

Die Entwässerung von Ortschaften

Autor(en): **Müller, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **33 (1935)**

Heft 11

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-195329>

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.

SCHWEIZERISCHE
Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse du Génie rural / Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständ. Mitarbeiter f. Kulturtechnik: Dr. H. FLUCK, Dipl. Kulturing., Villa Lepontia, Bellinzona-Ravecchia

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORMALS G. BINKERT, A.-G., WINTERTHUR

No. 11 • XXXIII. Jahrgang der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“ Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats 12. November 1935 Inserate: 50 Cts. per einspaltige Nonp.-Zeile	Abonnemente: Schweiz Fr. 12.—, Ausland Fr. 15.— jährlich Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9.— jährl. Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins
---	---

Die Entwässerung von Ortschaften.

Von Dipl.-Ing. *Jac. Müller*, Zürich.

I. Allgemeines.

Ebenso wichtig wie die Versorgung einer Ortschaft mit Trinkwasser ist auch die Beseitigung des anfallenden Abwassers. Während jedoch die meisten Ortschaften schon Trinkwasseranlagen besitzen, fehlen Abwasseranlagen noch sehr oft, besonders in mittleren und kleineren Ortschaften. Da wird das Abwasser noch meistens in Gruben gesammelt und landwirtschaftlich verwertet. Dieser Weg der Abwasserbeseitigung ist aber nur begehbar, solange bei jedem Haus noch genügend Land für die Unterbringung des Schmutzwassers zur Verfügung steht. Als notwendige Fläche werden etwa 200—300 m² pro Kopf betrachtet. Steigt die Wohndichte, so wird bereits mehr Schmutzwasser erzeugt als landwirtschaftlich verwertet werden kann. Dazu kommt dann noch, daß infolge der immer häufigeren Einrichtung der Wasserspülung in den Abtrittanlagen der Schmutzwasseranfall wesentlich zunimmt. Durch Spülwasser wird zudem eine starke Verwässerung der Jauche herbeigeführt, so daß sie fast keinen Düngwert mehr besitzt. Man weiß dann nicht mehr wohin mit dem Abwasser. Man versucht es mit Sickerschächten. Solche Anlagen sind aber vom hygienischen Standpunkt aus zu verwerfen, da durch das versickernde Schmutzwasser der Untergrund und sehr oft auch das Grund- und Quellwasser verseucht wird. Zudem können dieselben nur in gut durchlässigem Boden richtig funktionieren; in schlechtem Boden verschlammen sie bald. Das Abwasser überläuft dann und verseucht das Umgelände oder es wird in die Straßengräben oder in die vorhandenen offenen Bächlein geleitet, die dadurch verschmutzt werden. Solche Zustände finden wir noch in vielen Ortschaften.

Daß dieselben den heutigen Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege in keiner Weise entsprechen, braucht wohl nicht besonders betont zu werden. Es ist statistisch nachgewiesen, daß in Ortschaften ohne Kanalisation die Sterblichkeit viel größer ist, als in solchen mit Kanalisation. Es sei nur an die Stadt Zürich erinnert, welche früher ständig mit Epidemien (Cholera- und Typhusepidemien) zu kämpfen hatte. Erst mit der Erstellung einer kunstgerechten Kanalisation in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts sind diese Epidemien verschwunden.

Es ist in den letzten Jahren versucht worden, die Abwasserfrage in der Weise zu lösen, daß man die Hauseigentümer zur Erstellung von Hauskläranlagen veranlaßte. Abgesehen davon, daß solche Anlagen nicht immer richtig funktionieren, da es an der nötigen Bedienung fehlt, stellen dieselben eine finanzielle Mehrbelastung dar. Die vielen Hauskläranlagen kosten Geld und manche Gemeinde könnte damit einen großen Teil ihrer Ortskanalisation samt Kläranlage erstellen. Es kann deshalb den Gemeinden nur dringend empfohlen werden, möglichst rechtzeitig an die Erstellung von Kanalisationen heranzutreten. Das geschlossene Kanalnetz mit zentraler Kläranlage stellt nicht nur in hygienischer, sondern auch in wirtschaftlicher Beziehung die beste Lösung dar.

Sehr oft wird nun aber von den Gemeinden der Fehler gemacht, daß sie mit ihren Kanalisationen planlos beginnen. Es werden einfach Kanäle erstellt, welche das Abwasser auf dem kürzesten Wege einem nahen Vorfluter zuführen. Dieser grundlegende Fehler rächt sich später außerordentlich; denn sehr oft ist es nicht mehr möglich, solche wilde Kanäle zu einem geschlossenen Kanalnetz zusammenzufassen. Jede Gemeinde sollte deshalb vor der Inangriffnahme von Kanalbauten ein generelles Kanalisationsprojekt aufstellen, welches so gegliedert sein muß, daß sich einzelne zum Ausbau reife Teile jederzeit derart ausführen lassen, daß letzten Endes ein geschlossenes Kanalnetz mit zentraler Kläranlage entsteht. Die Kosten, welche dafür aufzuwenden sind, machen sich später reichlich bezahlt.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß der Kanton Zürich als erster Schweizerkanton die Erstellung von geschlossenen Kanalisationsanlagen durch Gewährung von Beiträgen auf Grund des Gesetzes über Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen vom 12. März 1933 fördert.

Eine Kanalisation hat zwei Hauptaufgaben zu erfüllen:

1. Die Abfangung und Ableitung des Abwassers und
2. Die Behandlung des Abwassers vor dessen Einleitung in den Vorfluter.

In den folgenden Ausführungen soll vorerst auf die Abfangung und Ableitung des Abwassers eingegangen werden.

II. Wahl des Entwässerungsverfahrens.

Das durch ein Kanalnetz abzuleitende Abwasser setzt sich zusammen aus:

1. dem eigentlichen Schmutzwasser, welches aus den Haushaltungen, den industriellen und gewerblichen Betrieben anfällt, und

2. aus dem verhältnismäßig reinen Oberflächenwasser, dem Regen- und Schneeschmelzwasser.

Je nachdem man das eigentliche Schmutzwasser zusammen mit dem Oberflächenwasser oder für sich allein ableitet, unterscheidet man das Misch- oder Trennverfahren.

Das Mischverfahren ist im allgemeinen billiger als das Trennverfahren, vorausgesetzt, daß das Regenwasser an geeigneten Stellen durch sogenannte Hochwasserentlastungen nach einem nahen Vorfluter entlastet werden kann; denn wenn man alles Regenwasser bis unterhalb des Entwässerungsgebietes leiten müßte, würde man viel zu große Kanaldimensionen und damit viel zu hohe Baukosten erhalten.

Das Trennverfahren ist dann wirtschaftlich, wenn entweder die Entlastung des Kanalnetzes bei normaler Tiefenlage der Kanäle nicht mehr möglich ist, oder wenn auf die Ableitung des Oberflächenwassers überhaupt verzichtet wird. Das erstere ist in unserem hügeligen Lande nur selten der Fall. Auch auf die Ableitung des Oberflächenwassers kann nur selten verzichtet werden. Ausnahmsweise kann dies in ganz ländlichen Ortschaften der Fall sein. Das Trennverfahren wird ferner vorteilhaft dann angewendet, wenn das Abwasser gehoben werden muß.

In Zürich sind z. B. die tiefliegenden Gebiete längs des Seeufers nach dem Trennverfahren entwässert. In diesen Gebieten sind zwei Kanalnetze vorhanden, ein hochliegendes für das Regenwasser mit direkten Ausläufen nach dem See, und ein tiefliegendes für das Schmutzwasser, mit Vorflut nach den Pumpstationen. Es sind im ganzen vier Pumpstationen vorhanden, zwei auf dem linken und zwei auf dem rechten Ufer, welche das Schmutzwasser nach den nahen höher gelegenen Kanälen des Mischsystems heben, von wo es dann mit natürlichem Gefälle seinen Weg nach der Kläranlage nimmt. Die Trennung des Abwassers ermöglichte es, die Pumpstationen wesentlich kleiner zu halten und dadurch an Bau- und Betriebskosten zu sparen.

Das Mischsystem ist im allgemeinen einfacher und übersichtlicher, besonders wenn man berücksichtigt, daß beim Trennsystem die Trennung des Abwassers auch bei den Hausentwässerungsanlagen durchgeführt werden muß. Man trachtet deshalb wenn irgend möglich danach, bei der Entwässerung von Ortschaften das Mischsystem zur Anwendung zu bringen.

Als Nachteil werden beim Mischsystem die Hochwasserentlastungen empfunden, durch welche bei Regenwetter ein Teil des Abwassers nach dem Vorfluter entlastet wird. Die dadurch bewirkte zeitweise Verschmutzung des Vorfluters ist aber meistens nicht größer als diejenige, welche durch das Regenwasser der Trennkanalisation verursacht wird, denn vom Regenwasser werden ebenfalls große Mengen von Schmutz von den Straßen und Höfen nach dem Vorfluter abgeschwemmt. Gerade in Zürich kann man sehr oft eine starke Verunreinigung des Sees mit Oel etc. feststellen, welche von dem Oberflächenwasser der Trennkanalisation verursacht wird. Man darf sich also hinsichtlich der bessern Reinhaltung des Vorfluters durch das Trennsystem keinen Illusionen hingeben.

III. Berechnungsgrundlagen.

1. Bestimmung der Abwassermengen.

a) Schmutzwassermenge.

Die durch ein Kanalnetz abzuleitende Schmutzwassermenge kann ungefähr dem Wasserverbrauch aus dem Wasserleitungsnetz gleichgesetzt werden. In der Schweiz ist der Wasserverbrauch sehr hoch. Er schwankt zwischen 250 und 500 Litern pro Kopf und Tag. Er beträgt z. B.:

für Bülach	335	Liter
» Rüti	410	»
» Horgen	372	»
» Thalwil	541	»
» Stäfa	500	»
» Zürich	275	»

Der große Wasserverbrauch dürfte davon herrühren, daß bei uns reichlich Wasser zur Verfügung steht.

Für die Berechnung der *Schmutzwasserkanäle beim Trennsystem* fällt der größte Tagesverbrauch in Betracht, welcher etwa das 1,6fache des mittleren Verbrauchs ausmacht. Aus dem größten Tagesverbrauch ergibt sich die größte Belastung der Kanäle in der Zeiteinheit, wenn man die Verteilung des Abflusses über die 24 Stunden des Tages berücksichtigt. Nach den Aufzeichnungen der Wasserversorgungen kommt in den Städten der größte Teil des Schmutzwassers in 16 Stunden, in mittleren Ortschaften in 14 Stunden und in kleineren Ortschaften in 12 Stunden zum Abfluß. Der größte Stundenabfluß ergibt sich somit:

für Städte zu $1,6 \times \frac{1}{16}$	= 10 %
» mittlere Ortschaften zu $1,6 \times \frac{1}{14}$	= 11,5 %
» kleinere Ortschaften zu $1,6 \times \frac{1}{12}$	= 13 %

des mittleren Abflusses.

Aus dem größten Schmutzwasseranfall pro Kopf und Tag ergibt sich die größte abzuleitende Wassermenge durch Multiplizieren mit der Einwohnerzahl des Einzugsgebietes, welche auf Grund eines Bauzonenplanes bestimmt wird. Ganz allgemein kann man mit folgenden Einwohnerzahlen rechnen:

	Einwohner pro ha
im Innern der Stadt	500—800
in eng bebauten Vorstädten	300
in Vorstädten mit Einzelhaus-Bebauung	200
in Vorstädten mit weitläufiger Bebauung	80
in Vorstädten mit ländlicher Bebauung	30

Der Berechnung der *Höhe der Ueberfallschwellen* bei den Hochwasserentlastungen und der *Größe der Kläranlagen* genügt es, einen mittleren maximalen Stundenabfluß zugrunde zu legen. Derselbe kann:

in Städten	zu $\frac{1}{16}$
in mittleren Ortschaften	» $\frac{1}{14}$
in kleineren Ortschaften	» $\frac{1}{12}$

des mittleren Tagesabflusses angenommen werden.

In Zürich beträgt z. B. der mittlere Tagesabfluß rund 120,000 m³

und der maximale Stundenabfluß 7200 m³. Der maximale Stundenabfluß macht also ziemlich genau $\frac{1}{16}$ des mittleren Tagesabflusses aus.

Ueber die Menge des *industriellen und gewerblichen Abwassers* können ohne genaue Kenntnis der örtlichen Verhältnisse genaue Angaben nicht gemacht werden. Ebenso nicht über das *Sickerwasser* etc., welches den Kanälen zufließt. Es wird ihnen meistens durch einen prozentualen Zuschlag zum eigentlichen Schmutzwasser Rechnung getragen, welcher bei Trennkanalisation 50—100% betragen kann. In Zürich setzt sich der Trockenwetterabfluß wie folgt zusammen:

Eigentliches Schmutzwasser	61 % (= 100 %)	} Zuschlag 64 %
Industrielles und gewerbliches Abwasser	16 %	
Sicker-, Grund- und Bachwasser	23 %	

Das *Bachwasser* sollte, wenn irgend möglich, nicht in die Kanalisation, sondern direkt dem vorhandenen Vorfluter zugeleitet werden.

b) *Regenwassermenge.*

Schwieriger zu bestimmen ist die *Regenwassermenge*, welche für die Berechnung der Kanäle beim Mischverfahren in erster Linie in Betracht fällt. Man ist auf die Regenbeobachtungen angewiesen, welche von den Meteorologischen Anstalten und von den meisten größeren Städten seit Jahren durchgeführt werden. Verwendet werden dabei selbstregistrierende Regenmesser. Bei diesen Apparaten wird nicht nur die gesamte, sondern auch die in einer bestimmten Zeiteinheit erreichte Regenhöhe aufgezeichnet. Die Regenhöhe in der Zeiteinheit bezeichnet man als Regenstärke oder Regenintensität.

$$i = \frac{h}{t}$$

wobei h die Regenhöhe,
 t die Regendauer
bedeutet.

Bei der Auswertung der Regenbeobachtungen hat sich nun gezeigt, daß zwischen der Regendauer und der Regenintensität eine gewisse gesetzmäßige Beziehung besteht. Es entspricht nämlich einer bestimmten Regendauer im allgemeinen auch eine bestimmte maximale Regenintensität und zwar nimmt die Regenintensität mit der Regendauer ab. Die Kenntnis dieses Zusammenhanges ist, wie wir später sehen werden, für die Bestimmung der für die Berechnung der Kanäle in Betracht fallenden größten Regenwassermengen von größter Bedeutung.

In der Regel werden die beobachteten Regen nach Regendauer und Regenhöhe graphisch aufgetragen. Die obere Begrenzungslinie der beobachteten größten Regenhöhe stellt dann eine Kurve dar, welche annähernd mit einer Parabel von der Gleichung

$$h^2 = k \cdot t. \quad (\text{Gl. 1})$$

übereinstimmt,

wobei h die Regenhöhe,
 t die Zeit in Minuten

und k eine Konstante bedeutet, welche etwa zwischen 30 und 50

variiert. Für Zürich beträgt dieselbe etwa 40. In Abb. 1 ist die Parabelkurve

$$h^2 = 40 t$$

graphisch dargestellt.

Auf Grund einer neuen Auswertung der in Zürich in den letzten 60 Jahren gemachten Regenbeobachtungen hat sich ergeben, daß die obere Begrenzungskurve besser einer kubischen Parabel von der Gleichung

$$h = 10 \sqrt[3]{t + \sqrt{t^2 + 4}} + \sqrt[3]{t - \sqrt{t^2 + 4}} \quad (\text{Gl. 2})$$

entspricht; ausgenommen für ganz kurze Regen, für welche sich die maximalen Regenhöhen nach folgender Gleichung bestimmen lassen:

$$h = 3,1 t \quad (\text{Gl. 3})$$

Die vorstehenden Gleichungen liefern Maximalwerte. Wenn man dieselben als Grundlage für die Kanalberechnung benutzen wollte, würde man viel zu große Kanäle und damit viel zu hohe Baukosten erhalten. Man ist deshalb dazu übergegangen, die Häufigkeit der Regen zu berücksichtigen.

Für Zürich konnte festgestellt werden, daß die Regenhöhen derjenigen Regen, welche wenigstens einmal in 50 Jahren überschritten werden, limitiert sind durch die Gleichung

$$k^3 = k_1 \cdot t = 420 \cdot t \quad (\text{Gl. 4})$$

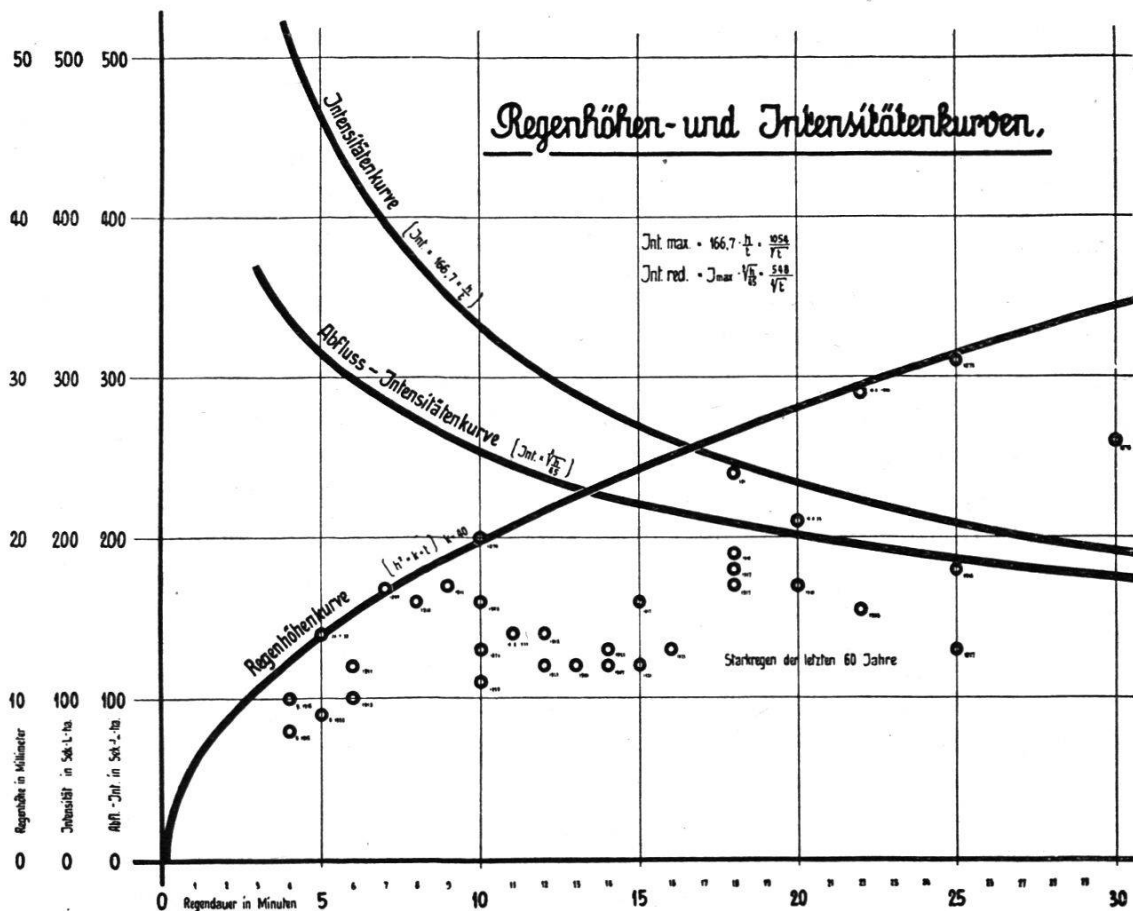


Abb. 1.

und diejenige der Regen, welche wenigstens einmal in 20 Jahren überschritten werden, durch die Gleichung

$$h^3 = k_1 \cdot t = 273 \cdot t \quad (\text{Gl. 5})$$

und diejenige für ganz kurze Regen durch

$$h = 2,5 \cdot t$$

Da 1 mm Regenhöhe einer Wassermenge von 166.7 Liter pro Sekunde und Hektare entspricht, ist die Regenintensität J in Sekundenliter pro ha

$$J = \frac{h}{t} \cdot 166,7 \text{ s/l} \cdot \text{ha} \quad (\text{Gl. 6})$$

ersetzt man $\frac{h}{t}$ aus Gleichung 4 bzw. 5 durch $\sqrt[3]{\frac{k}{t^2}}$, so erhält die Gleichung 6 folgende Form:

$$J = \sqrt[3]{\frac{420}{t^2}} \cdot 166,7 = \frac{1248}{\sqrt[3]{t^2}} \text{ s/l} \cdot \text{ha} \quad (\text{Gl. 7})$$

Für die Regen, welche einmal in 50 Jahren überschritten werden, und

$$J = \sqrt[3]{\frac{273}{t^2}} \cdot 166,7 = \frac{1081}{\sqrt[3]{t^2}} \text{ s/l} \cdot \text{ha} \quad (\text{Gl. 8})$$

für diejenigen Regen, welche einmal in 20 Jahren überschritten werden und

$$J = 333 \text{ bis } 417 \text{ s/l} \cdot \text{ha} \quad (\text{Gl. 9})$$

für kurze Regen.

Die Gleichung 7, welche in Zürich meistens angewendet wird, liefert folgende Werte:

Regendauer Min.	Regenintensität s/l pro ha
5	426
10	269
15	205
20	169
25	146
30	129
40	107
50	92
60	81

Aus Gleichung 8, welche für ländliche Verhältnisse in Frage kommt, ergeben sich folgende maximalen Regenintensitäten:

Regendauer Min.	Regenintensität s/l pro ha
5	369
10	233
15	197
20	147

Regendauer Min.	Regenintensität s/l pro ha
25	126
30	112
40	92
50	78
60	71

In Abb. 2 sind die beiden Intensitätskurven (Regenkurven) graphisch aufgetragen. Die punktierte Kurve stellt die obere Begrenzungslinie dar.

Die Wahl der Intensitätskurve hängt sehr von den örtlichen Verhältnissen ab. Je nachdem man außerordentlichen Zufällen mehr oder weniger Rechnung tragen will, wird man zu einer Kurve mit größeren oder kleineren Regenintensitäten greifen. Zu untersuchen ist namentlich, wie groß die Schäden bei einer allfälligen Ueberstauung des Kanalnetzes sein können. Sind dieselben größer als der Zins aus den Mehrkosten größerer Kanalkaliber, so wird man zu einer Kurve größerer Regenintensitäten greifen, als wenn man Ueberstauungen zulassen kann.

Die Regenbeobachtungen haben ferner gezeigt, daß sich ein Starkregen nicht gleichmäßig über ein Gebiet verteilt. An einem Punkt, dem Regenzentrum, ist er am stärksten, und nimmt dann mit der Entfernung ab. Der Mittelwert der Regenintensität eines Gebietes ist also stets kleiner als ihn die Intensitätskurve angibt.

Regenkurven.

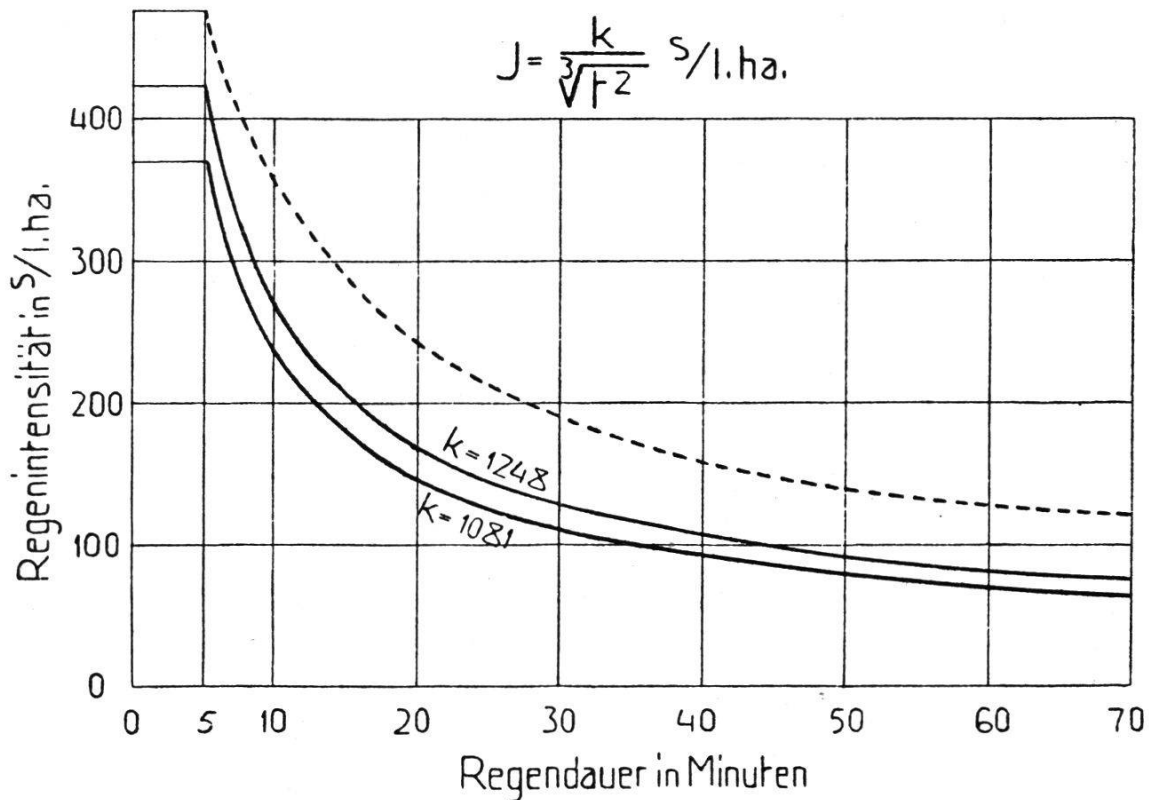


Abb. 2.

Nach Beobachtungen, welche in Deutschland durchgeführt worden sind, erfolgt die Abnahme parabolisch bis zu einer Entfernung von 3000 m vom Beobachtungspunkt, wo die Regenintensität nur noch die Hälfte des Maximums beträgt. Der Quotient aus dem Inhalt des parabolischen Umdrehungskörpers und dem Inhalt des ganzen Zylinders stellt dann den *Regendichtigkeitskoeffizienten* ξ dar.

$$\xi = 1 - 0,005 \cdot \sqrt{L}$$

wobei L die Gebietsausdehnung bedeutet.

Um die mittlere Regenintensität eines Gebietes zu erhalten, muß man also das Maximum mit dem Koeffizienten ξ multiplizieren, welcher beträgt:

Gebietsausdehnung:	100	250	500	1000	2000	3000	m
ξ :	0,95	0,92	0,89	0,84	0,78	0,73	

Die vorstehenden Regendichtigkeitskoeffizienten ergeben eine starke Abnahme der Regenintensität um das Regenzentrum herum, was für große Gebiete nicht von Bedeutung ist. Dagegen reduziert sich die Intensität für kleine Gebiete sehr stark. Man hat deshalb die Richtigkeit der von Frühling angenommenen parabolischen Abnahme der Regenintensität angezweifelt und sie durch eine lineare ersetzt. Als Reduktionskoeffizient erhalten wir dann

$$\xi = 1 - 0,000056 \cdot L$$

oder für

$L =$	100	250	500	1000	2000	3000	m
$\xi =$	0,9945	0,986	0,973	0,95	0,89	0,85	

Nach Untersuchungen, welche in Mailand durchgeführt worden sind, glaubt Ing. Archinard eher an eine glockenförmige Reduktion, nach welcher sich folgende Reduktionskoeffizienten ergeben:

$L =$	100	250	500	1000	2000	3000	m
$\xi =$	1	1	0,998	0,99	0,96	0,92	

Leider gestatten die in Zürich durchgeführten Regenbeobachtungen, obwohl dieselben an verschiedenen Orten durchgeführt worden sind, noch nicht, bestimmte Schlüsse über die Regendichtigkeit zu ziehen. Es ist deshalb sehr schwer zu sagen, welche von den vorstehenden Annahmen den tatsächlichen Verhältnissen am nächsten kommt.

Wegen der noch herrschenden Unsicherheit wird der Regendichtigkeitskoeffizient sehr oft vernachlässigt. Es ist dies um so eher zulässig, als die bei der Ortsentwässerung in Betracht fallenden Entwässerungsgebiete verhältnismäßig klein sind, so daß die Abflußverminderung infolge der ungleichen Regendichte verhältnismäßig gering ist. Es wird dadurch eine etwas größere Sicherheit in der Berechnung erreicht. Wenn man der Regendichtigkeit trotzdem Rechnung tragen will, so empfiehlt es sich, die von Ing. Archinard angegebenen Reduktionskoeffizienten zu berücksichtigen, welche betragen:

für kleine und mittlere Einzugsgebiete	$\xi = 1$
für größere Einzugsgebiete	$\xi = 0,98-0,95$
für sehr große Einzugsgebiete	$\xi = 0,95-0,90$

Von den niedergehenden Regen gelangt nun nicht alles Wasser in die Kanalisation. Ein Teil bleibt liegen und versickert oder verdunstet. Man muß deshalb die erhaltenen Regenintensitätswerte noch mit einem weiteren Koeffizienten, dem *Abflußkoeffizienten* φ multiplizieren, welcher von der Oberflächenbeschaffenheit des zu entwässernden Gebietes abhängt.

Da dieser Koeffizient von sehr großem Einfluß auf die Größe der abzuleitenden Wassermenge ist, muß man die Oberflächenbeschaffenheit sehr sorgfältig studieren.

Als ausreichende Abflußkoeffizienten haben sich erwiesen:

für Dachflächen	$\varphi = 0,8—0,9$
» fugenlose Beläge	$\varphi = 0,7—0,8$
» gewöhnliches Pflaster	$\varphi = 0,6$
» gewöhnliche Chaussierung	$\varphi = 0,4—0,5$
» unbefestigte Flächen	$\varphi = 0,1—0,2$
» Garten, Parkanlagen, Wiesen, Wald und Aecker .	$\varphi = 0—0,1$

Mit Hilfe dieser Angaben lassen sich die Koeffizienten für die verschiedenen Einzugsgebiete, d. h. die Gebiete mit verschiedenartiger Bebauung, wie sie in den Bebauungsplänen vorgezeichnet sind, ausrechnen. Je nach der Art der Ueberbauung ist der Anteil an Dach-, Straßen- und Gartenflächen etc. an der Gesamtfläche verschieden groß und dementsprechend variiert auch der Abflußkoeffizient. Man kann ungefähr mit folgenden Mittelwerten rechnen:

a) für dicht bebaute Stadtkerne	$\varphi = 0,8—0,9$
b) » geschlossene Vorstadtgebiete	$\varphi = 0,4—0,6$
c) » Einzelhausbebauung	$\varphi = 0,3—0,4$
d) » weitläufige Bebauung	$\varphi = 0,2—0,3$
e) » ländliche Siedelung	$\varphi = 0,1—0,2$

Je nach dem Terraingefälle der Bodenart etc. sind die größeren oder kleineren Werte zu wählen.

Die Abflußkoeffizienten sind ferner noch von der Dauer und Stärke des Regens abhängig. Hierüber liegen aber noch sehr wenig genaue Beobachtungen vor. Es ist aber eine bekannte Tatsache, daß es bei anfänglich trockenem Boden eine Weile dauert, bis der Regenabfluß seine volle Stärke erreicht. Der Boden muß zuerst durchnäßt und die Unebenheiten ausgefüllt werden.

Diesem Umstand hat man auf Grund von Versuchen, welche in Mailand durchgeführt worden sind, in der Weise Rechnung tragen wollen, daß man die Abflußkoeffizienten noch mit einem *Korrektur-*

faktor $\sqrt[3]{\frac{h}{45}}$ multipliziert, wobei h die Regenhöhe bedeutet. Bei einer Regenhöhe von 45 mm, welche einem Starkregen von ungefähr einer Stunde entspricht, wird dieser Faktor gleich 1; d. h. der Abflußkoeffizient erreicht seinen richtigen Wert. Bei Regenhöhen unter 45 mm ist er kleiner, bei mehr als 45 mm größer.

Da bei Kanalisationsanlagen Fließzeiten über eine Stunde selten sind, bringt die Anwendung dieses Korrekturfaktors eine Reduktion der Abflußkoeffizienten oder, da statt der Abflußkoeffizienten auch die Regenintensitäten mit dem Korrekturfaktor multipliziert werden können, eine solche der Regenintensitäten. In Abb. 1 ist die durch den Korrekturfaktor bedingte Reduktion durch die Abflußintensitätskurve dargestellt.

Wenn auch die Abhängigkeit der Abflußkoeffizienten von der Regendauer und der Regenintensität außer Zweifel steht, so muß doch die Richtigkeit des obigen Korrekturfaktors als unsicher bezeichnet werden, solange nicht ausreichende Versuche an im Betriebe befindlichen Entwässerungsanlagen vorliegen. Es kann deshalb seine Verwendung, die mit einer starken Reduktion der Regenintensität verbunden ist, nur mit Vorsicht empfohlen werden.

Dem Umstand, daß es eine Weile dauert, bis der Regenabfluß seine volle Stärke erreicht, wird sehr oft auch in der Weise Rechnung getragen, daß man die in Betracht fallende Regendauer um 4—6 Minuten erhöht. Dadurch wird ebenfalls eine gewisse Reduktion der Regenintensität erzielt.

Damit sind die Grundlagen für die Berechnung der Abwassermengen gegeben.

Bei der *Bestimmung der größten Abwassermenge* hat man von folgender Ueberlegung auszugehen:

Zu Beginn eines Regens erhält ein Kanalstrang nur Wasser aus den zunächst liegenden Gebieten. Erst bei längerer Dauer des Regens fließt ihm auch Wasser aus weiter entfernten Gebieten zu. Für einen Punkt eines Kanalstranges ist daher diejenige Regendauer am ungünstigsten, welche wenigstens so groß ist wie die Durchflußzeit des Wassers vom Anfang des Gebietes bis zu dem betreffenden Punkt, weil in diesem Falle das ganze Gebiet Wasser liefert.

Mit Hilfe der aus den Längenprofilen sich ergebenden Gefällen wird die Durchflußgeschwindigkeit und damit die Durchflußzeit bestimmt, wobei natürlich nur diejenigen Kanalstrecken herangezogen werden dürfen, welche nacheinander, nicht aber gleichzeitig durchflossen werden. Aus der Regenkurve ergibt sich dann die der betreffenden Durchflußzeit entsprechende maximale Regenintensität. Bei größeren Gebieten ist dieselbe noch mit dem der Gebietsausdehnung entsprechenden Regendichtigkeitskoeffizient zu multiplizieren.

Für das gesamte oberhalb des Berechnungspunktes liegende Entwässerungsgebiet, welches sich gewöhnlich aus Teilgebieten mit verschiedenartiger Ueberbauung zusammensetzt, ergibt sich dann die durchlaufende maximale Wassermenge:

$$Q = Jr \cdot \xi \cdot \Sigma (F \cdot \varphi)$$

Die erste Berechnung ist meistens eine angenäherte, da die Durchflußgeschwindigkeit das erste Mal nicht genau bestimmt werden kann. Die zweite Berechnung liefert dann die genauen Werte.

(Schluß folgt.)