



## **Die Städtereinigung**

**Büsing, F. W.**

**Stuttgart, 1897**

3. Kap. Meteorwasser im allgemeinen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83772](#)

Bei der besonderen Sorgfalt, welche in Berlin auf die Straßenreinigung verwendet wird, kann die Menge von  $\frac{1}{5000}$  der aus den Kanälen u. s. w. direkt entfernten Schwebestoffe jedenfalls als ein Kleinstwert angesehen werden, der sich in andern Städten vielleicht auf das Anderthalb- oder auch Zweifache erhöht, d. h. auf  $\frac{1}{3333}$  bzw.  $\frac{1}{2500}$ . Legt man diese Zahlen zu Grunde, so würde sich das Volumen der mineralischen Stoffe auf  $\frac{1}{2000}$  bzw.  $\frac{1}{1667}$  und damit das Gesamtvolumen der Schwebestoffe auf  $\frac{1}{1090}$  bzw.  $\frac{1}{980}$  erhöhen, wofür in runden Zahlen  $\frac{1}{1100}$  bzw.  $\frac{1}{1000}$  gesetzt werden kann.

Zwar kommen nach der Tabelle auf S. 165 Kanalwasser mit höheren Anteilen von Schwebestoffen als den hier ermittelten vor, ebensowohl aber auch solche mit geringeren Anteilen. Da aber Feststellungen, die beim Betriebe von Kläranlagen zahlreich gemacht worden sind, öfters die Zahl  $\frac{1}{1500}$  oder  $\frac{1}{1400}$  ergeben sollen, kann man die Zahlen  $\frac{1}{1200}$  oder auch  $\frac{1}{1000}$  als gute Mittelwerte annehmen, die wahrscheinlich öfter unter- als überschritten werden. Der höchste Satz bei sehr stark verunreinigten Kanalwassern (etwa in Trennsystemen) mag  $\frac{1}{750}$  sein, der niedrigste, nur bei sehr hohem Wasserverbrauch und in Städten mit besonderem Reinlichkeitszustande der Straßen vorkommende, vielleicht  $\frac{1}{4}$  desselben =  $\frac{1}{3000}$ .

Die Menge der in gelöster Form in den Kanalwassern enthaltenen Verunreinigungen geht (Tabelle S. 165) im allgemeinen über die Menge der Schwebestoffe hinaus. Und während die Befreiung der Wasser von letzteren verhältnismäßig einfach zu bewirken ist, bietet die Entfernung der in Lösung befindlichen Stoffe, ja selbst nur eines gewissen Teils derselben, beträchtliche Schwierigkeiten.

Das Eingehen auf die Reinigungsverfahren der Abwasser und die nach den Verschiedenheiten derselben angezeigten Besonderheiten derselben wird aber einer späteren Stelle des Buches vorbehalten.

### 3. Kapitel.

#### Meteorwasser im allgemeinen.

§ 108. Die atmosphärischen Niederschläge erfolgen in der Hauptsache in Form von Regen, meist nebensächlich in Form von Schnee.

Ihre Messung geschieht an meteorologischen Stationen, denen, für den Zweck der Messung der Niederschläge allein, besondere Stationen in größerer Anzahl hinzutreten.

Der Dienst der Niederschlagsbeobachtungen ist verhältnismäßig jung. In

Preußen nimmt derselbe eine gewisse, doch geringe Ausdehnung erst vom Jahre 1847 an, wo das Meteorologische Institut gegründet und zunächst 35 meteorologische Stationen errichtet wurden. Weiterhin nahmen mehrere einzelne Persönlichkeiten und Vereine — größtenteils im Interesse landwirtschaftlicher Zwecke — die Aufgabe in die Hand und errichteten in gewissen Bezirken neben den öffentlichen eine Anzahl privater Stationen. Doch blieb das Netz der Stationen bis in die 80er Jahre hinein recht lückenhaft. Eine systematische Ergänzung brachte erst diese Zeit und der Anfang der 90er Jahre, nachdem im Jahre 1887 das 1847 gegründete preußische Meteorologische Institut reorganisiert worden und dabei in seinen Arbeitsplan die Errichtung eines ganz Norddeutschland umfassenden Netzes von Regenstationen aufgenommen worden war. In ähnlicher Weise wie in Preußen dürfte sich der Vorgang in den übrigen deutschen Staaten vollzogen haben; auch in Oesterreich ist man in gleicher Weise vorgeschritten. 1879 errichtete dort das Ackerbauministerium in forstlichem Interesse eine größere Anzahl von Regenstationen.

Es verdient Erwähnung, daß bis zur neueren Zeit bei den meteorologischen Beobachtungen auf die wichtigen Zwecke der Bautechnik Rücksicht kaum genommen wurde. Die Anregung dazu wird besonders einer Anzahl von Ueberschwemmungen verdankt, welche in der ersten Hälfte der 80er Jahre vielfach große Verheerungen und Zerstörungen bedeutender Teile des Nationalvermögens mit sich brachten. Bei Erörterung der Mittel gegen die Wiederkehr solcher Ereignisse kam in erster Linie die Mangelhaftigkeit der Unterlagen, welche von den meteorologischen Instituten zu liefern sind, zur Sprache. Hierdurch wurde eine Reorganisation dieser Institute angeregt, womit — als erster unter den deutschen Staaten — Baden (1883) vorgegangen ist. Erst 1887 folgte Preußen; 1893 ist in Oesterreich ein hydrographisches Zentralbureau errichtet worden.

Die kurze Mitteilung der geschichtlichen Thatsachen erfolgt an dieser Stelle teils zu dem Zwecke, um darin ein Moment für die Beurteilung des Wertes von betreffenden Angaben aus früherer Zeit zu liefern. Es mag zu demselben Zwecke sogleich hinzugefügt werden, daß die älteren Beobachtungen nicht mit Instrumenten gleicher Einrichtungen, noch auch im übrigen in übereinstimmender Weise ausgeführt worden sind, daher die genaue Vergleichbarkeit von betreffenden Zahlen zuweilen bedenklich ist. Eine gewisse Einheitlichkeit in diesen Dingen hat erst das Jahr 1873 gebracht, in welchem der erste — zu Wien abgehaltene — Meteorologenkongreß einige allgemeine Normen aufstellte.

Eine ausreichende Uebereinstimmung mit den Niederschlagsbeobachtungen in Deutschland weisen diejenigen in Oesterreich-Ungarn auf. Deutsche und österreichisch-ungarische Beobachtungsergebnisse, sowohl aus älterer als neuerer Zeit, sind daher als gleichwertig anzusehen.

Im Jahre 1893 bestanden im Königreich Preußen 1779 Stationen, an welchen laufend Niederschlagsbeobachtungen angestellt wurden, im Königreich Sachsen 236 und im Großherzogtum Baden 47 Stationen. In kleineren deutschen Staaten war in 1893 die Zahl der Beobachtungsstationen, deren Material von dem preußischen Meteorologischen Institut mit verarbeitet wird:

Braunschweig . . . . .	31	Schwarzburg-Rudolstadt . . . . .	8
Mecklenburg-Schwerin . . . . .	30	Lübeck . . . . .	7
Sachsen-Koburg-Gotha . . . . .	15	Schwarzburg-Sondershausen . . . . .	6
Anhalt . . . . .	13	Hessen . . . . .	5
Fürstentum Lippe . . . . .	11	Mecklenburg-Strelitz . . . . .	5
Oldenburg . . . . .	9	Bremen . . . . .	2
Sachsen-Meiningen . . . . .	9	Altenburg . . . . .	1
Sachsen-Weimar . . . . .	8	Schaumburg-Lippe . . . . .	1

Bis 1896 ist die Zahl der Stationen, deren Beobachtungsmaterial dem preußischen Meteorologischen Institut zugeht, auf 2020 gestiegen. In Preußen entfällt 1 Station durchschnittlich auf 196 qkm (Quadrat von 14 km Seitenlänge); in der Verteilung auf die einzelnen Gegenden kommen aber große Verschiedenheiten vor. Im norddeutschen Flachlande kommt 1 Station auf 250—350 qkm, in Landesteilen mit größeren Höhenunterschieden auf 80—100 qkm, endlich in Gebirgsgegenden auf 30—60 qkm. In den einzelnen Bezirken geringer Größe wechselt aber die Dichte des Beobachtungsnetzes in viel weiteren Grenzen als hier angegeben. In Baden entfällt 1 Station auf 306, in Sachsen schon auf 649 km.

In Oesterreich (ohne Ungarn) wurden 1893 die Beobachtungen von 660 Stationen veröffentlicht.

Es bedarf kaum der Hervorhebung, daß diese Ungleichheit in der Verteilung der Stationen in die Beobachtungsergebnisse ein Moment der Unsicherheit hineinträgt, indem es vom Zufall abhängig wird, ob in Gegenden, in denen das Netz der Stationen große Lücken aufweist, manche Niederschläge überhaupt zur Beobachtung gelangen, die in Gegenden mit dichtem Netz der Beobachtung nicht entgehen. Wenn beachtet wird, daß schwere Gewitterregen oft nur eine Ausdehnung von 10—20 qkm und weniger Ausdehnung erreichen, so ist klar, daß gerade solche Regen — denen für unsren Zweck die größte Bedeutung zukommt — vielfach unbeobachtet vorübergehen können. Dieser Fehler kann erst im Laufe einer sehr langen Reihe von Beobachtungsjahren zum Ausgleich gelangen.

Die Messung der Niederschläge erfolgt nur einmal täglich, und zwar morgens 7 Uhr. Das Ergebnis der Messung wird an den preußischen Stationen dem Messungstage selbst zugeschrieben, in Baden dem vorhergehenden Tage, so daß vielfach Nichtübereinstimmung zwischen dem Tage des Regenfalls und dem Tage der Messung bestehen wird. Dieser schwer vermeidliche Mangel an Beobachtungsergebnissen ist aber weniger ins Gewicht fallend als derjenige, daß man in den Meßzahlen nur das zusammengefaßte Ergebnis von 24 Stunden vor sich hat und keine Trennung nach einzelnen Perioden, in denen die Gesamtmenge gefallen ist, ausführen kann. Es pflegen freilich an vielen Stationen die Ergebnisse besonders heftiger Regenfälle von kurzer Dauer besonders gemessen zu werden; doch ist auch in diesem Falle keine Sicherheit dafür gegeben, daß alle derartigen Regenfälle zur besonderen Messung kommen. Zahlreiche Regenfälle von nicht außergewöhnlicher Heftigkeit, aber einiger Dauer — die für unsren Zweck gleichfalls große Bedeutung besitzen — bleiben unbeobachtet; jedenfalls gilt dies, wenn dieselben während der Nachtstunden niedergehen.

Regenmengen von einer gewissen unteren Grenze ab bleiben ungemessen. Bei den preußischen Stationen sieht man von der Messung aller Regen ab, die weniger als 0,2 mm Höhe geben. In Baden ist dagegen 0,1 mm als untere Grenze angenommen.

Einen großen Einfluß auf das Resultat der Niederschlagsmessungen üben Form und Aufstellungsweise der Instrumente\*). In Bezug auf beide Faktoren wird aber in neuerer Zeit eine möglichst weit gehende Uebereinstimmung, wenigstens an den einer Zentralstelle unterstellten Stationen angestrebt. Hinsichtlich der Form der Instrumente (Auffanggefäß) ist diese verhältnismäßig leicht zu bewirken, viel weniger leicht in Bezug auf die Aufstellungsweise derselben: ob in geschützter oder freier Oertlichkeit, in etwas größerer oder in geringerer Höhe über Erdgleiche.

Einige der Unsicherheiten in den Messungsergebnissen sind, wie man sieht,

\*) Vergl. u. a.: Hellmann, Bericht über vergleichende Beobachtungen an Regenmessern verschiedener Konstruktion in Groß-Lichterfelde. Berlin 1890.

bleibender Art; andre kommen in längerer Dauer der Beobachtung zum Ausgleich. Da aber in den jährlichen Niederschlagsmengen — und noch mehr in den auf kürzere Zeiträume entfallenden Mengen — an einem und demselben Ort große Ungleichheiten beobachtet werden — gegen den Jahresdurchschnitt 35 % und darüber weniger, und auch ebensoviel mehr, in dem Zeitraume von  $\frac{1}{4}$  Jahr Abweichungen vom Mittel von 100 % und darüber sowohl nach unten als nach oben — und da ferner in den Niederschlagsmengen eine gewisse Periodicität mit mehrjähriger Dauer der Perioden stattzufinden scheint, so ersieht sich, daß zuverlässige Zahlen nur aus langen Jahresreihen zu gewinnen sind. Reihen aus weniger als 20 Jahren können jedenfalls noch größere Unsicherheiten anhaften. Indessen spricht hierbei die Oertlichkeit, ob Küsten- oder Binnenland, ob Flach- oder Gebirgsland, ob Waldland, Ackerland, feuchtes Gebiet, oder Gebiet mit großen Wasserflächen, bedeutend mit. In rauen Berglagen werden Ungleichheiten viel stärker hervortreten als im gewöhnlichen Flachlande.

Wie die Niederschlagsmenge weist auch die zeitliche Verteilung derselben auf das Jahr große Ungleichmäßigkeiten für denselben Ort auf; auch für den Ausgleich dieser Unterschiede sind längere Jahresreihen als 20 erforderlich.

Meitzen\*) macht zu diesem Gegenstande folgende Angaben:

In 13 Städten, die in dem langen Landstrich von Trier über Berlin nach Königsberg i. Pr. verteilt liegen, wurden folgende größte Abweichungen von den Mitteln (Durchschnittszahlen) beobachtet:

Für die einzelnen Monate:

$$\text{April } \left\{ \begin{array}{l} - 86,5 \% \\ + 181,1 \% \end{array} \right.; \quad \text{Mai } \left\{ \begin{array}{l} - 78,8 \% \\ + 138,5 \% \end{array} \right.; \quad \text{Juni } \left\{ \begin{array}{l} - 76,9 \% \\ + 136,9 \% \end{array} \right.; \quad \text{Juli } \left\{ \begin{array}{l} - 78,4 \% \\ + 155,4 \% \end{array} \right.$$

$$\text{Für das ganze Jahr: } \left\{ \begin{array}{l} - 34,7 \% \\ + 35,0 \% \end{array} \right.$$

In der Periode von 40 Jahren kamen in der Provinz Posen als größte Jahresabweichungen vom Mittel sogar — 42,8 % und + 27,6 %, und an der einen Station Cleve in demselben Zeitraum — 39,9 % und + 39,8 % vor.

§ 109. Für den Zweck des vorliegenden Buches kommt der Summe der Jahresniederschläge an einzelnen Orten keine spezielle Bedeutung zu; es wird deshalb auch von der Mitteilung betreffender Einzelzahlen abgesehen. Für das Gebiet des preußischen Staates finden sich die betreffenden Zahlen, gut geordnet, in dem oben angeführten Werke von Meitzen, auf welches verwiesen wird. Nur einige allgemeine Andeutungen seien gegeben. Die Niederschlagshöhe wächst mit Annäherung an die Küste. Im oberen Binnenlande östlich der Elbe beträgt dieselbe wenig über 500 mm; nahe der Ostseeküste erreicht sie 600 mm; die holsteinische Ostküste hat 680 mm, die Westküste dagegen 750 mm Regenhöhe. Das Gebirgsland hat ebenfalls größere Regenhöhen als das binnennähere Flachland. Hier aber spielt der Umstand eine wesentliche Rolle, ob der Hang den regenreichen Winden zu- oder abgekehrt ist. Das Leinegebiet hat nur 550 mm Regenhöhe, dagegen das unmittelbar benachbarte Gebirge des Sollinger Waldes 850 mm. Die südöstliche bis nordöstliche Seite des Harzes, sowie die Thüringensche Berglandschaft haben nur 460 mm Regenhöhe; nur wenig entfernt davon, im Elbegebiet, erhebt sich die Regenhöhe auf 520 und 550 mm. In 600 m Meereshöhe hat der Harz auf der dem Ozean zugekehrten Seite 1400 mm Regenhöhe, ebensoviel als das von der See etwa 3mal so weit entfernt liegende Riesengebirge erst in 1600 mm Seehöhe erhält.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich auf landschaftliche Gebiete von größerer

\*) Meitzen, Der Boden und die landwirtschaftlichen Verhältnisse des preußischen Staats Bd. 5.

Ausdehnung, die schon dadurch eine gewisse Unabhängigkeit voneinander besitzen können. Aber auch Oertlichkeiten, die nur wenige Kilometer voneinander entfernt liegen, weisen beträchtliche Unterschiede in den Jahresregenhöhen auf. Um ein Beispiel anzuführen, sei mitgeteilt, daß zwei Stationen im Westen Berlins, von denen die eine in unmittelbarer Nachbarschaft der Spree und einer Waldlandschaft liegt, während die andre etwas entfernt von der Spree und frei liegt, gleichmäßig einen Unterschied der Jahresregenhöhe von etwa 100 mm aufweisen, obwohl die Entfernung zwischen beiden Stationen in der Luftlinie gemessen nicht mehr als 4 km beträgt.

Das Vorstehende genügt zum Erweise, daß selbst die Jahresregenhöhen, in welchen vermöge der Zeitdauer sich ein Ausgleich stark geltend macht, von rein örtlichen Besonderheiten bedeutend beeinflußt werden. Um wie viel stärker werden solche Einflüsse zur Geltung gelangen, wenn man kürzere Zeitperioden (Monate oder Wochen) in Betracht zieht! Es folgt daraus, daß die Uebertragung der an einer Regenstation ermittelten Niederschlagshöhen — handele es sich dabei um Jahre oder um kürzere Zeiträume — auf einen Ort, welcher von der Station nur 10 oder 20 km entfernt liegt, immer eine gewisse Vorsicht und Würdigung örtlicher Besonderheiten bedingt, wenn man nicht Gefahr laufen will, in größere Fehler zu verfallen\*).

Man mag ferner aus den vorstehenden Angaben den Schluß ziehen, daß die gegenwärtig noch herrschende Weitmaschigkeit in dem Netze der Regenstationen für die Zwecke städtischer Entwässerungsanlagen einen Mangel bildet, der sich unter Umständen sehr empfindlich geltend machen kann.

§ 110. Von mehr Interesse als die Jahresmenge der Niederschläge ist die Verteilung derselben auf kürzere Zeitabschnitte: zunächst Monate und Tage. Denn die Zerlegung in Teile gewährt einen gewissen Aufschluß darüber, zu welchen Zeiten Niederschläge erfolgen, auch Aufschluß über die sogen. Regenwahrscheinlichkeit, und daneben einen gewissen Einblick in die Art der Niederschläge, d. h. ob es sich vorwiegend um sogen. Gewitterregen mit kurzer Dauer aber großer Dichte (Intensität), oder um sogen. Landregen, welche länger anhalten, aber geringe Dichte haben, handelt. Sommerregen werden zumeist Gewitterregen sein, die Regenfälle zu andern Jahreszeiten vorwiegend der Klasse der Landregen zuzählen. Meitzen (a. a. O.) sondert die Beobachtungen von 40 Regenstationen, welche über das ganze preußische Staatsgebiet zerstreut liegen, in 8 Gruppen von möglichst übereinstimmendem Charakter und findet danach hinsichtlich der Regenverteilung auf die einzelnen Monate des Jahres folgende Zahlen.

Es fallen von der Regenmenge des Jahres Prozente im											
Dez.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.

Gruppe 1: Südwestdeutsche Landschaft (Birkenfeld u. s. w.).

Grenzen . .	9—14	5—11	6—8	7—8	4—6	6—8	7—10	9—10	8—9	7—9	10	8—11
Durchschn.	11,33	8,00	7,00	7,66	5,00	7,00	8,33	9,66	8,66	8,00	10,00	9,33

Gruppe 2: Holstein und Nordseeinseln.

Grenzen . .	9—11	6—8	6—8	6—7	4—6	5—7	5—9	8—10	11—12	11—12	9—14	9—11
Durchschn.	9,80	7,00	6,60	6,60	4,80	6,00	7,20	8,20	11,40	11,40	11,00	10,00

\* ) Vergl. u. a. in den Jahresberichten des Berliner Zweigvereins der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft, 1884 ff., worin über die „Ergebnisse eines in der Umgegend von Berlin eingereichten Regenfeldes“ Mitteilungen gemacht werden.

Es fallen von der Regenmenge des Jahres Prozente in												
Dez.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	
Gruppe 3: Nordseeküste.												
Grenzen . .	7—9	6—7	5—6	5—8	4—6	6—8	8—10	9—11	12	10—14	9—12	8—10
Durchschn.	8,20	6,40	5,80	6,40	5,20	6,40	8,80	10,00	12,00	10,40	11,20	9,00
Gruppe 4: Ostseeküste.												
Grenzen . .	7—9	5—8	5—7	5—7	4—7	7—9	9—11	9—12	12—14	8—13	7—9	7—10
Durchschn.	7,43	6,29	5,57	5,86	5,43	7,86	10,14	11,14	13,14	10,43	8,29	8,43
Gruppe 5: Nördlicher Teil von Mitteldeutschland (Berlin, Hannover, Frankfurt, Köln).												
Grenzen . .	7—9	7—8	5—7	6—7	6—7	8—9	10—12	11—13	10—11	7—8	8—8	8—9
Durchschn.	8,00	7,00	6,25	6,50	6,25	8,50	11,00	12,25	10,50	9,75	8,00	8,50
Gruppe 6: Westlicher Teil von Mitteldeutschland (Kreuznach, Marburg, Kassel)												
Grenzen . .	7—10	6—8	6	6—7	6—6	7—12	10—11	10—13	9—12	7—9	7—9	8—9
Durchschn.	8,66	7,33	6,00	6,33	6,00	9,00	10,66	11,66	10,00	8,00	8,00	8,33
Gruppe 7: Ebenes Mitteldeutschland vom Osten zum Westen (Halle bis Posen).												
Grenzen . .	5—6	5—6	5—6	6—7	6—9	7—10	11—15	12—15	10—14	7—10	6—8	6—8
Durchschn.	5,83	5,17	5,66	6,50	6,83	9,00	12,83	13,50	12,17	8,33	6,83	7,17
Gruppe 8: Harz und Riesengebirge.												
Grenzen . .	6—11	4—9	4—9	7—9	5—8	7—11	9—13	8—13	9—12	6—9	6—8	7—10
Durchschn.	8,43	6,29	6,71	8,00	6,71	8,00	10,71	11,43	10,29	7,71	7,29	8,43

Vermöge der in der Tabelle eingehaltenen Reihenfolge tritt die Verschiebung, welche in den „Regenmonaten“ nach den Besonderheiten der Landschaft stattfindet, deutlich hervor. Die südwestdeutsche Landschaft hat Winterregen, und zeichnet sich übrigens durch eine weitgehende Gleichmäßigkeit des Regenfalles der einzelnen Monate aus. — In den nördlichsten Gebietsteilen Deutschlands rückt die Regenzeit in den Herbst vor, erstreckt sich aber auch noch in den Sommer hinein; unter den einzelnen Monaten herrschen größere Verschiedenheiten. — Weiter gegen den Sommer hin verschieben sich an der Nordseeküste die Regenmonate (Gr. 3), und die Regenmenge, welche auf die einzelnen Monate trifft, ist oft ziemlich ausgeglichen. — Die Ostseeküste und der nördliche Teil von Mitteldeutschland (Gr. 4 und 5) haben ihre Regenzeit im Hochsommer; die Regenmengen der einzelnen Monate sind wenig ausgeglichen, woraus zu schließen, daß während in den Gr. 1—4 die Landregen vorherrschen, in den Gruppen 5 und 6 der Regen mehr als Gewitterregen fällt. — In dem größeren Teil von Mitteldeutschland (Gr. 6, 7, 8) beginnt die Regenperiode schon im Frühjahr mit dem Monat Mai und geht mit dem Sommer (August) aus; auch hier handelt es sich vorzugsweise um Gewitterregen, deren Maximum in den Monat Juli fällt.

Die Monatsmaxima bewegen sich meist zwischen 11 und 12 %, die Minima zwischen 5 und 6 %. Der dritte Teil des Jahres (Januar bis April) ist in ganz Deutschland relativ regenarm, ein zweites Drittel regenreich, nur ein Drittel erhält daher durchschnittliche Regenmengen.

§ 111. Ueber die Bedeutung, welche die vorstehend mitgeteilten Thatsachen für eine Reihe technischer Maßnahmen (die Straßenpflege u. s. w.) haben, geht die

Bedeutung einer andern Thatsache, der der Regenhäufigkeit, d. h. der mittleren Zahl der Tage mit Regenfällen in den einzelnen Monaten, noch hinaus. Hierzu seien folgende Zahlen als bloße Beispiele mitgeteilt:

Stadt	Es treffen Regentage auf die Monate												
	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Novemb.	Zusammen
Wien . . . . .	15	11	10	14	12	13	14	15	12	11	14	14	155
Heidelberg . . . . .	11	15	14	13	17	13	15	18	14	11	17	15	173
Köln . . . . .	12	10	10	11	10	11	11	12	11	9	11	11	130
Kassel . . . . .	—	—	—	15	10	13	12	16	14	13	15	—	166
Leipzig . . . . .	13	11	10	14	13	13	12	18	13	10	16	13	156
Berlin . . . . .	16	14	13	15	12	12	14	14	14	12	14	14	164
Breslau . . . . .	—	—	—	14	10	11	13	12	11	11	12	—	143
Hamburg . . . . .	20	17	13	15	14	16	15	13	17	17	19	20	196
Kiel . . . . .	—	—	—	17	12	14	14	18	18	18	20	—	203
Swinemünde . . . . .	—	—	—	15	10	13	13	17	16	14	17	—	178
Neufahrwasser (Danzig) . . . . .	—	—	—	16	11	12	13	15	15	13	15	—	168

200 Regentage und darüber im Jahr werden nur in westlich gelegenen Küstenplätzen Deutschlands beobachtet; im Binnenlande hält sich die Zahl der Regentage in der Nähe von 150.

Je größer die Zahl der Regentage, um so gleichmäßiger ist die Verteilung des Niederschlags über das Jahr, je größer die dauernde Einhaltung eines gewissen Durchschnittszustandes, der für viele Maßregeln der Technik günstig ist. Andrereits hat aber die größere Zahl der Regentage auch eine Vermehrung der Feuchtigkeit der Straßen, Höfe u. s. w., mithin auch verminderde Reinlichkeit und höheren Kostenaufwand für Reinhaltung der Straßen zur Folge.

§ 112. Aus der Zahl der Regentage eines Monats berechnet sich unter Zuhilfenahme der Regenhöhe desselben Monats ein Mittelsatz für die Niederschlagsmenge, die auf 1 Tag entfällt. Indem die Zahlen der Regentage in den einzelnen Monaten in viel engeren Grenzen schwanken als die Zahlen der Niederschlagsmengen, ersieht sich, daß die Regendichte in den einzelnen Monaten stark wechselt, etwas abgeschwächt auch nach den Jahreszeiten.

Nach Meitzen (a. a. O.) ergeben sich als Mittel aus den Regendichten eines Tages von 25 über das ganze preußische Staatsgebiet verteilten Regenstationen:

Dezember bis Februar (Winter) 3,22 mm; März bis Mai (Frühling) 3,58 mm; Juni bis August (Sommer) 5,48 mm; September bis November (Herbst) 4,12 mm.

Einen näheren Einblick in die Wechsel der Regendichte und die Häufigkeit, mit welchen gewisse Regendichten wiederkehren, gewährt das Beispiel Berlins. Aus der 44jährigen Beobachtungsperiode 1848—1891 entfallen auf 1 Jahr\*):

13,4	Tage mit Niederschlägen von	0,0— 0,2 mm Höhe
42,0	" "	0,3— 1,0 " "
70,0	" "	1,1— 5,0 " "
25,0	" "	5,1—10,0 " "

\*) Hellmann, Das Klima von Berlin. Abhandl. des Königl. Preuß. Meteorol. Instituts. Bd. 1, Nr. 4. Berlin.

7,0 Tage mit Niederschlägen von 10,1—15,0 mm Höhe  
2,8 " " " " 15,1—20,0 "

2,7 " " " " mehr als 20 mm Höhe  
1,4 " " " " 25 " "  
0,7 " " " " 30 " "

Nach Beobachtungen in Chemnitz während 1881—1886 entfallen dort auf 1 Jahr:

9 Tage mit Niederschlägen	> 15 mm in 1 Tag
5 " " "	> 20 " " "
3 " " "	> 25 " " "
2 " " "	> 30 " " "
1 " " "	> 35 " " "
1 " " "	> 40 " " "

und ebenso:

5 Tage mit Niederschlägen	> 10 mm in 1 Stunde
4 " " "	> 15 " " "
3 " " "	> 20 " " "
2 " " "	> 25 " " "
2 " " "	> 30 " " "
1 " " "	> 35 " " "

§ 113. Für den Betrieb einer Kanalisationsanlage ist es von Interesse, einige Kenntnis von der Dauer der Regen- und Trockenperioden zu besitzen, weil hiernach z. B. auf das Erfordernis künstlicher Spülungen der Anlage ein ungefährer Schluss gezogen werden kann. In Meitzen (a. a. O.) finden sich für zwei Stationen — eine im Westen: die Insel Borkum und eine im Osten: Breslau — die betreffenden Angaben zusammengestellt. Darnach gab es in der 10jährigen Beobachtungsperiode 1876—1885:

Regen auf 1 Tag beschränkt . . . . .	In Borkum	In Breslau
" an 2 aufeinander folgenden Tagen . . . . .	147	349
" " 3 " " . . . . .	109	143
" " 4 " " . . . . .	73	106
" " 5 " " . . . . .	49	42
" " 6 " " . . . . .	40	16
" " 7 " " . . . . .	29	14
" " 8 " " . . . . .	25	6
" " 9 " " . . . . .	14	4
" " 10 " " . . . . .	15	2
" " 11 " " . . . . .	5	0
" " 12 " " . . . . .	2	0
" " 13 " " . . . . .	8	3
" " 14 " " . . . . .	5	0
" " 15 " " . . . . .	2	0
" " 16—28 " " . . . . .	3	1
	8	0

In derselben 10jährigen Periode wie vor kamen Perioden ohne Niederschläge (Trockenperioden) vor:

Von 1tägiger Dauer . . . . .	In Borkum	In Breslau
" 2 " " . . . . .	217	232
" 3 " " . . . . .	106	156
" 4 " " . . . . .	66	79
" 5 " " . . . . .	42	64
" 6 " " . . . . .	28	50
" 7 " " . . . . .	21	20
	15	29

Von	Stägiger Dauer	In Borkum	In Breslau
9	"	16	13
" 10	"	2	11
" 11	"	5	7
" 12	"	6	7
" 13	"	4	4
" 14	"	3	6
" 15	"	2	1
" 16	"	1	1
" 17	"	1	1
" 20	" u. länger. Dauer	0	4

Eintägige Regenfälle und solche, die sich 2 oder 3 Tage hintereinander wiederholen, sind also im Osten bei weitem häufiger als im Westen. Bei Regenfällen, die sich über eine vier- und mehrtägige Periode erstrecken, kehrt sich das Bild jedoch um; solche sind im Westen die häufiger. Dreiwöchentliche Regenperioden kommen im Osten überhaupt nicht vor, im Westen nicht selten.

Bei den Trockenperioden herrscht zwischen Westen und Osten kein so großer Unterschied wie bei den Regenperioden, wenigstens nicht in denjenigen von kürzerer Dauer. Indessen sind Trockenperioden von längerer Dauer im Osten häufiger als im Westen. Solche von 10 Tagen Dauer bis 25 Tage kamen in dem zu Grunde liegenden Zeitraum im Osten 32mal, im Westen dagegen nur 23mal vor.

Wird das Gebiet des preußischen Staates als Ganzes genommen, so übertrifft nach der Tabelle S. 175 die Zahl der Tage ohne Niederschlag diejenige mit Niederschlag; doch ist (nach Meitzen) bei Perioden von 2—4 Tagen Dauer die größere Wahrscheinlichkeit auf Seiten solcher mit Niederschlag, eine Thatsache, die freilich aus den beiden letzten Tabellen nicht gefolgert werden kann.

Einen tieferen Einblick in die Dauer von Perioden ohne Niederschläge, bzw. mit sehr geringen Mengen solcher, kann man aus den Veröffentlichungen des preußischen Meteorologischen Instituts (Berlin, Asher) für das Jahr 1893 entnehmen; in diesem Jahre wurden Trockenperioden von so langer Dauer beobachtet, wie seit 1848 nicht vorgekommen waren. Am angeführten Ort werden als Dauerperioden solche Zeiträume bezeichnet, in denen kein meßbarer Niederschlag (weniger als 0,2 mm) fällt. Aus praktischen Gründen nimmt man etwa 14 Tage als untere Grenze einer Dauerperiode an. Dauert die Periode länger als 14 Tage, so bezeichnet man dieselbe als Trockenperiode, in die indessen auch noch Tage mit sehr geringfügigem — noch meßbarem — Niederschlag eingerechnet werden.

Nach dieser Einteilung tritt eine Dauerperiode in dem nordöstlichen Teile von Preußen durchschnittlich alle 2 Jahre ein, im Südwesten (Westfalen und Rheinland) dagegen in 2 Jahren je 2—3; die mitteldeutsche Landschaft nimmt Zwischenstellungen ein. Dauerperioden von 3wöchentlicher Dauer kamen im nordöstlichen Deutschland 1mal in je 15 Jahren, in Rheinland dagegen alle 3—4 Jahre vor. Die absolut längsten Dauerperioden bewegten sich in den Grenzen zwischen 24 und 37 Tagen. An den preußischen Stationen und denjenigen der benachbarten obengenannten kleineren Staaten, im ganzen an 1939 Stationen, wurden im Jahre 1893 1599 Trockenperioden beobachtet. Davon umfaßten:

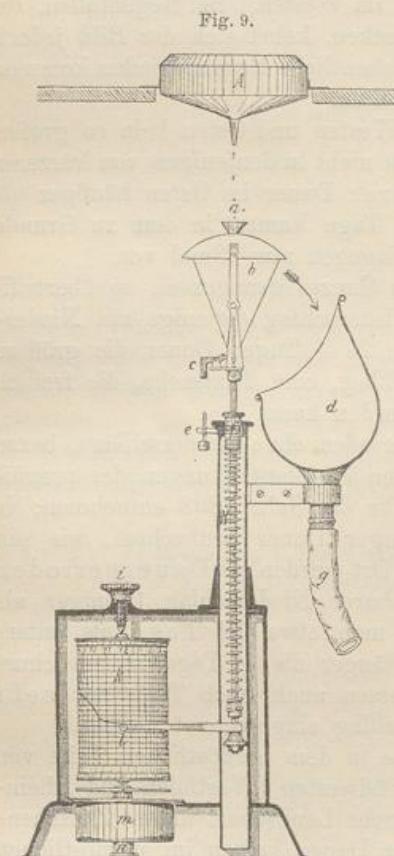
92 =	5,75 %	die Dauer von	15—30 Tagen
368 =	23,00	"	30—40 "
666 =	41,65	"	40—50 "
336 =	21,00	"	50—60 "
51 =	3,19	"	60—70 "
54 =	3,38	"	70—80 "
0 =	0,00	"	80—90 "
31 =	1,97	"	90—100 "
1 =	0,06	"	über 100 "

Die minder langen Perioden entfallen auf das Gebiet östlich der Oder, die langen, teilweise 10 Wochen und darüber dauernden, auf das südwestliche Deutschland. Trockenperioden von 6—7 Wochen Dauer waren die häufigsten.

Genaueres zur Sache ist in der angegebenen Quelle nachzusehen.

§ 114. Die in den § 109—112 enthaltenen Mitteilungen befassen sich mit demjenigen, was allen Niederschlägen gemeinsam ist; sie gehen auf Niederschläge, welche der Wassermenge nach, die sie in kurzer Zeit liefern, als „außergewöhnliche“ bezeichnet werden müssen, nicht ein. Je nachdem man die Grenze mehr oder weniger weit nach unten legt, kann man Niederschläge hierher rechnen, die in 1 stündiger Dauer 10 mm Regenhöhe und darüber ergeben, bzw. ergeben würden, wenn die Dauer des Niederschlags die Zeitspanne von 1 Stunde erreicht hätte; letzteres ist für außergewöhnlich heftige Niederschläge in der Regel nicht der Fall. Regenfälle solcher Art kommen kaum anders als in der Form von Gewitterregen vor; bei außergewöhnlicher Schwere werden Gewitter vom Volksmunde als „Wolkenbrüche“ bezeichnet.

Sichere Angaben über außergewöhnliche Niederschläge sind in der Literatur nur spärlich zu finden; die Unsicherheit bezieht sich insbesondere auf die Dauer solcher Niederschläge. Letztere liegt in der Beobachtungsweise, die nur auf die einfache Feststellung von Tagessummen eingerichtet ist, und es im allgemeinen dem guten Willen des Beobachters überlässt, auch zwischenzeitliche, mit Mühe verbundene Feststellungen zu machen. Diese Lücke der Beobachtungen würde mit Sicherheit auch nur durch die allgemeine Einführung selbstregistrierender Regenmesser auszufüllen sein, die bei den großen Kosten solcher Apparate bisher nur ausnahmsweise angewendet werden.



gefäß (von 250 qcm Größe), aus welchem der Niederschlag in ein Kippgefäß *b* entleert wird. Letzteres fasst genau 500 ccm Wasser, unter dessen Gewicht es sich so weit senkt, bis ein kleiner Kniehebel *c* eine Schraube *e* berührt, und dadurch das Ausschütten des Wassers in ein seitlich aufgestelltes Gefäß *d* bewirkt. Das Kippgefäß stützt sich auf eine Spiralfeder, die ihrerseits einen Arm auf und nieder bewegt, der einen Schreibstift *l* trägt. Jedes Ausgießen der Kippsschale wird durch den Stift auf einem Papierbogen (als senkrechte Linie) verzeichnet, der um eine Trommel gelegt ist, die durch ein Uhrwerk beständig in Drehung erhalten wird. Der Abstand je zweier Striche markiert daher die Zeit, welche zwischen zwei Ausgüssen der Kippsschale verflossen ist, und gibt Auskunft nicht nur über die Gesamtmenge, sondern auch über die — wechselnde — Intensität des Niederschlags.

Beides: Gesamtmenge und Intensität eines Regenfalles sind für die Technik von großer Wichtigkeit; diese kann daher nur wünschen, daß als Ziel die allgemeine Verwendung von selbstregistrierenden Regenmessern verfolgt werde.

In etwas gemildertem Sinne können als außergewöhnliche Niederschläge auch noch solche bezeichnet werden, die während eines Tages die Regenhöhe von 20 mm und darüber ergeben; die Zurechnung zu den außergewöhnlichen Niederschlägen rechtfertigt sich durch den Umstand, daß es sich dabei in der Regel nicht um eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung auf die Dauer des ganzen Tages handelt, sondern der Hauptteil des Niederschlags in einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum — einige Stunden — fällt.

Es liegt über außergewöhnliche Niederschläge eine Sonderveröffentlichung von Hellmann\*) vor, die Mitteilungen über größere Niederschläge sowohl eines Monats, als eines Tages, als auch kürzerer Zeiträume (Stunden) enthält und sowohl bezügliche Beobachtungen aus ganz Deutschland, als auch aus Oesterreich-Ungarn berücksichtigt.

Was Zahlen für einzelne Orte betrifft, so ist auf die angegebene Quelle zu verweisen; hier kann im allgemeinen nur auf die Gesamtergebnisse und die Schlusfolgerungen, die sich aus dem zusammengestellten Material ziehen lassen, eingegangen werden.

§ 115. In der 36jährigen Periode 1848—1883 wurden an 42 preußischen Stationen, die sämtlich im Flachlande liegen, die größten täglichen Niederschlagshöhen in den Grenzen von 46—116 mm liegend gefunden; am häufigsten sind unter den Maxima Werte zwischen 60 und 70 mm vertreten. Wenn man die Mittelzahlen aus den für jede Station (bis 1883) gefundenen größten Regenhöhen berechnet, so bewegen sich diese in den Grenzen 25 und 51 mm; am häufigsten treten Werte zwischen 30 und 40 mm auf. Es läßt sich danach sagen, daß im ebenen Norddeutschland das mittlere Tagesmaximum der Regenfälle von 30—40 mm beträgt und der wahrscheinliche Wert desselben 35 mm ist.

Viel größer sind die möglichen Tagesmaxima. Hellmann (a. a. O.) folgert aus dem beigebrachten Material, daß im ebenen Norddeutschland überall ein Tagesmaximum von mindestens 100 mm gewärtigt werden muß, und daß im gebirgigen Norddeutschland häufig eine Erhöhung auf 150 mm erwartet werden kann.

Im Harz ist (1855) ein Tagesregenfall von 248 mm, im Riesengebirge sind (1887) an mehreren Stationen Niederschläge, die zwischen 227 und 241 mm wechselten, festgestellt worden. Meitzen (a. a. O.) gibt für 17 preußische Stationen die Maxima der täglichen Regenhöhen zu 32—115 mm an und für 7 Stationen die in der Dauer von nur  $12\frac{1}{2}$  Stunden gefallenen Regenhöhen zu 60—127 mm.

Aus dem Jahre 1892 liegt eine Beobachtung vor, daß schwere Regenfälle mehrere Tage hintereinander wiederkehren. An zwei ostpreußischen Stationen fielen in den 4 Tagen 19.—22. Juli nacheinander:

Engelstein . . .	51,3 — 27,5 — 74,0 — 25,0 mm,	zusammen 177,8 mm Regen
Labracken . . .	30,9 — 35,5 — 76,0 — 24,6 ,	167,0 " "

Dieser sehr außergewöhnliche Regenfall erreichte auch eine ganz außergewöhnliche Ausdehnung, indem er sich fast über die ganze Provinz Ostpreußen (37 000 qkm Größe) ausbreitete; an einer Anzahl Stationen blieben die Regenmengen nicht weit hinter den oben mitgeteilten zurück. (Vergl. Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen im Jahre 1892. Veröffentlichungen des K. Preuß. Meteorolog. Instituts. Berlin 1894.)

Wenn man die größten Regenmengen eines Tages auf die 24 Stunden desselben gleichmäßig verteilt, so ergeben sich, unter Annahme von 100 mm Niederschlag,

\*) Hellmann, Größte Niederschlagsmengen in Deutschland u. s. w. Separatabdruck aus der Zeitschr. des Kgl. Preuß. Statist. Bureaus. Jahrg. 1884. Berlin 1884.

pro Stunde Regenhöhen von etwa 4 mm. Das ist eine Höhe, die von Landregen gewöhnlicher Dichte auch kaum erreicht zu werden pflegt, daher etwa die untere Grenze außergewöhnlicher Niederschläge kürzerer Dauer bezeichnet. Gerade die heftigeren Niederschläge kürzerer Dauer sind es aber, nach welchen die Abmessungen aller Hauptteile einer Kanalisationsanlage festgelegt werden; es ist deshalb notwendig, auf diese Art von Niederschlägen etwas näher einzugehen.

Einerlei, um welchen Ort es sich handelt, so kommen derartige Niederschläge — fast immer Gewitterregen — nur mehr oder weniger selten vor, um so seltener, je heftiger sie sind, d. h. je mehr Regen in kurzer Zeit, oder, genauer, eine je größere Regenhöhe dieselben in der Zeiteinheit liefern. Die heftigsten Regen dieser Art dauern erfahrungsmäßig, mit seltenen Ausnahmefällen, nicht länger als Bruchteile einer Stunde, während die weniger heftigen sich über mehrere Stunden erstrecken können. Diese Verschiedenheit gibt ein gut passendes Einteilungsmerkmal ab.

Bisher war es meist gebräuchlich, die Regendichte durch Zurückführung auf die Stunde als Einheit auszudrücken, auch bei denjenigen Regenfällen, die nur Bruchteile einer Stunde dauern. Es leuchtet ein, daß dies Verfahren Bilder liefern kann, welche sich von der Wirklichkeit allzuweit entfernen, und es scheint das neuere Verfahren von Hellmann passend gewählt, der für die Regen kürzerer Dauer die Minute als Zeiteinheit annimmt. Hellmann ordnet alle Regenfälle in 8 Gruppen ein, und zwar bezw. Regen von 1—5, 6—15, 16—30, 31—45, 46—60 Minuten, 1 St. 1'—2, 2 St. 1'—3 und mehr als 3 Stunden Dauer. Indem er aus den Beobachtungen an den preußischen Stationen in den 3 Jahren 1891—1893 aus jeder der 8 Gruppen die Regenfälle größter Intensität aussonderte, und danach bezw. 374, 398 und 464, insgesamt also 1236 Regenfälle in Betracht zog, ergab sich folgende Regendichte:

Regendauer	Millimeter Regenhöhe in 1 Minute			
	1891	1892	1893	alle 3 Jahre zusammen
1—5 Minuten . . . . .	3,90	1,32	3,52	3,49
6—15 , , , , ,	2,13	1,37	2,36	2,11
16—30 , , , , ,	2,09	1,00	1,27	1,52
31—45 , , , , ,	1,07	0,90	0,82	0,92
46—60 , , , , ,	1,06	0,73	0,69	0,83
1 Stunde 1 Minute bis 2 Stunden . .	0,55	0,91	0,80	0,80
2 Stunden 1 Minute bis 3 Stunden . .	0,52	0,46	0,40	0,47
3 „ 1 „ und mehr . . .	0,29	0,25	0,30	0,28

Aus einer größeren Anzahl anderweiter Beobachtungen, zusammen 105, worunter auch die von Hellmann in der oben erwähnten Sonder-Veröffentlichung mitgeteilten einbegriffen sind, konnte Verfasser folgende Reihe berechnen:

Regendauer	Regenhöhe in 1 Minute
6—15 Minuten	1,50 mm
16—30 "	1,08 "
31—45 "	0,60 "
46—60 "	0,74 "
1 Stunde 1 Minute bis 2 Stunden	0,47 "
2 Stunden 1 Minute bis 3 Stunden	0,35 "
3 „ 1 „ 5 „	0,21 "
5 „ 1 „ 10 „	0,16 "
über 10 Stunden	0,11 "

Die Reihen weisen hinreichende Regelmäßigkeit auf; die letzte liefert aber erheblich kleinere Werte als die andern. Man ersieht aus den Reihen, daß mit der längeren Regendauer die Regendichte stark abnimmt, daß die allerkürzesten, nur ein paar Minuten dauernden Regen bis 4 mm Regenhöhe in 1 Minute ergeben können, solche bis 15 Minuten bis 2,5 mm, solche bis 30 Minuten bis 2 mm, solche bis 1 Stunde aber nur noch bis 1 mm. Regen von ein paar Stunden Dauer bringen es nicht mehr auf 1 mm Höhe und solche von 5 Stunden Dauer höchstens auf 0,25 mm. Diese Zahlen sind aber Durchschnittszahlen, von denen selbstverständlich in ganz außergewöhnlichen Fällen nach oben hin noch Abweichungen stattfinden.

Entsprechend dem allgemeinen Charakter der Zahlen muß man die That-sache beachten, daß in kürzeren Zeitabschnitten als den oben angenommenen die Regendichte wesentliche Abweichungen von den mitgeteilten Durchschnitten aufweisen wird, und um so größere, je größer die Regendauer ist. Um eine klare Anschauung zu gewinnen, kann man einen Regenfall von stark wechselnder Dichte in mehrere einzelne Fälle zerlegen, von denen jeder seine besondere Dichte hat. Wenn z. B. in einem längeren Regenfall geringer Dichte ein kurzer Abschnitt mit großer Dichte vorkommt, so bietet dies Verfahren das einzige Mittel, um festlegen zu können, ob dieser Regen im stande war, eine Ueberfüllung der Kanäle hervorzurufen oder nicht.

Es ist nun in zahlreichen Fällen beobachtet worden, daß, bei nur einiger Dauer eines Regens, die größte, in einem kürzeren Zeitabschnitt stattfindende Regendichte etwa das Zweieinhalbfaeche der durchschnittlichen Regendichte erreicht. Bei einem 1stündigen Regenfall, der die durchschnittliche Dichte = 0,8 mm in 1 Minute erreicht, würde hiernach die größte, vielleicht nur während einiger Minuten stattfindende Dichte bis  $2,5 \cdot 0,8 = 2,0$  mm in 1 Minute sich ergeben können, bei einem 30 Minuten dauernden sogar bis  $2,5 \cdot 1,5 = 3,75$  mm. An den preußischen Stationen sind in den Jahren 1891 und 1892 tatsächlich Regendichten in 1 Minute beobachtet worden von bzw. 2,32 mm, 2,50 mm, 2,60 mm, 3,52 mm während 5 Minuten Dauer, und 2,32 mm, bzw. 3,90 mm während 3 Minuten Dauer. Mit der Dauer des Regenfalls erhöht sich der Unterschied zwischen der durchschnittlichen und der größten Regendichte bedeutend; man darf demzufolge die oben angegebene Zahl  $2\frac{1}{2}$  nur bei Regenfällen, die bloß eine gewisse mäßige Zeidauer erreichen, anwenden; wahrscheinlich ist 1 Stunde als obere Grenze der Anwendungsfähigkeit anzusehen.

Zum Erweis dieser Thatsache kann das Beispiel eines Regenfalles dienen, der am 3. Juni 1878 in Zürich niederging und bei 11 Stunden Dauer durchschnittlich 0,15 mm Regenhöhe in 1 Minute ergab. Dagegen fielen während der Zeidauer von 30 Minuten 0,85 mm in 1 Minute und in nur 10 Minuten Dauer 1,27 mm minutlich. Hiernach würde die obige Verhältniszahl bzw.  $5\frac{1}{2}$  und bzw.  $8\frac{1}{2}$  gewesen sein, während wenn man 30 Minuten als Dauer des heftigen Regens auffasst, sich das Verhältnis  $= 1,27 : 0,85 = 1,5$  ergeben würde.

Es ist versucht worden, die Beziehungen, welche zwischen der größten Regendichte und der Zeidauer eines Regenfalles stattfinden, in einer mathematischen Formel zum Ausdruck zu bringen; solche Versuche sind namentlich von amerikanischen Ingenieuren gemacht worden\*). Der einfachste, aber, wie man sieht, nur sehr rohe Ausdruck hat die Form:

$$D_m t = a,$$

und es bezeichnen in derselben  $D_m$  das Maximum der Regendichte,  $t$  die Zeidauer des Regens,  $a$  eine Konstante, deren Wert den örtlichen Verhältnissen zu entnehmen

\*) Kuichling, Report on the proposed Trunk-Sewer for the East-Side of the City of Rochester. Rochester 1889.

ist. Größere Annäherungen an die Wirklichkeit als diese Formel, in welcher  $D_m$  in demselben Verhältnis abnimmt, als  $t$  zunimmt, wird folgende Formel ermöglichen:

$$D_m = b - ct,$$

worin zwei Konstanten  $b$  und  $c$  vorkommen, deren Wert aus Beobachtungen einer größeren Anzahl von Fällen entnommen werden muß.

Es erscheint nicht zulässig, von Formeln, die auf rein lokalen Verhältnissen sich aufbauen, in andern Orten mit abweichenden Verhältnissen Gebrauch zu machen.

§ 116. Wie heftige Regenfälle nur beschränkte Dauer erreichen, so pflegen dieselben auch nur eine beschränkte räumliche Ausdehnung zu erreichen. Zu diesem Punkte liegt aber Beobachtungsmaterial bisher erklärlicherweise nur sehr spärlich vor. Was vorhanden ist, erweist, daß sehr heftige Regenfälle sich auch über weite Gebiete erstrecken können. Ein derartiger Fall ist bereits S. 179 erwähnt worden. Wie aber die Dichte eines und desselben Regens zeitlichen Wechsels unterworfen ist, so auch örtlichen. Immer bilden sich sogen. Regenzentren, in deren Umgebung die Regendichte diejenige in der weiteren Umgebung um ein Mehr oder Weniger übertrifft. Das Gebiet der größten Dichte ist immer von beschränkter Ausdehnung. Es kann, wie vielfache Beispiele lehren, auf ein paar hundert Hektaren beschränkt bleiben. Kuichling teilt ein paar andre mit\*).

Ein Regen am 3. und 4 Oktober 1869 lieferte:

203 mm Regenhöhe auf einem Gebiet von	$105 \times 45 = 4725$ qkm
228 " " " " "	$80 \times 34 = 2720$ "
254 " " " " "	$55 \times 24 = 1320$ "
280 " " " " "	$32 \times 14 = 448$ "

Ein anderer Regen vom 10.—14. Februar 1886 ergab:

100—127 mm Regenhöhe auf einem Gebiet von	7120 qkm
152—178 " " " " "	3880 "
203 " " " " "	1940 "

Mit der Regendichte wird das Regengebiet enger. Da nun mit der Dichte die Regendauer abnimmt, ist zu folgern, daß Regen von kürzerer Dauer auch kleinere Ausdehnung haben. Je größer die Regendichte und je kleiner die Zeitdauer eines Regenfalls, um so kleiner wird das Gebiet sein, über welches derselbe sich erstreckt. Kuichling glaubt nach einigen Beobachtungen, daß Regen von 15 Minuten Dauer sich über ein Gebiet von 15 qkm (1500 ha) verbreiten können, eine Annahme, für die nach Beobachtungen auch in Deutschland einige Wahrscheinlichkeit besteht, von der aber auch große Abweichungen möglich sind. Es kommen Regenfälle kürzester Dauer vor, deren räumliche Ausdehnung nicht über einige wenige Quadratkilometer hinausreicht. Der Sicherheit wegen wird jedoch anzunehmen sein, daß, abgesehen von den Gebieten, welches Großstädte bedecken, selbst kleine heftige Regenfälle sich über das ganze Entwässerungsgebiet ausbreiten werden.

§ 117. Auch was die Häufigkeit schwerer Regenfälle betrifft, ist das vorliegende Material recht lückenhaft, besonders aus dem Grunde, daß Regenfälle, die während der Nachtstunden vorkommen, in der Regel nicht bemerkt werden und andere, die tagsüber vorkommen, absichtlich, oder weil kein Zwang vorliegt, als besonders schwere vermerkt worden. Nur unter einem entsprechenden Vorbehalt erfolgt daher

\* ) The Post Express. Rochester 1869.

hier die Mitteilung von einigen betreffenden Zahlenreihen; vorangestellt sind diejenigen Zahlen, welche von dem preußischen Meteorologischen Institut während des 3jährigen Zeitraumes 1891—1893 festgestellt worden sind.

Im ganzen handelt es sich in dem gesamten Beobachtungsgebiet (vergl. die Angaben über die Zahl der Regenstationen auf S. 170) um 1236 Fälle. Bei der Gliederung derselben nach der Regenhöhe erhält man folgende Zahlen:

Nr.	Regenhöhe pro		Zahl der Fälle	Prozent- satz	Bemerkungen
	Minute	Stunde mm			
1	0,08—0,16	4,8—9,6	196	15,86	Nur die Regenfälle bis höchstens einschließlich Nr. 8 erreichen die Dauer von 1 Stunde; stärkere sind von kürzerer Dauer.
2	0,17—0,25	10,2—15,0	218	17,65	
3	0,26—0,33	15,6—20,0	211	17,08	
4	0,34—0,42	20,4—25,2	188	15,21	
5	0,43—0,50	25,8—30,0	115	9,30	
6	0,51—0,58	30,6—34,8	74	5,98	
7	0,59—0,67	35,4—40,2	50	4,04	
8	0,68—0,75	40,8—45,0	36	2,92	
9	0,76—0,83	—	34	2,75	Regenfälle von 0,75—1,50 mm
10	0,84—0,91	—	27	2,19	Höhe (Nr. 9—17) pro Minute
11	0,92—1,00	—	22	1,78	dauern von $\frac{1}{4}$ —1 Stunde.
12	1,01—1,08	—	10	0,89	
13	1,09—1,17	—	11	0,89	
14	1,18—1,25	—	6	0,49	
15	1,26—1,33	—	4	0,32	
16	1,34—1,41	—	6	0,49	
17	1,42—1,50	—	4	0,32	
18	1,51—1,59	—	4	0,32	Die noch stärkeren Regenfälle
19	1,60—1,67	—	4	0,32	(Nr. 18—20) gehen in der Zeit-
20	1,68—2,00	—	3	0,24	dauer von 15 Minuten bis auf
21	2,01—2,33	—	7	0,57	3 Minuten herab.
22	2,34—2,67	—	3	0,24	(Vergl. die Tabelle S. 180).
23	2,67—3,90	—	3	0,24	

Man ersieht aus der Zusammenstellung, daß die Regen mit der Zeitdauer bis etwa 1 Stunde 88% aller Fälle, die schwersten, weniger als 1 Stunde dauernden Regenfälle daher nur 12% aller Fälle ausmachen; letztere Fälle sind, entsprechend, nur selten zu erwarten, während auf häufigere Wiederkehr von Fällen, welche unter die 88% zählen, gerechnet werden muß. Aus dem veröffentlichten Material läßt sich ein ganz sicheres Bild von dieser Häufigkeit zwar nicht gewinnen, doch ein ungefähres. Denn die Tabelle ergiebt, daß unter 1236 Fällen zu erwarten sind bezw. entsprechend folgende Wahrscheinlichkeiten für die Erwartungen bestehen:

611 Fälle mit mehr als 20 mm Regenhöhe	$= \frac{611}{1236}$	0,4943
423 "	25	0,3422
308 "	30	0,2492
234 "	35	0,1893
184 "	40	0,1489
148 "	45	0,1197
114 "	50	0,0922
87 "	55	0,0704
95 "	60	0,0526
55 "	65	0,0445

44 Fälle mit mehr als	70 mm Regenhöhe	$= \frac{611}{1236}, 0,0356$
38 "	75	0,0307
34 "	80	0,0275
28 "	85	0,0227
24 "	90	0,0124
20 "	95	0,0162
16 "	100	0,0129
13 "	120	0,0105
6 "	140	0,0049
3 "	160	0,0024

Wahrscheinlichkeit

Wenn man nun die jedenfalls für das Flachland der Wirklichkeit nahe kommende Annahme macht (vergl. Angaben S. 175, 176), daß ein Regenfall von über 20 mm in 1 Jahre  $2\frac{1}{2}$  mal zu erwarten ist, so würden sich nach den obigen Wahrscheinlichkeiten die zu erwartenden Häufigkeiten schwerer Regenfälle wie folgt ergeben:

Mit mehr als	20 mm in 1 Jahr	2,50 oder in	2 Jahren	5
" " "	25	1,71	3	5
" " "	30	1,25	4	5
" " "	35	0,95	1	1
" " "	40	0,75	4	3
" " "	45	0,60	3	2
" " "	50	0,46	2	1
" " "	55	0,35	3	1
" " "	60	0,26	4	1
" " "	65	0,22	5	1
" " "	70	0,18	6	1
" " "	75	0,15	7	1
" " "	80	0,14	7	1
" " "	85	0,11	9	1
" " "	90	0,10	10	1
" " "	95	0,08	12	1
" " "	100	0,06	17	1
" " "	120	0,05	20	1
" " "	140	0,02	50	1
" " "	160	0,01	100	1

Selbstverständlich können die Zahlen ihrer Herleitung nach kein überall zutreffendes Bild gewähren, jedenfalls nicht für Gebirgslandschaften und Gegenden in der Nähe derselben; für das deutsche Flachland aber dürften sie einigermaßen zutreffend sein. Vereinzelt mögen die Häufigkeiten schwerer Regenfälle allerdings größer sein, als die Zahlen angeben; dem stehen aber auch Gegenden gegenüber, in denen die Häufigkeiten geringere sind.

Als Bestätigung können nachfolgende weitere Zahlenangaben dienen:

Unter 185 größeren Regenfällen, die von Kuichling (a. a. O.) in Betracht gezogen wurden, waren:

131 = 70,81 %, welche	6,3 mm	Regenhöhe in 1 Stunde ergaben, bezw. ergeben haben würden.
18 = 9,73 "	8,5 "	
9 = 4,86 "	10,2 "	
7 = 3,78 "	12,7 "	
8 = 4,32 "	15,2 "	
10 = 5,41 "	17,0—23,0 mm	
2 = 1,09 "	25,4—38,6 "	

Ein gewisses Bild von der Häufigkeit, mit welcher schwere Regenfälle an einzelnen Orten wiederkehren, gewähren folgende Angaben:

In Stettin ergaben sich aus einer 15jährigen Beobachtungsreihe in 1 Jahr 5,33 Tage mit einer Regendiftichte von mehr als 13 mm. — In Köln ermittelte man

aus einer 33jährigen Beobachtungsreihe, daß im Jahre auf 2,2 Tage, an welchen mehr als 20 mm Regen fallen, zu rechnen ist. An 0,8 Tagen in 1 Jahr betrug die stündliche Regenhöhe mehr als 20 mm, an 0,42 Tagen mehr als 25 mm, an 0,4 Tagen 0,30 mm und an 0,125 Tagen 40 mm.

Kuichling teilt mit, daß unter 324 stärkeren Regenfällen, die in 40 aufeinander folgenden Jahren niedergingen, sich befanden:

3	mit Regenhöhen von 50 mm in 1 Stunde, also 0,075 Fälle in 1 Jahr.
6	" " " 38 " " " 0,150 " " "
11	" " " 25 " " " 0,275 " " "

§ 118. Da die Regenhöhe von 1 mm auf 1 qm Fläche die Wassermenge von 1 l darstellt, so ergiebt dieselbe Höhe für 1 ha die Wassermenge von 10 cbm. Bei schweren Regenfällen können daher auf 1 ha in der Dauer von 1 Minute (vergl. Tabelle S. 180) von etwa  $1,0 \cdot 10 = 10$  bis  $4,0 \cdot 10 = 40$  cbm Wasser auf 1 ha niedergehen, oder sekundlich 17—66,7 l. Für 100 ha, die ein nur kleines Stadtgebiet darstellen, ergiebt das 1,7—6,7 cbm Wasser, eine Menge, derer unterer Grenzwert schon einen Kanalquerschnitt von nicht unter 1 qm Größe erforderlich machen würde, während es unthunlich ist, für den oberen Grenzwert den Raum in „geschlossenen“ langen Kanälen zu beschaffen.

Es ersieht sich hieraus die Unmöglichkeit, den unterirdischen Kanälen so große Weiten zu geben, daß sie im stande sind, die größten zu erwartenden Regenmengen unmittelbar nach ihrem Niedergehen — gleichzeitig mit dem Regenfall — abzuführen. Die Unmöglichkeit bleibt sogar noch bestehen, wenn man für die Abflußdauer ein Mehrfaches der Regendauer — vielleicht das Drei- bis Vierfache derselben — annimmt, was bedingt, daß für etwa ebenso lange Zeit das Wasser die Straßen bedecken würde.

Man muß wegen der thatsächlichen Unmöglichkeit bei jeder Kanalisationsanlage darauf verzichten, für die schwersten Regenfälle die nötige Vorflut beschaffen, d. h. in der Weise beschaffen zu wollen, daß die Wasser in gleicher Zeitdauer mit dem Regenfall in die Kanäle aufnahmefähig sind, sich vielmehr damit begnügen, solche Einrichtungen zu treffen, daß nur die bei schwereren Regenfällen sich ergebenden Wassermengen sofort aufgenommen und abgeführt werden, dagegen für die bei den schwersten Regenfällen erfolgenden Wassermengen „Noteinrichtungen“ treffen. Auch dann noch werden Fälle von örtlich begrenzten Straßenüberschwemmungen bestehen bleiben, bei denen das Wasser erst während einiger Zeit nach Beendigung des Regenfalls vollständig in die Kanäle aufgenommen wird.

Es ist daher die Aufgabe gestellt, eine Grenze zwischen schweren und schwersten Regenfällen zu ziehen.

Man erkennt leicht, daß diese Grenze nicht für alle Orte dieselbe sein kann, für ausgedehnte Orte sogar in verschiedenen Gebietsteilen verschieden zu wählen sein wird, wenn man rationell zu Werke gehen will. In verkehrsreichen Städten bzw. Stadtteilen mag es notwendig sein, daß Wasseransammlungen auf Straßen und Plätzen möglichst verhütet, oder doch auf möglichst kurze Zeiträume beschränkt werden. Für diese muß die Grenze jedenfalls „hoch“ gelegt werden. Dasselbe ist mit Bezug auf niedrig und flach sich breitende Stadtteile oder Straßen der Fall, die außer dem „eigenen“ Wasser vielleicht noch Wasser aus benachbarten höher gelegenen Stadtteilen aufzunehmen haben, auch wenn der Verkehr in den ersten nur klein ist. In Städten oder Straßen mit erhöhter Lage wird ein nicht sogleich in die Kanäle aufnehmbarer Teil der Regenmenge seinen Weg an der Oberfläche nehmen und rasch verschwinden, sei es in offene Gewässer in der Nähe, sei es zu

Stellen mit natürlichen oder künstlichen Bodenvertiefungen, in denen sein vorläufiger Aufenthalt ohne Schädigung besonderer Zwecke geschehen kann; für solche Oertlichkeiten darf die Grenze zwischen schweren und schwersten Regenfällen „niedrig“ gelegt werden. Weiter kommt bei der Feststellung noch die Oberflächenbeschaffenheit der Straßen u. s. w.: ob undurchlässig oder stark durchlässig, in Betracht. Im ersten Fall scheidet der Faktor der Versickerung mehr oder weniger vollständig aus, weshalb die Grenze hoch zu legen sein wird; im andern verschwindet ein mehr oder weniger großer Teil des Regenwassers im Boden, und darf die Grenze entsprechend niedrig gelegt werden.

Endlich kann die Beschaffenheit des Untergrundes mitsprechen, indem bei leicht bearbeitungsfähigem Boden mit tiefer Lage des Grundwassers technische Schwierigkeiten, die in den Baukosten zum Ausdruck kommen, entfallen, während in felsiger oder ähnlicher Beschaffenheit des Grundes, oder hoher Lage des Grundwassers Umstände gegeben sein können, welche Beschränkung der Kanalweiten und Kanallängen auf das kleinste Maß mehr oder weniger gebieterisch fordern. Im einen Fall darf man die Grenze hoch legen, im andern wird man dieselbe niedriger rücken müssen. An noch andern Faktoren, welche mitsprechen, wie z. B. die Tiefenlage der Kellersohlen in den Gebäuden, möge hier mit einer bloßen Andeutung vorübergegangen werden.

Ist ein Stadtgebiet von einem offenen Gewässer, vielleicht sogar mehreren durchzogen, so wird man diese gerne benutzen, um wenigstens einen Teil der Straßengewässer direkt aufzunehmen. In dieser Weise wird z. B. vielfach in England verfahren. Man bemüht die Kanalweiten nur für gewisse, nicht große Regenmengen, etwa 1 mm Höhe pro Stunde, und sorgt nur dafür, daß der nicht aufnehmbare Teil entweder direkt von der Straße aus, oder durch Vermittelung kurzer unterirdischer Einzelkanäle in die Wasserläufe abfließen kann.

Oefter hat man bei Bemessung der aufzunehmenden Wassermenge Regenhöhen pro Tag, oder auch  $\frac{1}{2}$  Tag zu Grunde gelegt. Es ist anzunehmen, daß dies zuweilen geschehen ist, weil das vorliegende Beobachtungsmaterial keine hinreichende Auskunft über schwere Regenfälle von kürzerer Dauer enthielt. So hat man wohl mit 15—25 mm Regenhöhe pro Tag gerechnet und dann angenommen, daß dieser Regen in 8—12 Stunden fällt, bzw. in derselben Zeit von den Kanälen aufzunehmen ist; hie und da sind zur Sicherheit noch gewisse Zuschläge gemacht worden. Ein derartiges Verfahren muß grundsätzlich als falsch bezeichnet werden. Es ist zu fordern, daß die Straßen möglichst rasch wasserfrei, bzw. daß innerhalb kurzer Zeit größere Wassermengen abgeführt werden, anstatt geringerer auf längere Zeiträume verteilt. Dies führt notwendig dazu, nicht mit Tagesregenhöhen zu rechnen, sondern mit Regen von kurzer Dauer.

Geht man auf letztere ein, so fragt es sich, ob man die Regen kürzester Dauer oder solche von etwas verlängerter zu berücksichtigen hat. Ganz kurze Regen liefern in der Zeiteinheit so große Wassermengen, daß dieselben, wie oben dargelegt wurde, zum Teil zunächst an der Straßenoberfläche verbleiben müssen. Der Uebelstand ist auch überall erträglich, weil bei der Kürze der betreffenden Regenfälle, innerhalb deren, auch bei verlängerter Abflußdauer, das Wasser von den Straßen verschwindet, letztere vielfach noch nicht 1 Stunde erreichen und nur höchst selten darüber hinausgehen wird. Man denke z. B. an Regenfälle bis 15 Minuten Dauer, so wird das Verschwinden des Wassers von der Straße gewöhnlich schon in weniger als 1 Stunde erfolgen; sogar bei Regen bis etwa 20 Minuten Dauer wird dies noch der Fall sein, wenn es sich nicht um Oertlichkeiten ohne oder mit sehr geringem Straßengefälle handelt. Wo nur einiges Gefälle besteht und die Oberflächenbeschaffenheit der Straße dem Abfluß nicht allzu großen Widerstand entgegen-

setzt, kann man sogar annehmen, daß bei  $\frac{1}{2}$  stündigem Regen die Straßen im Laufe von 1 Stunde oder wenig darüber wieder wasserfrei sein werden. Verkehrsstörungen von nicht größerem und noch etwas größerem Umfang müssen und können auch als unvermeidliche Uebel überall ertragen werden; man wird sie im allgemeinen lieber hinnehmen, als sehr erheblich gesteigerte Kosten für vermehrte Leistungsfähigkeit der Kanalisationstragende tragen.

Danach hat sich in Deutschland fast allgemein die Uebung herausgestellt, für alle diejenigen Teile einer Kanalisationstragende, die nicht den sogen. Noteinrichtungen zuzählen, Regenfälle von der Dauer von 1 Stunde zu berücksichtigen. Derartige Regenfälle liefern (Tabelle S. 180) Regenhöhen von 0,40—0,75 mm in der Minute und diese ergeben (Tabelle S. 183) von 24—45 mm Regenhöhe in 1 Stunde.

Die Rechnung mit derartigen Regenfällen rechtfertigt sich aus einem durchschlagenden Grunde: Will man wirtschaftlich verfahren, so darf eine Anlage nur für die normale Leistung bemessen sein und es muß für Ausnahmefälle durch Hilfs- oder Noteinrichtungen vorgekehrt werden. Nun erweist die Tabelle auf S. 184, daß schon bei den Regenfällen von 45 mm Höhe nur auf ein einmaliges Vorkommen im Jahr gerechnet zu werden braucht und noch stärkere Regenfälle erst in längeren Zwischenräumen als 1 Jahr wiederkehren. Es wird im allgemeinen unrationell sein, dauernde und kostspielige Einrichtungen für Fälle von solcher Seltenheit zu treffen, wenngleich es außer Frage steht, daß Fälle möglich sind, wo man berechtigterweise die gezogene Grenze überschreiten kann. Diese bilden jedoch die Ausnahme, die in Umständen von mancherlei Art begründet sein kann.

Wie es Ausnahmefälle nach oben geben wird, so auch nach unten hin. Bisher rechnete man in Deutschland vielfach mit letzteren; und wenn auch nicht zu zweifeln ist, daß die Rechnung mit Regenfällen, welche unter der gezogenen Grenze liegen, oft ihre Berechtigung hat, so steht doch fest, daß oft auch mit Regenhöhen gerechnet worden ist, welche als zu gering erscheinen. 12, 15, 20, 25 mm stündliche Regenhöhe, die oft angenommen worden sind, haben sich nach den Beobachtungen über den Wasserabfluß in Kanälen an manchen Orten als zu gering erwiesen. Vielfach mögen dabei die Forderungen des Technikers finanziellen Rücksichten haben weichen müssen; doch ist es ebenfalls vorgekommen, daß es entweder an zuverlässigem Zahlenmaterial, oder an der nötigen Sorgfalt in der Abschätzung der verschiedenen Umstände und der möglichen üblen Folgen, welche zu geringe Annahmen mit sich bringen, gefehlt hat. Bei Anlagen aus der neueren Zeit sehen wir die Regenhöhen daher gewöhnlich auch höher gegriffen, als es in früherer Zeit meist üblich war.

§ 119. Die zweite Form der Niederschläge, der Schnee, ist hinsichtlich seiner Häufigkeit, Verteilung und Intensität ohne ein erhebliches Interesse für das vorliegende Werk insofern, als bei ihm Unregelmäßigkeiten sich in noch höherem Maße geltend machen, als bei den Regenfällen und als Fälle, in denen er für die Abmessungen der unterirdischen Kanäle bestimmend wäre, sehr selten vorkommen werden; hier handelt es sich um Ausnahmen für ganz bestimmte Oertlichkeiten. Sie können jedoch vorkommen, und es erscheint deshalb nicht überflüssig, hier etwas näher auf die Frage der Wasserhaltigkeit des Schnees, d. h. die Wassermenge, in die eine gewisse Schneemenge beim Auftauen umgewandelt wird, einzugehen. Die in der Litteratur vorkommende Angabe, daß einer Schneehöhe  $x$  eine Wasser-

höhe  $\frac{x}{15}$  oder  $\frac{x}{14}$  entspricht, trifft nicht allgemein, sondern nur unter bestimmten Verhältnissen zu. Im allgemeinen ist dieselbe zu klein, wie durch umfassende Feststellungen erwiesen wird, die Hellmann hat ausführen lassen und deren

Ergebnisse in den Jahrgängen 1891—1893 des Königl. Preuß. Meteorologischen Instituts mitgeteilt sind.

Die Feststellungen sind an 18 Regenstationen laufend ausgeführt worden, an 11 Stationen bisher 3 Jahre lang, an 3 Stationen 2 Jahre lang und an 4 Stationen 1 Jahr hindurch. Die Stationen liegen über den größten Teil des Staatsgebiets verstreut, und die Zahl der bisherigen Feststellungen ist 958. Die Höhe der Schneeschicht wechselte zwischen den Grenzen 1 cm und 1,02 m; die aus allen Zahlen ermittelte Durchschnittshöhe ist 15,48 cm. Wenn man aber die extremen Fälle (alle Schneehöhen von 1 cm und solche über 75 cm) ausscheidet, so bleiben 858 Fälle, die eine durchschnittliche Schneehöhe von 15,95 cm ergeben. Bei Ausscheidung nur der (12) Fälle mit Schneehöhen über 75 cm findet sich als Durchschnittshöhe 14,33 cm. Man erhält den deutlichsten Ueberblick, wenn man die aus je 1 cm Schneehöhe gewonnene Wasserhöhe in Millimeter angibt und alsdann die Ergebnisse nach der Verschiedenheit der Höhen in Gruppen sondert. Dabei entsteht folgende Tabelle, die für die Wasserhöhe Durchschnittszahlen angibt:

Nr.	Wasserhöhe für 1 cm in Millimeter	Zahl der Fälle
1	bis 0,5	31 = 3,24 % der Gesamtzahl
2	0,6—1,0	151 = 15,77 "
3	1,1—1,5	246 = 25,61 "
4	1,6—2,0	219 = 22,86 "
5	2,1—2,5	141 = 14,72 "
6	2,6—3,0	83 = 8,67 "
7	3,1—3,5	59 = 6,16 "
8	3,6—4,0	23 = 2,40 "
9	4,1—4,5	8 = 0,84 "
10	4,6—5,0	5 = 0,52 "
11	über 5,0	2 = 0,21 "
		= 958 = 100

Nach der Gesamtzahl der Beobachtungen berechnet, ist die durchschnittliche Wasserhöhe  $\frac{1697,6}{958} = 1,772$  mm und danach das durchschnittliche Verhältnis: Wasserhöhe  $\frac{1,772}{15,48} = 0,114$ , rund  $\frac{1}{9}$ . Bei den sehr großen Unterschieden, die sich nach der obigen Tabelle zeigen, wird es sich empfehlen, die extremen Fälle von der Durchschnittsberechnung auszuschließen. Läßt man die Fälle zu 1 bzw. 8 bis 11 oben fort, so erhält man:

$$\text{als angenäherten Durchschnitt der Wasserhöhe } \frac{0,50 + 3,50}{2} = 2,00,$$

$$\text{und danach: Wasserhöhe } \frac{2,00}{15,48} = 0,129, \text{ rund } \frac{1}{8},$$

$$\text{als genaueres Resultat aber die Wasserhöhe } \frac{1587,2}{899} = 1,764, \text{ oder}$$

$$\text{Wasserhöhe } \frac{1,764}{15,48} = 0,114, \text{ rund } \frac{1}{9} \text{ wie oben.}$$

Bei Ausscheidung der Schneehöhen 1,0 cm und derjenigen 7,75 cm, bzw. nur der letzteren würde man die Verhältniszahlen:

$$0,114 \frac{15,48}{15,95} = 0,111, \text{ rund } \frac{1}{9} \text{ und } 0,114 \frac{15,48}{14,33} = 0,123, \text{ rund } \frac{1}{8}$$

erhalten. Danach wird die Wasserhöhe, sofern es nur auf eine Durchschnittszahl ankommt, am zutreffendsten zu  $\frac{1}{8}$  der Schneehöhe anzunehmen sein. Die obige Tabelle erweist aber, daß die Annahme dieser Zahl unter Umständen zu groben Irrtümern führt; sie könnte die Wasserhöhe sowohl erheblich zu groß als auch erheblich zu klein angeben.

Bleibt man bei den (Durchschnitts-)Zahlen der Tabelle, so zeigt sich, daß selbst nach Fortlassung der Extreme die Wasserhöhe in den Grenzen von  $\frac{0,50}{10} = \frac{1}{20}$  und  $\frac{3,5}{10}$ , etwa  $\frac{1}{3}$  schwankt und wenn man in die Einzelzahlen der Beobachtungen eingeht, sogar in den Grenzen von:

$$\frac{0,20}{10} = \frac{1}{50} \text{ und } \frac{4,2}{10} = \frac{1}{2,4}.$$

Diese sehr großen Unterschiede kommen auf mancherlei Ursachen zurück. Es sind dabei die Schneehöhe, die Lagerungsdauer, die Temperatur, der Wind und endlich der Umstand beteiligt, ob mit dem Schnee zugleich oder nachträglich auf denselben nasse Niederschläge fallen. Die Beobachtungen erweisen, daß die Schneehöhe nur einen geringen Einfluß übt, der vorwiegende Einfluß auf Temperatur und Wind entfällt, die größte Beeinflussung aber stattfindet, wenn mit dem Schnee gleichzeitig Regen fällt. Der Einfluß längerer Lagerung ist aus dem Beobachtungsmaterial nicht feststellbar, weil es sich darin fast durchgehends um Fälle handelt, in denen der Schnee höchstens 24 Stunden gelagert hatte, da die Ermittlungen täglich früh stattgefunden haben.

Auf die Bedeutung von Schneefällen für die Straßenreinigung bzw. Einrichtungen zum Fortschaffen des Schnees wird erst im 2. Teil des Buches einzugehen sein. Hier sei nur noch erwähnt, daß man den Wassergehalt von Schnee, der durch darüber gegangenen Verkehr oder durch Zusammenliegen in Haufen eine größere Dichte erlangt hat, entsprechend den oben mitgeteilten Grenzzahlen auf  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{2}{3}$  annehmen kann, danach 1 cbm von solchem Schnee 333 bis 666 kg wiegen wird.

§ 120. Auf S. 100 ist aus den Normen der Königl. Wissenschaftlichen Deputation die Ansicht dieses Kollegiums über die Beschaffenheit des Wassers von Höfen und Straßen mitgeteilt, die darauf hinausläuft, solche Wasser, was ihre Gefährlichkeit in Bezug auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten betrifft, auf gleiche Stufe mit den häuslichen Brauchwassern zu stellen. Auch wenn mit stattfindender Verdünnung die Infektionsgefahr vermindert werde, dürfe wegen der Möglichkeit, daß ein einziger Keim zum Weiterverbreiten einer Infektionskrankheit geeignet sei, infiziertes bzw. ungereinigtes Straßenwasser nicht in öffentliche Gewässer eingeleitet werden.

In Paris angestellte Untersuchungen\*) haben das Ergebnis geliefert, daß das auf Straßen stehende Wasser stärker verunreinigt sein kann als Kanalwasser.

So wenig nach dem Vorstehenden anzunehmen ist, daß das Wasser von

\*) Durand-Claye im „Bericht über den internationalen Kongreß f. Hygiene und Demographie zu Wien 1887“ Heft IV. Wien.

Straßen und aus der Umgebung von Häusern eine Beschaffenheit besitzt, welche dasselbe im Vergleich zur Beschaffenheit der häuslichen Brauchwasser als harmlos erscheinen läßt, ebensowenig ist es zulässig, die Beschaffenheit von Straßen- und Hofwasser allgemein auf eine und dieselbe Stufe mit häuslichen Brauchwassern zu stellen. Denn von der — zuzugebenden — Möglichkeit, daß ein einziger Keim zum Verbreiter einer Infektionskrankheit werden kann, ist die Wahrscheinlichkeit, daß dies geschieht, durchaus verschieden. Vom Standpunkte der Praxis betrachtet, wird man dem einzelnen Keime eine besondere Bedeutung kaum zugestehen, vielmehr einen beachtenswerten Grad der Gefahr erst dann annehmen, wenn eine gewisse Anzahl von Keimen vorhanden ist. Und nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit vermindert sich die Gefahr in demselben Maße, als die Zahl der Möglichkeiten und die Zahl der Gelegenheiten abnimmt. Es wird niemand bestreiten wollen, daß die Anzahl der Gelegenheiten, welche sich dazu bieten, von Straßen- und Hofwasser aus infiziert zu werden, geringer ist, als die Anzahl der Gelegenheiten, von den viel näher zur Hand befindlichen verunreinigten Hauswassern infiziert zu werden. Muß schon hierdurch eine unterschiedlose Beurteilung und Behandlung der Straßen- und Hofwasser als nicht sehr zutreffend angesehen werden, so wird diese Auffassung noch dadurch bestärkt, daß im weiteren Fortgange eines Regenfalles das abfließende Wasser immer reiner wird und bei genügend langer Dauer eines Regens von einiger Dichte im „praktischen“ Sinne des Wortes „rein“ werden kann. Wann und wo dieser Zustand eintritt, ist von einer ganzen Reihe von Umständen abhängig, z. B. der Lage der Straße zum Meridian, freier oder geschützter Lage derselben, der Bewohndichte der Stadt, der Straßenbreite und dem Straßenprofil, dem Gefälle derselben, der Pflasterbeschaffenheit, der Sorgfalt, welche auf Unterhaltung und Reinigung der Straße verwendet wird, der Verkehrsgröße und Verkehrsart. Es spricht weiter die Art und Größe der Regenfälle mit. Am ungünstigsten ist wahrscheinlich häufiger Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit; am günstigsten sind lange Trockenperioden mit darauffolgenden stärkeren Niederschlägen.

Aus der Vielheit der mitwirkenden Faktoren erkennt man, daß das Urteil über die Beschaffenheit des Straßen- und Hofwassers nicht in einer einzigen kurzen Formel zusammengefaßt werden kann, vielmehr jeder einzelne Fall für sich beurteilt werden muß. Wie es ganze Orte geben kann, aus denen das abfließende Straßen- und Hofwasser, vom praktischen Standpunkt beurteilt, harmlos ist, kann es auch ganze Orte geben, in denen das gerade Gegenteil stattfindet. Es können auch in demselben Stadtgebiet die Verhältnisse in verschiedenen Teilen desselben sehr ungleich liegen. Thatsächlich werden die Straßenwasser nicht nur aus verschiedenen Orten, sondern auch aus verschiedenen Stadtteilen, was ihre Beschaffenheit anbetrifft, eine wahre Musterkarte von größter Mannigfaltigkeit darstellen. Es gilt dies sowohl mit Bezug auf einen etwaigen Gehalt an Infektionskeimen, als in Bezug auf Schwebestoffe und in gelöster Form im Straßenwasser vorkommende Verunreinigungen.

Die zweite Form der Niederschläge, der gelagerte Schnee, wird im Vergleich zu Straßenwasser gewöhnlich als „rein“ angesehen. Dies ist jedoch irrig; im Gegenteil wird Schnee, der einige Zeit gelagert hat, gewöhnlich hohe Anteile von Schmutz enthalten und ebenso kann derselbe Träger von mehreren Arten höchst gefährlicher Keime sein; es gehören dazu auch Cholera- und Typhuskeime.

Auf die Nutzanwendungen, die sich aus dem Vorstehenden für die Behandlung der Straßen- und Hofwasser ergeben, wird erst an späterer Stelle einzugehen sein.