

Ueber die Entwässerung der Städte

Autor(en): **Vogt, Adolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1872)**

Heft 792-811

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318868>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- b) Die Beobachtung, dass alle pathologischen Farbenblinden an Atrophie des Opticus, in Folge cerebraler, ja spinaler Erkrankung, litten.
- c) Die schon von Heinrich Müller bewiesene Thatsache, dass gerade in diesen Fällen die Faser- und Zellschicht der Netzhaut und des Opticus bis ins Gehirn, aber nicht die Stäbchen und Zapfen atrophiren.
- d) Das umgekehrte Verhältniss, dass bei wirklichen Retinalerkrankungen und bei Retinochoroïditis die Farbenperception wohl herabgesetzt, aber nicht pervertirt ist.

Alle diese Gründe bringen mich nothwendigerweise zu dem Schlusse:

1. Die Farbenblindheit ist eine cerebrale Affection.
2. Die Young-Helmholtz'sche Theorie der drei percipirenden Elemente ist unhaltbar.

Dr. Adolf Vogt.

Ueber die Entwässerung der Städte.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 4. Mai 1872.)

Anlass zu dieser Untersuchung gab mir der in letzter Zeit im Berner Stadtrathe gefasste Beschluss »über die Ausdehnung des Kloakennetzes.« Seit Jahrhunderten sind die älteren Theile der Stadt Bern von einer Zahl parallel laufender Kanalstränge durchzogen, welche die menschlichen Auswurfstoffe und die Gebrauchswasser der anliegenden Häuser nebst dem grösseren Theile der atmosphärischen Niederschläge dem Flusse zuführen und von

dem in die Stadt geleiteten sogenannten Stadtbache gespült werden. Aus der Zeit ihrer Erstellung lässt sich schon erschliessen — was in der That der Fall ist —, dass ihre Bauart keineswegs den neueren Grundsätzen der Technik entspricht. Sie sind begehbar, haben eine flache Sohle, poröse, vielfach schadhafte Wandungen und sind so mangelhaft gedeckt, dass sie in manchen Lichthöfen vielbewohnter Häuser die Athemluft für die anstossenden Bewohner liefern. Von irgend einem Verschlusse, welcher den Austritt der Gase in das Innere der Wohnungen verhütete, findet sich nur in seltenen Ausnahmefällen etwas vor. Da sie allerwärts nach oben hinlänglich Oeffnung haben, so sind sie auch besser ventilirt, d. h. enthalten weniger stinkende Gase, als moderne Schwemmkanäle, verbreiten aber dafür um so ungehinderter ihre Gase nach allen Seiten. Trotz der grossen vorhandenen Spülwassermenge des Stadtbaches und der neuen Quellwasserversorgung und trotz der sehr günstigen Gefällsverhältnisse der Stadt Bern müssen doch von Zeit zu Zeit die Ablagerungen von Fremdkörpern und Schlamm in den Kanälen von Hand entfernt werden. Da nun die städtische Behörde den Fortbestand dieser sogestalteten „Ehgräben“ u. „die rationelle Ausdehnung dieses Kloakennetzes“ beschlossen hat, im Vertrauen darauf, dass uns weder Typhus, noch Ruhr, oder gar Cholera heimsuchen werden, so kann diese hygieinisch-technische Studie über städtische Kanalisation nur einen rein theoretischen Werth beanspruchen, wenn sie schon, zum besseren Verständniss, an dem Baugrund der Stadt Bern exemplificirt.

Das Loosungswort der heutigen Welfen und Gibellinen: „Kanalisation oder Abfuhr“, beginnt immer mehr seinen Sinn zu verlieren, obgleich ihn noch die Schildknappen im Munde führen. Eine Städtereinigung

ohne Kanalisation oder ohne Abfuhr ist undenkbar: die cavaliären Anhänger des mehr oder weniger „absoluten“ Schwemmsystems werden die Knochen und andere Küchenabfälle, die Asche, die Lumpen und Anderes, was sich verwerthen lässt, wohl nicht in die Ebgräben werfen, und den etwas rustiken Abfuhrmännern wird es kaum einfallen, das verbrauchte Quellwasser und die Regenfälle per Achse als Rieselwasser auf die Wiesen zu führen. Ausser den festen und flüssigen Auswurfstoffen haben wir aber auch noch gasförmige: und diese wird wohl Niemand durch fließendes Wasser oder in Tonnen aus dem Bereiche der menschlichen Athmung schaffen wollen. Es kann sich also bei der Frage über die Städtereinigung nur darum handeln, zu entscheiden, welcher Unrath durch strömende Luft, welcher durch fließendes Wasser, und welcher auf der Achse zu entfernen ist. Und bei dieser Entscheidung sollte selbstverständlich die öffentliche Gesundheitspflege, den Geldopfern gegenüber, ihr Schwert als Uebergewicht in die andere Waagschaale werfen können.

Ich beschränke mich hier auf die Streitfrage, wie soll aus den Städten der Regen abgeleitet und wie soll das Gebrauchswasser hinausgeschafft werden?

Aus achtjährigen Beobachtungen (1864—1871) ergibt sich für unser Klima eine mittlere jährliche Regenmenge, welche auf den Tag

	mm
in Genf	2,1
„ Basel	2,4
„ Bern	2,5
„ Zürich	2,8

beträgt.¹⁾ Auf diese mittlere Regenmenge, welche bei gleichförmigem Niederfallen sehr leicht durch Abzugskanäle zu bewältigen wäre, kann man aber die Kanaldimensionen nicht bestimmen, da auch stärkere Regenfälle in kürzerer Frist in denselben Platz finden müssen und das Kanalsystem sogar auf den möglichst starken Sturzregen eingerichtet sein muss, um bei solchen nicht Ueberfluthungen des Bodens und Bersten der Kanäle zu erzeugen. Fragen wir nach dem stärksten Regenfalle in einer bestimmten Zeitfrist, so verlassen uns fast alle meteorologischen Tabellen, welche meist nur Mittelwerthe für ganze Tage oder längere Zeiten angeben. Aus den Originaltabellen der Berner Sternwarte fand ich folgende stärkste Regenfälle von 1864 bis Juli 1871 verzeichnet, welche ich alle auf die Zeit von einer Stunde reducirt wiedergebe:

Bern:	Observatorium.	Regenfall per Stunde.
		^{mm}
1864:	den 16. Juli	43,76
1865:	den 20. August	40,01
1866:	den 30. Mai	42,80
1867:	den 15. August	40,28
1868:	den 21. Mai	43,90
„	„ 11. August	35,40
1869:	den 25. Juli	23,30
„	„ 10. August	19,30
1870:	den 3. August	22,00
„	„ 7. September	14,00

Im Département de l'Ardèche lieferte aber ein zweiundzwanzigstündiger Regen am 7. October 1827 per

¹⁾ Siehe die meteorologischen Tabellen von J. Fretz u. R. Billwiller in der Zeitschrift für schweizerische Statistik. 1869, Seite 193 und 1872, Seite 194.

Stunde 40^{mm} , in Genf ein dreistündiger Regen am 20. Mai 1827 per Stunde 60^{mm} ¹⁾ und nach einer mündlichen Mittheilung von Prof. Plantamour fällt daselbst oft 4 Centimeter Regen in 10 Minuten, d. h. 60^{mm} per Stunde, welches mit dem länger dauernden Regenfall im Jahre 1827 übereinstimmt. Bedenkt man nun, dass diese Angaben fast alle sich auf Fristen von mehreren Stunden erstrecken und immer noch Mittelwerthe repräsentiren, dass aber schon Ueberfluthungen von 10—30 Minuten bei einer städtischen Kanalisation nicht zulässig sind, so ist die Forderung berechtigt, dass bei Regenwasserkanälen in unserem Klima auf einen Regenfall von

60^{mm} per Stunde

gerechnet werde. Ein Theil dieser atmosphärischen Wassermenge versinkt aber in den Boden und ein gewisser Theil geht durch Verdunstung verloren, so dass wir einstweilen den Pariser Ingenieuren folgen können, welche annehmen, dass nur 33% des Regens in der gleichen Zeit in die Kanäle gelange. Unsere Regenkanäle müssten also auf die Aufnahme von:

20^{mm} Regenwasser per Stunde

berechnet werden.

Zur Berechnung der Kanaldimensionen bedient man sich der Formel Chézy-Eitelwein, nach welcher die Geschwindigkeit v des Kanalwassers per Sekunde:

$$v = K \sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{Q}{P}}$$

beträgt (K eine Grösse, welche die durch Versuche zu ermittelnde Reibung in sich schliesst; h die Höhe des Falles auf die

¹⁾ B. Studer, Lehrbuch der physikalischen Geographie. 1847. Bd. II., Seite 443.

Länge l des Rohres; Q der Querschnitt der Wassermenge und P der benetzte Kanalumfang). Setzt man nun für K den an Kloakenkanälen durch Beobachtung gefundenen Werth ein, welchen verschiedene Beobachter zwar verschieden, aber für die Praxis nicht sehr abweichend gefunden haben, und drückt den Faktor $\frac{h}{l}$ durch das Gefälle pro mille G aus, so erhält man nach den Pariser Annahmen die praktische Formel:

$$v = \sqrt{10G \frac{Q}{P}} \dots \dots \dots (a)$$

drückt man Q und P durch ihre geometrischen Maasse aus, so wird der Bruch

$$\frac{Q}{P} = \frac{r}{2} - 90 \frac{r}{\pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha^3},$$

in welchem α der zum Bogen P gehörige Centriwinkel ist. Da für $\alpha = 180^\circ$ und 360° der Sinus = 0 und also

$\frac{Q}{P} = \frac{r}{2}$ wird, während für alle übrigen Fälle dieser

Werth kleiner erscheint, so ist die Geschwindigkeit in einem Röhrenkanale am grössten bei halber oder ganzer Füllung, und zwar in beiden Fällen gleich gross. Da das Lumen der Kanäle, welche Regenwasser aufnehmen, auf ganze Füllung bei einem maximalen Wassergehalt berechnet werden muss, während blosser Abwasserkanäle wegen der Schwankung der Wassermenge um einen Mittelwerth, auf halbe Füllung zu berechnen sind, so hat man für die Wassermenge in dem ersteren M in einer bestimmten Zeit die Summe von dem Durchschnittsquantum des zugeleiteten Quellwassers und dem Maximalquantum Regenwasser, welches in der gleichen Frist in die Kanäle gelangt, zu setzen; während man für die letzteren die Wassermenge m auf

das Doppelte von dem Durchschnittsquantum bestimmt, welches die Quellwasserzuleitung liefert. Die obige Formel ist nun für Geschwindigkeiten v per Secunde gebildet: da ich aber oben die Regenmengen per Stunde aufgeführt habe, so muss die stündliche Geschwindigkeit $V = 60 \times 60 \times v = 3600 v$ gesetzt werden, und wir bekommen dann aus der Gleichung (a), wenn man die Durchmesser der Kanäle für Regen und Abwasser mit D , und mit d diejenigen der reinen Abwasserkanäle bezeichnet, unter der Voraussetzung, dass $\frac{Q}{P} = \frac{r}{2} = \frac{D}{4}$:

$$v = \sqrt{2,5 G D} \text{ per Sekunde und . . (b)}$$

$$V = 5692 \sqrt{G D} \text{ per Stunde (c)}$$

Da nun $M = V Q$ und $m = V q$ ist und die kreisförmigen Querschnitte Q und q gleich $\frac{\pi D^2}{4}$ und $\frac{\pi d^2}{4}$ sind, so hat man:

$$V = \frac{4 M}{\pi D^2} = \frac{4 m}{\pi d^2} \text{ (d)}$$

Aus Gleichung (c) und (d) wird daher:

$$D^5 = \frac{M^2}{(1423)^2 \cdot \pi^2 \cdot G} \text{ und } d^5 = \frac{m^2}{(1423)^2 \cdot \pi^2 \cdot G}$$

und, wenn man die bekannten Grössen ausrechnet und mit dem Factor f bezeichnet:

$$D = f \sqrt[10]{\frac{M^4}{G^2}} \text{ und } d = f \sqrt[10]{\frac{m^4}{G^2}} \text{ . . . (e)}$$

worin $\log. f = 0,5398551 - 2$ ist.

Um nun die Verhältnisse, welche uns die Gleichungen geben, auch jedem Laien ganz anschaulich zu machen, wählte ich in meinem Vortrage in der bernischen naturforschenden Gesellschaft ein bestimmtes Areal der Stadt Bern, Spitalgasse und Marktgasse, welches ca. $9\frac{1}{3}$ Juchart

umfasst. Ich ziehe es vor, mich hier allgemeiner zu halten, und nehme daher an, es sei ein städtisches Areal von 15 Hektaren (= 42 Jucharten) gegeben, und man hätte zu entscheiden, ob es rationeller sei, dessen Entwässerung durch einen Sammelkanal für Regen- und Abwasser vorzunehmen, oder nur einen Kanal für das Abwasser zu bauen und das Regenwasser oberirdisch abzuleiten. Für dieses Areal von 15 Hektaren wähle ich aber im Uebrigen die Verhältnisse der Stadt Bern, so dass die gezogenen Schlüsse auf diese können angewendet werden.

Das Regenwasser, welches auf diesem Terrain die Kanäle aufzunehmen befähigt sein sollten, würde daher:

$150000^{\text{m}^2} \times 0,^{\text{m}} 02 = 3000$ Kubikmeter per Stunde betragen. Den $15 \times 135 = 2025$ Bewohnern der 15 Hektaren würden per Kopf im Tag 180 Liter Quellwasser, also im Ganzen circa:

15,2 Kubikmeter per Stunde

zugeführt. Und endlich werden jene 2025 Bewohner nach Bürkli¹⁾ $2025 \times 2,19 \approx$ feste und flüssige Excremente per Tag absetzen, was:

0,09239 Kubikmeter per Stunde

ausmacht.

Schon diese Angaben zeigen sehr auffallende Verhältnisse. Das Quantum der menschlichen Auswurfstoffe verschwindet gegenüber den Mengen, welche durch Regen- und Abwasser geliefert werden. Für die Kanaldimensionen ist es also ganz gleichgültig, ob die Excremente in die Kanäle gelangen oder nicht. Ferner ergibt sich daraus, dass in unserem Klima Regen-

¹⁾ Bürkli. Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle. Zürich 1866. Seite 244.

und Abwasserkanäle 200 mal so viel Wasser müssen ableiten können, als einfache Abwasserkanäle.

Will man nun aus diesen Angaben die Durchmesser D und d der Kanäle für verschiedene Gefälle aus den Formeln (e) berechnen, so hätte man also nach dem oben Gesagten:

$$M = 3000 + 15,2 = 3015,2 \text{ Kubikmeter, und}$$

$$m = 2 \times 15,2 = 30,4 \quad ,$$

zu setzen. Will man sich gleichzeitig Rechenschaft über die dabei eintretenden Geschwindigkeiten geben, um darnach bestimmen zu können, ob und welche Ablagerungen möglicherweise in den Kanälen auftreten, so geschieht dies am besten nach der Formel (b) aus später anzugebenden Gründen. Es lässt sich nämlich daraus folgende Tabelle berechnen: (Siehe Seite 32.)

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dass die Kanaldurchmesser für Regen- und Abwasser $6,3$ mal grösser als diejenigen der Abwasserkanäle müssen gegriffen werden. Was die Geschwindigkeiten anbelangt, so ergeben sie sich zwar für die grossen Kanäle viel grösser, als für die engen; allein diese Geschwindigkeiten werden nur bei ganzer Füllung durch höchst seltene stärkste Regenfälle vorkommen. Im Gewöhnlichen werden dieselben nur das Abwasser führen und alsdann nur die Geschwindigkeit der kleinen Kanäle aufzuweisen haben, und auch diese nur dann, wenn sie einen eiförmigen Querschnitt haben, in welchem der grellere gekrümmte Sohlentheil den Radius der engern Kanäle für das Abwasser hat. Es wird also bei den grossen Kanälen an Geschwindigkeit nichts gewonnen.

Versuche von Prof. Robison, welche der Erbauer der neuen Londoner Schwemmkanäle, Bazalgette, an-

Gefälle pro mille:	M = 3015,2 Kubikmeter per Stunde		m = 30,4 Kubikmeter per Stunde	
	Kanaldurchmesser für Regen- und Abwasser	Geschwindigkeit per Sekunde	Kanaldurchmesser für Abwasser	Geschwindigkeit per Sekunde
G = 1/20/00	D = 0,9813 = 3',27	V = 1,108 = 3',69	d = 0,1560 = 5",20	V = 0,442 = 1',47
3/4	0,9048	1,303	0,1489	0,519
1—	0,8542	1,481	0,1358	0,583
1 1/4	0,8170	1,598	0,1299	0,637
1 1/2	0,7877	1,692	0,1253	0,688
1 3/4	0,7638	1,804	0,1215	0,729
2—	0,7437	1,985	0,1183	0,769
2 1/4	0,7264	2,21	0,1155	0,806
2 1/2	0,7112	2,37	0,1131	0,841
2 3/4	0,6978	2,53	0,1110	0,874
3—	0,6857	2,79	0,1090	0,904
3 1/2	0,6649	2,42	0,1057	0,962
4—	0,6474	2,16	0,1029	1,014
4 1/2	0,6323	2,11	0,1005	1,063
5	0,6191	2,08	0,0985	1,110

führt ¹⁾, haben nun ergeben, dass bei einer Geschwindigkeit v per Sekunde:

$v = \frac{1}{4}$ Fuss	: feiner Töpferthon weggeschwemmt wird
$\frac{1}{2}'$: feiner Sand „ „
$\frac{2}{3}'$: Sand von Leinsamengrösse „ „
$1'$: feiner Kies „ „
$2'$: zollgrosse abgerundete Kiesel, und bei
$3'$: Bruchsteine von Eigrösse fortgerissen werden.

Auch nach John Phillips soll bei $2\frac{1}{2}'$ Geschwindigkeit keinerlei Ablagerung in Kloakensträngen erfolgen, und Bazalgette selbst nahm für seine Kanäle eine mittlere Geschwindigkeit von $4\frac{1}{2}$ engl. Meile per Stunde oder circa $2\frac{1}{5}'$ per Sekunde an. Nehmen wir nun mit Phillips gerade $v = 2\frac{1}{2}'$, so bedürfen wir für das von uns gewählte Terrain nach obiger Tabelle:

für die weiten Kanäle einen Durchmesser von 25“
engen „ „ „ „ 4“

bei einem Gefälle von 2 pro mille, während sich in der Stadt Bern in ihrer mehr horizontalen oberen Partie, z. B. vom Bahnhof bis zum Zeitglockenthurm, ein Gefälle von circa 4 pro mille vorfindet.

Auch dieser Unterschied in den Kanaldimensionen beider Systeme springt wohl deutlich genug in die Augen. Doch will ich das gewählte Beispiel schliesslich noch bis auf den Kostenpunkt weiter fortführen. Zu wenig Techniker, um die hiesigen Preise zu kennen, halte ich mich an das ausgezeichnete Werk von W. A. Becker (praktische Anleitung zur Anwendung der Cemente. Berlin 1868). Die in demselben gemachten Preisangaben haben zwar

¹⁾ Bazalgette. On the Main Drainage of London etc. London 1865.

für uns keinen absoluten Werth, bieten aber doch einen hinlänglich sichern Anhaltspunkt für die Vergleichung beider Systeme unter einander, je nach dem zu verwendenden Materiale. Es kostet nämlich nach Becker (— in Berlin, aber in unsere Maasse und Münzen umgewandelt —) der Lauschuh einer Röhre von 4" Lumen:

- | | |
|--|----------|
| 1. in Gusseisen (auf 6 Atmosph. geprüft) | Fr. 4,71 |
| 2. in gebranntem Thon, innen glasirt (auf 4 Atm. geprüft) | " 4,01 |
| 3. in Cement gegossen (1½" Wandstärke) | " 4,72 |
| 4. an Ort und Stelle gegossen aus 1 Theil Cement mit 1 Theil Sand, von 2" Wandstärke, sammt dem Ausheben des Erdreichs | " 4,03 |
| 5. ein gleiches Fabrikat aus 1 Theil Cement mit 2 Theil Sand | " 0,74 |

Während ein Cementkanal aus 1 Theil Cement mit 3 Theil Sand, von 3" Wandstärke und einem Lumen von 25", fünf Fuss tief gelegt, per Lauschuh auf Fr. 8,35

kommt. Nimmt man eine Kanallänge von 1500^m = 5000' (die ungefähre Länge der Stadt Bern), so würde
 der weite Kanal auf circa 42,000 Fr.
 der enge Kanal auf circa 3700 "

zu stehen kommen, d. h. man könnte für einen einzigen weiten Kanal mehr als zehn enge erstellen. In dieser Berechnung sind noch nicht einmal die nothwendigen Zuthaten der Schwemmkanäle mit eingerechnet, welche, wie ich bei einem praktischen Beispiele in der Schweiz erfahren habe, mehr als der Kanal selber kosten. Hierhin gehören die Dunstrohre, die Wasserverschlüsse an den Regeneinlässen, die

Schlamm-sammler zum Abhalten des gröbereren Strassen-detritus, die Mannlöcher für die Kloakenfeger u. s. w.; ebenso gehört hieher der Umstand, dass die Sammelkanäle begehbar gemacht, d. h. ihre Dimensionen noch weit grösser, als die Rechnung gibt, gegriffen werden müssen, was Alles bei den engen Kanälen wegfällt. Wenn daher unser städtisches Bauamt einen Abzugskanal für eine einzelne kleine Strasse (Aarbergergasse) auf 34 Fr. per Lauschuh, also auf das Vierfache des oben für ein mindestens zehnmal so grosses Terrain berechneten weiten Kanals angibt, so mag das für die Maurer ganz angenehm, für die Steuerzahler und Hausbesitzer aber etwas weniger erfreulich sein. Wird nun wohl die Anlage sorgfältigst in Cement erstellter oberirdischer Rinnsale für die atmosphärischen Niederschläge sammt einem engen Abzugskanäle für das Abwasser nur entfernt so viel kosten, als die Anlage englischer Schwemmkanäle, welche auch das Regenwasser mitaufnehmen müssen? Und giebt es wohl eine Stadt, welche weniger als Bern für das „absolute“ Schwemmsystem, für welches sich unsere städtische Behörde ausgesprochen hat, geeignet wäre?

Indem ich hier ganz von der sanitarisch wichtigsten Streitfrage über den Einlass der menschlichen Auswurfstoffe absehe, und einfach annehme, dass sie in die Kanäle gelangen, so will ich schliesslich nur noch einen kleinen sanitarischen Vergleich zwischen den beiden besprochenen Kanalisationssystemen ziehen.

Was unsere landläufigen Techniker als sicher annehmen, dass gute Cementbauten wasserdicht seien, ist ein falsches Vorurtheil. Nach Becker's Versuchen (l. c. S. 19) wird eine $\frac{3}{8}$ Zoll dicke Wandung, welche aus 1 Theil bestem Portlandcement mit 4 Theil Sand her-

gestellt ist, von Wasser unter einem minimen Drucke schon nach einigen Wochen durchdrungen; besteht die Wandung, wie die besseren Cementbauten, aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand, so geschieht dies schon nach 3 Stunden! Die Cementkanäle sind also nicht so wasserdicht, dass ihr Inhalt nicht in das umgebende Erdreich auch ohne Druck langsam durchfiltrirte. Schwemmkanäle enthalten aber immer Kloaken g a s e, welche sich aus den an den Wandungen haftenden und in dieselben imbibirten Kanalwassern entwickeln, wenn sie auch nur ganz frische Excremente führen. Der Ammoniak dieser Gase zerstört aber langsam den Cement, indem er die Kalkverbindungen desselben umwandelt. Mit der Zeit wird daher auch das Filtrirvermögen der Kanalwandungen sich noch vergrößern, wenn die Kanäle Kloakenwasser statt reines Wasser führen und die Poren ihrer Wandungen nicht allmählig durch Verschlammung geschlossen werden. Und endlich ist noch zu bedenken, dass solche Wandungen noch viel leichter als Wasser und Kloakenwasser, G a s e durchlassen, welchen nicht nur in dem grossen Hohlraum der Schwemmkanäle ein Reservoir geboten wird, sondern welche auch sanitärisch als die g e s u n d h e i t s g e f ä h r l i c h s t e n Stoffe angesehen werden müssen, die sich aus Excrementen entwickeln.
