



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Festschrift zur 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte

Münster (Westf)

Münster i. Westf., 1912

III. Die Erfolge der Wasserreinigung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. König.

urn:nbn:de:hbz:466:1-45233

III. Die Erfolge der Wasserreinigung.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. J. König.

1. Bodenverhältnisse des Rieselfeldes.

Das Rieselfeld, die frühere Gelmerheide, dehnt sich nördlich der Stadt Münster zwischen dem von der Aa und der Ems gebildeten Winkel in durchaus flacher Lage als ein niedriges Plateau aus, dessen seit alters kultivierten Ränder zu den durchschnittlich 5—7 m tiefer gelegenen Flußtäälern abfallen. Die Möglichkeit der besseren Vorflut und Entwässerung ist die Veranlassung für die Kultur der Ränder, welche mit Gehöften und Ortschaften besetzt sind, gewesen und ist die eigentlich öde Heidefläche im Osten und Westen durch den Schiffahrtskanal und die Münster-Grevener Bahn abgegrenzt, während jene im Norden durch die Kulturgrundstücke von Gelmer und Gimbe, im Süden von den schwereren Lehm- und Tonböden in der Umgebung von Münster ihre natürlichen Grenzen findet. Nach dieser Abgrenzung gehört auch der nördliche Teil der Cörheide zu dem in Frage stehenden Rieselfeld-Gelände.

Das Gelände senkt sich von einer mittleren Lage von 56 m über N. N. nach Norden bis zu 48 m und fällt dann alsbald zum Emstale auf Ordinate 37 m über N. N. ab. Das Gefälle in der Fläche selbst ist sehr unregelmäßig verteilt; nur die nördliche Hälfte liegt fast horizontal.

Zwei Seitengräben erstrecken sich zur tiefliegenden Aa oder Ems; sie hätten, wenn das Gelände auch im allgemeinen gefällearm ist, doch genug günstige Gelegenheit zur ausreichenden Entwässerung geboten. Davon ist aber trotz der Aufteilung der Grundstücke bei der Markenteilung von den Besitzern gar kein Gebrauch gemacht worden, so daß die Gelmerheide vor Anlage der Rieselfelder durch die Stadt Münster das typische Bild einer Münsterländischen Heide, das der Versumpfung und Verwahrlosung bot.

Der Boden ist im allgemeinen ein mittelkörniger, mäßig humoser Sandboden, der an den südlichen und südwestlichen Rändern sowie im nördlichen Teil mit mehr oder weniger Lehm oder Ton durchsetzt ist. Um die Beschaffenheit des Bodens festzustellen, wurden an verschiedenen Punkten von Südwesten nach Nordosten wie auch der Länge nach vom Dortmund-Emskanal nach Norden am Hessenwege entlang Bohrungen bis zu 2 m Tiefe vorgenommen und die Höhen der einzelnen Schichten ermittelt. Der Feinheitsgrad der einzelnen Bodenschichten stellte sich hierbei wie folgt:

Am Hessenwege:

Punkt	Tiefe der Bodenschicht cm	Nähere Bezeichnung der Probe	Korngröße				Ab-schlemm-bare Bestand-teile %
			2-1 mm	1-0,5mm	0,5-0,2 mm	kleiner als 0,2 mm	
			%	%	%	%	
			grobkörnig	mittelkörnig	feinkörnig	%	
3	0-30	Grauer Heidesand	0.28	3.34	33.68	57.86	4.84
			3.62				
	30-110	Bis 50 cm Tiefe grauer, dann gelber grobkörniger Sand mit blauen Schnüren	1.34	2.34	29.94	67.80	7.58
	110-150	Weißer und gelber feinkörniger Sand in unregelmäßiger Schichtung	1.24	0.74	3.54	53.28	41.20
			1.98				
	4	0-20	Grauer, etwas toniger Sand	1.42	3.14	35.54	46.16
		4.56					
20-150		Bis 40 cm Tiefe brauner, dann gelber, grobkörniger Sand	0.35	4.60	47.42	42.14	5.48
8	0-15	Schwarze Heideerde	0.28	1.82	65.90	24.80	7.20
			2.10				
	15-20	Dunkelbrauner Sand	0.36	1.20	45.92	49.08	3.44
	50-95	Graugelber Sand	0.28	1.36	50.82	44.06	3.48
			1.64				
	95-150	Weißer Sand	0.04	1.26	61.96	32.30	4.44
11	0-40	Schwarzer, anmooriger Sand	0.36	3.66	60.30	30.68	5.00
			4.02				
	40-90	Grobkörniger, weißgelber Sand mit einzelnen braunen eisen-schüssigen Stellen	0.46	6.52	75.02	14.54	3.46
	90-150	Gelber, grobkörniger Sand	0.26	6.42	77.44	11.32	4.56
			6.68				
	12	0-40	Schwarzer, anmooriger Sand	0.26	9.82	75.86	12.60
		10.08					
40-125		Braungrauer, grobkörniger Kies-sand mit blauer Lehm-schnur bei 70-75 cm Tiefe	1.52	16.54	62.80	10.98	8.16
	125-200	Blauer, feinkörniger Sand	0.18	1.98	20.64	55.52	21.68
			2.16				

Punkt	Tiefe der Bodenschicht cm	Nähere Bezeichnung der Probe	Korngröße				Ab-schlamm-bare Bestandteile %
			2—1 mm	1—0,5mm	0,5—0,2 mm	kleiner als 0,2 mm	
			%	%	%	%	
			grobkörnig		mittelkörnig	feinkörnig	
15	0—25	Grauer, toniger Sand	0.16	5.82	61.50	20.12	12.40
			5.98				
	25—90	Etwas lehmiger Sand	0.86	3.64	43.08	47.90	4.52
			4.50				
	90—110	Toniger Mergel	0.28	2.40	20.44	19.72	57.16
			2.68				
	110—180	Gelber, toniger Sand	0.04	3.52	65.60	10.96	19.88
			3.56				
	180—200	Blauer, etwas toniger Sand	0.02	3.22	33.80	49.60	13.36
			3.24				

Im süd-westlichen Teil:

5	0—20	Schwarze Heideerde	2.00	7.64	28.68	51.04	10.64
			9.64				
	20—95	Dunkelbrauner Sand	0.74	7.14	35.54	54.54	2.04
			7.88				
	95—130	Zuerst weißer, dann graugelber Kiessand	1.96	25.16	49.96	19.16	3.76
			27.12				
	130—200	Blauer, feinkörniger Sand	0.40	4.72	15.24	67.92	11.72
			5.12				
7	0—15	Grauer Heidesand	1.00	3.94	64.82	23.62	6.62
			4.94				
	15—60	Brauner, mittelkörniger Sand	0.48	4.14	56.74	34.42	4.22
			4.62				
	60—125	Hellgelber, feinkörniger Sand	0.04	0.24	3.68	86.22	9.82
			0.28				
	125—200	Blauer, mittelkörniger Sand	0.08	1.28	51.68	42.60	4.36
			1.36				

Der Gehalt an organischen Stoffen, Stickstoff, unorganischen Stoffen sowie an in Salzsäure löslichen Bestandteilen schwankt an 5 Stellen für die obere, von 0–40 cm tiefe Schicht wie folgt:

Organische Stoffe	Stickstoff	Unorganische Stoffe	Eisenoxyd	Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure
%	%	%	%	%	%	%	%
2.67–5.54	0.114–0.181	97.33–94.46	0.027–1.438	0.042–0.348	Spur–0.094	0.007–0.107	0.024–0.039

Der Gehalt an Nährstoffen ist daher wie bei allen Heidesandböden Münsterlands sehr gering, der Stickstoffgehalt läuft völlig mit dem Gehalt an Heidehumus parallel. Der Kalkgehalt ist an einzelnen Stellen höher als sonst in Heidesandböden; das rührt daher, daß an einzelnen Stellen, in etwa 2 m Tiefe, ein geringhaltiger lehmiger Sandmergel sich vorfindet. Der Gehalt an Phosphorsäure wie an Kali ist aber sehr gering. Der Gesamt-Kaligehalt (Summe von dem durch Salzsäure, Schwefelsäure wie Flußsäure aufschließbaren Mengen) liegt, wie bei allen Heidesandböden, um 1 Proz. herum.

Dieser Umstand, der geringe Nährstoffgehalt, spielt allerdings für die Anlage von Rieselfeldern keine Rolle, weil das zu reinigende Abwasser genügend Pflanzennährstoffe mitbringt. Weniger günstig dagegen war für die Anlage die ungleichmäßige mechanische Beschaffenheit (verschiedene Körnigkeit) des Bodens. Auch die vereinzelt vorkommenden Schichten von Senkel (staubartigem Sande) sind für die Filtration nicht günstig gewesen.

Größere ausgedehnte feste Ortsteinbänke, wie vielfach in anderen Heiden, haben sich hier zwar nicht vorgefunden, aber die einzelnen Bodenschichten bis 2 m Tiefe sind reich an Eisenoxydulverbindungen und macht sich dieses Vorkommen, jetzt nach mehrjährigem Betriebe, noch in der Weise geltend, daß das Drainagewasser vielfach noch verhältnismäßig viel Eisenoxydulverbindungen enthält und in den Abzugsgräben Eisenoxydschlamm absetzt. Der Umstand ist für die Oxydation der Stoffe einstweilen nicht günstig; sie wird erst voll zur Wirkung gelangen, wenn die Bodenschichten nach und nach durch die Berieselung von Eisenoxydulverbindungen rein gespült sind. Nichtsdestoweniger ist der Reinigungseffekt des städtischen Abwassers schon jetzt ein sehr guter, wie nachstehende Analysen zeigen.

2. Die Reinigung des Wassers.

Das Drain- bzw. Abrieselwasser von den einzelnen Rieselfeld-Abteilungen wird in zwei Hauptabflüssen gesammelt, von denen der eine in die Aa, der andere in die Ems abgeführt wird. Vorläufig wurden für die Ermittlung des Reinigungseffektes nur diese beiden Hauptsammelabflüsse sowie das gesamte, dem Rieselfeld zufließende Rohwasser berücksichtigt. Die Proben wurden, weil städtisches Abwasser bekanntlich von Stunde zu Stunde im Tage in seiner Zusammensetzung großen Schwankungen unterworfen ist, während 18–24 Stunden (in der Regel von nachmittags 3 Uhr bis zum Mittage des anderen Tages) stündlich entnommen, indem jedesmal eine Weinflasche voll gefüllt und die Gesamtmenge für die Untersuchung zusammengemischt wurde. Für die Sauerstoff-Bestimmungen wurden Proben in

üblicher Weise sofort und nach 18 Stunden angesetzt, um die Sauerstoffzehrung festzustellen.

Um einen Vergleich der Wirkung der Landberieselung gegenüber anderen Reinigungsverfahren zu gewinnen, wurden auch noch zwei andere Reinigungsanlagen von benachbarten Städten hinzugezogen, nämlich eine biologische und eine mechanische Kläranlage¹⁾ für städtisches Abwasser. Bei der letzten Anlage bot sich auch Gelegenheit, die Selbstreinigung des das Abwasser aufnehmenden Flusses zu verfolgen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die von den Herren Dr. W. Sutthoff, Dr. A. Thienemann und H. Lacour ausgeführt wurden, sind in den umstehenden Tabellen auf eingefügtem Blatt enthalten.

Hiernach übertrifft, wie nicht anders zu erwarten ist, das Landberieselungsverfahren in der Reinigungswirkung die beiden anderen Verfahren bedeutend. Dies tritt deutlich hervor, wenn aus vorstehenden Zahlen für die wichtigsten in Betracht kommenden Bestandteile das Mittel genommen wird, nämlich für 1 l:

Wasser	Schwebstoffe		Gelöste Stoffe		Gesamt-Phosphorsäure	Kali	Kalk	Stickstoff			Zur Oxydation erfordl. Sauerstoff	Sauerstoff nach Probe- nahme		Sauerstoff- Zehrung
	orga- nische	unorga- nische	orga- nische	unorga- nische				Gesamt-	in Form von			sofort	nach 18 Stunden	
									Ammo- niak	Selpter- säure				
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	ccm	ccm	%	

Ungereinigtes Abwasser.

1. Für Rieselfeld Münster	290.0	98.2	288.3	725.0	12.9	43.6	195.0	74.0	56.1	1.1	89.2	0	0	100
2. Für biologische Anlage	558.5	86.3	(203.9)	547.9	23.7	48.3	113.8	90.8	45.9	1.9	115.2	1.5	0	100
3. Für mechanische Kläranlage . . .	346.3	111.8	156.3	592.0	—	—	143.5	49.8	27.1	0.8	74.4	2.25	0	100

Gereinigtes Wasser.

1. Von Rieselfeld Münster	—	—	180.8	539.0	0.6	16.6	165.0	19.8	3.9	15.3	18.5	6.4	5.8	9.4
2. Von biologischer Anlage	18.8	—	92.5	295.0	6.0	21.1	82.5	23.7	12.8	8.4	24.8	3.12	1.20	61.6
3. Von mechanischer Kläranlage . . .	151.3	91.3	115.0	586.3	—	—	127.5	57.5	33.1	1.4	69.4	1.95	0	100

Die Untersuchungen sollen noch einige Zeit fortgesetzt werden, um bessere Mittelwerte zu erhalten; indes lassen die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse schon erkennen, daß das biologische Verfahren zwar ähnlich wirkt als das Landberieselungsverfahren, aber letzteres in der Stärke der Wirkung bei weitem nicht erreicht, im besonderen sei noch folgendes bemerkt:

1. Die Rohwässer der drei Städte zeigen einigen Unterschied. Die größte Verunreinigung weist das Rohwasser für die biologische Reinigungsanlage auf, weil

¹⁾ Die Stadt hat ursprünglich das Degenersche Kohlebreiverfahren angewendet, dieses aber aufgegeben und sich schließlich auf eine rein mechanische Klärung beschränkt.

es nur die Hausabwässer einschließt, nicht auch die Tage- bzw. Regenwässer, die für sich zu einem entfernt liegenden Bach geführt werden. Es mag dieser Umstand aber bei der schwankenden Zusammensetzung städtischer Abwässer während der einzelnen Tagesstunden, z. T. auch an der Probenahme mit liegen; die Proben des Rohwassers der Stadt Münster wurden während des ganzen Tages, die des Rohwassers für die biologische Anlage nur während zwölf Tagesstunden entnommen. Im übrigen ist die Zusammensetzung des städtischen Abwassers für gleiches Volumen bekanntlich ebensowohl von der Menge und Art der eingeschlossenen gewerblichen Abgänge als von etwa eingeschlossenen sämtlichen Fäkalien mit abhängig, weil in letzterem Falle auch mehr Wasser zur Spülung angewendet zu werden pflegt, daher die verunreinigenden Stoffe stark verdünnt werden.

2. Die Schwebestoffe werden auf Rieselfeldern ganz beseitigt; in dem Abwasser von den biologischen Filtern sind unter Umständen noch kleine Mengen organischer Schwebestoffe (Schleimmassen aus den Filtern) enthalten.

3. Bemerkenswert ist das Verhalten der Stickstoff-Verbindungen. Von dem organischen und Ammoniak-Stickstoff sind — auf gleiches Volumen berechnet — auf dem Rieselfelde 19.4 Proz., in der biologischen Klairanlage nur 7.3 Proz. in Salpetersäure übergeführt. Von dem Gesamt-Stickstoff im Rohwasser erscheinen aber für je 1 l nur 26.8 Proz. beim Rieselfeld und 26.1 Proz. bei der biologischen Anlage im gereinigten Abwasser wieder. Da in beiden Fällen eher eine Verdunstung von Wasser, also eher eine Konzentration als eine Verdünnung durch fremdes (Grundwasser) angenommen werden kann und eine Verdünnung durch Regen an den Tagen der Probenahme nicht statthatte, so ist anzunehmen, daß ein großer Teil des in Salpetersäure übergeführten Stickstoffs durch Denitrifikation in freien gasförmigen Stickstoff übergegangen und als solcher entwichen ist. Auf den Rieselfeldern wird natürlich auch ein Teil des gebildeten Salpetersäure-Stickstoffs von den Pflanzen aufgenommen und in Protein zurückverwandelt, aber diese Menge kann nicht so groß sein, daß hierdurch der ganze Fehlbetrag im Abrieselwasser gedeckt wird, und wenn auch ein Teil des organischen Stickstoffs in beiden Fällen im Anfange mechanisch im Boden bzw. in den Filtern zurückgehalten wird, so unterliegt aber auch er der allmählichen Zersetzung und müßte als Ammoniak oder Salpetersäure im gereinigten Abwasser wieder erscheinen. Denitrifikationsvorgänge finden aber in jedem Boden statt und können bei der Verarbeitung von großen Mengen Fäulnisstoffen im Rieselboden wie auch in den biologischen Filterkörpern erst recht angenommen werden.

4. Von Phosphorsäure und Kali sind, auf gleiches Volumen Wasser bezogen, absorbiert:

	Phosphorsäure	Kali
Rieselfeld	95.66 %	62.93 %
Biologische Anlage	74.68 „	48.60 „

Die absoluten Mengen absorbierter Nährstoffe werden infolge der natürlichen Wasserverdunstung noch größer sein. Auf dem Rieselfelde wird ein großer Teil der beiden Nährstoffe von den Kulturpflanzen aufgenommen, ein anderer Teil bleibt im Boden aufgespeichert, während bei den biologischen Filtern nur die Aufspeicherung durch die Schleimmassen und Kleinwesen in Betracht kommt und höchstens nach dem Abbrechen der unwirksam gewordenen Filter eine Verwertung zur Düngung finden kann.

1. Rieselanlage Münster i. Westf.

a) Ungereinigtes Wasser (mg für 1 l)

Datum der Probenahme	Temperatur des Wassers	Aussehen	Geruch	Reaktion	Salpetrige Säure	Schwebestoffe			Stickstoff in Form von			Gesamt-Stickstoff	Zur Oxydation fähiger Sauerstoff	Gelöste Stoffe		Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Sauerstoff		Sauerstoff-zehrung	Bemerkungen
						orga-nische	un-organische	organ-Stick-stoff	Am-mo-niak	Albu-mi-noid	Sal-peter-säure			organische	anorgan. (Gluk-ose-verlust)							Chlor	18 Stdn.		
						mg	mg	mg	mg	mg	mg			mg	mg							mg	ccm		
16.—19. Dez. 1911	—	Stark grau-schwarztrübe	Stark faulig	deutlich alkalisch	Schwache Reaktion	302.5	72.5	11.7	65.1	6.4	1.3	82.5	77.9	305.0	680.0	—	—	—	—	—	170.2	0	0	—	6.0 mg FeO, wovon 1.5 mg gelöst 10.0 mg FeO, wov. 3.0 mg gel.
22.—23. Jan. 1912	8.5°	desgl.	desgl.	desgl.	0	295.0	147.5	12.3	49.2	3.8	0.6	65.9	113.6	277.5	617.5	205.0	24.4	39.1	15.4	151.8	134.7	0	0	—	
25.—26. April 1912	13.5°	desgl.	desgl.	schwach alkalisch	0	272.5	74.5	12.6	55.9	3.6	1.3	75.4	76.0	152.0	877.5	185.0	21.8	48.1	10.3	124.9	149.1	0	0	—	
Mittel						290.0	98.2	12.2	56.1	4.6	1.1	74.0	89.2	288.5	725.0	195.0	23.1	43.6	12.9	138.4	151.3	0	0	—	

b) Gereinigtes Ab-(Drain-)wasser.

25.—26. April 1912	Drain	—	Fast hell u. klar	Ohne Geruch	Schwach alkalisch	Starke Reaktion	—	—	—	1.2	1.1	16.6	18.9	15.8	245.0	555.0	—	—	—	—	—	134.7	—	—	—	2.0 mg FeO, wovon 1.2 mg gelöst 3.0 mg FeO, wovon 1.5 mg gelöst	
	Hauptabfluß	—	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	—	—	—	3.2	1.1	17.0	21.5	15.2	205.0	620.0	—	—	—	—	—	141.8	—	—	—		
	Abfluß z. Ems	4.0°	Farblos, fast klar	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	12.5	15.0	0	5.4	0.2	19.9	25.5	19.5	210.0	520.0	170.0	13.6	14.6	0.9	132.0	109.9	7.4	7.2		2.7
	As	3.5°	Farblos, schwach trübe	desgl.	desgl.	desgl.	Schwache Reaktion	25.0	—	1.2	9.8	0.2	18.1	29.5	28.0	180.0	502.5	167.5	14.5	21.5	1.5	125.2	104.6	4.8	3.5		27.1
25.—26. April 1912	Abfluß z. Ems	12.0°	Etw. gelblich, fast klar	desgl.	Ganz schwach alkalisch	Deutliche Reaktion	0	0	0	3.2	0.8	13.7	17.7	20.5	172.5	585.0	157.5	19.0	26.0	0	123.2	113.6	6.9	6.5	3.7	3.0 mg FeO, wovon 1.5 mg gelöst	
	As	12.0°	Farblos, fast klar	desgl.	desgl.	0	0	0	0	0.3	0.3	6.6	7.2	12.2	72.5	451.5	165.0	13.6	4.4	0	(72.0)	(60.4)	6.5	6.0	7.7		
Mittel						—	—	—	—	3.9	0.6	15.3	19.8	18.5	180.8	539.0	165.0	15.2	16.6	0.6	126.8	120.9	6.4	5.8	9.4	—	

2. Biologische Reinigungsanlage.

a) Ungereinigtes städtisches Abwasser (Rohwasser, wie es in die Klärbecken fließt).

21. Februar 1912	11.0°	Stark grau trübe, viel Sinkstoffe	Stark faulig	Alkalisch	0	470.0	5.0	26.4	51.7	7.2	1.6	86.9	107.2	190.5	490.5	112.5	13.5	47.6	21.8	43.7	138.1	2.1	0	100
22. April 1912	12.0°	—	—	Schwach alkalisch	0	647.5	167.5	45.4	40.1	7.0	2.2	94.7	123.2	(173.3)	605.2	115.0	15.4	48.9	25.5	59.8	117.2	0.84	0	100
Mittel						558.5	86.3	35.9	45.9	7.1	1.9	90.8	115.2	(203.9)	547.9	113.8	14.5	48.3	23.7	51.8	127.7	1.5	0	100

b) Vorgeklärtes Abwasser.

21. Februar 1912	10.0°	Grau trübe, wenig Sinkstoffe	Stark faulig	Alkalisch	0	142.5	27.5	13.9	32.1	7.6	1.2	74.8	86.4	152.5	472.5	125.0	13.5	41.5	20.5	55.7	127.4	1.7	0	100
22. April 1912	10.5°	—	—	Schwach alkalisch	0	175.0	12.5	13.0	64.4	6.3	1.8	85.5	100.0	176.8	473.2	135.0	12.7	41.1	23.9	56.2	106.5	0.27	0	100
Mittel						158.8	20.0	13.5	58.3	7.0	1.5	80.2	93.2	164.7	472.9	130.0	13.1	41.3	22.2	56.0	117.0	0.99	0	100

c) Von den Filterkörpern abfließendes Wasser.

21. Februar 1912	9.0°	Fast farblos, wenig trübe	Ohne besonderen Geruch	Schwach alkalisch	Starke Reaktion	22.5	0	3.8	9.2	0.4	6.8	20.2	26.4	100.0	275.0	75.0	10.8	19.7	6.4	43.7	53.1	1011-1141	0.45	—
22. April 1912	13.5°	Opelzierend	—	—	0	15.0	0	0.7	16.3	0.2	9.9	27.1	22.4	85.0	315.0	90.0	6.3	22.4	5.6	42.1	56.8	3.12	1.20	61.6
Mittel						18.8	0	2.3	12.8	0.3	8.4	23.7	24.8	92.5	295.0	82.5	8.6	21.1	6.0	42.9	55.0	3.12	1.20	61.6

) Für das filtrierte Wasser.

3. Mechanische Kläranlage.

a) Ungeklärtes städtisches Abwasser.

Datum der Probenahme	Temperatur des Wassers	Aussehen	Geruch	Reaktion	Salpetrige Säure	Schwebstoffe			Stickstoff in Form von			Gesamt-Stickstoff	Zur Oxidation erforderlicher Sauerstoff	Gelöste Stoffe		Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Chlor	Sauerstoff		Sauerstoff-zehrung	Bemerkungen (Biologischer Befund)
						organische	unorganische	organ. Stickstoff	Ammoniak	Albuminoid	Salpetersäure			organische	anorgan. (Glühverlust)					mg	mg		
12. Februar 1912	9.25°	Stark grau trübe	Schwach sumpfig	Alkalisches	Schwache Reaktion	395.0	10.0	18.6	28.6	3.4	0.4	51.0	80.4	132.5	600.0	140.5	10.8	62.5	113.4	2.13	0	100	
15. April 1912	11.0°	Stark faulig	Schwach sumpfig	desgl.	0	297.5	213.5	16.4	25.5	5.6	1.1	48.6	68.0	180.0	594.0	146.5	11.8	51.4	106.5	2.36	0	100	
Mittel						346.3	111.8	17.5	27.1	4.5	0.8	49.8	74.4	136.5	592.0	143.5	11.3	56.7	110.0	2.25	0	100	
b) Aus der Kläranlage abfließendes Wasser.																							
12. Februar 1912	9.25°	Stark grau trübe	Schwach sumpfig	Alkalisches	Starke Reaktion	125.0	—	16.7	34.4	3.8	1.6	56.5	74.0	77.5	590.0	135.0	9.9	59.9	92.2	1.94	0	100	
15. April 1912	11.0°	Stark faulig	Schwach sumpfig	desgl.	0	177.5	182.5	20.3	31.8	5.2	1.2	58.5	64.8	152.5	592.5	120.0	11.8	51.4	63.9	1.96	0	100	
Mittel						151.3	91.3	18.5	33.1	4.5	1.4	57.5	69.4	115.0	586.3	127.5	10.9	55.7	78.1	1.95	0	100	
c) Bachwasser vor Aufnahme des geklärten Abwassers.																							
12. Februar 1912	—	Opalisierend	Kein Geruch	Schwach alkalisch	Spur	45.0	55.0	—	2.0	0	3.2	5.2	6.8	32.5	295.0	140.0	3.5	51.4	28.4	6.36	5.27	17.1	Starke Entwicklung von Sphaerotilus
15. April 1912	10.5°	Schwach trübe	desgl.	desgl.	0	—	—	—	1.5	0.5	2.2	4.2	7.6	65.0	312.5	147.5	4.5	27.1	21.3	7.38	6.78	8.1	Sphaer., Tubifex und seine Cocons, Tendipes, Limnae avata
Mittel						22.5	27.5	—	1.8	0.3	2.7	4.7	7.1	58.8	303.8	143.8	4.0	39.3	24.9	6.87	6.03	12.2	
d) Bachwasser nach Aufnahme des geklärten Abwassers, 0.1 km. unterhalb des Zuflusses.																							
12. Februar 1912	9.5°	Ziemlich trübe	Kein Geruch	Schwach alkalisch	Starke Reaktion	140.0	8.5	4.8	6.9	0	4.6	16.3	23.6	105.0	332.5	160.0	10.8	63.4	49.6	4.91	1.98	59.7	Sphaerotilus, Tubifex, Chronomus
15. April 1912	10.5°	Opalisierend	Schwach faulig	desgl.	Schwache Reaktion	144.5	—	—	4.5	1.2	2.5	7.2	16.0	90.5	351.5	150.0	8.2	36.0	63.9	6.34	1.70	73.2	Sehr viele Tubifex, Sphaer., Tendipes
Mittel						—	—	2.4	5.7	0.6	3.6	11.8	19.8	97.8	342.0	155.0	9.5	49.7	56.8	5.63	1.84	67.3	
e) Bachwasser nach Aufnahme des geklärten Abwassers, 2.5 km. unterhalb des Zuflusses.																							
12. Februar 1912	8.0°	Opalisierend	0	Schwach alkalisch	Starke Reaktion	82.0	—	—	1.5	0	1.9	3.4	15.6	45.0	390.0	166.5	10.8	66.0	42.5	—	—	—	Sphaerotilus, Tubifex
15. April 1912	10.5°	Schwach trübe	0	desgl.	Spur	—	—	—	1.9	0.7	1.0	3.6	6.1	77.5	377.5	157.5	8.2	36.8	42.6	5.21	3.72	28.5	Sphaerotilus
Mittel						—	—	—	1.7	0.35	1.5	5.5	10.9	61.3	383.8	162.0	9.5	51.2	42.6	—	—	—	
d) Bachwasser nach Aufnahme des geklärten Abwassers, 5 km. unterhalb des Zuflusses.																							
12. Februar 1912	7.0°	Opalisierend	0	Schwach alkalisch	Starke Reaktion	50.0	—	—	2.9	0	2.4	3.3	18.0	75.0	380.0	147.5	9.0	45.4	63.8	3.92	2.32	40.8	Noch viel Sphaerotilus
15. April 1912	9.0°	Kaum trübe	Schwacher Geruch	desgl.	Spur	—	—	—	2.1	0.8	1.6	4.5	6.6	100.0	360.0	151.5	8.2	34.6	32.0	6.31	5.71	9.5	Sphaerotilus, Tubifex, Oscillatorien-läute
Mittel						—	—	—	2.5	0.4	2.0	4.9	12.3	87.5	370.0	149.5	8.6	40.0	47.9	5.12	4.02	21.4	
e) Bachwasser nach Aufnahme des geklärten Abwassers, 10 km. unterhalb des Zuflusses. ¹⁾																							
15. April 1912	8.0°	Opalisierend	Schwacher Bodengeruch	Neutral	0	—	—	—	1.6	0.7	1.9	4.2	6.6	67.5	410.0	161.5	9.9	42.0	49.7	7.72	7.51	2.6	Reinwasser-Organismen

¹⁾ Zwischen Punkt d und e nimmt der Bach ein anderes kleineres und reineres Bachwasser auf, wodurch die Wassermenge um etwa ein Drittel vermehrt wird.

5. Die größere Reinigung des Rohwassers auf dem Rieselfelde gegenüber der in der biologischen Anlage geht aber besonders aus der geringeren Sauerstoffzehrung des gereinigten Abwassers bei ersterem hervor.

6. Wenngleich die biologische Reinigung sich ähnlich wie die durch Berieselung auf Land verhält und erfolgreich genannt werden kann, so besteht doch in der wirtschaftlichen Ausnutzung des dungreichen Abwassers ein großer grundsätzlicher Unterschied. Durch die biologische Reinigung werden wertvolle Düngestoffe entweder zerstört oder gehen doch verloren; auf dem Rieselfelde werden infolge Aufnahme der natürlich vorhandenen oder oxydierbaren (mineralisierten) Nährstoffe durch die Pflanzen reiche Erträge an Kulturpflanzen erzielt. Die biologischen Reinigungsanlagen werden für die Nachbarschaft durch Verbreitung von üblen Gerüchen und Fliegen lästig und schädlich, die Rieselfelder dagegen für die Umgegend zum Segen. Besonders bei dem Rieselfelde in Münster hat die Landwirtschaft, besonders die Viehwirtschaft, ringsum sich mächtig gehoben; aus einem früher vollständig versumpften und fast ertraglosen Gelände sind üppige Acker- und Wiesenflächen geworden. Wo immer es daher angeht, sollte man von der Benutzung der städtischen Abwässer zur Landberieselung tunlichst umfangreichen Gebrauch machen, zumal sich auf diese Weise auch die beste Reinigung erzielen läßt.

7. Gegenüber der Reinigung städtischer Abwässer durch Landberieselung und nach dem biologischen Verfahren tritt die durch einfache mechanische Klärung ganz zurück, wie der dritte Fall zeigt. Ich habe ihn auch nur deshalb mitaufgeführt, um eine Art Selbstreinigung eines verunreinigten Bachwassers zu zeigen. Das letztere ist schon vor Aufnahme des städtischen Abwassers aus der Kläranlage durch Abgänge aus Brauereien usw. etwas verunreinigt, erfährt dann aber durch das Abwasser der Kläranlage eine noch stärkere Verunreinigung; im allgemeinen ist die Verdünnung eine 10–12fache. Wie wir sehen, hat das Bachwasser 5 km unterhalb der Aufnahme des städtischen Abwassers noch einen mesosaprobien Charakter (im Sinne von Kolkwitz und Marsson) und nimmt erst 10 km unterhalb den oligosaprobien Charakter an, nachdem es kurz vorher um ein Drittel seiner Wassermenge durch ein reines Wasser verdünnt worden ist.

3. Menge und Beschaffenheit der Früchte.

Die Erträge auf dem Rieselfelde sind bis jetzt nur von einzelnen Früchten ermittelt. Darnach wurden im Vergleich zu anderen Rieselfeldern im Jahre 1910 für 1 ha geerntet:

	Runkelrüben		Steck- rüben	Möhren	Kartoffeln	Hafer (Körner)	Roggen (Körner)
	gelbe	rote					
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Münster i. W. 1910 . . .	90 000	140 000	36 000	36 000	18 000	2400	2600
Dortmund 1910	80 000	—	—	—	18 000	1800	2600
Magdeburg 1910	62 365	—	—	33 075	14 860	1307	1281
Berlin 1909 ¹⁾	30 867 bis	—	—	33 083 bis	9 821 bis	1150 bis	1446 bis
	59 972	—	Zuckerrüben	43 745	13 647	2085	2400
Breslau	40 000—50 000		28 000—30 000	—	15 000	2000	

¹⁾ Schwankungen an Ernten auf verschiedenen Rieselfeld-Abteilungen.

Die Erträge auf dem Rieselfelde Münsters sind hiernach gegenüber denen von anderen Rieselfeldern sehr gute. Auch die Zusammensetzung der Früchte ist normal, wie folgende Tabelle zeigt:

Bestand- teile	Wurzelgewächse						Heusorten				Stroh- arten		Körnerarte n		
	Kar- toffeln		Gelbe Rüben	Große Möhren	Runkel- rüben		Grasheu		Braun- heu ¹⁾	Kleeheu	Roggen- stroh	Hafer- stroh	Roggen	Hafer	Knö- terich ²⁾
	gelbe	rote			rote	gelbe	hell- gelb	grün							
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

In der natürlichen Substanz.

Wasser . . .	78.48	78.48	90.02	91.89	91.27	91.51	19.83	24.18	68.75	22.47	16.88	25.10	18.03	17.60	6.45
Rohprotein .	2.32	2.26	2.56	1.44	1.35	1.01	7.28	10.43	5.24	13.32	2.37	4.22	10.53	14.33	13.96
Reinprotein .	1.83	1.89	1.46	0.74	0.57	0.60	6.84	8.55	4.02	9.44	1.91	3.75	8.46	12.72	12.62
Fett	0.09	0.09	0.19	0.10	0.04	0.03	1.15	1.99	1.10	1.33	1.46	1.45	1.35	3.93	5.67
Stickstofffreie Extraktstoffe	17.25	17.32	4.32	4.89	5.69	5.87	43.16	37.24	14.03	36.35	55.52	37.99	66.32	51.94	57.51
Rohfaser . .	0.56	0.61	1.32	0.75	0.57	0.56	22.18	19.70	7.61	18.90	30.84	25.42	2.06	9.48	11.55
Asche	1.30	1.24	1.59	0.93	1.08	1.02	6.40	6.46	3.17	7.63	2.93	5.82	1.71	2.72	4.86

In der Trockensubstanz.

Rohprotein .	10.80	10.48	25.70	17.72	15.50	11.87	9.08	13.76	16.77	17.15	2.85	5.64	12.85	17.38	14.92
Reinprotein .	8.14	8.41	14.67	9.10	6.72	7.09	8.53	11.28	12.85	12.18	2.30	5.00	10.32	15.43	13.50
Fett	0.43	0.40	1.87	1.28	0.43	0.40	1.44	2.62	3.51	1.72	1.76	1.93	1.76	4.77	6.06
Stickstofffreie Extraktstoffe	80.13	80.51	43.29	60.34	65.17	69.13	53.84	49.11	45.22	46.86	54.76	50.72	80.79	63.05	61.47
Rohfaser . .	2.61	2.85	13.18	9.19	6.58	6.56	27.66	25.99	24.36	24.39	37.11	33.94	2.51	11.50	12.35
Asche	6.03	5.76	15.96	11.47	12.32	12.04	7.98	8.52	10.14	9.84	3.52	7.77	2.09	3.30	5.20

Die Früchte sind hiernach naturgemäß reich an Protein bzw. Stickstoff-Substanz, aber die Menge an nichtproteinartigen Stickstoff-Verbindungen, an Amiden, ist in den meisten Fällen nicht wesentlich höher, ja bei einigen sogar niedriger, als bei den Früchten von Ackerland.

Das kommt daher, daß das Rieselfeld von vornherein so groß angelegt ist, daß es nach vorstehender technischer Beschreibung nicht übermäßig mit Abwasser belastet wird, sondern nur normale Mengen zu verarbeiten hat (vergl. Seite 236). Bei Trockenheit im Sommer könnte das bis jetzt aptierte Gelände recht wohl noch mehr Abwasser aufnehmen.

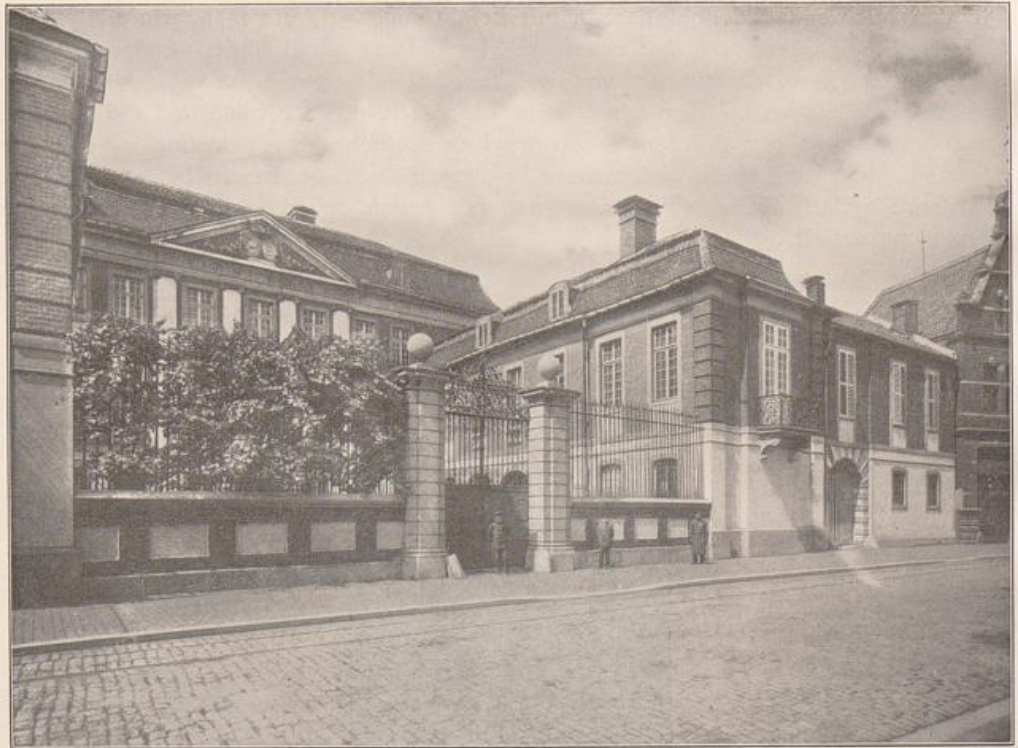
Die Runkelrüben, die ein Gewicht bis 12 kg erreichen, sind zwar etwas stockig, werden aber weithin für die Fütterung abgeholt. Besonders geschätzt ist auch das Braunheu, welches aus dem schwer zu trocknenden Gras, das nicht grün verfüttert

¹⁾ Das Braunheu enthielt 0.064 % flüchtige Säure (Essigsäure), 0.507 % Gesamtsäure (Milchsäure) und 0.079 % Ammoniak; es war wohlriechend und von guter Beschaffenheit.

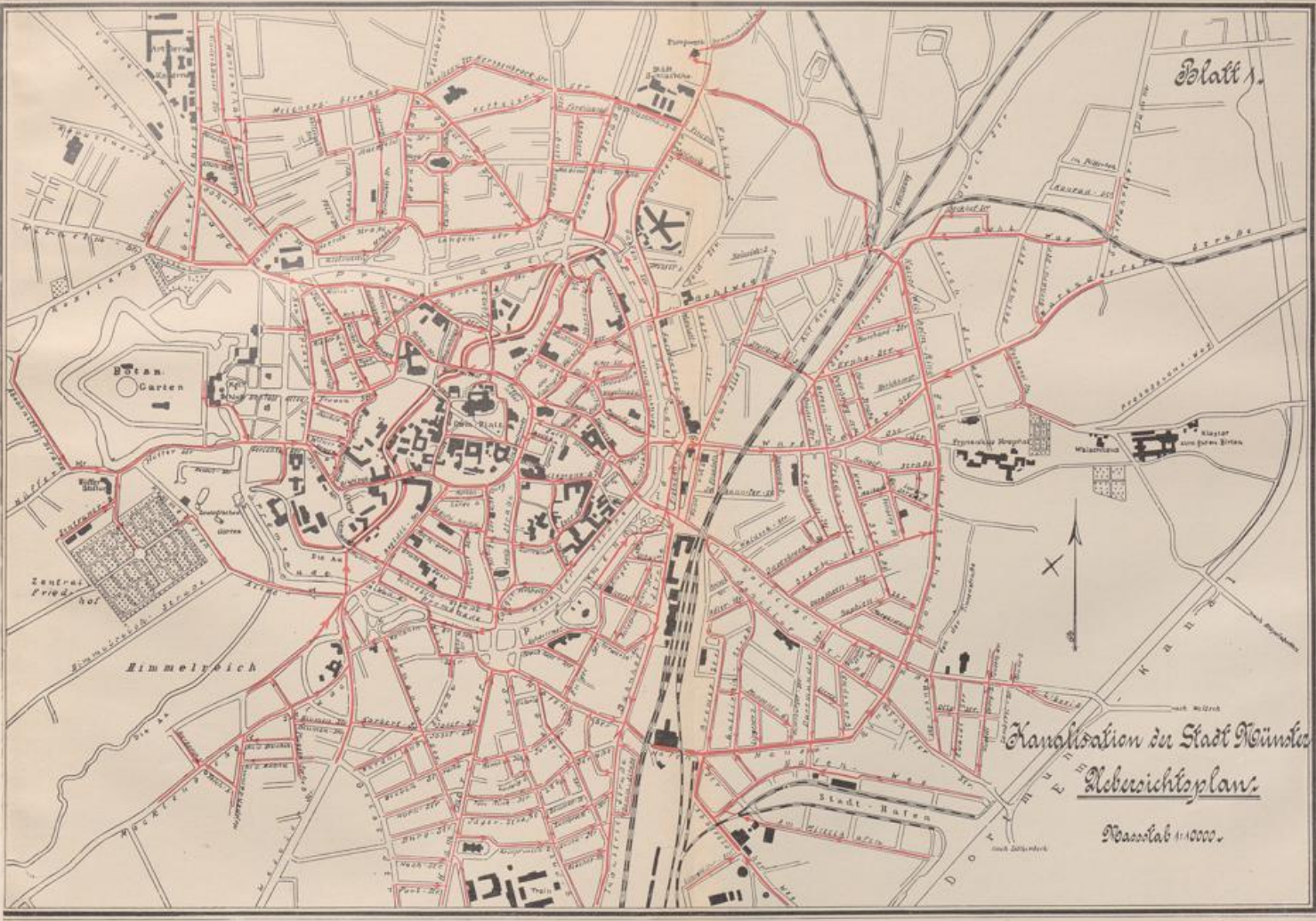
²⁾ Der Knöterich wächst als lästiges Unkraut besonders stark an den Böschungen.

werden kann, hergestellt wird. Bis jetzt sind außer vorstehenden und Gartenfrüchten auch sonstige Feldpflanzen mit Erfolg angebaut, die man, wie z. B. Klee, Spergel, Stoppelrüben u. a. auf sonstigen Riesefeldern nicht findet. Bevorzugt wird aber wie anderswo Grasanbau, von welchen Anbauflächen eine höhere Pacht als von Ackerbauflächen erhoben wird (Seite 238). Die guten Erträge und die günstige Zusammensetzung der Früchte haben wohl wesentlich dazu beigetragen, daß die Stadt von dem Rieselfelde nichts mehr in eigener Regie bewirtschaftet, sondern jetzt das ganze aptierte Gelände verpachtet hat und daraus schon jetzt eine angemessene Verzinsung erzielt.





Hof des Freiherrn von Beverförde-Werries.

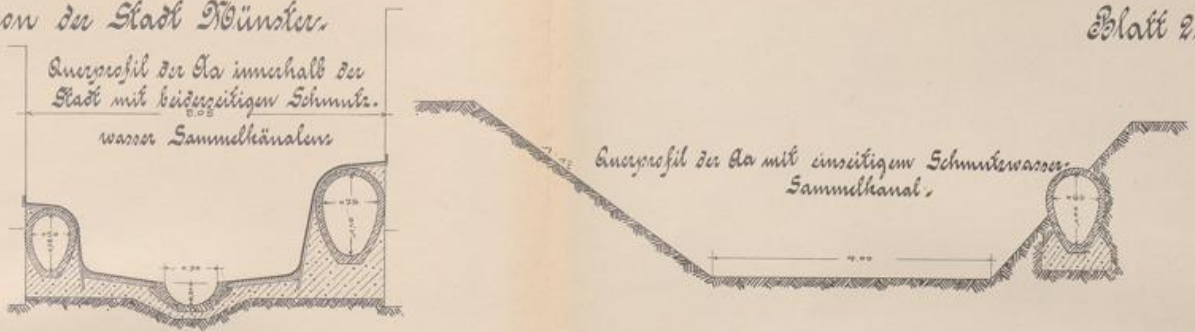


Blatt 1

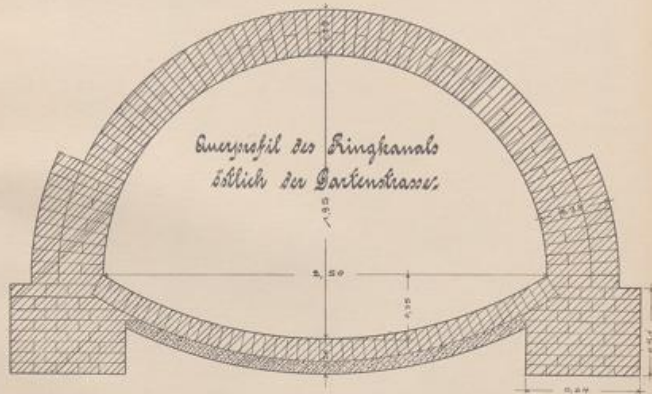
Kanalisation der Stadt Königsberg
Übersichtsplan

Maßstab 1:10000

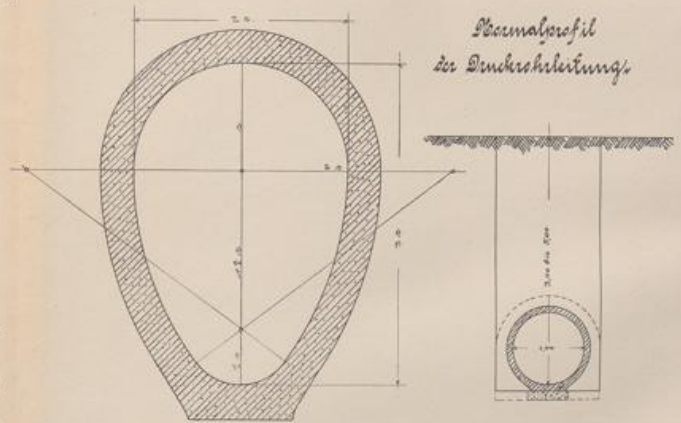
Kanalisation der Stadt Münster.



Maßstab 1:50.



Maßstab 1:20.



Normalprofil der Cementrohrkanäle.

Normalprofil der Druckrohrleitung.

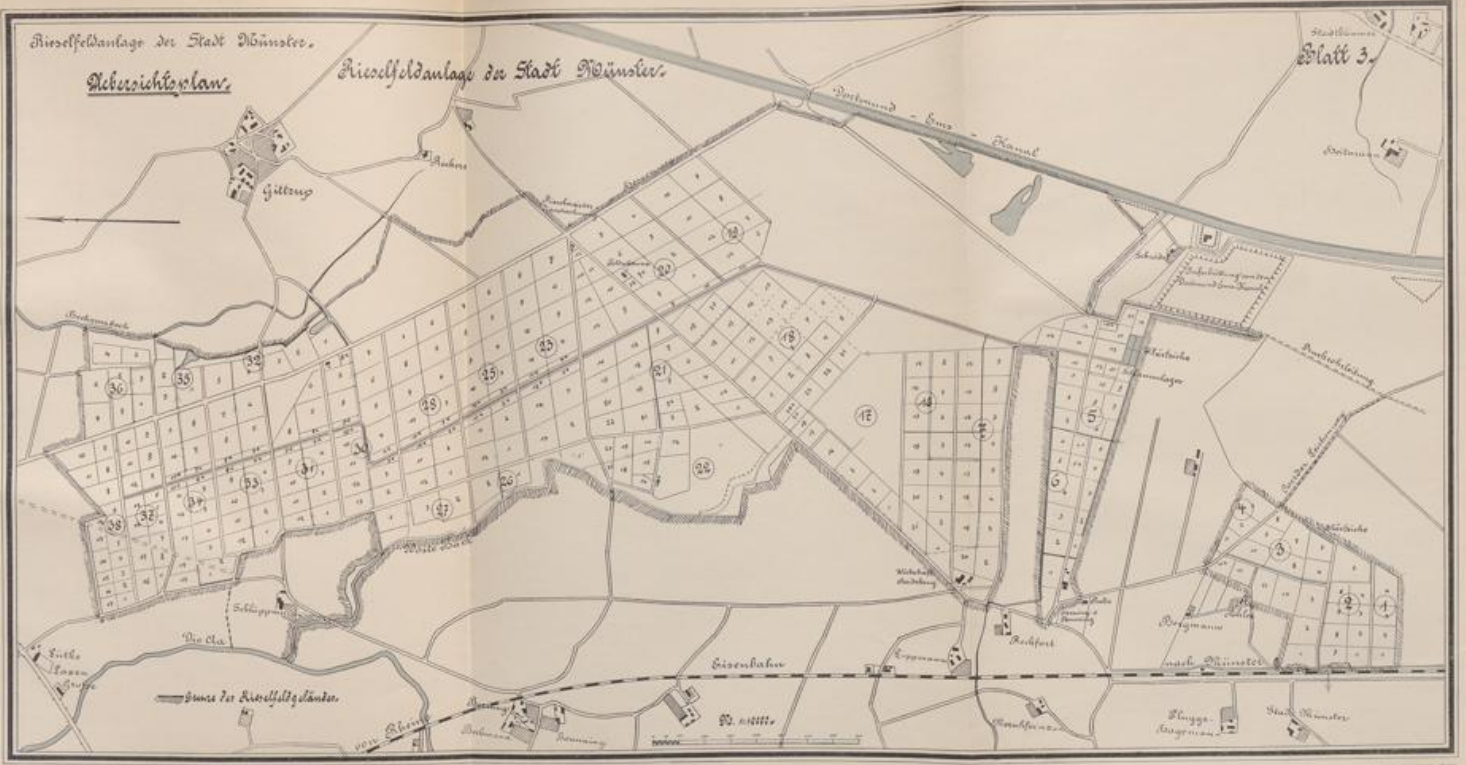
Stg. 1:50.

Ausschleifanlage der Stadt Münster.

Übersichtsplan.

Ausschleifanlage der Stadt Münster.

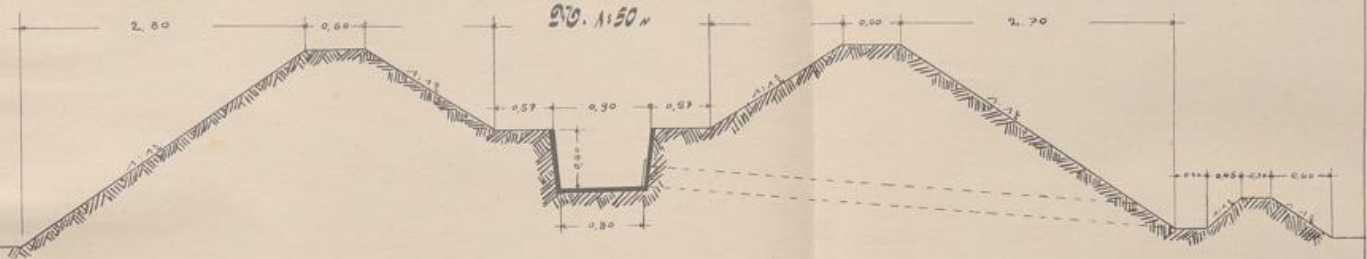
Blatt 3.



Rieselfeldanlage der Stadt Münster.

Blatt 4.

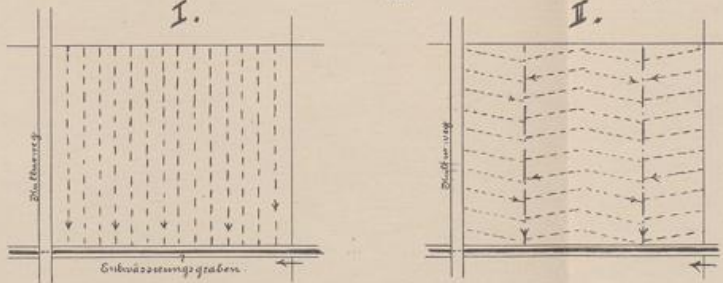
Querschnitt des Hauptleitungsgrabens mit einseitigem Beiseitigungsgraben.



Skizze über die angeführten Drainierungen.

I.

I.



Maßstab 1:250

