



Chemisches Laboratorium
und Lebensmittelinspektorat des
Kantons Graubünden

Telefon (081) 21 34 48

Laboratorio chimico e
ispettorato delle derate alimentari
del Cantone dei Grigioni

7001 Chur/Coira

An das
Kant. Gewässerschutzamt

7000 C h u r

Untersuchung der Bohrproben aus der
Abfalldeponie der Emser Werke AG .

Untersuchung der Bohrproben aus der Abfalldeponie der Emser Werke AG (EW-AG).

1. Einleitung:

Um die Beeinflussung des Grundwassers durch die Abfalldeponie zu klären, wurden Bohrungen in die Deponie vorgenommen. Die Bohrproben, die aus verschiedenen Tiefen stammen, wurden gesichtet, mit Wasser behandelt und der wässrige Extrakt untersucht.

In der Zeit vom 24. - 31. Juli 1974 wurden uns durch [REDACTED]

[REDACTED], AGS, folgende Proben überbracht:

aus Bohrung 1 :	Proben 1 - 14	(Prot. Nr. 2196 - 2209)
aus Bohrung 2 :	Proben 1 - 5	(Prot. Nr. 2228 - 2232)
aus Bohrung 3 :	Proben 1 - 14	(Prot. Nr. 2233 - 2246)
aus Bohrung 4 :	Proben 1 - 14 u.	
	16 - 18	(Prot. Nr. 2312 - 2328)

Die Probe 15 fehlte.

Die Probennummern entsprechen ungefähr der Tiefe der Entnahme in Metern.

Aus der Bohrung 2 wurde eine Probe (Prot. Nr. 2329) aus 5 - 6 m Tiefe auf Calciumsulfat untersucht. Die Probe wurde uns durch [REDACTED], EW-AG, überbracht.

2. Untersuchungsgang

A Beschreibung der Bohrproben:

Bohrung 1

Probe 1 : Schuttmaterial, Steine, einzelne Glasfaserbündel
Geruch: "sandig"

Probe 2 : Schuttmaterial, Steine, Sand, einzelne Faserbündel
(organisch),
Geruch: "sandig"

- Probe 3 : Wie Probe 2
- Probe 4 : Steine, Schuttmaterial, halbverrottete Stoffreste,
Polyamidfasern, Zn-Blech, Metallspähne
Geruch: "unangenehm"
- Probe 5 : Steine, Sand, Schuttmaterial, roter Kunststoffbrok-
ken (Polyamid), Blech, Kunststoff-Fasern, Polyamid-
schnittzel
Geruch: "unangenehm"
- Probe 6 : Schuttmaterial, Glasscherben, Kunststoff-Fasern,
Holzsplitter, Polyamidextruderabfall
Geruch: "unangenehm"
- Probe 7 : Aushubmaterial, Sand, Steine, wenig Kunststoff-Faser-
material
Geruch: "sandig"
- Probe 8 : Schuttmaterial, Steine, Sand, Schlacke, Kunststoff-
Faserbündel, Holz, Kunststoff-Folie
Geruch: "sandig"
- Probe 9 : Schuttmaterial, Steine, Sand, einzelne Kunststoff-
Fasern, Kunststoffgranulat
Geruch : "sandig"
- Probe 10: Schuttmaterial, Steine, Sand, Holz, Kunststoff-
Fasern
Geruch: "modrig"
- Probe 11: Schuttmaterial, Steine, Sand, grössere Kunststoff-
Faserbündel
Geruch: "modrig"
- Probe 12: Schuttmaterial, Kunststoff-Fasern, anorganisches
Granulat (Körnchen mit ca. 1 mm Durchmesser; CaCO_3)
Geruch: "faulig"
- Probe 13: Steine, Schuttmaterial; gleiches anorg. Granulat wie
in Probe 12; Rostbraune Klumpen (positiv auf Fe^{3+}):
Geruch: "neutral"
- Probe 14: Steine, Schuttmaterial, Schlamm, Holzsplitter
Geruch: "neutral"

Bohrung 2

- Probe 1 : Steine, Schuttmaterial, Sand, Wurzeln, einige Kunstfasern
Geruch: "neutral"
- Probe 2 : wenig Steine, Schuttmaterial, Schlacken, viele Kunststoff-Fasern
Geruch: "neutral"
- Probe 3 : Steine, Schuttmaterial, Holz, Kunststoff-Fasern
Geruch: "neutral"
- Probe 4 : Steine, Holz, Tannennadeln, Kunststoff-Fasern, Schuttmaterial, Kunststoffdichtung
Geruch: "neutral" L-?
- Probe 5 : wie Probe 4

Bohrung 3

- Probe 1 : Schuttmaterial, Steine, Sand, z.T. verrottete Grasnarbe, Kunststoff-Fasern
Geruch: "modrig" Gas?
- Probe 2 : Schuttmaterial (sandig, schwarz gefärbt), Holzsplitter, wenig Kunststoff-Fasern
Geruch: "neutral"
- Probe 3 : schwarz gefärbtes sandiges Schuttmaterial, Schlacken
Geruch: "neutral" Gaswerk?
- Probe 4 : wie Probe 3, etwas steiniger
Geruch: "sandig"
- Probe 5 : wie Probe 4, zusätzlich noch wenig Kunststoff-Fasern
- Probe 6 : wie vorhergehende Probe
Geruch: "neutral"
- Probe 7
bis 12 : Schuttmaterial, Schlacke
- Probe 13 : Erde, Schlacke, Holz, weiss-graue Masse (Gips?)
- Probe 14 : Lehmbrocken, Schlackenschlamm, Holzwurzeln

Bohrung 4

Probe 1	:	Schuttmaterial (Aushub)
Probe 2	:	Schuttmaterial (Aushub)
Probe 3	:	Schuttmaterial, Kalkgestein
Proben 4 - 7	:	Schuttmaterial, Kalkgestein
Probe 8	:	Kalkgestein, lehmiger, bräunlich schwarzer Dreck Geruch: "erdig"
Proben 9 - 12	:	Kalkgestein
Proben 13 - 14	:	<u>Schlacke</u>
Probe 15	:	fehlt
Proben 16 - 18	:	wie Probe 13

B Herstellung der wässerigen Extrakte

Von jeder Bohrprobe wurden die grossen Steine aussortiert und das restliche Material vermischt. Für die Herstellung der wässerigen Extrakte wurden die Mischungen ober bei genügend Material 1 kg der Mischungen mit der doppelten Menge entionisiertem Wasser versetzt und unter zeitweiligem Umrühren bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 24 Std. wurden die Bodenproben abgenutscht und die wässerigen Extrakte für die weiteren Untersuchungen aufgehoben.

In den Tabellen 1 - 4 sind für jede Bohrung die Mengen der Bohrproben, der Anteil der aussortierten Steine, die zur Extraktion verwendeten Mengen sowie die Mengen Extraktionsmittel aufgezeichnet.

Tabelle 1 Herstellung der wässerigen Extrakte

Bohrung 1

Bohr-Probe	Gesamt-Gewicht	Anteil grosser Steine	zur Extraktion verwend. Menge	Wassermenge
Nr.	kg	kg	kg	l
1	2,167	-	1,000	2
2	2,260	-	1,000	2
3	1,522	-	1,000	2
4	0,805	0,030	0,775	1,550
5	1,625	1,245	0,380	0,760
6	0,887	0,427	0,460	0,920
7	1,530	0,605	0,925	1,850
8	1,971	1,131	0,840	1,680
9	2,025	0,943	1,082	2,164
10	1,153	0,483	0,670	1,340
11	0,950	-	0,950	1,900
12	1,756	0,706	1,050	2,100
13	1,430	0,530	0,900	1,800
14	2,220	1,410	0,810	1,620

Tabelle 2 Herstellung der wässerigen Extrakte

Bohrung 2

Bohr-Probe	Gesamt-Gewicht	Anteil grosser Steine	zur Extraktion verwendete Menge	Wassermenge
Nr.	kg	kg	kg	l
1	1,765	0,840	0,925	1,850
2	1,602	0,692	0,910	1,820
3	1,642	0,830	0,812	1,624
4	1,151	0,389	0,762	1,524
5	1,950	0,450	1,000	2,000

Tabelle 3 Herstellung der wässrigen Extrakte

Bohrung 3

Bohr-Probe	Gesamt-Gewicht	Anteil grosser Steine	zur Extraktion verwendete Menge	Wassermenge
Nr.	kg	kg	kg	l
1	1,542	0,542	1,000	2,000
2	1,200	0,450	0,750	1,500
3	1,297	0,457	0,840	1,680
4	1,130	0,280	0,850	1,700
5	1,110	-	1,110	2,220
6	1,045	0,045	1,000	2,000
7	1,060	-	1,060	2,120
8	0,980	-	0,980	1,960
9	0,832	-	0,832	1,664
10	0,896	-	0,896	1,792
11	1,000	-	1,000	2,000
12	0,986	-	0,986	1,972
13	1,240	-	1,240	2,480
14	1,600	-	1,200	2,400

Tabelle 4 Herstellung der wässerigen Extrakte

Bohrung 4

Bohr-Probe	Gesamt-Gewicht	Anteil grosser Steine	zur Extraktion verwendete Menge	Wassermenge
Nr.	kg	kg	kg	l
1	1,714	0,784	0,930	1,860
2	2,559	1,596	0,963	1,926
3	1,814	0,982	0,832	1,664
4	2,641	1,728	0,913	1,826
5	2,885	2,395	0,490	0,980
6	3,540	3,145	0,395	0,790
7	2,270	1,727	0,543	1,086
8	2,500	1,300	1,200	2,400
9	2,965	2,120	0,845	1,690
10	2,812	2,597	0,215	0,430
11	1,984	1,744	0,240	0,480
12	3,592	3,202	0,390	0,780
13	1,217	-	1,217	2,434
14	1,617	-	1,000	2,000
15	fehlte	fehlte	fehlte	-
16	1,410	-	1,000	2,000
17	1,456	-	1,000	2,000
18	1,665	-	1,000	2,000

C Untersuchung der wässrigen Extrakte

Von allen wässrigen Extrakten wurde der pH-Wert, die Leitfähigkeit, der totale org. Kohlenstoff (TOC) sowie der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) bestimmt (Tab. 5-8). Die Werte wurden grafisch dargestellt (Fig. 1-6). Dabei zeigte sich, dass bei jeder Bohrung die Werte einzelner Proben auf einem bestimmten Niveau lagen und andere erhöht waren. Von den Proben mit Werten auf dem gleichen Niveau wurden Stichproben genommen und einer erweiterten Analyse unterworfen. Die erweiterte Analyse wurde auch bei all jenen Proben durchgeführt, die erhöhte Werte zeigten.

Sie umfasste folgende Bestimmungen:

anorganischer Kohlenstoff, Erdalkaligehalt, Sulfatgehalt, Gehalt an Nitrat- sowie Ammoniumstickstoff, Chloridgehalt und Gehalt an "Basen" (vergl. Tab. 5 - 8).

Von jeder Bohrung wurde eine "Sammelprobe" hergestellt, in dem von jedem Extrakt 100 ml genommen wurde. Die "Sammelprobe" wurde auf Cyanid, Sulfid und Nitrit geprüft (Tab. 9).

Tabelle 9 Untersuchungen der "Sammelprobe"

Sammelprobe der Bohrung:	CN ⁻ mg/l	Sulfid S ⁻² , mg/l	Nitrit N-mg/l
1	< 0,01	< 0,05	1
2	< 0,01	< 0,05	1
3	< 0,01	< 0,05	< 0,01
4	< 0,01	< 0,05	< 0,01

Tabelle 5

Untersuchungsergebnisse der wässrigen Extrakte

Bohrung 1

Probe	Leitfähigkeit	pH	TOC	CSB	Anorg.C	Ges.Härte	Säure-Verbr.	Sulfat	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	"geb.N"	Cl ⁻	Σ ⁺	Σ ⁻
m	μS cm ⁻¹ (20° C)	(20° C)	mg/l	mgO ₂ /l	mg/l	frz. H ^O	mäq. HCl/l (Umschlag auf Methylorange)	mg/l	N-mg/l	N-mg/l	N-mg/l	mg/l	mäq. (positive Ladung)	mäq. (negative Ladung)
1	266	8,4	5	10	10									
2	221	9,8	8	17	7	10,5	0,7	30	0,1	0,2		9	2,1	1,5
3	340	8,7	11	20	8	23	1,1	77	1,2	0,03		9,6	4,6	2,6
4	3200	8,5	656	2200	40	20	12,0	197	6,1	364	56	150	30	12,2
5	1550	7,9	75	140	11	100	1,4	126	9,5	3,5		17	20,3	4,7
6	1700	7,9	63	200										
7	1100	8,4	10	24										
8	780	8,4	6	17										
9	970	7,2	7	16	6	50	0,8	142	4,3	3,2		3,8	10,2	3,9
10	485	7,8	6	16										
11	770	8,0	11	38	11	41,5	1,5	82	1,7	3,5		4,4	8,6	2,9
12	2160	7,6	22	44	10	170	1,6	1520	2,7	18,9		12	35,4	33,0
13	2100	8,2	3	6										
14	1950	7,8	4	8	9	160,5	1,3	1640	0,07	0,12		3,2	32,1	35,0

Tabelle 6

Untersuchungsergebnisse der wässrigen Extrakte

Bohrung 2

Probe	Leitfähigkeit	pH	TOC	CSB	Anorg.C	Ges.Härte	Säure-Verbr.	Sulfat	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	"geb.N"	Cl ⁻	Σ+	Σ-
m	μS cm ⁻¹ (20° C)	(20° C)	mg/l	mgO ₂ /l	mg/l	frz. H ^o	mäq. HCl/l (Umschlag auf Methylorange)	mg/l	N-mg/l	N-mg/l	N-mg/l	mg/l	mäq. (positive Ladung)	mäq. (negative Ladung)
1	1840	7,8	7	7	7	163,5	1,2	1470	0,1	0,06		6	32,7	31,4
2	2250	7,4	100	270	30	186	3,8	1429	3,5	6,6		24	37,7	33,2
3	2060	7,7	16	44	8	172,5	1,7	1589	0,2	0,03		17	34,5	34,3
4	2160	7,8	24	20	12	172,5	2,2	1556	0,3	0,05		19	34,5	34,0
5	2010	8,0	24	14	9	172,5	2,5	1549	0,3	0,07		14	34,5	33,4

Tabelle 7

Untersuchungsergebnisse der wässrigen Extrakte

Bohrung 3

Probe	Leitfähigkeit	pH	TOC	CSB	Anorg.C	Ges.Härte	Säure-Verbr.	Sulfat	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	"geb.N"	Cl ⁻	Σ+	Σ-
m	μS cm ⁻¹ (20° C)	(20° C)	mg/l	mgO ₂ /l	mg/l	frz. H ^o	mäq. HCl/l {Umschlag auf Methylorange}	mg/l	N-mg/l	N-mg/l	N-mg/l	mg/l	mäq. (positive Ladung)	mäq. (negative Ladung)
1	835	7,9	22	50										
2	970	8,2	2	4	5	69	1,3	630	0,2	0,05		2,2	13,8	13,6
3	950	8,4	2	3										
4	815	8,3	6	6										
5	860	8,2	7	3										
6	765	8,1	7	20										
7	760	7,6	8	14	4	47	0,8	395	0,4	0,1		6,5	9,4	8,8
8	600	7,7	2	2										
9	440	8,0	3	5										
10	440	8,0	2	8										
11	370	7,9	3	3										
12	385	8,0	3	2	15	28	1,8	168	<0,1	<0,004		4,5	5,6	4,9
13	1730	7,0	2	0	13	154	1,5	1450	<0,1	0,06		5,0	30,8	31,4
14	1670	7,6	4	10										

Tabelle 8

Untersuchungsergebnisse der wässrigen Extrakte

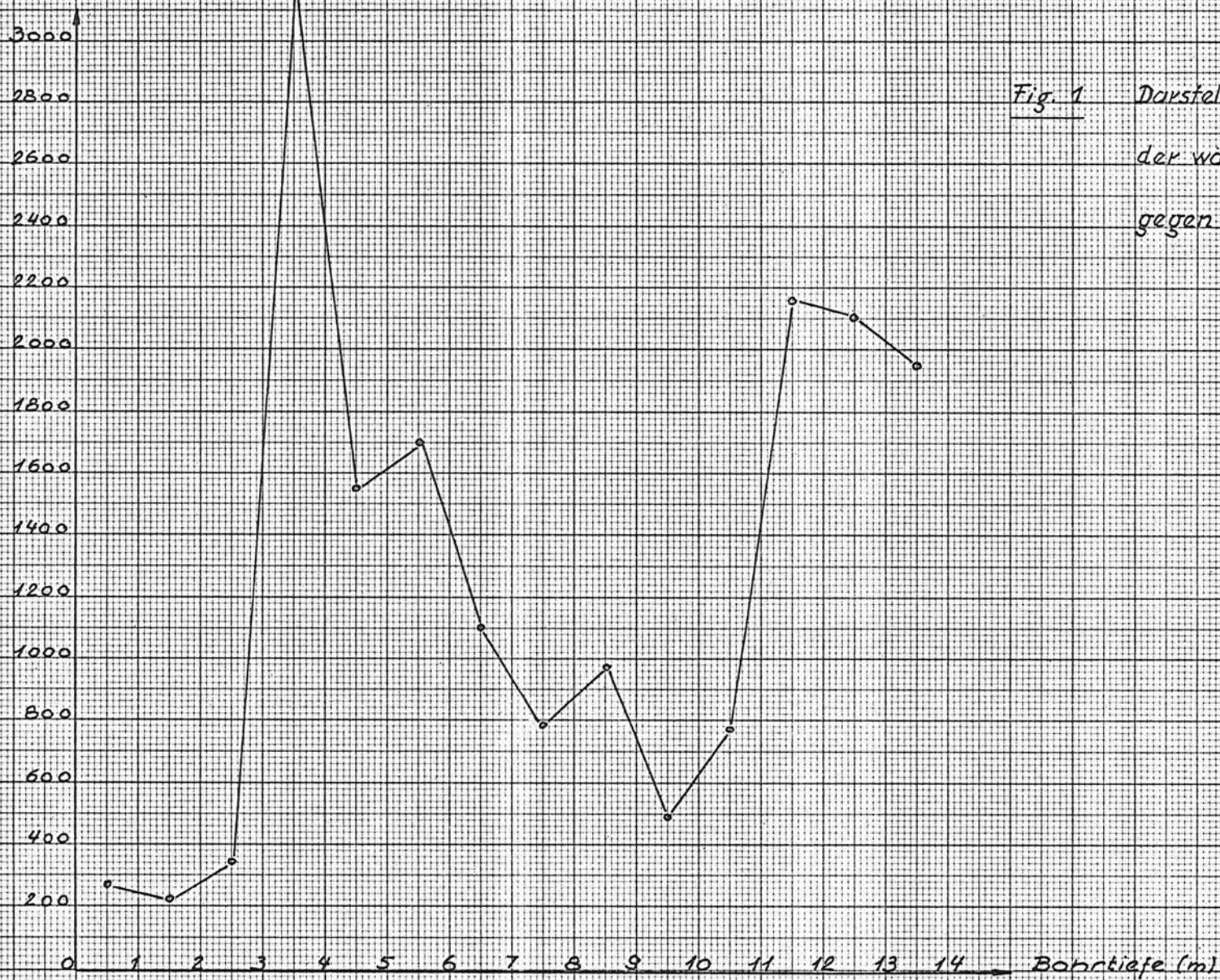
Bohrung 4

Probe	Leitfähigkeit	pH	TOC	CSB	Anorg.C	Ges.Härte	Säure-Verbr.	Sulfat	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	geb.N*	Cl ⁻	Σ ⁺	Σ ⁻
m	μS cm ⁻¹ (20° C)	(20° C)	mg/l	mgO ₂ /l	mg/l	frz. H ^o	mäq. HCl/l (Umschlag auf Methylorange)	mg/l	N-mg/l	N-mg/l	N-mg/l	mg/l	mäq. (positive Ladung)	mäq. (negative Ladung)
1	107	8,3	12	22										
2	125	8,3	5	9										
3	113	8,3	4	8	8	10	1,1	33	0,1	0,03		3,4	2,0	1,5
4	103	8,3	9	34										
5	104	8,3	10	24										
6	125	8,3	12	27										
7	113	8,4	4	6	9	8	1,5	23	0,1			2,6	1,6	1,3
8	553	8,1	12	23	5	38,5	2,4	264	0,1	0,02		3,8	7,7	6,0
9	349	8,1	10	21										
10	116	8,1	4	6										
11	154	8,1	5	9										
12	157	8,1	8	8										
13	270	8,0	6	6	5	18	1,2	104	0,3	0,03		10,4	3,6	2,9
14	310	8,0	3	5										
15	fehlt													
16	256	8,0	2	4										
17	580	8,0	2	0		38	1,6	350	0,1	0,03		3,0	7,6	8,1
18	1160	7,9	3	4	5	87,5	2,1	822	0,1	0,05		2,6	17,5	17,6

$\mu\text{Siemens}\cdot\text{cm}^{-1}$

Bohrung I

Fig. 1 Darstellung der Leitfähigkeit
der wässrigen Extrakte
gegen die Bohrtiefe

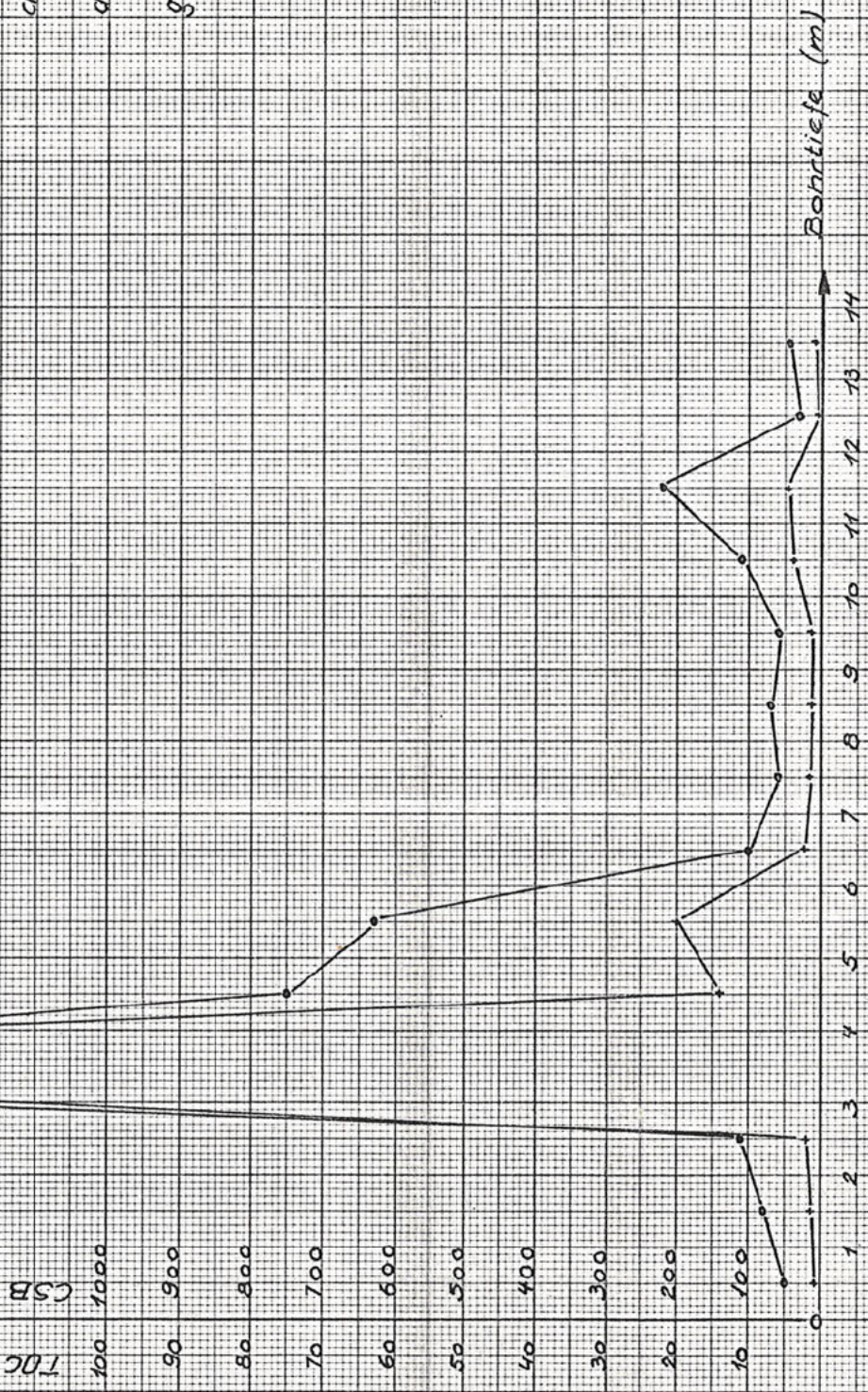


Bohrung I

TOC: 656
CSB: 2200

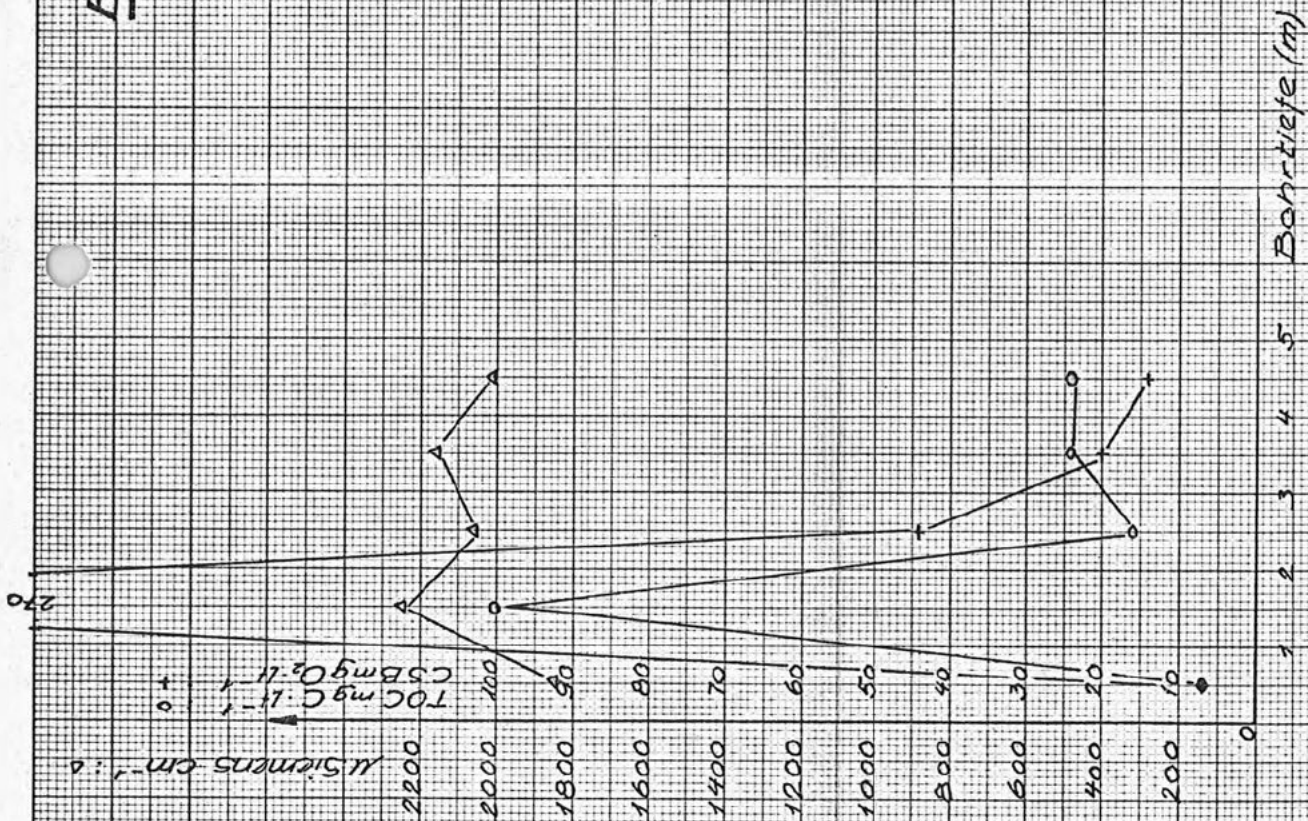
Fig. 2

Darstellung des totalen org.
Kohlenstoffs (TOC) und des
chem. Sauerstoffbedarfs (CSB)
der wässrigen Extrakte
gegen die Bohrtiefe



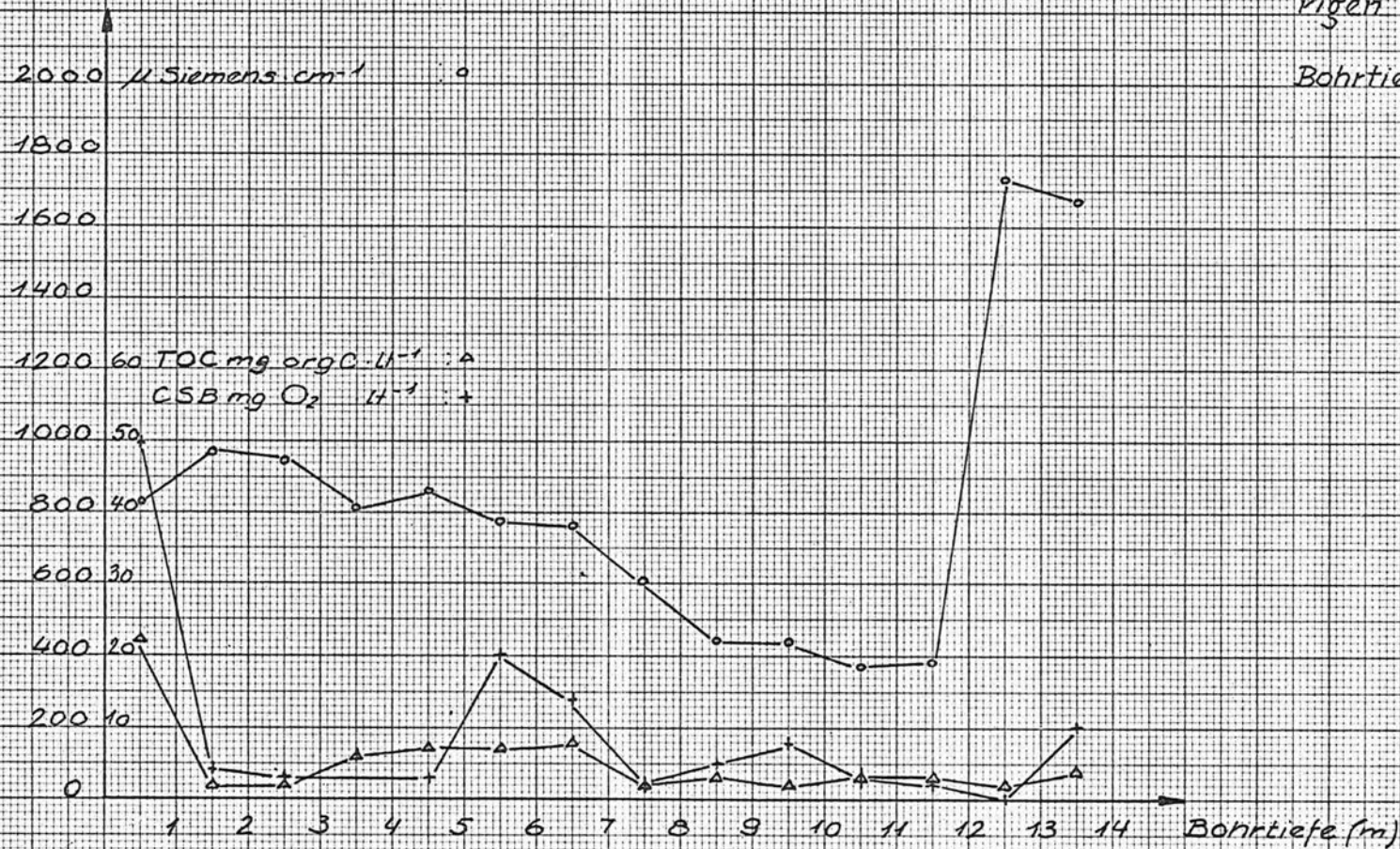
Bohrung 2

Fig. 3 Darstellung der Leitfähigkeit des
TOC und des CSB der wasser-
gen Extrakte gegen die Bohrtiefe



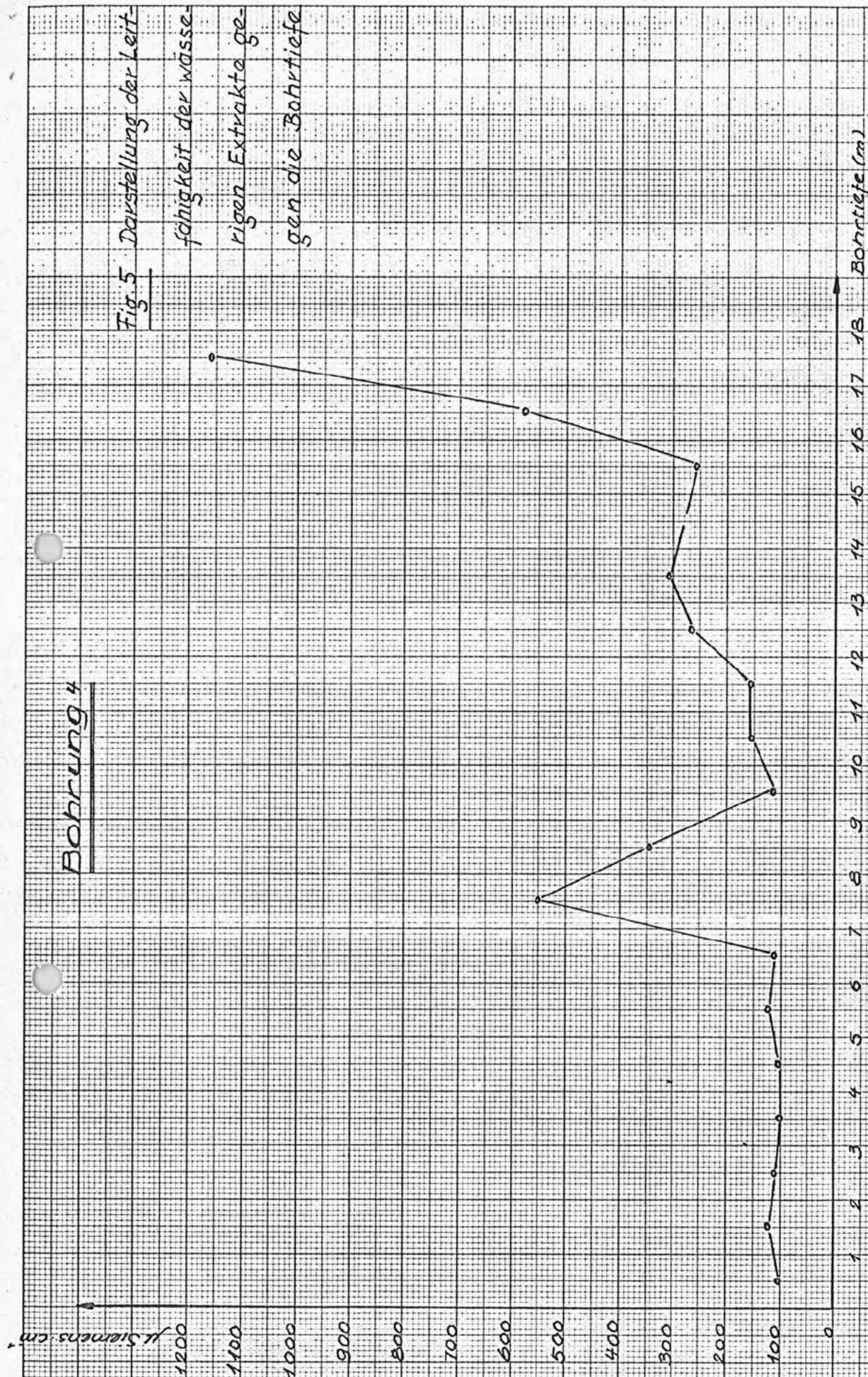
Bohrung 3

Fig. 4 Darstellung der Leitfähigkeit des
TOC und des CSB der wässe-
rigen Extrakte gegen die
Bohrtiefe.



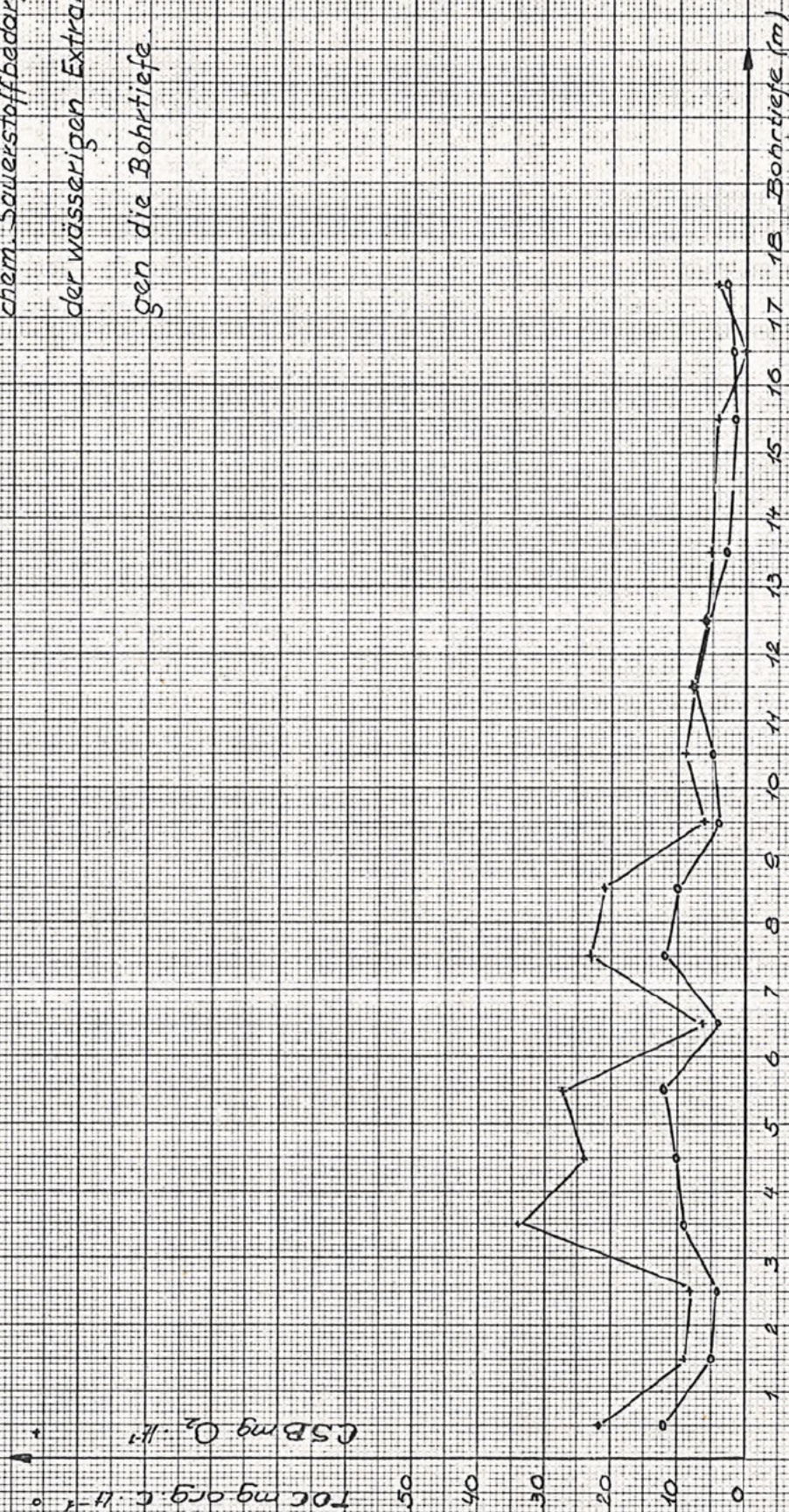
Bohrung 4

Fig. 5 Darstellung der Leitfähigkeit der wasserigen Extrakte gegen die Bohrtiefe



Bohrung 4

Fig. 6 Darstellung des totalen org.
Kohlenstoffs (TOC) und des
chem. Sauerstoffbedarfs (CSB)
der wässrigen Extrakte ge-
gen die Bohrtiefe



3. Diskussion:

Die Sichtung der Proben ergab ein Bild, wie es für einen Betrieb wie die Emser Werke AG zu erwarten war. Neben Schutt etc. fand man immer wieder Kunststoffabfälle, sei es als Faserbündel, als Schnitzel oder als Extruderabfälle. Andere "Chemie-Abfallprodukte" konnten von Auge nicht festgestellt werden. Dies dürfte auch schwierig sein, da pulverförmige oder flüssige Stoffe im Schutt, Sand etc. untergehen.

Die Untersuchung der Proben erfolgte, wie an der Besprechung vom 21.6.1974 (vergl. Aktennotiz vom 27.6.1974) abgemacht wurde, im wässrigen Extrakt. Als Extraktionsmittel stand "Grundwasser" mit der Zusammensetzung, wie es möglicherweise in die Deponie einfließen könnte und entionisiertes Wasser zur Diskussion. Wir haben uns für entionisiertes Wasser entschlossen, da 1. dadurch der Aufwand an Analysen geringer wird, 2. die Bestimmungen von kleinen Gehaltszahlen sicherer werden, da sie nicht als Differenz berechnet werden müssen und 3. die Angleichung an den natürlichen Auswaschvorgang sowieso nicht möglich ist. Für die Interpretation der Resultate dürfte diese "Vereinfachung" nicht ins Gewicht fallen.

Die einzelnen Bohrproben waren sehr uneinheitlich zusammengesetzt und enthielten teilweise grosse Steine, die für die Herstellung des wässrigen Extraktes aussortiert wurden. Es darf angenommen werden, dass die Steine bei den Versuchsbedingungen keine messbaren Anteile an "Substanzen" abgeben würden.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Bohrproben konnte wegen der heterogenen Zusammensetzung nicht bestimmt werden. Es war nicht möglich, ein für die Proben repräsentatives Muster für die Bestimmung des Wassergehaltes zu nehmen.

Von den einzelnen wässrigen Extrakten wurde der pH-Wert bestimmt. Die Werte liegen zwischen 7,0 und 8,7. Nur die Probe Nr. 2 aus der Bohrung 1 zeigte einen Wert von 9,8. Der Gehalt an "Basen" ist aber gering. Die für die Neutralisation benötigte Menge Salzsäure entspricht

ungefähr dem Gehalt an Karbonat- und Bikarbonationen (bestimmt als anorg. Kohlenstoff).

Als Summenparameter für die gelösten Salze wurde die Leitfähigkeit bestimmt. Bei den Stichproben zeigte sich, dass die Hauptkomponente der Anionen das Sulfat und der Kationen das Calcium ist. Daher wurde als Vergleich in Gipslösungen verschiedener Konzentrationen die Leitfähigkeit gemessen (vergl. Tab.).

Tabelle 10 Leitfähigkeitswerte von Gipswasser
verschiedener Konzentrationen

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	SO_4^{-2}	Ca^{2+}	μScm^{-1}
mg/l	mg/l	frz. H ⁰	(20°C)
1500	836,4	87,1	1090
750	418,2	43,6	670
375	209,1	21,8	298
150	83,6	8,7	144
75	41,8	4,4	65

In Fig. 7 und 8 ist die Leitfähigkeit der Gipslösungen sowie der Bohrproben, von denen eine erweiterte Analyse durchgeführt wurde, gegen den Sulfat-Gehalt resp. Erdalkaligehalt (als franz. Härtegrade ausgedrückt) aufgetragen.

Die Werte der Probenextrakte aus der Bohrung 4 und 3 streuen sowohl in Fig. 7 wie in Fig. 8 um die "theoretische" Kurve der Gipslösung. Das bedeutet, dass in diesen Fällen die bestimmte Leitfähigkeit durch den gelösten Gips verursacht wird und die anderen Ionen in kleineren Konzentrationen anwesend sind, wie dies auch durch die Bestimmung des Chlorid-, des Nitrat- und des Ammoniumgehaltes gefunden wurde.

Bei den Probenextrakten der Bohrung 2 sind die Leitfähigkeitswerte der Proben 2,3,4 und 5 gegenüber der gleich konzentrierten Gipslösung leicht erhöht; das bedeutet, dass noch andere Ionen zur Leitfähigkeit beitragen. Die Analysenresultate zeigen für diese Proben einen erhöhten Chloridgehalt und für die Probe Nr. 2 zudem noch einen erhöhten Nitrat-, Bikarbonat- und Ammoniumgehalt.

Bei der Bohrung 1 sind die Leitfähigkeitswerte mehrerer Probenextrakte nicht durch den Gipsgehalt allein bestimmt. Sie weisen verglichen mit den Extrakten der Proben der anderen Bohrungen erhöhte Nitrat- und/oder Ammonium- und/oder Chloridgehalte auf. Am stärksten trifft dies für die Bohrprobe Nr. 4 zu, die in allen bestimmten Gehaltszahlen, mit Ausnahme des Gipsgehaltes, die höchsten Werte aufwies.

Als Summenparameter für die herausgelösten org. Substanzen wurde der totale organische Kohlenstoff (TOC) sowie der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) bestimmt. Nimmt man 17 mg C/l resp. 45 mg O₂/l als Grenzwert, wie er im Entwurf der Verordnung über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer für die Ableitung von Abwässern in ein Gewässer verlangt wird, so liegen die Extrakte folgender Proben darüber:

Bohrung 1 :	Probe Nr. 4,5,6,12
Bohrung 2 :	Probe Nr. 1,4,5
Bohrung 3 :	Probe Nr. 1
Bohrung 4 :	-

Vergleicht man in der Tabelle 5 (Bohrung 1) die Äquivalente positiver mit den Äquivalenten negativer Ladung, so sieht man, dass besonders in den Proben mit hohem TOC-Gehalt beträchtliche Mengen negativer Äquivalente fehlen. Das Verhältnis von TOC zu CSB deutet darauf hin, dass die extrahierten org. Substanzen in einem "höheren" Oxydationszustand sein müssen. Dies legt die Vermutung nahe, dass

ein Teil der organischen Substanzen als Anionen vorliegt. Dies konnte beim Extrakt der Probe Nr. 4 (Bohrung 1) durch folgendes Experiment bestätigt werden:

Eine bestimmte Menge des Extraktes wurde über einen Anionenaustauscher (in Cl^- -Form) perkoliert und der Gehalt an org. Kohlenstoff vor und nach der Perkolation bestimmt. Dann wurde die Säule mit 2 N NaCl-Lösung ausgewaschen und im Eluat der TOC-Gehalt bestimmt.

Das Resultat ergab, dass ca. 38 % des TOC in organischen Anionen eingebaut ist.

Um die "Natur" der organischen Substanzen im Extrakt der Probe 4 (Bohrung 1) etwas zu klären, wurde der wässrige Extrakt mit Aether ausgeschüttelt und vom Aetherauszug ein IR-Spektrum (Fig.9) aufgenommen. Es konnten folgende Gruppierungen ausgemacht werden:

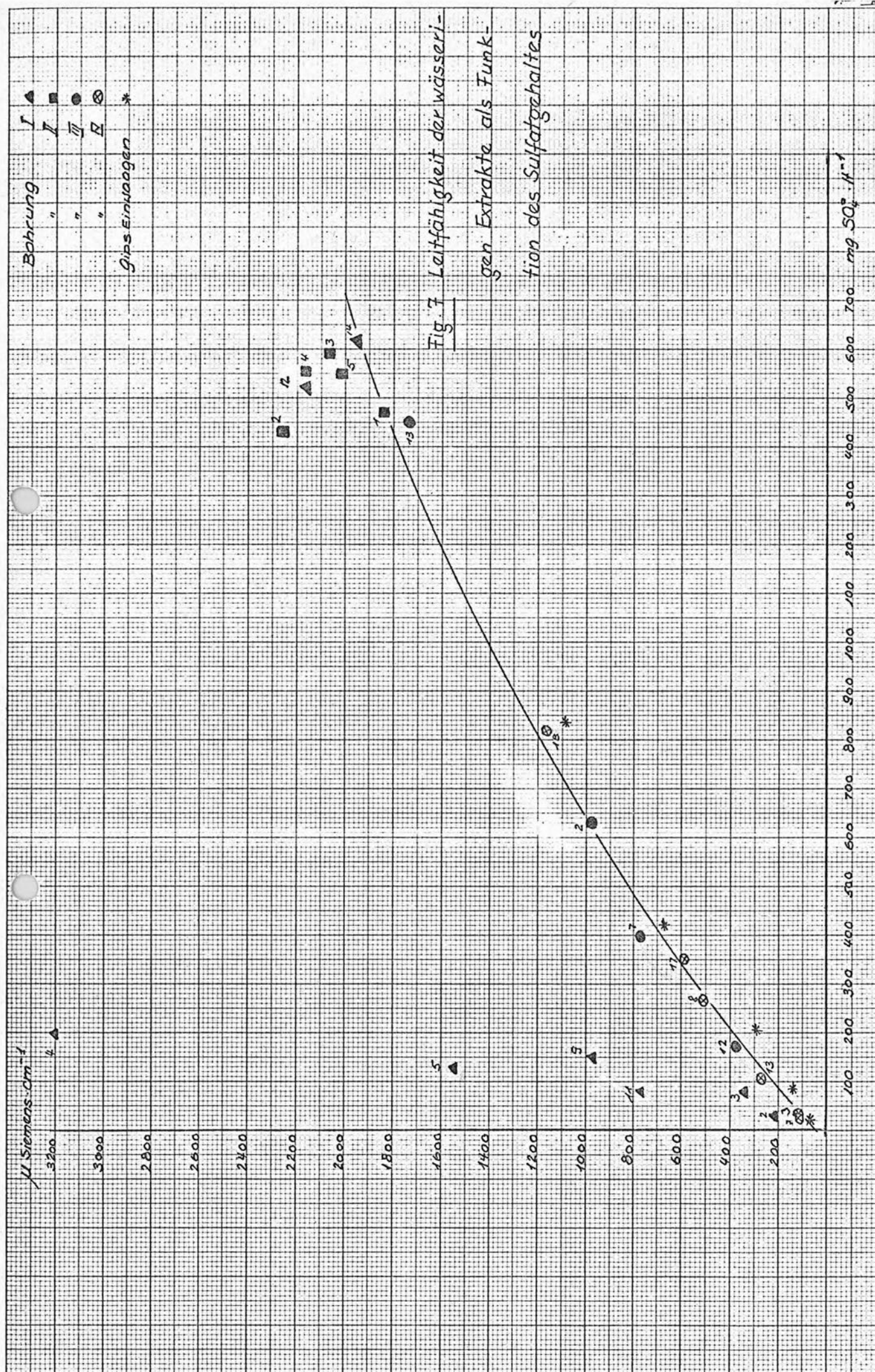
$-\text{CH}_2-$; $-\text{COOH}$; $-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{N}-$ und vermutlich Aromaten (Bande bei ca. 1510 cm^{-1}).

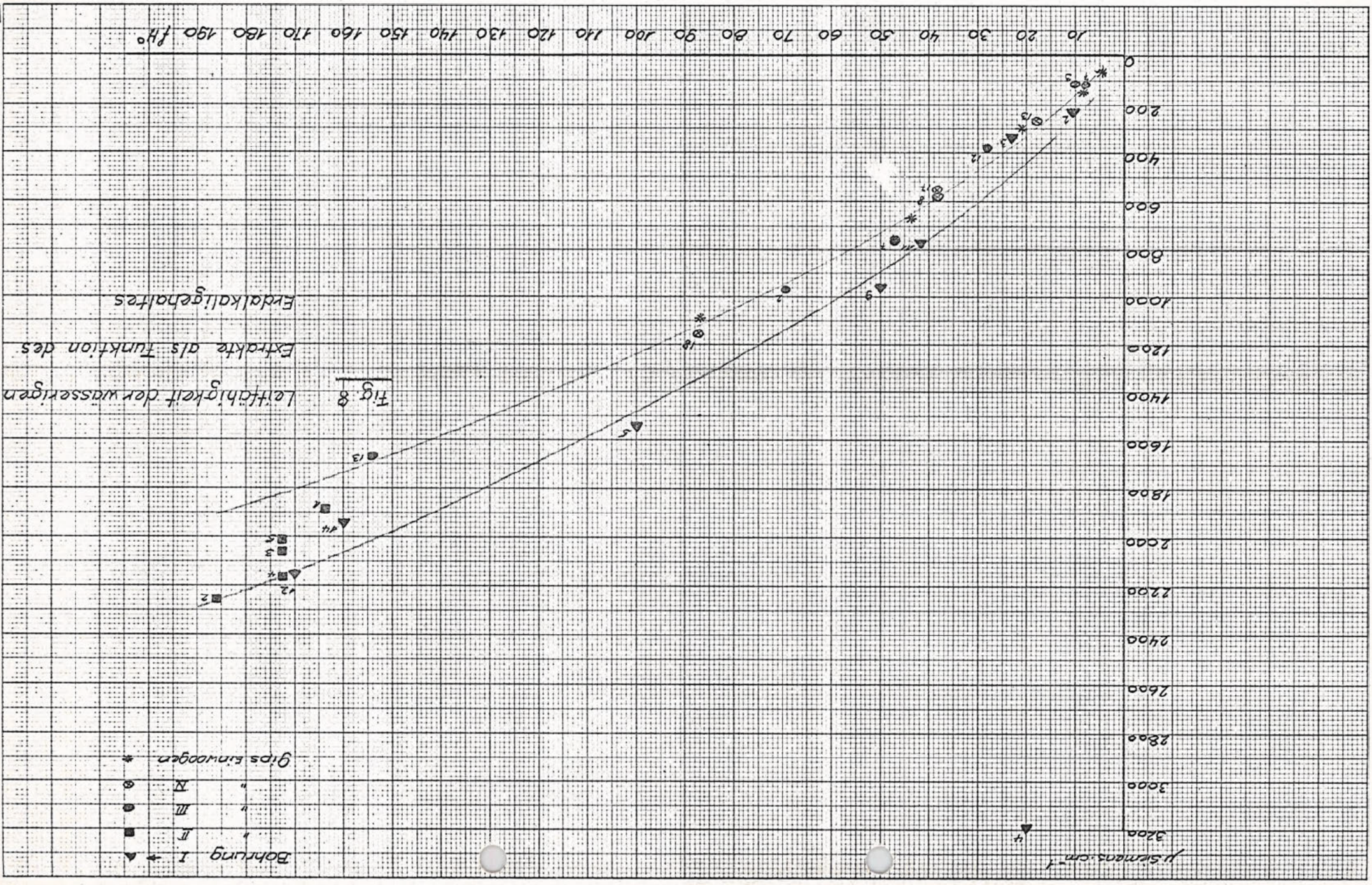
Die Vermutung, dass aromatische Kohlenwasserstoffe vorhanden sind, wird durch das UV-Spektrum erhärtet. Dieses zeigt eine starke Absorption bei 240 nm. Der organisch gebundene Stickstoff von 56 mg/l dürfte zum grössten Teil in der Amidgruppierung $-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{N}-$ (Lactam) enthalten sein.

Auf gelöste Metalle und Spurenelemente wurden die wässrigen Extrakte nicht untersucht. Nimmt man als Grenzwert die Zahlenwerte des Entwurfes der Verordnung über die Beschaffenheit abzuleitender Abwasser (TOC: 17 mg/l; CSB: 45 mg/l; freies Ammonium 0,1 mg/l), so ergibt sich zusammengefasst folgendes Bild:

Bohrung 1

Bohrproben wurde bis in eine Tiefe von 14 m genommen. Die Proben, die unter 11 m Tiefe genommen wurden, geben grosse Mengen Gips an das Wasser ab. Die Proben 4,5,6 und 12 geben unter den Versuchsbedingungen solche Mengen organische Substanzen ab, dass der Grenzwert überschritten wird.





Die Extrakte der Proben 4 und 12 überschreiten auch den Grenzwert für freies Ammonium.

Am schlimmsten ist die Probe 4. Der TOC-Wert liegt ca. 39 mal, der CSB ca. 49 mal und das freie Ammonium (für 10° C berechnet) ca. 250 mal höher als der Grenzwert. Auch der Chloridgehalt liegt mit 150 mg/l recht hoch.

Bohrung 2

Es wurden Bohrproben bis zu 5 m Tiefe genommen. Eine Bodenprobe aus 5-6 m Tiefe (Prot. Nr. 2329) bestand praktisch nur aus Gips. Alle Proben geben grosse Mengen Gips an das Wasser ab. Die Probe Nr. 2 ergibt einen Extrakt mit einem Gehalt an org. Substanzen, der beträchtlich über dem Grenzwert liegt. Die Extrakte der Proben Nr. 4 und 5 liegen bezüglich TOC-Wert leicht über dem Grenzwert. Der Chloridgehalt der Extrakte der Proben 2,3,4 und 5 sind, verglichen mit den Werten der Bohrung 3 und 4, leicht erhöht.

Bohrung 3

Bohrproben wurden bis in eine Tiefe von 14 m genommen. Die Proben 13 und 14 geben grosse Mengen, die übrigen Proben beträchtliche Mengen Gips an das Wasser ab. Die erste Probe ergibt einen wässerigen Extrakt mit einem Gehalt an org. Substanzen, der leicht über dem Grenzwert liegt.

Bohrung 4

Es wurden Bohrproben bis in eine Tiefe von 18 m genommen. Die letzte Probe gibt beträchtliche Menge Gips an das Wasser ab, verglichen mit den anderen Proben der gleichen Bohrung weist auch der Extrakt der 8. Probe einen erhöhten Gipsgehalt auf.

Chur, den 19. Dezember 1974



Chem. Laboratorium
des Kantons Graubünden
7001 Chur