

Die

*Berzog*

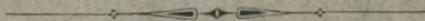
# Kanalisation von Mailand.

---

Von

**Forbát-Fischer,**

Stadtbaumeister in Frankfurt a. M.



**Leipzig.**

Verlag von F. Leineweber.

1903.

---

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300077





Die  
Kanalisation von Mailand.

Von

**Forbát-Fischer,**

Stadtbaumeister in Frankfurt a. M.

*F. Nr. 25 199*



Verlag von F. Leineweber.

*9. 57. 37.*

Sonderabdruck aus der hygienischen und gesundheitstechnischen  
Zeitschrift „Gesundheit“.



II 31594

Akc. Nr. 2496/50

## Inhalt.

	Seite
1. Die Verhältnisse vor der Kanalisation . . . . .	5
2. Misch- oder Trennsystem . . . . .	7
3. Allgemeine Anordnung des Kanalnetzes . . . . .	9
4. Das Grundwasser in seinen Beziehungen zur Kanalisation . . . . . , . . . . .	15
5. Berechnung der Kanäle . . . . .	17
6. Querschnittsformen, Material und Ausstattung der Kanäle . . . . .	23
7. Reinigung der Abwässer . . . . .	26

---



## 1. Die Verhältnisse vor der Kanalisation.

Vor der zu Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts in Angriff genommenen planmässigen Kanalisation der Stadt Mailand entwässerte das Stadtgebiet in die zahlreichen Bäche, Schiffahrts- und Bewässerungskanäle, die es namentlich ausserhalb der durch den sogenannten inneren Graben begrenzten Innenstadt in einem dichten Netz durchzogen. In einigen wenigen Strassen befanden sich aus der zweiten Hälfte des vor. Jahrh. stammende meistens rechteckige, zum Teil aber auch bereits eiförmige Kanäle, die zur Aufnahme des Regenwassers bestimmt waren. Ein Anschluss der Aborte fand nicht statt, dieselben entleerten in Gruben. Eine vor Ausführung der Kanalisation bis zu den Grenzen des für den neuen Entwurf in Betracht gezogenen Gebiets ausgedehnte Aufnahme ergab insgesamt 123 verschiedene Wasserläufe und Kanäle mit einer Gesamtlänge von 153 km.

Von den vorhandenen Gräben und Kanälen konnte nur ein geringer Teil in das neue Kanalnetz aufgenommen werden. Das Wasser einer grossen Zahl von Bächen wird zur Spülung des neuen Netzes herangezogen, einige der alten Kanäle dienen weiter zur Abführung des Regenwassers der umliegenden Flächen, einige sind als richtige Schmutzwasserkanäle dem neuen Netz angegliedert worden; von wesentlicherer Bedeutung für die Anordnung des neuen Netzes sind jedoch nur die auf Abbildung 1 ersichtlich gemachten Wasserläufe Seveso, Olona, Redefossi, sowie die die Hauptvorflut bildenden Flüsse Lambro und Vettabbia geworden. Die vielen anderen Wasserläufe, die innerhalb des Stadtgebietes noch vorhanden sind, sind der Deutlichkeit halber aus der Abbildung 1 weggelassen.

Der Seveso bildete den Stadtgraben der alten Römerstadt. In neuerer Zeit wurde er das gemeinschaftliche Besitzthum eines aus sämtlichen, mittelbar oder unmittelbar in ihn entwässernden Anliegern, einschliesslich der Stadtgemeinde, bestehenden Konsortiums, das sich jedoch um die bauliche Beschaffenheit des nunmehr durch dichtbebaute Quartiere führenden, grösstenteils überwölbten Grabens nicht viel bekümmerte. Die Sohle war an vielen Stellen ganz unbefestigt; Querschnitt und Gefälle wechselten unvermittelt und ohne jede Gesetzmässigkeit; manche Strecken lagen im Gegengefälle; quer durch den Graben waren an mehreren Stellen Wehre eingebaut, um Wasser zu Kraft- oder anderen Zwecken entnehmen zu können. Dass der Graben, in den die Abwässer eines der bevölkertesten Stadtteile eingeführt wurden, unter solchen Umständen eine stete gesundheitliche Gefahr in sich barg, ist klar. Die Stadtgemeinde fühlte sich denn auch veranlasst, denselben im Jahre 1890 vertraglich zu übernehmen und die Instandsetzung im Zusammenhang mit dem Ausbau des Kanalnetzes auf eigene Kosten zu bewirken.

Das Wasser des Seveso war vertraglich einer andern Gesellschaft zugesichert, welche die Ausnutzung der Vettabia, in welche der Seveso mündete, zu Bewässerungs- und Kraftzwecken betrieb. Mit der Übernahme des Seveso durch die Stadtgemeinde war daher auch ein Übereinkommen mit der Vettabbia-Gesellschaft erforderlich geworden, welches dahingehend abgeschlossen wurde, dass sich die Stadtgemeinde der Vettabbia die Abwässer eines gegen früher wesentlich vergrösserten Stadtgebietes zuzuführen verpflichtete, wofür dann die Gesellschaft die in ihrem Besitz befindlichen Gräben in einen solchen Zustand bringen lassen muss, dass dieselben die vermehrten Abflüsse sowohl bei Trocken-, als auch bei Regenwetter unbehindert abzuführen in der Lage sind.

Ein auf ähnlicher Grundlage beruhendes Übereinkommen ist mit den Nutzniessern des Lambro angestrebt worden, welchem Flusse nach Massgabe des Entwässerungsentwurfs die Abwässer des westlichen Stadtgebietes zugeführt werden sollen, die Verhandlungen führten aber vorerst nicht zum Ziele. Der Ausbau des Kanalnetzes

wird jedoch hierdurch nicht aufgehalten, da sich die der Bebauung zunächst erschlossenen Teile des westlichen Stadtgebiets ohne jede Schwierigkeit an die Hauptkanäle der andern Teilentwässerungsgebiete anschliessen lassen. In neuerer Zeit gaben übrigens die Nutzniesser des Lambro selbst die Anregung zu neuen Verhandlungen, da sie aus den inzwischen von der Vettabbia-Gesellschaft erzielten Erfolgen den Nutzen eines derartigen Abkommens mit der Stadt eingesehen haben.

Mit der Regelung der Verhältnisse des Lambro hängt die Frage der Verlegung der Olona innig zusammen, da der gegenwärtige Lauf dieses Baches der Aufschliessung des westlichen Stadtgebietes in hohem Grade hinderlich ist. Der geplante neue Lauf des Baches ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Endlich ist von den bedeutenderen Bachläufen noch der Redefossi zu erwähnen, der durch seine Überschwemmungen vor der Kanalisation wiederholt beträchtlichen Schaden verursachte. Er soll zur Abführung des Regenwassers aus den nördlichen Stadtteilen weiter mit benutzt werden, ausserdem soll seinem unteren Lauf teilweise auch das Hochwasser der von Norden in das Stadtgebiet zufließenden zahlreichen Bäche zugeleitet werden. In das eigentliche Kanalnetz konnte er bei seiner Lage entlang der höchsten Teile des hierbei in Betracht kommenden östlichen Stadtgebietes nicht einbezogen werden.

## 2. Misch- oder Trennsystem.

Vor Bearbeitung des Kanalisationsentwurfes wurde die Frage, ob die Anlage nach dem Misch- oder Trennsystem ausgeführt werden sollte, auch in Mailand eingehend erwogen. Die Berücksichtigung der vorhandenen besonderen Verhältnisse führte auch hier, wie in den meisten grossen Städten, zur Wahl des Mischsystems, d. h. zur Ableitung sämtlicher Abwässer, der menschlichen Abgänge und des Regenwassers in einem und demselben Kanalnetz. Nur in einigen Strassen, in denen bereits vorhandene, aber flachliegende Kanäle zur Ableitung des Regenwassers weiter benutzt werden konnten, sind neben bzw. unter denselben noch besondere Schmutzwasserkanäle hergestellt worden.

Von den Gründen, die in Mailand zu Gunsten der Entscheidung für das Mischsystem aufgeführt wurden, verdienen die nachfolgenden hervorgehoben zu werden.

In baulicher Hinsicht wurde geltend gemacht, dass die Herstellung zweier getrennter Kanäle in den zum Teil sehr engen Strassen der Stadt, bei den vielen bereits im Strassenkörper vorhandenen anderen Leitungen sowohl in Bezug auf die Unterbringung, als auch in Bezug auf die Ausführung zu erhöhten Schwierigkeiten führen könnte. Ausserdem wäre mit der getrennten Kanalisation auch eine geteilte Entwässerung sämtlicher Häuser mittels zweier, von einander unabhängiger Hausentwässerungsnetze erforderlich geworden, wobei man befürchtete, dass selbst eine strenge Kontrolle keine genügende Sicherheit gegen unerlaubte Verbindungen beider Systeme innerhalb der Grundstücke zu gewähren in der Lage sein werde. Auch in finanzieller Beziehung war bei den besonderen Verhältnissen Mailands durch das Trennsystem ein Vorteil nicht zu erzielen. Denn es ist bereits ausgeführt worden, dass innerhalb des Stadtgebietes wohl eine grosse Anzahl von Schiffahrts- und Bewässerungskanälen, aber keine grösseren Flüsse mit erheblicher Wasserführung vorhanden sind, in die man das Regenwasser auf kurzem Wege, d. h. mit geringen Kosten hätte einleiten können. Es hätten vielmehr wie für das Schmutzwasser, so auch für das Regenwasser Vorflutkanäle von grosser Länge hergestellt werden müssen, deren Kosten nur unerheblich hinter denen des zur Ausführung gebrachten Mischsystems zurückgeblieben wären. Dass ausserdem die Herstellung zweier getrennter Entwässerungsnetze innerhalb der Grundstücke die Hausbesitzer erheblich höher belastet hätte, ist in finanzieller Hinsicht ebenfalls gegen das Trennsystem angeführt worden.

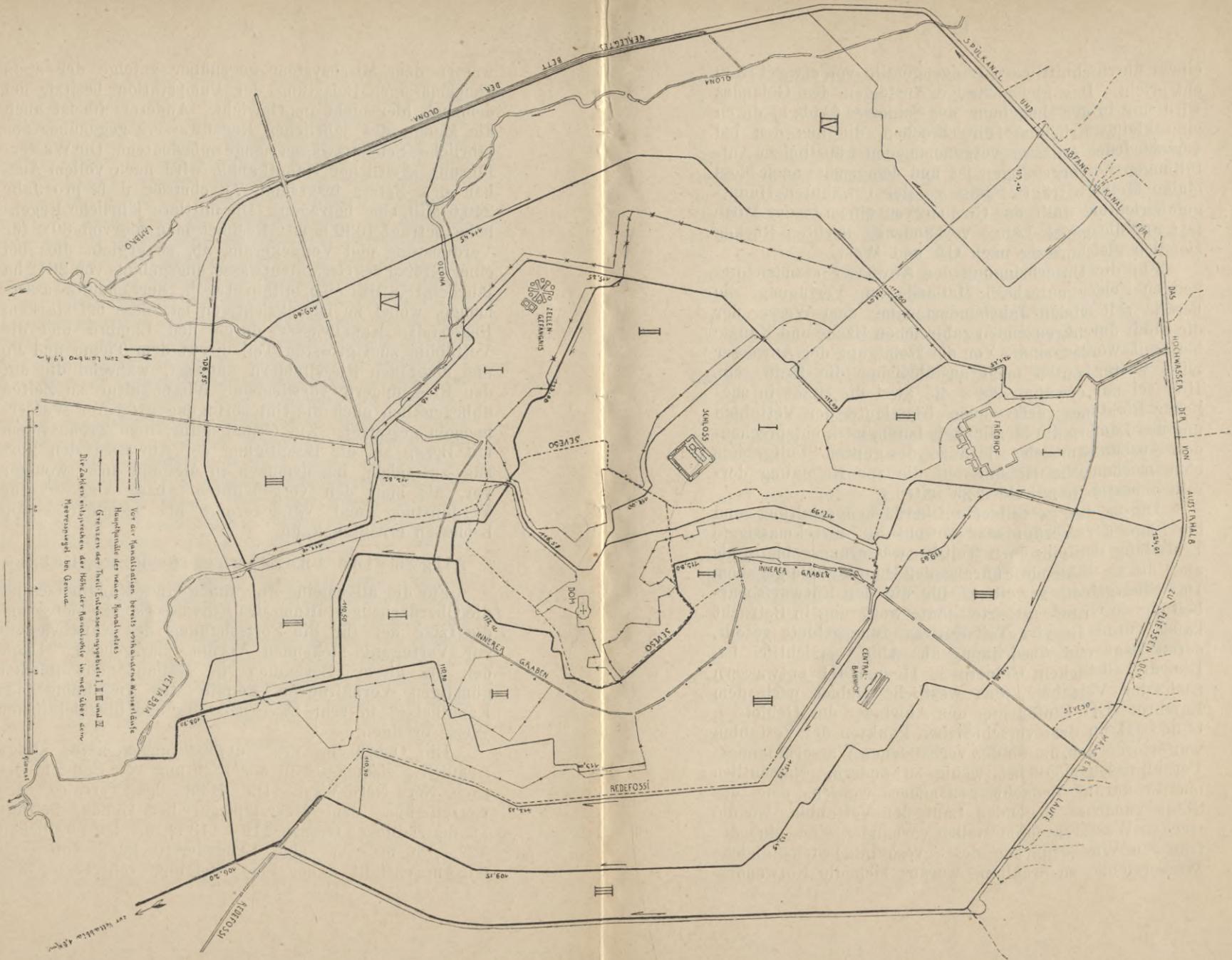
Was endlich die Unterbringung und Reinigung der Abwässer anlangt, so lagen die besonderen Verhältnisse in Mailand auch in dieser Hinsicht nicht zu Ungunsten des Mischsystems. Die Abwässer werden auf Rieselfeldern gereinigt, denen sie mit natürlichem Gefälle zufliessen. Der Vorteil des Trennsystems, den dieses bei der Notwendigkeit mechanischer Hebung der Ab-

wässer dem Mischsystem gegenüber zufolge der stets gleichmässigen Belastung der Pumpstation besitzt, fiel demnach hier nicht ins Gewicht. Andererseits ist auch die Menge des jährlichen Regenwassers gegenüber der jährlichen Schmutzwassermenge unbedeutend. Die Wasserführung sämtlicher Hauptkanäle wird nach vollem Ausbau des Netzes insgesamt 7,8 cbm/sec d. h. pro Jahr 246,6 Mill. cbm betragen. Die mittlere jährliche Regenhöhe beträgt 1030 m/m. Rechnet man hiervon 30% für Verdunstung und Versickerung ab, so ergibt dies bei einer Grösse des Gesamtentwässerungsgebiets von 2612 ha jährlich 18,8 Mill. cbm, mithin etwa  $\frac{1}{13}$  der Schmutzwassermenge, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei starkem Regen das Kanalwasser durch den Lambro und die Vettabbia zum grössten Teil direkt dem Ticino und Po und nicht den Rieselfeldern zufliesst, während die auf den Rieselfeldern vorwiegende Wiesenkultur zu Zeiten unbedenklich auch die Unterbringung grösserer Wassermengen gestattet. Ein Grund dafür, dem Trennsystem mit Bezug auf die Beseitigung der Abwässer den Vorzug zu geben, lag demnach in Mailand umso weniger vor, als man den vorgenannten Abzug von 30% für Verdunstung und Versickerung als ziemlich knapp bemessen erachten kann.

### 3. Allgemeine Anordnung des Kanalnetzes.

Für die allgemeine Anordnung eines Kanalnetzes ist die Oberflächengestaltung des Entwässerungsgebietes und die Lage der für die Fortschaffung des Kanalwassers zur Verfügung stehenden Vorflut massgebend. Dank den in dieser Beziehung in Mailand obwaltenden günstigen Verhältnissen konnte die Anordnung des Kanalnetzes in sehr zweckmässiger und übersichtlicher Weise erfolgen.

Die Oberfläche des Entwässerungsgebietes steigt ziemlich gleichmässig in der Richtung von Süd-Süd-Ost nach Nord-Nord-West. Die Höhe des Terrains, gemessen über dem Meeresspiegel bei Genua, beträgt an der südlichen Grenze 112—113 m, an der nördlichen 129—130 m. Auf eine Längenerstreckung von rund 6,5 km entfällt daher eine Steigung von 17 m, was



einem durchschnittlichen Längengefälle von etwa 1:380 entspricht. Das gleichmässige Ansteigen des Geländes wird nur in der Umgebung des Schlosses (Abb. 1) durch eine kleine Erhebung unterbrochen, die aus den bei verschiedenen Anlässen vorgenommenen künstlichen Auffüllungen hervorgegangen ist und demgemäss auch bloss einige Meter beträgt. Quer zu der erwähnten Hauptgefällsrichtung fällt das Gelände von einem in der Mitte fast auf die ganze Länge vorhandenen leichten Rücken ziemlich gleichmässig nach Ost und West.

Für die Unterbringung der Abwässer standen diejenigen Felder unterhalb Mailands zur Verfügung, die bereits seit vielen Jahrhunderten mit dem Wasser der die Stadt durchkreuzenden zahlreichen Bäche und Kanäle berieselt worden sind. Von der Reinigung der Abwässer wird weiter unten noch ausführlicher die Rede sein. Hier sei nur erwähnt, dass die zwei die Stadt in südlicher Richtung verlassenden Flussläufe der Vettabbia und des Lambro die Möglichkeit boten, nach entsprechendem Ausbau sämtliche Abwässer des ganzen Stadtgebiets ohne mechanische Hebung auf die zur Reinigung derselben bestimmten Felder zu leiten.

Durch die geschilderte Oberflächengestaltung und die Lage der Vorflut war sowohl die zweckmässigste Einteilung der einzelnen Teil-Entwässerungsgebiete, als auch die zu wählende Führung der Hauptkanäle gegeben. Das Stadtgebiet, soweit es für die der Entwurfsbearbeitung zu Grunde gelegte Stadterweiterung in Betracht kam, wurde in vier Teil-Entwässerungsgebiete geteilt, deren Lage und Ausdehnung aus Abb. 1 ersichtlich ist. Die drei östlichen Gebiete I, II und III entwässern nach der Vettabbia, das westliche Gebiet nach dem Lambro. Die Einführung der Abwässer der Gebiete I, II und III an drei verschiedenen Punkten der Vettabbia war erforderlich, um an den vorhandenen Wassernutzungsverhältnissen möglichst wenig zu ändern. Namentlich musste darauf Bedacht genommen werden, dem der Stadt zunächst liegenden Lauf der Vettabbia, wo die meisten Wasserentnahmestellen vorhanden sind, eine der früheren Wasserführung des Seveso mindestens gleiche Wassermenge zu erhalten, woraus sich die Notwendig-

keit der Einführung des Hauptsammlers für das Gebiet I in den obersten Teil des Flusslaufes ergab.

Durch die Anordnung von drei Einmündungsstellen in die Vettabbia, die bei nur geringer Entfernung von einander doch beträchtliche Höhenunterschiede aufweisen, ergab sich für das Kanalnetz eine terrassenförmige Anordnung, durch welche es ermöglicht wird, das Wasser des Gebietes I zur Spülung von II, das von II zur Spülung von III zu benutzen. Die Linienführung der Hauptkanäle, wie sie sich nach dem vollständigen Ausbau des Kanalnetzes gestalten wird, geht aus Abbildung 1 hervor. Man ersieht hieraus, wie sich unter den geschilderten besonderen Verhältnissen für die Kanalisation von Mailand ein in seinen grossen Zügen ringförmiges Parallelsystem ergeben hat, das für den vorliegenden Fall eine grosse Anzahl von Vorzügen aufzuweisen in der Lage ist.

Die Möglichkeit, das Kanalwasser des einen Gebiets zur Spülung der Kanäle des nächst tieferen Gebiets zu verwenden, ist bereits erwähnt worden. Auch innerhalb eines und desselben Gebiets können die einzelnen Hauptkanäle durch Aufstau des in ihnen fliessenden Kanalwassers als Spülreservoir für die senkrecht zu ihnen bis zum nächst tieferen Parallelsammler laufenden Nebenkanäle benutzt werden, was eine sehr einfache Ausgestaltung des Kanalbetriebes ermöglicht.

Die geschilderte Netzanordnung gestattet es auch, mit dem Ausbau des Kanalnetzes der baulichen Entwicklung der Stadt ungezwungen folgen zu können ohne Rücksicht darauf, ob die Hauptkanäle des Systems, dem das neu zu erschliessende Baugelände nach vollem Ausbau des Kanalnetzes angehören wird, bereits in ihrer ganzen Länge hergestellt sind oder nicht. So sind die nördlichen Teile des Gebietes IV bis zur Ordnung der Verhältnisse in der südlichen Hälfte dieses Gebietes an die Hauptkanäle der Gebiete I und II angeschlossen worden. Auch wird sich die Entwässerung von Gebieten, die ausserhalb der zunächst in Betracht gezogenen Stadterweiterung liegen, im Bedürfnisfalle jederzeit ohne Schwierigkeit bewerkstelligen lassen, gleichgiltig, ob es sich um höheres oder tieferes Gelände als das an das

vorhandene Netz bereits angeschlossene handelt, zumal die geschilderten gleichmässigen Gefällverhältnisse sich auch über das zunächst einbezogene Gebiet hinaus erstrecken.

Dass bei der gewählten Anordnung tote Enden im Kanalnetz fast vollständig vermieden werden konnten, sei hier ebenfalls erwähnt. Endlich sei noch auf einen Vorteil hingewiesen, der namentlich mit Rücksicht auf die verhältnismässig wenig Wasser führende Vorflut, auf das Fehlen jeder Gelegenheit, Entlastungen nach grösseren, freien Wasserläufen anzuordnen, sowie auf die Unterbringung der Abwässer auf Riesefeldern beachtet zu werden verdient und der darin besteht, dass die unter sich ziemlich parallel verlaufenden Sammel- und Nebenkanäle der einzelnen Teilgebiete, die fast ausschliesslich als begehbbare Kanäle ausgebildet sind, zusammen gewissermassen ein grosses Sammelbecken bilden, in welchem namentlich die bloss kurze Zeit andauernden grossen Sturzregen sich anstauen und dann auf einen längeren Zeitraum verteilt mit wesentlich geringerer Geschwindigkeit den Vorflutkanälen zufließen können, als dies z. B. bei einem nach dem Abfangsystem angelegten Kanalnetz mit steilen Nebenkanälen und nur einem einzigen, in der Tiefe gelegenen Abfangkanal der Fall gewesen wäre. Allerdings liegen die Gefällverhältnisse nur in seltenen Fällen so günstig wie in Mailand und in Gebieten mit sehr flachen Gefällen wird auf einen grossen Teil der Vorzüge, die im vorstehenden angeführt worden sind, von vornherein verzichtet werden müssen.

Eine Eigentümlichkeit des Mailänder Kanalnetzes ist noch die, dass die Hauptsammler der höher gelegenen Gebiete durch eine Anzahl von Überfällen nach den Hauptkanälen der tiefer gelegenen Gebiete entlastet werden. Beim Fehlen grösserer, offener Flussläufe innerhalb des Stadtgebietes war die Anordnung von unmittlbaren Regenauslässen nicht möglich, es musste daher, falls eine Entlastung der höher liegenden Sammler überhaupt stattfinden sollte, eine solche nach den Kanälen der tiefer liegenden Gebiete erfolgen, welche letztere dann naturgemäss entsprechend grösser gehalten werden

mussten. Immerhin hatte aber diese Anordnung in technischer Beziehung den Vorteil, dass in den engen Strassen der Altstadt die Hauptkanäle mit entsprechend kleinerem Querschnitt gebaut werden konnten, was eine wesentliche Erleichterung der Bauausführung zur Folge hatte, während in finanzieller Beziehung eine Zinsersparnis erzielt werden konnte, indem die Kanäle der Gebiete III und IV erst viele Jahre nach denen der die Altstadt umfassenden höheren Gebiete voll zum Ausbau gelangen werden und in der Zwischenzeit wesentlich grössere Kosten für die Mitableitung der aus den höheren Gebieten kommenden Regenwassermengen in den vorhandenen Gräben und Bächen nicht entstehen werden.

Um das Hochwasser der von Norden her nach Mailand zufließenden zahlreichen Bäche, welches vor Ausführung der Kanalisation oft bis an die Altstadt heranreichende Überschwemmungen zur Folge hatte, in Zukunft unschädlich zu machen, wurde in der nördlichen Hälfte der im neuen Bebauungsplan vorgesehenen, um die ganze Stadt herumzuführenden Ringstrasse ein grosser Abfangekanal geplant, der das Hochwasser der Bäche, deren Lauf bis zu ihrem Eintritt in das Stadtgebiet auf Abb. 1 angegeben ist, nach Osten in den Redefossi, nach Westen in die Olona ableitet, während der normale Wasserzufluss dieser Bäche in das Kanalnetz mit aufgenommen wird, um es zur Spülung des Netzes nach Bedarf auf die einzelnen Teile desselben verteilen zu können.

#### 4. Das Grundwasser in seinen Beziehungen zur Kanalisation.

Der Entwurfsbearbeitung ging gleichzeitig mit der Höhenaufnahme des Stadtgebietes auch eine Aufnahme der Grundwasserstände voraus, deren Ergebnis in einem Höhenschichtenplan des Grundwassers mit Schichtlinien von  $\frac{1}{2}$  zu  $\frac{1}{2}$  m festgelegt worden ist. Das Grundwasser steht im Mittel 2,5—3 m unter Terrain und hat ein durchschnittliches Gefälle von 0,0025 per Meter; die Geschwindigkeit des Grundwasserstromes

beträgt rund 0,00001 Meter in der Sekunde. Der hohe Grundwasserstand hatte zur Folge, dass die tieferen Kanäle fast ausnahmslos ins Grundwasser zu liegen kamen, weshalb diesem Umstand von vornherein die grösste Aufmerksamkeit zugewendet werden musste.

In den Fällen, in welchen der Bau grösserer Kanäle im Grundwasser sich nicht vermeiden lässt, wird im Allgemeinen darnach gestrebt werden müssen, diese Kanäle in der Richtung des Grundwasserstromes zu führen, da die Anordnung der Kanäle senkrecht zum Grundwasserstrom gegebenenfalls ein Aufstauen des Grundwassers in den oberhalb gelegenen Gebieten zur Folge haben könnte. Bei kleiner Geschwindigkeit und grosser Mächtigkeit des Grundwasserstromes wird dieser Umstand allerdings nicht von grosser Bedeutung werden können, bei ungünstigen Verhältnissen aber wird der Erhöhung des oberen Grundwasserspiegels durch Anordnung zweckentsprechender Verbindungen zwischen den durch den eingebauten Kanal getrennten Grundwasserteilen vorgebeugt werden müssen. Im Kanalnetz von Mailand mussten nun gerade einige der grösseren und tiefer gelegenen Kanäle senkrecht zum Grundwasserstrom angeordnet werden. Ein erheblicher Aufstau war bei den vorherrschenden günstigen Grundwasserverhältnissen zwar nicht zu befürchten, immerhin aber wurde, um jedwede Störung zu vermeiden, unterhalb dieser Kanäle eine besondere Drainage zu obgenanntem Zweck angeordnet. (Abb. 2—3.)

Bei den geschilderten Grundwasserverhältnissen Mailands lag der Gedanke nahe, das Kanalnetz dazu zu verwenden, die in hygienischer Beziehung anerkannt ungünstigen Schwankungen des Grundwassers auf ein Minimum zu begrenzen, was durch Anordnung entsprechender Verbindungen des Grundwassers mit den Kanälen erzielt werden konnte. Von einer Absenkung des Grundwassers durch Anordnung poröser Kanalwände wurde hierbei prinzipiell und wohl mit vollem Recht abgesehen, das Grundwasser gelangt vielmehr ausschliesslich durch solche Öffnungen in die Kanäle, die nach Belieben geöffnet oder geschlossen gehalten werden können.

Die Abb. 2—4 zeigen die Anordnung eines solchen

Einlasses für das Grundwasser. Seitlich des Kanals befindet sich ein durchlöcherter Korb in einem aus Mauerwerk oder Beton hergestellten, mit einer versiegelten Platte abgedeckten Schacht. In die Mauer zwischen Schacht und Kanal sind zwei oder drei Rohre eingebaut, von denen das unterste für gewöhnlich geschlossen und das oberste, über dessen Anschluss-Öffnung das Wasser im Kanal nur bei grossem Regen ansteigt, für gewöhnlich geöffnet gehalten wird. Das Grundwasser, das im Korb hochsteigt, vermindert in der Schachtkammer zufolge des wesentlich vergrösserten Querschnitts seine Geschwindigkeit, sodass etwa mitgeführter Sand sofort wieder zu Boden sinkt. Das untere Rohr wird bloss dann geöffnet, wenn das Grundwasser in der Nähe der Kammer über das gewöhnliche Mass gesenkt werden soll, um etwaige Reparaturen auszuführen oder irgend eine neue Hausentwässerung oder dergleichen anzuschliessen.

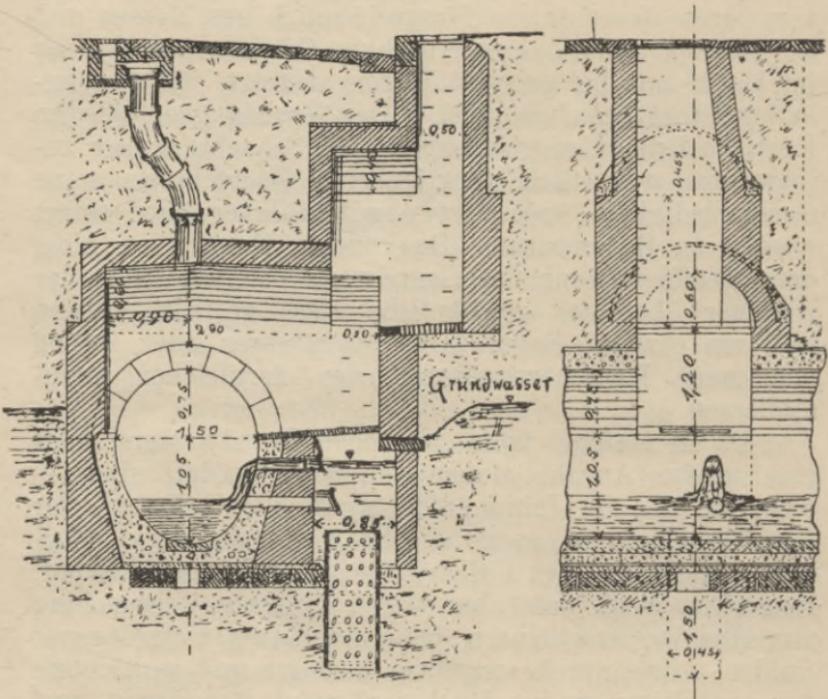
Da in Mailand trotz des hohen Grundwasserstandes eine grosse Anzahl tiefer Keller vorhanden sind — eine Zählung im Jahre 1889 ergab über 1700 Keller von 3 m Tiefe —, so ist die Entwässerung der Kellerräume nicht in allen Fällen ohne weiteres durchführbar. Immerhin wird sich aber durch obligate Verwendung von Hochwasserschiebern beim Anschluss tiefergelegener Stellen, sowie durch sorgfältig verlegte und verdichtete Eisenrohrleitungen im Rückstaubereich des Grund- und Kanalwassers die Überflutung angeschlossener Kellerräume in Mailand ebenso vermeiden lassen, wie dies in den Städten Deutschlands jetzt wohl allgemein der Fall sein dürfte.

### 5. Berechnung der Kanäle.

Bei Bestimmung der von den Kanälen abzuführenden Wassermengen waren in Mailand zu berücksichtigen 1. das Brauchwasser; 2. die in die Kanalisation aufzunehmende normale Wassermenge der vorhandenen Bäche und Gräben; 3. das ebenfalls durch die Kanalisation abzuführende Grundwasser und 4. das Regenwasser.

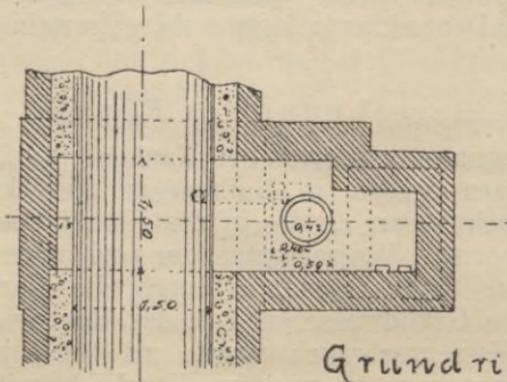
Der Wasserverbrauch wurde zu 100 l pro Kopf und Tag angenommen, was im Vergleich mit andern

### Abb. 2-4. Einlaß für Grundwasser.



Querschnitt

Längsschnitt



Grundriß.

italienischen Städten bereits eine reichliche Annahme bedeutet, da z. B. in Turin, das bereits seit dem Jahre 1854 mit zentraler Wasserversorgung versehen ist, der Wasserverbrauch im Jahre 1894 bloss 34 l pro Kopf und Tag betrug. Es wurde angenommen, dass der gesamte Wasserverbrauch wieder zum Abfluss gelangen soll u. z. in 9 Stunden, was einer stündlichen Schmutzwassermenge von 11,1 l pro Kopf entspricht. Die Bevölkerungsdichte ist je nach den verschiedenen Bauquartieren zu 280, 350 und 550 Einwohner pro ha angenommen worden.

Den verschiedenen Wasserläufen, deren Normalwasser in das Kanalnetz aufgenommen werden soll, kann nach den angestellten Messungen nach Abzug der für die verschiedenen Wassernutzungen erforderlichen Wassermengen zur Spülung des Kanalnetzes eine Wassermenge von 1,525 cbm/sec. dauernd entzogen werden.

Zur Bestimmung der aus den Grundwasserdrainagen zu erwartenden Wassermengen sind an einer 469 m langen Kanalstrecke, deren Sohle sich i. M. auf 1,30 m unter dem Grundwasserspiegel befand, entsprechende Messungen vorgenommen worden. An den beiden Enden der Kanalstrecke sind Überfallwehre mit rechtwinkeligem Öffnungs-Querschnitt angeordnet worden, nachdem vorher die Drainageöffnungen sowohl, wie sämtliche sonstige Anschlüsse an den Kanal verschlossen worden waren. Durch Glasröhren, die in der Nähe der beiden Wehre angebracht waren, konnte man zunächst den unbeeinflussten Stand des Grundwassers beobachten. Sodann wurden die auf der Kanalstrecke in annähernd gleichen Entfernungen angeordneten 7 Grundwassereinlässe der Reihe nach geöffnet und der Unterschied der über den zwei Wehren abfließenden Wassermengen bestimmt. Dieser Unterschied ergab sich zu 67,53 l/sec, mithin gelangt durch jeden der 7 Einlässe i. M. 9,65 l/sec Grundwasser in den Kanal. Auf 1 km Kanallänge berechnete sich daher bei der genannten Eintauchtiefe des Kanals von 1,30 m die abzuführende Grundwassermenge zu 166 l/sec. Auf dieser Grundlage wurde sodann die in das gesamte Kanalnetz aufzunehmende Grundwassermenge zu 1,395 m<sup>3</sup>/sec ermittelt.

An Bach- und Grundwasser zusammen ist daher eine Wassermenge von 2,92 cbm/sec im Kanalnetz abzuführen. Dies ergibt bei einer Ausdehnung des Entwässerungsgebiets auf 2612 ha annähernd 1 l/ha/sec und bei einer in Rechnung gesetzten höchsten Bevölkerungsziffer von 850 000 Einwohnern rund 300 l pro Tag und Kopf der Bevölkerung an Spülwasser, welche Wassermenge jedoch der Natur der Sache nach in weiten Grenzen regulierbar bleibt.

Von massgebender Bedeutung für die Dimensionierung der Kanäle ist die Bestimmung des abzuführenden Regenwassers. Zur Kennzeichnung der herrschenden Regenverhältnisse sei angeführt, dass die jährliche Regenmenge der Jahre 1805—1894 im Mittel 1035 m/m betrug. Einzelne Jahre weisen beträchtlich höhere Werte auf, so 1814 mit 1578 und 1872 mit 1570 m/m. Die grösste Regenmenge, die an einem Tag gemessen wurde, betrug 155,8 m/m im Jahre 1892. Selbstschreibende Regenmesser wurden zuerst im Jahre 1895 aufgestellt, von den Angaben über die Regenfälle von kurzer Dauer und grosser Intensität erheben daher blos die nach dieser Zeit beobachteten Anspruch auf Verlässlichkeit. Am 17. Juni 1896 wurde ein Dauerregen von 5 Stunden mit einer gesammten Regenhöhe von 52,5 m/m gemessen, was einer Intensität von 10,5 m/m pro Stunde entspricht. Innerhalb dieses Regens fielen während 12 Minuten 12 m/m, entsprechend einer Intensität von 60 m/m pro Stunde oder 166 l per ha und sec. Wie in manchen andern Städten, so dürften auch in Mailand bei längerer Anwendung der vervollkommneten Regenmesser wesentlich grössere Intensitäten, wenn auch nur von kurzer Dauer, zur Aufzeichnung gelangen. Eine Beobachtung aus Stuttgart, die am 23. Juli 1883 während 3 Minuten eine Intensität von 415 l/sec/ha ergab, war bereits den Verfassern des Entwurfs für Mailand bekannt. Seither ist auch für Hannover in einer Abhandlung von Bock in der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1901 S. 301 eine grösste Intensität, die innerhalb eines zweistündigen Regens mit einer Dauer von 5 Minuten beobachtet wurde, mit  $403\frac{1}{3}$  l/ha/sec angegeben worden. Der Entwurf für Mailand liess solche Ausnahmefälle,

die zudem im eigenen Stadtgebiet noch nicht beobachtet wurden, wohl mit Recht ausser Betracht, da dieselben einesteils bei ihrer kurzen Dauer eine wesentliche Überlastung des Kanalnetzes nicht befürchten lassen, andererseits aber die Berücksichtigung so grosser Regenmengen zu unausführbaren Konsequenzen führen müsste.

Für die Durchrechnung des Kanalnetzes werden in Mailand bezüglich der in Betracht zu ziehenden Regenwassermengen zwei Annahmen gemacht:

Als Dauerregen wurde ein Regen von 6 m/m pro Stunde in die Rechnung eingeführt und nach der hieraus in den Kanälen sich ergebenden Wasserspiegelhöhe wurde die Höhe der Einlassöffnungen für das Grundwasser, die Ganghöhe der Seiteneingänge über Kanalsole usw. bestimmt. Ein Abzug für Verdunstung und Versickerung wurde bei Berechnung der bei Dauerregen in die Kanäle gelangenden Wassermengen nicht gemacht, sodass sich die hierbei abzuführende Wassermenge zu  $\frac{6 \times 10000}{3600} = 0,01666 \text{ cbm/ha/sec}$  berechnet.

Der Bestimmung der grössten Regenwassermengen, die vom Kanalnetz abgeführt werden sollen, ist ein Regen mit der Intensität von 45 m/m pro Stunde oder 125 l/ha/sec u. z. in der Dauer von einer Stunde zu Grunde gelegt worden. Bei Ermittlung der hierbei zu erwartenden thatsächlichen Abflussmengen in den Kanälen konnte natürlich weder von der Verdunstung und Versickerung, noch auch von der Einwirkung der Verzögerung, d. h. von dem Einflusse der Zeitdauer, die das Wasser zum oberflächlichen Abfluss, sowie zum Durchfliessen der Kanäle bis zum untersuchten Querschnitt braucht, abgesehen werden, wenn man nicht zu ganz unzuverlässigen Ziffern gelangen wollte.

Die Bestimmung der in den Kanälen abzuführenden grössten Regenwassermengen erfolgte demgemäss nach der Formel:

$$Q = F R \varphi \psi$$

worin Q = abzuführende Wassermenge in cbm/sec  
 F = zugehörige Entwässerungsfläche in ha  
 R = gefallene Regenmenge pro ha und sec

$\varphi$  = Coëfficient für den Verlust durch Verdunstung und Versickerung

$\psi$  — Coëfficient für die Verzögerung.

Für den Coëfficienten  $\varphi$  wurden die folgenden Annahmen gemacht:

Altstadt, dichte Bebauung, enge, ganz gepflasterte Strassen . . . . .	$\varphi = 0,7 - 0,9$
Der Altstadt benachbarte Stadtteile mit einigen Plätzen und Gärten . . . . .	$= 0,5 - 0,7$
Neue Stadtteile mit angepflanzten Plätzen und weiterer Bebauung . . . . .	$= 0,25 - 0,50$
Gärten, Friedhöfe, Exerzierplätze, Bahnhöfe u. dergl. . . . .	$= 0,00 - 0,25$

Der Verzögerungscoëfficient ist zu  $\psi = \frac{1}{\sqrt{F}}$  an-

genommen worden. Für das Teilentwässerungsgebiet IV wurde der Einfluss der Verzögerung ausserdem auch noch auf graphische Weise und unter Berücksichtigung des Fassungsraumes der vor dem Regen nicht volllaufenden Kanäle bestimmt und hierbei eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den auf rechnerischem Wege erzielten Ergebnissen gefunden.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, in welcher Weise in Mailand die im Kanalnetz bei Trockenwetter, Landregen und Gewitterregen jeweils abzuführenden Wassermengen berechnet worden sind. Aus den hierdurch bestimmten Wassermengen und den mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse festgelegten Gefällen für die Sohle bezw. für den Wasserspiegel der Kanäle ist sodann die erforderliche Profilgrösse mit Hilfe der Darcy-Bazin'schen Formel bestimmt worden, und zwar in der Form:

$$Q = F \sqrt{\frac{R J}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

worin:

Q = abzuführende Wassermenge in cbm/sec

F = Flächeninhalt des Querschnitts in qm

R = hydraulischer Radius des Querschnitts

$J$  = Gefälle in m auf 1 m Kanal

$\alpha = 0,00019$  und  $\beta = 0,0000133$

Die Hauptauslasskanäle der Teilgebiete II und III sind in ihrem untersten Lauf als offene, teils ausgemauerte, teils in Erde geböschte Gräben ausgebildet, zu deren Berechnung die Kutter'sche Formel benutzt wurde:

$$Q = F \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \sqrt{R J}$$

Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie vor;  $m$  bedeutet ausserdem einen von dem zur Befestigung der Grabenwände verwendeten Material abhängigen Coëfficienten.

## 6. Querschnittsformen, Material und Ausstattung der Kanäle.

Für kleinere Wassermengen werden bei Gefällen, die grösser sind als 1:125, glasierte Thonröhren bis zu einem Durchmesser von 30–35 cm verwendet. Nur in einigen Strassen der Altstadt, in welchen industrielle Anlagen mit Zement angreifenden Abwässern weder vorhanden, noch zu erwarten sind, sind auch aus zwei aufeinandergelegten Teilen hergestellte Zementröhren von 40, 50 und 60 cm Durchmesser eingebaut worden. Im Allgemeinen jedoch werden dort, wo sich aus der Berechnung grössere Profile als notwendig ergeben oder wo nur ein geringeres Gefälle zu erzielen ist, begehbare Kanäle angeordnet.

Die kleineren begehbaren Kanäle haben die übliche Eiform, deren Breite gleich ist  $\frac{2}{3}$  der Höhe. Das kleinste angewendete Profil dieser Art misst 0,80 auf 1,20, das grösste 1,20 auf 1,80 m. Das Profil 0,60 auf 0,90 wurde bei den ersten Ausführungen ebenfalls noch mitverwendet, aber wegen seiner mit grosser Mühe verbundenen Begehbarkeit alsbald wieder aufgegeben.

Für grössere Wassermengen wurde das gedrückte Eiprofil in mehreren Formen mit zunehmender Breite bis zum Kreisquerschnitt von 2 m Durchmesser gewählt, während die Hauptsammler als Kreissegmente mit einem Zentriwinkel von  $180^\circ$  und mehr und mit gewölbter Sohle in verschiedener Weise ausgebildet werden. Die

untersten Strecken der Hauptauslasskanäle für die Teilgebiete II und III bilden offene Gräben von z. T. ziemlich bedeutenden Dimensionen. Die Böschungen sind teils durch Mauerwerk oder Pflasterung beseitigt, teils — in ihrem obern Teile — unbefestigt. Die Sohle ist zumeist in gewölbter Form ausgemauert.

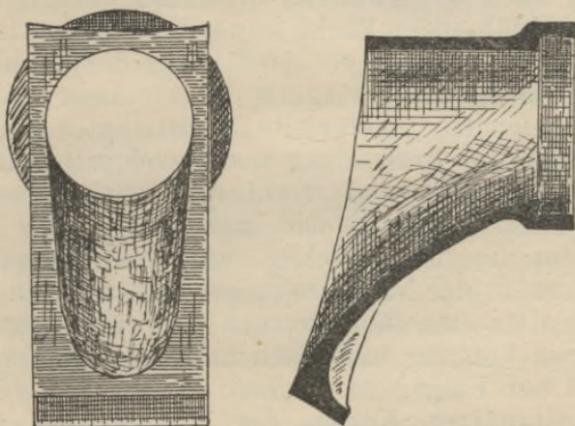
Die begehbaren Kanäle sind zum grössten Teil aus Stampfbeton mit Sohlstücken aus Granit oder gebranntem Thon hergestellt. Zu Beginn der Ausführungen wurden die Eiprofile 0,60 auf 0,90 und 0,80 auf 1,20 m auch aus einem bis zum Kämpfer reichenden unteren und einem den Gewölbe-Halbkreis umfassenden oberen Stück hergestellt. Da aber das erstere Profil später nicht mehr verwendet wurde und beim zweiten die Herstellung aus vorher fertig gestellten Stücken weder eine Kostenersparnis, noch auch eine genauere Arbeit ermöglichte, ist man von dieser Art der Ausführung später abgekommen.

Durch die in Mailand dauernd zur Verfügung stehende bedeutende Spülwassermenge wird das Reinhalten des Kanalnetzes wesentlich erleichtert. An den wenigen toten Enden der Rohrkanäle sind ausserdem selbstthätige Spülapparate angeordnet. Zur Vermeidung von Ablagerungen erfolgt die Verbindung der Rohrkanäle durch besondere Formsteine in den Sohlen der Einsteigeschächte, die der gemauerten Kanäle durch tangentielle Zusammenführung in entsprechend ausgebildeten Bauwerken. Beachtenswert ist die Verwendung besonders geformter Einlassstücke aus Steingut für die Einführung der Hausanschlüsse in die Betonkanäle, die das Wasser der Anschlüsse noch vor ihrem Eintritt in den Strassenkanal bis auf den Wasserspiegel des Trockenwetter-Ablaufs hinunterführen, eine Einrichtung, die zur Vermeidung der die Reinhaltung der Kanalwände sehr erschwerenden ständigen Verschmutzung derselben unterhalb der Einmündung der Anschlüsse auch bei gemauerten Kanälen nur empfohlen werden kann. (Abb. 5—6.) In weiterer Ausbildung dieser Anordnung wäre es, wie bei dieser Gelegenheit bemerkt werden soll, namentlich bei Sinkkasten-Anschlüssen angebracht, auch den dem Anschluss gegenüberliegenden Teil der Kanalwandung mit glasierten Thonplatten zu

verkleiden, um das Anhaften von aufspritzendem Strassenschmutz, das man auch in den bestausgeführten Kanälen namentlich nach heftigen Regenfällen zu beobachten stets Gelegenheit hat, möglichst zu vermeiden.

Die gemauerten Kanäle werden durch Seiteneingänge, die Rohrkanäle durch Mannlochschächte zugänglich gemacht. Letztere befinden sich in Entfernungen von je 25—30 m. Der Querschnitt der unteren Kammer dieser Schächte beträgt 1,00 auf 1,00 oder 0,80 auf 1,20 m, je nachdem es sich um eine Verbindung zweier Rohrstränge oder um einen durchlaufenden Strang handelt.

Abb. 5-G.



Die Untersuchung der Rohrstränge erfolgt mittels Ablichtens derselben von einem Schacht zum andern. Bei etwaiger Verstopfung wird die genaue Lage derselben in der Weise bestimmt, dass vom Schacht aus aneinandergefügte Eisenstäbe von je 1 m Länge in den Strang geschoben werden, bis das Hindernis erreicht ist. Durch Bewegen der Stäbe und der am Anfang derselben befestigten Eisenstücke kann das Hindernis in der Regel bereits beseitigt werden; wenn dies nicht gelingen sollte, ist auf diese Weise wenigstens die genaue Lage der vorzunehmenden Aufgrabung gegeben.

Die Lüftung des Kanalnetzes erfolgt hauptsächlich durch Benutzung der Regenabfallrohre zur Abführung der Kanalluft und durch Anordnung von bis Strassenoberkante hochgeführter Ventilationsrohre zur Einführung frischer Luft. Die Einführung weitergehender Einrichtungen zur Lüftung des Kanalnetzes ist späterer Zeit vorbehalten geblieben.

### 7. Reinigung der Abwässer.

In Bezug auf die Reinigung der Abwässer befand sich Mailand in einer ausnahmsweise günstigen Lage. Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, werden die unterhalb der Stadt gelegenen Felder, die sogenannten Marciten, schon seit mehreren Jahrhunderten mit dem Wasser der zahlreichen die Stadt durchfliessenden und seit altersher auch die Abwässer derselben wenigstens zum Teil mit abführenden Bäche bewässert, sodass einerseits die Felder sich bereits vor Ausführung der Kanalisation in einem für die Unterbringung der Abwässer geeigneten Zustand befanden, andererseits die beteiligten Landwirte die Vorteile der Berieselung wenn auch mit stark verdünntem Abwasser von vornherein aus eigener Erfahrung zu beurteilen in der Lage waren. Die Bewässerung der fraglichen Felder war von Cisterciensern und andern in der Nähe ansässigen Mönchsorden bereits im Mittelalter eingeführt worden und verbreitete sich nach ihrem Vorgang bald auch unter den andern Landbesitzern der Umgegend. Schon in den um das Jahr 1300 entstandenen Karten der benachbarten Archive sind Schleusen, Entnahme- und andere Bauwerke angeführt, die auf das Vorhandensein einer geregelten Wasserverteilung zu Bewässerungszwecken schliessen lassen.

Auf Grund dieser Jahrhunderte alten Übung ist es verständlich, dass die Besitzer der in Betracht kommenden Felder die durch eine regelrechte Kanalisation abgeführten Abwässer der Stadt Mailand nicht nur bereitwilligst annahmen, sondern sich auch zu finanziellen Gegenleistungen verstanden. Während bei den meisten Rieselfeldanlagen in England und Deutschland wenigstens im Prinzip die Reinigung der Abwässer als das haupt-

sächlich anzustrebende Ziel und die landwirtschaftliche Ausnutzung derselben nur als Mittel zum Zweck betrachtet werden musste, lagen die Verhältnisse in Mailand umgekehrt, sodass die Stadt in dem mit dem Vettabbia-Konsortium abgeschlossenen Vertrag nur die Verpflichtung zu übernehmen hatte, die Abwässer der Teil-Entwässerungsgebiete I, II und III der Gesellschaft unentgeltlich zur Verfügung zu stellen, wofür die Gesellschaft die in ihrem Besitz befindlichen Bäche und Gräben in einen solchen Zustand versetzen musste, dass sie sämtliche ihnen durch die Hauptkanäle zugeführten Wassermengen sowohl bei Trocken-, als auch bei Regen-Wetter ungehindert abzuleiten imstande seien, was angesichts der gegen früher wesentlich vergrösserten Wassermengen einen erheblichen Aufwand an Bau- und Betriebskosten verursacht.

Zur Zeit stehen an Riesefeldern zur Verfügung im Laufe der Vettabbia 2530,6 ha, im Laufe des Lambro 784,2 ha, zusammen also 3315 ha, wobei verschiedene weiter unten liegende Flächen, die z. Z. mit dem von den weiter oben liegenden Riesefeldern abfliessenden Wasser bewässert werden, nicht in Ansatz gebracht sind. Im weiteren Lauf der Vettabbia steht dem Konsortium ausserdem noch ein Komplex von etwa 8000 ha zur Verfügung, der zur Unterbringung etwa überschüssigen Wassers jederzeit zu Rieselzwecken mit herangezogen werden kann.

Wenn aber vorerst nur mit einer Fläche von 3315 ha gerechnet wird, so entfallen bei einer innerhalb des Bebauungsplans im Höchsthalle zu erwartenden Bevölkerung von 850000 Einwohnern auf 1 ha der Rieselfelder rund 250 Einwohner, d. h. ebensoviel, wie für die Rieselfelder von Berlin als Norm aufgestellt ist. Wie weiter oben bereits angeführt wurde, ist für die Berechnung der Kanäle eine Schmutzwassermenge von 100 l und eine ständige Spülwassermenge von 300 l pro Kopf und Tag in Ansatz gebracht worden. Es kämen daher aus dem Kanalnetz auf 1 ha der Rieselfelder pro Jahr 36500 cbm Wasser. Da der unter dem Mutterboden aus Sand und Kies bestehende Boden des milanesischen Flachlandes für die Reinigung der Abwässer

als durchaus günstig anzusehen ist, ist diese Zahl in Bezug auf die Reinigung der stark verdünnten Abwässer als nicht zu hoch zu bezeichnen. Mit Rücksicht auf den Wasserbedarf der zumeist als Wiesen und nur zum geringen Teile in Wechselkultur benutzten Felder ist das durch das Kanalnetz herbeigeschaffte Wasser aber noch nicht einmal ausreichend, da von den massgebenden Sachverständigen die zur Bewässerung von 1 ha erforderliche Wassermenge im Minimum auf 1,75 l/sec oder 55000 cbm im Jahr angegeben worden ist, sodass zur vollständigen Deckung des Wasserbedarfs noch andere, von der Kanalisation unabhängige Bezugsquellen herangezogen werden müssen. Sowohl mit Rücksicht auf die quantitative, als auch auf die qualitative Leistungsfähigkeit der Rieselfelder sind daher Schwierigkeiten in der Unterbringung der Abwässer in absehbarer Zeit nicht zu befürchten.

Die im Vorstehenden enthaltenen Angaben entstammen den verschiedenen Berichten des städtischen Bauamts und der wiederholt eingesetzten Sachverständigen-Kommissionen, die von der Stadtbehörde von Mailand in dem Werke „Le Fognature di Milano“ zusammengestellt worden sind.

Frankfurt am Main.

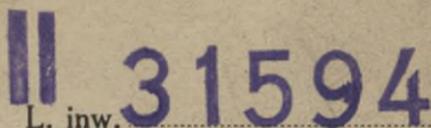
Forbát-Fischer.





S. 61




 A large blue barcode with the number 31594 printed to its right. Below the number, the text 'L. inw.' is printed.
 

L. inw. 31594

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10.000

**Bonne, Dr.,** Neue Untersuchungen  
Verunreinigung der Unterelb

**Bonne, Dr.,** Die Notwendigkeit  
vom gesundheitlichen, volks-  
punkte aus erläutert durch  
1901. 239 Seiten mit einer

**Gruner, Med.-Rat Dr.,** Luftheizu  
Schulhause, nach mehrjähri-  
mit 1 Abbildung. 70 Pf.

**Brix, Stadtbaurat J.,** Der Städtekl  
58 S. 1902. Preis 1 M.

**Büsing, Professor F. W.,** Übe  
Kanälen aufzunehmenden Wassermengen. 1900. 27 Seiten. 1 M.

**Classen, Ing. H.,** Neue Untersuchungen über die Grenzen und hydro-  
metrischen Werte der Selbstreinigung fließender Gewässer. 26  
Seiten und 1 Tafel Tab. 1899. 1 M.

**Classen, Ing. H.,** Gutachten über die drohende Verunreinigung des Rhein-  
stromes. 26 Seiten. 1899. 1 M.

**Danckwerts, Dr.,** Reg.- und Baurat, Denkschrift, betr. die Bildung einer  
Wasser-Genossenschaft zur landwirtschaftlichen Ausnutzung der Kan-  
nalisationswässer der Stadt Königsberg. 1 M. 50 Pf.

**Darapsky, Dr. L.,** Die Grundwasserfrage in Hamburg. Preis 70 Pf.

**Darapsky,** Tage- oder Tiefenwasser? 1903. 1 M.

**Degener, Priv.-Doz., Dr.,** Das Kohlebrei-Verfahren. 29 S. 1899. 50 Pf.  
2. Teil 1901. 50 Pf.

**Degener, Priv.-Doz., Dr.,** Principien der Städtereinigung 39 S. 1901. 1 M.

**Erlwein, Dr. Gg.,** Trinkwasserreinigung durch Ozon nach dem System  
von Siemens und Halske A. G. in Berlin. 1901. 28 S. mit 11 Abb.  
und 4 Tab. 1 M.

**Erlwein, Dr. G.,** Die Ozon-Wasserwerksanlagen in Wiesbaden-Schierstein  
und Paderborn mit Abb. 1903. 2 M.

**Gesundheit,** Hygienische und gesundheitstechnische Zeitschrift. Organ  
des Internationalen Vereins für Reinhaltung der Flüsse, des Bodens  
und der Luft. Herausgegeben von Stadtbaurat Brix und Stadtarzt Dr.  
Petruschky. 27. Jahrgang 1902. Monatlich 2 Nummern. Preis  
vierteljährlich 4 M. Probennummern gratis.

**Hopp,** Amerikanische Wasserleitungs- und Haus-Entwässerungs-Installat-  
tionen. Erscheint demnächst.

**Koschmieder, Ing.,** Die Verwendung elektrischer Energie zur Reinigung  
und Sterilisierung von Abwasser. 1903. 1 Mk.

**Kröhnke, Dir. Dr.,** Entwicklung und Wesen des Kohlebreiverfahrens.  
Eine kritische Studie. 32 S. und 1 Tabelle. 1900. 1 M.

**Kröhnke, Dr.,** Über Spülabortgruben. 2 Hefte à 70 Pf.

**Kröhnke, Dr.,** Über die zerstörende Wirkung freier Kohlensäure im Wasser  
auf Eisen. 1899. 50 Pf.

**Müllénbach, Ing. J.** Biblioteka Politechniki Krakowskiej

**Müllénbach, Ing. J.** ... nigung. Mit Abb.

1903. 1 M.

**Steinbach, Ing. H.** ... nnsystem). 70 Pf.

