpunkt Q24 sind Sulfatkonzentrationen zwischen 186 und 935 mg/l gemessen worden. An der Bewer wurden vor dem Eintritt in das Gipsgebiet (Meßpunkt Q42) 15 bis 24 mg/l Sulfat beobachtet. Die Mischung des aus dem Buntsandsteingebiet stammenden, gering sulfatbelasteten Wassers der Bewer mit dem sulfatreichen Wasser des das Gipsgebiet entwässernden Baches (Q24) führt zu einer deutlichen Erhöhung der Sulfatkonzentration in der Bewer nach dem Zusammenfluß (Meßstelle Q44). Hier wurden Sulfatkonzentrationen zwischen 37 und 369 mg/l bestimmt.

Die beobachtete Zunahme der Sulfatgehalte entspricht aber nicht der rechnerisch bei der Mischung der Wässer von Q42 und Q44 ermittelten Mischwasserkonzentration (siehe Tabelle 7). Die tatsächliche Konzentration liegt durchweg höher. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Bewer zwischen Q42 und Q44 außer dem Bach auch diffuse Zuflüsse von sulfatreichem Grundwasser als Zwischengebietszufluß aus dem Gipsgebiet erhält, was bereits auf Grund der gemessenen Durchflüsse zu vermuten war (siehe Punkt 3). Der zu vermutende Zusammenhang zwischen Wasserführung und Sulfatkonzentration wird durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt, bei geringer Wasserführung treten die höchsten Sulfatkonzentrationen auf. Eine straffe Korrelation der Größen Abfluß und Sulfatgehalt ist aber nicht gegeben (siehe Abbildung 14), es tritt im Gegenteil eine sehr starke Streuung der Werte auf. Ebenso verhält es sich mit der aus den vorliegenden Abfluß- und Analysedaten berechneten Sulfatfracht (siehe Tabelle 9). Danach wurden mit dem Bach an Q24 pro Tag zwischen rund 140 und 400 kg/d Sulfat transportiert, während die Bewer nach dem Zusammenfluß (Q44) eine Sulfatfracht von rund 288 bis 9608 kg/d aufweist. Der am 14. 04. 02 ermittelte Abfluß ist ungewöhnlich hoch und kann möglicherweise als Meßfehler interpretiert werden. Unter Vernachlässigung dieses Wertes und der ohnehin nicht in die Berechnung eingegangenen unsicheren Abflußwerte wurde die maximale Sulfatfracht mit 1706,573 kg/d am 30. 03. 02 bei einem Abfluß von 120 l/s und einer Sulfatkonzentration von 164,6 mg/l ermittelt.

Gips Lüthorst
Sulfat und Abfluß am Meßpunkt Q24



Luet_Dok.xls Dia Q_SO4

Abbildung 14: Sulfat und Abfluß am Meßpunkt Q24

H. Garleb
 IHU GmbH 2003

Datenquelle:
 Ingenieurbüro Völker

Eine Prognose der Entwicklung der Sulfatkonzentration und der Sulfatfracht ist auf Grund der starken Streuung der Werte insbesondere im Bereich der hohen Konzentrationen weder für ungestörte natürliche Verhältnisse noch für die mit einem Aufschluß der Gipslagerstätte verbundenen, mindestens zeitweiligen Veränderungen der Abflußverhältnisse mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht möglich. Es kann lediglich festgestellt werden, daß im Beobachtungszeitraum 2002 in dem das Gebiet entwässernden Bach (Q24) als Maximalwerte der Sulfatkonzentration 935 mg/l und der Sulfatfracht 401 kg/d ermittelt wurden.

Tabelle 8: Mischwasserberechnung zur Sulfatkonzentration der Bewer am Meßpunkt 44

Datum	Meßwerte						Misch- konzentration (berechnet)
	Q 24		Q 42		Q 44		
	Q in l/s	SO4 in mg/l	Q in l/s	SO4 in mg/l	Q in l/s	SO4 in mg/l	SO4 in mg/l
26.4.2002	7,1	419	46	24	132	91	77
10.6.2002	3,6	900	34	19	40	228	103
16.8.2002	3,5	672	27	15	32	242	90
9.10.2002	4,3	529	28	18	38	278	86
11.12.2002	3,2	673	32	20	38	150	79

Tabelle 9: Durchfluß, Sulfatkonzentration und -fracht

	Q 24				Q 42 (Bewer vor Zusammenfluß)				Q44 (Bewer nach Zusammenfluß)			
	Q l/s	SO ₄ mg/l	SO ₄ mg/s	SO ₄ kg/d	Q l/s	SO ₄ mg/l	SO ₄ mg/s	SO ₄ kg/d	Q l/s	SO ₄ mg/l	SO ₄ mg/s	SO ₄ kg/d
Min.	3,0	186,0	1616,0	139,622	27,0	15,0	405,0	34,992	18,0	37,0	3330,0	287,712
Mitt.	6,1	617,9	2949,0	254,798	33,4	19,2	659,8	57,007	105,1	202,1	14604,1	1261,790
Max.	18,0	935,0	4644,0	401,242	46,0	24,0	1104,0	95,386	1000,0	369,0	111200,0	9607,6800

Anmerkung:
 Die angegebene Fracht ist jeweils das Mittel aus allen Einzelwerten und kann nicht aus den hier dokumentierten Werten berechnet werden!

**Gesellschaft für Ingenieur-
Hydro- und Umweltgeologie mbH
Am Sportplatz 1
99 735 Nordhausen-Leimbach**

**Ergänzung zum hydrogeologischen
Kurzgutachten vom Februar 2003
unter Einbeziehung eines
weiteren Beobachtungsjahres**

August 2004

IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH		
Niederlassung Halle-Merseburg Passendorfer Weg 1 D-06128 Halle/Saale Telefon: (0345) 52088-0 Telefax: (0345) 5208821	Büro Nordhausen am Harz Am Sportplatz 1 D-99735 Nordhausen-Leimbach Telefon: (03631) 8906-0 Telefax: (03631) 890629	Büro Dresden Reichenbachstraße 55 D-01069 Dresden Telefon: (0351) 448850 Telefax: (0351) 4488515
IHU – Kurzgutachten		
Ergänzung zum hydrogeologischen Kurzgutachten zu dem geplanten Gipstagebau Lüthorst		
Land:	Niedersachsen	
Landkreis(e):	Northeim	
Projekt/Vorhaben (Kurztitel):	Ergänzung zum hydrogeologischen Kurzgutachten zu dem geplanten Gipstagebau Lüthorst	
Projektnummer:	20293	
Projektart:	Hydrogeologisches Kurzgutachten	
Berichtsdatum:	31.08. 2004	
Projektbearbeiter:	Dipl.-Geol. H. Garleb	
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Völker	
Ansprechpartner:	Herr Völker	
IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH		
 Gerd Knab		 Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH 99734 Nordhausen-Leimbach, Am Sportplatz 1 Tel.: 03631 / 8906-0; Fax: 03631 / 890629
Geschäftsführer Halle/Saale - Nordhausen am Harz – Dresden, den 31. 08. 2004		
Verteiler: 2 x Ingenieurbüro Völker; 2 x IHU GmbH		

Auswertung 2002 – März 2004

Grundwasserstand

Tabelle: Statistische Werte des Grundwasserstandes im Zeitraum 2002 – 2003

Pegel	Gelände m NN	Wasserstand m NN					
		2002			2003		
		min.	mitt.	max.	min.	mitt.	max.
1a	226,32	225,30	226,00	226,22	223,80	224,89	226,22
1		225,29	226,03	226,32	223,80	224,92	226,32
2a	224,82	221,19	222,92	223,61	221,38	222,06	223,62
2		221,45	222,09	222,66	220,70	221,25	222,67
3a	212,72	212,21	212,34	212,58	212,28	212,42	212,58
3		212,17	212,45	212,57	212,31	212,43	212,59

Die Schwankungen des Grundwasserstands im Gesamtzeitraum sind mit maximal 2,52 m am Standort des Pegels 1 am höchsten und nehmen über den Standort Pegel 2 (2,42m) bis zum Standort Pegel 3 mit 0,42 m entsprechend der morphologischen Lage im Grundwasserströmungsfeld ab. Der bereits im Jahr 2002 erkennbare nicht sehr ausgeprägte Zusammenhang des Grundwasserstands mit der Niederschlagsentwicklung kann durch die Werte des Zeitraums Januar 2003 bis März 2004 bestätigt werden. Der Vergleich der Beobachtungsdaten aus dem Zeitraum 2002 und 2003 / 2004 zeigt aber auch, daß der Grundwasserstand sowohl im Gips als auch im Lockergestein nur wenig auf die unterschiedlichen Niederschlagsituationen der beiden Jahre reagiert. Das Jahr 2002 war mit rd. 139 % vom langjährigen Mittel das niederschlagsreichste Jahr in der Beobachtungsreihe seit 1993. Im Jahr 2003 dagegen wurden mit 718,8 mm Niederschlag nur 85 % vom langjährigen Mittel registriert. Trotzdem weichen sowohl die Mittel- als auch die Extremwerte des Grundwasserstands der beiden Beobachtungsreihen nur wenig von einander ab.

Grundwasserneubildung

Die Abflussmessungen im Zeitraum 2003 – 2004 zeigen, daß in der Folge der seit Februar 2003 anhaltenden Trockenheit der Abfluss an der Referenzmessstelle Q24 ab April 2003 unter das im Jahr 2002 beobachtete Minimum von 3,0 l/s zurückgeht und erst im Dezember 2003 wieder den Wert von 3,0 l/s erreicht. Der niedrigste im Jahr 2003 gemessene Abfluss an der Messstelle Q24 beträgt 0,7 l/s. Dieser Wert repräsentiert die verminderte Grundwasserneubildung mit einer Grundwasserspense von ca. 1,3 l/(s·km²) und bestätigt

durch den deutlichen Rückgang die geringe Größe des Grundwassereinzugsgebietes mit einem entsprechend geringen Retentionsvermögen.

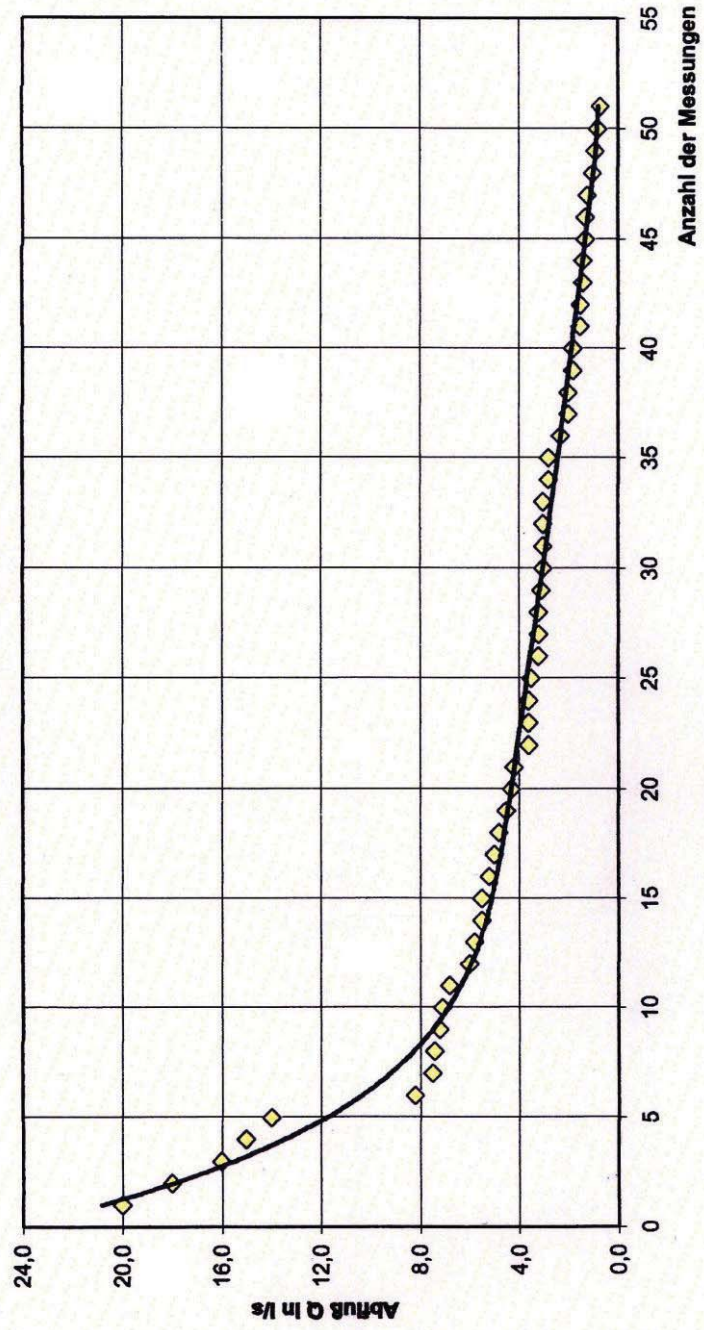
Die nach empirisch – statistischen Verfahren für langjährige mittlere Verhältnisse ermittelten Werte der Grundwasserneubildung gelten auch weiterhin.

Hinsichtlich möglicher Fremdzufüsse zu dem Grundwassereinzugsgebiet bestätigen die ergänzenden Messungen, daß im gegenwärtigen Zustand der Lagerstätte eine nahezu allseitige hydraulisch annähernd dichte Begrenzung der verkarstungsfähigen Zechsteinsedimente gegeben ist.

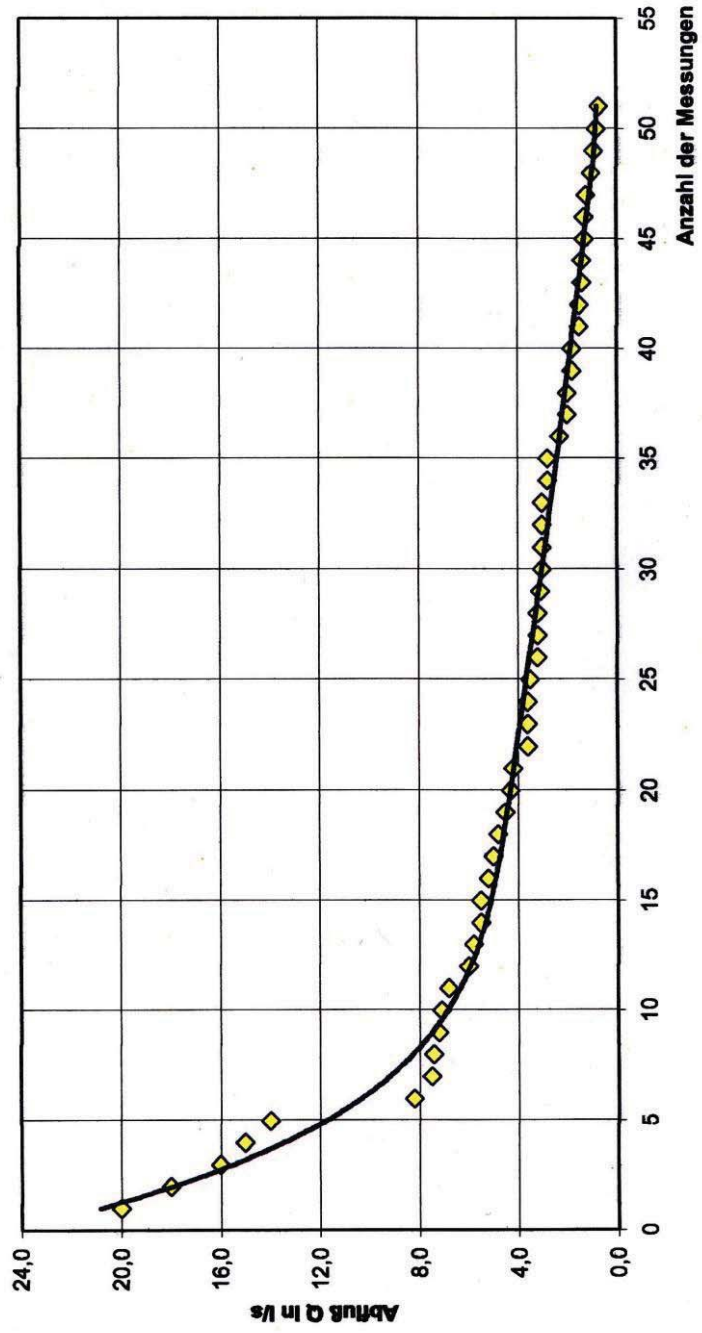
Sulfatbelastung des Wassers

Die zeitweilig sehr geringen Abflussmengen des Jahres 2003 hatten zur Folge, daß die Sulfatkonzentrationen am Referenzmesspunkt Q24 z. T. deutlich über den im Jahr 2002 gemessenen Werten lagen. Während 2002 das Maximum unter 1.000 mg/l lag, traten 2003 bei Abflusswerten kleiner als 2,0 l/s Sulfatkonzentrationen über 1.000 mg/l auf. Der Maximalwert wurde mit 1.356 mg/l am 27.08.2003 bei dem Abfluss von $Q = 0,8$ l/s gemessen. Die Sulfatfracht dagegen bleibt auch unter diesen Verhältnissen in einem Bereich von max. 400 kg/d.

Gips Lüthorst Auswertung der Abflußmessungen am Meßpunkt Q24 In den Jahren 2002 / 2004



Gips Lüthorst Auswertung der Abflußmessungen am Meßpunkt Q24 in den Jahren 2002 / 2004



DEUTSCHER WETTERDIENST

Klima- und Umweltberatung

Daten: Monatssumme des Niederschlags in mm (L/m²)
Zeitraum: Jan. 1993 - Dez. 2003
Station: EIMEN-VORWOHLE

MON/JAHR	Station EIMEN-VORWOHLE												Monats- mittel
	Monatssumme des Niederschlags in mm (L/m ²)												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		
JAN	159,3	142,9	138,2	7,9	9,1	72,0	88,2	80,7	57,4	72,1	118,6	86,0	
FEB	42,6	22,0	93,3	14,9	108,5	25,2	109,1	102,6	70,4	152,6	33,2	70,4	
MRZ	17,9	156,7	103,0	22,6	67,0	113,0	65,9	164,8	73,2	47,6	41,9	79,4	
APR	56,0	124,0	56,6	49,9	63,8	104,7	64,4	21,7	60,2	78,2	42,2	65,6	
MAI	81,5	64,6	92,9	50,1	71,4	62,1	54,0	54,1	30,0	122,5	46,2	66,3	
JUN	68,8	75,7	65,4	52,6	69,2	96,0	62,6	39,7	91,9	61,0	59,0	67,4	
JUL	134,1	18,8	74,7	57,8	164,3	71,0	80,3	95,9	45,6	183,2	38,1	87,6	
AUG	89,0	121,3	52,6	60,0	32,3	92,8	113,8	65,5	71,7	85,8	39,7	75,0	
SEP	107,1	107,6	147,2	71,1	21,0	112,0	41,7	61,2	190,3	41,7	81,7	89,3	
OKT	88,5	75,3	20,1	73,4	85,7	221,2	59,3	38,2	27,5	120,1	104,8	83,1	
NOV	41,2	91,6	56,9	114,1	52,3	122,0	55,8	40,6	80,7	112,5	43,7	73,8	
DEZ	155,5	100,4	27,5	116,6	103,2	65,1	115,4	73,8	120,6	94,1	69,7	94,7	
Jahr	1.041,5	1.100,9	928,4	691,0	847,8	1.157,1	910,5	838,8	919,5	1.171,4	718,8		

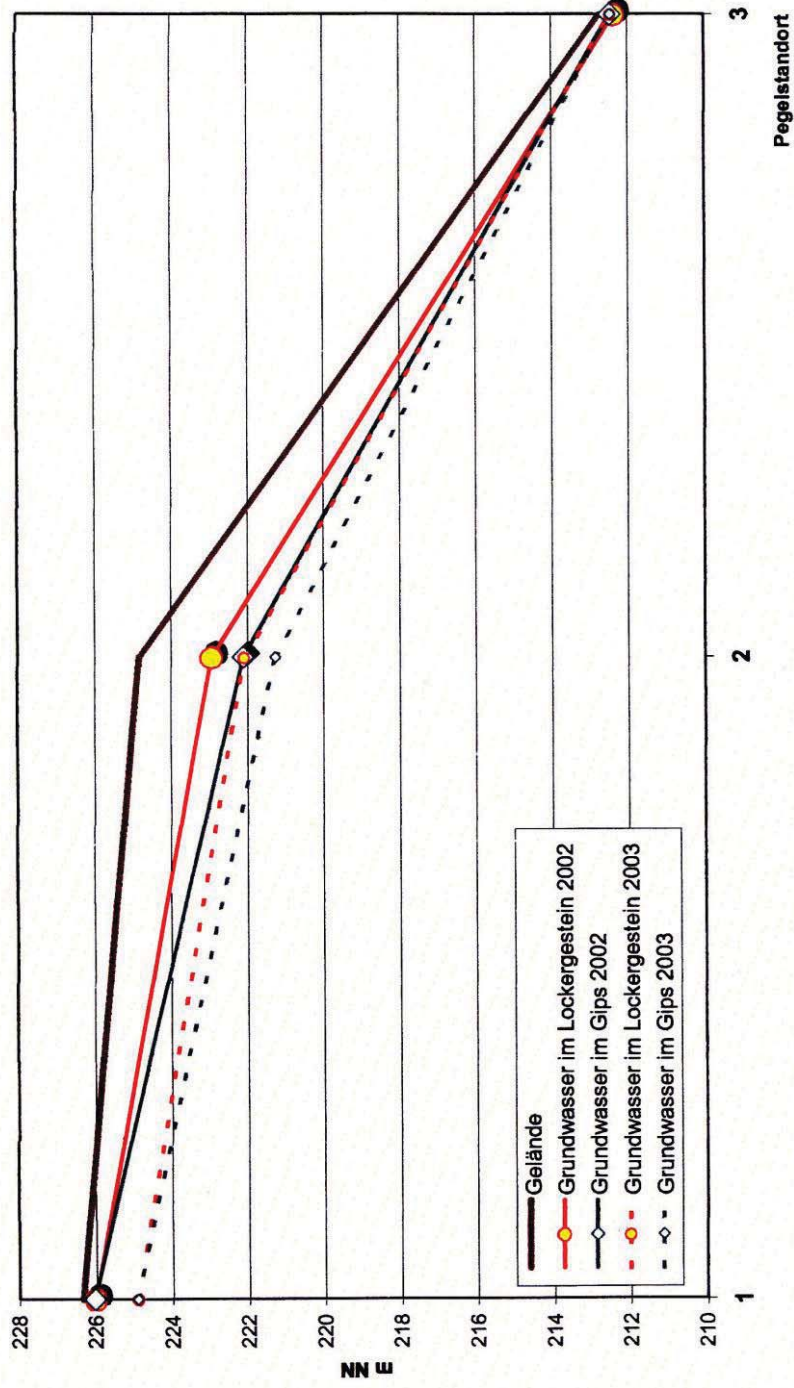
Daten: Langjähriges Jahresmittel der Niederschlagssumme in mm (L/m²)

Zeitraum: 19961 - 1990

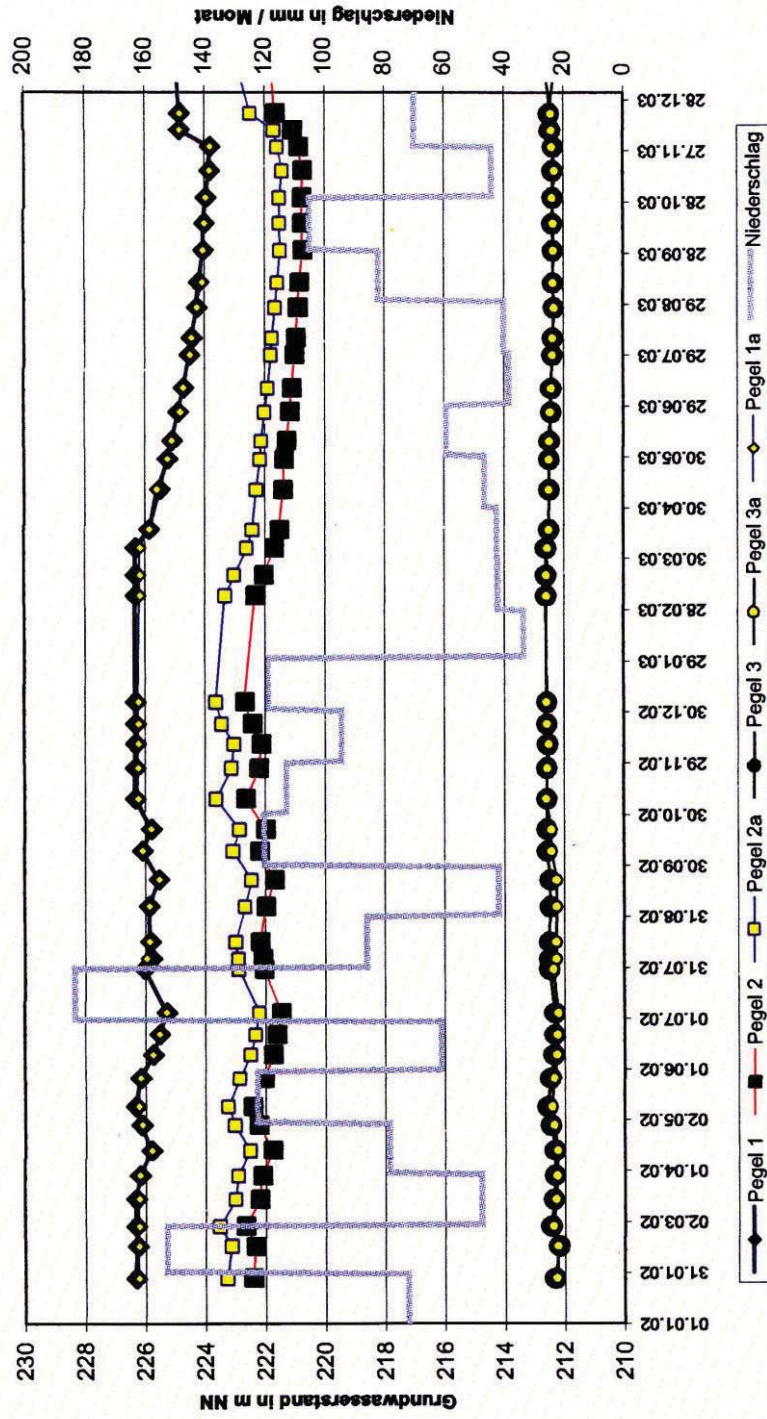
Station: EIMEN-VORWOHLE

Station EIMEN-VORWOHLE	
Zeitraum 1961 - 1990	Langjähriges Jahresmittel der Niederschlagssumme in mm (L/m ²) 844,8

Gips Lüthorst Grundwasserstand im Jahresmittel 2002 und 2003



Gips Lüthorst Niederschlag und Grundwasserstand in den Jahren 2002 / 2003



Gips Lüthorst Sulfat und Abfluß am Meßpunkt Q24

