

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 8/9 (1878)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Ueber die grösste voraussichtliche Abflussmenge bei städtischen Abzugscanälen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-6799>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT. — Ueber die grösste Abflussmenge bei städtischen Abzugsanläen, von Stadtingenieur Bürkli-Ziegler. Mit 4 Clichés. — Emploi du Zinc comme désincrustant. Extrait des Annales des Mines. — Baupolizeiliches. — Krankenhaus Liestal, ausgeführt von P. Reber und H. Preiswerk, Architekten in Basel. — Kleine Mittheilungen: Production und Consumption von Eisenbahnschienen auf der Erde. Steinkohlenproduction in Deutschland. — Hygienischer Congress während der Pariser Weltausstellung. — Literatur: Schweizerisches Ortslexicon. — Chronik. — Verschiedene Preise des Metallmarktes loco London. — Stellenvermittlung der Gesellschaft ehemaliger Studirender des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich.

Ueber die grösste voraussichtliche Abflussmenge bei städtischen Abzugsanläen,

mit besonderer Berücksichtigung der Ueberschwemmung in Budapest vom 26. Juni 1875 und der Verhältnisse des Wolfbaches in Zürich.

(Aus der Jubiläumsschrift der technischen Gesellschaft in Zürich.)

(Fortsetzung.)

Budapest.

Wolkenbruch vom 26. Juni 1875.

Ein Bericht im Pester „Lloyd“ vom gleichen Abend schildert den Verlauf des Gewitters selbst wie folgt:

„Ein Ungewitter, so vehement, wie es die Meteorologen selten zu verzeichnen haben, ist heute Abends auch über Budapest losgebrochen, nachdem sich die Hiobsposten von Orkanen, Wolkenbrüchen und Hagelschlägen aus allen Theilen des Landes schon seit Wochen auf dem Fusse gefolgt waren.

„Nach einem ungewöhnlich heissen Tage war schon in den spätern Nachmittagsstunden Gewitterschwüle bei stark umwölktem Himmel und fast gänzlicher langer Windstille eingetreten. Gegen 7 Uhr begann ein unbedeutender Platzregen, nach einigen Minuten trat wieder eine kurze Pause ein, dann strömte der Regen wolkenbruchartig nieder. Und plötzlich erhob sich ein Orkan gewaltig verheerend. Er war nur der Vorbote von Schrecklicherem. Denn wieder trat eine Ruhepause ein, und plötzlich krachte und prasselte es, als wäre ein allgemeiner Angriff mit Steinen auf sämtliche Fenster der Stadt organisirt. Grosse Hagelkörner mit Regen vermischt fielen nieder; das währte ungefähr 5 Minuten. Schon begann man froh erleichtert aufzuathmen, da war's mit einmal als marschirten zwei grosse Armeen auf und nähmen gegen einander Stellung, und von beiden Seiten begänne das heftigste Pelotonfeuer. Hagelstücke in der Grösse von Nüssen waren die Geschosse, und wohin sie trafen, dort blieb nichts unversehrt. Wie eine fremdartige Erscheinung staunte man zuerst über das fürchterliche Phänomen. Die Verwunderung wich aber einem Gefühle der Beängstigung, als die Eisklumpen lange, lange Minuten niederdonnerten. Es schien manchmal, als könnten selbst massiv gebaute Häuser dem gewaltigen Sturm nicht widerstehen, und als müssten jeden Augenblick ganze Strassen zusammenstürzen. Wieder hörte der Hagelschlag auf, und wieder, zum letzten Mal — nach einigen Minuten, brausten die Klumpen hernieder. Der Regen, der fortwährend gefallen war, währte noch eine ziemliche Weile, dann erhellte sich der Himmel ein wenig und es war möglich, auf die Strassen zu sehen. Der Anblick, den diese zum Theil boten, war schrecklich. In manchen sah es aus, als hätte soeben ein feindliches Heer in ihnen gewüthet. Keine Fensterscheiben ganz, von zahlreichen Häusern die Schornsteine hinabgeschleudert, zertrümmerte Firmatafeln, starke Bäume mit prächtiger Krone in der Mitte abgebrochen; ein entsetzliches Bild! In den Strassen stand das Wasser nahezu fusshoch in gleichem Niveau mit dem Trottoir, da es keinen Abfluss in die ganz gefüllten Canäle finden konnte.

„Doch die Verheerungen, die das grausige Unwetter auf der Pester Seite der Hauptstadt anrichtete, sind geringfügig im

Vergleiche zu denen, die wir leider in Ofen bemerkten. Hier war es namentlich der Stadttheil Neustift flussaufwärts von Alt-Ofen, und die Christinen- und Raitzenstadt flussabwärts, welche von der Ueberschwemmung verheert wurden, und zwar letztere beide durch einen vom Gebirge kommenden Bach, den sogenannten „Teufelsgraben“.

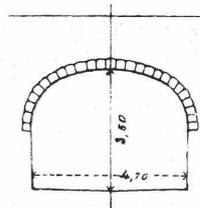
Die Ueberschwemmung durch diesen Bach ist es, welche besonders lehrreich ist und auf welche daher weiter eingetreten werden soll.

Terrain-Beschreibung.

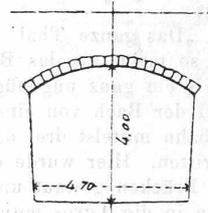
Am rechten Donauufer liegt die Stadt oder Festung Ofen auf einem steilen Hügel, der von den hinterliegenden Anhöhen durch ein unmittelbar unterhalb, noch im Innern der Stadt in die Donau mündendes Seitenthal, den sogenannten Teufelsgraben getrennt ist, so dass die Burg Ofen eine isolirte Kuppe bildet. Dieses Thal zieht sich von der Ausmündung unterhalb der Burg

Teufelsgraben in Ofen.

Brücke oberhalb Horvatgarten



Johannisbrücke

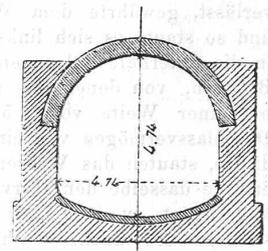
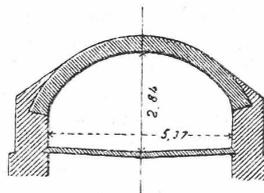


1 : 200

Altes Canalprofil

Neues Canalprofil

bei der Einmündung in die Donau



$$v = 1,6 \sqrt{\frac{Q}{P} \cdot G}$$

Quer-schnitt	Benetzter Umfang	Gefälle ‰	Geschwin-digkeit v	Abfluss-menge
Q	P	G	v	
m <sup>2</sup>	m		m/s	m <sup>3</sup>
Brücke oberhalb Horvatgarten	14,9	13	5,79	86,3
Johannisbrücke	18,4	26,25	6,11	112,4
Altes Canalprofil	12,48	14,20	3,36	42,0
Neues Canalprofil	18,84	15,46	6,15	115,95

Ofen nach Nordwesten und hat ein Sammelgebiet von circa 8000 Hectaren, das jedoch nur zum Theil Schauplatz des Wolkenbruches war, da sich letzterer nur auf circa 8 Kilometer von der Mündung aufwärts erstreckt, von dem ganzen Gebiet circa 2700 Hectaren umfasste und weiter oben in einen stärkern, dann gemässigten Platzregen übergang.

Der Teufelsgraben trifft auf circa 1600 m von der Ausmündung aufwärts in dicht bebaute Stadtquartiere, während oberhalb Gartenanlagen beginnen, um schliesslich in's freie Feld zu verlaufen. Die Situation im Ganzen bietet viel Aehnlichkeit mit dem Zuge des Wolfbaches durch die Stadt Zürich, wobei allerdings das Wolfbachgebiet viel kleiner ist. Das Gefäll des Teufelsgraben durch die Stadt beträgt durchschnittlich 13 ‰, oberhalb bis zur Grenze des Gewitterregens 10 ‰. Quer durch die Stadt war der Bach theilweise schon seit alten Zeiten überwölbt, theilweise floss er durch ein neu erstelltes Gewölbe, theilweise noch in offenem Bette, da wo das neue Gewölbe noch nicht

vollendet war; auf dem neuen Gewölbe wird eine Strasse hergestellt.

In dem untersten Theile, von der Donau aufwärts bis in die Gegend des Raitzenbades, auf eine Länge von etwa 250<sup>m</sup> ist der Teufelsgraben bei einem Gefälle von 5,2<sup>0/00</sup> seit älterer Zeit überwölbt, und zwar in einer lichten Weite von 5,4<sup>m</sup> bei 2,8<sup>m</sup> lichter Höhe, was bei vollständig gefülltem Profile einer Abflussmenge von circa 40 Kubikmetern pro Secunde entspricht.

An diese Strecke schliesst sich aufwärts ein Stück offenes, noch nicht umgebauten Grabens in 170<sup>m</sup> Länge bis zur Kreuzgasse an, worauf circa 620<sup>m</sup> neu erstelltes, und in Benutzung befindliches Gewölbe folgen. Es hat dasselbe eine lichte Weite und Höhe von 4,7<sup>m</sup> und bei einem Gefälle von circa 13<sup>0/00</sup> ein berechnetes Abflussvermögen von circa 116 Kubikmetern pro Secunde. Am untern Ende des Horvat-Gartens respective bei der dortigen Johannisbrücke schloss sich dieses neue Gewölbe an den alten Graben an. Von hier aufwärts bis an's untere Ende der Generalwiese, auf 530<sup>m</sup> Länge, war das Gewölbe nach gleichem Profil ebenfalls in Arbeit begriffen, aber noch nicht in Benutzung.

Der Verlauf der Ueberschwemmung im Thale des Teufelsgrabens wird von Herrn Professor Kherndl geschildert wie folgt:

„Das ganze Thal des Teufelsgrabens war überschwemmt, um so mehr, als das Bachbett ausserhalb der Stadt grösstentheils ein ganz ungenügendes Profil hat. In der Nähe der Stadt wird der Bach von einer Strasse, der Pferdebahn und der Zahnradbahn mittelst drei neben einander liegender Brücken überschritten. Hier wurde das Wasser wegen ungenügendem Profile der Brücken gestaut und floss über den Bahnhof der Zahnradbahn in die *Varos major* benannten Anlagen, und von hier auf die sogenannte Generalwiese. Hier wurde dasselbe einige Zeit zusammengehalten, indem die Wiese gegen die Stadt zu auf allen drei Seiten durch aufgedämmte Strassen abgeschlossen ist. Allein die Brücke, unter welcher der Bach das Gebiet der Wiese verlässt, gewährte dem Wasser nicht genügenden Durchfluss, und so staute es sich links neben der Brücke über die Strasse in die unterhalb gelegenen Gärten. Auch die nächsten beiden Brücken, von denen die untere oberhalb des Horvat-Gartens bei einer Weite von 4,5<sup>m</sup> und einer Höhe von 3,5<sup>m</sup>, ein Durchlassvermögen von circa 90 Kubikmetern pro Secunde haben dürfte, stauten das Wasser jedesmal wieder aus dem Bette; so erfüllte dasselbe den Horvat-Garten, ohne bisher viel Schaden angerichtet zu haben, indem bis dahin die beiden Parallelstrassen des Baches hochliegen, so dass das Wasser nur den noch wenig bebauten Raum zwischen den beiden Strassen überschwemmte.“

Der Horvat-Garten ist durch starke Mauern umgeben; an seinem obern Ende liegen die beiden Parallelstrassen noch immer hoch. Die Brücke am Ausgang des Gartens, die sogenannte Johannisbrücke hatte zwar bei 4,7<sup>m</sup> Weite und 4<sup>m</sup> Höhe an sich ein nahezu genügendes Durchflussprofil mit circa 110 Kubikmeter Durchlassvermögen, deren Oeffnung war jedoch theilweise durch Balken und Aeste verstopft und es floss überdies das Wasser nicht im Bachbett mit der dessen Gefälle entsprechenden Geschwindigkeit der Brücke zu, sondern wurde schon durch die obern Brücken über das Bett hinaus gestaut, floss so über viele Hindernisse in grösserer Breite und ganz unregelmässig, also mit verminderter Geschwindigkeit gegen die Brücke. So fand das Wasser hier wieder nicht genügenden Abfluss und staute sich im Garten auf circa 1,8<sup>m</sup> Höhe an, ohne noch die eigentliche Stadt überschwemmt zu haben.

Da stürzte aber die Mauer an der untern linken Seite des Gartens um, so dass das Wasser sich plötzlich seinen Weg gegen die Attilagasse bahnte, geleitet durch den nach rechts gegen die Johannisbrücke ansteigenden Platz, um nun mit entsetzlicher Gewalt die tiefliegenden Häuser rechts der Attilagasse zu überschwemmen.

Die Attilagasse liegt am obern Ende tiefer als die auf dem eingewölbt Teufelsgraben hergestellte Strasse, fällt gegen die Mitte hin, um gegen das untere Ende wieder zu steigen, während dagegen die neue Teufelsgrabenstrasse stetig fällt. Das Wasser stürzte daher aus der Attilagasse durch Fenster, Thüren und Thore in die Zimmer und Höfe der tief-

liegenden Häuser auf der rechten Seite der Strasse, theilweise quer durch alle Zimmer mehrerer hinter einander liegender Wohnungen, auf seinem Wege Mauern umstürzend, und Habe und Eigenthum vernichtend. Dann fand es seinen Weg theils durch Hauscanäle in den neuen Canal des Teufelsgrabens, theils weiter unterhalb durch Fenster, geschlossene und unterwaschene Hausthüren wieder in die hier tiefer liegende Teufelsgraben-gasse hinüber.

Dort strömte es theils durch Einsteigschächte und Regen-einläufe ebenfalls in das unter der Strasse befindliche Gewölbe grossen Profils, theils verfolgte es zu einem kleinern Theil seinen Weg längs der Gasse bis in die Kreuzgasse, um in das offene an jener Stelle beginnende Stück Teufelsgraben hinunter zu stürzen. Der längs der neuen Strasse fließende Theil war aber jedenfalls gering, wofür der Umstand spricht, dass die Häuser auf der rechten Seite dieser neuen Gasse, deren Höfe doch theilweise bedeutend tiefer liegen als die der linksseitigen Häuser, nur etwa 0,3 bis 0,5<sup>m</sup> tief überschwemmt waren. Dort stürzte das Wasser, wie bemerkt, in den noch nicht umgebauten Teufelsgraben und durch diesen theils in den die Fortsetzung bildenden alten überwölbt Canal, theilweise, da dessen Profil ungenügend war, durch alle Strassen und Häuser hinab in die Donau.

In diesen letzten beiden Abschnitten des Bachlaufes wurden mehrere Häuser beschädigt oder eingestürzt. Am offenen noch nicht umgebauten Theile, der eine scharfe Curve beschreibt, stürzten in Folge Angriffs des Ufers etwa drei Häuser ein, im untersten alten, überwölbt Theile zwei, unter denen der Teufelsgraben durchfloss; das obere, weil das Wasser durch seinen Druck auf das Gewölbe dieses zerstörte, das untere in Folge Unterwaschung des Widerlagers des Gewölbes.

Auch die Häuser zwischen dem Ofener Bahnhof und dem Teufelsgraben wurden ähnlich hergenommen durch einen Bergbach, für den quer unter dem Bahnhof hindurch ein kleiner langer Durchlass gebaut ist, der sich aber in den Bahnhof ergoss, diesen ganz überschwemmte, einen ziemlich breiten, quer über den ganzen Bahnhof sich hinziehenden Streifen oft fuss-hoch mit Steinen überschüttete, dann in der Richtung gegen den Teufelsgraben in die circa 2 1/2<sup>m</sup> tiefer liegende Strasse, aus der Strasse in die wieder etwa 2 1/2<sup>m</sup> tiefer liegenden Gärten und quer durch diese und die unterhalb befindliche Häuserreihe endlich in den Teufelsgraben abfloss.

Flussaufwärts, oberhalb der Stadt Ofen, in der Neustift und in Alt-Ofen wüthete die Fluth kaum mit weniger Gewalt als längs des Teufelsgrabens in der Raitzen- oder Christinenstadt. Die Zahl der zu Grunde gegangenen Häuser und verlorenen Menschenleben ist ebenfalls eine grosse. Der Bach, der sein Wasser hierher ergoss, hat allerdings ein geringeres Sammelgebiet als der Teufelsgraben, nämlich nur circa 500 Hectaren. Genauere Beobachtungen und Zahlenangaben, welche bestimmte Schlüsse gestatten würden, fehlen hier.

Die Wassermasse kam ausserordentlich schnell. Um 8 Uhr war schon ein Theil der Christinenstadt überschwemmt, und um 10 Uhr konnte man in der Attilastrasse, wo das Wasser am ärgsten gehaust hatte, wieder gehen. In dieser kurzen Zeit war all das Unglück, dem über 30 Menschenleben zum Opfer fielen, geschehen.

Die gesammte Regenmenge des Wolkenbruches betrug, wie schon mitgetheilt, 106<sup>mm</sup> Regenhöhe, wovon 66<sup>mm</sup> in der Stunde von 7 bis 8 Uhr Abends fielen, 183 Liter pro Hectare und Secunde, die andern 40<sup>mm</sup> nach einer von 8—9 Uhr dauernden Pause in circa 2—2 1/2 Stunden nach 9 Uhr, also nur mehr circa 50 Liter pro Hectare und Secunde.

Die im Maximum abgeflossene Wassermenge lässt sich daraus berechnen, dass die im Gebrauche befindliche, neu überwölbt Strecke des Teufelsgrabens in ihrem untern Theile nahezu alles Wasser zu fassen vermochte.

Für diese Strecke beträgt:

der Querschnitt  $Q = 18,8 \text{ m}^2$ ,

der benetzte Umfang  $P = 15,5 \text{ m}$ ,

das Gefäll  $G = 13 \text{ 0/00}$ .

Die Geschwindigkeit wird berechnet aus der Formel

$$v = 1,6 \sqrt{\frac{Q}{P}} G,$$

wobei man die Wassermenge

$$M = 116 m^3$$

findet.

Das Gebiet des eigentlichen Wolkenbruches umfasst oberhalb der Beobachtungsstelle 2000 Hectaren, so dass also die grösste Abflussmenge pro Hectare und Secunde 58 Liter beträgt. Es ist allerdings möglich, dass in dieser Wassermenge auch noch ein Theil des Platzregens ausserhalb des Gebietes des eigentlichen Wolkenbruches enthalten ist, da das Wasser von der obern Grenze dieses Gebietes binnen einer Stunde, also zwischen 8 und 9 Uhr an die Ausmündung gelangen konnte.

#### Wolkenbruch vom 8. Juli 1778 in Küssnacht am Zürichsee.

Sehen wir uns nach ähnlichen Ereignissen in unserer Nähe um, so ist unzweifelhaft der verhängnissvollste Vorfalle dieser Art in der unmittelbaren Nähe Zürichs der Wolkenbruch, welcher sich den 8. Juli 1778, Abends 9 Uhr, über die Gemeinde Küssnacht entleerte und in Folge dessen sich der Küssnächter Dorfbach in einer Höhe von 6  $m$  durch das Dorf hinunterwälzte, wobei 63 Personen das Leben verloren.

#### Ueberschwemmung vom 1. August 1875 in Gersau.

Aus neuerer Zeit ist erwähnenswerth die Ueberschwemmung durch den Dorfbach in Gersau, den 1. Aug. 1873, und der Wolkenbruch vom 7. Juli 1875 in der Gegend von Zullwyl und Meltingen, an der Nordseite des Jura.

Ueber sie fehlen jedoch genauere Angaben des Regenfalles sowohl, wie der abgeflossenen Wassermenge und es spielt bei ihnen das mitgerissene Geschiebe wohl auch die grössere Rolle als das Wasser selbst, so dass daraus für unsern Zweck keinerlei Schlüsse abgeleitet werden können.

#### Ueberschwemmungen vom Juni 1876 in der Ostschweiz.

Es bleiben noch die Ueberschwemmungen in der Ostschweiz vom Juni 1876, welche, ihrer Wirkung nach zu urtheilen, und namentlich auch hinsichtlich der grossen Ausdehnung des Gebietes, über welche sie sich erstreckten, eine seit Menschengedenken nie vorgekommene Erscheinung darstellen.

Schon früher wurde die damals gefallene Regenmenge zu circa 300  $m$  Regenhöhe angegeben, welche sich aber auf drei Tage vertheilte, so dass die grösste Intensität nach jenen Beobachtungen sich bloss auf 20—22 Liter pro Hectare und Secunde herausstellt. Nichts destoweniger begegnet man namentlich im Murgthal bei Frauenfeld jenen ungeheuren Verwüstungen durch eine Wassermasse, welche keine menschliche Vorsicht voraussetzen konnte, und gegen welche sich auch alle menschlichen Schutzmittel als unzureichend erweisen mussten. Die in Frauenfeld abgeflossene Wassermenge, wurde von einem Bericht-erstatte in der „Eisenbahn“ Bd. V, Nr. 1 im Maximum auf 1000  $m^3$  per Secunde geschätzt, also bei einem Einzugsgebiete von 21 100 Hectaren, wie sich solches aus der Generalstabkarte ergibt, auf 47 Liter pro Hectare und Secunde.

Nach gefälligen Mittheilungen des Herrn Cantonsingenieur Schmid in Frauenfeld stellt sich dagegen, wie zu erwarten war, diese Wassermenge durch die allerdings unsichere Rechnung aus bekannten Profilen und Gefäll bedeutend kleiner heraus, nämlich zu 450—500 Kubikmeter pro Secunde.

Legt man die kleinere Zahl zu Grunde, so beträgt die grösste Abflussmenge pro Hectare und Secunde 23,7 Liter, also ziemlich genau gleich der grössten Regenmenge, während sie nach der frühern Formel bei einem Gefäll von circa 10  $\text{‰}$  nur

$$0,5 \times 22 \sqrt{\frac{10}{21,100}} = 1,6 \text{ Liter}$$

pro Hectare und Secunde betragen sollte.

Aus diesem totalen Widerspruch der damaligen Erscheinungen mit den Beobachtungen, wie sie aus Regenfällen von kürzerer Dauer und in beschränkterem Gebiete, wenn auch von bedeutend grösserer Intensität abgeleitet wurden, geht deutlich

hervor, dass die beiden Erscheinungen sich nicht nach den gleichen Grundsätzen beurtheilen lassen. Während bei einem schnell vorübergehenden Wolkenbruch, der einen ganz oder annähernd trockenen Boden findet, durch Versickerung und Verdunstung Wasser verloren geht und der Abfluss sich auf eine längere Zeitdauer vertheilt als der Regenfall, so scheint hier bei dem ganz durchtränkten Boden nicht nur jede Versickerung und Verdunstung wegzufallen, sondern auch beim Abfluss eher noch eine anfängliche Verzögerung und Ansammlung in der Weise stattzufinden, dass das langsam abfliessende Wasser vom Anfang des Regenfalles von dem später fallenden schneller fließenden eingeholt wird und sich mit diesem zum Maximum der Abflussmenge summiert.

Eine ähnliche Erscheinung wird ja in Zürich beim Ansteigen der Sihl in Folge von Gewitterregen beobachtet, wo das Steigen auch keineswegs allmählig, sondern fast plötzlich in Form einer oft ziemlich hohen Fluthwelle geschieht.

Wo auf solche Weise das anderwärts bestimmte Verhältniss zwischen Regenfall und Abflussmenge gerade umgekehrt wird, geht für eine Berechnung der letzteren aus ersteren sozusagen jegliche Grundlage verloren.

#### Allgemeine Folgerungen.

Wenn die angeführten Beispiele zeigen, welcher Schaden bei unrichtigen Annahmen auf diesem Gebiete eintreten kann, wie grosse Verschiedenheiten uns aber in den verschiedenen Fällen entgegenstehen, so drängt sich nun die Frage auf: Lassen sich überhaupt aus den angeführten Beispielen empirische Formeln oder bestimmte Zahlen zur Bestimmung der für ein gewisses Gebiet erforderlichen Abzugscanäle ableiten, und kann eine der angeführten Formeln unbedingt zur Benutzung empfohlen werden? Können auch die schlimmsten Vorfälle berücksichtigt und verhütet werden, oder gibt es eine gewisse Grenze, über welche hinaus die practisch anwendbaren Mittel nicht reichen, so dass dort die Fälle höherer Gewalt beginnen?

Der bei ausserordentlichen Vorfällen eintretende Schaden ist unter Umständen sehr gross und damit auch die Verantwortlichkeit für die ausführenden Organe, so dass feste Grundsätze in höchstem Grade erwünscht sein müssten.

In dieser Hinsicht sind nun die Ansichten sehr verschieden, was sich theilweise durch locale Gründe erklären mag.

William Humber sagt hierüber in dem schon angeführten Werke über Wasserversorgung:

„Grosser Schaden entsteht oft aus ausserordentlichen Hochwassern, und es ist schwer zu sagen, für welche Regenhöhe Vorsorge zu treffen ist. Wenn man bei Anlage von Canalnetzen für derartige Wassermengen vorsorgen wollte, wie eine solche z. B. im Jahr 1857 in Scarborough beobachtet wurde, wo in einer Nacht circa 210  $m$  Regen (49 Liter pro Hectare und Secunde) fielen, wäre dies ebenso unklug, als wenn man deswegen von der Erbauung hoher Kamine absehen wollte, weil ein Erdbeben solche umwerfen könnte. Regenfälle von 75 bis 100  $m$  in 24 Stunden (9 bis 12 Liter pro Hectare und Secunde) müssen überall gewärtigt werden, und es scheint wahrscheinlich, dass diese Wassermenge in wenigen Stunden fallen kann. Wenn ein solcher Fall am selben Ort in einem Jahrhundert nicht mehr als ein Mal sich ereignet, wie es in der That zu sein scheint, nähert sich derselbe der Grenze, wo man sich auf höhere Gewalt berufen darf: ja er dürfte diese Grenze schon überschreiten, und selbst, wenn diese Berufung nicht anerkannt würde, dürfte der eingetretene Schaden kaum grösser sein, als die Kosten für Bau und Unterhalt ungewöhnlich grosser Anlagen.“

Immerhin ist es aber fraglich, ob eine Bevölkerung, im Falle eines wirklich eintretenden Unglücks und Angesichts zahlreicher Opfer desselben, sich einer solchen Anschauungsweise anschliessen dürfte.

So spricht sich denn auch der Seine-Präfect Hausmann in seinem zweiten Bericht über die Wasserversorgung von Paris (16. Juli 1858) in geradezu entgegengesetzten Sinne aus, indem er nach Billigung der früher schon erwähnten Annahme, dass 2—3  $m$  Abfluss für 100 Hectaren genügen dürften, dem Gemeinderathe empfiehlt, dieses Maass eher zu überschreiten, als darunter zu bleiben. Etwas zu grosse Vorsicht sei da, wo es

sich um die regelmässige und bleibende Entwässerung von Paris handle, zur Erreichung des Zieles besser angewendet, als die Gefahr zu laufen, das Ziel wegen übel verstandener Sparsamkeit zu verfehlen und der Nachwelt kostspielige Fehler zur Verbesserung zu hinterlassen. Etwas zu grosse Canäle würden gegenwärtig allerdings etwas mehr kosten, als unbedingt notwendig, aber zu kleine Canäle wären bald durch andere zu ersetzen, und es wäre die gemachte Ausgabe alsdann fast ganz verloren.

Mit einer Abflussmenge von 60 Liter pro Hectare und Secunde, wie sie sich aus diesen Zahlen ergibt, würde sogar den Anforderungen des Wolkenbruches in Budapest entsprochen, so dass man dies als die obere Grenze der Sicherheit betrachten darf. —

Dieser letztern Anschauung dürften dagegen die ökonomischen Verhältnisse an jenen Orten entgegenstehen, wo es bei der allmähigen Ausdehnung der Städte überhaupt schwer hält, in den äussersten Quartieren die erforderlichen Mittel für die unbedingt nöthigen Canäle beizuschaffen. Es stehen sich da oft die Unmöglichkeit des gesunden Ausbaues eines Quartiers oder aber die Herstellung eines einfachen, nur mässige Kosten erfordernden Canalnetzes gegenüber.

Bei beschränkten Entwässerungsgebieten ist die Gefahr einer Ueberschwemmung wenig gross, sie geht in eine blosser Unannehmlichkeit über, und es erscheint die englische Anschauung gerechtfertigt, dass nicht wegen eines im Laufe der Jahrhunderte zu gewärtigenden Vorfalles grosse Mehrausgaben gemacht werden, sondern dass man eher die Uebelstände einer Ueberschwemmung, wenn sie sich einmal zeigen sollte, erträgt.

Bei sehr grossen Gebieten dagegen und namentlich da, wo bei geneigten Strassen und einer Zusammendrängung des überströmenden Wassers in ein enges Thal, eine Ueberschwemmung ernstlichen Schaden stiften kann, dürfte es angemessen sein, höher zu greifen, und für eine grosse Regenmenge sowohl, wie für ein starkes Abflussverhältniss vorzusorgen.

Aus dem Gesagten geht vor Allem aus deutlich hervor, wie wichtig ein gehörige Disposition der Gewitterauslässe ist, welche die auch bei der niedrigsten Annahme immerhin sehr bedeutende Wassermenge von Gewitterregen aus dem Canalnetz ableiten; durch sie wird es möglich, den Hauptcanal jeweilen unterhalb eines solchen Auslaufes auf die dem gewöhnlichen Schmutzwasser entsprechende Dimension zu reduciren und erst allmähig, den successiven Zuflüssen entsprechend, wieder anwachsen zu lassen, bis ein zweiter Nothauslauf eine abermalige Reducion gestattet.

Es ist ferner ersichtlich, dass jeder Fall nach seinen besonderen Verhältnissen beurtheilt werden muss.

Ueberblicken wir nochmals kurz das Resultat der Beobachtungen und die aufgestellten Formeln für die verschiedenen Länder, so stossen wir auf folgende Zahlen:

#### I. England:

Vorausgesetzte Regenmenge 70 Liter pro Hectare und Secunde.

Abflussverhältniss  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$   
oder

$$\frac{A}{R} = 0,5 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$$

vorausgesetzte Abflussmenge.

#### II. Annahme in Paris für kleinere Flächen:

Regenmenge 125 Liter pro Hectare und Secunde,

Abflussverhältniss  $\frac{1}{3}$ ,

Abflussmenge 42 Liter pro Hectare und Secunde.

#### III. Annahme in Paris für grössere Gebiete, 2—3 □ $m^2$ -Abfluss-Querschnitt für 100 Hectaren.

Regenmenge 200 Liter pro Hectare und Secunde,

Abflussverhältniss  $\frac{1}{3}$ ,

Abflussmenge 60 Liter pro Hectare und Secunde.

#### IV. Budapest:

Regenmenge 183 Liter pro Hectare und Secunde,

Abflussverhältniss  $\frac{1}{5}$ ,

Abflussmenge 58 Liter pro Hectare und Secunde.

Im Allgemeinen darf man wohl für städtische Abzugsanäle das Verhältniss

$$\frac{A}{R} = 0,5 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$$

als nicht zu unwahrscheinlich ansehen, da es dem vorhandenen äusserst mangelhaften Material ziemlich entspricht. Dabei ist  $R$  zwar nicht die absolut grösste Intensität des Regens, wohl aber dessen Wassermenge in der Periode des stärksten Regenfalles und sollte solche zu 125—200 Liter pro Hectare und Secunde angenommen werden, je nachdem man ausserordentlichen Zufällen mehr oder weniger Rücksicht tragen will. Jedenfalls sind die Annahmen I. und II. nicht unter allen Umständen genügend.

Hält man das Verhältniss

$$\frac{A}{R} = 0,5 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$$

fest, so gestaltet sich die früher mitgetheilte englische Formel für den Durchmesser kreisförmiger Canäle

$$R=125 \text{ Lit. pro Hect. u. Sec. } \log D = \frac{3 \log F - \log G - 4,0}{10}$$

$$R=200 \text{ Lit. pro Hect. u. Sec. } \log D = \frac{3 \log F - \log G - 3,2}{10}$$

#### Anwendung der aufgestellten Grundsätze auf die Schweiz.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen handelt es sich nun darum, die aus weiterm Kreise gesammelten Beobachtungen auf das engere Gebiet der Schweiz, und sodann speciell auf Zürich und das Gebiet des Wolfbaches anzuwenden.

Um den gleichen Gang wie bei den früheren Erörterungen zu verfolgen, muss man sich zuerst fragen, ob auch hier solche Regengüsse vorzusehen seien, wie wir deren mit 333 Liter pro Hectare und Secunde von Marseille, mit 277 Liter pro Hectare und Secunde von London, mit 183 Liter pro Hectare und Secunde von Budapest meldeten, oder ob bei dem hiesigen im Vergleich zu dem jener Gegenden, grösseren jährlichen Regenfalle eher eine gleichmässige Vertheilung des Regens über längere Zeiträume stattfindet.

Wenn zur Entscheidung die schweizerischen meteorologischen Jahrbücher zugezogen werden, geht leider aus denselben sofort hervor, dass entsprechend deren eigentlichem Zwecke viel mehr Werth auf die Ermittlung der Gesamtniederschläge, als auf diejenige der grössten Intensität der stärksten Regenfälle gelegt ist. Bei den stärksten Gewittern ist in den Tabellen selbst je-weilen nur die Niederschlagshöhe des ganzen Tages, daneben in den Bemerkungen die Dauer des Gewitters nach Viertelstunden angegeben, ohne Gewähr dafür, dass diese zwei Zahlen genau in Verbindung zu einander stehen, und dass nicht vorher oder nachher ebenfalls noch Regen fiel; ja es ist das Letztere in vielen Fällen sogar sehr wahrscheinlich.

Als grösste Regenfälle seit 1864 würden sich die nachstehenden ergeben:

Datum	Ort	Dauer des Gewitters in Minut.	Total-Regen-höhe für den Tag in Millim.	Regen-menge in Liter pro Hect u. Secunde	
1868	17. Juli	Sursee	15	69,2	770
1871	18. Juni	Monte Generoso	30	98,3	546
"	25. Juni	Trogen	30	76,7	426
1872	13. Juli	Altstätten	8	46,5	969
1875	28. Juli	Vuadens	15	47,4	527
"	3. Aug.	Neuenburg	5	16,9	563
1877	14. Juli	Altstätten	10	34,8	580
"	31. Aug.	Castasegna	10	25,4	423

Es sind das so ausserordentliche Erscheinungen, dass offenbar die erwähnten Fehlerquellen in solchen zum Ausdruck kommen, und man diesen Zahlen keinen grossen Werth beilegen kann. Immerhin ist wahrscheinlich, dass man es hier überall mit Regenfällen von mehr als 300 Liter pro Hectare und Secunde zu thun hat.

Wiederholt trifft man in den Tabellen auf Regen von mehr als 300 Liter pro Hectare und Secunde:

Datum	Ort	Dauer des Gewitters in Minut.	Total-Regen- höhe für den betreff. Tag in Millim.	Regen- menge in Liter pro Hect. u. Secunde	
1869	24. Juli	Bernhardin	30	54,7	304
1872	7. Juni	Muri	15	27,7	308
"	7. Juni	Sursee	15	28,1	312
"	8. Aug.	Auen	30	62,4	347
1873	18. Juli	"	30	53,9	300
"	8. Sept.	Lugano	30	64,8	360
1874	14. Aug.	Einsiedeln	30	55,1	306
1876	9. Sept.	Zürich	10	21,2	353

Diese beiden Reihen zusammengerechnet, darf man wohl als sicher annehmen, dass in den beobachteten 14 Jahren 15 Regenfälle mit mehr als 300 Litern pro Hectare und Secunde vorkommen (108  $\frac{m}{m}$  pro Stunde).

Häufig finden sich ferner noch Regenfälle über 150 Liter pro Hectare und Secunde, oder von durchschnittlich 200 Liter pro Hectare und Secunde, nämlich:

Datum	Ort	Dauer des Gewitters in Minut.	Total-Regen- höhe für den betreff. Tag in Millim.	Regen- menge in Liter pro Hect. u. Secunde	
1864	9. Juni	Dizy	30	34,2	190
1867	25. April	Rathhausen	30	30,0	167
"	7. Juni	"	15	15,9	177
1869	14. Mai	Bernhardin	30	36,7	204
"	16. "	Pont de Martel	30	28,4	158
"	2. Juli	Sursee	15	19,1	212
"	2. Aug.	Altstätten	30	35,0	195
1870	17. Juni	Sursee	30	33,6	187
1871	29. April	Burgdorf	30	29,7	166
"	23. Juli	Lohn	30	39,4	219
"	23. "	Sursee	30	42,0	233
"	9. Aug.	Monte Generoso	90	81,1	150
"	10. "	Einsiedeln	30	33,0	183
"	11. Sept.	Auen	30	42,2	234
1872	7. Juni	Altstätten	15	20,7	230
"	28. Juli	"	30	43,8	243
1874	12. "	"	20	27,7	231
"	14. Aug.	Kreuzlingen	60	54,9	152
"	14. "	St. Croix	20	26,4	220
1875	5. Juni	Altstätten	45	41,5	154
"	7./8. Juli	Sursee	15	22,3	248
"	31. Juli	Zürich	25	31,0	207
1876	7. Juni	Altstätten	30	28,4	158
1877	30. April	"	30	27,4	152
"	19. Juni	Bern	45	66,0	244
"	22. "	Altstätten	45	48,2	180
"	16. Juli	"	20	20,1	168
"	31. Aug.	"	27	25,7	159
"	31. "	Altdorf	15	22,8	253

Bei Zürich erscheint der starke Regenfall vom Juni 1867 in dieser Tabelle nicht, da dessen Zeitdauer nicht notirt wurde, und er deshalb unberücksichtigt bleiben muss.

Wenn man zu weit gehen würde, wollte man alle diese Zahlen als genaue annehmen, so darf man doch aus denselben den Schluss ziehen, dass in der Schweiz durchschnittlich per Jahr drei Regenfälle mit mehr als 150 Liter Wasser pro Hectare und Secunde vorkommen (mehr als 54  $\frac{m}{m}$  per Stunde), darunter zwei mit mehr als 200 Liter pro Hectare und Secunde.

Wie weit deren Gebiet reicht und wie sich solche vertheilen, ist nun allerdings gar nicht zu berechnen, und lassen sich darum auch für die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens an einem bestimmten Orte keinerlei Zahlen geben.

Immerhin dürfte aus diesen Zahlen ohne Uebertreibung der Schluss gezogen werden, dass da, wo bei ungenügendem Abfluss durch Ueberschwemmung wirkliche Gefahr entstehen könnte, wie wir es später beim Wolfbache in Zürich sehen werden, auch in der Schweiz die Möglichkeit eines Regenfalles von

200 Liter pro Hectare und Secunde vorzusehen ist, wenn auch ein solcher Fall sich im Laufe der Jahrzehnte nur selten wiederholen mag.

(Schluss folgt.)

\* \* \*

### Emploi du Zinc comme désincrustant.

(Extrait des Annales des Mines.)

L'idée d'employer le zinc comme désincrustant dans les chaudières a pour origine une observation faite au Havre par Mr. *Lesueur* en 1861. Un navire à vapeur ayant été mis en réparation, on reconnut que, tandis que l'un des générateurs, alimenté par l'eau de mer, était presque entièrement oxydé, les deux autres qui recevaient les eaux du condenseur étaient en parfait état de conservation; en même temps des entre-toises en laiton, placées dans l'intérieur du condenseur lui-même, étaient réduites à l'état d'une carcasse formée seulement de cuivre; cette disparition du zinc de l'alliage semblait liée avec l'état de conservation de la chaudière.

Mr. *Lesueur* en conclut qu'on pourrait employer le zinc pour prévenir les incrustations. Les essais qu'il organisa à cet effet ayant eu lieu principalement dans le département de Maine-et-Loire, Mr. *Brossard de Corbigny*, ingénieur des mines de ce département, fut chargé par le gouvernement français de faire à ce sujet une enquête qui a donné les résultats suivants:

L'application du procédé consiste simplement à placer dans la chaudière, soit dans le corps cylindrique, soit dans les bouilleurs, mais toujours dans la partie la plus éloignée du foyer, une certaine quantité de zinc métallique en lingots ou en rognures. La chaudière étant en suite remplie et mise en marche, on la laisse en activité pendant la période ordinaire. Voici ce que l'on observe, lors du nettoyage, quand on s'est servi d'eaux calcaires.

Si l'eau est peu incrustante, les dépôts demeurent à l'état de boue liquide qu'un simple lavage au balai ou à la lance suffit pour enlever. La tôle demeure nette et sans oxydation, et il n'y a point de piquage à opérer.

Avec des eaux plus incrustantes, le dépôt, au lieu d'une boue, forme une véritable croûte cohérente et dure. Mais, chose essentielle, cette croûte n'adhère pas à la tôle et s'enlève très-aisément. La tôle demeure nette après l'enlèvement et le piquage est encore supprimé.

Quant au zinc il s'est transformé sur place en une masse blanche et terreuse qui se compose, pour la presque totalité, d'oxyde de zinc, et, pour le reste, des matières en suspension ou en dissolution dans l'eau alimentaire. Quelquefois cette masse conserve la texture lamelleuse du métal, et même la partie centrale du lingot reste intacte. Il y a eu évidemment une oxydation lente, qui n'a pas toujours eu le temps de s'achever, et qui produit dans certains cas une vraie *pseudomorphose* du zinc en son oxyde.

Aucune trace de zinc en dissolution n'existe dans les eaux extraites des chaudières, et les dépôts ne contiennent qu'une très-petite proportion d'oxyde de zinc qui y a été évidemment introduite par entraînement.

Avec les eaux *séléniteuses* les résultats sont différents.

Quand on les emploie sans désincrustants, le sulfate de chaux se dépose, partie sous forme de boue, partie sous forme de croûte peu épaisse mais adhérente. L'addition du zinc ne produit aucun effet sérieux; l'adhérence de la croûte avec la tôle persiste et l'on n'est pas dispensé du piquage.

Mr. *Lesueur* explique le phénomène de la désincrustation par une action électrique. Le fer et le zinc formeraient un couple voltaïque qui décomposerait l'eau lentement. Le zinc, qui est le plus oxydable des deux métaux, se combinerait avec l'oxygène de l'eau, et une quantité équivalente d'hydrogène se dégagerait continuellement de la surface du fer. C'est ce dégagement gazeux, faible mais continu qui isolerait de cette surface la substance inconstante. Cette hypothèse serait confirmée par ce fait, observé par Mr. *Lesueur*, que du zinc introduit dans une chaudière partiellement incrustée aurait la propriété de dé-