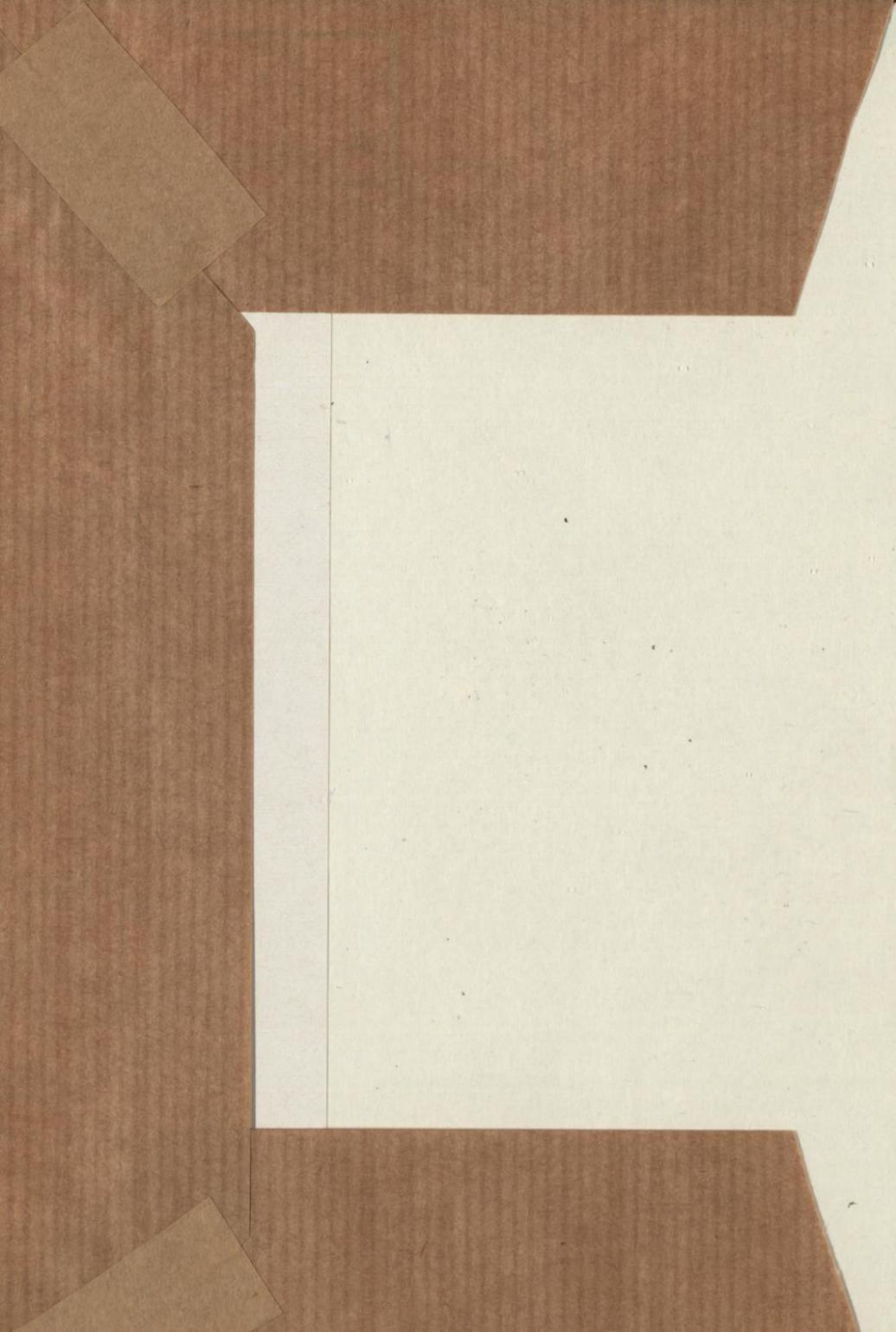


Wiener Stadt- und
Landesbibliothek

239683

A

MA 9 - SD 25 - 20 - 976 - 117418 - 54



10699A
HANS STADLER: SO BAUT MAN KANÄLE

So baut man Kanäle

VON

OBERSENATSRAT
HANS STADLER

Stillebach

1954 / 1955

1954 / 1955

1954 / 1955

1954 / 1955

10699A₃

So baut man Kanäle

von

OBERSENATSRAT
HANS STADLER



Wien 1966

Verlag der „Österreichischen Abwasser-Rundschau“

A 239.683



OBERSTADT-RAT
HANS STADLER

IN 378.975

Alle Rechte vorbehalten

Copyright 1966 by Verlag der „Österreichischen Abwasser-Rundschau“ Ges. m. b. H.,
Wien

Druck: Hans Bulla & Sohn, Wien IX

Vorwort

Meine Pensionierung ermöglichte mir, fern von der Hast und dem Getriebe der Aktivität die reichen Erfahrungen, die ich als Ingenieur des Wiener Stadtbauamtes und später als langjähriger Leiter der Fachabteilung Kanalisation auf diesem Gebiete in fast vierzig Jahren gewonnen habe, zu sichten und wohlgeordnet den jüngeren Technikern, die sich mit dieser Sparte der Ingenieurbaukunst befassen, zu bewahren und in Buchform vorzulegen.

Kanalisation ist ein Spezialgebiet, für welches die technischen Lehranstalten naturgemäß nur theoretische Kenntnisse vermitteln können. Alles Weitere muß, wie ja auch in anderen Fächern, in der Praxis erworben werden. Und hier möchte ich, da meines Wissens ein Mangel an einschlägigen Lehrbüchern besteht, helfend eingreifen und vor allem praktische Winke geben, um das Einarbeiten in diese Materie — der viele fremd, ja sogar ablehnend gegenüberstehen und ihre Schwierigkeiten unterschätzen — zu erleichtern und grundlegende Fehler zu vermeiden.

Die ungeheure Wichtigkeit einer einwandfrei funktionierenden Kanalisation für die Volksgesundheit wurde erst in den letzten Jahren auch in Österreich richtig erkannt. Es gilt daher auf diesem Gebiete viel aufzuholen. Dabei muß sich der Kanalbauer aber über eines im klaren sein: Auf Optik muß weitgehend verzichtet werden.

Wenn es mir gelingt, für dieses Buch einen größeren Kreis von Interessenten zu gewinnen als Stütze und wertvolles Hilfsmittel für ihre Arbeiten, wäre dies ein schöner Abschluß meiner Tätigkeit auf dem Gebiete der Kanalisation.

Die Herausgabe des Buches wurde durch die Beistellung von Planunterlagen, Normalien und Photos seitens des derzeitigen Leiters der Magistratsabteilung 30, Kanalisation, Senatsrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst PARTHILLA, bzw. seines Stellvertreters, Oberstadtbaurat Dipl.-Ing. Leopold SCHWARZ, meiner früheren Mitarbeiter, wesentlich erleichtert, wofür ich mich zu großem Dank verpflichtet fühle.

Wien, am 18. Februar 1965

Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans STADLER

Inhaltsangabe

A. Die Bauvorbereitung

1. Das Kanalsystem	1
2. Das Einzugsgebiet (Generelles Projekt)	2
3. Die anfallenden Abwassermengen	4
4. Die Bestimmung der Abflußmengen	9
5. Die Querschnittsformen der Kanäle und ihre hydraulische Berechnung	14
6. Die Kanaltrassierung	27
7. Die Tiefenlage und das Gefälle der Kanäle	29
8. Die Arten der Kanäle	30
9. Die Verfassung eines Detailprojektes	32

B. Die Baudurchführung

10. Richtlinien für den Beginn eines Kanalbaues	42
11. Die Aussteckung der Trasse und Höhenangabe	43
12. Die Herstellung des Kanalgrabens	46
13. Die Pöhlung (Grabenverbauung)	53
a) Allgemeines	53
b) Waagrechte Pöhlung	56
c) Senkrechte Pöhlung und Getriebezimmerung	57
d) Minierung	62
14. Die Kanalgrabensohle	65
15. Die Lagerung des Aushubes	67
16. Die Rohrverlegung	68
a) Allgemeines	68
b) Verlegen von Steinzeugrohren	69
c) Verlegen von Betonrohren	73
17. Die Herstellung von Kanälen an Ort und Stelle (Profilkanäle)	75
a) Kanäle aus Stampfbeton	75
b) Kanäle aus Stahlbeton	84
18. Die Einsteigschächte und Putzkammern	85
19. Die Kanäle im Trennsystem	92
20. Die Kanaleinmündungen	95
21. Die Zuschüttung des Kanalgrabens	97

C. Die Sonderbauwerke

22. Die Straßenabläufe	103
23. Die Spülkammern und Spülbecken	105
24. Die Absturzbauwerke	107
25. Die Schnee-Einwurfshächte	110
26. Die Regenauslässe	111
27. Die Schotter- und Sandfänge	119
28. Der Düker	122
29. Die Kanalbrücke	125
30. Die Ausmündungsbauwerke	126
31. Die Pumpwerke	127
32. Die Kläranlagen	134

D. Schriftliche Ausfertigungen

33. Das Leistungsverzeichnis	141
34. Die Bestandspläne	149
Liste der einschlägigen Ö-Normen	153
Verzeichnis der Pläne, Tabellen und Tafeln	154
Sachregister	156

A. Die Bauvorbereitung

1. Das Kanalsystem

Das in einem Entwässerungsgebiet (Einzugsgebiet) anfallende Abwasser wird als ein „durch häusliche, gewerbliche oder industrielle Nutzung nachteilig verändertes Wasser sowie abfließendes Niederschlagwasser von Ansiedlungen“ (ÖNORM B 2500) definiert. Es unterscheidet sich in Schmutzwasser, Regenwasser (Niederschlagwasser) und Mischwasser (Schmutzwasser mit Regenwasser gemischt). Dementsprechend gibt es zur schnellen und gefahrlosen Ableitung bzw. schadlosen Beseitigung dieser Wässer zwei Systeme: Das Trennsystem und das Mischsystem. Beim Trennsystem wird das Schmutzwasser und das Regenwasser in zwei getrennten Kanälen, beim Mischsystem in einem gemeinsamen Kanal abgeleitet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß nur ein Schmutzwasserkanalnetz oder nur ein Regenwasserkanalnetz vorhanden ist. Im ersteren Fall wird das Regenwasser in offenen Gerinnen abgeleitet oder aber versickert (unvollkommenes Trennsystem), im letzteren das Schmutzwasser in Senkgruben gesammelt oder in Hauskläranlagen gereinigt. Da beim vollkommenen Trennsystem zwei Kanalleitungen vorhanden sein müssen, ist es klar, daß es wesentlich teurer ist als das Mischsystem. Ein besonderer Nachteil besteht auch darin, daß eine strenge Überwachung von nachträglich durchgeführten Einmündungen in das Kanalnetz erforderlich ist, weil es sonst leicht vorkommt, daß die Kanäle verwechselt werden und man Schmutzwasser in den Regenwasserkanal einmündet, der vielleicht im Verhältnis zur Liegenschaft günstiger gelegen ist, und umgekehrt.

Bei der Verlegung der Schmutzwasserkanäle ist besonders darauf zu achten, daß sie dicht sind, weil sie wegen ihrer geringeren Profilfläche gegen etwaiges Eindringen von Grundwasser, das ihre Abflußfähigkeit für Schmutzwasser beeinträchtigt, besonders empfindlich sind. Das Mischsystem ist billiger, einfacher und übersichtlicher. Mit Rücksicht auf die Abfuhr von Regenwasser, das besonders zur Kanalspülung beiträgt, hat es ein wesentlich größeres Abfuhrvermögen, das nur bei starken Regenfällen voll ausgenützt wird. Es ist damit viel unempfindlicher gegen das Einfließen von Grundwasser. Man sollte daher den Bau eines Kanalnetzes nach dem Mischsystem anstreben.

Gemäß § 30 d der Wasserrechtsnovelle 1959 ist für die Einleitung einer Kanalisation in ein öffentliches Gewässer eine wasserrechtliche Bewilligung einzuholen, in der „auf die technischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, insbesondere auch auf das Selbstreinigungsvermögen des Gewässers, entsprechend Bedacht zu nehmen ist“. Danach richtet sich die Art der vorzunehmenden Reinigung des Abwassers, ob diese nur

mechanisch oder auch biologisch zu sein hat. Bei einer Kanalisation nach dem Mischsystem kann man durch den Einbau eines Regenüberfalles in Form eines Streichwehres erreichen, daß lediglich die durch Regenwasser verdünnte zwei- bis fünffache Schmutzwassermenge in die Kläranlage gelangt, das übrige Abwasser aber unter Bedachtnahme auf den zitierten § 30 d in ein öffentliches Gewässer abgeleitet wird. Dies ist übrigens bei Mischwasserkanälen allgemein üblich, um die Profilgrößen der Sammelkanäle in annehmbaren Grenzen zu halten. Das Gewässer wird dadurch auch nicht stärker verschmutzt als durch eingemündete Regenwasserkanäle, in denen bei Regenbeginn die abgesetzten Kanalschmutzstoffe abgeschwemmt werden.

Beim unvollkommenen Trennsystem, bei dem sich Ersparungen beim Bau des Rohrnetzes ergeben und doch die Einleitung von ungereinigtem Schmutzwasser in die Vorflut vermieden wird, entstehen Schwierigkeiten bei der oberirdischen Ableitung des Regenwassers in offenen Gräben hinsichtlich des Straßenverkehrs, an der Einmündung von Grundstücksentwässerungen sowie wegen der Vereisung. Auch werden die Gräben nur zu gerne von den Anrainern als Schmutzablagerungsstätten verwendet. Er sollte daher nur in kleinen, weiträumig verbauten Gebieten ohne größerem Durchzugsverkehr zur Anwendung gelangen.

2. Das Einzugsgebiet (Generelles Projekt)

Das Einzugsgebiet (Entwässerungsgebiet) eines Kanals ist das durch eine Wasser- oder Entwässerungsscheide begrenzte, in der Horizontalprojektion gemessene Gebiet, das zu einem bestimmten Punkt des Kanals entwässert. Diese Wasser- oder Entwässerungsscheide kann ein Höhenrücken, ein Gewässer, aber auch bloß ein sonstiges Hindernis, wie z. B. ein Hauptwasserrohr oder eine Kabelblocktrasse, sein. Für das generelle Projekt (Vorentwurf) der Kanalisierung eines Entwässerungsgebietes genügt ein Übersichtsplan 1:25.000 (besser wäre ein solcher von 1:10.000 oder 1:5000) mit Höhenangaben (Schichtenlinien) und eingezeichneten Bach- und Flußläufen sowie Straßenzügen, der das gegenwärtige und das künftige zu entwässernde Siedlungsgebiet enthalten muß (Abbildung 1). Angaben über Grundwasser- und Untergrundverhältnisse wie auch über die übrigen unterirdischen Einbauten (Wasser- und Gasrohre, verschiedene Kabel, Fernheizleitungen) sowie die Kellertiefe der Gebäude, über Straßenunterführungen und sonstige auf die Kanalverlegung Einfluß nehmende Umstände sind gleichfalls notwendig. Wichtig ist auch die Art und Dichte der Bebauung sowie die Art der Straßenbefestigung. Bei Abgrenzung des zu entwässernden Gebietes muß auf die künftige Entwicklung Rücksicht genommen werden, wobei

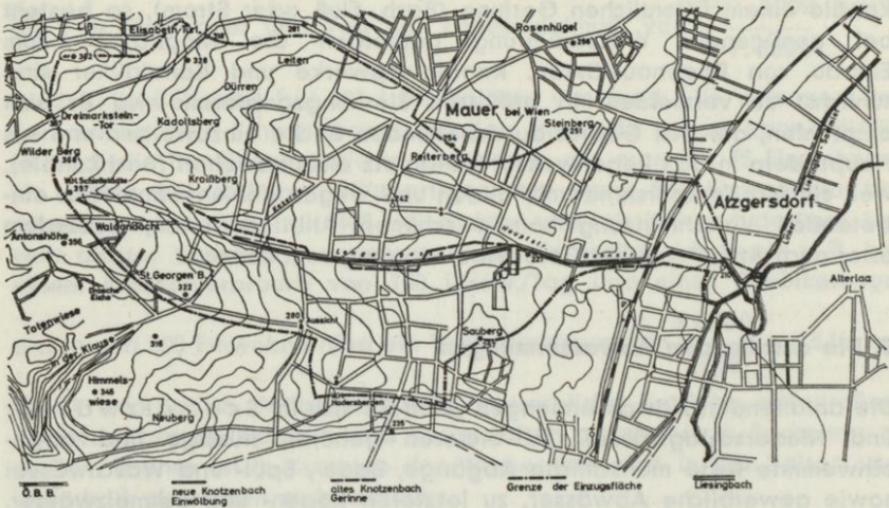


Abbildung 1: Einzugsgebiet des Knotzenbaches

zunächst ein Zeitraum von 20 bis 30, für die fernere Zukunft ein solcher von etwa 50 Jahren anzunehmen ist. Auch ist zu erkunden, ob nicht das Gebiet einer benachbarten fremden Siedlung zwangsläufig mit entwässert werden muß und somit hinsichtlich dessen Kanalisierung eine Regelung zu treffen ist. Für das generelle Projekt eines großen Gebietes ist es in erster Linie notwendig, die Hauptzüge des Kanalnetzes festzulegen und zu dimensionieren. Für die Längenschnitte genügt ein Maßstab von 1:2000 bis 1:5000 für die Längen und von 1:200 für die Höhen. Sich in Details zu verlieren ist nicht notwendig, da sich im Laufe der Jahre vieles ändert und die Aufwendungen an Mühe und Kosten sich als vergeblich erweisen könnten. Selbst bei Vorliegen eines genauen Regulierungsplanes, der sich im übrigen auch noch ändern kann, ist es fraglich, wie die Aufschließung tatsächlich durchgeführt wird. Es kommt häufig vor, daß sie sich nicht nach der günstigsten Entwässerungsmöglichkeit richtet. Daher muß die Führung von Kanälen in den Grenzgebieten eine gewisse Elastizität zulassen.

Das Gebiet zwischen zwei Wasserscheiden wird durch einen Sammelkanal entwässert, der die kleineren Zubringerkanäle aufnimmt. Mehrere Sammelkanäle werden in einen Hauptsammelkanal eingemündet, der zu einem Tiefpunkt führt, wo die Einmündung in den Vorfluter, bei Mischwasser- bzw. Schmutzwasser-Führung im Wege einer Kläranlage, erfolgt. Grundsätzlich ist das Abwasser den Sammelkanälen bzw. dem Hauptsammelkanal auf dem kürzest möglichen Wege zuzuführen. Folgen diese

Kanäle einem öffentlichen Gerinne (Bach, Fluß oder Strom), so besteht bei genügender Wasserführung desselben die Möglichkeit zum Einbau von Regenauslässen. Kanalpumpwerke und Kanaldüker sind tunlichst zu vermeiden. In größeren Siedlungsgebieten wird es sich empfehlen, die das Gebiet durchziehenden Bäche einzuwölben und als Hauptadern in das Regenwasser-Kanalnetz einzubeziehen (Bachkanäle), weil sie ein Verkehrshindernis bilden und wegen der unvermeidlich eintretenden Verschmutzung keinen schönen Anblick bieten, außerdem aber auch Anlaß zu einer Geruchsbelästigung sein können.

3. Die anfallenden Abwassermengen

Die anfallenden Abwassermengen gliedern sich in Schmutzwässer und Niederschlagwässer. Zu ersteren gehören flüssige und abgeschwemmte feste menschliche Abgänge, Bade-, Spül- und Waschwässer sowie gewerbliche Abwässer, zu letzteren Regen- und Schmelzwässer. Das häusliche Abwasser ist zumeist schwach alkalisch und enthält organische und mineralische Bestandteile. Entsprechend den menschlichen Lebensgewohnheiten ist die Schmutzwassermenge im Laufe von 24 Stunden großen Schwankungen unterworfen (Abbildung 2). Zwischen 12 Uhr und 14 Uhr stellt sich die Tagesspitze mit $\frac{1}{14}$ der Tagesmenge Q je Stunde ein. Das Tagesmittel beträgt $\frac{1}{18} Q$, das Nachtmittel $\frac{1}{36} Q$ je Stunde. Die Tagesmenge Q kann man für Siedlungen zwischen 50.000 und 100.000 Einwohnern mit 150 l je Kopf und Tag annehmen, für größere Städte mit 200 bis 250 l und darüber. Es ist darin auch der Wasserverbrauch der Industrie und der Straßenreinigung enthalten. Danach ergibt sich für 1000 Personen bei einem Wasserverbrauch von

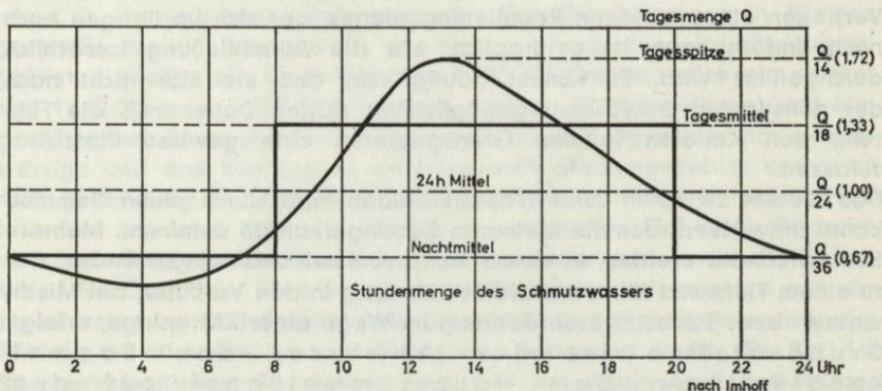


Abbildung 2: Schwankungen der Schmutzwassermenge im Laufe von 24 Stunden

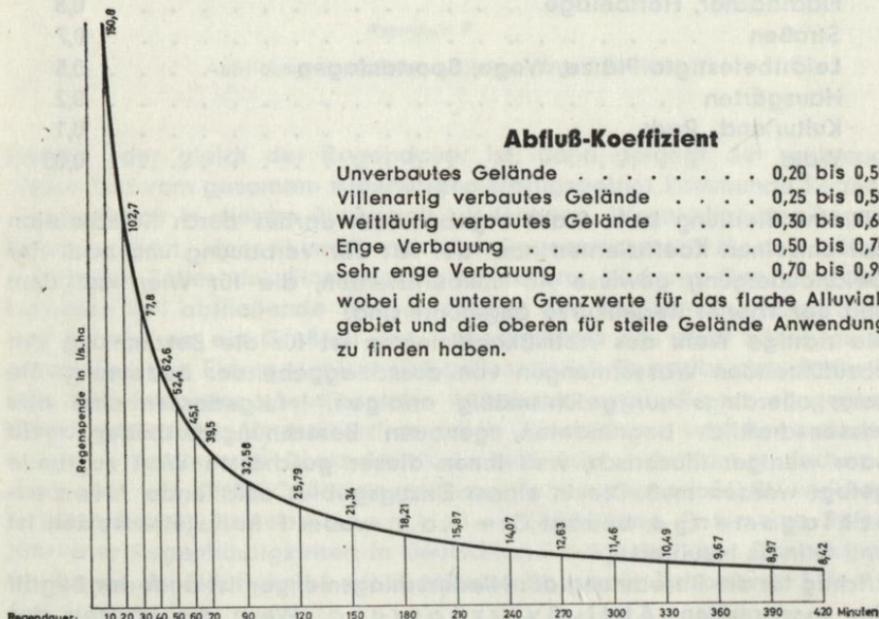
100 l je Einwohner und Tag ein Tagesmaximum von $\frac{100 \cdot 1000}{14 \cdot 3600}$, somit

rund 2 l je Sekunde, bei 150 l ein solches von rund 3 l/s, das man der Berechnung des Schmutzwasseranfalles zugrunde legen kann. Hiefür ist noch die Bevölkerungsdichte notwendig, die man mit 75 Einwohnern je Hektar bei lockerer, villenartiger, mit etwa 300 Einwohnern bei offener, weitläufiger, mit 400 bei dichter und mit 500 und darüber bei sehr dichter Verbauung annehmen kann. Es ergibt sich somit z. B. bei einem Wasserverbrauch von 150 l/Einw./Tag und einer Bevölkerungs-

dichte von 500 Einwohnern/ha ein Tagesmaximum von $\frac{3 \times 500}{1000} = 1,5 \text{ l/s ha}$.

Es ist erforderlich, industrielle und gewerbliche Betriebe mit großem Wasserverbrauch, Spitäler und Kuranstalten gesondert in Rechnung zu stellen. Ebenso ist in Kurorten der Wasserverbrauch in der Saison und außerhalb derselben zu beachten.

Die Menge des Niederschlagswassers ist im Verhältnis zur Schmutzwassermenge derart groß, daß letztere bei Bemessung des Kanalquerschnittes im Mischsystem im allgemeinen vernachlässigt werden kann. Zur Berechnung der Niederschlagswassermenge ist eine für



Abfluß-Koeffizient

- Unverbautes Gelände 0,20 bis 0,50
- Villenartig verbautes Gelände 0,25 bis 0,50
- Weitläufig verbautes Gelände 0,30 bis 0,60
- Enge Verbauung 0,50 bis 0,70
- Sehr enge Verbauung 0,70 bis 0,90

wobei die unteren Grenzwerte für das flache Alluvialgebiet und die oberen für steile Gelände Anwendung zu finden haben.

Abbildung 3: Wiener Regenkurve nach E. BODENSEHER

das betreffende Gebiet gültige Regenreihe anzuwenden, die am besten in einer Regenkurve (Abbildung 3) anschaulich gemacht wird. Für Wien hat Senatsrat Ing. E. BODENSEHER auf Grund von Beobachtungen in den Jahren 1894 bis 1902 eine solche aufgestellt. Aus ihr geht hervor, daß die Regenstärke (mm/min) mit der Regendauer normalerweise abnimmt. Zur Bemessung eines Kanalnetzes wird aus wirtschaftlichen Gründen verlangt, daß nur jene höheren Niederschläge, die im Durchschnitt ein- bis zweimal im Jahr vorkommen, rückstaufrei abgeführt werden sollen, das heißt, daß die gewählten Kanalprofile bei maximalem Abfuhrvermögen die anfallenden Wassermengen anstandslos bewältigen können. Die Wiener Regenkurve wurde unter diesen Gesichtspunkten aufgestellt. In Wien wird in sehr dicht verbauten Stadtgebieten ein Sturzregen mit einer Regenspende von 125 l/s ha und 15 Min. Dauer, in den übrigen Gebieten eine Regenspende von 100 l/s ha und 20 Min. Dauer als Norm angenommen. Von dieser Regenmenge gelangt jedoch infolge Versickerung und Verdunstung nur ein gewisser Prozentsatz tatsächlich in das Kanalnetz. Man muß somit die errechnete Regenmenge mit einem Abflußkoeffizienten (Abflußbeiwert) a multiplizieren, der kleiner als eins ist. Das Bauamt der Stadt Winterthur (Schweiz) gibt hierfür folgende Koeffizienten an:

Steildächer	0,9
Flachdächer, Hartbeläge	0,8
Straßen	0,7
Leichtbefestigte Plätze, Wege, Sportanlagen	0,5
Hausgärten	0,2
Kulturland, Park	0,1
Wald	0,05

Für eine Siedlung bzw. Stadt ergeben sich daraus durch Kombination der einzelnen Koeffizienten nach der Art der Verbauung und nach der Geländeneigung gewisse Abflußkoeffizienten, die für Wien auf dem Bild der Wiener Regenkurve angeführt sind.

Die richtige Wahl des Abflußkoeffizienten ist für die Bestimmung der abzuführenden Wassermengen von ausschlaggebender Bedeutung. Sie kann allerdings nur gefühlsmäßig erfolgen. Infolgedessen sind alle wissenschaftlich begründeten, genauen Berechnungsmethoden mehr oder weniger illusorisch, weil ihnen dieser geschätzte Wert zugrunde gelegt werden muß. Die in einem Einzugsgebiet anfallende Niederschlagsmenge beträgt $Q = F \cdot a \cdot r$, wobei F in ha einzusetzen ist und Q in l/s resultiert.

Wichtig für die Berechnung der Niederschlagsmengen ist auch der Begriff der sogenannten Abflußverzögerung. Wenn die Laufzeit des Abwassers in einem Kanalzug bis zu einem bestimmten Punkt desselben

n = Regenhäufigkeit pro Jahr

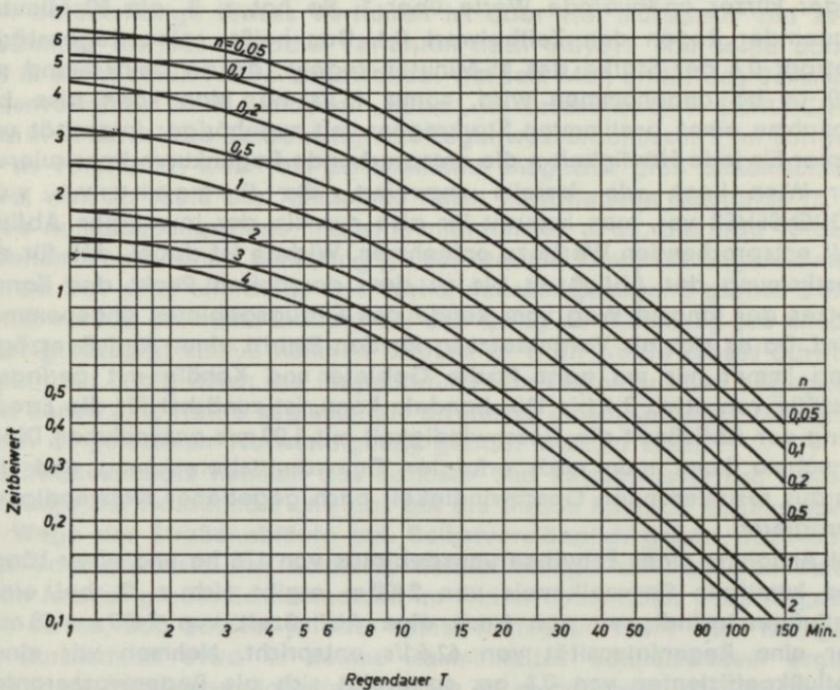


Abbildung 4: Zeitbeiwertlinien nach REINHOLD

kleiner oder gleich der Regendauer ist, dann gelangt der während dieser Zeit vom gesamten zugehörigen Einzugsgebiet kommende Regenwasserabfluß in diesem Punkt voll zur Geltung. Wenn aber der Regen früher aufhört, dann kommt nur der Regenwasserabfluß des näher gelegenen Teiles des Einzugsgebietes voll zur Wirkung. Das vom entfernteren Teil abfließende Wasser erreicht den Meßpunkt verzögert, so daß inzwischen ein Großteil des Regenwassers aus dem näher gelegenen Teil des Einzugsgebietes abgeflossen ist. Es ergibt sich dadurch eine Reduktion der abzuführenden Abwassermenge, die um so größer ist, je größer der Unterschied zwischen Ablaufdauer und Regendauer in einem bestimmten Punkt ist. Diese Reduktion wird am einfachsten durch den von K. IMHOFF*) eingeführten Zeitbeiwert erfaßt, für welchen F. REINHOLD**) Zeitbeiwertlinien (Abbildung 4) für eine Reihe jährlicher Regenhäufigkeiten in Deutschland aufgestellt hat. Danach hat ein Regen der Häufigkeit 1 mit 15 Minuten Dauer den Zeitbeiwert 1. Jeder

*) K. Imhoff, Taschenbuch Stadtentwässerung, Verlag R. Oldenbourg, 1964.

**) F. Reinhold, „Österr. Bauzeitschrift“ 1/1955, „Gesundheits-Ingenieur“ 62, 1939.

länger andauernde Regen hat Zeitbeiwerte, die kleiner als 1 sind, jeder kürzer andauernde Werte über 1. So hat z. B. ein 50 Minuten dauernder Regen den Zeitbeiwert 0,4. Das heißt, seine Regenstärke beträgt 0,4 der Stärke des 15-Minuten-Regens, der in Deutschland mit 100 l/s ha angenommen wird, somit 40 l/s ha. Man kann also bei Annahme eines bestimmten Starkregens mit zugehöriger Intensität und Dauer für jede Häufigkeit n die entsprechende Regenkurve konstruieren. Für Wien liegt, wie bereits angeführt, die Regenkurve von BODENSEHER vor, man braucht ihr also nur die der jeweiligen Abflußzeit entsprechenden Werte zu entnehmen. Wichtig ist dabei, daß für die Bestimmung der Abflußzeit bis zu dem gewählten Punkt des Kanalnetzes der längste Weg vom Rande des Einzugsgebietes angenommen wird. Da es sich als Voraussetzung für den Eintritt einer Abflußverzögerung immer nur um ganz flache Gebiete und Kanäle mit geringem Gefälle von etwa 0,4 bis 1‰ handeln kann, ist zunächst für die Errechnung der Abflußzeit die Geschwindigkeit mit 1,00 m/s anzunehmen. Diese Annahme kann man nach erfolgter Querschnittsberechnung und der daraus resultierenden Geschwindigkeit nach gegebener Notwendigkeit korrigieren.

Bei Annahme eines Entwässerungsgebietes von 175 ha und einer Länge des künftigen Sammelkanals von 2400 m ergibt sich z. B. bei einer Abflußgeschwindigkeit von 1 m/s eine Abflußzeit von $2400 \text{ s} = 40 \text{ min}$, der eine Regenintensität von 62,6 l/s entspricht. Nehmen wir einen Abflußkoeffizienten von 0,3 an, so ergibt sich als Regenwasseranfall eine sekundlich abzuführende Wassermenge von $Q = 175 \times 0,3 \times 62,6 = 3287 \text{ l/s}$ oder rund $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Unter Zugrundelegung der kleinen KUTTERschen Formel ($m = 0,35$) würde bei 0,4‰ Gefälle und einer rechnungsmäßigen Geschwindigkeit von 0,96 m/s ein Maulprofil 2,40/1,80 m zur Abfuhr dieser Menge ausreichend sein. Voraussetzung für die annähernde Richtigkeit der Berechnung ist, daß das Einzugsgebiet nicht zu ungleichmäßig hinsichtlich der Form als auch des Gefälles ist. Ist dies jedoch der Fall, dann müßte man es in einzelne Flächen unterteilen und versuchen, immer unter Bedachtnahme auf eine Abflußverzögerung, die größtmögliche Belastung in dem gewählten Punkt des Kanalnetzes durch verschiedene Annahmen der Regenspende und Einzugsfläche bei gleichzeitiger Beregnung herauszufinden. Es ist z. B. möglich, daß man bei einem langgestreckten Gebiet, das in dem unmittelbar an den Berechnungspunkt anschließenden Teil schmal, im weiteren Verlauf aber breit ist, durch Weglassen des schmalen Teiles größere Abflußwerte erhält, weil die verbleibende Einzugsfläche eine kürzere Fließzeit aufweist und damit für sie eine größere Regenspende in Frage kommt, die sich trotz kleinerer Fläche in einem größeren Abfluß äußert. Der Einfluß der Gebietsform und von stark wechselndem Gefälle auf den Regenwasserabfluß wird durch das zeichnerische Verfahren der Sum-

menlinie (die Anlaufkurve mit dem HAUFFschen Regenschaubild) voll berücksichtigt. Dieses Verfahren ist aber viel mühsamer und zeitraubender als das einfache Verfahren nach IMHOFF und sollte daher nur in besonderen Fällen angewendet werden. Man findet das Summenlinienverfahren im 3. Band der „Hütte“, im Taschenbuch F. SCHLEICHER und in D. KEHR „Die Berechnung von Regenwasserabflüssen“. Im übrigen ist es vorteilhaft, wenn ein Sammelkanal möglichst groß dimensioniert wird, weil im Laufe der Jahrzehnte durch verschiedene Umstände (z. B. neue Aufschließungspläne, Industrieunternehmen u. ä.), die nicht voraussehen waren, seine Belastung größer werden kann, als angenommen wurde. Das setzt allerdings das Vorhandensein genügend großer Geldmittel voraus, die somit indirekt auf den Gang der Rechnung (ob knapp oder großzügig) Einfluß nehmen können. In Wien wurde dieser Schwierigkeit mit Erfolg durch die Projektierung von Doppelprofilen begegnet, von denen eine Hälfte sogleich, die zweite zu einem späteren Zeitpunkt (nach eingetretener Notwendigkeit) gebaut werden kann.

Die Straßenkanäle nehmen das Schmutz- und Regenwasser der Häuser im Wege der Hauskanäle und das auf die Straße fallende Regenwasser im Wege der Straßenabläufe auf. Selbstverständlich gehört dazu auch das Schmelzwasser des Schnees, dessen Menge sehr oft von Laien beim Anblick großer Schneemassen im Winter überschätzt wird. Abgesehen davon, daß Schnee, je nach seiner Konsistenz mehr oder weniger, im Durchschnitt etwa $\frac{1}{3}$ seines Rauminhaltes Schmelzwasser ergibt (bei frisch gefallenem, lockerem Schnee ist es nur mehr $\frac{1}{5}$), fällt dieses nur sehr langsam an und bildet daher keine wesentliche Belastung des Kanalnetzes. Unangenehm ist nur, daß mit dem in den Kanal eingeworfenen Schnee sehr viel Streusand, Asche und sonstige Abfälle, die von der Bevölkerung mit Vorliebe auf Schneehaufen geworfen werden, in die Kanäle gelangen. Zum Schneekippen eignen sich nur Kanäle mit großen Profilen und ständiger, genügender Wasserführung.

4. Die Bestimmung der Abflußmengen

Zur Bestimmung der Abflußmengen in den einzelnen Kanalsträngen werden die Baublöcke durch die Mittellinien und die Winkelhalbierenden an den Ecken in Einzugsflächen (Abbildung 5) geteilt, die in der Regel aus Dreiecken und Trapezen bestehen und zu den Kanälen der begrenzenden Straßen gehören. Verschiedene Grundstückstiefen können durch Verschiebung der Mittellinie berücksichtigt werden. Eine genaue Teilung der Baublöcke nach Einzelobjekten ist jedoch nicht erforderlich. Die errechneten Einzugsflächen zuzüglich der Straßenflächen werden mit dem angenommenen Schmutzwasser- und Regenwasseranfall in l/s. ha multipliziert, woraus sich der Abwasseranfall des Straßenkanals am

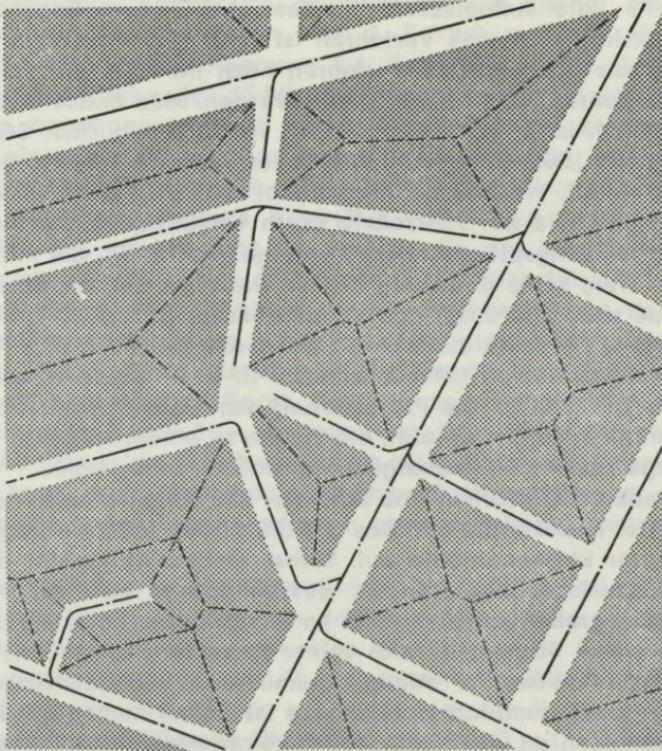


Abbildung 5: Einzugsflächen eines Kanalnetzes

Beginn eines Baublockes ergibt. Da die Größe der Kanalprofile dem erforderlichen Abfuhrvermögen nur sprunghaft angepaßt werden kann, wird dieses nur am Anfang eines gleichkalibrigen Kanalstranges voll ausgenützt. Dadurch ist jedoch eine gewisse Speichermöglichkeit und damit Sicherheit gegen Überstauungen gegeben.

Bei der Bemessung von Mischwasserkanälen kann im allgemeinen von der Berechnung des Schmutzwasserabflusses bei Trockenwetter wegen seiner Geringfügigkeit im Verhältnis zur großen Regenwassermenge abgesehen werden. Dies gilt allerdings nicht, wenn Regenauslässe in die Kanalleitung eingeschaltet werden, die bei einer gewissen, etwa sechsfachen Verdünnung des Schmutzwassers (1 + 5) anspringen sollen. Im übrigen legt man neustens der Berechnung von Regenauslässen die Belastbarkeit des Vorfluters mit Schmutzwasser zugrunde. Im Trennsystem ist selbstverständlich die Berechnung der Schmutzwasser- und Regenwassermengen durchzuführen und sind diese getrennt auszuweisen. Abwassermengen aus größeren Gewerbe-

und aus Industriebetrieben sind gesondert in Rechnung zu stellen.

Die Berechnung der Abflußmenge sowie der hierfür erforderlichen Kanalprofile und Abflußgeschwindigkeiten wird am besten an Hand einer Liste vorgenommen (Abbildung 6), die für Mischwasser- bzw. Regenwasserkanäle etwa folgende Form haben kann:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr.	Name der Straße	Kanalstrecke	Einzugsgebiet	Abflußbeiwert	Abflußspende	Regenwasserabfluß	Zufluß von Kanalstrecke	Gesamtabfluß	Kanalgefälle	Kanalquerschnitt	Abfuhrvermögen	Abflußgeschwindigkeit	Anmerkung

Abbildung 6: Liste zur Berechnung der Abflußmengen

Man beginnt mit der Rechnung am Ende des projektierten Kanalzuges (Vorkopf) und summiert die aus den Baublöcken kommenden Abflußmengen einschließlich jener aus Zubringerkanälen kanalabwärts bis zum Kanalbeginn, der an seiner Einmündung in die Vorflut liegt. Die erforderlichen Kanalquerschnitte werden sodann in verkehrter Folge vom Beginne bis zum Ende bestimmt. Wenn in diesem Verlaufe des Kanalstranges die abzuführende Abwassermenge so weit gesunken ist, daß das nächstkleinere Profil ausreicht, wird ein Profilwechsel vorgenommen. Dies kann nur in einem Einsteigschacht bzw. einer Putzkammer geschehen. Wenn aber, durch ein geringeres Gefälle bedingt, das Profil einer gewissen Strecke neuerlich vergrößert werden müßte, empfiehlt es sich, bei kleineren Kanal-Querschnitten aus Betriebsrück-sichten zur Vermeidung von Verstopfungen von einer Profilreduktion abzusehen und das größere Profil durchlaufen zu lassen.

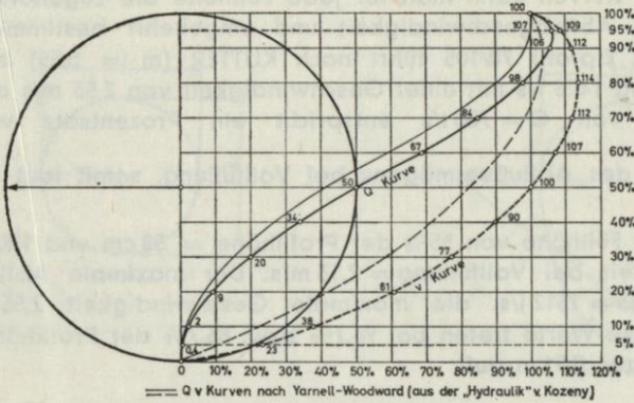
Bei Schmutzwasserkanälen entfällt Rubrik 5 und ist Rubrik 7 sinngemäß in „Schmutzwasserabfluß“ abzuändern. Das Abfuhrvermögen wird für die Vollfüllung des Kanalquerschnittes angegeben, wodurch rechnerisch eine gewisse Reserve gegeben ist, da nach der am häufigsten verwen-

deten kleinen Formel von KUTTER, der von DARCY-BAZIN oder MANNING-STRICKLER, die nur den hydraulischen Radius

$$R = \frac{F}{U} \quad (F = \text{Fläche in m}^2, U = \text{Umfang in m})$$

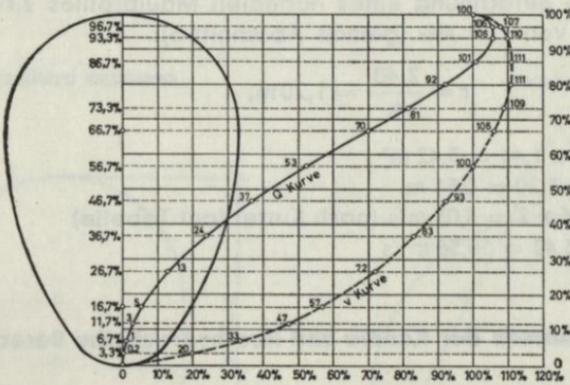
zur Charakterisierung des Kanalprofils verwenden, die größte Leistung bereits bei etwa 95% Füllung eintritt und je nach der Art des Profils 106 bis 108% der Abflußmenge bei Vollfüllung beträgt. Nach Versuchen der Amerikaner YARNELL und WOODWARD tritt demgegenüber der größte Durchfluß bei Füllung bis zum Kanalscheitel ein. Dies mag nach Meinung von J. KOZENY damit zusammenhängen, daß nicht nur ein Widerstand am benetzten Umfang, sondern auch im Wasserspiegel wirksam ist. Demnach dürfte die Luftreibung eine Rolle spielen. Es ist jedoch zu bedenken, daß es sich bei Abwasser um ein unhomogenes Medium handelt, das in seiner Zusammensetzung großen Schwankungen unterworfen ist. Auch der Zustand der Kanalleitungen, ihre mehr oder weniger präzise Art der Herstellung und Verlegung sowie die Ablagerungen im Betrieb haben einen wesentlichen Einfluß auf die Abflußverhältnisse, so daß eine genaue mathematische Berechnung, wie dies bei Reinwasserleitungen möglich ist, problematisch erscheint. Es genügen also auch nach Ansicht von Altmeister IMHOFF die auf dem hydraulischen Radius aufgebauten verhältnismäßig einfachen Formeln.

Die errechneten Wassermengen sind in Rubrik 9 zusammenzufassen. Daneben sind das Kanalgefälle und das erforderliche Kanalprofil einzutragen. In Rubrik 13 ist die Abflußgeschwindigkeit bei Vollfüllung einzusetzen. Sie ist je nach Kanalprofil ungefähr gleich der Geschwindigkeit, die sich bei einer 50- bis 60%igen Füllung desselben ergibt; ihren Höchstwert, der größer ist als jener bei Vollfüllung, erreicht sie bei einer solchen von 80 bis 90%. Falls für die unterhalb der bisher untersuchten Kanalstrecke gelegenen Strecke auf Grund einer Geschwindigkeitsschätzung die Möglichkeit für eine Abflußverzögerung besteht, kann man dies durch Berechnung der Geschwindigkeit im letztgewählten Kanalprofil auf Grund der tatsächlichen Inanspruchnahme desselben überprüfen. Die vorangeführten Prozentsätze des Abflusses und der Geschwindigkeit gelten für die auf dem hydraulischen Radius basierenden Formeln und gehen aus den in Abbildung 7 dargestellten Graphiken (Q und v Kurven) hervor, in denen für das Kreisprofil, normale Eiprofil und Maulprofil die Leistungs- und Geschwindigkeitskurven in Prozenten der Vollfüllung dargestellt sind. Sie sind für jedes Kanalgefälle gültig, mit Ausnahme des überhöhten Kreisprofils, weil in diesem die zwischengeschaltete Gerade variabel ist. Die Berechnung dieser Kurven für einen speziellen Fall ist in Abschnitt 26, Regenauslässe, durchgeführt.



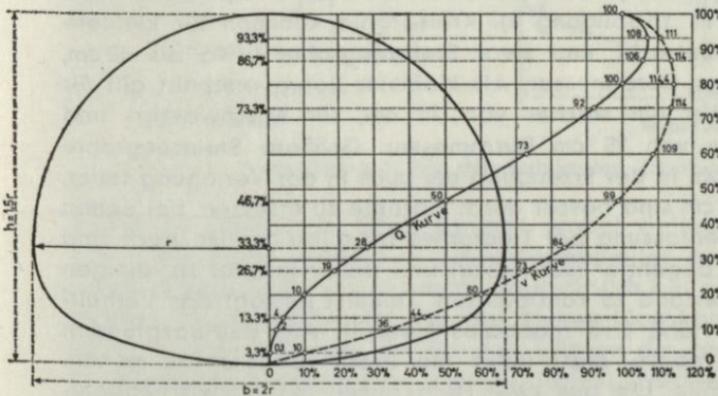
Kreisprofil

$b : h = 2 : 2$
 $F = 3,142 r^2$
 $U = 6,283 r$
 $R = 0,500 r$



Normales Eiprofil

$b : h = 2 : 3$
 $F = 4,594 r^2$
 $U = 7,930 r$
 $R = 0,579 r$



Normales Maulprofil

$b : h = 2 : 1,5$
 $F = 2,378 r^2$
 $U = 5,603 r$
 $R = 0,424 r$

Abbildung 7: Leistungs- und Geschwindigkeitskurven in Prozenten

Aus den Q und v Kurven kann man für jede Füllhöhe die zugehörige Abflußmenge und Abflußgeschwindigkeit und umgekehrt bestimmen. Zum Beispiel: Ein Eiprofil 70/105 führt nach KUTTER ($m = 0,35$) bei 10‰ und Vollfüllung 1426 l/s mit einer Geschwindigkeit von 2,53 m/s ab. Einer Teilfüllung von $Q = 700$ l/s entspricht ein Prozentsatz von $\frac{700}{1426} \cdot 100 = 49\%$ des Abflußvermögens bei Vollfüllung, somit laut O

und v Kurve einer Füllhöhe von 55% der Profilhöhe = 58 cm und 100% der Geschwindigkeit bei Vollfüllung = 2,53 m/s. Der maximale Abfluß beträgt $1426 \times 1,06 = 1512$ l/s, die maximale Geschwindigkeit $2,53 \times 1,11 = 2,82$ m/s. Diese Werte treten bei 96,7% bzw. 86,7% der Profilhöhe, somit bei 1,02 m bzw. 0,91 m auf.

Ein Beispiel für die Berechnung eines normalen Maulprofils 2,40/1,80 m bei einem Gefälle von $J = 4\%$ (gemäß Abschnitt 5):

$$r = \frac{2,40}{2} = 1,20 \text{ m,}$$

$$F = 2,378 r^2 = 2,378 \times 1,44 = 3,42 \text{ m}^2$$

$$R = 0,424 r = 0,424 \times 1,20 = 0,51 \text{ m}$$

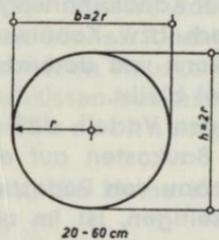
$$v = c' \cdot \sqrt{J} = 1,5156 \times 2 = 3,03 \text{ m/s (nach Kutter laut Tabelle)}$$

$$Q = v \cdot F = 3,03 \times 3,42 = 10,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

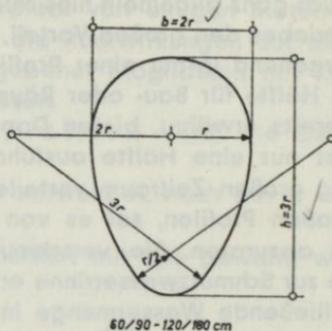
5. Die Querschnittsformen der Kanäle und ihre hydraulische Berechnung

Die gebräuchlichsten Querschnittsformen der Kanäle sind: das Kreisprofil, das Eiprofil, das überhöhte Kreisprofil und das Maulprofil (Abbildung 8). Kreisprofile kommen für kleinere Wassermengen in Betracht, und zwar Steinzeugrohre etwa bis 40 cm, Betonrohre bis 60 cm Durchmesser. Als kleinster Rohrquerschnitt gilt für Schmutzwasserkanäle ein solcher von 20 cm, für Mischwasser- und Regenwasserkanäle von 25 cm Durchmesser. Größere Steinzeugrohre als 40 cm sind sowohl in der Erzeugung als auch in der Verlegung teuer, Betonrohre über 60 cm sind besser durch Eiprofile zu ersetzen, bei denen die Wasserzusammenfassung bei Trockenwetter günstiger ist. Auch sind sie ab 90 cm Höhe begehbar (schließbar) und daher leichter zu reinigen und auf ihren Bauzustand zu kontrollieren. Zumeist beträgt das Verhältnis der Breite zur Höhe 2:3 (normales Eiprofil). Aus Betriebsgründen empfiehlt es sich jedoch, nicht unter ein Profil 70/105 cm zu gehen. Überhöhte Kreisprofile, die aus zwei Halbkreisen mit dazwischengelegtem Rechteck bestehen, kommen nur für große Sammelkanäle in Betracht. Das gleiche gilt für das Maulprofil, das aus einem Kreisaus-

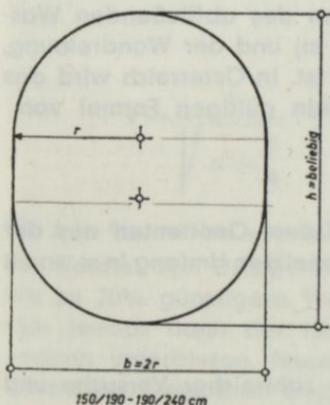
KREISPROFIL



NORMALES EIPROFIL



ÜBERHÖHTES KREISPROFIL



MAULPROFIL

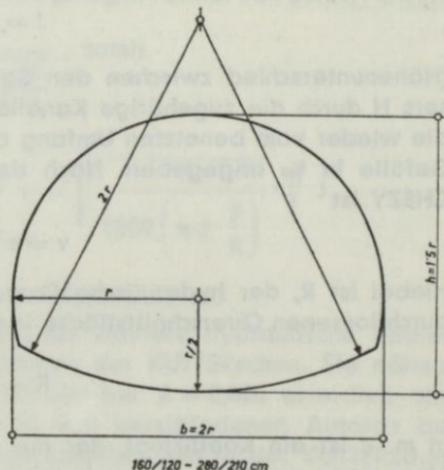


Abbildung 8: Die gebräuchlichsten Kanalprofile

schnitt auf bombierter Sohle besteht, wobei vielfach noch ein gerades oder gebogenes Wandstück zwischengeschaltet ist (überhöhtes Maulprofil). Dieses Profil wendet man hauptsächlich bei ganz großen Wassermengen an, so bei Einwölbung von Bächen (Bachkanälen) mit ständiger größerer Wasserführung. Im übrigen können die an Ort und Stelle im Kanalgraben hergestellten Kanäle jedes zweckentsprechende Profil haben, das den statischen und hydraulischen Erfordernissen entspricht. Bei geringer Einbautiefe können Sammel- und Bachkanäle zur Erreichung

eines genügend großen Abflußquerschnittes auch als Doppelprofile ausgeführt werden. Diese Bauart bietet insbesondere bei Bachkanälen, aber auch ganz allgemein hinsichtlich des Baues, der Kanalerhaltung und des Betriebes den großen Vorteil, daß man das Bach- bzw. Kanalwasser vorübergehend in nur einer Profilhälfte ableiten kann und dadurch die andere Hälfte für Bau- oder Räumungsarbeiten frei bleibt.

Wie bereits erwähnt, bieten Doppelprofile auch den Vorteil, daß man zunächst nur eine Hälfte ausführen und so die Baukosten auf einen beliebig großen Zeitraum verteilen kann. Vom Einbau von Podesten in den großen Profilen, sei es von ein- oder beidseitigen, ist im allgemeinen abzuraten. Sie verschmutzen ständig und sind, weil sie ein Gefälle zur Schmutzwasserrinne erhalten müssen, schwer begehbar.

Die abfließende Wassermenge in m^3/s ist

$$Q = F \cdot v,$$

Fläche mal Geschwindigkeit, wobei F in m^2 und v in m/s einzusetzen sind. Die Geschwindigkeit ist eine Funktion des Gefälles

$$J = \frac{H}{L}$$

(Höhenunterschied zwischen den Spiegelhöhen des abfließenden Wassers H durch die zugehörige Kanallänge L in m) und der Wandreibung, die wieder vom benetzten Umfang abhängig ist. In Österreich wird das Gefälle in ‰ angegeben. Nach der allgemein gültigen Formel von CHÉZY ist

$$v = c \sqrt{RJ}.$$

Hiebei ist R , der hydraulische Radius, gleich dem Quotienten aus der durchflossenen Querschnittsfläche in m^2 und benetzten Umfang in m , somit

$$R = \frac{F}{U}$$

in m , c ist ein Koeffizient, der nur im Wege zahlreicher Versuche und Messungen ermittelt werden konnte.

In Freispiegelleitungen ist J das Gefälle des freien Wasserspiegels, das gleich dem Sohlengefälle gesetzt werden kann, falls der Kanal nicht unter Rückstau aus dem Vorfluter steht. Kommt ein Kanal unter Druck, das heißt, es steigt der Wasserspiegel in den Einsteigschächten über den Kanalscheitel, dann ist an Stelle des Spiegelgefälles das Druckgefälle, das ist das Gefälle der Drucklinie, zu setzen, die sich aus der Verbindung der Wasserspiegelhöhen in den einzelnen Schächten ergibt. Bei heftigen Regengüssen kann dies vorübergehend vorkommen. Da das Druckgefälle dabei meist größer als das Sohlengefälle ist, leistet dann das Kanalprofil entsprechend mehr und vermag

die größere Wassermenge abzuführen. Wenn sich der Druck in mäßigen Grenzen hält, ist dies nicht weiter gefährlich, da die Kanäle so gebaut werden müssen, daß sie einem Überdruck von einigen Metern standhalten können. Unangenehm sind nur die Rückwirkungen auf die angeschlossenen Hauskanäle, die bei gegebener Möglichkeit mit Rückstauverschlüssen ausgestattet werden müssen.

Zur Berechnung von Kanalprofilen wird, wie bereits erwähnt, die kleine KUTTERSche Formel verwendet, nach der $c = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$

ist, wobei m mit einer gewissen Sicherheit mit 0,35 gewählt wird. Die Formel lautet somit:

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RJ} \quad \text{oder} \quad v = \frac{100 \cdot R}{(0,35 + \sqrt{R}) \cdot \sqrt{1000}} \cdot \sqrt{J}$$

wenn J in ‰ eingesetzt wird.

Die Wiener Magistratsabteilung Kanalisation verwendet die der Berechnung des Wiener Kanalnetzes zugrunde gelegte Formel von DARCY-BAZIN

$$c = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}, \quad \text{somit}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}} \cdot \sqrt{RJ} \quad \text{oder} \quad v = \sqrt{\frac{R}{1000 \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right)}} \cdot \sqrt{J}$$

für J in ‰, wobei $\alpha = 0,00019$ und $\beta = 0,0000133$ ist.

Die Formel von DARCY-BAZIN ergibt für kleinere hydraulische Radien bis zu 20% günstigere Werte gegenüber der KUTTERSchen. Sie nähern sich jedoch dann der letzteren, die sie bei $R = 0,600$ erreichen und sodann unterbieten. Neuerdings wird von verschiedenen Autoren auf Grund von Versuchen empfohlen, den Koeffizienten in der KUTTERSchen Formel mit $m = 0,25$ einzusetzen. Dadurch würden sich die Werte der errechneten Geschwindigkeiten erhöhen und damit bei kleinerem R eine Angleichung an jene der DARCY-BAZINschen Formel erfolgen. Für größere hydraulische Radien ergeben sich dann höhere Werte, die bei $R = 0,600$ um 9,5% günstiger sind als jene nach DARCY-BAZIN und nach KUTTER mit $m = 0,35$. Zur Orientierung sei mitgeteilt, daß die Werte für $R = 0,050$ bis $0,600$ für alle üblichen Querschnitte vom Kreisprofil ϕ 20 cm bis zum Maulprofil 280/210 cm reichen.

Höhere Werte für die Abflußleistung als die Formel von KUTTER mit $m = 0,35$ ergeben auch die Formeln von PRANDTL-v. KÁRMÁN-COLEBROOK und von MANNING-STRICKLER.

Erstere ist nach den neueren Theorien entwickelt und lautet für Kreisprofile

$$v = 2 \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{J \cdot d} \cdot \lg \left(\frac{3,71 \cdot d}{k} \right)$$

wobei d der Rohrdurchmesser in m und k der Rauigkeitswert ist, der für gewöhnliches Rohrmaterial mit $k = 0,0015 m$ zu wählen ist. Letztere Formel ist in der üblichen Art aufgebaut:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2},$$

wobei $k = 75$ für Steinzeug und geglätteten Beton ist. Abbildung 9 zeigt einen Vergleich der Mehrleistung in Prozenten, bei Berechnung nach den Formeln von KUTTER für $m = 0,25$ (1), DARCY-BAZIN (2), PRANDTL-v. KÁRMÁN-COLEBROOK (3) und MANNING-STRICKLER (4) gegenüber der gebräuchlichen KUTTERSchen Formel mit $m = 0,35$ für Rohrkanäle bis 100 cm Durchmesser. Daraus geht hervor, daß die Formel 1 die günstigsten Abflußwerte ergibt. Beim Durchmesser 20 cm liegen alle Werte ganz nahe beisammen, gehen aber dann stark auseinander, wobei sich die Werte der Formeln 3 und 4 bei 100 cm Durchmesser jener der gebräuchlichen KUTTERSchen Formel mit $m = 0,35$ sehr weit nähern. Diese Formel weist in den kleinen Rohrdimensionen bis zu 20% geringere Werte und daher eine dementsprechende Sicherheit auf (Abbildung 10).

Wenn man sich zur Berechnung eines Kanalnetzes für eine bestimmte Formel entschieden hat, muß man sie unbedingt beibehalten, damit die errechneten Querschnitte miteinander übereinstimmen. Deshalb wird in Wien die Formel von DARCY-BAZIN auch weiterhin angewendet. Für die Errechnung der Geschwindigkeitswerte verwendet man am besten Tabellen, Nomogramme oder Graphiken, die in technischen Handbüchern zu finden sind. Besonders ausführlich ist das „Handbuch für Berechnung von Kanälen, Leitungen und Durchlässen des Wasserbaues“ von WILD-SCHÖBERLEIN, das im Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, im Jahre 1952 erschienen ist. Angeschlossen folgen Tafeln und Tabellen zur Errechnung von Kreis- und Eiprofilen nach DARCY-BAZIN und KUTTER. Hierbei wurde der Koeffizient

$$c' = \frac{100 R}{(0,35 + \sqrt{R}) \cdot \sqrt{1000}} \text{ bzw. } \sqrt{\frac{R}{1000 \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right)}}$$

gesetzt und damit die Formel auf $v = c' \cdot \sqrt{J}$ vereinfacht, wobei das Gefälle J in ‰ eingesetzt ist (Abbildungen 11, 12, 13, 14, 15).

Zur Anwendung dieser Tafeln seien zwei Beispiele angeführt:

1. Wie groß muß nach KUTTER der Durchmesser eines Kreisprofils sein, das bei 10‰ Gefälle eine Wassermenge von 100 l/s abführen kann?

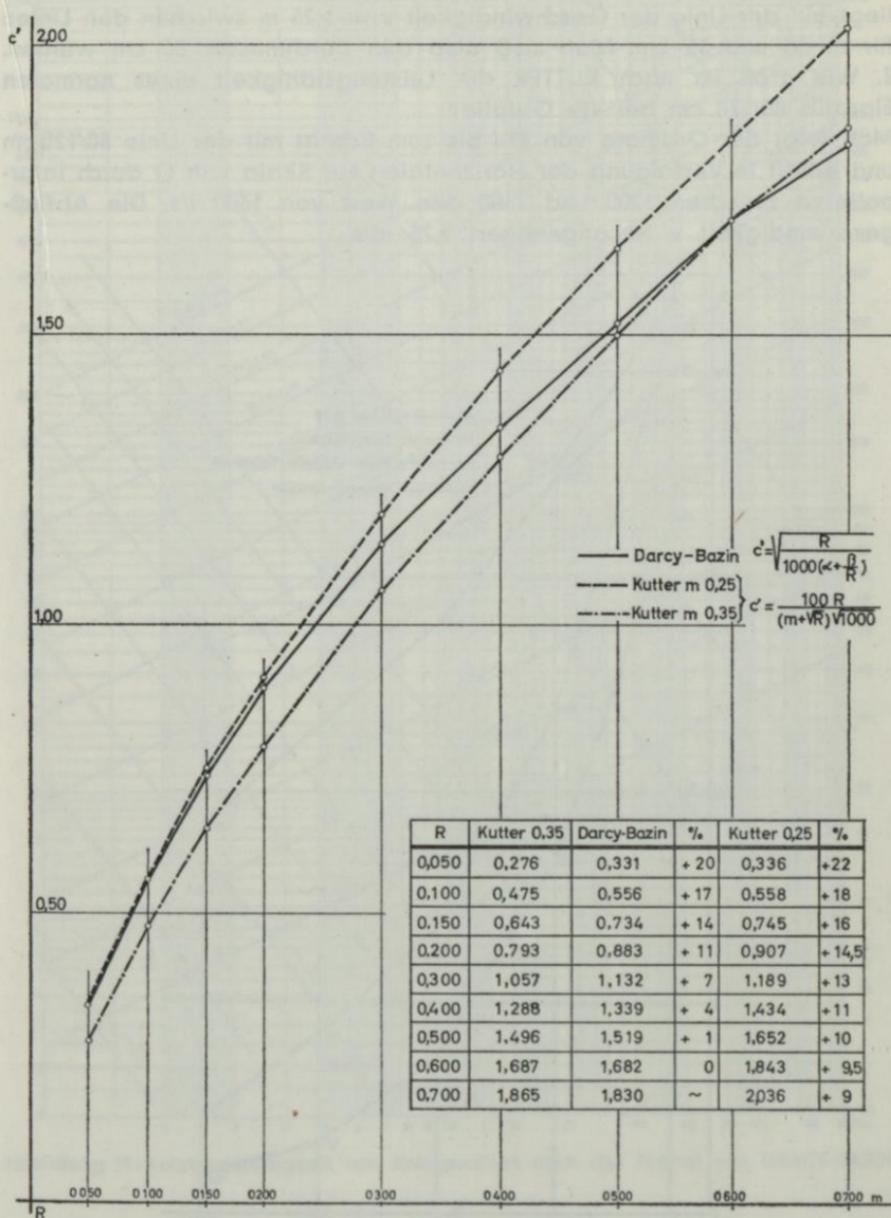


Abbildung 9: Vergleich der Werte von c'

Der Schnittpunkt der Ordinate von 10‰ mit der Horizontalen von 100 l/s liegt auf der Linie der Geschwindigkeit $v = 1,25$ m zwischen den Linien für ϕ 30 und 35 cm. Man muß also den Durchmesser 35 cm wählen.
 2. Wie groß ist nach KUTTER die Leistungsfähigkeit eines normalen Eiprofils 80/120 cm bei 4‰ Gefälle?

Man folgt der Ordinate von 4‰ bis zum Schnitt mit der Linie 80/120 cm und erhält in Verfolgung der Horizontalen zur Skala von Q durch Interpolieren zwischen 1200 und 1400 den Wert von 1300 l/s. Die Abfließgeschwindigkeit v ist angenähert 1,75 m/s.

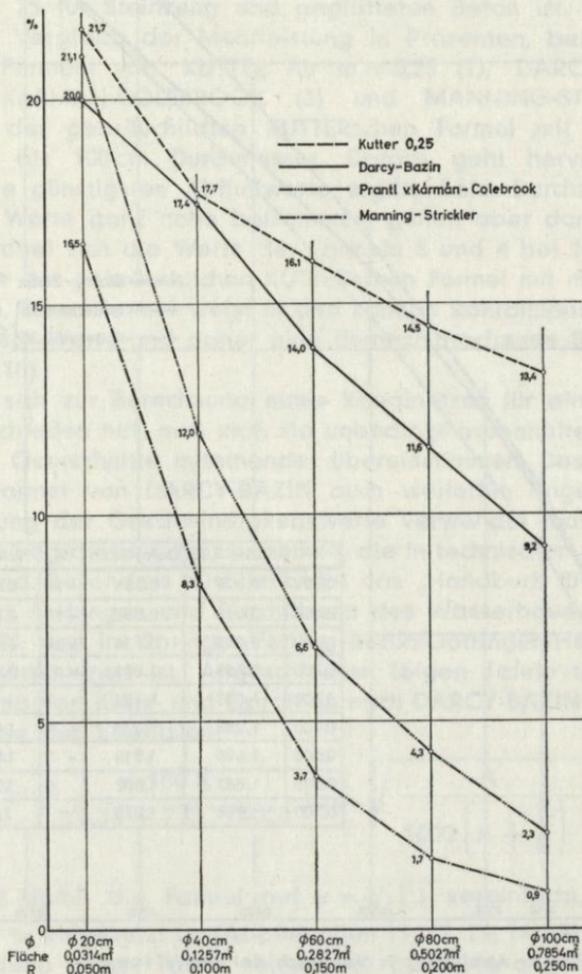


Abbildung 10: Mehrleistung in Prozenten gegenüber der KUTTERSchen Formel mit $m = 0,35$

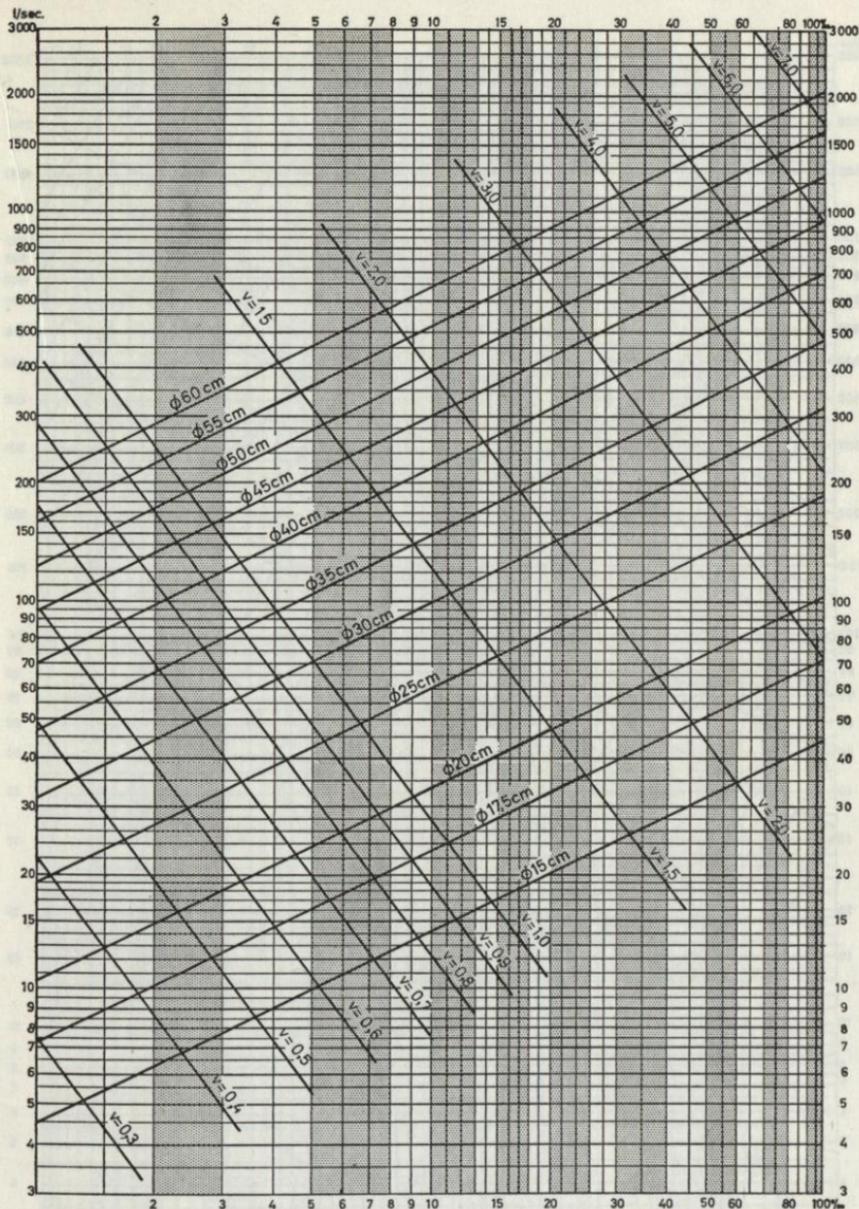


Abbildung 11: Leistungsfähigkeit von Kreisprofilen nach der Formel von DARCY-BAZIN

$$v = \sqrt{\frac{R}{1000 \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right)}} \cdot \sqrt{J}$$

wobei J in ‰ einzusetzen, $\alpha = 0,00019$ und $\beta = 0,0000133$ ist

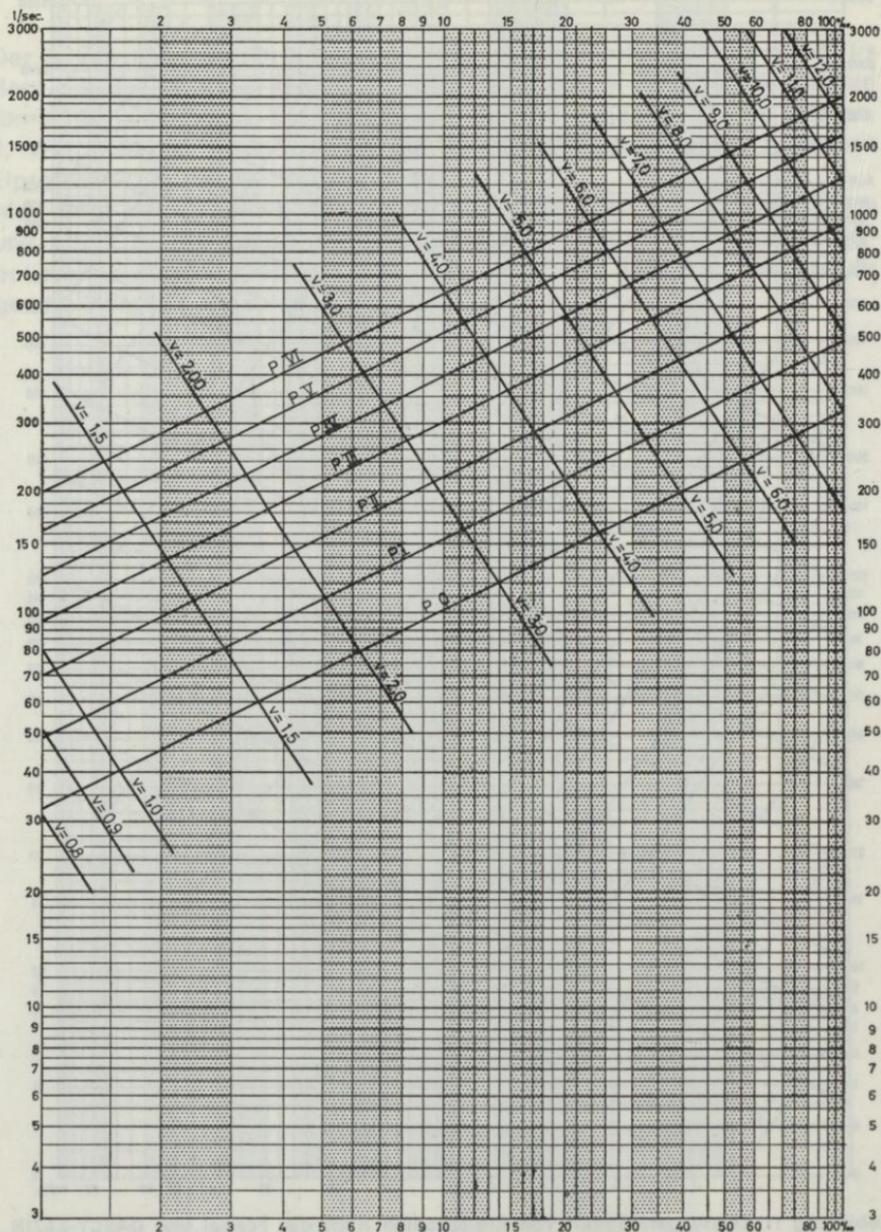


Abbildung 12: Leistungsfähigkeit von Eiprofilen nach der Formel von DARCY-BAZIN

$$v = \sqrt{\frac{R}{1000 \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right)}} \cdot \sqrt{J}$$

wobei J in ‰ einzusetzen, $\alpha = 0,00019$ und $\beta = 0,0000133$ ist

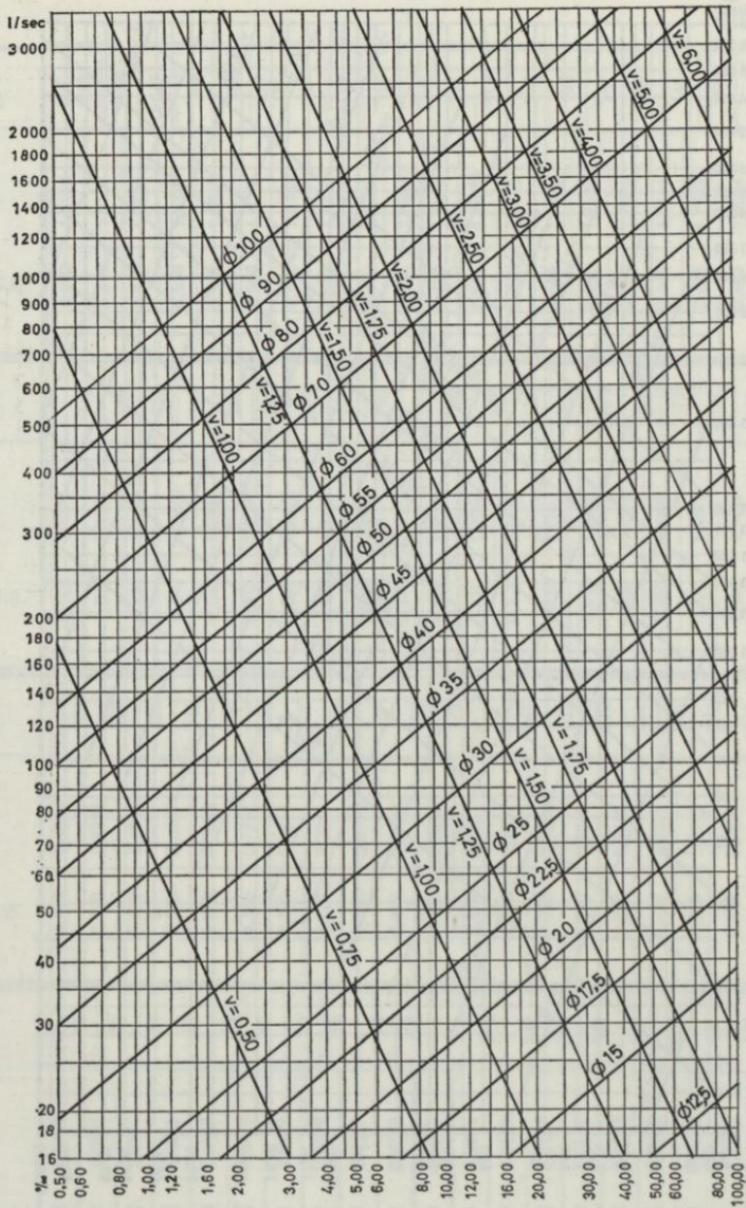


Abbildung 13: Leistungsfähigkeit von Kreisprofilen nach der Formel von KUTTER

$$v = \frac{100 R}{(0,35 + \sqrt{R}) \cdot \sqrt{1000}} \cdot \sqrt{J}$$

wobei J in ‰ einzusetzen ist

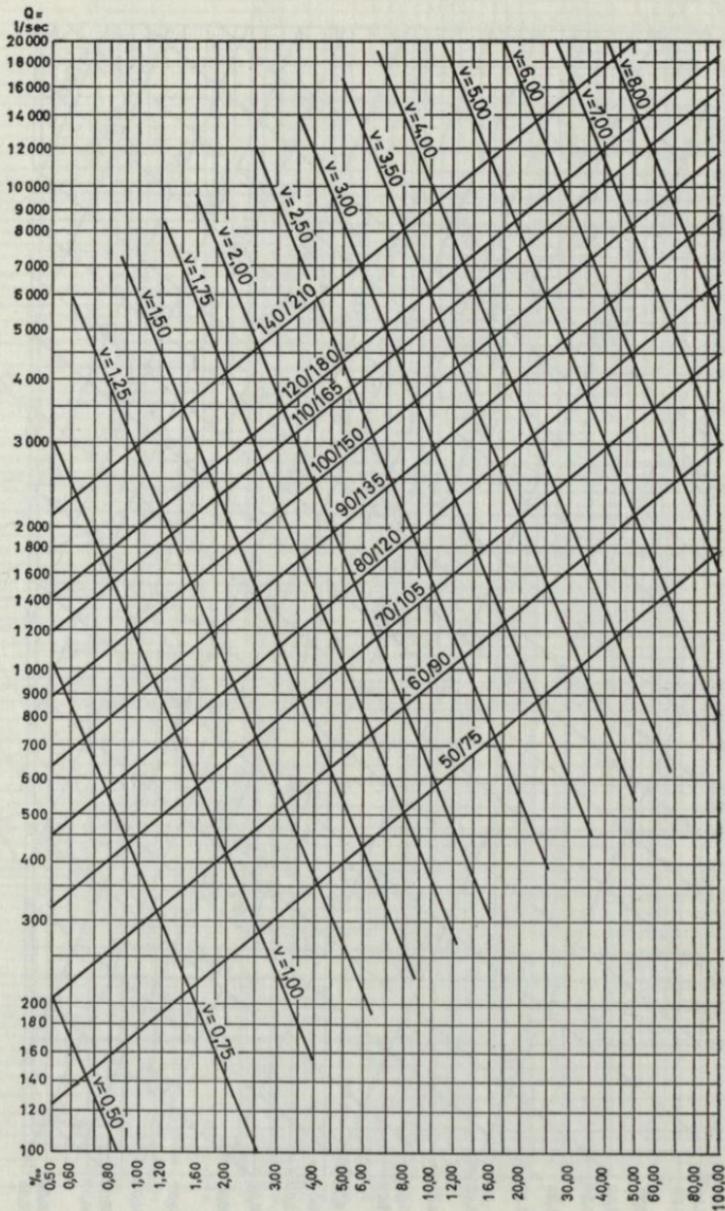


Abbildung 14: Leistungsfähigkeit von Eiprofilen nach der Formel von KUTTER

$$v = \frac{100 R}{(0,35 + \sqrt{R}) \cdot \sqrt{1000}} \cdot \sqrt{J}$$

wobei J in ‰ einzusetzen ist

Werte von c' für die Formel $v = c' / \sqrt{J}$ nach Darcy-Bazin

$R_m$	$c'$	$\Delta c'$	$R_m$	$c'$	$\Delta c'$	$R_m$	$c'$	$\Delta c'$	R_m	c'	$\Delta c'$
0,000	0,0000	86	0,100	0,5564	384	0,300	1,1315	222	0,500	1,5194	169
0,001	0,0086	85	0,110	0,5948	368	0,310	1,1537	219	0,510	1,5363	168
0,002	0,0171	84	0,120	0,6316	353	0,320	1,1756	214	0,520	1,5531	167
0,003	0,0255	82	0,130	0,6669	340	0,330	1,1970	212	0,530	1,5698	164
0,004	0,0337	82	0,140	0,7009	328	0,340	1,2182	208	0,540	1,5862	163
0,005	0,0419	80	0,150	0,7337	317	0,350	1,2390	205	0,550	1,6025	161
0,006	0,0499	80	0,160	0,7654	307	0,360	1,2595	202	0,560	1,6186	160
0,007	0,0579	78	0,170	0,7961	298	0,370	1,2797	199	0,570	1,6346	158
0,008	0,0657	78	0,180	0,8259	289	0,380	1,2996	196	0,580	1,6504	157
0,009	0,0735	76	0,190	0,8548	282	0,390	1,3192	194	0,590	1,6661	156
0,010	0,0811	76	0,200	0,8830	275	0,400	1,3386	190	0,600	1,6817	154
0,010	0,0811	718	0,210	0,9105	267	0,410	1,3576	189	0,610	1,6971	152
0,020	0,1529	648	0,220	0,9372	262	0,420	1,3765	186	0,620	1,7123	152
0,030	0,2177	590	0,230	0,9634	255	0,430	1,3951	184	0,630	1,7275	150
0,040	0,2767	545	0,240	0,9889	250	0,440	1,4135	181	0,640	1,7425	149
0,050	0,3312	506	0,250	1,0139	244	0,450	1,4316	180	0,650	1,7574	148
0,060	0,3818	474	0,260	1,0383	240	0,460	1,4496	177	0,660	1,7722	146
0,070	0,4292	446	0,270	1,0623	235	0,470	1,4673	176	0,670	1,7868	146
0,080	0,4738	424	0,280	1,0858	230	0,480	1,4849	173	0,680	1,8014	144
0,090	0,5162	402	0,290	1,1088	227	0,490	1,5022	172	0,690	1,8158	143
0,100	0,5564	384	0,300	1,1315	222	0,500	1,5194	169	0,700	1,8301	142

Abbildung 15 a

Werte von c' für die Formel $v = c' \sqrt{j}$ nach Kutter ($m = 0,35$).

R m	c'	$\Delta c'$	R m	c'	$\Delta c'$	R m	c'	$\Delta c'$	R m	c'	$\Delta c'$
0,000	0,0000	83	0,100	0,4747	356	0,300	1,0568	243	0,500	1,4957	199
0,001	0,0083	77	0,110	0,5103	346	0,310	1,0811	240	0,510	1,5156	196
0,002	0,0160	74	0,120	0,5449	337	0,320	1,1051	237	0,520	1,5352	195
0,003	0,0234	72	0,130	0,5786	328	0,330	1,1288	235	0,530	1,5547	194
0,004	0,0306	70	0,140	0,6114	320	0,340	1,1523	231	0,540	1,5741	192
0,005	0,0376	68	0,150	0,6434	312	0,350	1,1754	229	0,550	1,5933	190
0,006	0,0444	66	0,160	0,6746	306	0,360	1,1983	227	0,560	1,6123	190
0,007	0,0510	66	0,170	0,7052	300	0,370	1,2210	224	0,570	1,6313	187
0,008	0,0576	64	0,180	0,7352	293	0,380	1,2434	222	0,580	1,6500	187
0,009	0,0640	63	0,190	0,7645	288	0,390	1,2656	219	0,590	1,6687	185
0,010	0,0703		0,200	0,7933	283	0,400	1,2875	217	0,600	1,6872	183
			0,210	0,8216	278	0,410	1,3092	215	0,610	1,7055	183
0,020	0,01287	584	0,220	0,8494	273	0,420	1,3307	213	0,620	1,7238	181
0,030	0,01813	487	0,230	0,8767	269	0,430	1,3520	211	0,630	1,7419	180
0,040	0,02300	457	0,240	0,9036	265	0,440	1,3731	209	0,640	1,7599	178
0,050	0,02757	432	0,250	0,9301	261	0,450	1,3940	207	0,650	1,7777	178
0,060	0,03189	413	0,260	0,9562	256	0,460	1,4147	205	0,660	1,7955	176
0,070	0,03602	396	0,270	0,9818	254	0,470	1,4352	204	0,670	1,8131	176
0,080	0,03998	381	0,280	1,0072	249	0,480	1,4556	201	0,680	1,8307	174
0,090	0,04379	368	0,290	1,0321	247	0,490	1,4757	200	0,690	1,8481	173
0,100	0,04747	356	0,300	1,0568	243	0,500	1,4957	199	0,700	1,8654	172

und links das Gas- und Wasserrohr aufnimmt. Kabel sollten (mit Ausnahme der Kabelblocktrassen) nur im Gehsteig verlegt werden.

Auf breiten Plätzen sind zwei Kanäle parallel zu den Häuserfronten zu verlegen, niemals aber soll ein Platz diagonal durchschnitten werden. Auch Grünflächen kreuzt man am besten nicht, weil diese sehr leicht verändert oder in irgendeiner Weise (durch Standbild, Brunnen u. ä.) verbaut werden können. Bei platzartigen Erweiterungen sieht man einen Parallelkanal vor, der die Hauskanäle einer Häuserzeile zusammenfaßt und an geeigneter Stelle in den durchlaufenden Kanal einmündet. Oberster Grundsatz muß die Zugänglichkeit der Kanäle zu Betriebs- und Erhaltungszwecken sein. Darum ist auch die Benützung von Privatgrundstücken auszuschließen, die nur durch die Erstellung eines Servituts möglich wäre. Abgesehen davon, daß das Grundstück dadurch entwertet wird, ergeben sich für Betrieb und Erhaltung Schwierigkeiten. Der Straßenkanal gehört unbedingt auf öffentliches Gut, selbst dann, wenn die Benützung von Privatgrund eine Verbilligung der Baukosten mit sich bringen würde.

Bei begehbaren Kanälen, in der Folge kurz Profilkonäle genannt, sind die geraden Strecken mit Kreisbogen zu verbinden, deren Radius auch bei kleinen Profilen 10 m nicht unterschreiten soll, weil dieses Maß ein Minimum für die ordnungsgemäße Durchführung der Bauarbeiten (Pölung, Schablonen) darstellt. Besser sind Radien von 12 bis 15 m, bei größeren Profilen von 20 m und mehr. Die Einmündung eines Seitenkanals in den Hauptkanal soll unter 45° erfolgen. Einmündungen unter einem kleineren Winkel als 45° sind hydraulisch zwar besser, bieten aber bauliche Schwierigkeiten, steilere schneiden die Wasserführung des durchlaufenden Kanals zu stark ab. Profilkonäle müssen mit Einmündungsbogen eingemündet werden. Die Kanaltrasse soll durch Einsteigschächte, die bei begehbaren Kanälen je nach Profilgröße in einer Entfernung von 60 bis 80 m voneinander entfernt liegen, eindeutig festgelegt werden. Sie sollen deshalb am Bogenanfang oder -ende, an Straßenkreuzungen im Schnittpunkt der beiden Achsen oder am Beginn des Einmündungsbogens angeordnet werden.

Rohrkanäle sollen zwischen den max. 30 bis 35 m voneinander entfernten, mit Einsteigschächten versehenen Putzkammern gerade geführt werden, um eine Durchleuchtung der Kanäle zu ermöglichen. Ausnahmen sind nur in engen, stark gekrümmten Gassen zulässig, wenn eine andere Trassenführung sich als unmöglich erweist. Sonst ist ein der Straßenachse angepaßtes Polygon mit maximal 35 m Seitenlänge einzulegen, an dessen Eckpunkten die Putzkammern liegen. Diese sind mit ihrer Längsachse senkrecht zur Winkelhalbierenden zu legen. Die in Putzkammern aus Halbrohren bestehende Sohlenrinne ist in ihrer Längsachse einzulegen. Zur Verbindung mit den anschließenden Rohren werden diese entsprechend gehackt (bei einem 90° Polygonwinkel z. B. unter 45°). Aus

Gründen des Kanalbetriebes empfiehlt es sich, die Einsteigschächte in der Fließrichtung am unteren Ende der Kammern anzuordnen. Zur Einmündung von Straßenkanälen werden 45° Abweiger versetzt, Hauskanäle werden mit 45° Abzweigern, Straßenabläufe mit T-Stücken eingemündet. Bei Profilkänen wird die Seitenwand einfach durchgestemmt und das einmündende Rohr versetzt.

7. Die Tiefenlage und das Gefälle der Kanäle

Mischwasser- und Schmutzwasserkanäle sollen so tief gelegt werden, daß die Keller der angrenzenden Häuser entwässert werden können. Dies erfordert eine Tiefenlage von 3 bis 4 m im engverbauten Stadtgebiet, die sich in Wohnsiedlungen und Landgemeinden auf 2 bis 2,5 m ermäßigen kann. Einzelne außergewöhnlich tiefe Keller müssen durch Pumpwerke entwässert werden. Die Kanalleitungen müssen unbedingt frostsicher verlegt werden. Ihre Tiefenlage ist auch durch jene der Gas- und Wasserrohre bedingt, unter denen die Hausanschlüsse zum Straßenkanal geführt werden; daher soll der Kanal von allen übrigen Versorgungsleitungen am tiefsten liegen. Regenwasserleitungen können unter sinngemäßer Berücksichtigung des Vorangeführten seichter verlegt werden, sie sollen jedenfalls über dem Niveau der Schmutzwasserleitungen zu liegen kommen. Einmündungen in einen Rohrkanal sind mit einer Stufe von mindestens 5 cm, in Profilkäne jedoch von mindestens 10 cm, das ist über der Steinzeugsohlenschale, herzustellen. Wenn eine Sohlensicherung, wie bei Regenwasserkanälen, nicht vorhanden ist, kann auch bei Profilkänen eine Mindeststufe von 5 cm ausgeführt werden. Anzustreben ist jedoch ein Stufe, die möglichst über der Linie der Schmutzwasserführung des Vorflutkanals liegt, um den ständigen Rückstau in den Seitenkanal zu vermeiden. Eine tiefere Einmündung würde zwar das Sohlengefälle desselben vergrößern, das Spiegelgefälle, das vom Spiegel des Vorflutkanals ausgeht und für die Abflußgeschwindigkeit maßgebend ist, bliebe aber gleich, und der Rückstau würde zu Ablagerungen Anlaß geben. Wasserleitungsentleerungen müssen unter einem Winkel von höchstens 45° eingemündet werden. Eine Kreuzung des Lichtraumprofils eines Straßenkanals durch Gas- oder Wasserleitungsrohre ist verboten.

Das Gefälle der Kanäle bestimmt die Abflußgeschwindigkeit und damit die Querschnittsfläche derselben sowie die Schleppkraft des Abwassers, die zur Fortbewegung der mitgeführten Schwerstoffe nötig ist. Anzustreben ist eine Mindestgeschwindigkeit des Schmutzwassers von 0,60 m/s. Hingegen kann die Geschwindigkeit bei maximalem Abfluß ohne weiteres auf 4 bis 5 m und darüber ansteigen, wenn die Kanalsole durch abriebfestes Material gesichert ist. Vom Einbau von Abstürzen,

durch die die Kanalsohle sägeblattartig ausgestaltet und damit das Kanalgefälle zwischen ihnen ermäßigt wird, ist unbedingt abzuraten. Dadurch wird die Kanalaräumung nur unnötigerweise erschwert und verteuert, weil sich die Sinkstoffe bei jedem Absturz ablagern. Je größer die Geschwindigkeit des Schmutzwasserabflusses — die ganz grob ein Drittel jener des Maximalabflusses beträgt — ist, desto weniger Sinkstoffe werden im Kanal liegenbleiben. Die unterste Grenze des Gefälles soll bei Profilkänen mit Steinzeug- oder abgezogener Betonsohle bei 1‰ liegen. Bei Sammelkanälen muß man notgedrungen auch auf $0,4\text{‰}$ heruntergehen, um deren Reichweite, z. B. im flachen Alluvialgebiet, möglichst groß zu gestalten und Pumpwerke zu vermeiden. Bei Rohrkanälen sollte die unterste Grenze 5‰ betragen, weil es bei Verlegung der einmetrigen Rohre schwer ist, ein kleineres Gefälle genau einzuhalten, und auch die Geschwindigkeit zu stark zurückgeht. Gefällsbrüche sind unbedingt in Einsteigschächten und niemals dazwischen anzuordnen, weil man sonst die Höhenlage der Kanalsohle zwischen den Schächten nur sehr schwer genau feststellen kann, was aber für allfällig später herzustellende Einmündungen von größter Wichtigkeit ist.

8. Die Arten der Kanäle

Nach Art der Herstellung unterscheidet man Kanäle, die aus einzelnen fertigen Rohrstücken (Kanalrohren) im Kanalgraben verlegt, und Kanäle, die an Ort und Stelle hergestellt werden. Nach ihrer Größe unterscheidet man nicht begehbare Kanäle und begehbare (schlifbare) Kanäle. Die nicht begehbaren sind zumeist kreisrunde Rohre, die schlifbaren Kanäle beginnen mit einem Durchmesser bzw. einer Höhe von 0,90 m. (In Wien wird als kleinstes Eiprofil ein solches mit den Maßen 0,70/1,05 m eingebaut.) Der Querschnitt der aus Kanalrohren bestehenden Kanäle kann kreis- oder eiförmig sein, die im Kanalgraben hergestellten Kanäle (Profilkanäle) können, wie bereits erwähnt, jedes zweckmäßige Profil haben.

Zur Herstellung von Kanälen ist das beste Material gerade gut genug, denn die Baukosten sind im Verhältnis zu den Materialkosten außerordentlich hoch (etwa 70 : 30). Kanäle sollen 100 Jahre und darüber ihren Dienst klaglos versehen, früher wird man kaum Zeit und Geld haben, sie auszuwechseln. Dazu kommen noch die großen Schwierigkeiten mancherlei Art, verursacht durch die Aufgrabungen in städtischen Straßen, die man daher möglichst vermeiden soll. Die Planung und Bauausführung von Kanälen muß deshalb sorgfältig und auf lange Sicht geschehen. Als Baumaterial kommt in erster Linie Steinzeug und Beton in Betracht. Steinzeugrohre sind für die Ableitung von Schmutzwässern jeder Art besonders geeignet, sie sind gegen mechanische und chemische Einflüsse

praktisch unempfindlich und gewährleisten daher bei sorgfältiger Verlegung eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer des Kanals. Betonrohre sind im Gegensatz dazu besonders gegen Säureeinwirkung, sei es durch Industrieabwässer oder aggressive Grundwässer, empfindlich und weisen im allgemeinen auch eine geringere Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb auf. Ein Schutzanstrich mit Fluat oder bituminösen Teerpräparaten im Inneren der Rohre hält zumeist nicht lange vor. Neuerdings werden besonders haltbare Betonrohre im Rüttelverfahren mit der Bezeichnung „Phlomaxrohre“ hergestellt, deren Härte jener der Steinzeugrohre gleichkommt und die durch ihre besondere Dichte und Glätte auch gegen chemische Einwirkungen weitgehend unempfindlich sind. Im Gegensatz zu den einmetrigen Steinzeug- und Betonrohren werden sie mit 2 m Baulänge geliefert. Auch werden imprägnierte Betonmuffenrohre mit einer glatten, gegen Fäkalien und chemische Angriffe widerstandsfähigeren und verschleißfesten Auflage auf der Rohinnenwand erzeugt. Im allgemeinen wird man jedoch in Siedlungsgebieten mit gewerblichen und industriellen Betrieben Steinzeugrohre verwenden und handelsübliche Betonrohre nur in Wohnsiedlungen und bei nicht allzu großem Gefälle (Geschwindigkeit 3 bis 4 m) verlegen. Für Regenwasserkanäle können mit letzterer Einschränkung ohne weiteres handelsübliche Betonrohre verwendet werden. Was die Form betrifft, sind bei kreisrunden Rohren die Rohre mit Glockenmuffen den Falzrohren wegen der leichteren Verlegung und Dichtung unbedingt vorzuziehen. Für unter hohem Innendruck (z. B. nach Pumpwerken) stehende Rohrkanäle verwendet man am besten Stahlrohre mit Schraubmuffen oder mit Verschweißung der Rohrstöße. Für die im Kanalgraben hergestellten Kanäle kommt in erster Linie dichter Stampfbeton in Frage. Die am meisten verwendeten Eiprofile mit der Bezeichnung 0 bis VI reichen von den Ausmaßen 0,60/0,90 m bis 1,20/1,80 m, wobei die Profilbreite jeweils um 10 cm, die Profilhöhe um 15 cm springt. Die Wanddicke beträgt mit Unterschieden von je 1 cm 16 bis 22 cm. Die übrigen Profile, wie z. B. die überhöhten Kreis- und die Maulprofile sowie die Doppelprofile, müssen, sofern sie nicht bereits erprobt sind, nach den Regeln der Statik berechnet werden. Hierbei ist zu beachten, daß im Gewölbe im wesentlichen nur Druckspannungen auftreten sollen. Als Belastung ist das Gewicht des auf dem Kanal lastenden Bodens und die gleichmäßig verteilt angenommene Verkehrslast zu rechnen, ohne daß auf eine Verspannung des wieder verfüllten Aushubes Rücksicht genommen wird, die erfahrungsgemäß im Laufe der Jahre eintritt. Zumeist wird man mit einer Gewölbedicke von etwa 30 bis 40 cm, einer Widerlagerdicke von 50 bis 60 cm und einer Sohlendicke von 45 bis 55 cm auskommen. Wenn der Kanal bei seiner Erbauung ganz oder teilweise frei steht und erst später überschüttet wird, müssen die Profile verstärkt werden. Dasselbe gilt auch bei der Kreuzung mit Eisenbahnen und

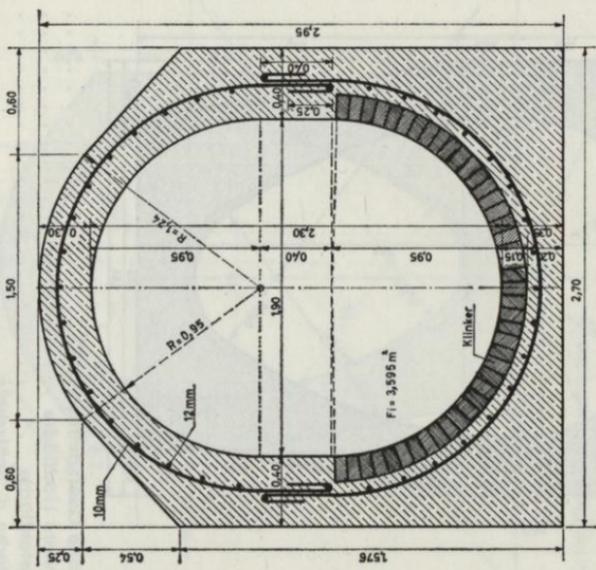
wird von der Bahnverwaltung ausdrücklich verlangt, gleichgültig, ob die Kreuzung unmittelbar unter den Geleisen oder auch nur in einer Brückenöffnung erfolgt. Rohrkanäle müssen in diesen Fällen einbetoniert werden. Bei Schmutzwasser- oder Mischwasserkanälen muß unbedingt ein entsprechender Schutz der Schmutzwasserrinne bzw. Sohle aus Steinzeugsohlschalen und -wandplatten, Klinkern oder Granitsteinen, die beiden letzteren in Sammelkanälen, eingebaut werden. Bei Maulprofilen wird die Sohlensicherung vielfach mit behauenen Kämpfersteinen aus Granit eingefast. In ganz besondern Fällen, wenn es zum Beispiel möglich ist, daß der Kanal unter Druck kommt, findet Stahlbeton Verwendung.

Ist eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse erforderlich, dann soll man Profilkonäle auch aus Mauerwerk herstellen. Die Innenwandungen der Leitungen werden sodann aus Klinkern bzw. Keilklinkern gemauert, für die Nachmauerung verwendet man Hartbrandziegel. Zur Mauerung kommt nur Zementmörtel in Frage, die Innenleibung soll mit Bitumenmörtel verfugt werden. Sonst werden Kanäle nicht mehr aus Ziegelmauerwerk gebaut.

Die beim Kanalbau verwendeten Materialien müssen in jeder Weise einwandfrei sein und den betreffenden Normen entsprechen, worauf bei ihrer Übernahme besonders zu achten ist. Bei größeren Kanalbauten empfiehlt es sich, den Zement sowie die Steinzeug- und Betonwaren durch eine staatlich autorisierte Material-Prüfanstalt auf ihre Normgerechtigkeit überprüfen zu lassen. (Abbildungen 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.)

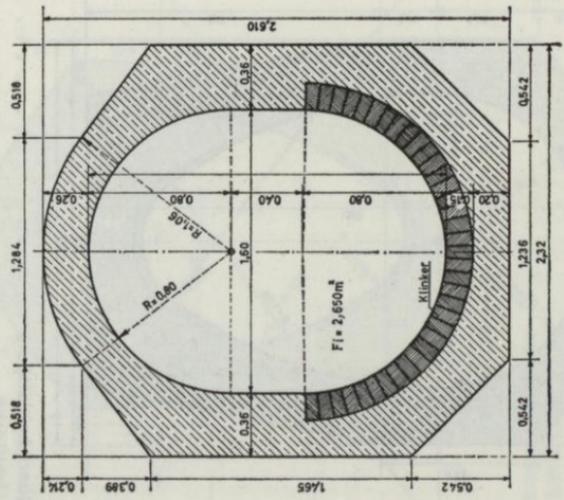
9. Die Verfassung eines Detailprojektes

Zur Ausarbeitung des baureifen Detailprojektes eines Straßenkanals ist ein *Lageplan* von mindestens 1 : 2500, besser von 1 : 1000 oder 1 : 500 erforderlich, der die bereits vorhandenen Kanäle, die Gas- und Wasserrohre sowie die wichtigsten Kabel aufweisen muß. Trasse, Querschnitt und Tiefenlage derselben im Straßenkörper müssen genau erhoben werden, ebenso die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse. Die Terrainhöhen sind durch ein genaues Nivellement, bezogen auf einen Fixpunkt, festzustellen, in das die Sohlenhöhe des die Vorflut bildenden Kanals einbezogen werden muß. Nach Einzeichnung der Kanaltrasse sind die Einsteigschächte bzw. Putzkammern aufzuteilen und ist der Längenschnitt zu entwerfen, wobei die Höhen gegenüber den Längen in mindestens zehnfachem Maßstab aufzutragen sind, am einfachsten 1 : 100 für erstere und 1 : 1000 für letztere. Für das Auftragen der Höhen ist eine auf absoluter Höhenmessung basierende Vergleichsebene zu wählen, die bei gegebener Notwendigkeit (zum Beispiel sehr starkem Gefälle) gewechselt werden kann.



b) Überhöhtes armiertes Kreisprofil 1,90/2,30 m

Abbildung 20



a) Überhöhtes Kreisprofil 1,60/2,00 m

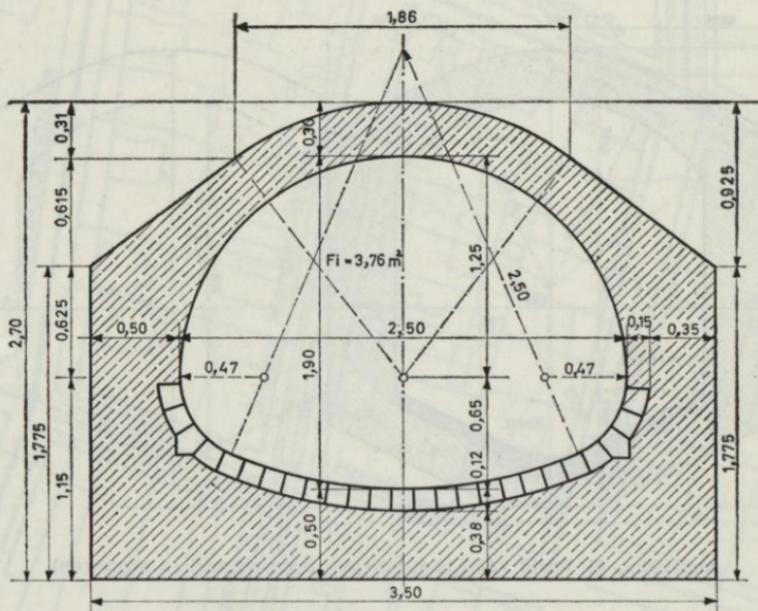


Abbildung 21: Maulprofil 2,50/1,90 m

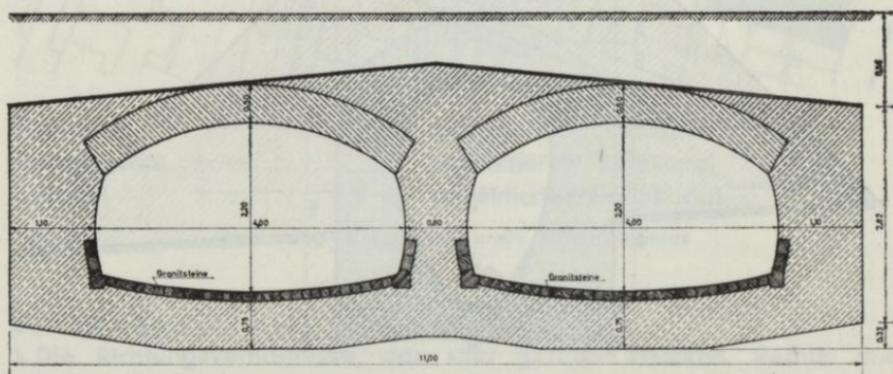


Abbildung 22: Doppelprofil 2 x 4,00/2,20 m

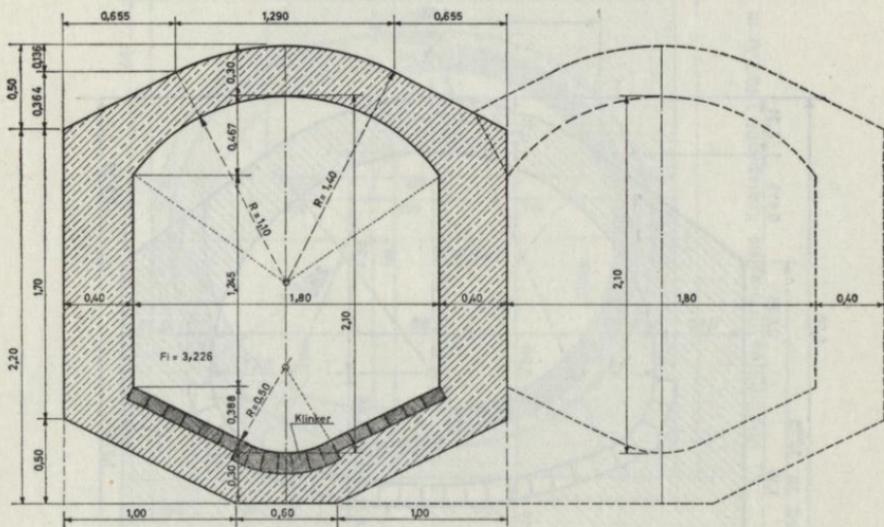


Abbildung 23: Profil 1,80/2,10 m (auf ein Doppelprofil zu ergänzen)

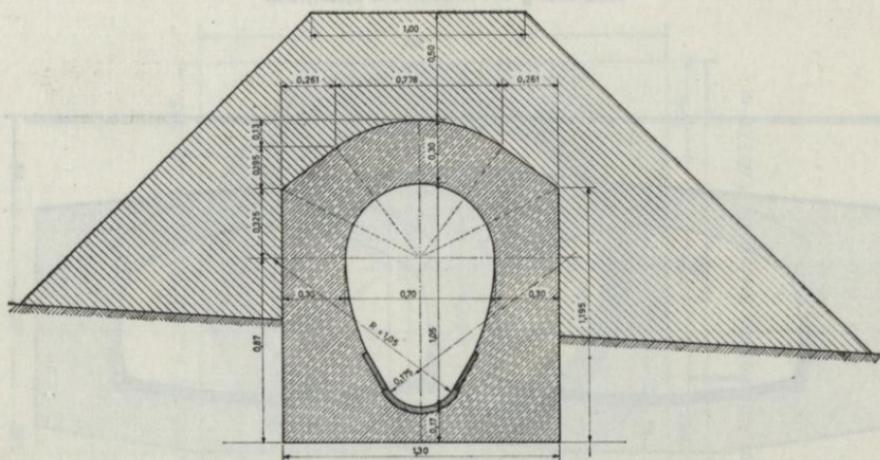
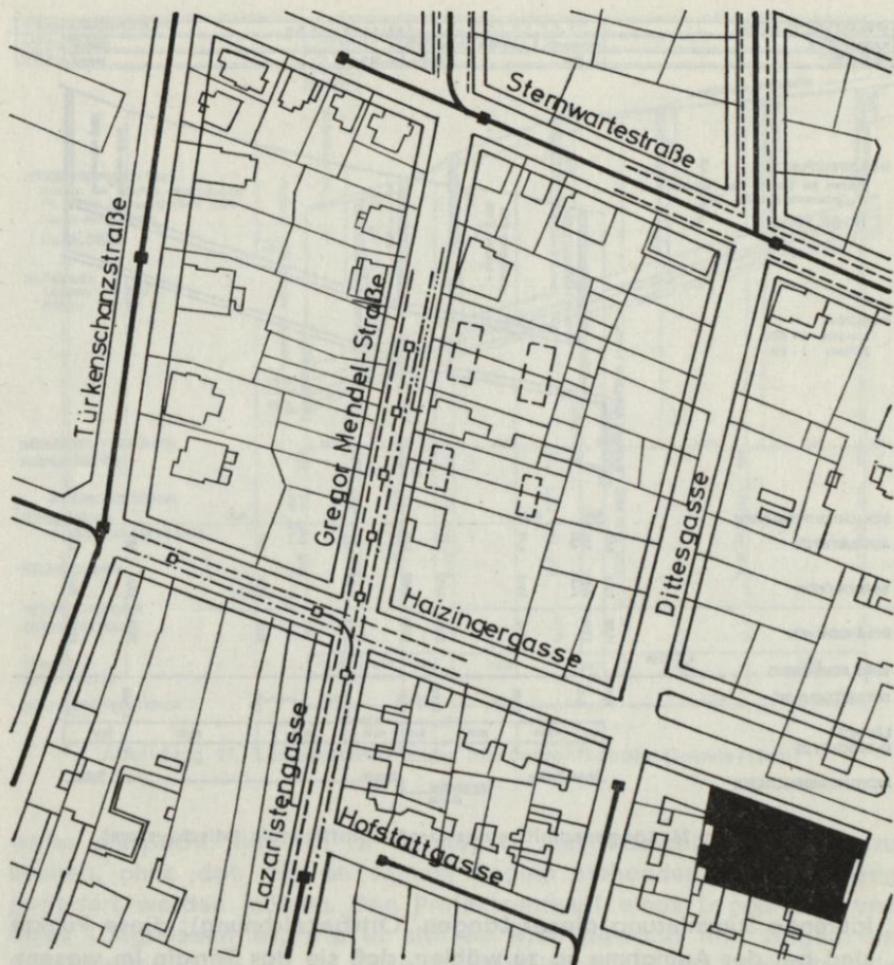


Abbildung 24: Verstärktes Eiprofil I (0,70/1,05 m)



Gasrohre	-----	bestehender Profilkanal	—■—
Wasserrohre	- - - - -	projektierter Profilkanal	—□—
E.Kabel	· · · · ·	projektierter Rohrkanal	- - □ - -

Abbildung 25: Lageplan eines Kanalprojektes

Der Längenschnitt hat zu enthalten:

1. Die Richtungsverhältnisse, das sind gerade Strecken, Rechts- und Linksbogen, in einem Richtungsband mit Längenangabe und Angabe der Radien.
2. Die bei der Terrinaufnahme gemessenen Längen zwischen den einzelnen Punkten der Höhenbestimmung (Querschnitte) und die fort-

STRASSENBEZEICHNUNG	Fabigonstraße	
KANALPROFIL	Betonprofil I 0,70/105 m m. S.S. u. W.P.I.	100,00 m
GEFÄLLE	J = 20‰	4500 m J = 32‰ 75,00 m

HÖHENFESTPUNKT
Bolzen im Sockel des Hauses
11, Schemmerstraße 40
H = 26,362 m

Maßstäbe:
Längen: 1 : 500
Höhen: 1 : 50

SCHACHTENTFERNUNGEN

AUSHUBTIEFEN

SOHLENHÖHEN

GELÄNDEHÖHEN

VERGLEICHSEBENE

ORTSBEZEICHNUNG

LÄNGEN

QUERSCHNITTE

RICHTUNGSVERHÄLTNISSE

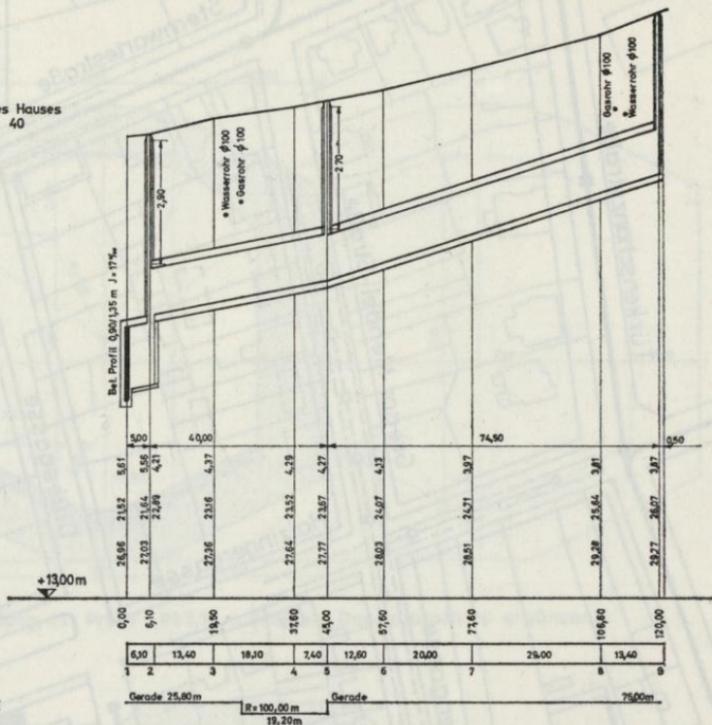


Abbildung 26: Längenschnitt eines Straßenprofilkanals (Mischsystem)

laufende Summierung dieser Längen (Ortsbezeichnung); diese Punkte sind bei der Aufnahme so zu wählen, daß sie das Terrain im wesentlichen wiedergeben, und müssen nicht mit den Schächten zusammenfallen.

3. Geländehöhen, Sohlenhöhen, Aushubtiefen und Schachtentfernungen sowie Schachthöhen.
4. Die gewählten Maßstäbe für Längen und Höhen sowie die absolute Höhe des verwendeten Höhenfixpunktes.
5. Das Kanalgefälle und die Kanalprofile mit Angabe der zugehörigen Längen.
6. Die Bezeichnung der Straße sowie die Namen der einmündenden Straßenzüge.

Ein Kanallängenschnitt ist stets von links nach rechts aufzutragen, wie dies ja auch der europäischen Schreib-

B. Die Baudurchführung

10. Richtlinien für den Beginn eines Kanalbaues

Die Bauarbeiten sollen am Anfang eines Kanals, das ist am Vorkopf (letzten Einsteigschacht) des zu verlängernden Kanals bzw. an der Einmündung in einen anderen Kanal bzw. an der Vorflut einsetzen. Es scheint dies eine Selbstverständlichkeit zu sein, ist es aber nicht immer. Aus irgendwelchen mehr oder weniger stichhaltigen Gründen wird fallweise an einer anderen Stelle des neuen Kanalzuges angefangen, es wird eine Kanallänge eingebaut und erst dann versucht, die Verbindung zum bestehenden Kanalnetz herzustellen. Da kann es dann, insbesondere bei Privatkanälen, vorkommen, daß man auf ein unvorhergesehenes Hindernis stößt, etwa auf ein Wasserleitungs- oder Gasrohr, von dem man nichts wußte oder dessen Tiefenlage nicht richtig ermittelt wurde. Es muß dann das Kanalgefälle und eventuell auch das Profil geändert werden, wodurch die bereits fertiggestellte Kanallänge unbrauchbar ist und herausgerissen werden muß. Um dies zu vermeiden, kann es vorkommen, daß beim Bau von Rohrkanälen ein Polier oder Vorarbeiter in unverantwortlicher Weise das Hindernis mit einem improvisierten Düker (man sieht es ja ohnehin nicht) unterfährt, der Kanal dann ständig verstopft ist und der Kanalbetrieb darunter schwer leidet. Diese Art der Kanalherstellung sollte daher nur in ganz besonderen Fällen angewendet werden, wobei eine besonders genaue Erhebung der übrigen Einbauten sowie Höhenermittlung und -festlegung Voraussetzung ist. Man soll auch immer mindestens eine ganze Länge zwischen zwei Schächten öffnen, dann kann man das Gefälle leicht kontrollieren und etwaigen Hindernissen rechtzeitig ausweichen. Vor dem Öffnen von nur wenigen Metern eines Kanalgrabens, der stückweisen Verlegung des Kanals und sofortigen Zuschüttung, wie dies insbesondere beim Bau von Rohrkanälen sehr häufig vorkommt, ist eindringlich zu warnen. Wenn dann noch lediglich mit der Wasserwaage gearbeitet wird, kann man sich leicht vergegenwärtigen, wie ein solcher Kanal aussieht. Zur ordnungsgemäßen Kanalherstellung ist eine ständige Arbeitskontrolle unerlässlich.

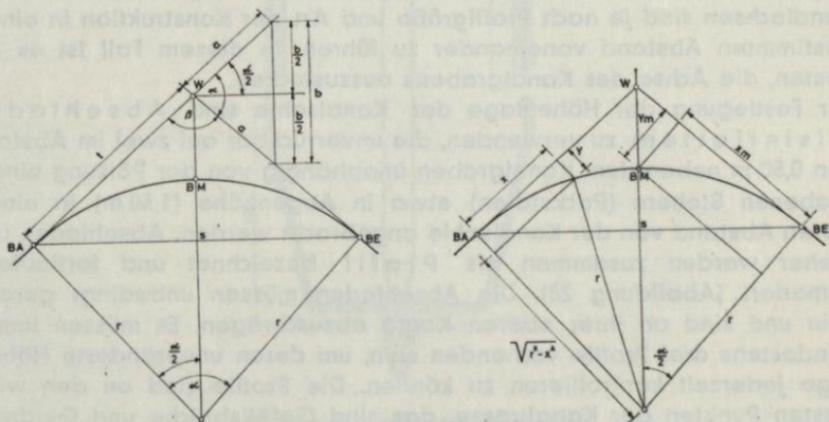
Vor Beginn des Baues eines Straßenkanals muß an Ort und Stelle eine Verkehrsverhandlung abgehalten werden, bei der alle Vorkehrungen zur Regelung des Straßenverkehrs besprochen und festgelegt werden; so insbesondere auch die Lagerung des Aushubmaterials und die Herstellung von Fußgänger- und Fuhrwerksbrücken. Der Verhandlung müssen die Vertreter aller übrigen Einbauten (Wasser- und Gasrohrleitung, Kabel), des öffentlichen Verkehrs sowie der Straßenerhaltung,

der Feuerwehr und die Organe der öffentlichen Sicherheit beigezogen werden. Falls der Kanal von einem öffentlichen Gewässer ausgeht, ist auch eine wasserrechtliche Verhandlung abzuführen. Der Bauherr bzw. der den Bau durchführende Unternehmer ist verpflichtet, während der Baudurchführung die Baustelle nach jeweiliger Beendigung der Bauarbeiten unfallsicher abzuschranken, bei Einbruch der Dunkelheit verkehrssicher zu beleuchten und bewachen zu lassen. Er muß auch die erforderlichen Verkehrszeichen aufstellen und die unbehinderte Zugänglichkeit der Häuser und Geschäfte sowie die freie Ausfahrt aus den Grundstücken gewährleisten. Falls dies in ganz besonders gelagerten Fällen nicht möglich sein sollte, muß er für eine Ausweichmöglichkeit sorgen, etwa durch Beistellung einer Ersatzgaragierung oder Mithilfe beim Transport von Stückgut oder Material.

11. Die Aussteckung der Trasse und Höhenangabe

Die Kanaltrasse ist möglichst parallel zur Baulinie bzw. Straßenfluchtlinie, unter Rücksichtnahme auf die übrigen bereits bestehenden Einbauten, mittels Trassierstangen, Trassierschnur, Stahlmeßband oder Meßplatten und rechtem Winkel in Straßenmitte abzustecken, die sich ergebenden Winkel sind zu messen. Eine einfache Winkelmeßmethode ist in folgender Zeichnung dargestellt. Die zweite Zeichnung verdeutlicht den Vorgang bei der Bogenabsteckung.

Vom Winkelpunkt wird in Verlängerung der einen Tangente und auf der zweiten Tangente die Strecke a mit dem Meßband oder mit 4-m-Latten aufgetragen und die Verbindungsstrecke b gemessen. Aus



$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{b/2}{a}$ errechnet sich α und $\beta = 180 - \alpha$. Wählt man z. B. $a = 10$ m,

dann ergibt sich der $\sin \frac{\alpha}{2}$ besonders einfach mit einem Zehntel der

halben Länge von b . Nehmen wir an, daß $b = 13,20$ m gemessen wurde,

dann ist $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{6,60}{10} = 0,660$ und damit $\alpha = 82^{\circ}36'$, $\beta = 97^{\circ}24'$. Die Tan-

gente $t = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, die Bogenlänge $l = r \frac{\pi \cdot \alpha}{180}$. Die Bogenpunkte sind mit

Ordinaten von den Tangenten nach der Formel $y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$ abzu-

stecken. Die Ordinate des Scheitelpunktes $y_m = r \cdot (1 - \cos \frac{\alpha}{2})$, die

zugehörige Abszisse x_m ist gleich der halben Sehne $r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$. Alle diese

Werte kann man Absteckungstabellen entnehmen.

Der Abstand der Kanalachse von der Baulinie bzw. Straßenfluchtlinie und die Einmaße der Winkel-
punkte auf Festpunkte sind für den nach Bauvoll-
endung zu verfassenden Ausführungsplan festzu-
halten, um spätere Rekonstruktionen der Trassen-
führung zu ermöglichen. Bei Kanalbauten im Trennsystem
werden bei gleichzeitiger Ausführung beider Kanäle diese in einem
gemeinsamen Kanalgraben verlegt, wobei der Regenwasserkanal im
allgemeinen über dem Schmutzwasserkanal zu liegen kommt. Beide
Kanalachsen sind je nach Profilgröße und Art der Konstruktion in einem
bestimmten Abstand voneinander zu führen. In diesem Fall ist es am
besten, die Achse des Kanalgrabens auszustecken.

Zur Festlegung der Höhenlage der Kanalsole sind Absehladen
(Visierlatten) zu verwenden, die unverrückbar auf zwei im Abstand
von 0,50 m neben dem Kanalgraben unabhängig von der Pölzung einge-
grabenen Stehern (Packstalen) etwa in Augenhöhe (1,50 m) in einem
festen Abstand von der Kanalsole angebracht werden. Absehladen und
Steher werden zusammen als Profil bezeichnet und fortlaufend
numeriert (Abbildung 28). Die Absehladen müssen unbedingt gerade
sein und sind an ihrer oberen Kante abzuschrägen. Es müssen immer
mindestens drei Profile vorhanden sein, um deren unveränderte Höhen-
lage jederzeit kontrollieren zu können. Die Profile sind an den wich-
tigsten Punkten der Kanaltrasse, das sind Gefällsbrüche und Gelände-

bruchpunkte, Bogenanfang, Bogenmitte und Bogenende, und dazwischen in den Geraden in möglichst gleichen Entfernungen von höchstens 25 m anzuordnen. Im Bogen ist zu bedenken, daß die Visierlinie in der Sehne verläuft und daher die Profile entsprechend näher zu versetzen sind. Die Höhe der Absehladoberkante ist, dem Kanalgefälle entsprechend, mit einem geodätischen Instrument, von einem Höhenfestpunkt ausgehend, anzugeben und des öfteren, insbesondere vor dem Verlegen der Kanalsole, zu kontrollieren. Die Höhenlage des Kanals wird mittels eines dem gewählten festen Abstand entsprechenden Absehkreuzes durch Einvisieren desselben über die Absehladen ermittelt. Hiefür wird das

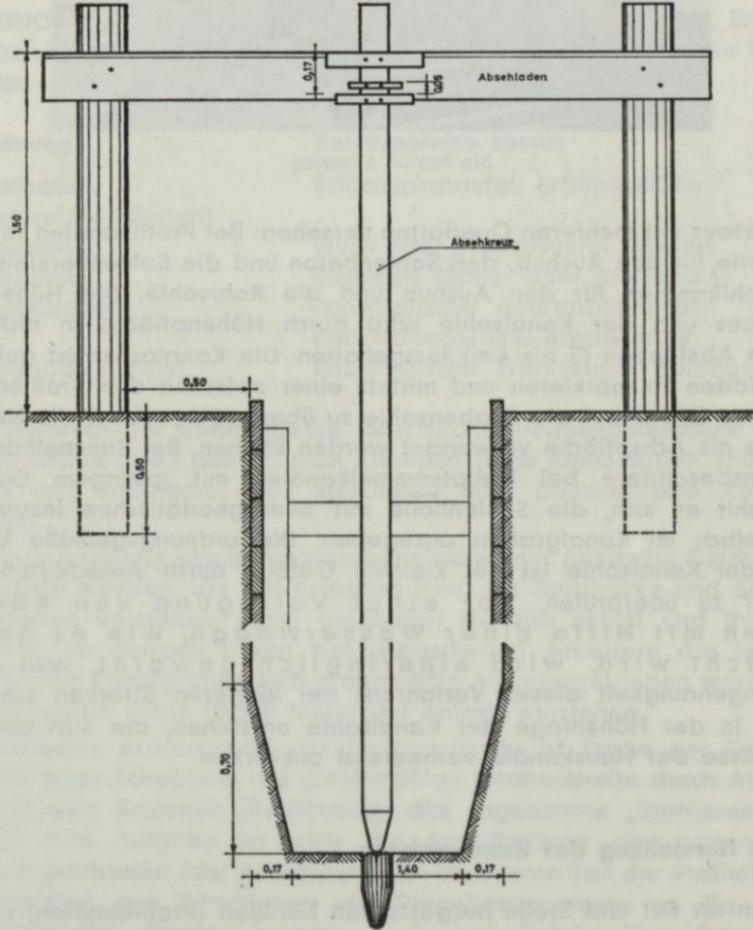
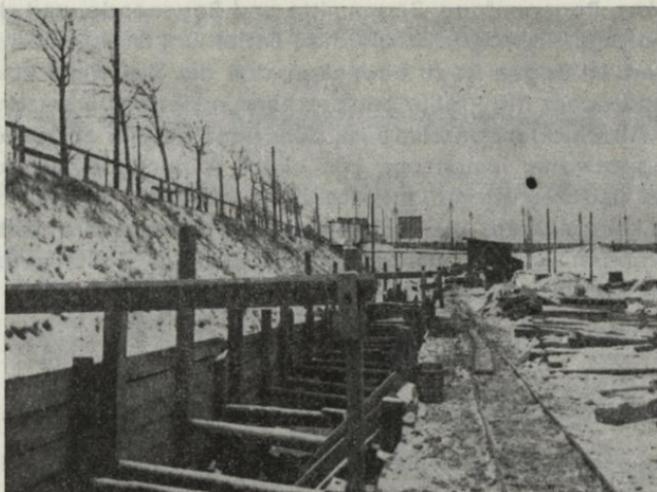


Abbildung 28: Profil und Absehkreuz



Die Profile stimmen

Absehkreuz mit mehreren Querlatten versehen: Bei Profilkanälen je eine Querlatte für den Aushub, den Sohlenbeton und die Sohlenverkleidung, bei Rohrkanälen für den Aushub und die Rohrsohle. Die Höhe des Aushubes und der Kanalsohle wird durch Höhenpflöcke in nicht zu großen Abständen (3 bis 4 m) festgehalten. Die Kanalachse ist auf den Absehladen zu markieren und mittels einer zwischen den Profilen gespannten Schnur auf die Grabensohle zu übertragen, wobei die Höhenpflöcke als Achspflöcke verwendet werden können. Bei Sammelkanälen und insbesondere bei Hauptsammelkanälen mit geringem Gefälle empfiehlt es sich, die Sohlenhöhe mit dem geodätischen Instrument unmittelbar im Kanalgraben anzugeben. Die ordnungsgemäße Verlegung der Kanalsohle ist bei kleinem Gefälle durch Ausschütten von Wasser zu überprüfen. Vor einer Verlegung von Kanalrohren mit Hilfe einer Wasserwaage, wie es gerne gemacht wird, wird eindringlich gewarnt, weil durch die Ungenauigkeit dieses Verfahrens bei längeren Strecken schwere Fehler in der Höhenlage der Kanalsohle entstehen, die sich auf die Anschlüsse der Hauskanäle verheerend auswirken.

12. Die Hersteilung des Kanalgrabens

Bei den an Ort und Stelle hergestellten Kanälen (Profilkanälen) richtet sich die Kanalgrabenbreite nach dem gewählten Profil. Falls es nötig ist, das Pölzholz wegen zu geringer Standfestigkeit des

Bodens nach Fertigstellung des Kanalprofils zu belassen, müssen zur äußeren Breite des Betonkörpers je nach Art der Pölung beiderseits 5 bis 10 cm zugeschlagen werden. Bei Rohrkanälen beträgt die Mindestbreite des Kanalgrabens 80 cm. Im übrigen sind bei normaler Bauausführung zur größten Breitenabmessung der Rohre beiderseits mindestens 20 cm zuzuschlagen, damit die Rohrverlegung und insbesondere die Muffendichtung ordnungsgemäß durchgeführt werden kann. Bei Belassung der Pölpfosten ist dies entsprechend zu berücksichtigen. Vor Beginn der Grabarbeiten wird der Rand des Kanalgrabens beiderseits, mindestens aber auf einer Seite, durch ausgelegte Pfosten, die an der Bodenoberfläche mittels Pflöcken oder Gerüstklammern befestigt werden, markiert und unverrückbar festgehalten (die sogenannte Anlage).

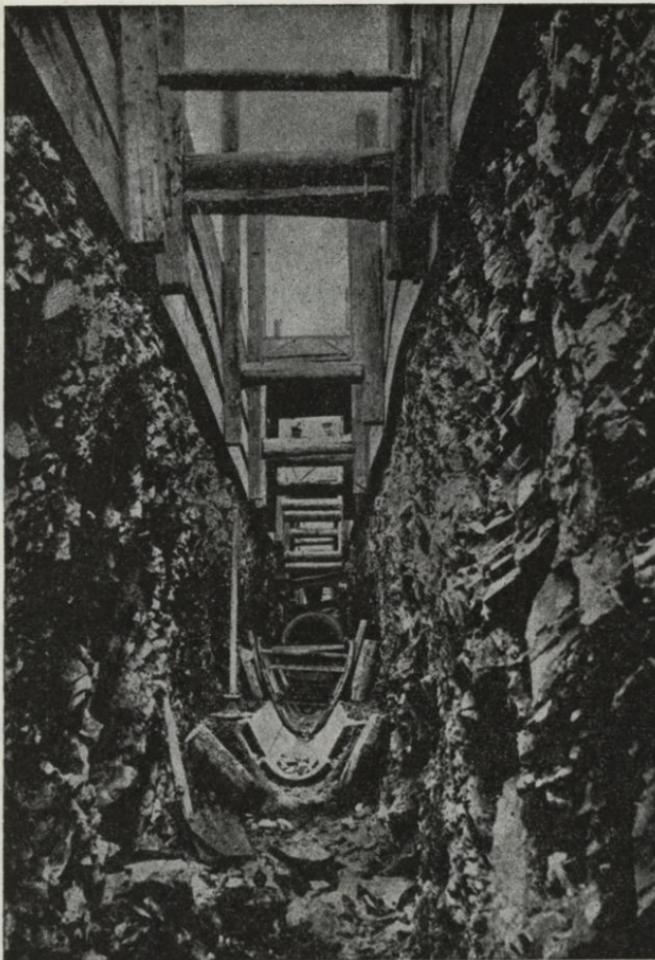
Die ÖNORM B 2205, Technische Vorschriften für Bauleistungen, Erd- und Felsarbeiten, teilt die Böden nach ihrer Lösbarkeit in folgende Bodenklassen ein:

Benennung	Vorzugsweise Lösart
Schöpfungsboden (wasserreicher Boden)	Schlammschaukel, Schöpfgefäße
Stichboden	Wurf- oder Stichschaukel, Spaten
Hackboden	Krampen (Spitz- oder Breithacke)
Schrämboden	Pneumatische Aufbruchhämmer Keil, Schlegel und Brechstange
Sprengboden (Fels)	Pneumatische Werkzeuge, Sprengstoff

Zum Aufbruch der Straßendecke (Makadam, bitumengebundene Decke, Beton, Granit u. a.) benützt man Krampen (eine Kombination von Spitzhacke und Breithacke) und Spitzhacke oder pneumatische Aufbruchhämmer.

Zur Ausschachtung eines Kanalgrabens sollen nur geschulte Deichgräber eingesetzt werden, die mit Krampen bzw. mit Spitzhacke und Schaufel umzugehen verstehen, sonst gefährden sie sich selbst und ihre Mitarbeiter. Im übrigen bleibt bei ungeschulten Arbeitern die Leistung gering. Der Kanalgraben muß gleichmäßig hinuntergetrieben werden, es dürfen seitlich keine Löcher hinter der Anlage entstehen.

Die lotrechte Ausfertigung der Grabenwände ist Sache der Gerüster, die mit einer Schablone die gleichmäßige Grabenbreite durch Abarbeiten mit dem Krampen (Breithacke), das sogenannte „Staffieren“, herstellen. Ihre Aufgabe ist auch die Ausarbeitung der sogenannten Böschungsdreiecke (der Abschrägungen im unteren Teil der Profile), unter Verwendung von Schablonen aus Ziegellatten, wenn es die Standfestigkeit des Bodens erlaubt. Auch bei Rohrkanälen kann man Böschungsdreiecke in der Kanalgrabenwand stehenlassen. Wenn die

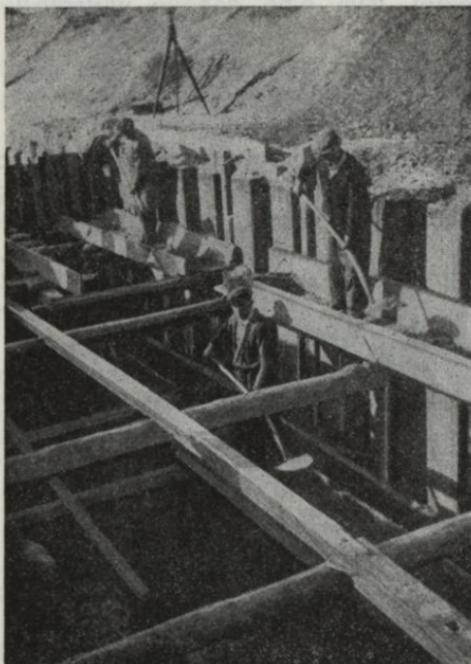


Kanalgraben im Flyschgestein

Grabentiefe die Größe eines Mannes wesentlich übersteigt, muß die Förderhöhe durch Einlegen eines Pfostens als Wurftrappe auf die Sprenger der Pölung, die durch Knaggen oder Klammern gegen Abrutschen zu sichern sind, unterteilt werden, von der aus ein Arbeiter das auf die Trappe geworfene Material nach oben befördert. Dieses „Überschauen“, das eventuell auch noch durch Einschaltung einer zweiten Trappe möglich ist, erfordert eine gewisse Geschicklichkeit, soll nicht wieder der größte Teil des Aushubes in den Graben fallen und den Gräber gefährden. Also auch hier kann nicht jeder verwendet werden, weshalb die Vermittlung von branchenfremden Leuten, wie es

die Arbeitsvermittlungsstellen gerne praktizieren, abzulehnen ist. Bei größerer Grabentiefe müssen für das gefahrlose Absteigen in die Baugrube Leitern vorhanden sein, wodurch auch das Besteigen der Sprenger und deren Lockerung vermieden wird. Die Leitern müssen die Baugrube mindestens um einen Meter überragen.

Die Verwendung von Löffelbaggern ist im städtischen Kanalbau wegen der vielen den Kanalgraben kreuzenden Einbauten (Gas- und Wasserrohre, Kabel) im verbauten Gebiet höchstens bis zur Tiefe der Kabel möglich und auch da mit Gefahren verbunden, da man deren Tiefenlage nie genau ermitteln kann. Ein herausgerissenes Strom-Versorgungskabel kann aber, abgesehen von der Gefährdung der Arbeiter, ein ganzes Wohnviertel stromlos machen. Die Kosten der Wiederinstandsetzung gehen selbstverständlich zu Lasten des Bauunternehmers, wodurch die Ersparnis an Arbeitszeit mehr als wettgemacht wird. Auch der Einsatz eines Greifbaggers ist vor Erreichung der Tiefe des tiefstgelegenen Einbaues gefährlich. Hingegen kann man bei großer Tiefe zur Vermeidung des kostspieligen Überschaufelns Greifbagger oder Kübelkräne verwenden, wobei aber auf die Pölung besonders geachtet werden muß, soll nicht der hochgezogene volle Greifer



Überschaufeln

oder Kübel die Sprenger herausreißen und damit die Pölung zum Einsturz bringen. Die Kübel können rund oder rechteckig sein, zum Ausleeren gekippt werden oder der Boden läßt sich durch Seilzug öffnen. Die Fördermaschinen laufen auf Schienen beiderseits des Kanalgrabens unmittelbar über diesem. Im unberührten Boden ist der maschinelle Aushub ohne weiteres möglich, er hängt insbesondere von der Standfestigkeit des gewachsenen Bodens ab. Unter Umständen kann man den Kanalgraben auch geböschst ausheben, wobei der Böschungswinkel bei Mutterboden und leichtem Boden (Stichboden) 45° , bei mittelschwerem und schwerem Boden (Hack- und Schrämboden) 60° , bei leichtem Fels (ohne Sprengen lösbar) 80° und bei schwerem Fels (durch Sprengen lösbar) 90° betragen kann (DIN 18,300). Für Sprengarbeit ist eine behördliche Genehmigung erforderlich. Im verbauten Gebiet sind besondere Vorsichtsmaßnahmen notwendig, und man wird nur mit schwachen Ladungen Lockerungssprengungen vornehmen können. Die Sprengungen darf nur ein behördlich befugter Sprengmeister durchführen. Man kann einen Kanalgraben auch in seinem oberen Teil abgeböschst und in seinem unteren Teil mit senkrechten Grabenwänden und fachgerechtem Verbau herstellen. Hiefür ist jedoch die Anlage einer Berme von mindestens 0,60 m zwischen Böschungsfuß und verbautem Teil auf beiden Seiten notwendig. Für welche Art der Grabenherstellung man sich entscheidet, muß eine genaue wirtschaftliche Überlegung ergeben.

Im standfesten, unberührten Boden ist es auch möglich und wird in Deutschland mit Erfolg durchgeführt, daß man den Kanalgraben durch Tief-Löffelbagger aushebt, wobei bei Tiefen über 1,75 m die Verwendung besonderer Schutzvorrichtungen in Form von rahmensteifen eisernen Hilfskonstruktionen für den Einbau einer waagrechten Pölung notwendig ist. Es gibt deren eine ganze Anzahl. So den Kanalbohlen-Einbaukorb System „Heidreder“ (Abbildung 29), dessen rahmensteife, aus Stahlrohren geblidete Hilfskonstruktion mit der erforderlichen Verbohlung vom Bagger nach Erreichung der Grabensohle auf diese gesetzt wird. Im Schutze des Stahlrohrgerüsts werden die Bohlen von Arbeitern ausgestreift, worauf dieses frei gemacht, vom Bagger hochgezogen und im anschließenden Grabenfeld erneut eingesetzt wird. Andere, ähnlich wirkende, käfigartige Hilfskonstruktionen sind die Sicherheitskörbe nach LAMMER-SCHILLINGS und das Verbaugerät FW REUBER.

Das Bundesministerium für soziale Verwaltung hat die 267. Verordnung vom 10. XI. 1954 am 30. XII. 1954 im Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 1954, 59. Stück, über Vorschriften zum Schutze des Lebens und der Gesundheit von Dienstnehmern bei Ausführung von Bauarbeiten, Bauneben- und Bauhilfsarbeiten, verlautbart, in welcher im Abschnitt 2, §§ 16, 17 und 18, die Erd- und Felsarbeiten behandelt

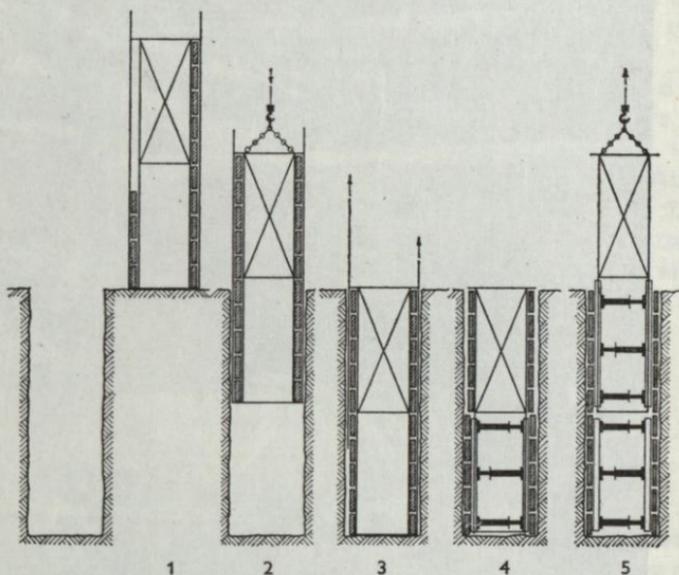
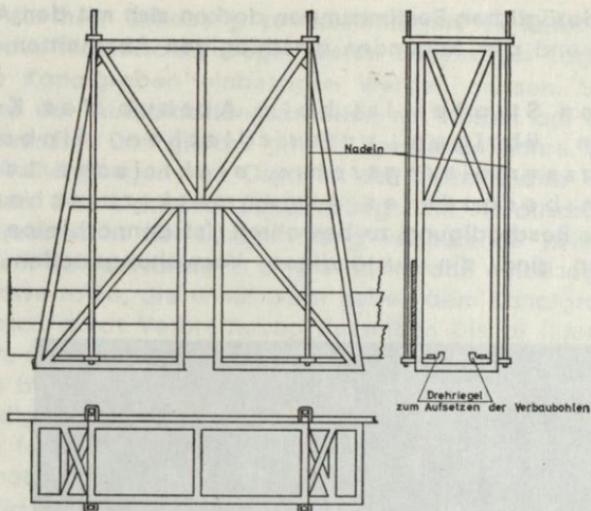
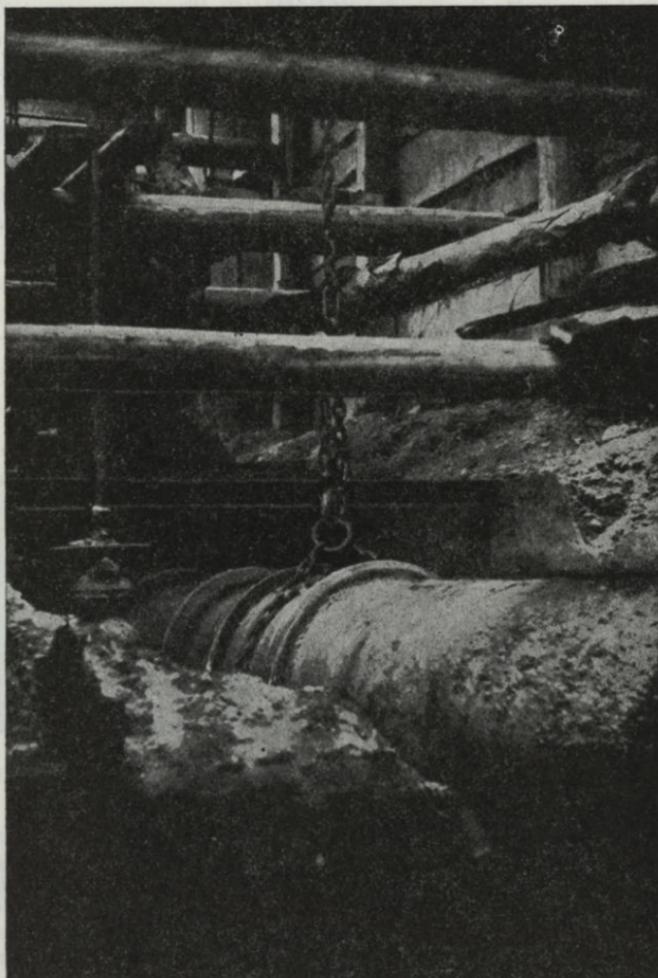


Abbildung 29: Heidbreder-Grabenverbaugerät

Das Heidbreder-Grabenverbaugerät ist ein allseitig versteiftes kräftiges Stahlrohrgerüst. Außerhalb des Grabens werden die Verbaubohlen zwischen Rohrgerüst und herausziehbare Nadeln geschoben (1) und das Ganze vom Bagger in den Graben gesetzt (2). Nach dem Ziehen der Nadeln (3) wird ausgesteift (4) und das leere Gerüst wieder herausgehoben (5). Das Gerät ist nur bei Einsatz von Baggern mit Tieflöfleinrichtung zu verwenden, da nur diese maßhaltige Gräben und glatte Grabenwände herstellen können.

werden. Die diesbezüglichen Bestimmungen decken sich mit den Ausführungen in diesem und den folgenden einschlägigen Abschnitten dieses Buches.

In städtischen Straßen ist beim Aushub des Kanalgrabens den übrigen unterirdischen Einbauten (Gas- und Wasserleitungsrohre, elektrische Leitungen usw.) ein besonderes Augenmerk zu schenken, sie sind vor jeder Beschädigung zu bewahren. Ist dennoch eine solche eingetreten, dann sind die zuständigen Verwaltungsstellen sofort



Wasserleitungsrohr-Sicherung

davon zu ihrer Behebung zu verständigen. Es kann vorkommen, daß Gas- oder Wasserrohre wegen deren ungünstiger Lage zur Kanalachse in den Kanalgraben einbezogen werden müssen. Sie müssen dann während der Ausschachtungsarbeiten mit Ketten auf Überlagen aufgehängt werden. Das gleiche gilt für kreuzende Rohre. Es empfiehlt sich, diese Aufhängungen von Organen der betreffenden Werke vornehmen zu lassen. Den Lichtraum von Einstieg- und Abfallschächten dürfen sie nicht kreuzen. In der Längsrichtung verlaufende Rohre müssen daher mit einem Überschubrohr in eine Schachtwand einbezogen werden. Gas- und Wasserrohre, die unmittelbar neben dem Kanalgraben liegen, sind am besten durch Verbreiterung desselben bis zu ihrer Tiefanlage freizulegen, um sie unter Kontrolle zu halten. Man vermeidet dadurch auch, daß sie bei Herstellung der Pölung durch das Einbringen der Sprenger beschädigt werden könnten. Kabel, die ausnahmsweise in den Kanalgraben fallen, werden mit Gerüstklammern an der Pölung befestigt, kreuzende Kabel an Überlagen aufgehängt. An Schächten führt man sie, da sie ja flexibel sind, vorbei. Auf alle diese Möglichkeiten muß schon bei der Trassierung der Kanalachse Rücksicht genommen und muß sie dementsprechend angelegt werden.

Wenn ein Kanal einen Hochwasserschutzdamm durchörteren muß, müssen die Bauarbeiten in zwei Abschnitten, also bis zur Hälfte des Dammes und von ihr ab, durchgeführt werden, so daß wenigstens der halbe Dammkörper bestehen bleibt. Der zweite Abschnitt darf erst begonnen werden, wenn der erste einschließlich der Zuschüttung fertig ist. Das Kanalprofil ist provisorisch zu verschließen. Zwischen beiden Abschnitten ist bei Verfüllung des Kanalgrabens ein entsprechend dicker Tegelkern einzubringen und beiderseits im Dammkörper einzubinden.

13. Die Pölung (Grabenverbauung)

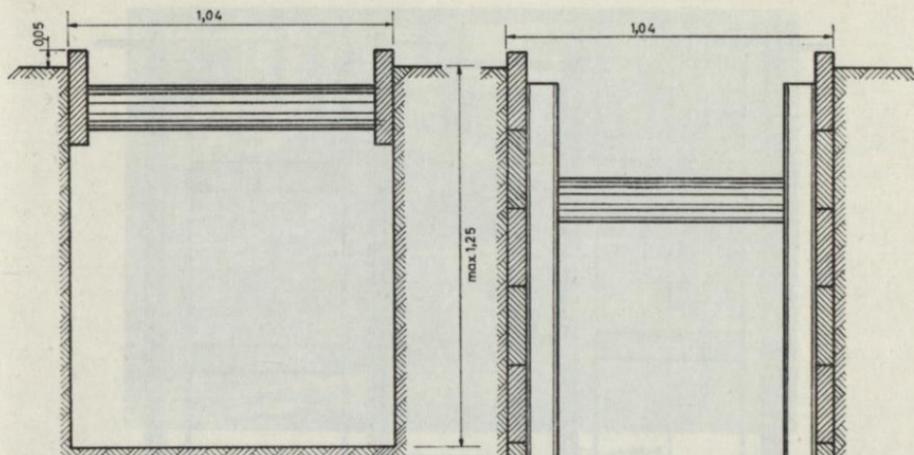
a) Allgemeines

Die ÖNORM B 2503, Straßenkanäle, Richtlinien für den Bau, bestimmt, daß „der Kanalgraben den jeweiligen Bodenverhältnissen entsprechend so zu pölzen ist, daß ein Loslösen der Bodenteile von den Wänden unbedingt vermieden wird“. Eine richtige, sachgemäße Pölung ist für die Herstellung eines Kanals von besonderer Bedeutung. Und gerade in diesem Belange glauben viele Bauunternehmer sparen zu dürfen, was sie dann öfters schwer büßen müssen. Ein stärkerer Regen oder die Erschütterung des Bodens durch schweres Lastfuhrwerk, ja lediglich der Druck des neben dem Kanalgraben aufgehäuften Aushubmaterials kann

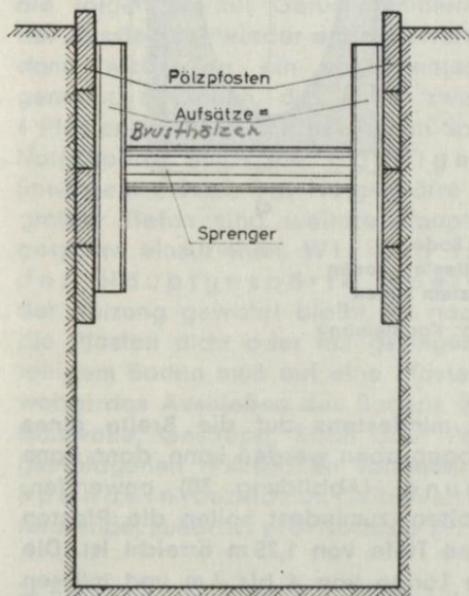
eine unsachgemäße Pölung zum Einsturz bringen und damit den Bruch von Gas- und Wasserleitungen, das Abreißen von Kabeln usw. mit ihren verheerenden Folgen verursachen. Ja selbst seicht fundierte, nahegelegene Häuser können in Mitleidenschaft gezogen werden. Da diese Möglichkeit auch bei sachgemäßer Pölung gegeben ist, empfiehlt es sich, vor Beginn der Grabarbeiten eine sogenannte „Schreckbeschau“ vorzunehmen, das heißt, das in Frage kommende Objekt wird zur Beweissicherung kommissionell unter Beiziehung des Hauseigentümers oder Hausverwalters und eines Vertreters der Baubehörde auf den Bauzustand untersucht. Vorhandene Gebrechen, so insbesondere Sprünge im Mauerwerk, werden schriftlich oder auch photographisch festgehalten und letztere an geeigneten Stellen mit dünnen Glasplättchen in Gipsunterlage überspannt, um jede Veränderung infolge Reißens dieser Plättchen sofort feststellen zu können.

Auf die Standfestigkeit von städtischem Boden kann man sich nie verlassen. Die angeschnittene Bodenschicht kann noch so fest aussehen, sie ist meist von geringer Breite, weil hinter ihr eine angeschüttete Künette (Rohrgraben) verläuft. Besonders gefährlich ist z. B. der in Wien häufig vorkommende sogenannte „stehende“ Tegel (Gemenge von feinstem Staubsand und Rohton), der in lotrecht gepreßten Schichten verläuft. Wenn man ihn anschneidet, sieht er standfest aus, an die Luft gekommen, fallen aber die einzelnen Schichten wie die Blätter eines Kartenspiels um und es entstehen in der Grabenwand tiefe Löcher. Da hilft nur eines, sofort pölzen und keinesfalls über Nacht stehenlassen. Gute Pölung macht sich auch hinsichtlich der Wiederherstellung der Straßendecke bezahlt, weil jede Setzungsbehebung und die damit verbundene Erneuerung des Belages Sache des Bauunternehmers ist. Die Pölung soll 5 cm über dem Gelände als Schutz gegen das Abstürzen von Aushubmaterial oder von Arbeitern in den Kanalgraben und zur Abhaltung von Regenwasser hervorstehen.

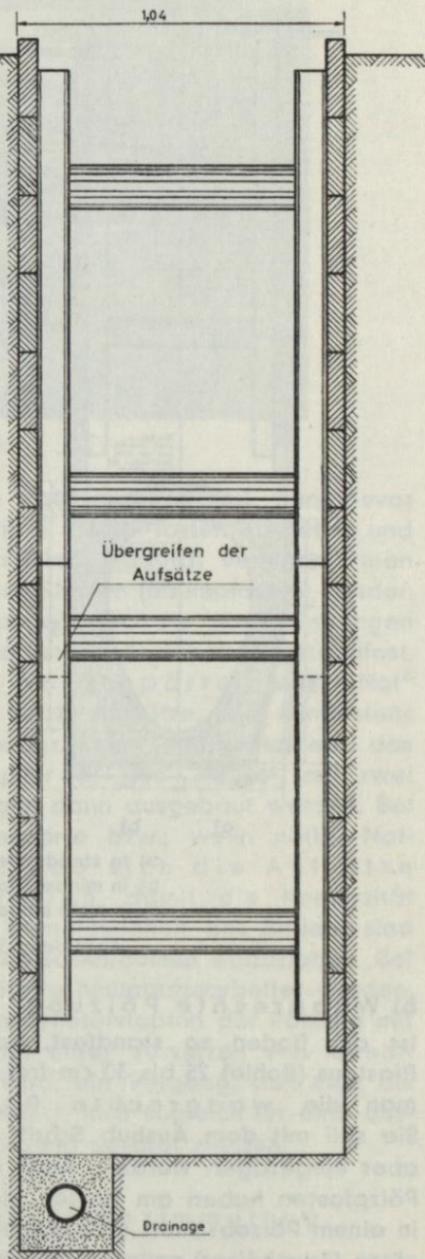
Es empfiehlt sich deshalb auch, die Fuge an der Straßendecke mit Aushubmaterial abzudichten. Die Pölpfosten müssen mindestens 4 cm, besser 5 cm dick und gleichlaufend besäumt sein. Für die Aufsätze (Brusthölzer) eignen sich am besten waldkantige Hölzer, die geringere Tendenz zum Absplittern zeigen als Kanthölzer. Sie sollen mindestens 10 bis 15 cm dick sein. Für Sprenger (Sprengriegel) sind Rundhölzer von mindestens 10 cm Durchmesser zu verwenden. Im übrigen ist der statisch erforderliche Querschnitt zu wählen. Die Verwendung von eisernen Sprengern (Pölzschrauben) ist vorteilhaft, weil sie leicht zu handhaben und sehr dauerhaft sind. Die Spindel soll mindestens 10 cm in der Hülse stecken. Die Pölung muß auf der ganzen Wandfläche dicht anliegen. Sie soll den Arbeitsraum möglichst wenig einengen, Umpölzungen sollen nach Möglichkeit unterbleiben.



a) Saumpfosten

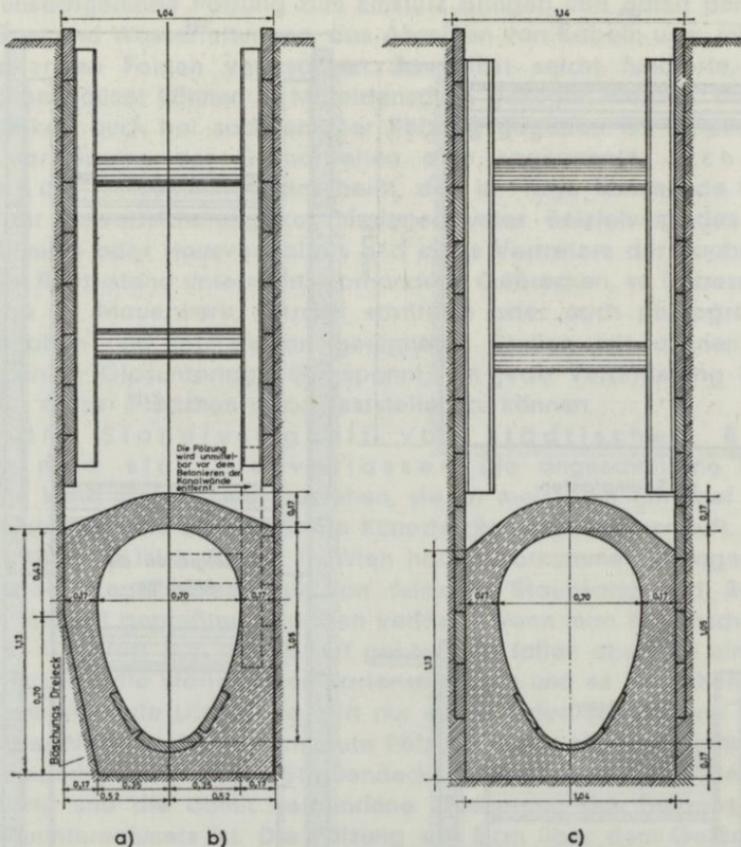


b) Notgespärre



c) Hauptgespärre

Abbildung 30 a: Waagrechte Pölung

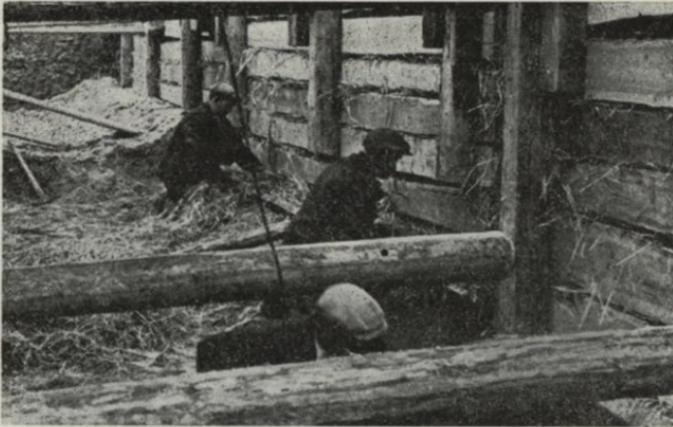


- a) in standfestem Boden
 b) in minder standfestem Boden
 c) in nicht standfestem Boden

Abbildung 30 b: Kanaleinbau

b) Waagrechte Pölzung

Ist der Boden so standfest, daß mindestens auf die Breite eines Pfostens (Bohle) 25 bis 30 cm frei abgegraben werden kann, dann kann man die waagrechte Pölzung (Abbildung 30) anwenden. Sie soll mit dem Aushub Schritt halten, zumindest sollen die Pfosten aber eingezogen werden, wenn eine Tiefe von 1,25 m erreicht ist. Die Pölzpfosten haben am besten eine Länge von 4 bis 6 m und müssen in einem Pölzabschnitt (Pölzlänge) gleich lang sein. Die vertikalen Aufsätze (Brusthölzer) sollen nicht mehr als 3 m Abstand haben, wobei die Pfostenenden den Aufsatz nicht mehr als 50 cm überragen sollen. Die Sprenger (Sprengriegel) sollen nicht mehr als 1,50 m voneinander ent-



Spandeln

fernt sein. Bei der Herstellung eines Kanalgrabens soll man, bevor man tiefer geht, an den Grabenrändern je einen Pfosten aufstellen und diese gegeneinander provisorisch absteifen. Dadurch verhindert man ein Abreißen der Straßendecke. An diese Pfosten (Saumpfosten) werden die folgenden mit Gerüstklammern angehängt, die nach Einbringen der Aussteifung wieder entfernt werden. Ist der Boden wenig standfest, dann wird man ein sogenanntes Notgespärre, kurz „Not“ genannt, einziehen, das heißt zwei kurze Aufsätze, die mindestens 4 Pfosten erfassen, mit nur einem Sprenger. Beim Tiefergehen wird das Notgespärre durch ein Hauptgespärre, das „Haupt“, mit zwei Sprengern ersetzt. Das Notgespärre kann dann ausgebaut werden. Bei großen Tiefen sind weitere Hauptgespärre bzw., wenn nötig, Notgespärre einzuziehen. Wichtig ist, daß sich die Aufsätze der Hauptgespärre übergreifen, damit die Kontinuität der Pölung gewahrt bleibt. Je nach Standfestigkeit des Bodens sind die Pfosten dicht oder mit geringen Zwischenräumen einzuziehen. Bei rolligem Boden muß auf eine Pfostenbreite hinuntergearbeitet werden, wobei das Ausfließen des Bodens durch Hinterstopfen der Pölung mit Holzwohle, Gestrüpp, Stroh oder Papier unter Vorsetzen von lotrecht geschlagenen Holzspänen verhindert wird, ein Vorgang, den man als Spandeln bezeichnet. Selbstverständlich muß sogleich für eine ausreichende, zunächst provisorische Aussteifung gesorgt werden.

c) Senkrechte Pölung und Getriebezimmerung

Statt waagrechter Pölung kann, insbesondere bei Kanalgrabenbreiten über 4 m, eine senkrechte Pölung (Abbildung 31) mit Verwendung von 3 bis 4 m langen stehenden Pfosten angewendet werden, die

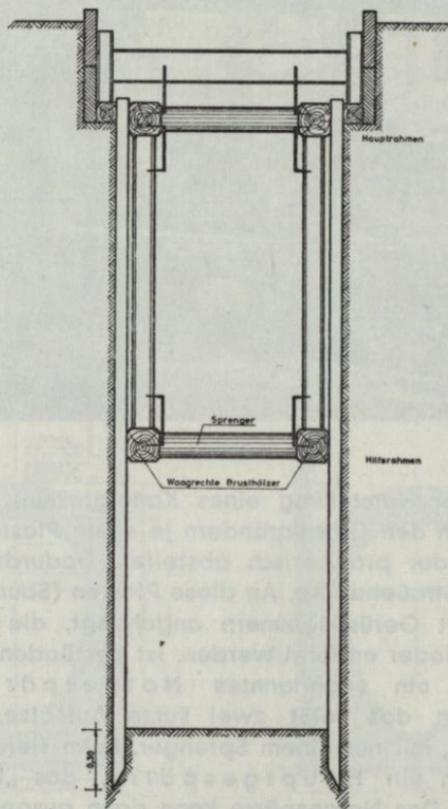
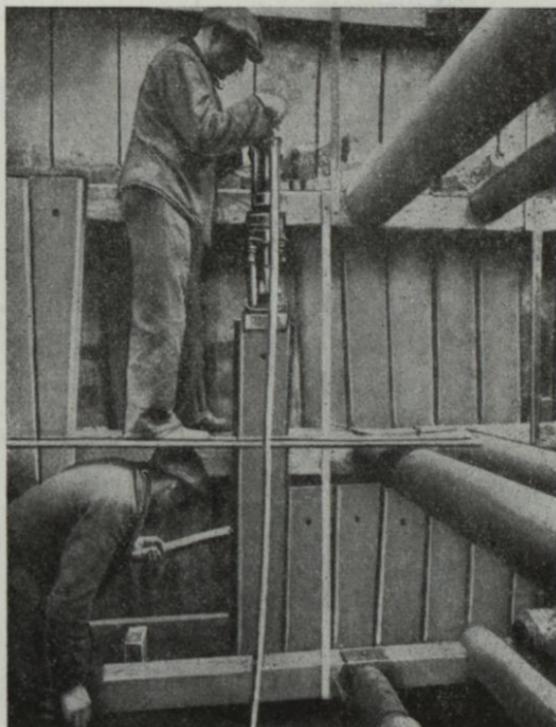


Abbildung 31: Senkrechte Pöhlung (Getriebezimmerung)

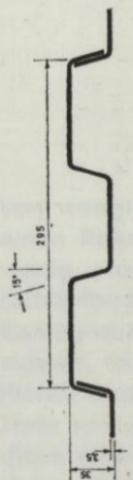
von waagrechten Brusthölzern, durch Sprenger ausgesteift und dadurch einen Rahmen bildend, gehalten werden. Wenn der Boden jedoch zu wenig standfest ist, z. B. loser Boden, Anschüttung, Schwimmsand (Schöpfungsboden) oder sehr wasserreicher Boden, bzw. wenn nahe dem Kanalgraben gelegene Objekte vor jeder Gefährdung geschützt werden müssen, muß eine *Getriebezimmerung* zur Ausführung kommen. Hierbei wird der obere Teil des Kanalgrabens je nach Möglichkeit auf eine Tiefe von etwa 0,50 bis 1 m beiderseits um eine Pfosten- plus Aufsatzdicke verbreitert und eine waagrechte Pöhlung eingebracht. Im Schutze dieser Pöhlung werden sodann die stehenden Pfosten, die an der unteren Stirnkante am besten etwas abgeschrägt und zugeschärft sind, unter Verwendung eines über den Kanalgraben gestellten Bockgerüsts mittels eines Pölschlegels oder mit Preßluftschlämmern, dem Aushub folgend, hinter einem Hauptrahmen derart eingetrieben, daß die schräge

Stirnkante die Pfosten aneinanderpreßt. In etwa $\frac{2}{3}$ der Tiefe wird ein zweiter Rahmen eingebracht, der zur Sicherung gegen Abrutschen durch Hängeeisen oder Latten mit dem Hauptrahmen verbunden werden muß. Bei größeren Tiefen kann durch eine leichte Schrägstellung (1 : 10) der Pfosten gegen die Grabenwand eine Verengung des Kanalgrabens nach unten vermieden werden. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn eine Pfostenlänge nicht ausreicht und übergreifend eine neue Länge eingeschlagen werden muß. Es kommt sodann die beim Stollenvortrieb im nachfolgenden beschriebene Methode mit Pfandbrett und Keilen zur Anwendung. In besonders schwierigen Fällen müssen 8 cm dicke Holzspundwände mit Feder und Nut und Eisenschuhen eingetrieben werden. Bei beiden Pölzungsarten ist die Pölzung mindestens 30 cm unter die Kanalgrabensohle vorzutreiben.

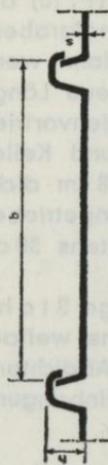
An Stelle von Holzpfosten können vorteilhaft 2,5 bis 3 m lange Stahl-Kanalblechen (Abbildung 32) verwendet werden, die eine weitaus größere Lebensdauer als Holzpfosten haben und eine gute Abdichtung der Baugrube bei leichter, nahezu erschütterungsfreier Einbringung



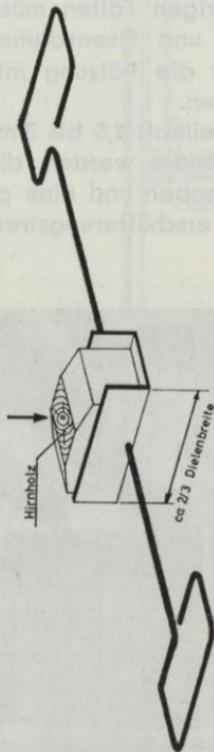
Stahl-Kanalblechen schlagen



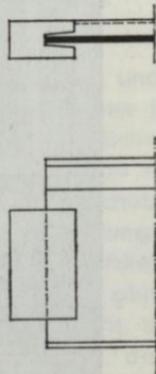
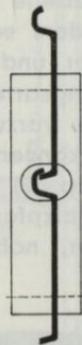
a) VÖEST-Kanalblechen



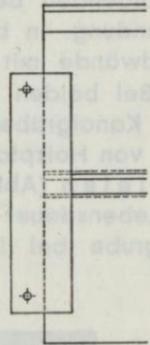
b) Kanaldielen Kölner Modell



c) Rammauflage aus U-Profilen mit Hartholzfutter



d) Rammauflage aus Chrom-Nickel-Stahl für den Gebrauch von Preßlufthämmern

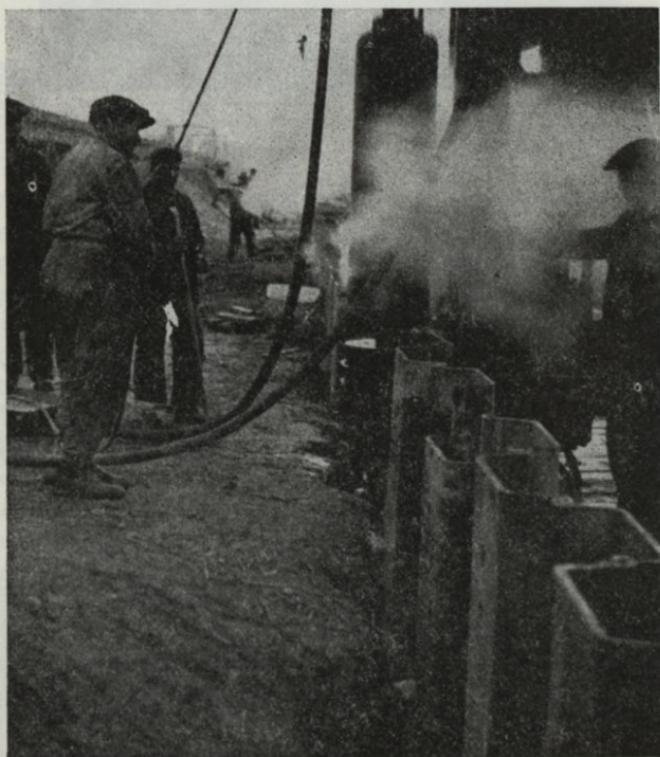


Doppellammbaube aus Flußstahl oder Stahlguß für den Einsatz von Stampfern oder Fallhämmern

Abbildung 32: Kanaldielen

garantieren. Das Einrammen erfolgt durch leichte Preßlufthämmer (etwa 50 kg Gewicht, 1100 Schläge je Minute). Bei größerer Tiefe soll stufenweise gerammt werden. Hierzu sind zur Schonung der Dielen am besten eigene Rammköpfe aus Hartholz oder Stahl den Dielen aufzusetzen. Die Dielen werden von der VÖEST und von den deutschen Firmen HOESCH A. G., KRUPP u. a. erzeugt; das Kölner Modell hat eine gut ausgebildete Stoßverbindung und dichtet daher besonders gut ab. Zum Ziehen der Dielen verwendet man einen Dreibock mit Flaschenzug oder 2-t-Kabelwinde oder einen Wagenheber.

Zur Abstützung ganz großer Baugruben, wie für große Sammelkanäle, Pumpwerke u. ä., verwendet man am besten die schweren Stahlspundwände, System LARSEN oder HOESCH, die mit schweren maschinellen Rammen eingeschlagen werden. Die Verwendung von Eisenbeton-Spundwänden empfiehlt sich weniger, da sie unelastisch sind und beim Auftreffen auf Hindernisse leicht der Beton springt, so daß die Eisen frei liegen und sich verbiegen.



Stahlspundwände schlagen

d) Minierung

Unter Umständen kann es vorkommen, daß Kanäle nicht in offener Baugrube, sondern im Wege der Minierung (Abbildung 33) gebaut werden müssen. So zum Beispiel in einer verkehrsreichen Straße in großer Tiefe, bei der Durchörterung eines Eisenbahndammes, bei der Unterfahrung eines Objektes oder aus sonstigen zwingenden Gründen. In diesem Falle ist die Pölzung nach den im Stollenbau üblichen Verfahren unter Anwendung der Getriebezimmerung durchzuführen. Das Stollenprofil wird rechteckig so groß ausgegraben, daß das Kanalprofil innerhalb der Stollenauskleidung in seiner vollen Wandstärke eingebaut werden kann. In erster Linie kommen hiefür an Ort und Stelle hergestellte Betonkanäle in Betracht, weil die um das Kanalprofil verbleibenden Hohlräume satt ausbetoniert bzw. ausgemauert werden müssen. Rohrkanäle eignen sich aus diesem Grunde wegen der zur Arbeitsdurchführung erforderlichen Lichtmaße innerhalb der Stollenauskleidung (etwa 0,80/1,50 m) weniger. Zur Abstützung der Verschalung

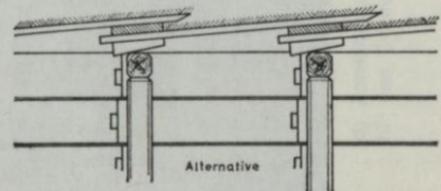
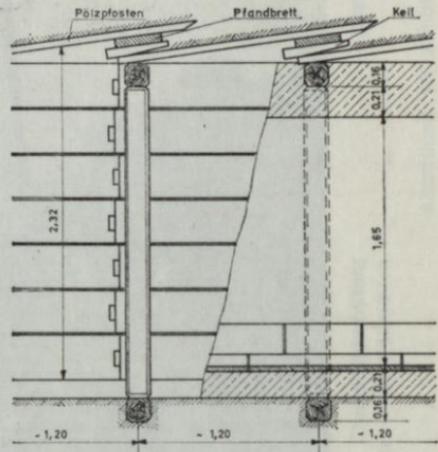
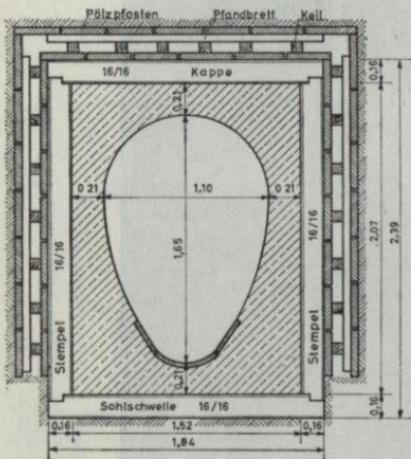
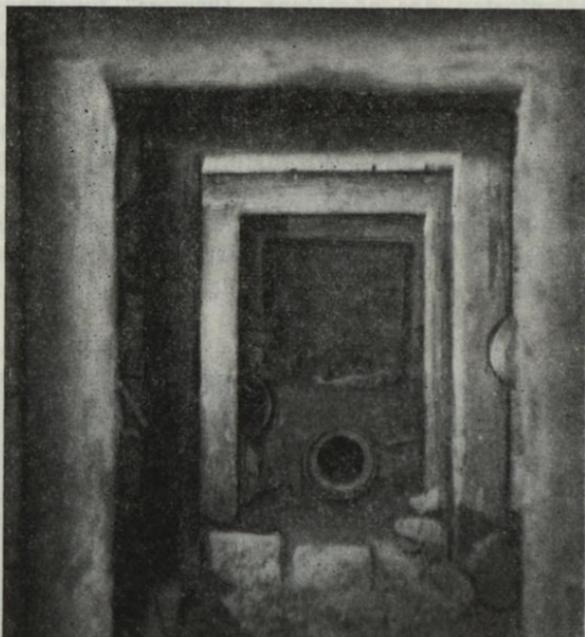


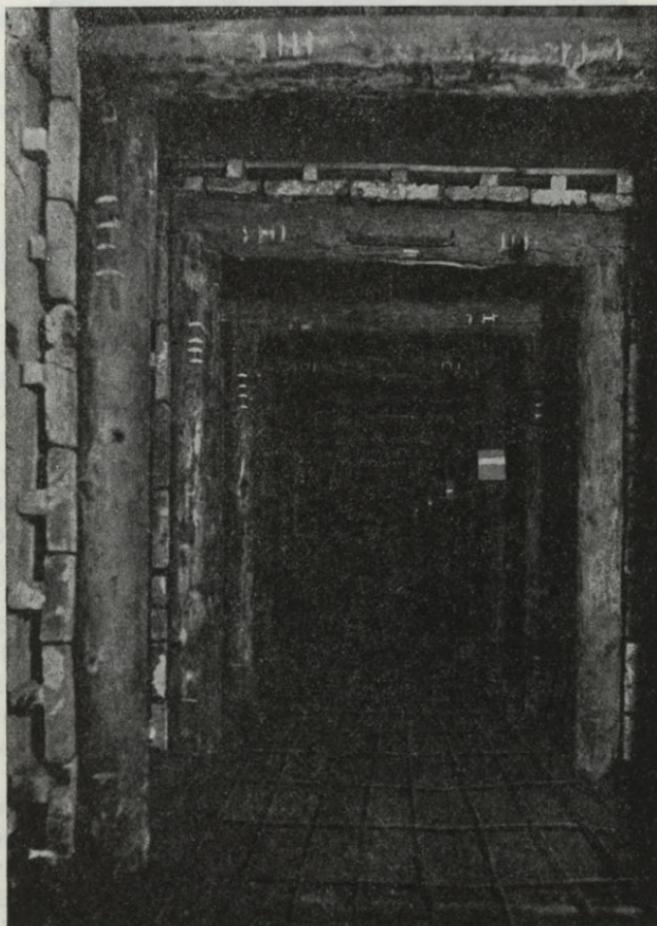
Abbildung 33: Minierung



Einbau eines Rohrkanals mit Minierung

werden Türstöcke je nach Standfestigkeit des angefahrenen Bodens in Abständen von 0,80 bis 1,50 m eingebracht. Sie bestehen aus zwei Stempeln, einer Kappe und einer Sohlschwelle, die mit halber Verkämmung zusammengefügt werden. Am besten eignen sich hierfür Rundhölzer oder waldkantige Balken. Der Querschnitt richtet sich nach dem Bodendruck, sie sollen jedoch mindestens 16 bis 18 cm dick sein. Vor Aufstellung des ersten Türstockes muß die Stollenachse, am besten mit einem geodätischen Instrument, angeschlagen werden. Ist am Beginn der Minierung der erste Türstock aufgestellt, dann wird auf der Kappe ein Brett, das sogenannte Pfandbrett, aufgelegt, und darüber werden die zugespitzten, 5 cm dicken Pölpfosten angesetzt, deren Länge so zu bemessen ist, daß sie den nächsten Türstock um 25 bis 30 cm überragen. Das gleiche geschieht bei gegebener Notwendigkeit auch an den Stempeln. Die Pfosten werden dem Fortschreiten der Ausschachtarbeiten folgend nachgetrieben. Auf halber Türstockentfernung wird eine provisorische Abstützung eingebracht, die später wieder entfernt wird. Nach Erreichung der vorgesehenen Entfernung wird der zweite Türstock aufgestellt. Die Pölpfosten, die in der Stirnwand stecken, werden mit einem Pfandbrett unterfangen, das mit Keilen auf dem neu aufgestellten Türstock abgestützt wird. Beim Weitergraben

werden die Pölpfosten des nächstens „Zimmers“ zwischen Pfandbrett und Türstock unter jeweiliger Entfernung eines Keiles angesetzt, und der beschriebene Vorgang beginnt von neuem. Um jede Bodenbewegung hintanzuhalten, wird das Pfandbrett nach Fertigstellung des Zimmers neuerlich mit Keilen gegen die Pölpfosten abgestützt. Man kann die Keile auch zwischen Pölpfosten und Kappe eintreiben. Auf den Kappen der Türstöcke wird die Kanalachse mit Nägeln markiert, an die ein Senkel aufgehängt werden kann. Durch Einvisieren der Senkelschnüre oder aber mit dem geodätischen Instrument kann die weitere Grabrichtung angegeben werden. Sollte der Kanal im Bogen liegen,



Stollenauskleidung

dann erfolgt die Angabe der Bogenpunkte durch Einrücken von der Tangente oder aber von der Sehne aus. Die Höhenlage der Sohle wird mittels eines geodätischen Instrumentes im Kanalgraben selbst angegeben.

In besonderen Fällen kann man bei Profilkänen von beiden Seiten Ausbrüche auf jeweils 40 bis 50 cm Länge herstellen und sogleich mit Spritzbeton, dem ein Raschabbindemittel (Sigonit) beigemischt wurde, auf etwa 10 cm Dicke auskleiden. Im Schutze dieser Betonschichte kann der Kanaleinbau, auch auf größere Längen, durchgeführt werden.

14. Die Kanalgrabensohle

Die Kanalgrabensohle muß genau nach dem vorgesehenen Gefälle hergestellt werden. Um dies zu ermöglichen, schlägt man, wie in Abschnitt 11 ausgeführt, Höhenpflocke oder macht zumindest Erdprofile, zwischen denen man den Boden plant. Dabei ist jede Auflockerung desselben zu vermeiden. Sollte die Grabensohle jedoch dennoch infolge ungünstiger Bodenverhältnisse, Nässe oder unsachgemäßer Arbeit aufgelockert worden sein, so ist die aufgelockerte Schicht zu entfernen und durch gestampften Besotter oder besser durch Magerbeton zu ersetzen. Bei Rohrkanälen ist die Grabensohle bis 10 cm unter der Kanalsohle auszuheben. Für Muffenrohre können an den Stellen, wo die Muffen hinkommen, Vertiefungen gemacht werden, um die Dichtungsarbeiten zu erleichtern. Während der Bauarbeiten ist der Kanalgraben unbedingt trocken zu halten, und zwar bei Rohrkanälen bis mindestens zur völligen Abdichtung der Rohrverbindungen, bei den Profilkänen bis zur Fertigstellung der Sohle. Bei Auftreten von Grundwasser, das auf seine allfällige Aggressivität gegenüber Beton zu untersuchen ist, ist an einer Seite der Grabensohle eine Dränrohrleitung am Rande, bei gegebener Notwendigkeit an beiden Seiten einzulegen. Sie kann aus Ton- oder Betonrohren vom Durchmesser 10 bis 16 cm hergestellt werden, die stumpf zu stoßen sind. Man kann auch gelochte Dränrohre verwenden. Die Rohre werden in einer siegänglich umgebenden 10 cm dicken, erd- und sandfreien Rundschotterbettung verlegt. Die Rohrstöße müssen mindestens durch darübergerlegte Dachpappen- oder Blechstreifen gegen das Einspülen von Bodenpartikeln oder Fremdkörpern gesichert werden. Besser sind Überschubmuffen, die auch ein Verschieben der zumeist 33 cm langen Dränrohre gegeneinander verhindern. Die Dränstränge werden bei gegebener Möglichkeit in den Kanal eingeleitet. Bei Rohrkanälen ist dies im Wege von Abzweigern möglich, bei Profilkänen muß man über der Sohlensicherung einmünden. Bei größerem Kanalgefälle wird man die Drän-

rohre von der Einmündung aus seitlich in der Wand des Kanalgrabens so lange fast horizontal verlegen, bis man die erforderliche Kanalgrabentiefe erreicht, um weiterhin den Dränstrang im Kanalgefälle verlegen zu können. Bei kleinem Gefälle muß man davon Abstand nehmen und einen Pumpensumpf anlegen, aus dem man das Grundwasser je nach der Größe des Andranges mit der Schöpfkelle oder einer Handpumpe in den schon fertiggestellten Kanalteil schöpft. Bei Profilkänen kann man zu diesem Zweck auch in der Mitte der Sohle eine Öffnung aussparen, die später wieder geschlossen wird. Die Dränleitungen dürfen nicht allzu lange werden, weil sie sich leicht verlegen und dann unwirksam werden. Man fängt besser übergreifend mit einer neuen Leitung an. Nach Bauvollendung muß eine allfällige Einbindung in einen Schmutzwasser- bzw. Mischwasserkanal unterbrochen und wasserdicht verschlossen werden.

Diese Art der Wasserhaltung ist bei Schotter, Kies, Lehm, Ton und Tegel ohne weiteres möglich. Es empfiehlt sich aber bei Verwendung stärkerer Pumpen, den Pumpensumpf außerhalb des Kanalgrabens in unmittelbarem Anschluß an ihn abzuteufen, weil dann seine spätere Beseitigung leichter möglich ist. Bei Grob- und Mittelsanden ist es besser, eine Wasserhaltung mit Brunnen von etwa 100 mm Durchmesser durchzuführen, deren Rohre einseitig oder beidseitig des Grabens ein-

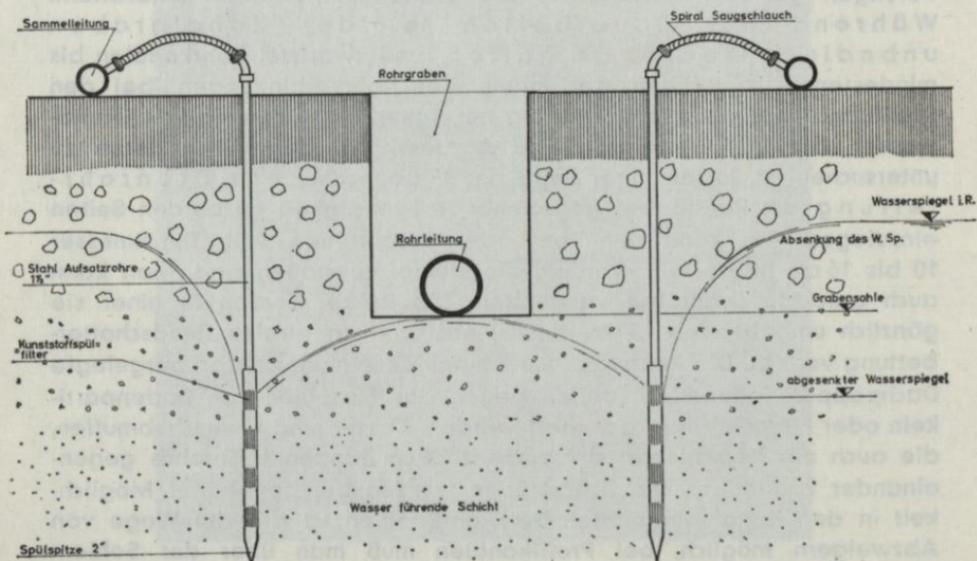


Abbildung 34: Grundwasserabsenkung nach dem Vakuumverfahren

gebracht werden und so den Grundwasserspiegel senken. Bei Schwimmsand verwendet man am besten das Vakuumverfahren (Abbildung 34). Die Vakuumbrunnen haben 1,5" Durchmesser und ein 1,5 m langes Kunststoff-Filter. Sie werden mit einem Druck von 10 bis 25 atü in 10 bis 15 Min. eingespült. Die Filteroberkante kommt 1 m unter Baugrubensohle zu liegen. Der in den Brunnen erreichte Unterdruck kann bis zu $-0,9$ atü gehen. Bei Grundwasserständen bis 50 cm über Grabensohle kann man die Brunnenrohre auch im Kanalgraben einbringen.

Als Baupumpen eignen sich bei kleineren Wassermengen am besten die robusten Diaphragma-Pumpen, bei größeren und großen Mengen die leichten und einfachen Kreiselpumpen. Den maschinellen Antrieb wird man wohl mit Benzin- oder Dieselmotoren bewerkstelligen. Wo Kraftstrom zur Verfügung steht, werden vorteilhaft Unterwasserpumpen eingesetzt. Bei Verwendung von Pumpen ist das Vorhandensein von Reserveaggregaten von besonderer Wichtigkeit, nicht nur, um bei Versagen eines Aggregates den ungehinderten Fortgang der Bauarbeiten zu ermöglichen, sondern insbesondere, um ein Auslaugen des Bodens hinter der Pölung und an der Sohle des Kanalgrabens durch das auf- und absteigende Grundwasser zu verhindern. Zur Ableitung des geförderten Wassers werden nach gegebener Notwendigkeit Pfostenrinnen oder Schnellkupplungsrohre verlegt.

15. Die Lagerung des Aushubes

Der Aushub wird vorwiegend nur auf einer Seite des Kanalgrabens gelagert, um die andere Seite als Arbeitsraum freizuhalten. Im Falle beidseitiger Lagerung (etwa bei großer Kubatur im freien Gelände) muß in gewissen Abständen auf einer Seite ein Raum für die Durchführung der Bauarbeiten bzw. für das Einschleppen einer Arbeitsbühne über den Kanalgraben freigehalten werden. Beiderseits des Kanalgrabens ist ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen vorzusehen, der frei von jedem Aushub oder sonstigem Material bleiben muß. Fallweise notwendige Übergänge aus Pfosten sollen 0,75 m, besser 0,90 m, breit und mit einem 0,80 m hohen Schutzgeländer versehen sein. An Straßenkreuzungen oder bei Einfahrten sind entsprechend breite, tragfähige Fuhrwerksbrücken aus Staffelhölzern mit Saumbäumen und Geländer vorzusehen und eventuell mit Aushubmaterial zu überstreuen.

Die Bestandteile der Straßendecke wie auch Humus (Muttererde) sind unbedingt gesondert zu lagern. Das Rinnsal oder der Straßengraben ist mit Pfosten abzudecken, so daß das Regenwasser ungehindert abfließen kann. Es kann sich auch als vorteilhaft erweisen, eine Betonrohrleitung provisorisch im Graben zu verlegen. Die Gehsteige müssen in genügender Breite für den Fußgängerverkehr freigehalten werden. Zu diesem

Zweck sind auf seiten der Aushublagerung an ihrem Rande, wenn vorhanden, Pflastersteine aufzuschlichten oder besser Pfostenwände aufzustellen, deren horizontal gelegte Pfosten durch zwischengesteckte Pfostenpateln im Aushub verankert werden. Die Rinde von Alleebäumen ist durch Pfosten oder Umwickeln mit leeren Zementsäcken vor Beschädigung zu schützen. Eine Fahrbahnhälfte wird zumeist für den Straßenverkehr frei bleiben müssen, darüber wird bei der Verkehrsverhandlung entschieden. Auf jeden Fall soll die Zufahrt zu den Grundstücken gewahrt bleiben. Wenn nicht genügend Platz für den Aushub vorhanden ist, muß dieser, eventuell in Seitengassen, auf Deponien verführt werden, oder aber es wird auf eine rechnermäßig zu ermittelnde Länge der gesamte Aushub im Ausmaß der künftigen Verdrängung durch den Kanaleinbau verführt und das Material zur Zuschüttung vom Aushub der angrenzenden Kanalstrecke (eventuell mit Rollbahnwagen) hergeführt. Der den Kanalbau durchführende Bauunternehmer hat für die Reinhaltung der Verkehrsflächen zu sorgen.

16. Die Rohrverlegung

a) Allgemeines

Jede Rohrlegung ist gegen Setzungen äußerst empfindlich. Besteht daher die Kanalgrabensohle aus nassem Boden, z. B. nassem Lehm, Ton oder Tegel, dann empfiehlt es sich, eine mindestens 10 cm dicke Bettung aus trockenem Sand einzubringen. (Siehe auch Abschnitt 14.) Dasselbe gilt auch für steinigen Boden, um die Ungleichheit auszugleichen. Bei besonders ungünstigen Bodenverhältnissen oder größerem Rohrdurchmesser ist es besser, an Stelle einer Sandbettung eine Unterlage aus Magerbeton herzustellen. Ist der Boden nicht tragfähig, etwa eine Anschüttung, dann muß man gegen Setzungen besondere Vorkehrungen treffen, wie Mauer- oder Betonpfeiler, eventuell mit Betongurten verbunden, oder Pfahlrostgründungen bis zum tragfähigen Boden. Bei sehr seichter (unter 1,50 m) oder sehr tiefer Rohrlage soll man die Bruchsicherheit der Rohre, je nach Qualität derselben, bei Steinzeugrohren von 30 bis 35 cm, bei Betonrohren von 40 bis 50 cm Durchmesser an, durch Einbetonieren bis zur Kämpferhöhe, erforderlichenfalls auch durch gänzlichem Einbetonieren (Ummantelung) erhöhen (Abbildung 35).

Die Rohre sind mit der Muffe bzw. dem Hohlfalz gegen die Fließrichtung des Wassers vom Beginn gegen das Ende des Kanals, streng nach dem vorgesehenen Gefälle, genau der Kanalachse entsprechend, zu verlegen. Vorher sind sie innen zu reinigen. Die Höhe der Kanalsohle soll durch 3 bis 4 m weit voneinander entfernte Pflöcke fixiert (siehe Abschnitt 11) und durch eine gerade Latte auf die Rohre selbst übertragen werden.

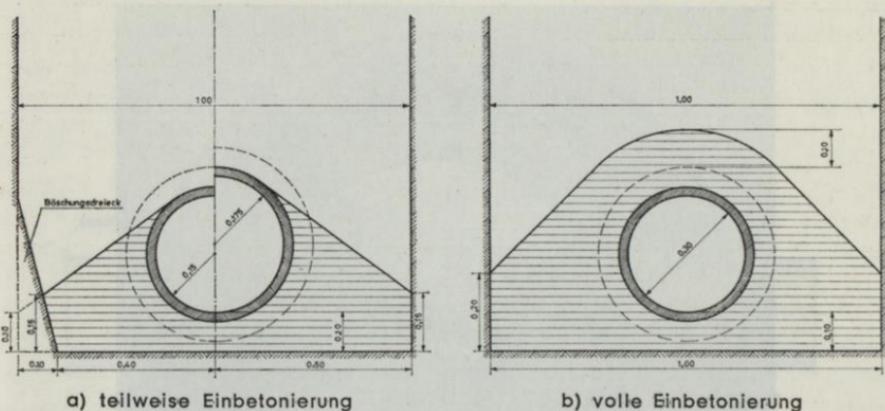


Abbildung 35: Rohrkanal

Das Absehkreuz auf das Rohr selbst zu stellen, ist zu ungenau, insbesondere sind Steinzeugrohre häufig verzogen und nicht ganz maßgerecht. Wichtig ist, daß die Rohrverbindungen wasserdicht und widerstandsfähig gegen das Eindringen von Wurzeln sind. Dies ist von besonderer Bedeutung, weil sich eine nur fadendünne eingedrungene Wurzel, die der Feuchtigkeit nachgeht, im Innern des Rohres zu einem Wurzelballen entwickelt, der den Lichtraum allmählich ausfüllt und damit eine sehr schwer zu behobende Verstopfung hervorruft. Wenn nicht ein ins Innere der Rohrleitung eingebrachter Wurzelreißer hilft, bleibt nur noch Aufgraben und Ausbau des verstopften Rohres. Aber selbst wenn es gelingt, die Verstopfung von innen zu beheben, ist auch das nur zeitbedingt, weil die Wurzel wieder nachwächst. In der Nähe von Bäumen sollen daher Rohrleitungen einbetoniert werden.

Während der Bauzeit ist darauf zu achten, daß die Rohrleitung stets rein bleibt. Ihr jeweiliges Ende und alle Öffnungen sind daher sorgfältig abzudecken. Die Muffenöffnungen der Abzweiger und T-Stücke, an die zur Zeit kein Anschluß erfolgt, sind schon vor Verlegung der Rohre sorgfältig zu verschließen.

b) Verlegen von Steinzeugrohren

Vor dem Verlegen der Steinzeugrohre sind die Muffen und Schwanzenden gründlich zu säubern und trockenzuwischen. Weil sie sich vielfach beim Brennen verziehen, empfiehlt es sich, die Rohre neben dem Kanalgraben zu einem Strang zusammenzupassen, wobei darauf zu achten ist, daß etwaige Unregelmäßigkeiten nach oben kommen und die Sohle ohne Stufe durchläuft. In gleicher Ordnung sind sie im Kanal-

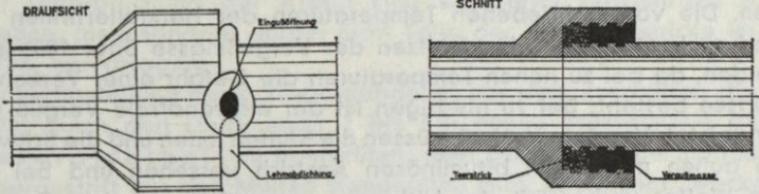


Verwurzelung eines Steinzeugrohres

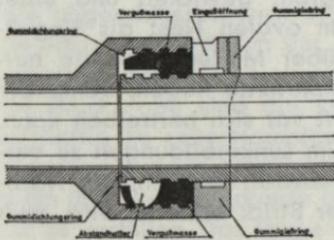
graben zu verlegen. Das einzelne Rohr ist mit seinem Schwanzende in die Muffe des vorangehenden Rohres so weit hineinzuschieben, daß im Inneren der Rohrleitung keine Fugen bleiben. Die Höhenlage der Rohre wird am besten durch Unterlegen von Normal- oder Keilziegeln nächst der Muffe fixiert. Vor Herstellung der Muffendichtung sind die Rohre genau zu zentrieren.

Die Dichtung der Muffen muß elastisch sein, so daß sich die Rohre in ihnen gelenkartig bewegen können (Abbildung 36). Zwischen Schwanzende und Muffe ist bis zu einem Drittel der Muffentiefe ein geteilter, weicher Dichtungsstrick aus Hanf mit dem Muffeneisen fest einzustemmen, die restlichen zwei Drittel sind mit Dichtungsmasse auszufüllen. Bei Schmutz- und Mischwasserkanälen kommt hiefür in erster Linie eine — nach entsprechender Erwärmung — leichtflüssige bituminöse Rohrvergußmasse in Betracht. Fetter, sandfreier Tegel wird vorwiegend dann verwendet, wenn die ganze Rohrleitung in Beton gebettet wird, bei Regenwasserkanälen werden wohl auch nur die mit Tegel gedichteten Muffen einbetoniert oder zumindest außen mit einem

a) mit Vergußmasse



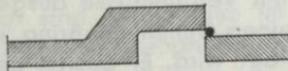
mit Teerstrick und Lehmstrich



mit Gummi-Dichtungsring und Gummi-Gießring

b) mit Rollring

vor dem Einbau



nach dem Einbau



Abbildung 36: Dichtung von Muffenrohren

Zementmörtelwulst versehen. Diese Art der Dichtung hat sich jedoch nicht bewährt. Eine Dichtung von Steinzeugrohren mit Zementmörtel beeinträchtigt die erforderliche Elastizität und birgt die Gefahr in sich, daß die Muffe infolge Treibens des Zementes gesprengt wird. Außerdem wird ein Auswechseln der Rohre sehr erschwert. Sie sollte daher unterbleiben.

Die Vergußmasse soll möglichst durch indirekte Beheizung erwärmt werden. Die vorgeschriebenen Temperaturen der Herstellerfirmen sind laufend zu kontrollieren. Ein Erhitzen der Vergußmasse über 180° ist zu vermeiden, da bei zu hohen Temperaturen die Gefahr einer Verkohlung der Masse besteht; bei zu niedrigen ist der einwandfreie Verguß nicht gewährleistet. Vor dem Verguß müssen die Muffen innen und die Schwanzenden außen mit einem bituminösen Anstrich versehen und bei sehr kaltem Wetter vorher mit der Lötlampe angewärmt werden. Zum Eingießen der Dichtungsmasse wurde früher ausschließlich ein mit Lehm oder Tegel bestrichener Strick als Gießring verwendet, der vor der Muffe, diese abdeckend, um das Steinzeugrohr gewickelt und unter Verwendung von reichlichem Lehm zu einem ovalen Nest als Eingußöffnung gedreht wird. Das Nest soll 5 cm über Muffenoberkante hervorstehen. Diese Öffnung muß etwas unter Rohrmitte liegen, damit die Vergußmasse einseitig einfließen und die Luft vor sich hertreiben kann, die im oberen Teil der Öffnung entweicht. Um Lunkerbildungen zu verhindern, soll die Masse in einem Guß eingebracht werden, ein Nachgießen ist möglichst zu vermeiden. Bevor der Strick entfernt wird, muß die Vergußmasse erstarrt sein.

Die Firma MÜCHER hat an Stelle des Teerstrickes einen Gummi-Dichtungsring (Abbildung 36) von T-förmigem Querschnitt herausgebracht, der, dem jeweiligen Rohrdurchmesser angepaßt, über das Schwanzende des Rohres manschettenartig geschoben wird und sich mit dem Querbalken des T zwischen die Rohre legt. Zwei Abstandshalter an der Rohrunterseite sorgen dafür, daß der Muffenspalt gleichmäßig erhalten bleibt. Da der Ring nur wenige mm dick ist, muß der Muffenspalt nahezu zur Gänze mit Vergußmasse ausgefüllt werden. Die Firma erzeugt dazu auch noch einen Gummi-Gießring, der an Stelle des Lehmstrickes um das Rohr gelegt wird. Er besitzt neben der Eingußöffnung noch eine Öffnung für das Entweichen der Luft, die am Rohrscheitel zu liegen kommt, und wird durch einen Metallstrammer an die Rohrwand angepreßt. Die höheren Kosten, die sich aus der Anschaffung der Gummi-Dichtungsringe und dem vermehrten Verbrauch der Vergußmasse ergeben, werden durch die Ersparnis an Arbeitszeit sowie die absolute Dichtheit der Rohrverbindungen kompensiert. Gummi-Gießringe sind sehr praktisch, man kann sie selbstverständlich auch bei Verwendung von Teerstricken nehmen. Nach Angabe der Firma können sie bis zu 1500mal wiederverwendet werden. Da die Rohre in der Erde liegen, ist die

Gefahr einer Versprödung der Gummi-Dichtungsringe durch den Einfluß von Tageslicht und Sauerstoff nicht gegeben. Sie sind säurebeständig. Man kann Steinzeugrohre auch unter Verwendung eines Rollringes (Abbildung 36) aus elastischem, wurzelfestem Kunststoff bzw. Gummi dichten. Hierbei wird jedoch die Muffe nicht ganz ausgefüllt.

Es ist besonders darauf zu achten, daß während der Bauzeit die Rohrstränge frei von Erde, Holz, Werkzeugen und dergleichen bleiben. Bei jeder Unterbrechung der Arbeit sind sie daher provisorisch zu verschließen. Insbesondere dürfen nicht Teile der Dichtungsstricke im Rohrinneren hervorragen.

Nach Fertigstellung einer Schachtlänge ist vor dem Zuschütten die Rohrleitung durch den Druck einer 2 bis 3 m hohen Wassersäule auf ihre Wasserdichtheit zu überprüfen, dem sie eine halbe Stunde ohne Wasseraustritt aus den Muffen standhalten muß. Zu diesem Zwecke wird sie in einer in der Fließrichtung unterhalb gelegenen Putzkammer, etwa unter Verwendung eines Lansas-Rohrverschlusses, abgedichtet, während am oberen Ende mittels eines 90° Bogens ein entsprechend hohes Standrohr angeschlossen wird. Wenn Druckproben vorgenommen werden, sind die Abzweigöffnungen vor dem Verlegen mittels einer der Öffnung angepaßten Betonscheibe und Asphaltverguß abzudichten. Nach gelungener Druckprobe sind die Rohre mit feinem Material, am besten Sand, sorgfältig zu unterstampfen bzw. nach gegebener Notwendigkeit teilweise oder ganz einzubetonieren und der Kanalgraben bis 30, besser 50 cm über Rohroberkante unter Handstampfung mit dem gleichen Material zu verfüllen. Das lange offene Stehenlassen einer Leitung erhöht die Gefahr, daß ein Rohr durch Steinschlag oder sonstwie einen Sprung bekommt und damit die Dichtheit und Güte der Rohrleitung gefährdet wird. Es empfiehlt sich deshalb auch, um dies zu vermeiden, sie beim Zuschütten provisorisch mit einer verkehrten Dreieckrinne zu überdecken.

c) Verlegen von Betonrohren

Bei Verwendung von Betonrohren hat man sich vor Augen zu halten, daß sie säureempfindlich sind. Wenn also im Boden oder im Grundwasser betonangreifende Stoffe vorhanden sind, dann sind die Rohre vor dem Verlegen auf den Außenflächen mit geeigneten bituminösen Schutzanstrichen zu versehen oder mit anderen Betonschutzmitteln (z. B. Fluaten) zu behandeln.

Hinsichtlich der Betonmuffenrohre, die den kreisförmigen Falzrohren wegen der leichteren exakten Verlegungsart vorzuziehen sind und die sich daher immer mehr durchsetzen, gilt sinngemäß das bei der Verlegung von Steinzeugrohren Gesagte. Vorwiegend werden die mit einem Dichtungsstrick verstemmten Muffen mit Zementmörtel verstrichen. Vor der Verlegung von kreis- oder eiförmigen Betonfalzrohren

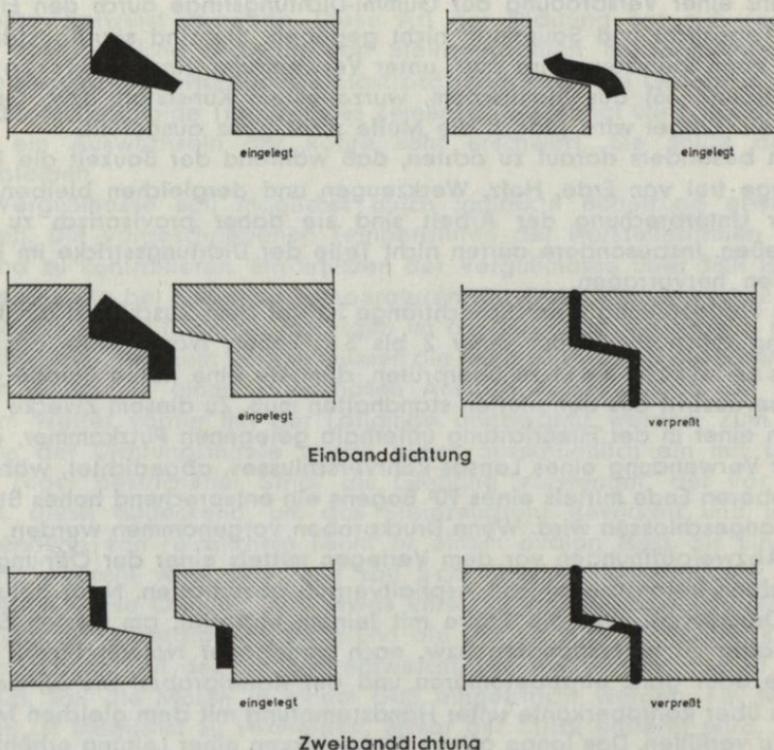


Abbildung 37: Dichtung von Falzrohren mit Dichtungsbändern

ist die Sohle des Kanalgrabens dem vorgesehenen Gefälle entsprechend sorgfältig einzuebnen. Unter den Rohrstöben sind entweder zwei Mauerziegel in der Längsrichtung der Rohre oder ist eine etwa 5 cm dicke, mindestens 10 cm breite Schicht von erdfeuchtem Zementmörtel quer dazu in die Grabensohle einzulassen. Vielfach werden die Rohre auch auf einem genau nach dem Gefälle abgezogenen Unterbeton verlegt. Zur Dichtung mit Zement, wie sie bisher allgemein ausgeführt wurde, sind die Rohrfalze gründlich zu säubern und anzufeuchten. Hierauf wird der Hohlfalz des bereits verlegten Rohres auf der unteren Hälfte innen und der Spitzfalz des einzuschiebenden Rohres oben außen reichlich mit Zementmörtel bestrichen, so daß beim Einschieben des Rohres der Mörtel aus der Stoßfuge quillt. Die Fuge ist sodann innen und außen zu glätten und das Innere des Rohres von Mörtelresten zu säubern. Zumeist wird noch zur Deckung der Fuge außen um den Stoß ein Mörtelband gelegt. Diese Art der Dichtung hat den großen Nach-

teil, daß der Mörtel an die Rohrwand meist nicht anbindet und daher der Stoß undicht ist. Insbesondere betrifft dies das äußere Mörtelband, das sich dann leicht abheben läßt.

In letzter Zeit ist man daher zu Dichtungen mit Tok- bzw. Flexobändern (Abbildung 37) übergegangen, die sich hierfür hervorragend eignen. Man kann sie als die Dichtung für Betonfalzrohre bezeichnen. Das Tokband, eine Bitumenkombination, der Kunststoffe, Gummi und Füllstoff beigefügt sind, ist plastisch, elastisch und besitzt ausgezeichnete Klebekraft. Es ist wasserundurchlässig sowie nach Angabe der Erzeugerfirma chemisch und physikalisch unveränderlich. Es wird mit verschiedenen Querschnitten bereits außerhalb der Baugrube in den Hohl- und in den Spitzfalz oder nur in den Hohlfalz eingelegt. Vorher sind die gut gereinigten Falze mit einem Bitumenkaltanstrich vorzubehandeln, dessen Trocknung abzuwarten ist. Die Rohrverbindung muß nach dem Verlegen der Rohre mit Hebestangen, Seilzügen oder Winden fest aneinandergedrückt werden, damit sich das Dichtungsband über die ganze Falzverbindung verteilt. Wichtig ist, daß der Druck gleichmäßig in axialer Richtung ausgeübt wird und einige Zeit (mindestens 3 Minuten) aufrechterhalten bleibt. In gleicher Weise kann auch das Flexoband verwendet werden, dessen Grundstoff eine alterungsbeständige, plastische, wurzelfeste Bitumenmasse ist. Zur Aufnahme eventuell auftretender Zugkräfte enthält dieses Dichtungsband verrottungsfeste, imprägnierte Bewehrungsstricke.

17. Die Herstellung von Kanälen an Ort und Stelle (Profilkanäle)

a) Kanäle aus Stampfbeton

Bei nicht tragfähigem Boden (Anschüttung) kommen die gleichen Vorkehrungen zur Anwendung, wie sie bereits bei der Rohrverlegung besprochen wurden (Mauer- und Betonpfeiler, Betongurte, Pfahlrostgründungen, Abbildung 38). Oft genügt es auch, die Kanalsohle zu verstärken und mit Stahl zu armen.

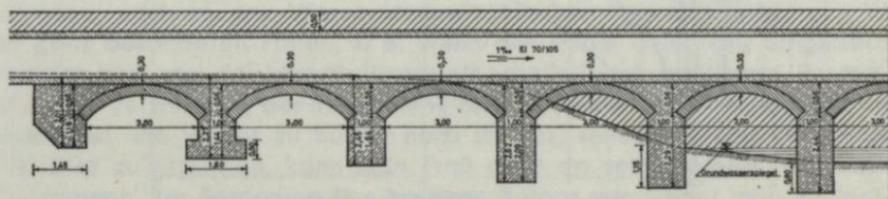


Abbildung 38: Pfeilergründung mit Betongurten (Verstärktes Elprofil I 0,70/1,05 m)

Zur Betonherstellung darf nur lehmfreier, rescher, quarzhaltiger Flußschotter (Kalkschotter ist ungeeignet) in der richtigen Kornverteilung, die einen dichten Beton ermöglicht, verwendet werden. Wenn dies nicht der Fall ist, muß man die Zusammensetzung durch Zusatz von Sand oder Schotter, am besten nach einer Sieblinie (Abbildung 39) korrigieren. Bei Wanddicken bis zu 20 cm darf die Körnung nur von 0 bis 35 mm reichen, mehr als 40 mm Durchmesser soll überhaupt vermieden werden. Der Betonschotter darf keine den Beton schädigenden Stoffe enthalten. Ein im Kanalgraben freigelegtes Sand- und Schottergemisch, das den vorangeführten Bedingungen entspricht, kann ohne weiteres zum Betonieren verwendet werden. Dies kann zum Beispiel bei Kanalbauten in einer Flußniederung der Fall sein.

Der Beton soll eine Mindestmenge von 180 kg, besser 200 kg, Zement je m³ fertigen Beton enthalten. Ersteres entspricht einer Mischung von 1:8, letzteres von 1:7 Raumteilen. Die Druckfestigkeit des Betons soll nach 28 Tagen 160 kg/cm² betragen. Auf den der erforderlichen Druckfestigkeit entsprechenden Wasserzementfaktor (Wassergewicht/Zementgewicht) ist besonders zu achten. Bei erdfeuchtem Beton beträgt der Wasseranteil (Feuchtigkeit der Zuschlagstoffe + Anmachwasser) 8 Prozent der Gesamttrockenmenge (Zement + Zuschlagstoffe), bei plastischem Beton 9 bis 10,5 Prozent. Der Wasserzementfaktor beträgt somit bei einer Mischung von 200 kg Zement je m³ fertigem Beton und einem Gewicht der Zuschlagstoffe von 1960 kg/m³ für erdfeuchten Beton

$$\frac{2160 \cdot 0,08}{200} = 0,86. \text{ Will man mit den gleichen Zuschlagstoffen plastischen}$$

Beton von gleicher Druckfestigkeit herstellen, dann muß der Wasser-

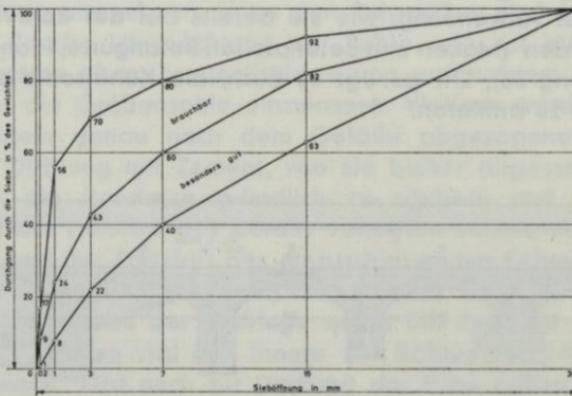


Abbildung 39: Sieblinie

zementfaktor gleichbleiben und daher der Zementanteil erhöht werden.

Die erforderliche Zementmenge errechnet sich mit $\frac{(1960 + x) \cdot 0,09}{x} =$

$= 0,86$ und $x = 230$ kg. Man kann jeden Normzement (z. B. P.Z. 275) verwenden, jedoch empfiehlt es sich, zum Schutze vor betonangreifenden Stoffen im Boden oder Grundwasser Eisenportland- oder Hochofenzement zu nehmen, in besonderen Fällen auch niederkalkige sulfatminderempfindliche Spezialzemente (z. B. Contragress oder Thiodur). Diese Zemente binden jedoch langsamer ab und verzögern dadurch die Ausschaltungszeit. Durch geeignete Zusätze (Traß oder plastifizierende Mittel) kann sowohl eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen betonangreifende Stoffe als auch eine besondere Dichtheit des Betons bei Wasserersparnis erreicht werden. Die Dichtheit des Betons ist aber für seine Haltbarkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Zur Mengenbestimmung der Zementbeigabe ist unbedingt ein Meßgefäß zu verwenden.

Die Herstellung des Mischgutes soll möglichst mit Mischmaschinen erfolgen. Wird ausnahmsweise Handmischung angewendet, dann dürfen nicht mehr als vier Schiebtruhen Trockenmaterial gleichzeitig verarbeitet werden. Als Unterlage ist eine glatte dichtschießende Fläche (Pfostentreppe oder besser Blechtafel), keinesfalls aber die Straßenoberfläche zu verwenden. Das Material ist zweimal trocken und zweimal naß gründlich durchzumischen, wobei der Wasserzusatz durch Kannen mit Brausen zu erfolgen hat. Das fertige erdfeuchte Mischgut ist binnen 10 Minuten in höchstens 15 cm dicken Schichten mit eisernen Stößeln oder zumindest eisenbeschlagenen Holzstößeln fest einzustampfen. Es darf, um einer Entmischung vorzubeugen, höchstens bis zu einer Tiefe von 4 m frei in den Kanalgraben geworfen werden. Bei größerer Tiefe sind Kübel zur Beförderung zu verwenden. In Rinnen tritt eine Entmischung ein. Um sich die Arbeit zu erleichtern, wird gerne beim Betonieren von Wänden, insbesondere in Schächten, das Mischgut viel nasser gemacht, als dem vorgeschriebenen Wasserzementfaktor der verwendeten Mischung entspricht. Dadurch wird die erforderliche Festigkeit des Betons nicht erreicht. Neuestens ist es durch die Erzeugung kleiner maschinell betriebener Rüttelgeräte möglich, das Rüttelverfahren auch im Kanalbau anzuwenden, wodurch der Wasserzementfaktor herabgesetzt wird.

In ganz besonderen Fällen, z. B. wenn der Kanal unter Tag eingebaut werden muß und der Materialtransport schwierig ist, kann man P u m p b e t o n verwenden, der mindestens 225 kg Zement je m³ fertigen Beton enthalten und weder zu flüssig noch zu fest, sondern breiig sein muß. Um dies zu erreichen, kann man Traß oder an seiner Stelle Flugasche beimengen. Zur Förderung des breiigen Betons verwendet man Spezialpumpen (z. B. Panzerpumpen) und Schnellkupplungsrohre aus Stahl. Als

größte Förderlänge sind 100 m anzusehen. Pumpen und Rohre müssen nach Gebrauch gründlich gereinigt werden. Die Rohrleitungen am besten mit Druckluft.

Der Betonkörper muß bis zur gänzlichen Fertigstellung des in Angriff genommenen Bauteiles in einem Zuge hergestellt werden. Die Anschlußflächen bereits abgebundener Bauteile sind vor dem Weiterbetonieren aufzurauhen, gut zu reinigen und mit Zementmilch anzunässen. Nach vollendetem Betonieren ist der Betonkörper bis zur genügenden Erhärtung vor vorzeitigem Austrocknen zu bewahren und feucht zu halten. Er ist auch vor Niederschlägen und gegen Frost zu schützen.

Bei Durchführung von Kanalbauten im Winter ist bei Frost bis zu -5°C das Anmachwasser warm zu machen und der Schotter, etwa mit Koks-körben, zu wärmen. Zweckmäßig ist auch die Verwendung von Zementen mit höherer Abbindewärme und schneller Erhärtung. Bei tieferen Temperaturen muß man dem Anmachwasser außerdem Frostschutzmittel beimengen, doch wird dadurch die Festigkeit ungünstig beeinflusst. Es ist daher besser, das Betonieren einzustellen. Ist der Beton im Kanalgraben eingebracht, dann ist er mit leeren Zementsäcken, Stroh, Pfosten oder ähnlichem zuzudecken. Fertiges Gewölbe ist mit Aushubmaterial zu überstreuen. Die Ausschaltungsfrist muß im Winter der Temperatur entsprechend verlängert werden. Es besteht das Bestreben, Kanalbauten auch im Winter durchzuführen, um der Winterarbeitslosigkeit zu begegnen. Dies erfordert aber besondere Sorgfalt und erhöhte Kosten, weil das Arbeitstempo mit steigender Kälte merklich nachläßt und nach Schneefällen die Baustelle und der Kanalgraben gründlichst von Schnee gesäubert werden muß. Er darf beim Zuschütten niemals in der Künette verbleiben. Gefrorener Schotter darf keinesfalls zum Betonieren verwendet werden.

Der trockenen, sicheren Lagerung des Zementes ist besonderes Augenmerk zuzuwenden. Zur Überprüfung des Zementes kann man auf der Baustelle den Erstarrungsbeginn am Zementkuchen, der nicht vor einer Stunde eintreten soll, mit dem Daumnagel und seine Raumbeständigkeit durch die Kochprobe (der Kuchen muß nach zweistündigem Kochen eben und rißfrei bleiben) feststellen. Die Erstarrung des Kuchens muß in höchstens 12 Stunden beendet sein. Es ist sehr wichtig, sicher zu sein, daß der Zement kein Treiber ist und ordnungsgemäß erhärtet, weil sonst Auswechslungen notwendig werden könnten, die nur schwer und sehr kostspielig durchführbar sind. Das zur Betonherstellung verwendete Wasser muß unbedingt rein, das heißt frei von schädlichen Beimengungen, wie Sulfaten, Säuren oder Jauche, sein.

Das Betonieren eines Kanalprofils erfolgt nach den Wiener Verfahren in einzelnen Phasen, die für ein Ei-Profil in Abbildung 40 dargestellt sind, in Längen von 20 bis 30 m. Zuerst wird der Vorbeton eingebracht. Auf ihn wird eine 2 bis 4 m lange hölzerne Schablone für

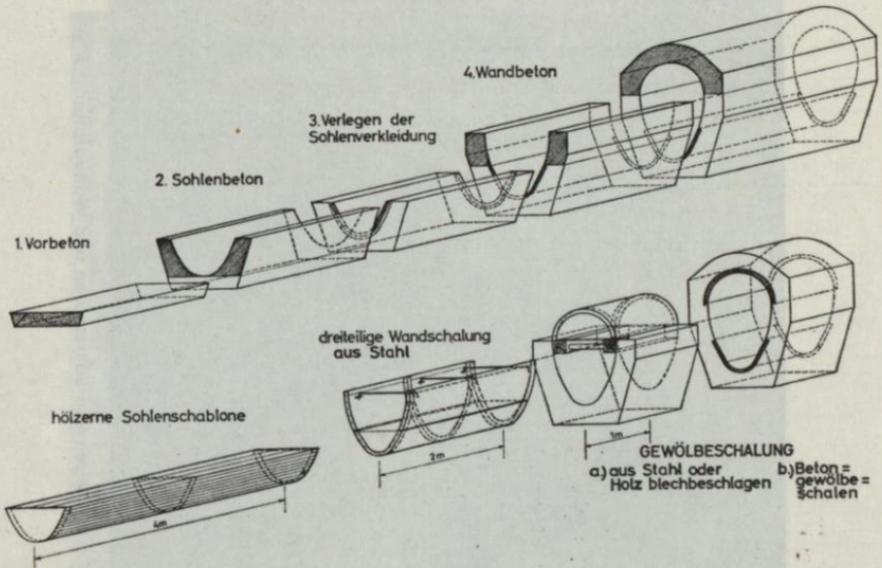
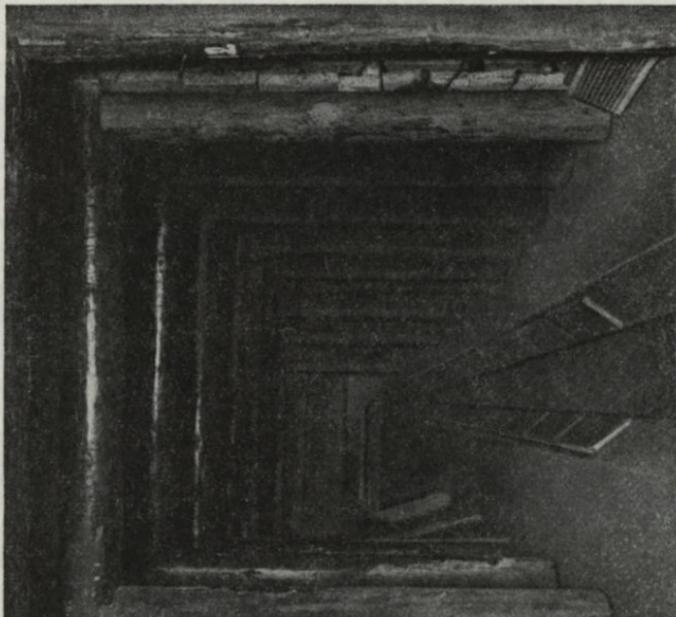
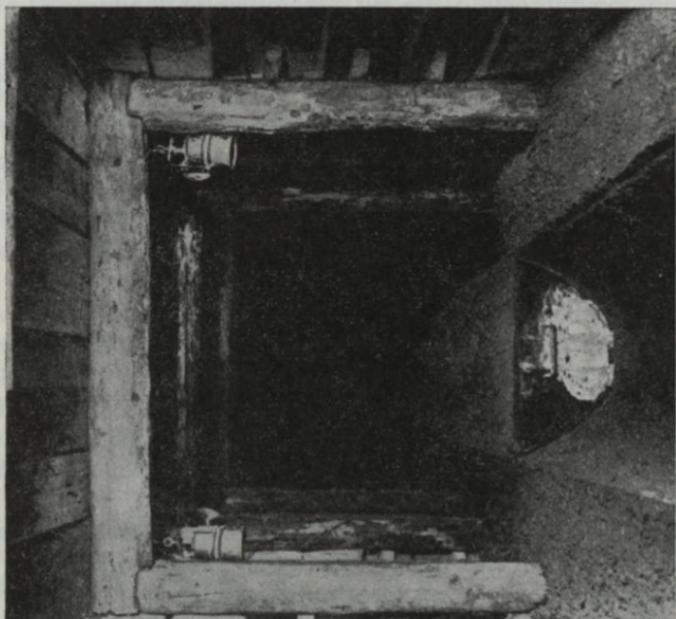


Abbildung 40: Phasen des Kanaleinbaues

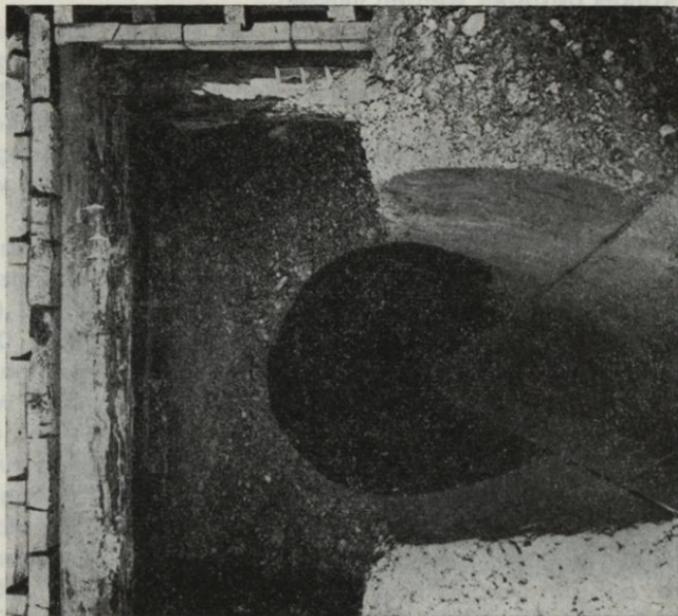
den Sohlenbeton aufgestellt, die mit der Betoneinbringung gleichlaufend nach vor gezogen wird, wobei immer ein Teil in dem bereits fertigen Sohlenbeton verbleibt, um die Gleichmäßigkeit der Richtung zu gewährleisten. Darauf erfolgt das Verlegen der Sohlenverkleidung, auf die die etwa 2 m langen Schablonen der Wandverschalung, mit Holzstücken gegen das Erdreich abgestützt, gestellt werden. Sie müssen so lange verbleiben, bis der Wandbeton genügend abgebunden hat, was je nach Witterung etwa einen halben bis einen ganzen Tag dauert. Dann können die meist 1 m langen Gewölbeschablonen aufgestellt werden. Bei den Ei-Profilen genügen zu ihrer Unterstüttzung Kanthölzer, die mit Holzspreizen oder Pöizschrauben an die Wände angepreßt werden. In gleicher Weise erfolgt das Betonieren von überhöhten Halbkreisprofilen, nur müssen die Gewölbeschablonen wegen ihrer größeren Schwere gegen die Sohlen abgestützt werden, damit sie beim Einstampfen des Betons unverrückbar bleiben. Bei sehr großen Profilen, wie insbesondere bei Maulprofilen, werden zum Betonieren der Sohle im Abstände von 3 bis 4 m Schablonen aus Brettern aufgestellt, zwischen denen der Beton eingebracht und abgezogen wird. Die Gewölbeschablonen der Maulprofile stützen sich direkt auf den Sohlenbeton. Von der Anzahl der Gewölbeschablonen hängt der Baufortschritt ab, weil sie auch bei kleineren Profilen mindestens 1 bis 2 Tage verbleiben müssen. Eine



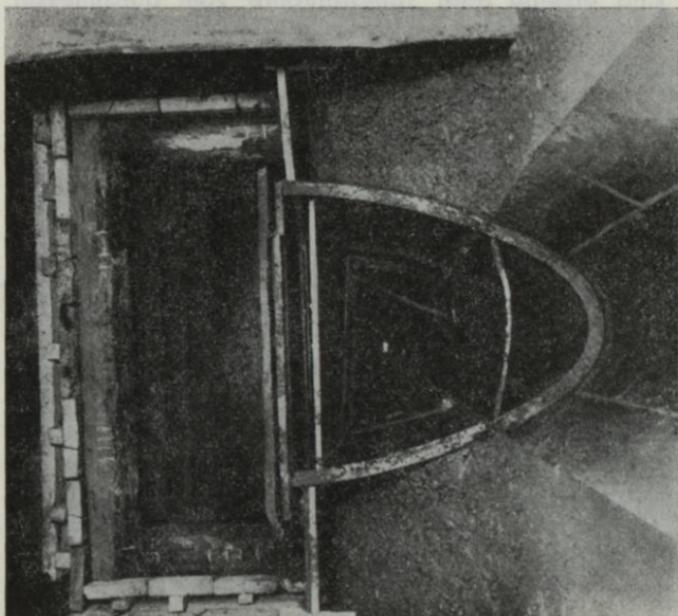
Verlegen von Sohlenschaalen und Wandplatten



Herstellung des Sohlenbetons



Fertiges Elprofil

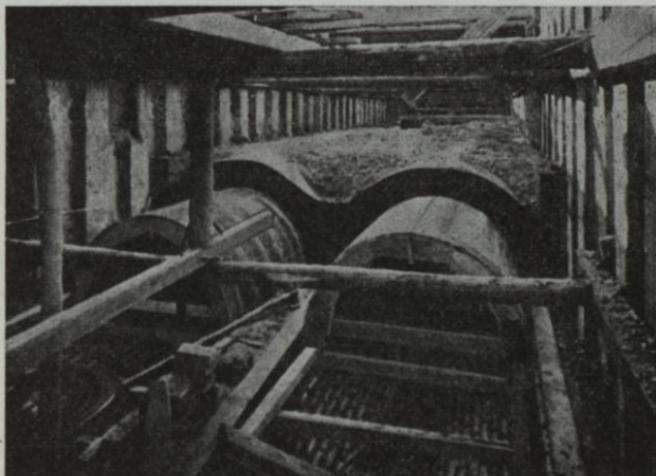


Betonieren der Wände

zu große Anzahl ist unzulässig, weil sie beim Ausrüsten durch den Licht-
raum des Kanals gezogen werden müssen.

Die Schalungen sollen aus Stahl oder aus Holz mit Blechbeschlag
bestehen. Letzteres kommt hauptsächlich für große Profile in Frage. Von
der Firma Purator wurden 4 bis 5 cm dicke Kanalth-Gewölbeschalen aus
Beton herausgebracht, die man an Stelle von Gewölbeschablonen ver-
wenden kann. Sie werden in die Gewölbekonstruktion einbezogen, so
daß das Ausschalen entfällt und an der Gewölbeleitung keine weitere
Arbeit notwendig ist.

Die Innenflächen der Kanäle müssen glatt sein. Unmittelbar nach Ent-
fernung der Schalung müssen sie erforderlichenfalls mit Portlandzement-
mörtel aus feingesiebttem Flußsand im Mischungsverhältnis 1 : 2 (580 kg
Zement je m³ Sand) nachgebessert und geglättet werden. Der zur
Nachbesserung verwendete Mörtel muß auf dem noch feuchten Beton
mit dem Stahlhobel (nicht mit dem Maurerpinsel) aufgebracht werden,
sonst ist die Verbindung mit dem Beton nicht gewährleistet und er
blättert ab. Das Verwenden von Zementbrei (Zementleim) ist zu unter-
lassen, weil in ihm Schwindrisse entstehen und später sogar ein
Abbröckeln des Verputzes erfolgen kann. Das nachträgliche Aufbringen
eines Anwurfes im Innern der Kanäle ist unbedingt zu vermeiden. Hin-
gegen wird auf der Außenfläche der Gewölbe großer Profile zum
Schutze des Betons ein Estrich 1:2 oder 1:3 (500 bzw. 400 kg Zement
je m³ Mörtel) aufgezogen. Treten an den Kanalwänden nasse Stellen
auf, dann sind eiserne oder Ton-Dränrohre vom Durchmesser 20 bis
50 mm in der Kanalwand zu versetzen.



Doppelprofil



Herstellen eines Estrichs auf dem Gewölbe

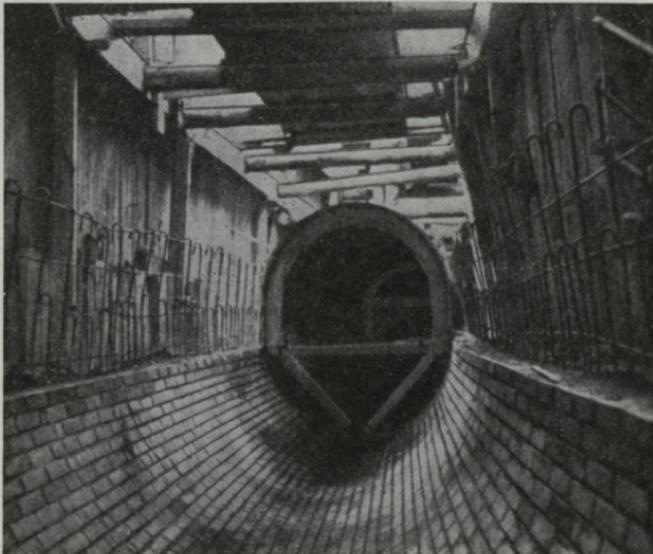


Verlegen von Schlenklinkern

Die Sohlenverkleidung mit Steinzeug (Sohlschalen und Wandplatten), Klinkerziegeln oder Granitsteinen muß, ebenso wie ein Sohlenkämpferstein, mit erdfeuchtem Zementmörtel (450 kg Zement auf 1 m³ lehmfreien Sand bis 5 mm Korngröße) satt versetzt werden, um ein Hohlliegen und ein späteres Loslösen zu vermeiden. Vor dem Einbringen des mindestens 2 cm dicken Mörtelbettes ist der Beton gut zu befeuchten. Die Klinkerziegel bzw. Granitsteine und Formstücke sind unter genauer Einhaltung des Sohlengefälles und Profils voll auf Fug derart zu versetzen, daß die Innenfläche der Verkleidung vollkommen glatt ist und keinerlei Stufen aufweist. Die Fugen sind mit Mörtel voll auszufüllen und mit dem Fugeisen zu verfugen. Sie können aber auch mit einer bituminösen Dichtungsmasse verstrichen werden. Granitsteine verlieren ihre Rauhgigkeit durch die sich bildende Sielhaut. In Regenwasserkanälen kann die Sohle mit Betonformstücken ausgekleidet oder auch lediglich mit Zementmörtel unter Verwendung einer Schablone abgezogen werden, falls nicht ein starkes Kanalgefälle eine bessere Sohlensicherung erfordert.

b) Kanäle aus Stahlbeton

Kanäle, die unter Innendruck kommen können, z. B. bei denen der Kanalabfluß bei Rückstau aus dem Vorfluter nur durch Pumparbeit aufrecht erhalten werden kann, sind aus Stahlbeton, Mischung 300 kg Zement



Armiertes überhöhtes Kreisprofil

je m³ fertigen Beton, herzustellen. Auf Wasserdichtheit ist besonders zu achten. Auch Kanäle, die in nicht tragfähigem Boden zu liegen kommen, können in gleicher Weise gebaut werden. Die Betondeckung der Stahleinlagen soll mindestens 3 cm betragen. Im übrigen gilt das gleiche wie unter Punkt a) ausgeführt.

Bibliothek
des Wiener
Stadtbaumes

18. Die Einsteigschächte und Putzkammern

Einsteigschächte dienen der Kontrolle, Reinigung und Lüftung des Kanalnetzes. Sie sind aber auch der Fluchtweg für das Betriebspersonal, der stets freigehalten werden muß. Deshalb sind Einmündungen in sie ebenso verboten wie Kreuzungen durch Gas- oder Wasserrohre. Ihre Mindestschlupfweite beträgt 60 cm. Sie sind aus Beton und können quadratisch oder rund sein. Quadratische (Abbildung 41) werden an Ort und Stelle in der gleichen Mischung wie der Kanal mit 20 cm dicken Wänden betoniert. Runde werden aus Betonfertigteilen (Schachtringen) hergestellt (Abbildung 42). Sie werden bei kleinen Profilen bis zur Breite von 80 cm in Kanalmitte, bei größeren mit einer Wand flüchtig mit einer Kanalwand eingebaut. Sie sind durch Steigeisen, die in Abständen von 30 cm anzubringen sind, zugänglich zu machen. Das erste Steigeisen ist aus Gründen der Kanalräumung zweckmäßig in 50 cm Höhe über der Kanalsole einzusetzen. Bei quadratischen Schächten können am einfachsten 70 cm lange Rundstäbe von 20 mm Durchmesser, die aus Abfällen erzeugt werden können, quer über die Ecke, im Abstände von je 15 cm von ihr, einbetoniert werden. An den Enden müssen sie breit geschlagen und eingekerbt (geschröpft) werden, damit sie festhalten und sich nicht drehen (Abbildung 43). Sie sind in entsprechenden Schlitzten der Schachtschalung einzulegen. Im Kanalprofil und in runden Schächten muß man rechtwinkelig abgebogene Steigeisen der gleichen Art derart einsetzen, daß ihre 30 cm lange Breitseite 15 cm von der Wand absteht. Die beiden je 25 cm langen Schmalseiten werden zugespitzt. In großen Profilen wird man mit Rücksicht auf die allfällige Verwendung von Räumungswagen in der Schachtwand eine Nische 30/18 cm durchlaufen lassen und vorne gerade an den Enden schräg abgebogene Steigeisen anbringen. Es ist vorteilhaft, die Rundeisen zum Schutze gegen Rost mit einer Plastikmasse zu überziehen. Es gibt auch Steigeisen aus Gußeisen oder in Begu-Konstruktion (Beton-Gußeisen).

Als Abdeckung der Einsteigschächte werden Schachtabdeckungen (Kanalgitter und Kanaldeckel, Abbildung 44, 45) versetzt. Sie können quadratisch oder rund, mit mindestens 600 mm Seitenlänge bzw. Durchmesser, in Rahmen mit oder ohne Fußflansch sein.

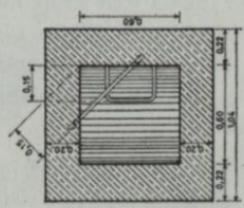
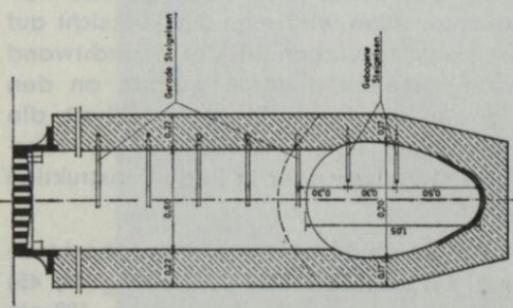
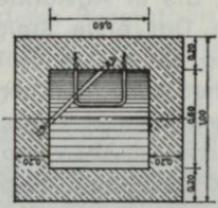
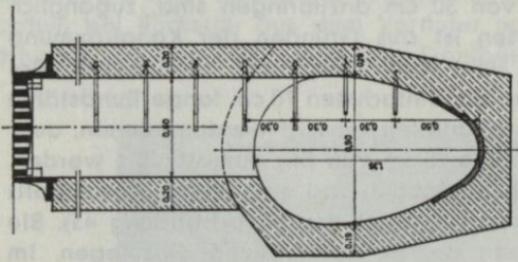
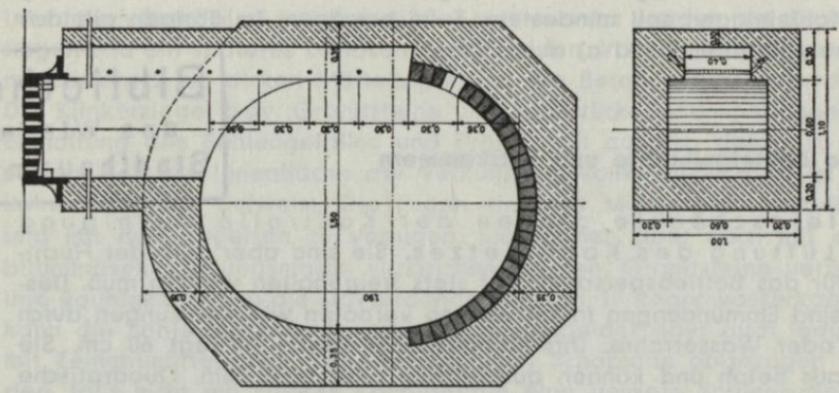


Abbildung 41: Einsteigschächte aus Ortsbeton

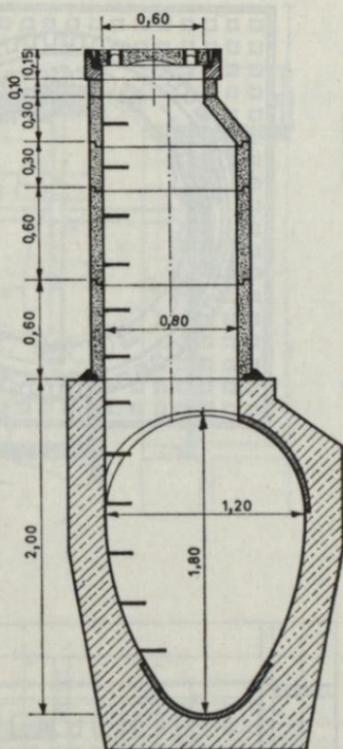
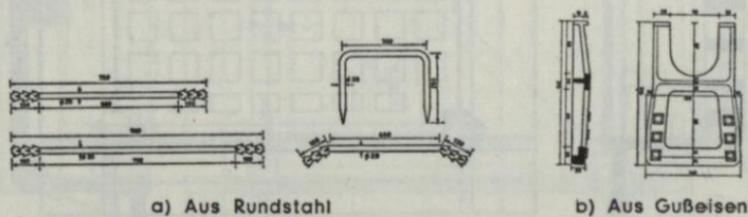


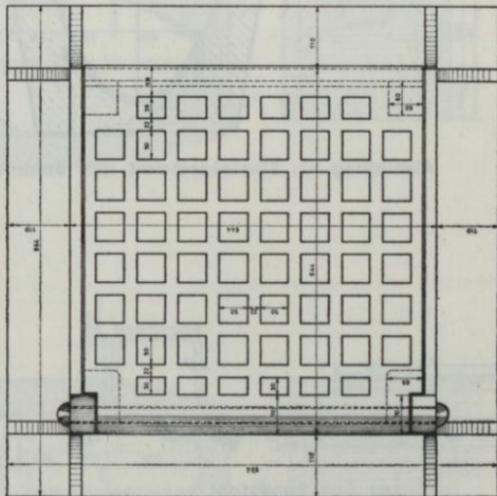
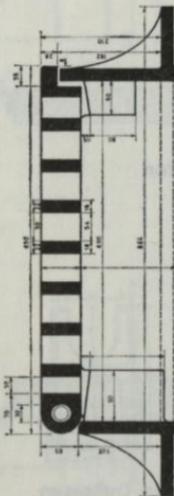
Abbildung 42: Einstelgschacht aus Betonfertigteilen



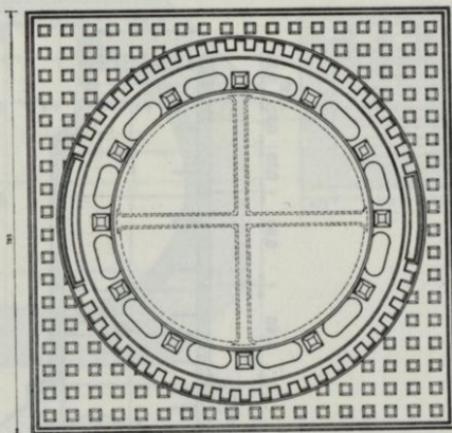
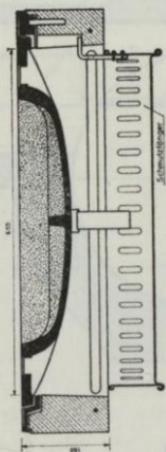
a) Aus Rundstahl

b) Aus Gußeisen

Abbildung 43: Steigeisen



Kanalgitter aus Stahlguß



Begu-Schachtabdeckung mit Schmutzfänger

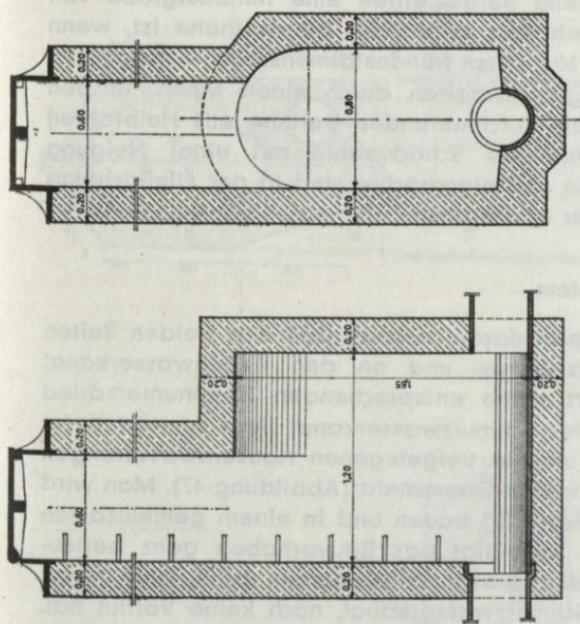
Abbildung 44

In Straßen mit schwerem Durchzugsverkehr müssen sie laut ÖNORM B 5110 einer Prüflast von 40 t, im leichteren Verkehr von 25 t, in nicht öffentlichen, befahrbaren Verkehrswegen von 15 t und auf öffentlichen Gehwegen von 5 t genügen. Es empfiehlt sich jedoch, auf städtischen Straßen sicherheitshalber die schwerste Type zu verwenden. Wenn jedoch die Schachtabdeckungen die Prüflast im städtischen Straßenverkehr aushalten sollen, müssen ihre Rahmen auf dem Mauerwerk der Schächte satt und in gleicher Höhe mit der Straßendecke versetzt werden. Um die richtige Höhe zu erreichen, ist ein bloßes Unterlegen mit Stein- oder Ziegelbrocken, wie dies bei späteren Niveauänderungen der Straßendecke vielfach geschieht, absolut unzulässig.

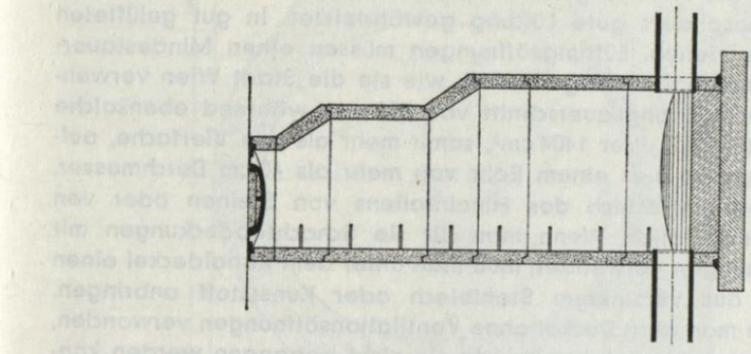
Quadratische Gitter oder Deckel müssen am Rahmen mit Scharnieren befestigt sein, damit sie beim Öffnen oder Schließen nicht in den Schacht abstürzen können. Dies hat auch den Vorteil, daß sie von einem Bedienungsmann mit einem Krampen (Spitzhacke) leicht zu öffnen und auch im stärksten Verkehr, wenn nötig, leicht und rasch zu schließen sind. Ein Entfernen der Abdeckungen durch Unbefugte, was schon vorgekommen ist, ist bei dieser Ausführung nicht möglich. Quadratische Schachtabdeckungen sind einheitlich derart zu versetzen, daß sie sich in Richtung des Kanalgefälles öffnen lassen. Runde Deckel können zwar nicht in den Schacht fallen, liegen jedoch nach dem Öffnen neben ihm, was besonders im Verkehr nachteilig ist, weil sie leicht angefahren und weggeschleudert werden können. Zum Ausheben braucht man zwei eigens gebogene Eisen mit Handgriffen. Runde Deckel eignen sich besonders für Rohrkanäle, weil sie die Aufstellung und Bedienung von Kanalreinigungsgeräten (Kanalwinden) nicht behindern.

Als Material kommt für quadratische Gitter in erster Linie Stahlguß (eventuell Sphäroguß) in Betracht, der tatsächlich unverwüstlich ist und eine einmalige Ausgabe darstellt, oder Grauguß und Stahl, alles in Gußeisen- oder Begu-(Beton-Gußeisen-)Rahmen. Quadratische Deckel werden aus Grauguß mit lediglich zwei Öffnungen zum Einsetzen eines Krampens (Spitzhacke), mit Graugußrahmen, runde Deckel in Gußeisen oder Begu-Konstruktion hergestellt. Neuerdings gibt es auch runde umfang-vorgespannte Kanalith-Schachtabdeckungen aus Beton ohne Ventilationsöffnungen. Zum Anschluß an die Straßenkonstruktion dienen bei quadratischen Kanalgittern oder -deckeln in Graugußrahmen Vorlegeisen aus Stahlguß oder Stahl, die die erforderliche Fuge am Scharnier und an der Vorderkante gewährleisten und ersteres schützen. Die Höhe der Rahmen richtet sich nach der Dicke des Straßenbelages.

Schachtabdeckungen auf Profilkäna len sollen einen möglichst großen Lüftungsquerschnitt aufweisen, um die Luft im Kanal frisch zu erhalten. Kanäle abdichten zu wollen, ist grundfalsch. Abgesehen davon, daß sich dies niemals gänzlich durchführen läßt, bildet es eine Gefahr für



a) aus Ortsbeton



b) aus Betonfertigteil

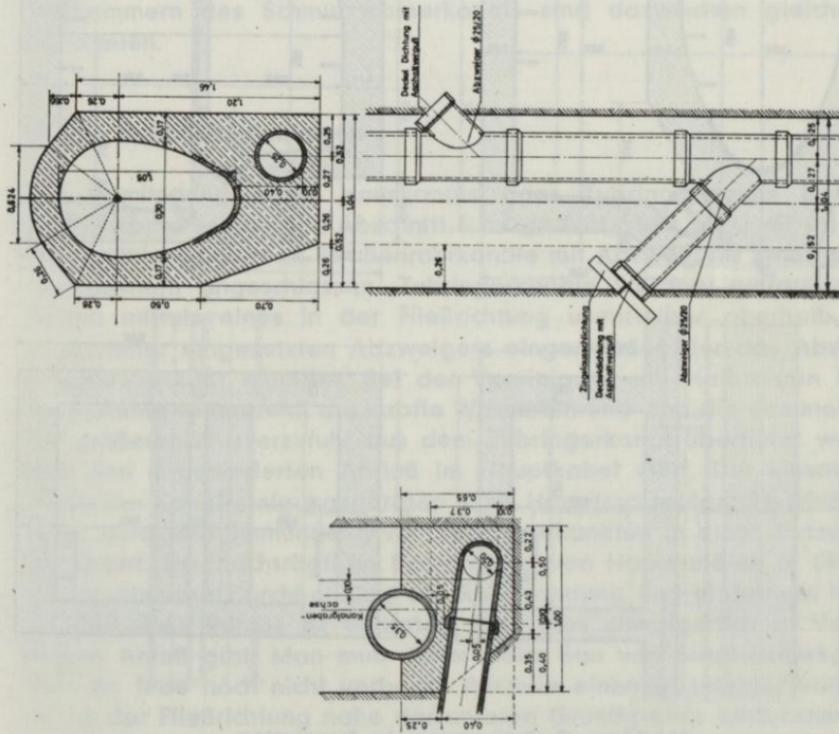
Abbildung 46: Putzkammern

das Betriebspersonal, weil es die Ansammlung giftiger Gase begünstigt. Um eine einwandfreie Lüftung zu gewährleisten, müssen daher die Hauskanäle und sollten die Straßenabläufe ohne Geruchverschluß angeschlossen werden. Da die Falleitungen der Hauskanäle über Dach geführt werden, ist eine besonders gute Lüftung gewährleistet. In gut gelüfteten Kanälen soll es ziehen. Lüftungsöffnungen müssen einen Mindestquerschnitt von 150 cm^2 haben. Begu-Deckel, wie sie die Stadt Wien verwendet, haben einen Lüftungsquerschnitt von 328 cm^2 , während ebensolche quadratische Stahlgußgitter 1404 cm^2 , somit mehr als das Vierfache, aufweisen. Es entspricht dies einem Rohr von mehr als 40 cm Durchmesser. Rohrkanäle sind hinsichtlich des Hineinfallens von Steinen oder von Straßenunrat empfindlich. Wenn man für sie Schachtabdeckungen mit Ventilationsöffnungen verwendet, muß man unter dem Kanaldeckel einen Schmutzfänger aus verzinktem Stahlblech oder Kunststoff anbringen. Ansonsten kann man auch Deckel ohne Ventilationsöffnungen verwenden, weil die Entlüftung der Rohrkanäle, da sie nicht begangen werden können, durch Hauskanäle und Straßenabläufe genügt.

Bei Rohrkanälen sind die Einsteigschächte an ihrem unteren Ende zu Putzkammern zu erweitern, die bei runden Kammern aus Betonformstücken (Abbildung 46) einen Mindestdurchmesser von $1,00 \text{ m}$, bei eckigen, an Ort und Stelle hergestellten eine Mindestgröße von $0,70/1,20$, besser $0,80/1,20 \text{ m}$ erhalten sollen. Als Mindesthöhe ist, wenn möglich, $1,50 \text{ m}$ anzunehmen. Nur diese Mindestdimensionen ermöglichen die Durchführung der Reinigungsarbeiten durch einen Mann. In den Putzkammern ist die Sohle als durchlaufendes Gerinne aus Halbrohren zu bilden und die anschließende Schachtsohle mit einer Neigung zum Gerinne herzustellen. Die Einsteigschächte sind in der Fließrichtung am unteren Ende der Kammer anzuordnen.

19. Die Kanäle im Trennsystem

Im Trennsystem muß man darauf achten, daß von beiden Seiten Anschlüsse an den Schmutzwasser- und an den Regenwasserkanal möglich sind. Dies erfordert einen entsprechenden Höhenunterschied zwischen beiden Kanälen. Der Schmutzwasserkanal liegt zumeist tiefer als der Regenwasserkanal, um die tiefgelegenen Hausentwässerungen aufzunehmen, er hat den kleineren Querschnitt (Abbildung 47). Man wird möglichst beide Kanäle gleichzeitig bauen und in einem gemeinsamen Kanalgraben verlegen. Das verbilligt das Bauvorhaben ganz bedeutend, weshalb man unter Umständen beide Kanäle baut, auch wenn einer von ihnen, z. B. der Schmutzwasserkanal, noch keine Vorflut hat. Man wird ihn eben vorübergehend abmauern. Um ihre Zugänglichkeit gewährleisten zu können, müssen ihre Achsen um ein gewisses Maß gegeneinander versetzt werden. Sind beide Rohrkanäle, dann ist es



c) Profil T 1,90/2,20/Ø 30 (Knotenbacheinwölbung)

b) Profil T 1/Ø 25

Abbildung 47: Trennkantäle

a) Profil T 35/20

am vorteilhaftesten, sie in einem Betonkörper (Mischung 140 kg Zement je m³ Beton) zu vereinigen. Beide Rohre werden am besten mit Dichtungsstrick und Vergußmasse gedichtet. Das tiefergelegene Steinzeugrohr für das Schmutzwasser wird ganz einbetoniert und das darüberliegende Betonrohr für das Regenwasser bis zur Hälfte. Mit Rücksicht auf die größere Breite des Kanalgrabens kann der Abstand der Rohraußenkante von der Grabenwand kleiner als 20 cm gewählt werden, soll aber mindestens 10 cm betragen. Um die Anschlüsse an das Schmutzwasserrohr unter dem Regenwasserrohr mit genügendem Gefälle durchzubringen, ergibt sich unter der Voraussetzung, daß der Einmündungstutzen des Abzweigers um 5 cm aufgedreht wird und zwischen seiner Muffe und dem Regenwasserrohr ein Raum von 5 cm

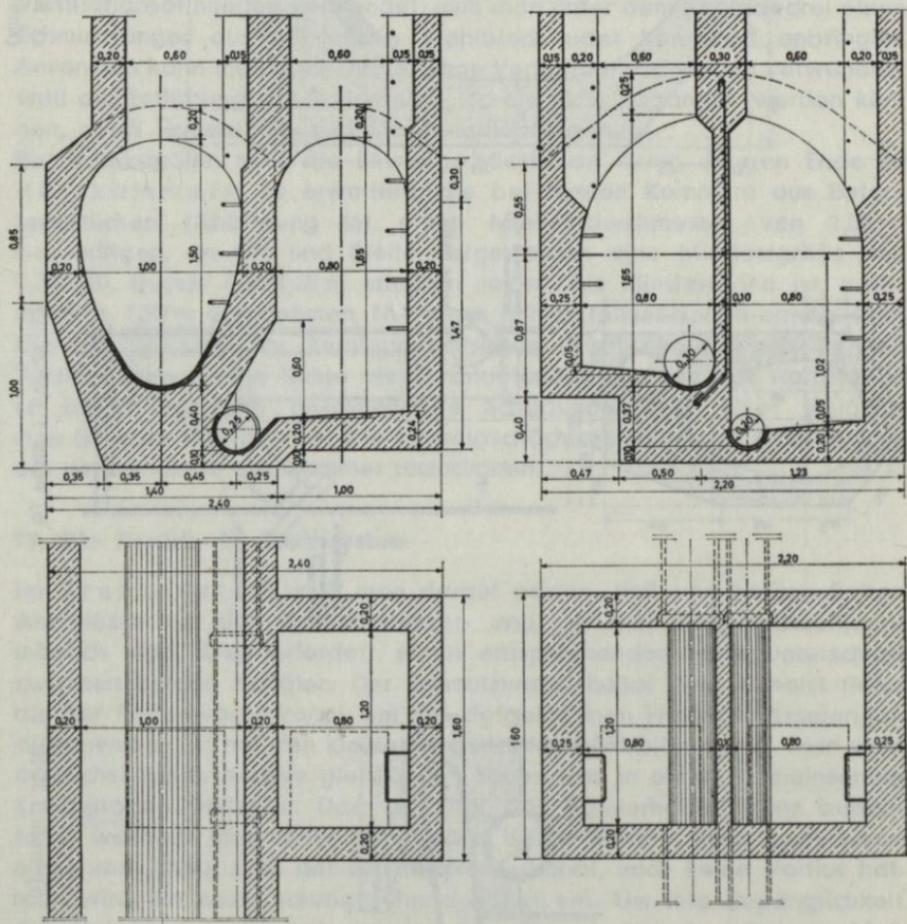


Abbildung 48: Putzkammern im Trennsystem

verbleibt, für die Sohle eines 20-cm-Schmutzwasserrohres ein Abstand von mindestens 37 cm von der Sohle des Regenwasserrohres, der sich bei anderen Dimensionen ungefähr im gleichen Maße wie der Rohrdurchmesser erhöht. Der Abstand der Rohrachsen ist so zu wählen, daß zwischen den lotrechten Tangenten an den inneren Profilkreis noch ein Abstand von 10 cm resultiert. Ist der Regenwasserkanal ein Profilkanal, dann wird der Schmutzwasserkanal in seinen Betonkörper einbezogen. Für den Abstand zwischen beiden Kanalsohlen und dem des Rohrkanals von der Grabenwand gilt das vorher Gesagte.

Gemeinsame Putzkammern für den Regenwasserkanal und den Schmutzwasserkanal sind unbedingt zu vermeiden, um den Übertritt des Wassers von einem Kanal in den anderen zu verhindern. Man wird daher bei Rohrkanälen die Putzkammern zwar zusammenlegen, jedoch zwischen ihnen eine vollkommene Trennwand einziehen und getrennte Einsteigschächte hochführen (Abbildung 48). Ist der Regenwasserkanal ein Profilkanal, dann sollen grundsätzlich die Putzkammern des Schmutzwasserkanals so ausgeteilt werden, daß neben jedem Regenwasserkanaleinstieg der Einstieg in die Putzkammer eines Schmutzwasserkanals zu liegen kommt. Die übrigen Putzkammern des Schmutzwasserkanals sind dazwischen gleichmäßig aufzuteilen.

20. Die Kanaleinmündungen

Die Einmündung eines Hauskanals oder Zubringerkanals in einen Straßenkanal soll, wie in Abschnitt 6 ausgeführt, stets unter 45° erfolgen. Hauskanäle werden an Straßenrohrkanäle mit Abzweigern zwischen den Putzkammern angeschlossen. Zubringerkanäle werden hydraulisch am besten mittels eines in der Fließrichtung unmittelbar oberhalb einer Putzkammer eingesetzten Abzweigers eingemündet, der das Abwasser zusammengefaßt einleitet. Bei der Vereinigung mit Halbrohren in der Putzkammer selbst fehlt die straffe Wasserführung und die Kammer kann bei größerer Wasserzufuhr aus dem Zubringerkanal überflutet werden, was den ungehinderten Abfluß im Hauptkanal stört. Der Einsatz von modernen Kanalreinigungsgeräten (z. B. Hochdruckspülgerät) wird allerdings durch die Einmündung von Zubringerkanälen in einen Putzschacht erleichtert. Die nachträgliche Einmündung von Hauskanälen in Straßenrohrkanälen mit Durchbohrung der Rohrwandung und einfachem Hineinstecken eines Rohres ist verboten, weil dies unweigerlich zu Verstopfungen Anlaß gibt. Man muß daher beim Bau von Straßenrohrkanälen auch für jede noch nicht verbaute Parzelle einen Abzweiger vorsehen, der in der Fließrichtung nahe der unteren Grundgrenze einzubauen und provisorisch zu verschließen ist. Für die spätere Herstellung von

Straßenabläufen in neu anzulegenden Straßen müssen an den in Abschnitt 22 angegebenen Stellen zwei hintereinander liegende T-Abzweiger vorgesehen werden, von denen der eine nach links, der andere nach rechts stark aufgedreht wird. In Ausnahmefällen, wenn kein Abzweiger für die Einmündung eines Hauskanals oder Straßenablaufes vorhanden sein sollte, kann man einen solchen unter Verwendung eines Überschubrohres nachträglich einbauen oder aber an seiner Stelle eine kleine Vereinigungskammer (Abbildung 49) aus Beton herstellen. Es besteht auch die Möglichkeit, in eine vorhandene Putzkammer an deren Sohle einzumünden bzw. eine solche neu herzustellen. Zur Erreichung einer Einmündungsstufe ist der Stutzen des Abzweigers etwas aufzudrehen, so daß er schräg nach oben weist.

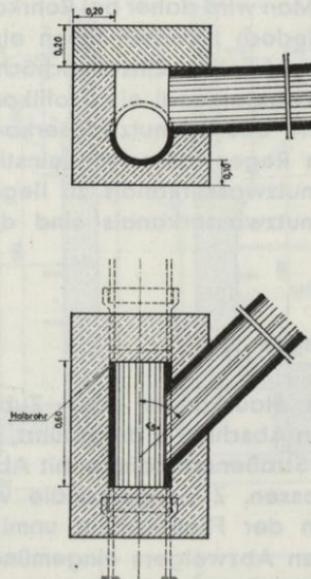


Abbildung 49: Nachträgliche Einmündung in einen Rohrkanal

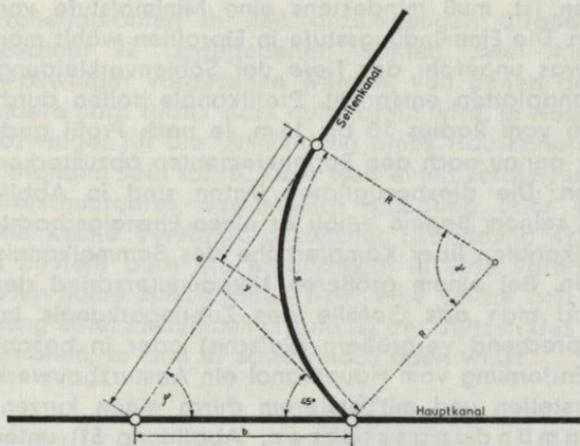
In Profilkäneln wird eine Seitenwand durchgestemmt und die Einmündung genau nach dem geometrischen Verschnitt der beiden Kanalprofile ausgebildet. Es darf keine vorstehenden Kanten geben, weil sonst der Abfluß im Vorflutkanal und der Durchgang eines Kanalaräumwagens behindert wird. Die Einmündung soll möglichst über der Schmutzwasserführung, bei Vorhandensein einer Sohlensicherung aber mindestens 10 cm über Kanalsohle liegen. Es entspricht dies ungefähr der Tiefe einer Steinzeugsohlschale. Tiefer zu gehen ist in diesem Falle schwer möglich. Wenn eine Sohlensicherung wie bei Regenwasser-

kanälen nicht vorhanden ist, muß mindestens eine Minimalstufe von 5 cm eingehalten werden. Die Einmündungsstufe in Eiprofilen wählt man am besten mit 30 cm, was ungefähr der Tiefe der Sohlenverkleidung mit Sohlshalen und Wandplatten entspricht. Profilkänäle sollen durch einen Einmündungsbogen vom Radius 10 bis 15 m, je nach Profil auch größer (20 bis 25 m), der genau nach den Bogenelementen abzustecken ist, eingemündet werden. Die diesbezüglichen Daten sind in Abbildung 50 angegeben. An seinem Beginn erhält er einen Einsteigschacht. Einmündungen von Profilkänälen über Kämpferhöhe des Sammelkanals sollen vermieden werden. Bei einem größeren Niveauunterschied der beiden Kanalsohlen wird man das Gefälle des Zubringerkanals im Einmündungsbogen entsprechend vergrößern (Rutsche) oder in besonderen Fällen in einiger Entfernung vom Hauptkanal ein Absturzbauwerk (siehe Abschnitt 24) herstellen und mit ersterem durch einen kurzen, geraden Stichkanal (Einmündungsstutzen, Abbildung 51) unter 45° verbinden. Für einmündende Rohrkanäle muß bei höheren Einmündungsstufen als Kämpferhöhe flüchtig mit der Kanalwand ein 60/60 cm weiter Abfallschacht aufgeführt werden, dessen Abdeckung vom Rohrscheitel 20 cm Abstand haben soll, um eine allfällige Durchleuchtung des Rohrkanals zu ermöglichen.

21. Die Zuschüttung des Kanalgrabens

Die Zuschüttung des Kanalgrabens ist so bald als möglich durchzuführen, weil sich das Aushubmaterial sonst so fest zusammensetzen kann, daß es sich nur mehr mit dem Krampen (Spitzhacke) lösen läßt. Wenn bindiger Boden durch Regengüsse stark durchnäßt wird, scheidet er für die Zuschüttung ebenso aus wie mit Schnee vermengter oder gefrorener Boden und muß durch sandiges Material ersetzt werden. Bei sperrigem Boden müssen die Hohlräume mit feinerem Material ausgefüllt werden. Sandiges Zuschüttungsmaterial darf im Bedarfsfalle befeuchtet werden, von einem Einschlämmen ist jedoch abzusehen.

Wie bereits in Abschnitt 16 b ausgeführt, sind Rohrkanäle bis 30, besser 50 cm über Rohrscheitel mit sandigem Material unter Handstampfung zu verfüllen. Ebenso darf bei Profilkänälen nach genügender Erhärtung bis 50 cm über Gewölbescheitel zur Schonung des Bauwerkes nur Handstampfung ausgeführt werden. Die eisernen Stößel sollen mindestens ein Gewicht von 10 kg haben, wobei die Zuschüttung in Schichten von 15 bis 20 cm vorzunehmen ist. Auf einen Stampfer soll nicht mehr als ein Einschaufler kommen. Bei maschineller Verdichtung, zum Beispiel durch Preßluftstampfer oder Delmagrammen, welche letztere vorzuziehen sind, kann die Dicke der Schichten auf 25 bis 30 cm erhöht werden, wobei auf einen Stampfer bis zu drei Einschaufler entfallen dürfen. Ein Bau-



Absteckung von Kreisbogen bei Einmündung von Seitenkanälen

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

Werte von y für R in m

x in m	10	12	15	18	20	25	30	35	40
1	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
2	0,20	0,17	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05
3	0,46	0,38	0,30	0,25	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11
4	0,83	0,69	0,54	0,45	0,40	0,32	0,27	0,23	0,20
5	1,34	1,09	0,86	0,71	0,64	0,51	0,42	0,36	0,31
6	2,00	1,61	1,25	1,03	0,92	0,73	0,61	0,52	0,45
7	2,86	2,25	1,73	1,42	1,26	1,00	0,83	0,71	0,62
8	4,00	3,08	2,31	1,88	1,67	1,31	1,09	0,93	0,81
9	5,64	4,06	3,00	2,41	2,14	1,68	1,38	1,18	1,03
10	10,00	5,37	3,82	3,03	2,68	2,09	1,72	1,46	1,27
11		7,20	4,80	3,75	3,30	2,55	2,09	1,77	1,54
12		12,00	6,00	4,58	4,00	3,07	2,50	2,12	1,84
13			7,52	5,55	4,80	3,65	2,96	2,50	2,17
14			9,61	6,69	5,72	4,29	3,47	2,92	2,53
15			15,00	8,05	6,77	5,00	4,02	3,38	2,92
16				9,75	8,00	5,79	4,62	3,87	3,34
17				12,08	9,46	6,67	5,28	4,41	3,79
18				18,00	11,28	7,65	6,00	4,98	4,28
19					13,75	8,75	6,78	5,61	4,80
20					20,00	10,00	7,64	6,28	5,36

Abbildung 50: Aussteckung von Einmündungsbogen

R in m

φ		10	12	15	18	20	25	30	35	40
130	a	0,84	1,01	1,26	1,52	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36
	b	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
	s	0,87	1,05	1,31	1,57	1,74	2,18	2,60	3,05	3,49
125	a	1,63	1,96	2,45	2,94	3,26	4,08	4,90	5,71	6,52
	b	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72
	s	1,74	2,09	2,62	3,14	3,49	4,36	5,24	6,11	6,98
120	a	2,39	2,87	3,59	4,30	4,78	5,98	7,18	8,37	9,56
	b	0,40	0,48	0,60	0,72	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60
	s	2,62	3,14	3,93	4,71	5,24	6,55	7,85	9,16	10,47
115	a	3,14	3,77	4,71	5,65	6,28	7,85	9,42	10,99	12,56
	b	0,67	0,80	1,01	1,21	1,34	1,68	2,02	2,35	2,68
	s	3,49	4,19	5,24	6,28	6,98	8,73	10,47	12,22	13,96
110	a	3,89	4,66	5,83	6,99	7,77	9,71	11,66	13,60	15,54
	b	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
	s	4,36	5,24	6,54	7,85	8,73	10,91	13,09	15,27	17,45
105	a	4,64	5,57	6,96	8,36	9,28	11,60	13,92	16,24	18,56
	b	1,40	1,68	2,10	2,52	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60
	s	5,24	6,28	7,85	9,42	10,47	13,09	15,71	18,33	20,94
100	a	5,42	6,50	8,13	9,75	10,84	13,55	16,26	18,97	21,68
	b	1,84	2,21	2,76	3,31	3,68	4,60	5,52	6,44	7,36
	s	6,11	7,33	9,16	10,99	12,22	15,27	18,33	21,38	24,44
95	a	6,22	7,46	9,33	11,19	12,44	15,55	18,66	21,77	24,88
	b	2,36	2,85	3,54	4,25	4,72	5,90	7,08	8,26	9,44
	s	6,98	8,38	10,47	12,57	13,96	17,45	20,94	24,43	27,92
90	a	7,07	8,48	10,61	12,73	14,14	17,68	21,21	24,75	28,28
	b	2,93	3,52	4,40	5,28	5,86	7,33	8,79	10,26	11,72
	s	7,85	9,43	11,78	14,14	15,71	19,63	23,56	27,49	31,42
85	a	7,97	9,57	11,96	14,35	15,95	19,93	23,92	27,91	31,89
	b	3,59	4,31	5,38	6,46	7,18	8,97	10,76	12,56	14,36
	s	8,73	10,47	13,09	15,71	17,45	21,82	26,18	30,54	34,91
80	a	8,94	10,73	13,41	16,10	17,89	22,36	26,83	31,30	35,77
	b	4,33	5,20	6,50	7,79	8,66	10,83	12,99	15,16	17,32
	s	9,60	11,52	14,40	17,28	19,20	24,00	28,80	33,60	38,40
75	a	10,00	12,00	15,00	18,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00
	b	5,18	6,21	7,76	9,32	10,35	12,94	15,53	18,12	20,70
	s	10,47	12,57	15,71	18,85	20,94	26,18	31,42	36,65	41,89
70	a	11,17	13,40	16,75	20,10	22,33	27,91	33,49	39,08	44,66
	b	6,15	7,38	9,23	11,08	12,31	15,38	18,46	21,54	24,62
	s	11,34	13,61	17,02	20,42	22,69	28,36	34,03	39,71	45,38
65	a	12,46	14,96	18,70	22,44	24,93	31,16	37,40	43,63	49,86
	b	7,26	8,71	10,89	13,06	14,52	18,15	21,78	25,41	29,04
	s	12,22	14,66	18,33	21,99	24,44	30,54	36,65	42,76	48,87
60	a	13,94	16,73	20,91	25,09	27,88	34,85	41,82	48,78	55,75
	b	8,56	10,27	12,84	15,41	17,12	21,40	25,68	29,96	34,24
	s	13,09	15,71	19,63	23,56	26,18	32,72	39,27	45,81	52,36
55	a	15,63	18,76	23,45	28,14	31,26	39,09	46,90	54,72	62,54
	b	10,09	12,11	15,13	18,16	20,18	25,22	30,26	35,31	40,35
	s	13,96	16,75	20,94	25,13	27,92	34,91	41,89	48,87	55,85

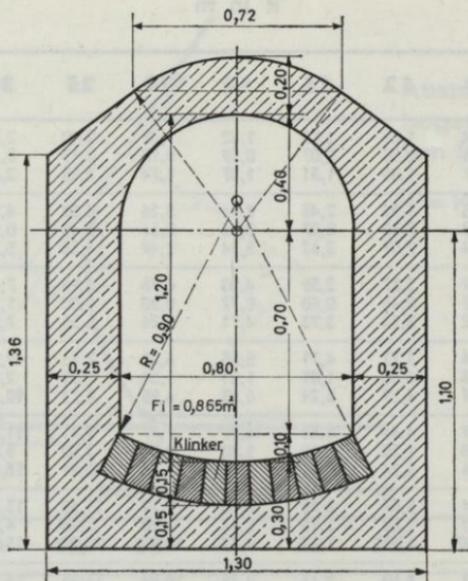


Abbildung 51: Profil für einen tiefliegenden Einmündungsstutzen (Stichkanal)

unternehmer, der beim Zuschütten sparen will, ist schlecht beraten, denn alles Aushubmaterial, das nicht wieder im Kanalgraben untergebracht werden kann, muß kostspielig verführt werden. Außerdem müssen eintretende Setzungen sogleich behoben werden, ja vielleicht muß sogar die bereits aufgebrauchte Straßendecke neu hergestellt werden. Dazu wird jeder Unternehmer von der Straßenverwaltung verpflichtet.

Der Ausbau der Pölzung hat entsprechend dem Fortschritt der Zuschüttung zu folgen, wobei nach gegebener Notwendigkeit Umpölzungen vorgenommen werden müssen, um die Grabenwände vor dem Einstürzen zu bewahren. In städtischen Straßen liegen zumeist rechts und links des Kanalgrabens Gas- und Wasserleitungsrohre, die durch Pölzung in ihrer unveränderten Lage im Boden erhalten werden müssen. Dieser Schutz muß ihnen auch nach Fertigstellung des tiefer gelegenen Kanals erhalten bleiben, da Setzungen zum Abreißen der Rohrleitungen führen würden. Man nimmt an, daß die unter den Rohren beginnende Rutschfläche unter 45° die Kanalgrabenwände schneidet. Bis zu dieser Höhe müssen daher die Pölpfosten belassen werden. Die Pfosten werden wohl im Laufe der Jahrzehnte allmählich verrotten, doch hat sich inzwischen der Boden schon wieder konsolidiert, und Hohlräume entstehen dadurch ja nicht. Es ist nur notwendig und hat sich in Wien als richtig erwiesen, die Aufsätze und Sprenger in Abständen

von 2 m durch Sprengmauern (Abbildung 52) zu ersetzen, die unmittelbar am Kanalgewölbe aufsitzen oder bei Rohrkanälen diese mit Gewölbegurten überspringen und auf der Grabensohle aufstehen. Am besten eignen sich hierzu Ziegel, die ohne Stoßfugen und nur mit Lagerfugen aufgemauert und zwischen die Pölpfosten eingesprengt werden. In diesem Falle ist die Zuschüttung möglichst gleichmäßig mit dem Aufgehen dieser Mauern vorzunehmen. Andernfalls werden Sprengmauern aus Beton (140 kg Zement je m³) erstellt, nach dessen Erhärtung und Ausschalung erst mit der Zuschüttung begonnen werden darf. Auf keinen Fall darf der Höhenunterschied des Anschüttungsmaterials zu beiden Seiten der Sprengmauer das Maß von einem Meter überschreiten. Mit der Mauerung von Sprengmauern und der Anschüttung darf bei Profilkänen frühestens 24 Stunden nach Betonierung des Gewölbes

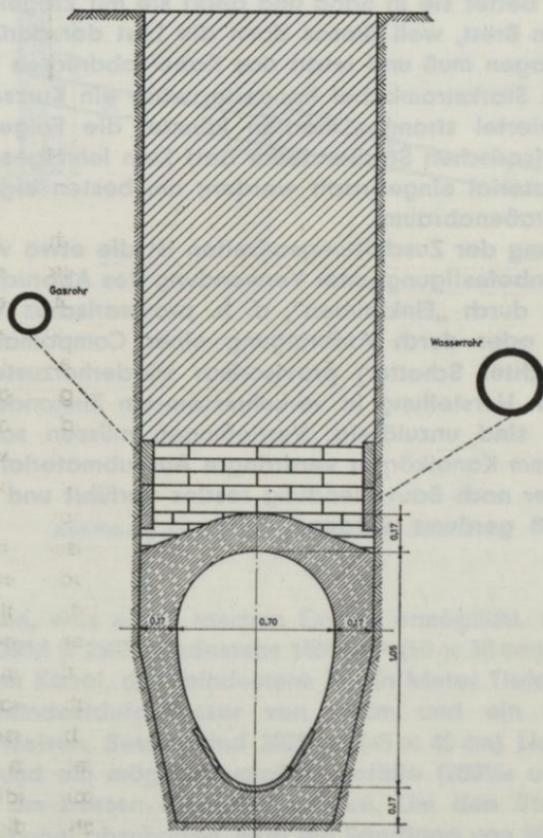


Abbildung 52: Sprengmauer

begonnen werden, wobei die Gewölbeschalung noch zu belassen ist. Wird sie entfernt, dann muß mit dem Zuschütten noch länger zugewartet werden, ebenso bei ungünstiger Witterung (Kälte, Regen). Die Höhe der aufgebrachtten Anschüttung muß der jeweiligen Festigkeit des erhärtenden Betons entsprechen.

Sind in den Kanalgraben Gas- oder Wasserleitungsrohre einbezogen worden (siehe Abschnitt 12), dann müssen sie auf Sprengmauern oder Ziegelstößeln aufgelegt werden, wobei unbedingt Holzkeile, am besten durch das Personal jener Verwaltung, die die betreffenden Versorgungsleitungen zu betreuen hat, unterzulegen sind. Es besteht auch die Möglichkeit, daß im Verhandlungswege mit den betreffenden Werken Neuverlegungen von Gas- oder Wasserrohren im Kanalgraben vorgenommen werden, die dann in gleicher Weise zu behandeln sind. Beim Übergang der Rohre von den Sprengmauern zum gewachsenen Boden ist besondere Vorsicht geboten. Kabel hebt man beim Zuschütten möglichst hoch an, bettet sie in Sand und deckt sie mit Ziegeln ab, niemals aber mit einem Brett, weil dieses dann die Last der darüberliegenden Anschüttung tragen muß und leicht das Kabel abdrücken könnte. Wenn es sich um ein Starkstromkabel handelte, wäre ein Kurzschluß, der ein ganzes Wohnviertel stromlos machen könnte, die Folge. Unmittelbar unter der provisorischen Straßendecke darf kein lehmiges oder toniges Zuschüttungsmaterial eingebracht werden; am besten eignet sich dazu schotteriger Straßenabraum.

Nach Beendigung der Zuschüttungsarbeiten ist die etwa vorhandene Straßenbefestigung unter Verwendung des Abbruchmaterials bei Pflastersteinen durch „Einklauben“, d. h. provisorisches Versetzen der Pflastersteine, oder durch Aufbringung einer Compomakschichte (mit Bitumen gemischter Schotter) provisorisch wiederherzustellen und bis zur endgültigen Herstellung in verkehrssicherem Zustande zu erhalten. Überhöhungen sind unzulässig, Vertiefungen müssen sofort beseitigt werden. Das vom Kanalkörper verdrängte Aushubmaterial muß laufend, spätestens aber nach Bauvollendung restlos verführt und die Baustelle ordnungsgemäß geräumt werden.

C. Die Sonderbauwerke

22. Die Straßenabläufe

Straßenabläufe sind im Rinnsal in Entfernungen von 35 bis 40 m, jedenfalls aber in Richtung des Gefälles vor der Baulinie von Querstraßen anzuordnen. Das gleiche gilt für Einfahrten in Grundstücke. Sie werden in Form von Schächten an Ort und Stelle betoniert (Abbildung 53), können aber auch aus Betonfertigteilen (Abbildung 54) her-

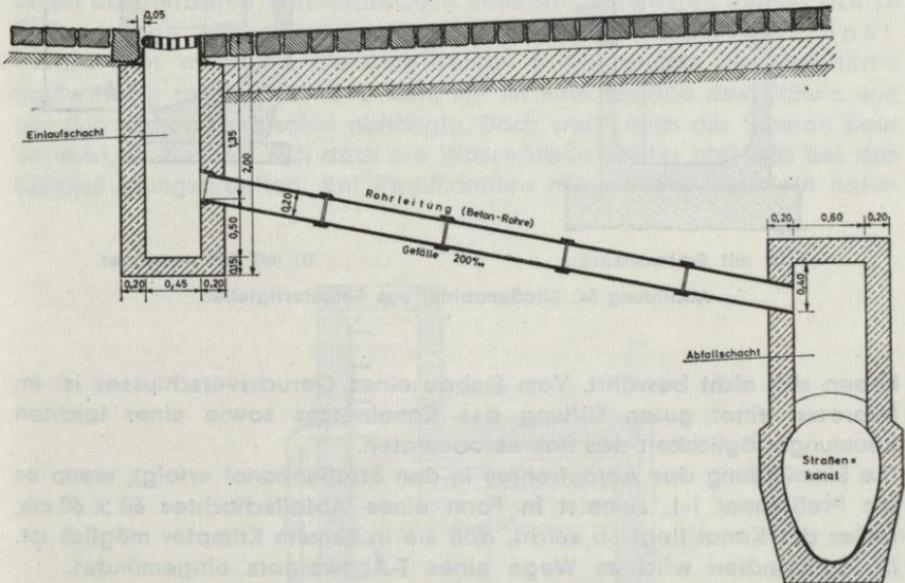


Abbildung 53: Straßenablauf aus Ortsbeton

gestellt werden, was einen raschen Einbau ermöglicht. Ihre Lichtfläche muß laut ÖNORM B 2503 mindestens 1500 cm^2 ($50 \times 30 \text{ cm}$) betragen, das Ablaufrohr zum Kanal, das mindestens in ein Meter Tiefe versetzt wird, muß einen Mindestdurchmesser von 15 cm und ein Mindestgefälle von 20‰ aufweisen. Besser sind 2025 m^2 ($45 \times 45 \text{ cm}$) Lichtfläche, 20 cm weite Rohre und ein möglichst großes Gefälle (200‰ und mehr). Man nimmt hierfür am besten Betonmuffenrohre. Um den Straßensand und -schotter vom Kanal abzuhalten, wird ein Sandfang von 50 cm Tiefe unter der Sohle des Ablaufrohres vorgesehen. Schlammweimer an dessen Stelle

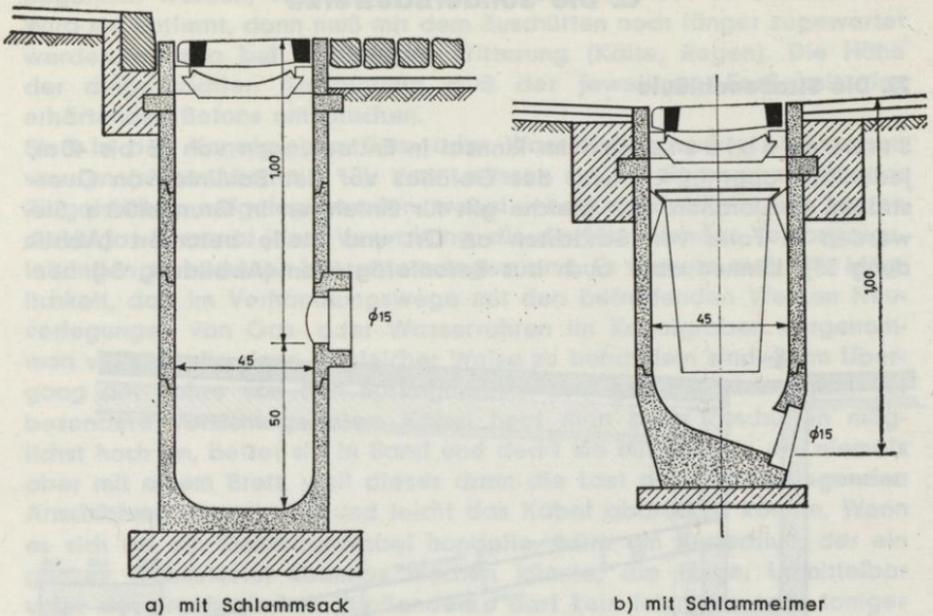


Abbildung 54: Straßenablauf aus Betonfertigteilen

haben sich nicht bewährt. Vom Einbau eines Geruchsverschlusses ist im Interesse einer guten Lüftung des Kanalnetzes sowie einer leichten Räumungsmöglichkeit des Rohres abzuraten.

Die Einmündung des Ablaufrohres in den Straßenkanal erfolgt, wenn es ein Profilkanal ist, zumeist in Form eines Abfallschachtes 60×60 cm, außer der Kanal liegt so seicht, daß sie in seinem Kämpfer möglich ist. In Rohrkanälen wird im Wege eines T-Abzweigers eingemündet.

Die Einlaufgitter müssen für schweres Fuhrwerk befahrbar sein und können zur Gänze aus Grauguß oder aus Grauguß in Begu-Rahmen sein. Das für die möglichst restlose Erfassung des Niederschlagswassers am besten leicht bombierte Gitter kann mit quadratischen Öffnungen oder mit Längsschlitz versehen sein, deren Stege quer zur Fließrichtung stehen sollen, um zu verhindern, daß die Wasserfäden an ihnen entlang über den Schacht laufen oder daß Fahrräder steckenbleiben. Langschlitzgitter eignen sich besonders für Baumalleen. Das Gitter muß so nahe an den Randstein gesetzt werden, daß man es gerade noch aufmachen kann, weil sonst der größte Teil des Regenwassers zwischen Randstein und Gitter vorbeiläuft, ein Umstand, dem viel zuwenig Beachtung geschenkt wird. Es soll etwas unter dem Straßenniveau liegen. Bei starkem Straßengefälle soll es gegen dieses etwas geneigt

werden. An der Einmündung stark fallender Straßen in Querstraßen sammelt sich der Großteil des abfließenden Regenwassers an. Man soll dem daher durch Versetzen eines 60/60 cm großen Gitters aus Stahlguß Rechnung tragen, das auf einem gleichgroßen Schacht mit dementsprechend weitem Abflußrohr aufsitzt.

23. Die Spülkammern und Spülbecken

Zur Spülung eines Kanalnetzes werden an dessen Endsträngen betonierte Kammern mit gerader oder gewölbter Decke vorgesehen, die einen absperrbaren Wasseranschluß erhalten. Am besten eignen sich zu ihrer Anlage Höchstpunkte. An Wasserscheiden kann man Spülkammern einbauen, die nach beiden Seiten spülen. Die eigentliche Spülwirkung reicht nicht sehr weit, sie ist vom Gefälle des Kanals und der Glätte der Kanalsole abhängig. Doch wenn auch der Schwall bald verebbt, so bewegt sich doch die Wasserwelle weiter und hilft bei den Kanalräumungsarbeiten. Bei Profilkänen müssen die Kammern natur-

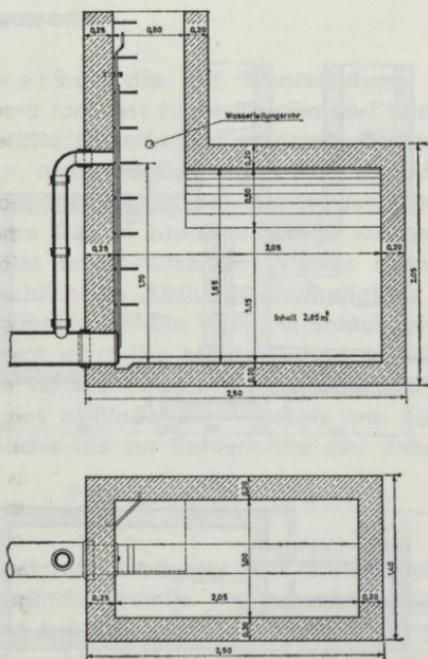


Abbildung 55 a: Spülkammer für Rohrkanäle

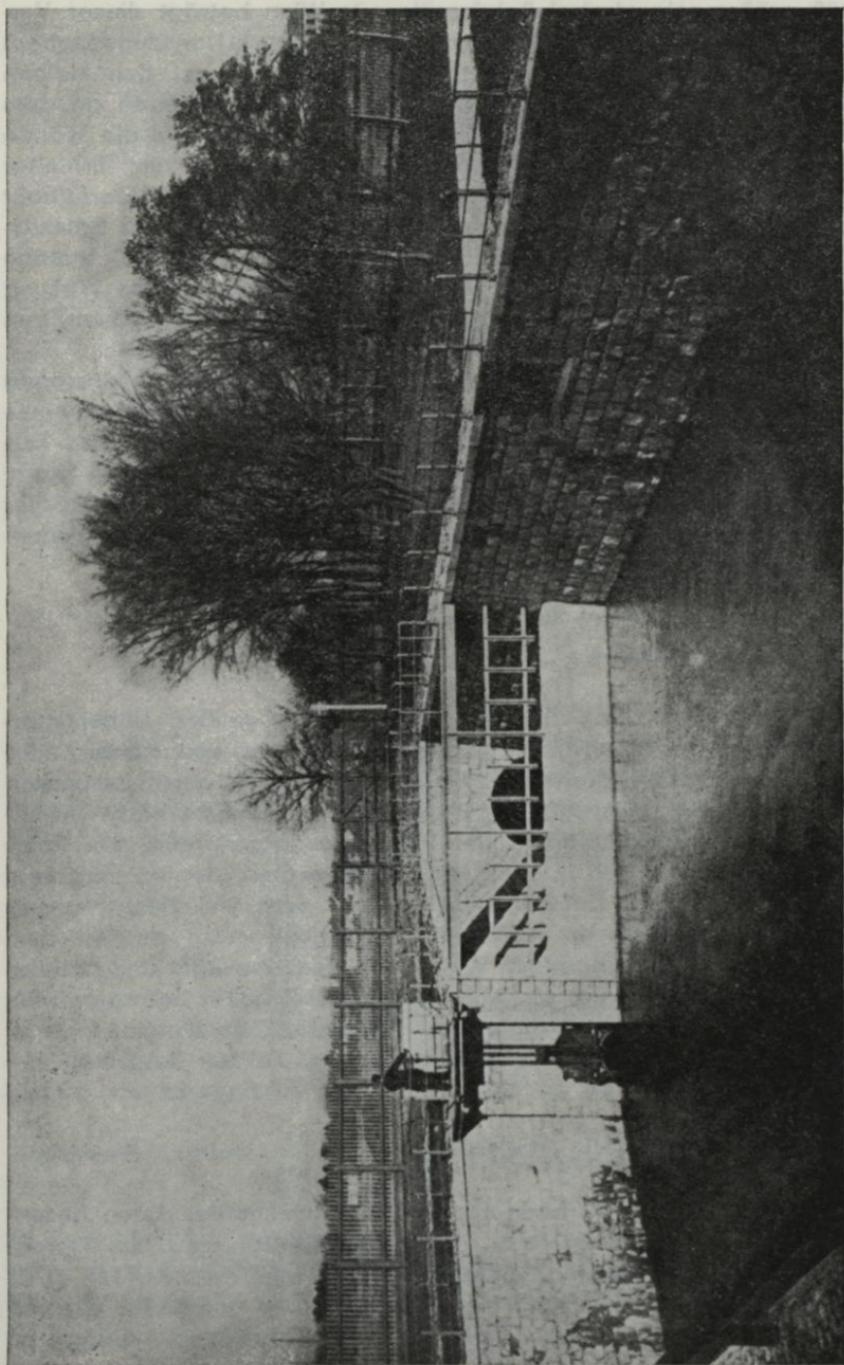
gemäß größer sein als bei Rohrkanälen. In Wien beträgt dieses Verhältnis $14,6 \text{ m}^3 : 2,85 \text{ m}^3$. Im Mischsystem sind sie mit Handzugschiebern von 40 cm Durchmesser bei den großen und 25 cm bei den kleinen Kammern versehen, die nur während der Räumungsarbeiten an dem betreffenden Kanalstrang betätigt werden. Die ebenso wie die Wände mit geschliffenem Zementputz versehene Sohle muß zum Schieber abfallen. Jede Spülkammer muß über ihrem Scheitel ein Überfallrohr zum Kanal erhalten. Im Trennsystem baut man am Ende der Schmutzwasserstränge automatische Spülkammern ein, die so eingestellt werden können, daß sie in bestimmten Zeiträumen anspringen. Ihre Wirkung beruht auf dem Prinzip eines Hebbers, sie müssen dementsprechend von Spezialfirmen zu liefernde Armaturen erhalten (Abbildung 55, 56).

Wenn ein wasserführendes Gerinne in das Kanalnetz einbezogen werden muß, dann kann man dessen Wasserführung durch Anlegung eines Spülbeckens am Ende des Bachkanals zur Kanalspülung ausnützen. Das Wasser wird im Becken durch ein Wehr angestaut, über dessen Krone es normalerweise ins Kanalnetz abfließt. Im betonierten Wehrkörper wird am Beckengrund ein Schieber eingebaut, der zu Räumungszwecken mechanisch gezogen wird und das Becken entleert.

24. Die Absturzbauwerke

Absturzbauwerke, die zur Überwindung großer Höhenunterschiede dienen, sind tunlichst zu vermeiden und durch eine Kanalstrecke mit größerem Gefälle (Rutsche) zu ersetzen. Ist dies, durch besondere Umstände bedingt, nicht möglich, dann muß ein Absturzschart (Abbildung 57), bei Profilkänen in der Breite des Kanalprofils, bei Rohrkanälen mindestens 0,60 m breit, angelegt werden, der so lang sein muß, daß sich das herabstürzende Wasser auch bei Höchstwasserabfluß bzw. bei höchster Abflußgeschwindigkeit nicht an der dem Kanalprofil gegenüberliegenden Wand in Sohlenhöhe stößt und dadurch der Abfluß gehemmt wird. Die Mindestlänge soll 0,60 m betragen. Man kann die darüber hinaus erforderliche Länge aus der Formel $l = v \cdot t$, Geschwindigkeit des abfließenden Wassers mal Fallzeit desselben von der Wasseroberfläche bis zur Sohlenhöhe des Zubringerkanals, errechnen. Aus $h = \frac{g}{2} \cdot t^2 = \frac{9,81}{2} \cdot t^2$ ergibt sich $t = \frac{h}{4,905}$, wobei h die Abfluß-

tiefe des Zubringerkanals bedeutet und sicherheitshalber deren Absenkung an der Einmündungsstelle nicht berücksichtigt wird. Ein Eiprofil 1,20/1,80 m z. B. hat bei 5‰ Gefälle und Vollfüllung nach KUTTER (0,35) ein $v = 2,62 \text{ m}$. v_{max} tritt jedoch bei einer Füllung von 86,7% ein und erreicht 11,3% der Geschwindigkeit bei Vollfüllung. Somit ist



Spülbecken

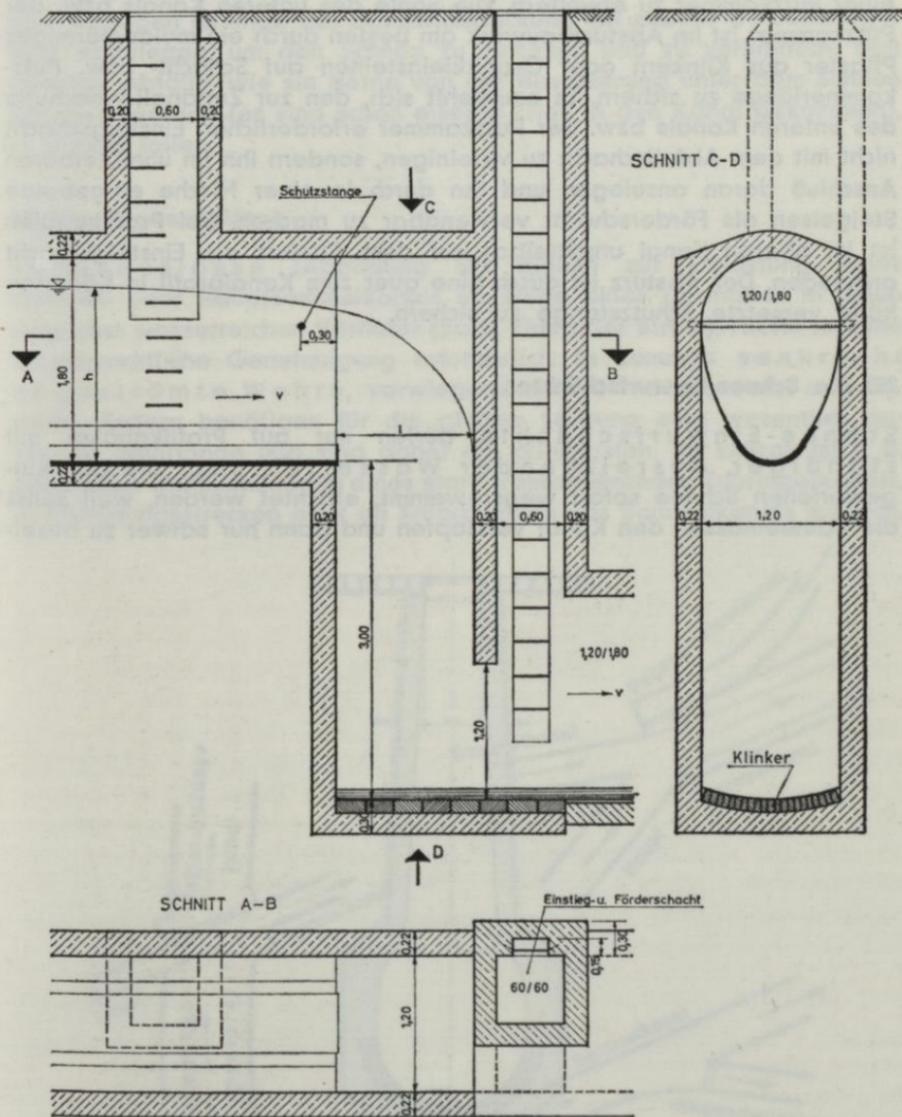


Abbildung 57: Absturzbauwerk

$$V_{\max} = 2,62 \times 1,113 = 2,92 \text{ m}, h = 1,80 \times 0,867 = 1,56 \text{ m}, t = \sqrt{\frac{1,56}{4,905}} = 0,56 \text{ Sek.}$$

Daher ist $l = 2,92 \times 0,56 = 1,635$ oder aufgerundet 1,70 m.

Der Absturzschaft ist bei nicht schließbaren Kanälen an der Sohle zu einer Putzkammer zu erweitern. Die Sohle des unteren Kanals bzw. der Putzkammer ist im Absturzbauwerk am besten durch ein muldenförmiges Pflaster aus Klinkern oder Granitkleinsteinen auf Schacht- bzw. Putzkammerlänge zu sichern. Es empfiehlt sich, den zur Zugänglichmachung des unteren Kanals bzw. der Putzkammer erforderlichen Einsteigschacht nicht mit dem Abfallschacht zu vereinigen, sondern ihn im unmittelbaren Anschluß daran anzulegen und ihn durch in einer Nische eingebaute Steigeisen als Förderschacht verwendbar zu machen. Bei Profilkänen ist im oberen Kanal unmittelbar vor dem Absturz ein Einsteigschacht anzulegen. Der Absturz ist durch eine quer zum Kanalprofil in Kämpferhöhe versetzte Schutzstange zu sichern.

25. Die Schnee-Einwurfschächte

Schnee-Einwurfschächte dürfen nur auf Profilkänen mit ständiger, ausreichender Wasserführung, die den eingeworfenen Schnee sofort wegschwemmt, errichtet werden, weil sonst die Schneemassen den Kanal verstopfen und dann nur schwer zu besei-

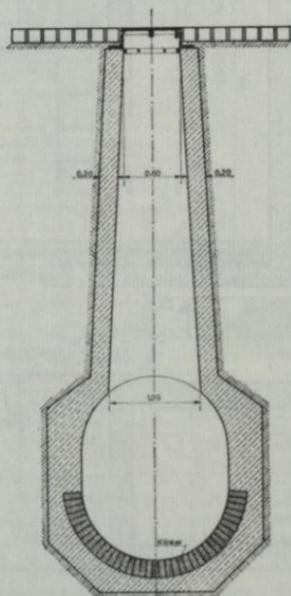


Abbildung 58: Schnee-Einwurfschacht

tigen sind. Sie werden ebenso wie die Einsteigschächte betoniert und erhalten eine mindestens 60/60 cm große Einwurföffnung, die mit einer schweren Schachtabdeckung versehen wird (Abbildung 58). Um ein Steckenbleiben des Schnees zu verhindern, erhalten die Seiten des Schachtes eine Neigung, so daß sich die Schachttöffnung im Kanalgewölbe auf einen Meter im Quadrat erweitert. Steigeisen sind keine anzubringen. Dagegen ist unter der Schachtabdeckung ein starker weitmaschiger Rost einzulegen, um den Schnee zu zerteilen und zu verhindern, daß sperrige Abfälle, wie sie gerne von der Bevölkerung unter dem Schnee gelagert werden (es sind schon eiserne Öfen in den Kanal gekommen), in diesen fallen.

26. Die Regenauslässe

Regenauslässe (Abbildung 59) dienen zur Entlastung eines Sammel- oder Hauptsammelkanals im Wege eines Überfalles in einen möglichst wasserreichen Vorfluter (Bach, Fluß oder Strom). Hiefür ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Es kommen senkrecht angeströmte Wehre, vorwiegend aber Streichwehre in Betracht. Erstere benötigen für die gleiche Leistung eine wesentlich geringere Wehrlänge und sind daher am günstigsten. Ihr Einbau ist z. B. gegenüber der Einmündung eines stark wasserführenden Zubringerkanals, in Krümmungstrecken oder an Knickpunkten des Sammelkanals möglich.

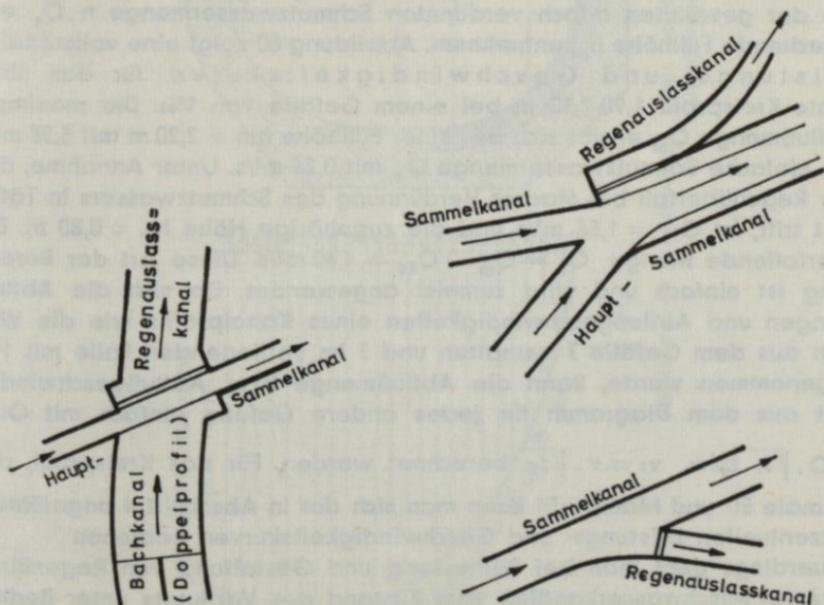


Abbildung 59: Anordnung von Regenauslässen

Allerdings wird im ersteren Falle das Wasser dieses Kanals je nach seiner Wasserführung gegenüber der des Zubringerkanals mehr oder weniger stark rückgestaut, wodurch die Strömungsverhältnisse unklar sind. Regenauslässe in Form von Streichwehren kann man an jeder zur Vorflut günstig gelegenen Stelle anlegen, wobei das Wasser seitlich über das Wehr fällt. Wichtig für beide Arten ist, daß die Kuppe der Überfallschwelle möglichst über dem Höchstwasser des Vorfluters angelegt wird, um einen vollkommenen Überfall zu gewährleisten und einen Rückstau in den Kanal hintanzuhalten. Ihre Höhe über der Kanalsole ergibt sich aus dem mit Rücksicht auf die Wasserführung des Vorfluters erforderlichen Maß der n-fachen Verdünnung des Schmutzwassers Q_s , die bei großer Wasserführung und geringer Vorbelastung mit vierfach (1 + 3), gewöhnlich aber mit 1 + 4 bis 1 + 6 angenommen werden kann. Zur Berechnung des abzuleitenden Wassers ist mit Hilfe der in Abschnitt 5 angeführten Formeln am besten eine Leistungskurve, zum mindesten in dem für das n-fache Schmutzwasser in Frage kommenden Bereich, zu zeichnen. Dazu ist die Höhe des Kanalprofils in 10 cm breite Abschnitte zu unterteilen und die zu den durch Summierung dieser Abschnitte von unten nach oben gebildeten Füllungshöhen zugehörige Fläche, der Umfang und der hydraulische Radius zu berechnen. Aus den Formeln ergibt sich die dazugehörige Geschwindigkeit und damit die Abflußmenge, die in einem gewählten Maßstab (etwa $1 \text{ m}^3 = 1,5 \text{ cm}$) aufzutragen ist. Der Kurve kann man dann die der gewählten n-fach verdünnten Schmutzwassermenge $n \cdot Q_s$ entsprechende Füllhöhe h_{ns} entnehmen. Abbildung 60 zeigt eine vollständige Leistungs- und Geschwindigkeitskurve für das überhöhte Kreisprofil 1,90/2,30 m bei einem Gefälle von 1‰. Die maximale Abflußmenge Q_m ergibt sich bei einer Füllhöhe $h_m = 2,20 \text{ m}$ mit $5,96 \text{ m}^3/\text{s}$, die einfache Schmutzwassermenge Q_s mit $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$. Unter Annahme, daß der Regenüberfall bei 6facher Verdünnung des Schmutzwassers in Tätigkeit tritt, ist $Q_{6s} = 1,56 \text{ m}^3/\text{s}$ und die zugehörige Höhe $h_{6s} = 0,80 \text{ m}$. Die überfallende Menge $Q_{\ddot{u}} = Q_m - Q_{6s} = 4,40 \text{ m}^3/\text{s}$. Diese Art der Berechnung ist einfach und wird zumeist angewendet. Da sich die Abflußmengen und Abflußgeschwindigkeiten eines Kanalprofils wie die Wurzeln aus dem Gefälle J verhalten und J im vorliegenden Falle mit 1‰ angenommen wurde, kann die Abflußmenge bzw. Abflußgeschwindigkeit aus dem Diagramm für jedes andere Gefälle einfach mit $Q_1 =$
 $= Q \cdot \sqrt{J_1}$ bzw. $v_1 = v \cdot \sqrt{J_1}$ berechnet werden. Für das Kreisprofil, das normale Ei- und Maulprofil kann man sich der in Abschnitt 4 angeführten perzentuellen Leistungs- und Geschwindigkeitskurven bedienen. Neuerdings geht man bei Bemessung und Gestaltung von Regenüberfällen in Mischwasserkanälen vom Zustand des Vorfluters unter Berücksichtigung des Trockenwetterabflusses, der Niederschlagsverhältnisse

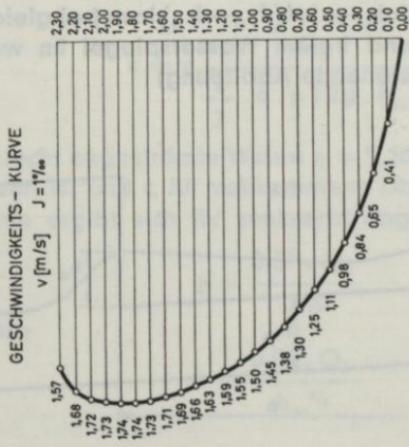
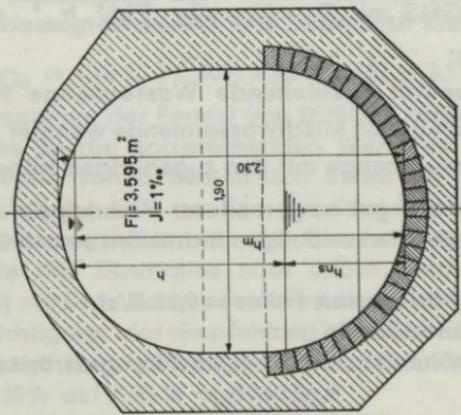
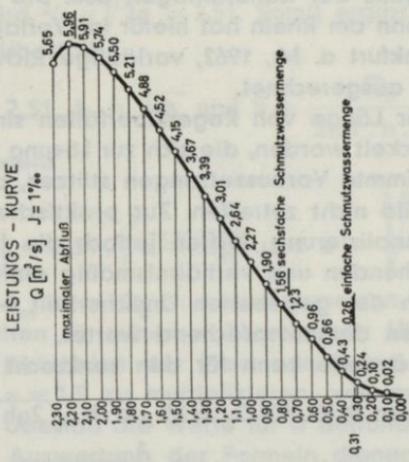


Abbildung 60: Konstruktion einer Leistungs- und Geschwindigkeitskurve für ein überhöhtes Kreisprofil

und des Speichervermögens der Kanalanlagen aus. Die Abwassertechnische Vereinigung in Bonn am Rhein hat hierfür im Verlag für Gas- und Wasserverwendung, Frankfurt a. M., 1962, vorläufige Richtlinien herausgegeben und Beispiele ausgerechnet.

Über die Berechnung der Länge von Regenüberfällen sind eine ganze Reihe von Formeln entwickelt worden, die sich zur Lösung dieses schwierigen Problems auf bestimmte Voraussetzungen stützen, die vielfach im jeweils vorliegenden Falle nicht zutreffen. Zur praktischen Anwendung für die Zwecke einer Kanalisierung dürften jedoch die folgenden, seit langem in Gebrauch stehenden und verhältnismäßig einfachen Formeln genügen, wenn man sich der gegebenen Unsicherheit bewusst ist und die resultierenden Längen dementsprechend wertet.

Die Länge der Überfallschwelle kann für den senkrecht angeströmten Überfall aus der Formel von DUBUAT $Q_{\bar{u}} = \frac{2}{3} \mu b \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$, bzw. für ein

Streichwehr nach ENGELS mit $Q_{\bar{u}} = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} \cdot \sqrt[3]{b^{2,5} \cdot h_m^5}$ errechnet werden. Dabei bedeuten:

$Q_{\bar{u}}$ die über den Überfall abzuleitende Wassermenge in m^3/s gleich $Q_{m1} - n \cdot Q_s$ der maximalen Mischwassermenge weniger der n-fach verdünnten Schmutzwassermenge mit den zugehörigen Höhen h_{max} und h_{ns}

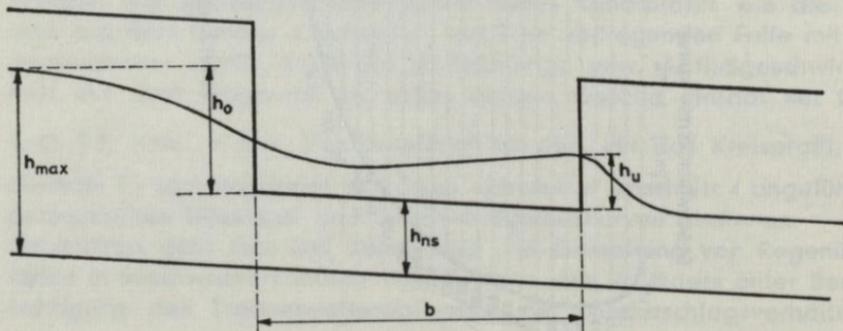
μ einen Beiwert, der bei gut abgerundeter Wehrkuppe mit 0,85 angenommen werden kann (die vorläufigen Richtlinien empfehlen sicherheits halber $\mu = 0,6$)

g die Beschleunigung des freien Falles = $9,81 m/s^2$

b die Länge des Überfalles in m

h die Überströmungshöhe in m, beim senkrecht angeströmten Wehr gleich $h_{max} - h_{ns}$

hm die mittlere Überströmungshöhe beim Streichwehr nach den angeführten Richtlinien gleich $h_u + 1/4(h_o - h_u)$ in m bei gleichmäßig durchlaufender Kanalsole und freiem Wasserspiegel im weiterlaufenden Kanalprofil (siehe nachstehende Abbildung)



Für $\mu = 0,85$ wird $^{2/3} \mu \sqrt{2g} = 2,51$. Somit ergibt sich für einen senkrecht angeströmten Überfall

$$Q_{\bar{u}} = 2,51 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{h} \quad \text{und} \quad b = \frac{Q_{\bar{u}}}{2,51 \cdot h \cdot \sqrt{h}} = \frac{0,40 Q_{\bar{u}}}{h^{3/2}}$$

für ein Streichwehr

$$Q_{\bar{u}} = 2,51 \cdot \sqrt[3]{b^{2,5} \cdot h_m^5} \quad \text{und} \quad b = \sqrt[2,5]{\frac{Q_{\bar{u}}^3}{15,813 \cdot h_m^5}}$$

wobei h bzw. h_m in m, $Q_{\bar{u}}$ in m^3/s einzusetzen ist und b in m resultiert. Die Werte gelten für einen vollkommenen Überfall. Sicherheitshalber ist nach den Richtlinien der Wert von b bei Streichwehren noch mit einem Faktor $\eta = 1,5$ zu multiplizieren, wie man auch beim senkrecht angeströmten Überfall die Werte für b aufrunden soll.

Einer raschen Auswertung der Formeln dienen die in Abb. 61 und 62 dargestellten Nomogramme. Für das überhöhte Kreisprofil 1,90/2,20 m ist

$$\text{bei } J=0,5\% \quad Q_{\bar{u}} = 4,40 \times \sqrt{0,50} = 4,40 \times 0,707 = 3,11 \text{ m}^3/s \quad \text{und} \quad h = 1,40 \text{ m.}$$

Aus dem Nomogramm der Formel von DUBUAT ergibt sich durch Anlegen eines Dreiecks an die entsprechenden Werte der Q - und h -Skala auf der für die Werte von b bestimmten Skala für den senkrecht angeströmten Überfall $b = 0,75$ m. Für ein Streichwehr errechnet sich die mittlere Überströmungshöhe unter der Annahme, daß die Überströmungshöhe am Ende des Überfalles noch 0,20 m beträgt, mit $h_m = 0,20 + \frac{1}{4} \cdot (1,40 - 2,20) = 0,50$ m. Daraus resultiert nach ENGELS ein $b = 5,00$ m, bzw. unter Berücksichtigung der Empfehlung der Richtlinien $b = 5,00 \times 1,5 = 7,50$ m. Auch beim senkrecht angeströmten Wehr sollte man sicherheitshalber b um 25% auf 0,95 m aufrunden.

Die vorläufigen Richtlinien empfehlen die Verwendung der Formel von POLENI

$$b = \eta \cdot \frac{Q_{\bar{u}}}{\frac{2}{3} \cdot c \cdot \mu \sqrt{2g} \cdot h_m^{3/2}}$$

wobei für senkrecht angeströmte Wehre $\eta = 1$, für Streichwehre $\eta = 1,5$ und $\mu = 0,6$ zu setzen ist und c für vollkommene Überfälle gleich 1 ist. Unter dieser Annahme ergibt sich für senkrecht angeströmte Wehre

$$b = \frac{0,57 \cdot Q_{\bar{u}}}{h^{3/2}}$$

für Streichwehre

$$b = \frac{0,85 \cdot Q_{\bar{u}}}{h_m^{3/2}}$$

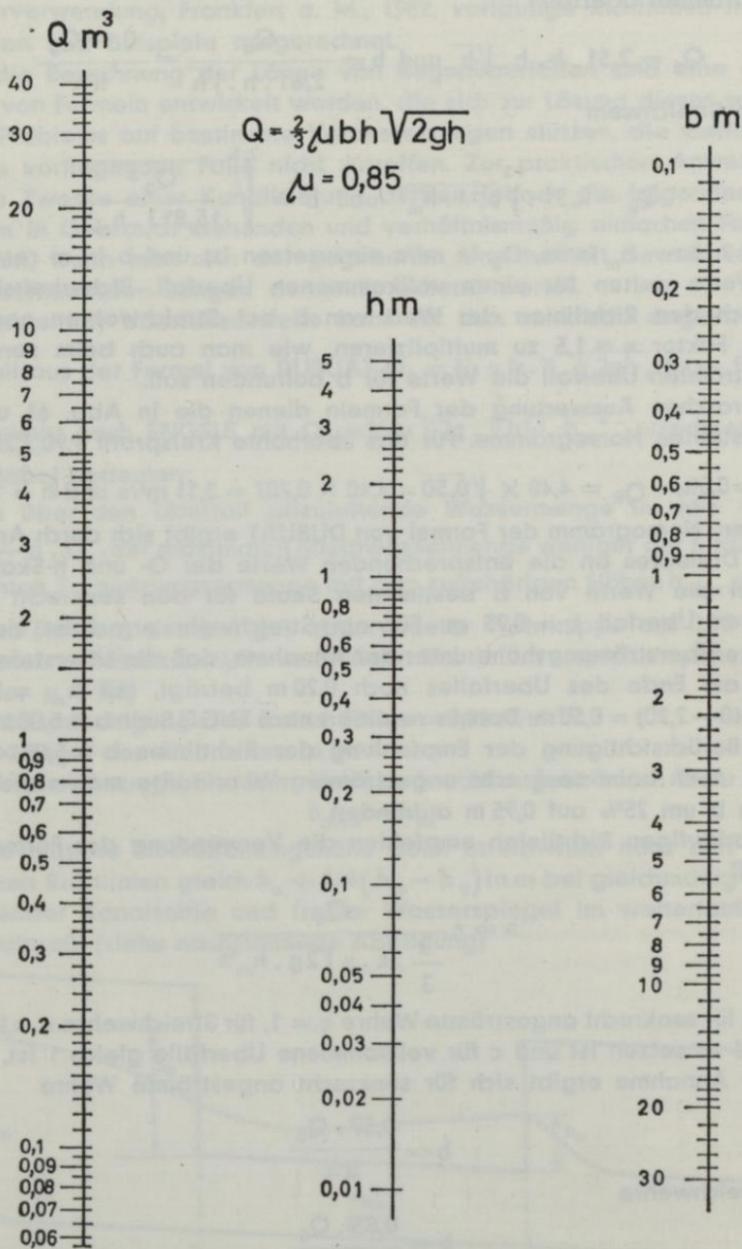


Abbildung 61: Nomogramm für das Überfallwehr nach DUBUAT

$Q \text{ m}^3$

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} \sqrt{b^{2,5} h^{5}}$$
$$\mu = 0,85$$

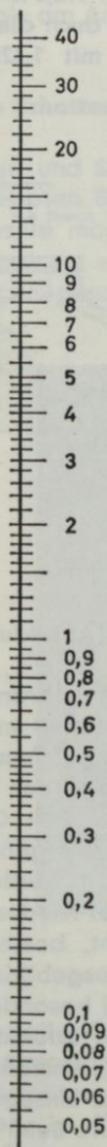
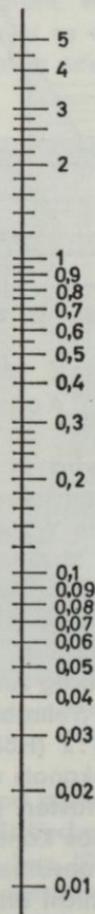
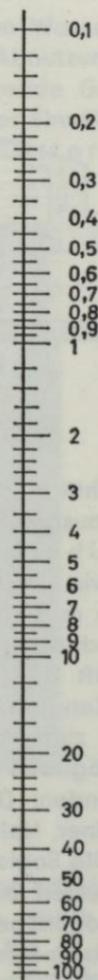
 $h \text{ m}$  $b \text{ m}$ 

Abbildung 62: Nomogramm für das Streichwehr nach ENGELS

Die Formel für senkrecht angeströmte Wehre ergibt infolge des kleineren

Wertes für μ gegenüber der Formel von DUBUAT $\left(b = \frac{0,40 \cdot Q_{\ddot{u}}}{h^{3/2}} \right)$ ein um

42,5% größeres b . Der Wert von b für Streichwehre ist um 112,5% größer. Man kann daher aus dem diesbezüglichen Nomogramm auch die Werte nach den Formeln von POLENI durch Multiplikation mit 1,425 bzw. 2,125 ermitteln.

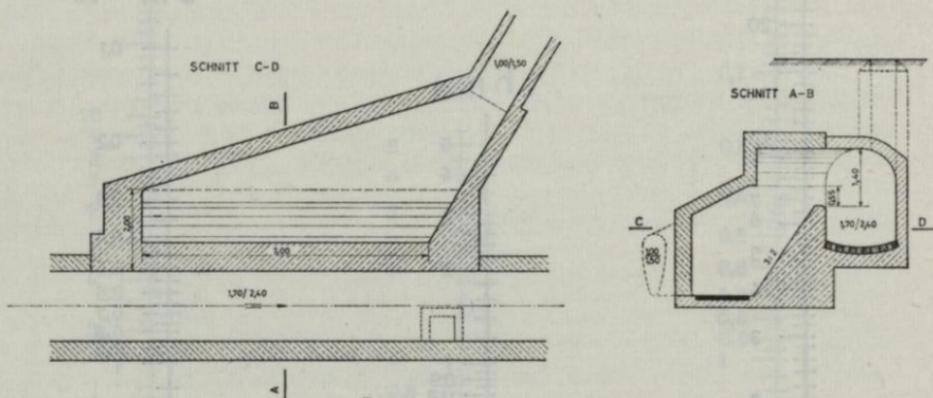


Abbildung 63: Regenauslaß

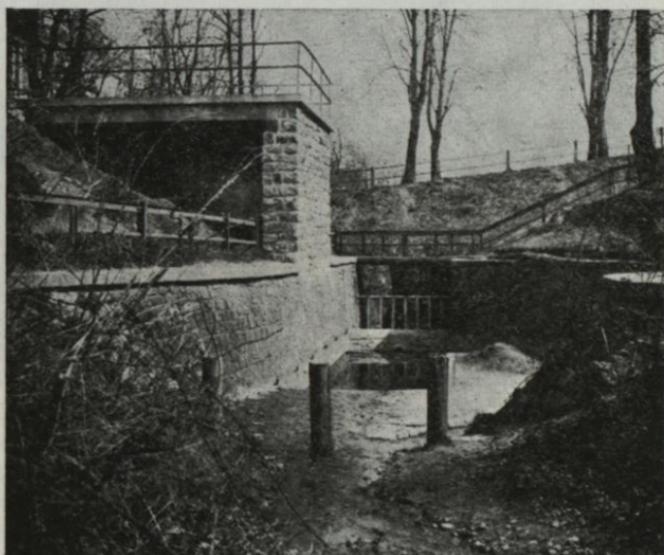
Hinsichtlich der baulichen Ausgestaltung (Abbildung 63) wird ausgeführt:

Die Überfallschwelle wird in einer Kammer angeordnet; sie ist, wie bereits früher erwähnt wurde, gut abzurunden und ihre Länge reichlich zu bemessen. Die Wände der Einströmungsöffnung sind abzuschrägen und alle Kanten abzurunden. Auf der Seite des Kanals verläuft die Durchlaufgerinne, das bei Sammelkanälen dem Gerinne des Kanalprofils gleich ist. Von der Kammer führt der Regenauslaßkanal zum Vorfluter. Er soll reichlich groß dimensioniert werden und mit möglichst großem Gefälle zum Stromstrich unter Niederwasser einmünden. Der vorflutseitige Wehrabfall kann lotrecht, besser aber mit einer Neigung von etwa 3:2 (Höhe zur Länge) ausgebildet werden. Die Sohle des Regenauslaßkanals soll beim Überfall besonders gut, am besten mit einem Granitpflaster, gesichert werden. Stromabwärts des Regenüberfalles soll man das Kanalprofil bei Hauptsammelkanälen und Sammelkanälen mit weiter anschließendem größerem Einzugsgebiet möglichst nicht, zum mindesten nicht erheblich, verkleinern. Beim Regenauslaß vor einer Kläranlage ist das weiterführende Kanalprofil lediglich auf die n -fach verdünnte Schmutzwassermenge zu dimensionieren.

Dabei ist auf eine kontinuierliche Ausbildung des Sohlengerinnes zu achten und zur Vermeidung von Rückstau bei der Abführung des einfachen Schmutzwassers (Trockenwettermenge) infolge des Überganges vom größeren zum kleineren Profil, wenn möglich die Kanalsohle am Ende des Wehres um mindestens 3 bis 5 cm, bei gutem Gefälle um 10 cm tiefer als am Anfang desselben zu legen.

27. Die Schotter- und Sandfänge

Schotter- und Sandfänge dienen der Rückhaltung der vom Wasser mitgeschleppten Schwerstoffe, um Verstopfungen und eine Abnutzung der Kanalsohle möglichst hintanzuhalten. Werden wasserführende Gerinne ins Kanalnetz einbezogen, dann ist es erforderlich, vor der Einmündung einen genügend großen gemauerten oder betonierten Schotterfang



Schotterfang

mit vertiefter Sohle anzulegen und außerdem zur Abhaltung schwimmender Gegenstände, wie Äste, Sträucher oder ähnlichem, durch einen quergestellten eisernen Grobrechen (Stabentfernung 20 bis 40 cm) zu schützen. Im Kanalnetz selbst werden in Bachkanälen und Sammelkanälen an gewissen Stellen entsprechend der Geschiebeführung Sandfänge (Abbildung 64) angeordnet, so insbesondere vor der Einmün-

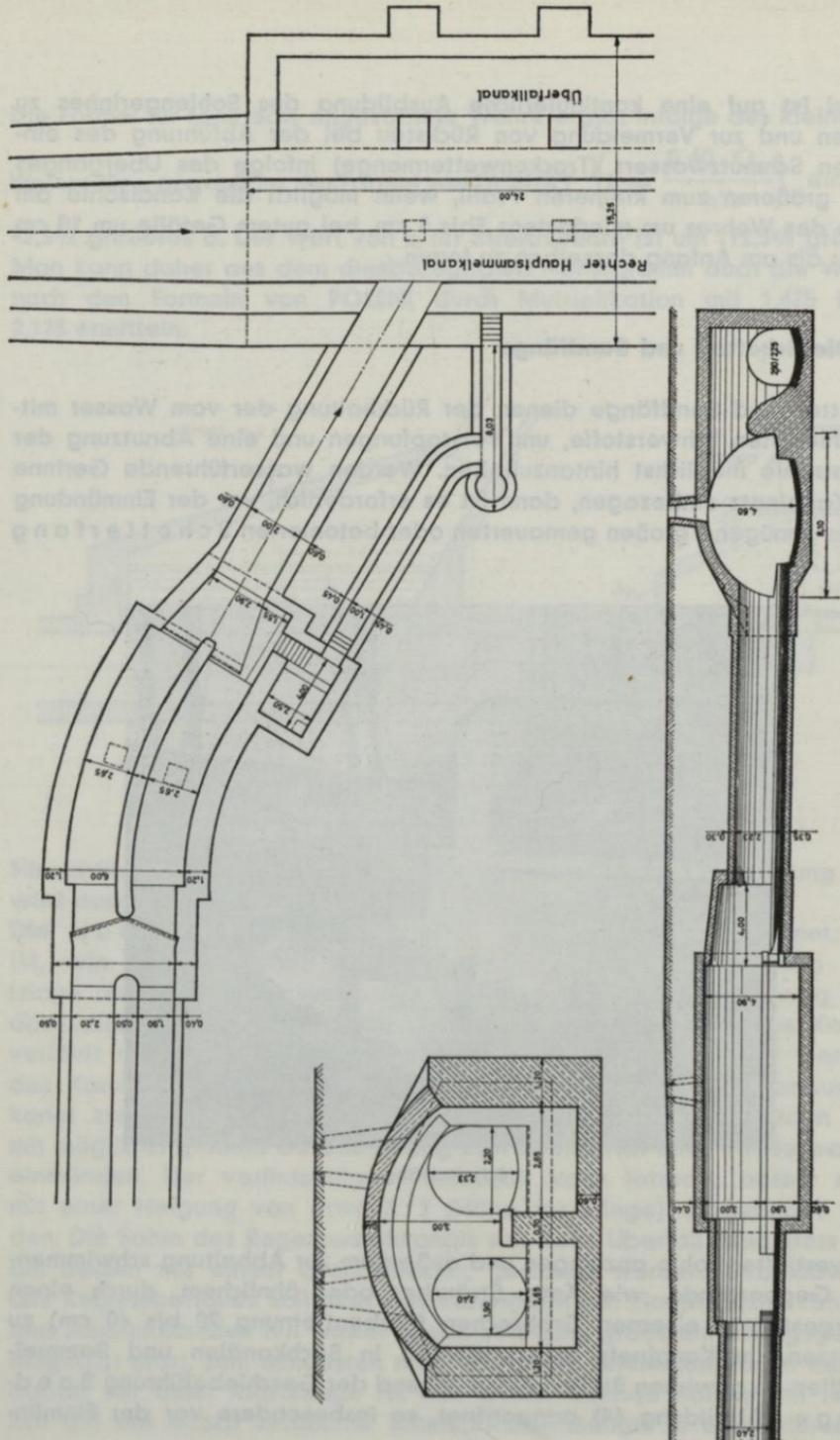


Abbildung 64: Sandfang und Regenauslaß

dung in einen Hauptsammelkanal, stromabwärts der Einmündung von Zubringerkanälen mit großer Wasserführung und vor Kanaldükern, Kanalbrücken, Pumpwerken und Kläranlagen. Es sind dies Vertiefungen von 1,20 bis 1,50 m in der Kanalsohle in der Breite des betreffenden Kanals mit seitlichen Podesten für die Räumungsarbeiten. Sie werden in Kammern von ausreichender Höhe, damit ein Mann am



Zweikammeriger Sandfang

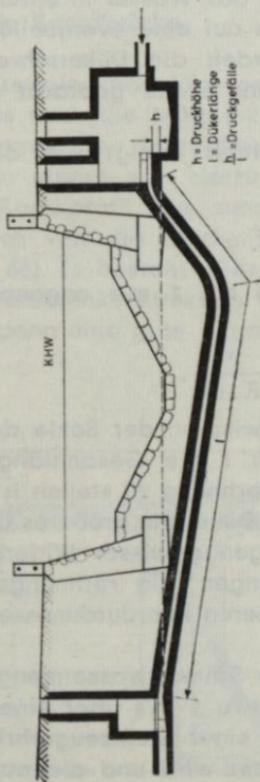
Podest bequem aufrecht stehen kann, untergebracht, die an der Decke Schächte von mindestens 60 cm Weite aufweisen, durch die man das Schwermaterial mit Kübelkränen an die Oberfläche befördern und auf Lastwagen verladen kann. Die Länge der Sandfänge richtet sich nach der Menge des zu erwartenden Materials und kann 10 bis 12 m und mehr erreichen. Man baut Sandfänge mit einem oder zwei Becken, welch letztere, durch eine Mittelmauer getrennt, abwechselnd in Betrieb stehen und ebenso geräumt werden können. Zu Räumungszwecken werden sie an ihrem Beginne und am Ende durch Schieber abgeschlossen, damit das Kanalwasser ausgeschöpft oder ausgepumpt werden kann, um die Arbeit im Trockenen ausführen zu können. Kommt nur ein Becken zur Ausführung, dann muß man einen Umlaufkanal um das Becken führen, in dem das Kanalwasser bei Räumungen abgeleitet wird. Vor Kläranlagen werden besonders konstruierte Sandfänge eingebaut, wie Tiefsandfänge, die senkrecht, Rundsandfänge, die horizontal in gekrümmter Bahn durchflossen werden, Quersandfänge nach System Stengel, die die Schwebestoffe durch ein Schäl Brett vom Wasser trennen, oder Längssandfänge mit oder ohne mechanischen Sandräumern.

28. Der Düker

Die Notwendigkeit zur Herstellung eines Dükers kann eintreten, wenn ein Kanal einen Wasserlauf oder tiefliegende Einbauten kreuzen muß, ohne daß eine Ausweichmöglichkeit besteht. Dükerleitungen werden am besten als Kreisprofile hergestellt. Man verlegt schon aus Sicherheitsgründen immer mindestens zwei Leitungen, die entsprechend der Wasserführung hintereinander anspringen (Abbildung 65). Dies wird erreicht, wenn beim Dükereinlauf beide Leitungen verschieden hoch verlegt werden, die eine in Sohlenhöhe des ankommenden Kanals, die andere in die Höhe der maximalen Wasserführung der unteren Leitung, also etwas unter deren Scheitelhöhe. Man kann aber auch beide Rohre gleich hoch legen und die Trennung in der Wasserführung durch den Einbau eines Überfalles zwischen ihnen ermöglichen. Bei dieser Anordnung kann man durch Einbau eines Schiebers beide Rohre abwechselnd in Betrieb nehmen. Ein Dükerrohr soll bei Vollfüllung mit mindestens 1 m Geschwindigkeit durchflossen werden. Beim Auslauf liegen beide Rohre gleich hoch, und zwar etwas über der Höhe des Schmutzwasser-Nachmittels im abgehenden Kanalprofil, um Rückstau in den Düker möglichst zu vermeiden. Beide Leitungen sollen zur Durchführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten durch Schieber abgeschlossen werden können. Beim Mischsystem werden unter Umständen auch mehr als zwei Rohrleitungen in verschiedenen Höhen oder mit Überfällen verlegt, wobei das erste Rohr zur Aufnahme des Schmutzwassers bestimmt ist und daher den kleinsten Durchmesser aufweist. Beim Trennsystem empfiehlt es sich, das 24-Stunden-Mittel durch das erste Rohr zu leiten. Das zweite nimmt dann Tagesmittel und Tagesspitze auf.

Vor dem Düker muß ein Sandfang angeordnet werden. Nach gegebener Möglichkeit wird beim Mischsystem ein Regenüberfall zum kreuzenden Wasserlauf geführt, beim Trennsystem die Regenwasserleitung in diesen eingemündet. Die Neigung der Dükerrohre kann an der Einlaufseite steiler gehalten werden als an der Auslaufseite, wo sie 1:6, höchstens aber 1:2 (Höhe zur Länge) betragen soll, damit der Sand mitgerissen wird. Wenn man räumlich beengt ist, dann kann der Aufstieg auch senkrecht erfolgen, vorausgesetzt, daß für eine regelmäßige Räumung durch Leerpumpen, eventuell durch eine fest eingebaute Pumpe, vorgesorgt wird. Als Material der Rohre nimmt man am besten Gußeisen oder Flußstahl, aber auch Steinzeug und Stahlbeton. Am Ein- und Auslauf müssen Einsteigschächte bzw. Putzkammern eingebaut werden.

Der Einbau eines Dükers bei Kreuzung eines größeren Wasserlaufes geht so vor sich, daß immer nur eine Hälfte der Dükerleitung in Arbeit steht, wobei sich die nacheinander ausgehobenen oder ausgebaggerten Kanalgräben übergreifen müssen. Sie werden möglichst wasserdicht durch Holz- oder Stahlpundwände, die genügend weit in das Ufer ein-



SCHNITT DURCH SANDFANG

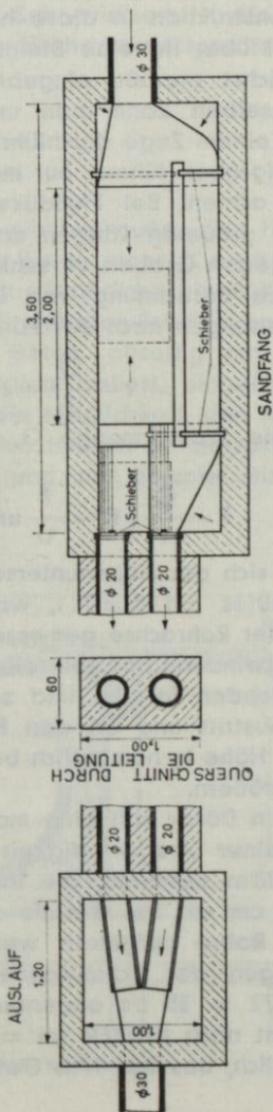
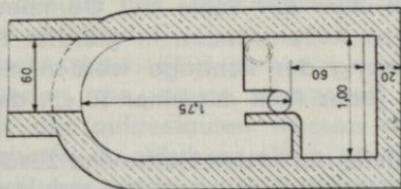


Abbildung 65: Düker

gebunden werden, umschlossen. Bei sehr großer Wasserführung muß man Fangdämme einbauen. Die Rohre werden mit einer Deckung von 0,50 bis 1,00 m unter der Sohle des Gerinnes im Abstände von etwa 20 cm von ihren Außenwänden in gleicher Höhe nebeneinander verlegt. Zur Sicherung der Rohrlage werden sie zur Gänze derart einbetoniert, daß jedes Rohr mit einer 20 cm dicken Betonschicht umgeben wird.

Nach Fertigstellung der ersten Hälfte und Zuschüttung des Kanalgrabens wird die zweite Hälfte in gleicher Weise ausgehoben und gesichert, wobei die Rohrkonstruktion in diese hineinragen muß. Zum Schutze der Rohrleitung soll über ihr eine Steinschüttung, die sich der Sohle des Gerinnes möglichst anpaßt, eingebracht werden. Bei geringer Wasserführung desselben kann man unter Umständen den Einbau des Dükers auch in einem Zuge durchführen und das Wasser in einer Rinne über den Kanalgraben führen, nur muß man auf eine eventuelle Hochwasserführung achten. Bei Flußdükern werden die Dükerrohre auch schwimmend in größeren Längen an Ort und Stelle gebracht und in den vorgebagerten Graben versenkt.

Die hydraulische Berechnung von Dükerrohren erfolgt wie die der übrigen Kanalleitungen nach der Formel

$$v = \frac{Q}{F} = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

Gegeben ist die Wassermenge Q , v wird mit 1 m/s angenommen; dann ist

$$F = \frac{Q}{v}, R = \frac{F}{U} \text{ und } J = \frac{v^2}{R \cdot c^2}$$

Daraus rechnet sich der Höhenunterschied zwischen der Sohle des Ein- und des Auslaufes mit $h = J \cdot l$, wobei für l die Gesamtlänge der Rohrleitung in der Rohrachse gemessen in Rechnung zu stellen ist. Man braucht zur Überwindung der Rohrreibung im Düker ein größeres Gefälle als in der laufenden Strecke und soll wegen gewisser Widerstände beim Eintritt, Austritt und an den Krümmungen die rechnermäßig sich ergebende Höhe h , namentlich bei kleineren Rohrdurchmessern, um etliche cm vergrößern.

Angenommen ein Düker soll eine maximale Schmutzwassermenge von $Q = 60$ l/s mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 m/s über eine Rohrlänge von $l = 20$ m abführen, die ihm von einer Steinzeugrohrleitung Durchmesser 30 cm mit 5‰ Gefälle zugeleitet wird und die auf zwei gleichkalibrige Rohre aufgeteilt werden soll. Nach der Kurve über die Schwankungen der Schmutzwassermenge kann das 24-Stunden-Mittel mit $60:1,72 = 35$ l/s angenommen werden. Zur Abfuhr dieser Wassermenge ist nach KUTTER ($m = 0,35$) ein Rohr von 20 cm Durchmesser erforderlich, das bei 17‰ Gefälle 35 l/s mit einer Geschwindigkeit

keit $v = 1,13$ m/s befördern kann. Die erforderliche Druckhöhe ist somit $h = 20 \times 0,017 = 0,34$ m, sicherheitshalber 38 cm. Das zweite Rohr von 20 cm Durchmesser muß die auf das Tagesmaximum fehlende Wassermenge von $60 - 35 = 25$ l/s abführen.

Schmutzwasserdüker müssen regelmäßig gereinigt werden. Man kann dazu Holzkugeln verwenden, die, etwas kleiner als der Rohrdurchmesser, durch den Druck des aufgestauten Wassers hindurch bewegt werden und die Schmutzstoffe vor sich her treiben. Man kann auch noch das Wasser durch Spülschieber aufstauen und durch Ziehen derselben einen Wasserschwall hervorrufen. Sehr wirksam ist die Reinigung durch den scharfen Wasserstrahl eines Hochdruckspülgerätes oder den Einsatz einer Pumpe.

29. Die Kanalbrücke

Bei Kreuzung von Wasserläufen gibt es außer der Herstellung eines Dükers noch die Möglichkeit des Baues einer Kanalbrücke. Man kann unter der Fahrbahn einer Straßenbrücke einen Kanal führen. Am besten eignet sich hierzu eine Stahlbeton-Brückenkonstruktion, in der das Kanalprofil aus armiertem Beton, allseitig mit einem Bitumenanstrich von der Brückenkonstruktion isoliert, eingebaut wird (Abbildung 66). Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Kanal unter einer Stahl-Brückenkonstruktion aus Flußstahlrohren herzustellen, nur muß man dann eine gute Wärmeisolierung, zum Beispiel mit Glaswolle oder

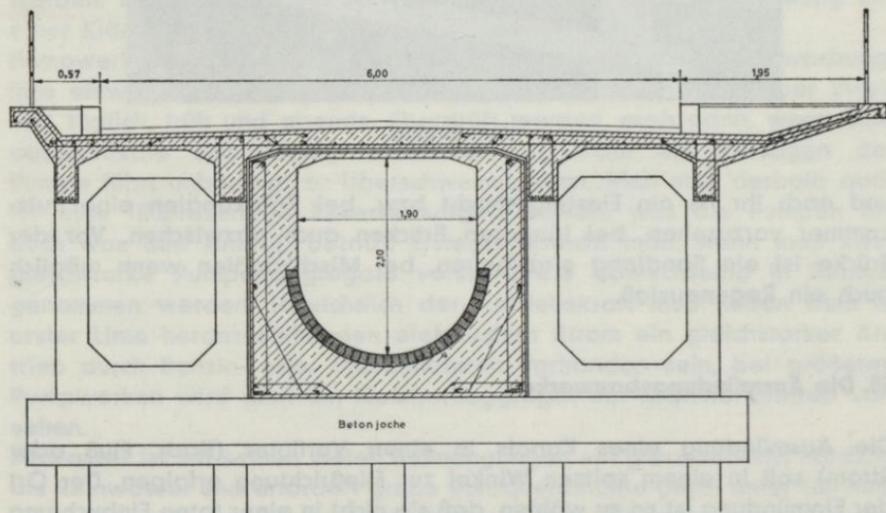


Abbildung 66: Kanalbrücke

anderen geeigneten Isolierungsmitteln, vorsehen, um der Gefahr des Einfrierens im Winter zu begegnen. Besondere Sorgfalt erfordert die Einbindung des Kanalprofils in beide Uferstrecken. Auf der Brücke muß ein Mindestgefälle gemäß Abschnitt 7 eingehalten werden, vor



Kanalbrücke

und nach ihr ist ein Einsteigschacht bzw. bei Rohrkanälen eine Putzkammer vorzusehen, bei längeren Brücken auch dazwischen. Vor der Brücke ist ein Sandfang einzubauen, bei Mischkanälen wenn möglich auch ein Regenauslaß.

30. Die Ausmündungsbauwerke

Die Ausmündung eines Kanals in einen Vorfluter (Bach, Fluß oder Strom) soll in einem spitzen Winkel zur Fließrichtung erfolgen. Der Ort der Einmündung ist so zu wählen, daß sie nicht in einer toten Einbuchtung des Ufers liegt und das Abwasser auch bei Niederwasserführung von

der Strömung erfaßt wird. Die gut befestigte Sohle der Ausmündung soll unter den niedersten Niederwasserspiegel gelegt werden. Man wird daher das Gefälle in der Ausmündungstrecke dementsprechend einrichten. Die anschließende Kanalstrecke darf jedoch nicht ständig unter Rückstau stehen. Das Ausmündungsbauwerk muß sich harmonisch in die Ausbildung der Ufer des Vorfluters (Ufermauer oder Böschung) einfügen, ohne hervorzuragen, und sich dieser bezüglich des verwendeten Mauerwerkes bzw. der Uferbefestigung anpassen.

31. Die Pumpwerke

Pumpwerke müssen in eine Kanalisierung eingeschaltet werden, wenn die Ableitung des Abwassers aus einem Entwässerungsgebiet zur Vorflut mit natürlichem Gefälle nicht möglich ist. Dies kann eintreten, wenn das Entwässerungsgebiet zu tief gelegen oder bei flacher Geländegestaltung zu weit von der Vorflut entfernt ist. Wenn es möglich ist, das anfallende Regenwasser zu versickern, dann kann man das in Frage stehende Gebiet nach dem Trennsystem kanalisieren, so daß nur das Schmutzwasser ganzjährig überzupumpen ist. Vielfach ist die Tätigkeit von Pumpwerken auf jene Zeiten im Jahre beschränkt, wo die Vorflut, ein Fluß oder Strom, Hochwasser führt. Da die Ufergebiete durch Dämme vor Überflutungen geschützt sind, müssen die Kanäle, die diese Dämme durchstoßen, in diesem Falle durch Hochwasserschieber abgesperrt und muß das Abwasser durch Pumpen in die Vorflut gedrückt werden. Eine Hebung des Abwassers wird auch oft in Verbindung mit einer Kläranlage erforderlich sein.

Pumpwerke bedürfen einer ständigen gewissenhaften Überwachung, ihre einwandfreie Funktion soll mindestens einmal, besser aber zweimal täglich, früh und abends, überprüft werden, auch dann, wenn eine automatische Einschaltung vorhanden ist. Denn ein Versagen der Pumpe führt unbedingt zu Überschwemmungen. Man muß deshalb auch für eine 100prozentige Reserve sorgen, sowohl was die Pumpen als auch was den Antrieb betrifft. Ersteres erreicht man, wenn man zwei gleichstarke Pumpenaggregate vorsieht, die abwechselnd in Betrieb genommen werden. Hinsichtlich der Antriebskraft muß neben dem in erster Linie heranzuziehenden elektrischen Strom ein gleichstarker Antrieb durch Benzin- oder Dieselmotoren vorhanden sein, bei größeren Pumpwerken wird man ein Notstromaggregat mit Kraftstoffantrieb vorsehen.

Abwasser ist mit seinen vielen Beimengungen ein ganz anderes Medium als Reinwasser und erfordert große Rohrquerschnitte (nicht unter 100 mm) und eine robuste Bauart der Pumpen. Der Fördermechanismus der Pumpe soll am besten so tief liegen, daß ein Ansaugen des Abwassers

vermieden wird, andernfalls muß dies auf pneumatischem Wege erfolgen. Die Förderleistung der Abwasserpumpen schwankt beträchtlich, sowohl was die Menge des Abwassers als auch was die Förderhöhe, die im übrigen zumeist nicht groß ist, betrifft. Sie errechnet sich nach

der Formel $N = \frac{Q \cdot H}{75} \text{ PS}$, wobei Q die Wassermenge in l/s und H die

Förderhöhe in m ist, die sich aus der statischen Druckhöhe und den Reibungsverlusten in der Pumpe und in den Leitungsrohren zusammensetzt. Bezeichnet man mit η den Wirkungsgrad der Pumpe, das heißt das Verhältnis der theoretischen zur tatsächlichen erforderlichen Leistung, so ergibt sich:

$$N = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \text{ PS oder, da } 1 \text{ PS} = 0,736 \text{ kW, } N = \frac{Q \cdot H \cdot 0,736}{75 \cdot \eta} \text{ kW.}$$

Seitens der Maschinenbauingenieure wird getrachtet, den Wirkungsgrad der Pumpen möglichst hoch, das heißt nahe an 1 heranzubringen und damit die Anlage möglichst wirtschaftlich zu gestalten. Vom Standpunkt der Kanalisation ist jedoch in erster Linie die Betriebssicherheit ausschlaggebend. Eine Pumpenanlage darf einfach nicht versagen.

Im nachfolgenden sollen die wichtigsten Arten von Abwasserpumpen besprochen werden. Anfänglich wurden hauptsächlich Kolbenpumpen verwendet, deren Wirkungsgrad mit 0,80 bis 0,85 hoch ist. In späterer Zeit dominieren die Kreiselpumpen, die einen geringen Raumbedarf haben, leichter aufzustellen sind und daher weniger Kosten verursachen. Außerdem kommt als Antriebskraft hierfür in erster Linie der elektrische Strom in Frage, wodurch eine direkte Schaltung ohne Riemenantrieb oder Vorgelege mit einem Drehstrom-Kurzschlußläufer-Motor möglich ist. Dadurch wird eine weitere stärkere Abminderung des Wirkungsgrades der Gesamtanlage vermieden. Wichtig ist die Sicherung der elektrischen Anlage gegen Überstrom, um das Durchbrennen der Motoren zu verhindern. Die früher viel verwendeten, zumeist hochgelagerten einfachen Zentrifugalpumpen (Abbildung 67)

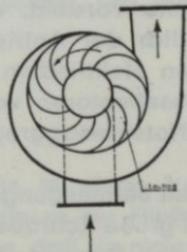
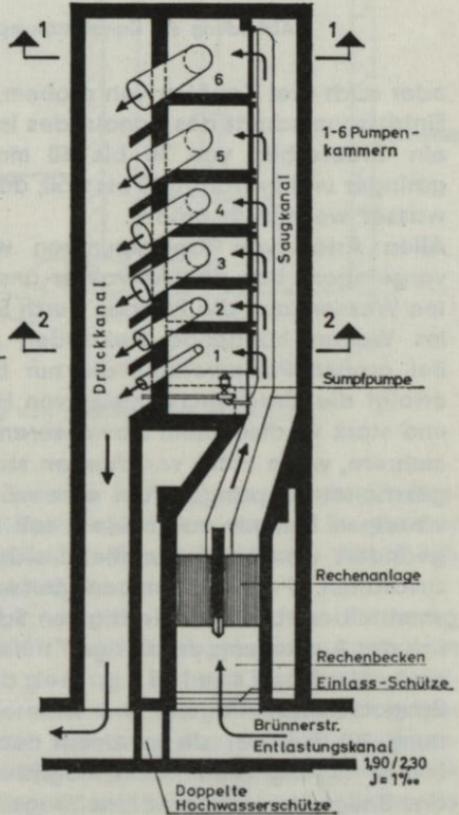
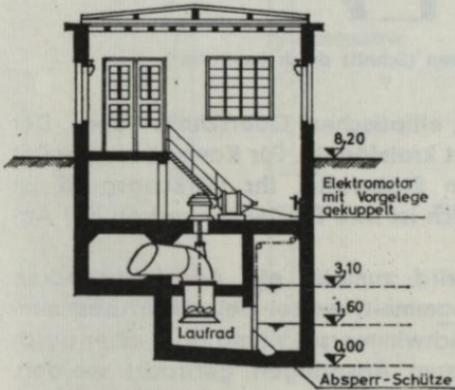


Abbildung 67: Zentrifugalpumpe

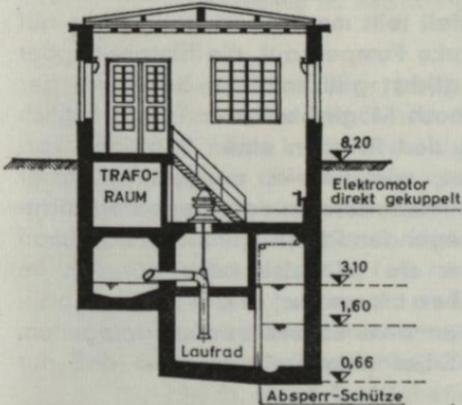
haben ein vertikal stehendes Laufrad, das von der Flüssigkeit radial durchflossen wird. Bei Hochlagerung wird die Flüssigkeit mit einer Luftpumpe angesaugt. Das Laufrad der robusteren Propellerpumpen (Abbildung 68) wird dagegen so tief gelegt, daß es auch beim niedrigsten Wasserstand eintaucht, es liegt horizontal und wird axial durchströmt. Der Wirkungsgrad beider Pumpenarten schwankt von 0,65 bis etwa 0,80. Diese Pumpen müssen durch eine Rechenanlage mit einer Stabentfernung von 15 bis 25 mm geschützt werden, um Sperrstoffe von den Pumpen fernzuhalten.

SCHNITT 1-1

GRUNDRISS



SCHNITT 2-2



Leistung der Pumpen:	Pumpe 1	.....	200 l/sec.
	Pumpe 2	.....	600 l/sec.
	Pumpe 3, 4 je	.....	1200 l/sec.
	(geplant) Pumpe 5, 6 je	.....	2200 l/sec.

Abbildung 68: Pumpwerk mit Propellerpumpen (Hochwasserpumpwerk Wien XXI)

Die speziell für die Förderung von Abwasser konstruierten sogenannten Kanalradpumpen (Abbildung 69) sind tiefgelagerte Kreiselpumpen, die an Stelle eines Schaufelrades einen Läufer mit ein, zwei

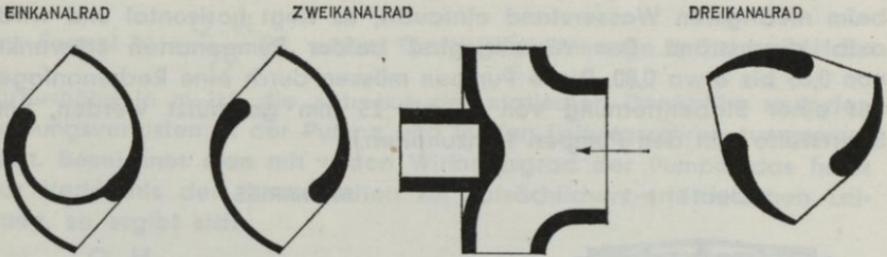


Abbildung 69: Kanalradpumpen (Schnitt durch Laufräder)

oder auch drei Kanälen von großem, elliptischem Querschnitt haben. Der Eintrittsquerschnitt des Kanalrades ist kreisförmig. Für Kanalräder genügt ein Grobrechen von 30 bis 60 mm Stabweite. Ihr Wirkungsgrad ist geringer und beträgt 0,40 bis 0,50, doch ist ihre Betriebssicherheit bei Abwasser wesentlich größer.

Allen Arten von Kreiselpumpen wird zumeist ein Ausgleichsbecken vorgelagert, das das Abwasser ansammelt, wobei bei einem bestimmten Wasserstand die Pumpen durch Schwimmerschaltung oder aber durch ins Wasser hängende Elektroden zum Anspringen gebracht werden. Bei großen Pumpwerken, die nur bei Hochwasser in Tätigkeit treten, erfolgt die Einschaltung meist von Hand aus. Bei großen Fördermengen und stark wechselndem Abwasseranfall teilt man die Förderleistung auf mehrere, wenn nötig verschieden starke Pumpen auf, die hintereinander geschaltet anspringen. Um eine möglichst gleichmäßige Belastung der einzelnen Pumpen zu erzielen, soll nach Möglichkeit der Turnus täglich geändert werden. Es empfiehlt sich, den Pumpen einen Sandfang vorzuschalten. Propellerpumpen müssen, wie bereits ausgeführt, immer unmittelbar über dem niedrigsten Schmutzwasserspiegel liegen. Hinsichtlich der Aufstellung der übrigen tiefliegenden Pumpen unterscheidet man eine Naßaufstellung, bei der sie teilweise oder gänzlich im Schmutzwasser liegen, und eine Trockenaufstellung (Abbildung 70), bei der sie in einem neben dem Sammelbecken gelegenen, immer zugänglichen Raum möglichst tief aufgestellt sind, so daß nur das Saugrohr in ersteres hineinragt.

Die einfachen, von Hand aus zu reinigenden Rechen aus Stahlstäben erhalten eine Neigung von 1 : 3. Für große Pumpanlagen verwendet man Rechenfelder von großer Breite (z. B. 1,80 m und mehr), die eine Neigung bis zu 3:1 erhalten und maschinell entweder durch zahlreiche Kämme gereinigt werden, die in die Stabentfernungen eingreifen und an einer

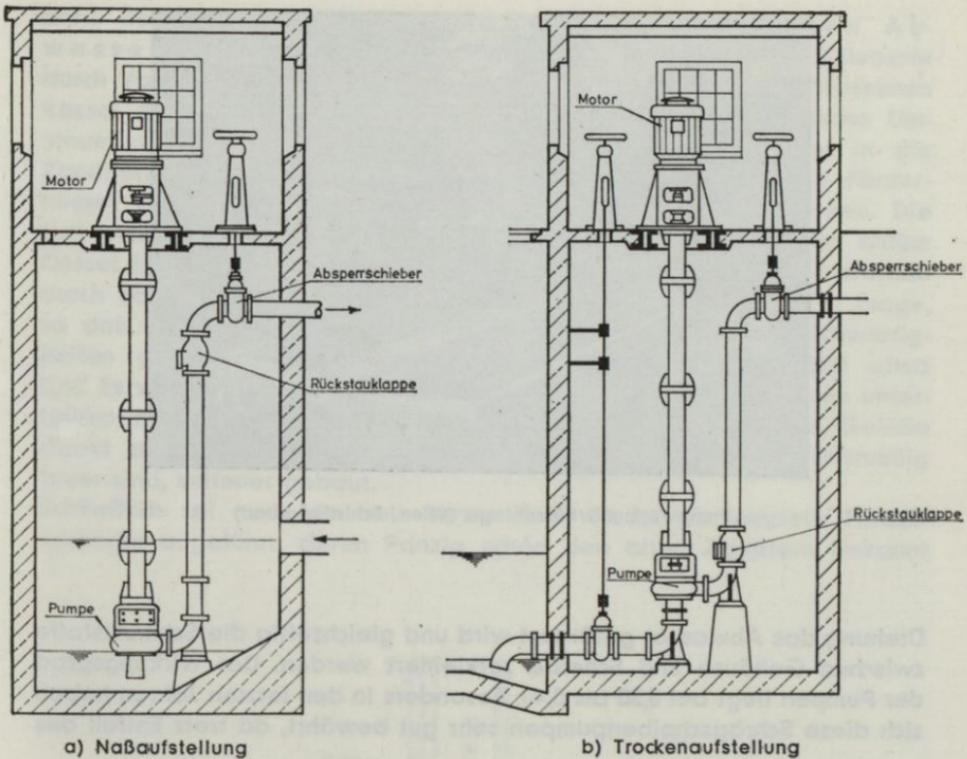
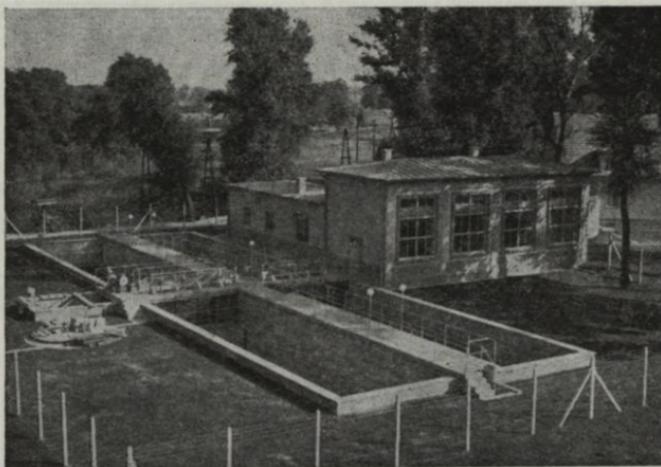


Abbildung 70: Aufstellung von tiefliegenden Pumpen

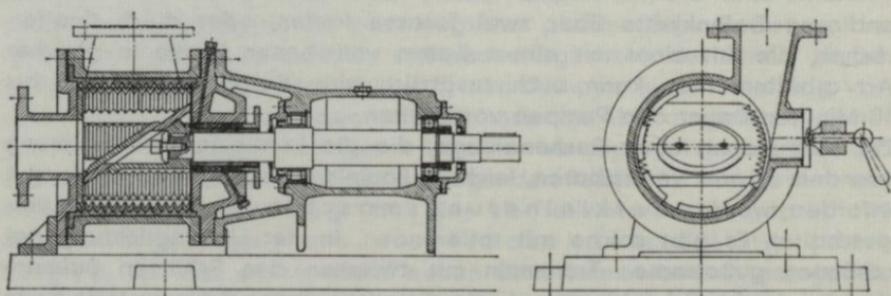
endlosen Gelenkkette über zwei Turasse laufen, oder durch Greifer-rechen, die mit einer mit einem Kamm versehenen Harke in gleicher Art arbeiten. Man kann auch zusätzlich eine Kurzklärung von 5 bis 10 Minuten Dauer den Pumpen vorschalten.

Zur Vermeidung einer Rechenanlage, die die kontinuierliche Räumung von dem schwer verrottbaren, leicht in Fäulnis übergehenden Rechengut erfordert, werden Zerkleinerungsmaschinen den Pumpen vorgeschaltet. Es gibt solche mit rotierenden, in der Umfangrichtung geschlitzten gußeisernen Trommeln mit zwischen den Schlitzen aufmontierten scharfen Schneidezähnen, die die mitgeführten Schmutzstoffe beim Durchgang durch einen feststehenden Kamm zerreißen, so daß sie ins Innere der Trommel gespült werden, und den messerlosen Rotor-Zerkleinerer, System Passavant, der das Rechengut durch rotierende Hämmer zerkleinert. Neuerdings gibt es die sogenannten Schrägscheibenpumpen der Fa. Hoelscher, Berlin, Herne und Wien, die lediglich eine schräggestellte gezahnte Scheibe aufweisen, durch deren



Pumpwerk mit Kläranlage (Wien, Schirlinggrund)

Drehung das Abwasser gefördert wird und gleichzeitig die Schmutzstoffe zwischen Gehäuse und Scheibe zerkleinert werden. Der Wirkungsgrad der Pumpen liegt bei 0,30 bis 0,40. Besonders in den letzten Jahren haben sich diese Schrägscheibenpumpen sehr gut bewährt, da trotz Entfall des



Schrägscheibenpumpe GORATOR, Type ZZQGH

Rechen eine absolute Betriebssicherheit auch bei kleinen und mittleren Wassermengen erreicht wird.

Eine sichere geruchlose Förderung von jedem Abwasser garantieren

ohne Rechenanlage die automatisch-pneumatischen Abwasserhebeanlagen (Abbildung 71), in denen das Abwasser durch Vakuum aus einem Pumpensumpf in einen luftdicht geschlossenen Kessel gesaugt und nach dessen Vollfüllung durch automatische Umsteuerung des Kompressors mittels Preßluft aus dem Kessel in die Kanalleitung gedrückt wird. Bei großen Anlagen sind zwei Förderkessel vorhanden, die abwechselnd gefüllt und entleert werden. Die Luft ersetzt hier sozusagen den Pumpenkolben. Sie wird von einem Kessel in den anderen gedrückt, sie tritt nie aus, Luftverluste werden durch Schnüffelventile ersetzt. Es kommen nur Klappenventile in Frage, so daß die im Wasser enthaltenen Verunreinigungen ohne Schwierigkeiten gefördert werden können. Der Wirkungsgrad beträgt etwa 0,40. Es werden auch kleinere Anlagen gebaut, die mit nur einem unterteilten Kessel arbeiten, dem das Abwasser mit natürlichem Gefälle direkt zuläuft. Diese Anlagen werden heute, da sie verhältnismäßig teuer sind, seltener gebaut.

Schließlich sei noch die seit kurzer Zeit wieder verwendete Förderschnecke angeführt, deren Prinzip schon den alten Ägyptern bekannt

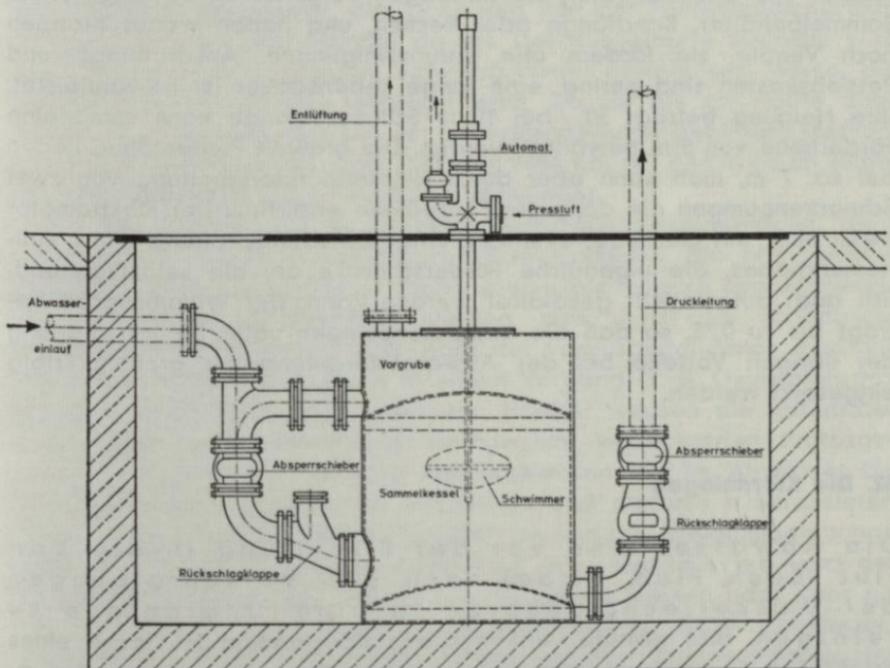


Abbildung 71: Automatisch-pneumatisches Pumpwerk

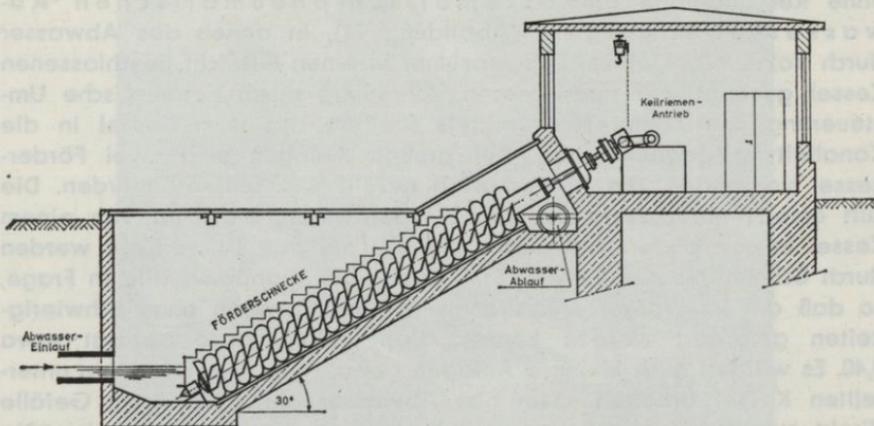


Abbildung 72: Schneckenpumpwerk

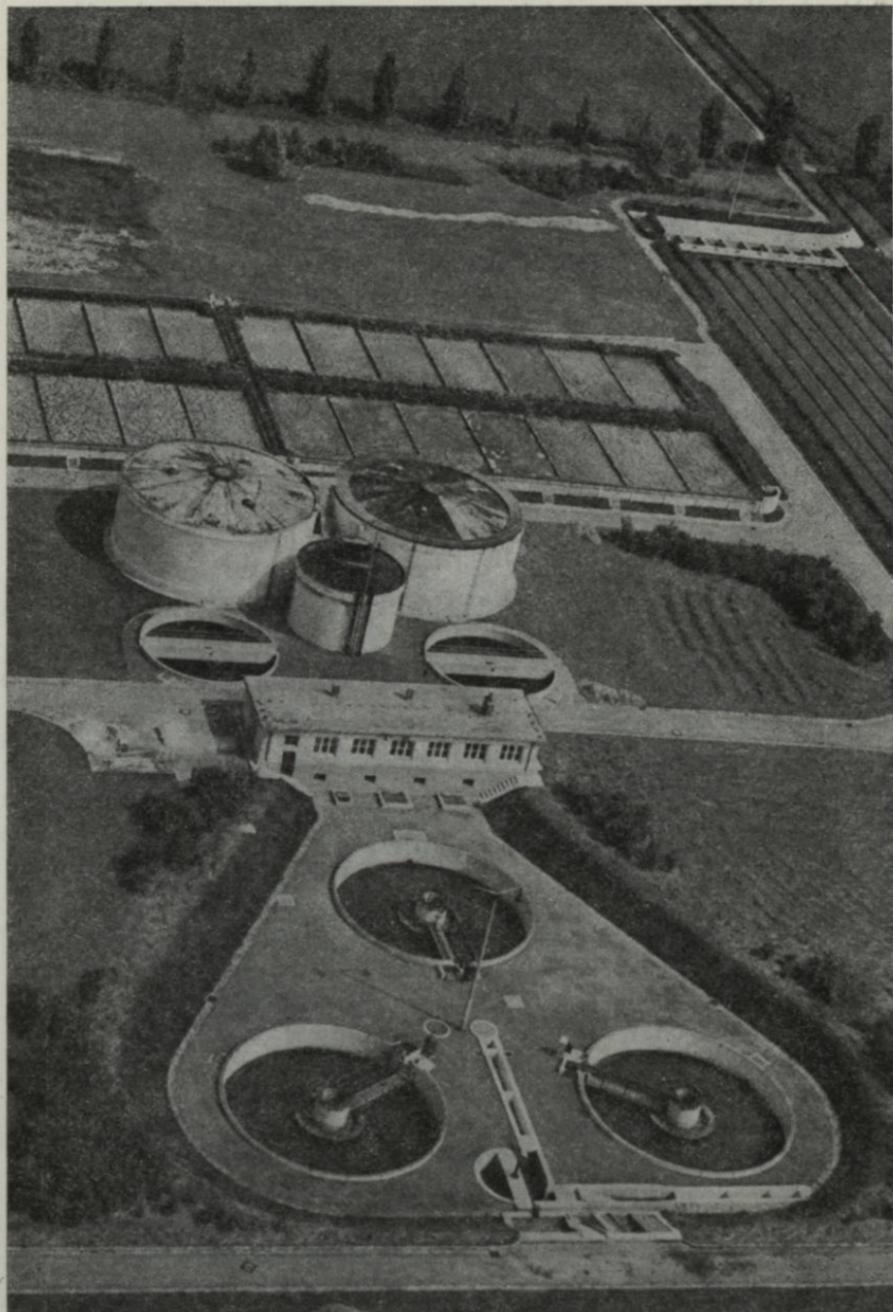
war und die von ihnen zu Bewässerungszwecken verwendet wurde. Schneckenpumpwerke (Abbildung 72) sind besonders unempfindlich und betriebssicher, sie benötigen keinerlei Vorkehrungen, wie Sammelbehälter, Sandfänge oder Rechen, und haben weder Klappen noch Ventile, sie fördern alle Verunreinigungen. Anschaffungs- und Betriebskosten sind gering, eine lange Lebensdauer ist gewährleistet. Ihre Neigung beträgt 30° , bei 10 m Schneckenlänge kann somit eine Förderhöhe von 5 m bewältigt werden. Die größten Förderhöhen liegen bei ca. 7 m, man kann aber durch Hintereinanderschaltung von zwei Schneckenpumpen die doppelte Förderhöhe erreichen. Der Elektromotor treibt über ein Getriebe, eventuell unter Zwischenschaltung eines Keilriementriebes, die eigentliche Förderschnecke an, die selbstverständlich auch automatisch geschaltet werden kann. Der Wirkungsgrad beträgt bis zu 0,75, so daß die Schneckenpumpen unter Berücksichtigung der übrigen Vorteile bei der Abwasserförderung mit großem Erfolg eingesetzt werden.

32. Die Kläranlagen

Die Abwässer sind vor der Einleitung in die Vorflut (Bach, Fluß, Strom) nach den Vorschriften der Wasserrechtsbehörde in einer Kläranlage zu reinigen. Ihre richtige, wirkungsvolle Konstruktion ist Sache eines erfahrenen Fachmannes, der sich über die Zusammensetzung des zu klärenden Abwassers wie über die Beschaffenheit des zur Verfügung

stehenden Vorfluters genau informieren muß. Prinzip ist, daß das Abwasser so weit gereinigt wird, als es der vorliegende Zustand der Vorflut verlangt. Ist ein stark wasserführender, noch unbelasteter oder doch wenig belasteter Vorfluter vorhanden, dann kann man es zunächst bei einer mechanischen Klärung bewenden lassen, doch soll man für eine später notwendig werdende biologische Reinigung vorsorgen. Bei einer mechanischen Klärung werden die Sinkstoffe und der größte Teil der Schwimmstoffe in Absetzanlagen im beruhigten Abwasser ausgeschieden, es erfolgt eine Entschlammung. Das Abwasser wird zwar klarer, der Abfluß bleibt jedoch immer noch faulfähig, meist auch faulig. In zweistündiger Absetzzeit können rund 70 Prozent der Gesamtschwebstoffe, als „absetzbare Schwebstoffe“ bezeichnet, ausgeschieden werden. Eine längere Absetzzeit ist unwirtschaftlich und daher nicht vertretbar. Die Absetzanlagen können als rechteckige oder runde, flache oder tiefe Becken, bei runder Form auch als Brunnen (Emscher-Brunnen) ausgeführt werden. Es hängt dies vielfach von der Geländegestaltung und dem Grundwasserstand ab. Vorgesaltet wird eine Rechenanlage mit Spaltweite von 20 bis 40 mm (eventuell eine Rechengutzerkleinerungsmaschine) und ein Sandfang. Die abgesetzten organischen Schlammstoffe werden in den Faulräumen der Absetzanlagen oder in eigenen meist beheizten Faultürmen der anaeroben Fäulnis (alkalische Gärung) ausgesetzt, die, abhängig von der Faulraumtemperatur, 20 Tage bis etwa drei Monate dauert. Der ausgefaulte Schlamm wird dann zu einer gleichmäßigen, schwarzbraunen geruchlosen Masse, die auf Schlamm-trockenplätze gebracht wird, wo sie bis zur Hälfte ihres Volumens austrocknet. Das bei der anaeroben Fäulnis gebildete Methan-gas hat einen hohen Heizwert (7000 bis 8000 Kal/m³) und wird im allgemeinen zur Beheizung der Faulräume verwendet.

Besitzt der Vorfluter ein zu geringes Selbstreinigungsvermögen, dann müssen auch die nicht absetzbaren Schwebstoffe, die halbgelösten Stoffe (Kolloide) und gelösten Stoffe soweit als möglich ausgeschieden bzw. abgebaut (mineralisiert) werden, was durch die sogenannte biologische Reinigung nach der vorausgegangenen mechanischen Reinigung oder vielfach in einem Vorgang (z. B. Oxydationsgraben, Totakkläranlage usw.) geschieht. Hierbei werden die natürlichen Vorgänge im fließenden Wasser nachgeahmt, wo Bakterien, Protozoen sowie pflanzliche und tierische Kleinlebewesen die im Abwasser befindlichen Stoffe als Nahrung aufnehmen und dadurch mineralisieren. Hierbei wird hauptsächlich das Tropfkörper- und das Schlammbelebungsverfahren angewendet. Beim Tropfkörperverfahren wird den Mikroorganismen ein aus Schlacke, wetterfesten Steinen oder Koks geschütteter, meist runder Körper von ausreichender Höhe (mindestens 2 m, besser 3 bis 4 m) als Siedlungsraum geboten, dessen Brocken eine möglichst große, rauhe Oberfläche haben sollen, über die das Abwasser,



Wien-Inzersdorf: Kläranlage Gelbe Heide

gleichmäßig verteilt, langsam abtropft. Besonders wichtig ist, daß die Luft ständig durch den Tropfkörper streicht. An seinem Boden wird das gereinigte Abwasser in Rinnen gesammelt und abgeleitet (Abb. 73). Beim Schlammbelebungsverfahren ist der im Abwasser

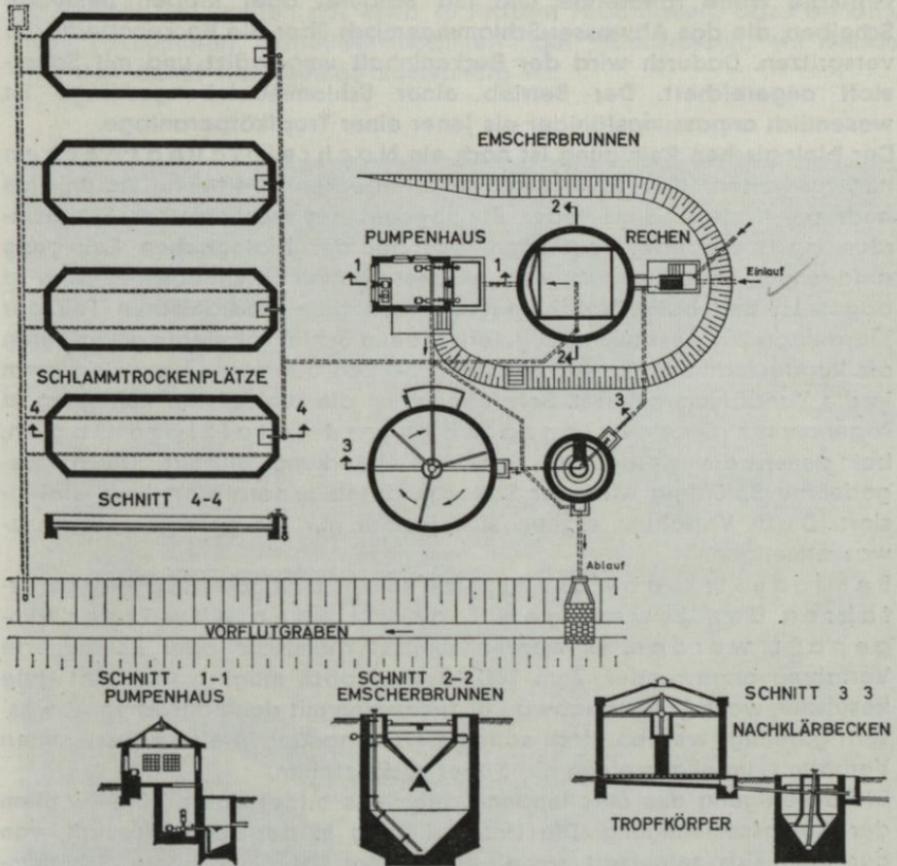


Abbildung 73: Mechanisch-biologische Kläranlage

schwebende geballte Schlamm, der durch reichliche Luftzufuhr aus Oberflächenbelüftung oder durch Druckluft in Schwebelage gehalten wird, Träger der Bakterien, wobei der in der Luft enthaltene Sauerstoff die Lebensfähigkeit derselben anregt und erhält. Das Einblasen der durch Gebläse erzeugten Druckluft erfolgt zu ihrer möglichst gleichmäßigen Verteilung in den langgestreckten Becken durch Filterplatten oder gelochte Rohre. Bei Verwendung von Belüftungsbürsten (Kessenerbürsten), das sind große, mit Stahlprofilen versehene, walzenförmige Bürsten, die zum Teil aus

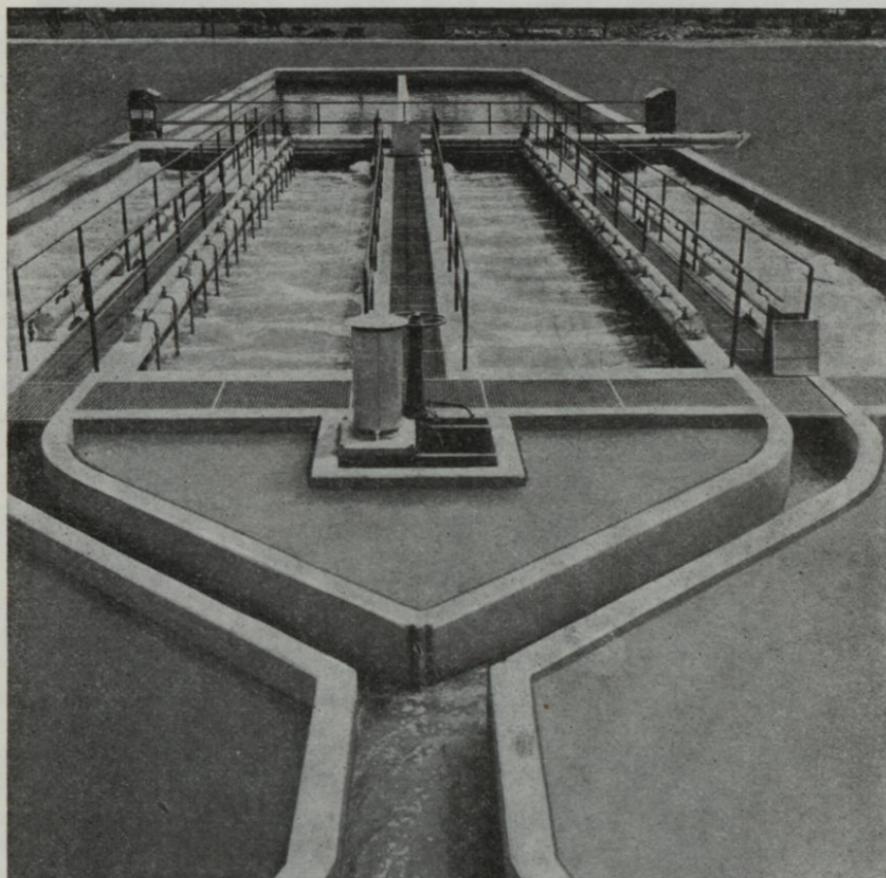
dem Wasser ragen, wird durch ihre Drehung das Wasser in Bewegung gebracht und dadurch mit Sauerstoff angereichert. Sie werden zum Teil mit einer Prallhaube (Abdeckhaube) überdeckt. Weitere Oberflächenbelüfter sind die sogenannten Belüftungskreisel, das sind um eine vertikale Welle rotierende und mit Schaufel oder Rippen bestückte Scheiben, die das Abwasser-Schlammgemisch über die Beckenoberfläche verspritzen. Dadurch wird der Beckeninhalte umgewälzt und mit Sauerstoff angereichert. Der Betrieb einer Schlammbelebungsanlage ist wesentlich anpassungsfähiger als jener einer Tropfkörperanlage.

Der biologischen Reinigung ist noch ein Nachreinigungsbecken nachzuschalten, das sowohl als Trichterbecken (Dortmundbecken) als auch als flaches Längs- oder Rundbecken mit mechanischer Schlammräumung ausgebildet sein kann. Der bei der biologischen Reinigung anfallende Schlamm aus den abgestorbenen Kleinlebewesen wird abgesetzt und beim Tropfkörperverfahren dem mechanischen Teil der Kläranlage zur Ausfällung zugeleitet, beim Schlammbelebungsverfahren als Rücklaufschlamm in das Belüftungsbecken oder als Überflussschlamm in die Vorklärung geleitet. Sehr einfach ist die biologische Reinigung in sogenannten Oxydationsgräben und Totalkläranlagen, bei denen die gesonderte Schlammbehandlung entfällt. Durch ausgedehnte Belüftung wird der Schlamm aerob mineralisiert bzw. stabilisiert. Diese Verfahren eignen sich jedoch nur für geringere Schmutzwassermengen.

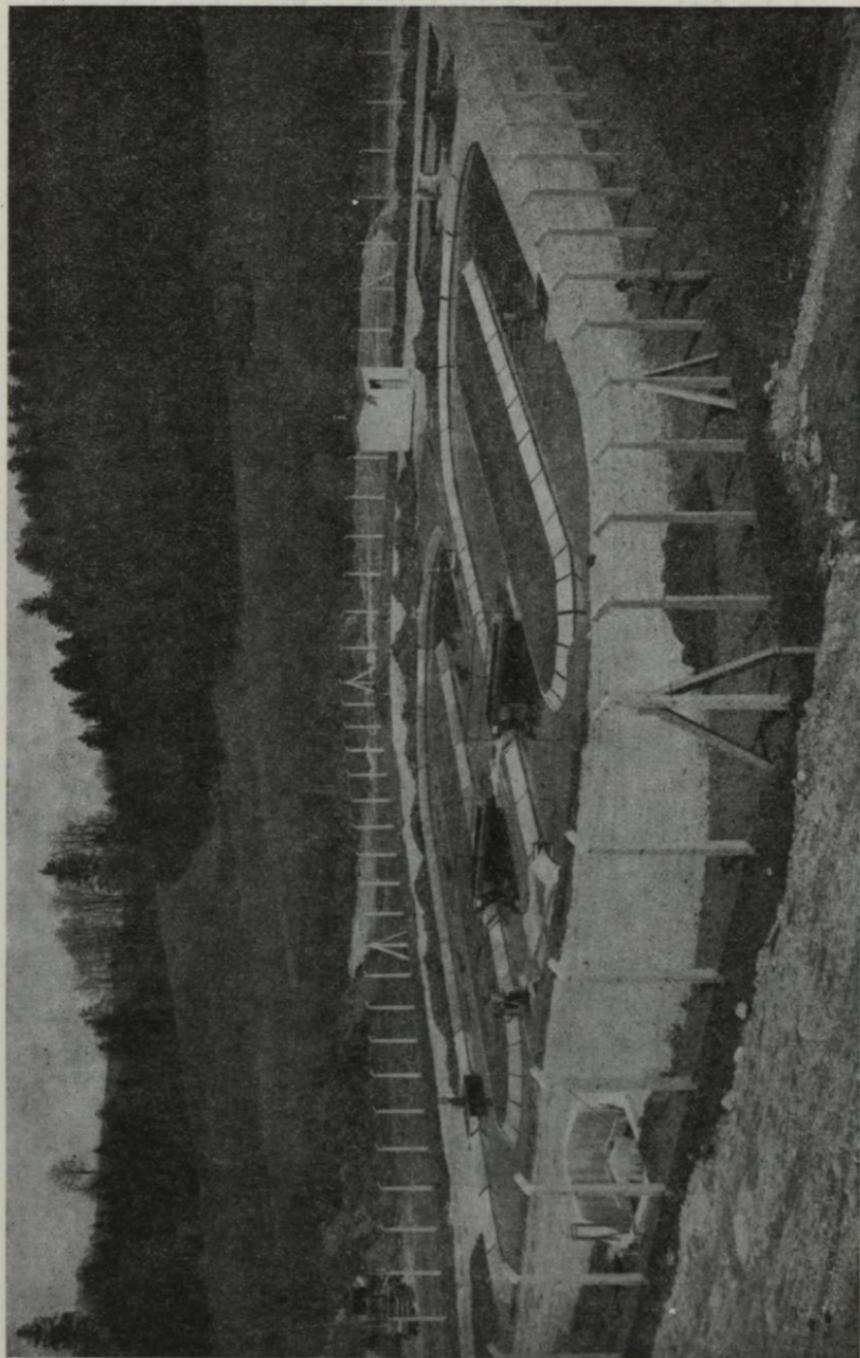
Bei Industrieabwässern müssen die Reinigungsverfahren der jeweiligen Eigenart der Abwässer angepaßt werden. Es werden zumeist chemische oder kombinierte Verfahren angewendet. Zum Teil ist es jedoch möglich und gibt gute Resultate, wenn Industrieabwässer zusammen mit den häuslichen Abwässern gereinigt werden, doch sollen sie zueinander in einem bestimmten Verhältnis, im allgemeinen nicht über 40:60, stehen.

Die Beseitigung des anfallenden Schlammes bildet das größte Problem der Abwasserreinigung. Die Unterbringung in der Landwirtschaft, von der man sich seinerzeit soviel erhofft hat, ist für größere Schlamm-mengen heute aus verschiedenen Gründen überholt. Unangenehme Konsistenz des Schlammes, zunehmende Anreicherung mit boden- und pflanzenschädlichen Stoffen, vor allem in Gebieten mit starkem Anteil an Industrieabwässern, das Vorhandensein von Pflanzensamen (z. B. von Paradeisern [Tomaten]), pathogenen Keimen und Wurmeiern, die den Klärprozeß vielfach ungeschädigt passieren, haben dazu geführt, daß die Landwirtschaft die Aufbringung selbst von ausgefautem Schlamm wie auch die Verrieselung oder Versprühung von Abwasser auf ihren Feldern ablehnt, welcher letzterer Vorgang im übrigen aus hygienischen Gründen sehr bedenklich ist. Insbesondere unangenehm sind Mineralölrückstände, von denen immer mehr ins Abwasser gelan-

gen und den Schlamm zur landwirtschaftlichen Verwertung unbrauchbar machen. Als Ausweg aus dieser prekären Situation verbleibt nur noch, den Schlamm mit Hausmüll zusammen unter Heißvergärung zu kompostieren oder aber ihn zu verbrennen. In beiden Fällen ist eine weitgehende Schlammmentwässerung erforderlich, im ersteren Fall bis auf 60 Prozent, im zweiten auf etwa 40 Prozent Feuchtigkeit. Dazu benötigt man Vakuumfilter, Schleudermaschinen oder Filterpressen, ein Verfahren, das daher naturgemäß kostspielig ist.



Belüftungsbecken einer Schlammbelebungsanlage



Lenzing, OÖ., Chemiefaser Lenzing; Doppeloxydationsgraben

D. Schriftliche Ausfertigungen

33. Das Leistungsverzeichnis

Als Unterlage zur Einholung von Anboten auf die Baumeisterarbeiten benötigt man ein **Leistungsverzeichnis**. Je genauer dieses verfaßt wird, desto weniger Schwierigkeiten und Ärger hat man bei der Ausführung der Bauarbeiten. Der Wunschtraum aller Bauherren ist eine möglichst einfache Abrechnung mit dem Bauunternehmer. Aber gerade beim Kanalbau ist dies schwer möglich, weil allzu viele unbekannte Faktoren vorhanden sind; in den Boden kann man eben nicht hineinschauen. Selbst wenn man Bodenproben nimmt, was besonders bei großen Bauvorhaben wie Pumpwerken oder Kläranlagen unbedingt nötig ist, oder die Erfahrungen von benachbarten, fertiggestellten Straßenkanälen bzw. sonstige Aufschlüsse verwertet, verbleibt noch immer ein hohes Maß an Unsicherheit. Dem kann man am besten begegnen, wenn man für alle bei Kanalbauten zu erwartende Arbeiten, eventuell auch nur schätzungsweise, Maße einsetzt, sei es auch nur, um darauf aufmerksam zu machen und, im Falle sie tatsächlich durchgeführt werden müssen, Preise zur Verfügung zu haben. Regiearbeiten, das sind Arbeiten, die nach geleisteten Stunden verrechnet werden, sind kostspielig, und ein nachträgliches Festsetzen von Preisen unter dem Drucke der eingetretenen Notwendigkeit gibt leicht Anlaß zu Streitigkeiten zwischen Bauherren und Bauunternehmern. Aus den angeführten Gründen ist daher auch entschieden abzuraten, einen Kanalbau, selbst wenn er im unberührten Boden durchgeführt wird, nach dem Laufmeter zu vergeben. Die Unsicherheit ist zu groß. Entweder der Unternehmer muß die Risiken einkalkulieren und die Preise dementsprechend hoch erstellen oder er muß gewärtigen, daß er Verluste erleidet. Nachdem er dies sicher nicht hinnehmen wird und man es ihm auch nicht zumuten kann, sind dann Nachtragsforderungen unvermeidlich. Die öffentlichen Körperschaften haben zumeist ihre technischen Vorschriften für Kanalbauten samt den zugehörigen Normblättern, nach denen die Leistungen ausgeschrieben werden. In Ermangelung dessen müssen die Leistungsposten genau beschrieben werden. In einem Kostenvoranschlag muß der Bauunternehmer die Einheitspreise getrennt nach Arbeit und Sonstiges sowie die sich daraus ergebenden Beträge und die Gesamtkosten der Baumeisterarbeiten ausweisen. Anschließend ist der Zuschlag für Regiearbeiten anzubieten. Man kann auch das Leistungsverzeichnis mit dem Kostenvoranschlag kombinieren. Der Bauherr kann sich die Beistellung gewisser Baumaterialien, wie Zement, Keramikwaren, Stahlerzeugnisse, Betonrohre u. ä., vorbehalten, weil er sie im großen billiger beschaffen kann. Nachstehend ist das Muster eines Leistungsverzeichnisses abgedruckt, wie es bei der Stadt Wien Verwendung findet.

Muster eines Leistungsverzeichnisses über Baumeisterarbeiten für Kanäle

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	1
1—3		I. Baustellenregie	
		Baustelleneinrichtung, Baustellenräumung und sonstige einmalige Gemeinkosten, Pauschale.	
4	.....	Monate Gerätebeistellung, Pauschale je Monat.	
		II. Erdarbeiten	
		A. Erdaushub und Mauerwerkabbruch.	
		Vor b e m e r k u n g : In den angebotenen Preisen ist inbegriffen: Aufbrechen der Straßendecke bis ... cm Tiefe ohne Rücksicht auf die Art der Befestigung, die Herstellung des Erdaushubes, die erforderliche waagrechte oder senkrechte Pölung mit mindestens 4 cm dicken Pölpfosten einschließlich der Beigabe des Pölzholzes, die seitliche Lagerung des Aushubmaterials bis zur Verführung oder Wiederverwendung zur Zuschüttung, wobei Muttererde und das Material der Straßendecke getrennt vom übrigen Aushub zu lagern sind, alle Vorkehrungen zur Freihaltung und Sicherung des Verkehrs, die Bewachung der Baustelle, ihre Beleuchtung zur Nachtzeit, alles entsprechend den „Technischen Vorschriften für die Ausführung von Kanalbauten“, in der Folge kurz mit T. V. bezeichnet. Die Bezeichnung der Bodenart entspricht der ÖNORM B 2205.	
5	..... m ³	Muttererde abheben und getrennt vom übrigen Aushub in einer Entfernung bis zu 50 m lagern.	
6	..... m ³	Abgrabung im Gelände im Stichboden, sonst wie unter Vorbemerkung beschrieben.	
7	..... m ³	Erdaushub im Stichboden vom Gelände bis zu 2 m Aushubtiefe, sonst wie vor.	
8	..... m ³	Erdaushub im Stichboden vom Gelände bis zu 4 m Aushubtiefe, sonst wie vor.	
9	..... m ³	Erdaushub im Stichboden vom Gelände bis zu 6 m Aushubtiefe, sonst wie vor.	
10	..... m ³	Erdaushub im Stichboden vom Gelände bis zu ... Aushubtiefe, sonst wie vor.	
11	..... m ³	Erdaushub im Hackboden, Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
12	..... m ³	Erdaushub im Schrämboden, Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
13	..... m ³	leichten Fels mit pneumatischen Werkzeugen lösen, Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
14	..... m ³	schweren Fels durch Sprengen lösen, Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
15	..... m ³	Erdaushub im Schöpfboden samt der erforderlichen Abdichtung und Verstärkung der Pölung, jedoch ohne Verwendung	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	2
		von Kanaldielen oder Spundwänden. Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
16	..... m ³	Erdaushub in Grundwasser führenden Schichten. Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10 für erschwerte, vom Arbeiter im Wasser durchgeführte Arbeit, soweit nicht Post 15 zur Anwendung gelangt.	
17	..... m ³	Im Kanalgraben angetroffenes Betonmauerwerk abbrechen. Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
18		Im Kanalgraben angetroffenes Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk abbrechen und das Material seitlich in Figuren schichten. Aufzahlung auf die Preise der Posten 6 bis 10.	
a	..... m ³	bei Verwendung von Krampen und Schaufel.	
b	..... m ³	bei Verwendung von Meißel und Schlegel oder von pneumatischen Werkzeugen.	
		B. Gewinnung von Sand und Schotter aus dem Aushubmaterial.	
19	..... m ³	gewonnenes Aushubmaterial durch Sandgitter werfen und mit den verwendbaren Bestandteilen meßbare Figuren herstellen. Die Materialmenge wird vor dem Durchwerfen gemessen. Anmerkung: Für den zur Beton- und Mörtelbereitung aus dem Aushubmaterial gewonnenen, im aufgelockerten Zustand gemessenen Sand oder Schotter zahlt der Auftragnehmer dem Auftraggeber 50 Prozent des ortsüblichen Preises. Eine Zwischenverföhrung zur Verwendungsstelle wird nicht besonders vergütet. Bei Annahme einer 25prozentigen Auflockerung ($\frac{5}{4}$ m ³) wird die verwendete Menge mit $\frac{4}{5}$ ihres Rauminhaltes $\left(\frac{5}{4} \cdot \frac{4}{5} = 1\right)$ von der Menge des verdrängten und zu verföhrnden Materials abgezogen.	
		C. Verföhrung des verdrängten Aushubmaterials.	
		Vorbemerkung: Die Verföhrungsmenge wird in gewachsenem Zustand ohne Berücksichtigung der Auflockerung bestimmt.	
20		Baustellenverföhrung des Aushubmaterials mit Schiebtruhcn oder Handkarren samt Auf- und Abladen und je einmaligem Schaufelwurf	
a	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 25 m	
b	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 50 m	
c	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 75 m	
		Für weitere Entfernungen wird für je angefangene 25 m die Differenz zwischen dem Verföhrungspreis für 50 und 75 m als Aufzahlung auf den Verföhrungspreis für 75 m vergütet.	
21		Baustellenverföhrung des Aushubmaterials mit anderen Fördermitteln samt Auf- und Abladen und je einmaligem Schaufelwurf	
a	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 100 m	
b	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 200 m	
c	..... m ³	auf eine Schwerpunktentfernung bis 300 m	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	3
		Für weitere Entfernungen wird für je angefangene 100 m die Differenz zwischen dem Verführungspreis für 200 und 300 m als Aufzahlung auf den Verführungspreis für 300 m bis zum Höchstbetrag des Preises für die Fernverführung (Post 22) vergütet.	
22	..... m ³	Fernverführung des zufolge der Posten 6 bis 10 gewonnenen, verdrängten Aushubmaterials auf vom Auftragnehmer beizustellende Abladeplätze samt Auf- und Abladen.	
23	..... m ³	Verführung von Aushubmaterial aus Grundwasser führenden Schichten, wenn es in nassem Zustand verführt werden muß. Aufzahlung auf die Preise der Posten 20 bis 22.	
		D. Zuschüttung	
24	..... m ³	Zuschüttung mit vorhandenem Erdreich bei Handstampfung in höchstens 20 cm, bei maschineller Stampfung in höchstens 30 cm hohen Schichten unter guter Verdichtung, Lösen des seitlich gelagerten Erdreiches samt ein- bis zweimaligem Schaufelwurf, vorläufige Wiederherstellung der Straßendecke.	
25	..... m ³	Seitlich gelagerte Muttererde aus einer Entfernung von höchstens 50 m zuführen und ausebnen.	
		E. Trockenhaltung der Baugrube	
		Für die Beistellung und Instandhaltung von Handpumpen samt Zubehör und die erforderliche Gerüstung und Aufsicht wird keine besondere Vergütung geleistet. Für das Pumpen selbst werden die aufgewendeten Hilfsarbeiterstunden als Regiearbeit vergütet.	
26		Wasserhaltung mit Motorpumpen. In den angebotenen Preisen ist inbegriffen: Die Beistellung der Pumpen und Motoren samt Zubehör, der Zu- und Abtransport, das Auf- und Abmontieren der Pumpen und Motoren, die Beistellung der erforderlichen Gerüstung und des Treibstoffes sowie die Bedienung, Instandhaltung und Aufsicht. Die Verrechnung erfolgt nach tatsächlich geleisteten Betriebsstunden bei Tag oder Nacht, an Werk-, Sonn- oder Feiertagen.	
a	.....	Stunden Pumpenleistung 1 bis 3 PS	
b	.....	Stunden Pumpenleistung 3 bis 5 PS	
c	.....	Stunden Pumpenleistung 5 bis 10 PS	
		Anmerkung: Die Pumpenleistung wird durch Messung der geförderten Wassermenge und der Förderhöhe, unter Annahme eines Gesamtwirkungsgrades der Pumpenanlage von 60 Prozent ermittelt:	
		$L(\text{PS}) = \frac{Q(\text{l/s}) \cdot H(\text{m})}{75 \cdot 0,60}$	
27		Beistellung und Verlegen von Pfostenrinnen zur Ableitung des geförderten Wassers samt Dichtung und Instandhaltung.	
a	..... m	bis 30 cm breit	
b	..... m	30 bis 50 cm breit	
c	..... m	über 50 cm breit	
		Anmerkung: Für die Ableitung von Kanalwasser wird keine besondere Vergütung geleistet.	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	4
28	..... m	Dränleitung aus Tonrohren, ϕ 10 bis 16 cm, mit oder ohne Überschubmuffen, mit einer rund um das Rohr hergestellten 10 cm dicken, sandfreien Schotterbettung neben oder unter den Kanal legen, samt Herstellung des Rohrgrabens, Beigabe des erd- und schlammfreien Rundschotters und Verführung des Aushubes ohne Beistellung der Rohre.	
29	..... m	Dränleitung aus Betondränrohren ϕ cm, sonst wie in Post 28 beschrieben.	
		F. Verbauung der Baugrube	
		Vorbemerkung: Die Preise für die Posten 30 bis 33 werden zusätzlich zu den Posten 7 bis 10 verrechnet.	
30	..... m ²	Spandeln und Hinterstopfen mit Stroh oder Holzwolle und dergleichen von Pölzungen bei fließenden Bodengattungen samt Beistellung der erforderlichen Füllstoffe, ohne Unterschied der Tiefe und Breite der Baugrube, soweit nicht Post 15 zur Anwendung gelangt. Vergütet wird die tatsächliche Pölzfläche.	
31	..... m ²	Herstellung einer Getriebezimmerung ohne Unterschied der Tiefe und Breite der Baugrube samt Beigabe der erforderlichen Baustoffe.	
32	..... m ²	Holzspundwände schlagen, absteifen und ziehen samt Beigabe der Spundwände.	
33	..... m ²	Kanaldielen in der Baugrube schlagen, absteifen und ziehen samt Umpölzen der Baugrube.	
34	..... m ²	Kanaldielen beistellen samt Zu- und Abfuhr.	
35	..... m ²	Pfosten, cm dick, die über Anordnung der Bauleitung in der Baugrube belassen werden.	
36	..... m ³	Kanthalz, das über Anordnung der Bauleitung in der Baugrube belassen wird.	
37	..... m ³	Rundholz, das über Anordnung der Bauleitung in der Baugrube belassen wird.	
		G. Verschiedenes	
38	..... m ²	Fuhrwerksbrücken für jeglichen Straßenverkehr über Baugruben oder Rohrgraben herstellen, instand halten und abtragen, Aushub für die Auflager, Fahrbahn samt Überschüttung herstellen, Anbringen der Saumbäume und Geländer, wieder anschütten und instand setzen des Straßenkörpers bei den Auflagern, Beistellung der Baustoffe auf Benutzungsdauer einschließlich Holzverschnitt. Anmerkung: Für die Berechnung der Brückenfläche wird nur die Breite der zu überbrückenden Baugrube und die angeordnete Brückenbreite ohne Rücksicht auf die Länge der Tragbäume und der Brückenstreu zugrunde gelegt.	
39	.....	Tage einen Heizkorb beistellen, Leih- und Abnützungsgebühr je angefangenen Heitztag (24 Stunden) samt Zu- und Abfuhr, ohne Heizmaterial und Bedienung.	
40	.....	Tage einen Wasserkessel beistellen, sonst wie Post 39.	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	5
III. Maurerarbeiten			
A. Betonmauerwerk			
Vorbemerkung: Die angegebenen Mischungsverhältnisse in kg Zement beziehen sich auf 1 m ³ fertigen Beton.			
41	..... m	Straßenkanal, normales Eiprofil/..... m aus Beton (Mischung 200 kg) samt Versetzen der Sohlenverkleidung aus Steinzeug und Glätten der Betoninnenfläche entsprechend der T. V. Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Sohlenverkleidung.	
42	..... m	Straßenkanal, Trennprofil T/..... m/φ cm (Betonmischung 200 kg), samt Versetzen der Sohlenverkleidung sowie Verlegen der Steinzeugrohre gemäß Normale, Dichten der Rohrleitung mit geteeter Hanfschnur und Vergußmasse, Glätten der Betoninnenfläche entsprechend der T. V. Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Steinzeugwaren.	
43	..... m	Straßenkanal, Profil/..... m aus Beton (Mischung 200 kg) samt Versetzen der Sohlenverkleidung, Glätten der Betoninnenfläche und fein verriebener Putz der Gewölbeaußenfläche, entsprechend der T. V., Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Sohlenverkleidung.	
44	..... m ³	Stampfbeton (Mischung 200 kg) mit Schalung und mit Glätten der Innenflächen, für Schacht- und Kammermauerwerk, Deckplatten und Vorkopfmauern, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes.	
45	..... m ³	Stampfbeton (Mischung 200 kg) ohne Schalung und ohne Glätten, zur allfälligen Ausfüllung der Böschungsdreiecke oder für allfälligen Mehrbeton, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes.	
46 a	..... m ³	Stampfbeton (Mischung 140 kg) mit Schalung und ohne Glätten, für Sprengmauern, Rohruntermauerungen, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes.	
b	..... m ³	Stampfbeton (Mischung 140 kg) wie vor, jedoch ohne Schalung, für Rohreinbetonierung im Trennsystem.	
47	..... m ³	Stampfbeton (Mischung 100 kg) ohne Schalung und ohne Glätten, zu allfälligen Fundierungen, Herstellung von Erdgurten, Rohrummantelungen usw. Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes.	
48	..... m ²	ebene Schacht- oder Kammerdecke aus Stahlbeton (Mischung 300 kg), 20 cm dick mit Baustahlgewebe, Rundstahl oder Torstahl bewehrt, mit Schalung und glattem Verputz der Sichtflächen, samt Biegen und Verlegen der Stahleinlagen, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes.	
49	..... m ³	Stahlbeton (Mischung 300 kg) mit Schalung und glattem Verputz der Sichtflächen, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Stahleinlagen.	
a	..... m ³	Beton.	
b	..... kg	Stahleinlagen biegen und verlegen.	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	6
		B. Ziegelmauerwerk	
50	..... m ³	gerades Ziegelmauerwerk für Sprengmauern, Rohruntermauerungen und zur Ausmauerung angeschnittener alter Kanäle ober Tag aus neuen Ziegeln NF mit Zementmörtel, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Ziegel.	
51	..... m ³	gerades Ziegelmauerwerk aus alten, gereinigten Ziegeln ohne Unterschied des Formates, sonst wie in Post 50 beschrieben.	
52	..... m ³	Trockenmauerwerk für das Ausschlichten angeschnittener alter Kanäle ober Tag aus neuen Ziegeln NF, ohne Beigabe der Ziegel.	
53	..... m ³	Trockenmauerwerk aus alten Ziegeln ohne Unterschied des Formates, sonst wie in Post 52 beschrieben.	
54	..... m ²	Klinker- oder Granitsohlenpflaster in Zementmörtel verlegt, ohne Unterschied des Steinformates, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Steine.	
		C. Versetzarbeiten	
55	.....	Stück Steigeisen oder Schutzstangen versetzen.	
56	.....	Stück eiserne oder Ton-Drährohre ϕ 20 bis 50 mm versetzen.	
57	.....	Stück Kanalgitter oder -deckel mit Rahmen und Vorlegeisen ohne Unterschied der Gattung versetzen.	
58		Steinzeugrohre mit Ziegelunterlage verlegen, dichten mit geteeter Hanfschnur oder Gummidichtungsringen und Vergußmasse, entsprechend den T. V., Beigabe aller Baustoffe, mit Ausnahme der Rohre und der Ziegel.	
a	..... m	ϕ cm	
b	..... m	ϕ cm	
c	..... m	ϕ cm	
59		Steinzeugbogen verlegen wie in Post 58 beschrieben. Aufzahlung auf die Preise der Post 58.	
a	.....	Stück ϕ cm	
b	.....	Stück ϕ cm	
c	.....	Stück ϕ cm	
60		Steinzeugabzweiger verlegen wie in Post 58 beschrieben, abschließen der freien Abzweigöffnung mit Deckel und Vergußmasse, Aufzahlung auf die Preise der Post 58.	
a	.....	Stück/..... cm	
b	.....	Stück/..... cm	
c	.....	Stück/..... cm	
61		Betonmuffenrohre mit Ziegelunterlage verlegen, dichten mit geteeter Hanfschnur und Zement, entsprechend den T. V., Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme der Rohre, der Ziegel und des Zementes.	
a	..... m	ϕ cm	
b	..... m	ϕ cm	

Post	Ausmaß	Leistungsbeschreibung	7
62		Betonbogen verlegen wie in Post 61 beschrieben. Aufzahlung auf die Preise der Post 61.	
a	.....	Stück ϕ cm	
b	.....	Stück ϕ cm	
63		Betonabweiger verlegen wie in Post 61 beschrieben, abschließen der freien Abzweigöffnung mit Deckel und Vergußmasse. Aufzahlung auf die Preise der Post 61.	
a	.....	Stück ϕ/..... cm	
b	.....	Stück ϕ/..... cm	
64	..... m	Steinzeug- oder Betonsohlschalen oder -halbrohre in den Putzkammern in Zementmörtel entsprechend den T. V. verlegen, Beigabe aller Baustoffe mit Ausnahme des Zementes und der Sohlschalen oder Halbrohre.	
65	..... m	Wandplatten verlegen wie in Post 64 beschrieben.	
IV. Regiearbeiten			
66		Für die im Auftrage der Bauleitung ausgeführten Regiearbeiten wird zu den Stundenlohnsätzen nach dem jeweils in Geltung stehenden Kollektivvertrag für das Baugewerbe ein Zuschlag von Prozent verrechnet.	

34. Die Bestandspläne

Von besonderer Wichtigkeit ist die Verfassung genauer Bestandspläne, die jede Stadt, jede Siedlung benötigt, um jederzeit die Lage der Kanalstränge feststellen zu können, von denen nur mehr die Abdeckungen der Einsteigschächte sichtbar sind. Es ist daher von jedem Kanalbau ein Abrechnungsplan (Detaillageplan, Abbildung 74), etwa im Maßstab von 1:2500 oder auch größer, zu verfassen, in dem die Kanaltrasse eingezeichnet und ihr jeweiliger Abstand von der Baulinie eingetragen ist. Von den Winkelpunkten sind ihre Einmaße auf die Baulinie oder auf Festpunkte in besonderen Skizzen festzuhalten, in denen auch noch die Elemente der eingelegten Bogen (Radius, Tangentenlänge, Öffnungswinkel) aufscheinen. Bei Profilkänen müssen in gleicher Weise die Einmündungsbogen der Zubringerkanäle festgehalten werden. Ebenso ist in derselben Art wie für das Projekt ein Abrechnungs-Längenschnitt (Abbildung 75) zu zeichnen (Längen 1:500, Höhen 1:50). Bei Rohrkanälen müssen die Einmaße der eingebauten Abzweiger auf die Einsteigschächte bezogen eingetragen werden, was zur Durchführung späterer Anschlüsse von Hauskanälen oder Wasserabläufen unbedingt nötig ist. Zum Abrechnungsplan gehören selbstverständlich auch die Kanalquerschnitte mit allen Dimensionen sowie die Pläne allfälliger Sonderbauwerke.

Die Unterlagen zur Verfassung der Abrechnungspläne müssen während der Bauarbeiten gesammelt werden. In Vorvermessungen müssen die Abstände der Profile und die Abstiche von den Absehladen auf den gewachsenen Boden gemessen werden. Dabei ist der Abstand der Querlatten vom unteren Ende des Kreuzes jedesmal zu kontrollieren, um Fehler bei der Kanalverlegung zu vermeiden. Die Abstiche werden von der Länge des Absehkreuzes abgezogen, um die Kanalaushubtiefen zu erhalten. Außerdem müssen alle jene Bauausmaße aufgenommen werden, die nach erfolgter laufender Zuschüttung des Kanalgrabens nicht mehr erhältlich sind; also die Höhen der Abfallschächte, die Ausmaße der Sprengmauern, das belassene Pölzholz, die verlegten Dränrohre u. a. Es ist notwendig, über den Bau eines Kanals ein Baubuch zu führen, in dem der wöchentliche Fortschritt der Bauarbeiten sowie alle für die Verfassung der Abrechnungspläne, der Abrechnung und der Materialgebarung erforderlichen Aufzeichnungen festgehalten werden. Es sollen auch alle besonderen Vorkommnisse sowie Notizen über die vorgefundenen Bodenverhältnisse (geologischer Längenschnitt) im Baubuch aufgenommen werden.

Nach Beendigung der Bauarbeiten und vollzogener Zuschüttung ist unter Verwendung von Stahlmeßbändern oder Meßplatten eine Vermessung der gesamten Kanallänge von Schacht zu Schacht unter Aussteckung der Bogen durchzuführen, um etwaige Fehler, die bei der streckenwei-

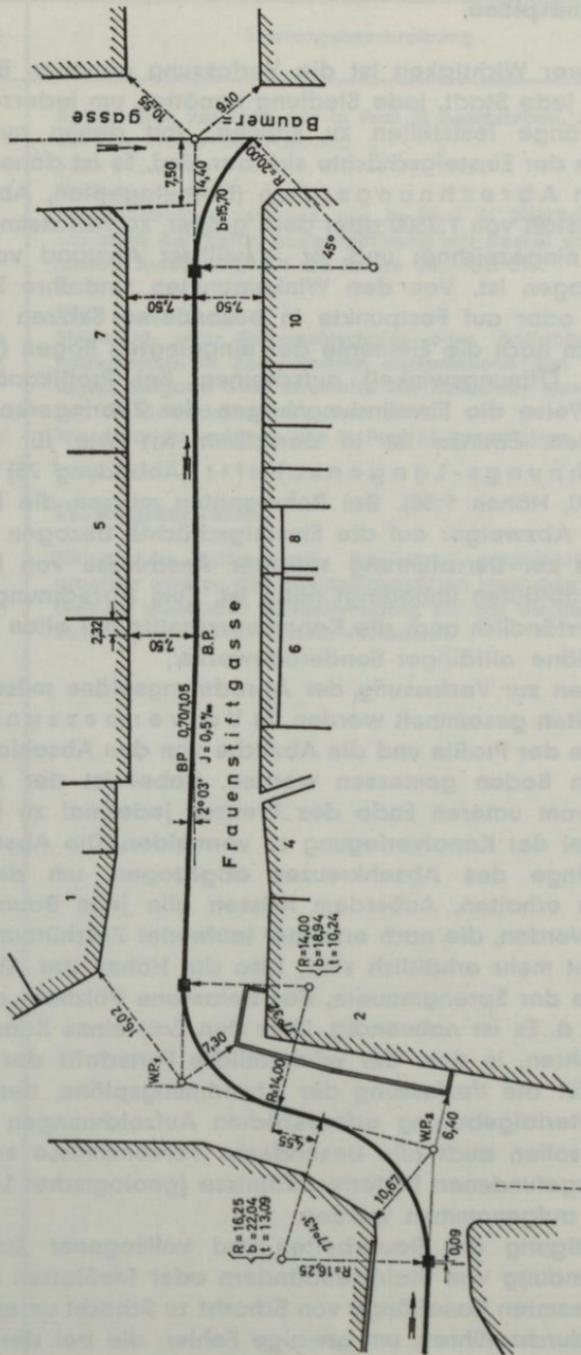


Abbildung 74: Detaillageplan eines Straßenkanals

KANALPROFIL
GEFÄLLE

Steinzeugrohr ϕ 300	89,3m
J = 25‰	33,25m J = 50‰
	55,88m

JENBACHGASSE

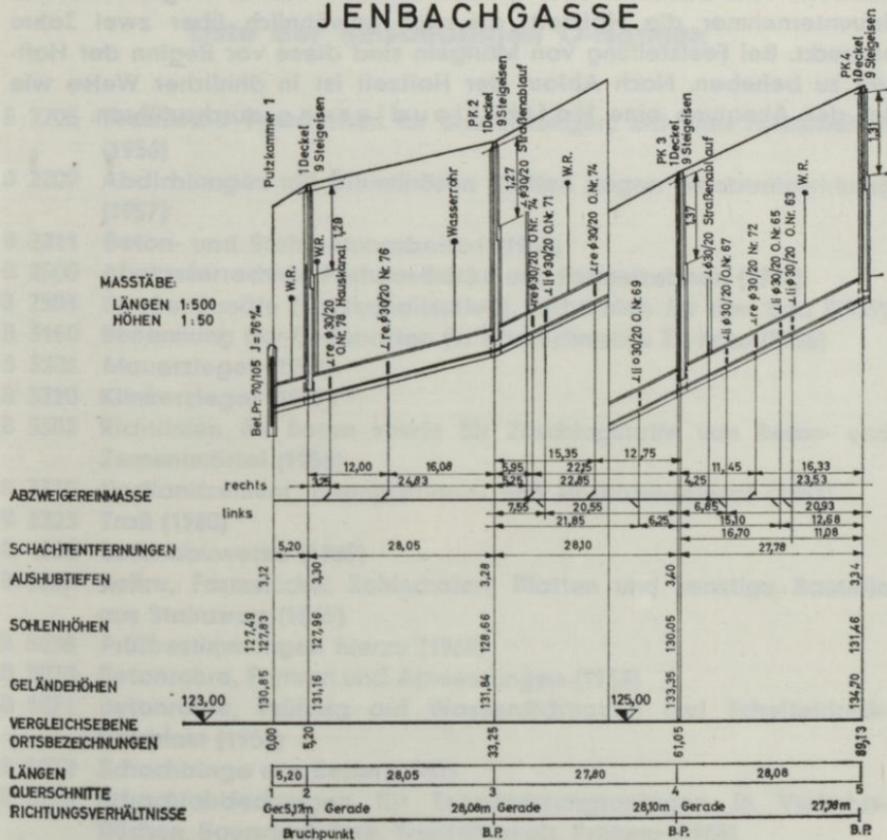


Abbildung 75: Abrechnungslängenschnitt eines Rohrkanals

sen Vorvermessung entstehen können, auszumerzen. An dieser Schlußvermessung wie an den Vorvermessungen hat je ein Vertreter des Bauherrn und des Bauunternehmers teilzunehmen. Die erhaltenen Daten sind protokollarisch festzuhalten. Nach Vollendung des Bauvorhabens ist eine Abnahme mit Besichtigung der zugänglichen Bauwerke, bei Profilkänen mit deren Begehung, vorzunehmen, um den einwandfreien Bauzustand festzustellen. Ergab die Abnahme keine Mängel, kann das Bauwerk vom Bauherrn übernommen werden und es beginnt für den Bauunternehmer die Haftzeit, die sich gewöhnlich über zwei Jahre erstreckt. Bei Feststellung von Mängeln sind diese vor Beginn der Haftzeit zu beheben. Nach Ablauf der Haftzeit ist in ähnlicher Weise wie bei der Abnahme eine Haftkollaudierung durchzuführen.

Liste der einschlägigen Ö-Normen

- B 2205 Technische Vorschriften für Bauleistungen, Erd- und Felsarbeiten (1956)
- B 2209 Abdichtungen mit bituminösen Stoffen gegen Wassereinwirkung (1957)
- B 2211 Beton- und Stahlbetonarbeiten (1963)
- B 2500 Abwassertechnik, Fachausdrücke und Formelzeichen (1963)
- × B 2503 Straßenkanäle (Ortskanalisation), Richtlinien für den Bau (1959)
- B 3150 Benennung der Bodenarten für bautechnische Zwecke (1956)
- B 3201 Mauerziegel (1964)
- B 3220 Klinkerziegel (1947)
- B 3302 Richtlinien für Beton sowie für Zuschlagstoffe von Beton- und Zementmörtel (1958)
- B 3310 Portlandzement, Eisenportland- und Hochofenzement (1963)
- B 3323 Traß (1960)
- B 4200 Betonbauwerke (1959)
- B 5037 Rohre, Formstücke, Sohlshalen, Platten und sonstige Bauteile aus Steinzeug (1965)
- B 5038 Prüfbestimmungen hierzu (1965)
- ✓ B 5070 Betonrohre, Formen und Abmessungen (1958)
- ✓ B 5071 Betonrohre, Prüfung auf Wasserdichtigkeit und Scheiteldruckbruchlast (1958)
- B 5072 Schachtringe aus Beton (1961)
- B 5110 Schachtabdeckungen für Entwässerungsanlagen in Verkehrsflächen, Baugrundsätze, Tragfähigkeit, Prüfung (1958)
- B 5124 Einlaufgitter für Straßenabläufe, Baugrundsätze, Tragfähigkeit, Prüfung (1958)

Verzeichnis der Pläne, Tabellen und Tafeln

	Seite
Abbildung 1: Einzugsgebiet des Knotenbaches	3
Abbildung 2: Schwankungen der Schmutzwassermenge	4
Abbildung 3: Wiener Regenkurve	5
Abbildung 4: Zeitbeiwertlinien	7
Abbildung 5: Einzugsflächen eines Kanalnetzes	10
Abbildung 6: Liste zur Berechnung der Abflüßmengen	11
Abbildung 7: Leistungs- und Geschwindigkeitskurven in Prozenten	13
Abbildung 8: Die gebräuchlichsten Kanalprofile	15
Abbildung 9: Vergleich der Werte von c'	19
Abbildung 10: Mehrleistung in Prozenten gegenüber der Kutter- Formel mit $m = 0,35$	20
Abbildung 11: Leistungsfähigkeit von Kreisprofilen (DARCY-BAZIN)	21
Abbildung 12: Leistungsfähigkeit von Eiprofilen (DARCY-BAZIN)	22
Abbildung 13: Leistungsfähigkeit von Kreisprofilen (KUTTER)	23
Abbildung 14: Leistungsfähigkeit von Eiprofilen (KUTTER)	24
Abbildung 15: a) Werte von c' nach DARCY-BAZIN	25
b) Werte von c' nach KUTTER	26
Abbildung 16: Einbauten im Querprofil einer städtischen Straße	27
Abbildung 17: Eiprofil I und II	33
Abbildung 18: Eiprofil III und IV	34
Abbildung 19: Eiprofil V und VI	35
Abbildung 20: Überhöhte Kreisprofile	36
Abbildung 21: Maulprofil	37
Abbildung 22: Doppelprofil	37
Abbildung 23: Profil 1,80/2,10 m (auf ein Doppelprofil zu ergänzen)	38
Abbildung 24: Verstärktes Eiprofil I (0,70/1,05 m)	38
Abbildung 25: Lageplan eines Kanalprojektes	39
Abbildung 26: Längenschnitt eines Straßenprofilkanals (Mischsystem)	40
Abbildung 27: Längenschnitt eines Straßenrohrkanals (Trennsystem)	41
Abbildung 28: Profil und Absehkreuz	45
Abbildung 29: Heidebreder-Grabenverbaugerät	51
Abbildung 30: a) Waagrechte Pölzung	55
b) Kanaleinbau	56
Abbildung 31: Senkrechte Pölzung (Getriebezimmerng)	58
Abbildung 32: Kanaldielen	60
Abbildung 33: Minierung	62
Abbildung 34: Grundwasserabsenkung nach dem Vakuumverfahren	66
Abbildung 35: Rohrkanal, teilweise und volle Einbetonierung	69
Abbildung 36: Dichtung von Muffenrohren	71
Abbildung 37: Dichtung von Falzrohren mit Dichtungsbändern	74
Abbildung 38: Pfeilergründung mit Betongurten	75
Abbildung 39: Sieblinie	76
Abbildung 40: Phasen des Kanaleinbaues	79
Abbildung 41: Einsteigschächte aus Ortsbeton	86

	Seite
Abbildung 42: Einsteigschacht aus Betonfertigteilen	87
Abbildung 43: Steigeisen aus Rundstahl und Gußeisen	87
Abbildung 44: Kanalgitter aus Stahlguß, Begu-Schachtabdeckung mit Schmutzfänger	88
Abbildung 45: Kanaldeckel aus Grauguß, Vorlegeisen für Kanal- schachtabdeckungen	89
Abbildung 46: Putzkammer: a) aus Ortsbeton; b) aus Beton-Fertig- teilen	91
Abbildung 47: Trennkanäle	93
Abbildung 48: Putzkammern im Trennsystem	94
Abbildung 49: Nachträgliche Einmündung in einen Rohrkanal	96
Abbildung 50: Aussteckung von Einmündungsbogen	98, 99
Abbildung 51: Profil für einen tiefliegenden Einmündungsstutzen	100
Abbildung 52: Sprengmauer	101
Abbildung 53: Straßenablauf aus Ortsbeton	103
Abbildung 54: Straßenablauf aus Betonfertigteilen	104
Abbildung 55: a) Spülkammer für Rohrkanäle	105
b) Spülkammer für Profilkanäle	106
Abbildung 56: Automatische Spülkammer	106
Abbildung 57: Absturzbauwerk	109
Abbildung 58: Schnee-Einwurfschacht	110
Abbildung 59: Anordnung von Regenausläßen	111
Abbildung 60: Konstruktion einer Leistungs- und Geschwindigkeits- kurve	113
Abbildung 61: Nomogramm für das Überfallwehr nach DUBUAT	116
Abbildung 62: Nomogramm für das Streichwehr nach ENGELS	117
Abbildung 63: Regenauslaß	118
Abbildung 64: Sandfang und Regenauslaß	120
Abbildung 65: Düker	123
Abbildung 66: Kanalbrücke	125
Abbildung 67: Zentrifugalpumpe	128
Abbildung 68: Pumpwerk mit Propellerpumpen	129
Abbildung 69: Kanalradpumpen	130
Abbildung 70: Aufstellung von tiefliegenden Pumpen	131
Abbildung 71: Automatisch-pneumatisches Pumpwerk	133
Abbildung 72: Schneckenpumpwerk	134
Abbildung 73: Mechanisch-biologische Kläranlage	137
Abbildung 74: Detaillageplan eines Straßenkanals	150
Abbildung 75: Abrechnungslängenschnitt eines Rohrkanals	151

Sachverzeichnis

- Abdeckung der Einsteigschächte 85
Abfallschacht 97, 104
Abflußbeiwert 6
Abflußformeln 17, 18
Abflußgeschwindigkeit 8, 11, 12, 29
Abflußkoeffizient 6, 8
Abflußmenge 9
Abflußverzögerung 6, 12
Ablaufdauer 7
Abnahme 152
Abrechnungslängenschnitt 149
Abrechnungsplan 149
Absehkreuz 45
Absehladen 44, 45
Absetzanlagen 135
Absetzbare Schwebestoffe 135
Absetzzeit 135
Abstürze 29
Absturzbauwerk 97, 107
Abwasser 12, 138
Abwasseranfall 9
Abwasserhebeanlagen 127
Abwassermenge 4, 10
Abwasserschlamm 135
Abwassertechnische Vereinigung
114
Abzweiger 29, 69, 95
Anschüttung 58
Arten der Kanäle 30
Aufsätze 54
Ausbau der Pölzung 100
Ausführungsplan 44
Ausgefaulter Schlamm 135, 138
Aushub, Lagerung 42, 67
Ausmündungsbauwerk 126
Ausschalungsfrist 78
Aussteckung der Trasse 43
Automatisch-pneumatische Abwas-
serhebeanlagen 133
Automatische Spülkammer 107

Bachkanäle 4, 15, 107
Bauabnahme 152
Bauabrechnung 141
Baubuch 149

Baulinie 44
Belüftungsbecken 137, 138
Belüftungsbürsten 137
Belüftungskreisel 138
Berechnung von Kanalprofilen 17, 18
Berechnung von Regenüberfällen
114
Berechnung von Dückern 124
Bestandspläne 149
Bestimmung der Abflußmengen 9
Betonfalzrohre 73
Betonformstücke 84
Betongurte 75, 68
Betonherstellung 77
Betonmuffenrohre 73
Betonieren bei Frost 78
Betonieren eines Kanalprofils 78
Betonrohre 31, 68
Betonpfeiler 68, 75
Betonrohrverlegung 73
Betonschutzmittel 73
Bestandsplan 149
Bevölkerungsdichte 5
Biologische Reinigung 135
Bodenklassen 47
BODENSEHER 5, 6, 8
Bogenabsteckung 44
Böschungsdreiecke 47
Brücken 42
Brusthölzer 54

CHEZY 16
Compomak 102
Contragress 77

DARCY-BAZIN 11, 17, 18
Delmagramme 97
Detaillageplan 149
Detailprojekt 32
Diaphragma-Pumpe 67
Dichtungsbänder 74
Doppelprofil 9, 31
Dortmundbecken 138
Dränrohre 82

Dränrohrleitung 65
Druckgefälle 16
Druckprobe 73
DUBUAT 114, 115, 118
Düker 122
Durchleuchtung von Kanälen 28

ENGELS 114, 115
Einbauten, unterirdische 52
Einlaufgitter 104
Einmündung 28
Einmündungsbogen 28, 97
Einmündungsstufe 29, 96
Einmündungsstutzen 97
Einsteigschächte 28, 32, 85
Einzugsflächen 8, 9
Einzugsgebiet 1, 2, 7, 8
Eiprofil 12, 14, 31, 78
Eisenbeton-Spundwände 61
Eisenportlandzement 77
Emscherbrunnen 135
Entschlammung 135
Entwässerungsgebiet 1, 2, 8
Entwässerungsscheide 2
Estrich 82

Falzrohre 31, 73
Fäulnis, anaerobe 135
Faulräume 135
Faultürme 135
Fels 47
Flexoband 75
Flußstahlrohre 122
Förderleistung von Abwasser-
pumpen 128
Förderschacht 110
Freispiegelleitungen 16
Frost 78
Fuhrwerksbrücken 42, 67

Gärung, alkalische 135
Gefälle 29
Gefälle, unterste Grenze 30
Gefällsbrüche 29
Generelles Projekt 2, 3
Geologischer Längenschnitt 149
Gerinne, öffentliches 4
Geschiefeführung 119
Geschwindigkeitskurve 13
Getriebezimmer 57, 58
Gewölbeschalen 82
Gießring 72
Glockenmuffenrohre 31
Grabenverbauung 53
Granitsteine 32, 84

Greifbagger 49
Greiferrechen 131
Grobrechen 119
Grundwasser 31
Gummi-Dichtungsring 72
Gußeisenrohre 122

Hackboden 47
Haftkollaudierung 151
Haftzeit 151
Halbrohre 92
Handmischung 77
Handstempfung 73, 97
Handzugschieber 107
Hauft'sches Regenschaubild 9
Hauptgespärre 57
Hauptsammelkanal 3, 46
Hauskanäle 9, 17
HEIDBREDER 50
Hochofenzement 77
Hochwasserschutzdamm 53
Hoesch-Stahlspundwände 61
Höhenangabe 43
Höhenbestimmung 39, 44
Höhenfixpunkt 40
Holzspundwände 59, 122
Hydraulischer Radius 12, 16

IMHOFF 7, 9, 12
Industrieabwässer 31, 138

Kämpfersteine 32
Kanalbrücke 125
Kanaldeckel 85, 90
Kanaldielen 59
Kanalrüker 4, 122
Kanäle aus Stampfbeton 75
Kanäle im Trennsystem 92
Kanäle, begehbar 28, 30
Kanaleinmündungen 95
Kanalfundierungen 68, 75
Kanalgitter 85, 90
Kanalgraben, Herstellung 46
Kanalgrabenbreite 46
Kanalgrabensohle 65
Kanalliste 11
Kanallüftung 90, 92
Kanalprofile 11, 15
Kanalprofil, verstärktes 31, 38
Kanalpumpwerk 4, 127
Kanalradpumpen 130
Kanalsystem 1
Kanaltrasse 28
Kanaltrassierung 27
KEHR 9

- Kessenerbürsten 137
- Kläranlagen 3, 134
- Klärung, mechanische 135
- Klinkerziegel 32, 84
- Kochprobe 78
- Kolbenpumpen 128
- Kolloide 135
- Kostenvoranschlag 141
- KOZENY 12
- Kreiselpumpen 67, 128
- Kreisprofil, normal 12, 14
- Kreisprofil, überhöht 12, 14, 31
- Kübelkran 49
- Kurzkklärung 131
- KUTTER 8, 11, 17, 18

- Lageplan 32
- Lagerung des Aushubes 67
- LAMMER-SCHILLINGS 50
- Längsbecken 138
- Längenschnitt 3, 39
- Langschlitzgitter 104
- Lansas-Rohrverschluß 73
- Larsen-Stahlspundwände 61
- Leistungs- und Geschwindigkeitskurve 12, 112
- Leistungsverzeichnis 141
- Löffelbagger 49
- Lüftungsöffnungen 92

- Magerbeton 68
- MANNING-STRICKLER 11, 17, 18
- Materialgebarung 149
- Mauerpfeiler 68, 75
- Maulprofil 12, 14, 31, 79
- Maulprofil, überhöhtes 15
- Mechanische Klärung 135
- Methangas 135
- Mindestgefälle 30
- Mindestgeschwindigkeit 29
- Mineralölrückstände 138
- Minierung 62
- Mischmaschine 77
- Mischsystem 1
- Mischwasser 1
- Mischwasserkanal 10
- MÜCHER 72
- Muffendichtung 70
- Muffenrohre 31, 73
- Muttererde 67

- Nachreinigungsbecken 138
- Nachmittel 4
- Naßaufstellung von Pumpen 130
- Niederschlagsmenge 6
- Niederschlagswasser 1, 4, 5
- Nomogramm 144
- Normzement 77
- Notgespärre 57
- Notstromaggregat 127

- Öffentliches Gerinne 4
- Oxydationsgraben 135, 138

- Panzerpumpen 77
- Pfahlrostgründungen 68, 75
- Pölung, waagrecht 56
- Pölung, senkrecht 57
- Pölschrauben 54
- PRANTL-v. KARMAN-COLEBROOK 17, 18
- Preßluftstampfer 97
- Profil 44, 45
- Profilkanal 28, 30
- Propellerpumpen 129, 130
- Prüflasten der Schachtabdeckungen 90
- Prüfung auf Wasserdichtheit 73
- Pumpbeton 77
- Pumpensumpf 66
- Pumpwerke 127
- Putzkammern im Mischsystem 28, 32, 85, 92
- Putzkammern im Trennsystem 94, 95

- Querprofil einer städt. Straße 27
- Querschnittsfläche eines Kanals 29

- Rechenanlage 129, 130, 131, 135
- Rechengutzerkleinerungsmaschine 135
- Regenauslaß 4, 10, 111, 112
- Regendauer 7
- Regenhäufigkeit 6
- Regenintensität 8
- Regenkurve 5, 6, 8
- Regenspende 6, 8
- Regenstärke 6
- Regenüberfall 2, 112, 114
- Regenwasser 1, 9
- Regenwasserabfluß 7, 11
- Regenwasseranfall 8, 9
- Regenwasserkanal 29, 44, 84, 92
- Regenwasserkanalnetz 1
- Regenwassermenge 10
- Regiearbeiten 141
- REINHOLD 7
- Reinigung, biologische 135, 138
- Reinigung des Abwassers 1
- Reinigung von Dükern 125

- REUBER 50
 Rohrkanal 28
 Rohrquerschnitt, kleinster 14
 Rohrverbindungen 69
 Rohrvergußmasse 70
 Rohrverlegung 68
 Rollring 73
 Rotor-Zerkleinerer 131
 Rückstau 6, 29, 84, 112, 122
 Rutsche 97
 Rüttelgerät 77
- Sammelkanal 3, 8, 15, 46
 Sandfang 103, 119, 121, 135
 Schachtringe 85
 Schalungen 79, 82
 Schlammbelebungs-Verfahren 137
 Schlamm, ausgefauter 135
 Schlambeseitigung 138
 Schlammemeier 103
 Schlamm-trockenplätze 135
 SCHLEICHER 9
 Schleppkraft 29
 Schlußvermessung 152
 Schmelzwasser 9
 Schmutzfänger 92
 Schmutzwasser 1, 4, 9
 Schmutzwasserabfluß 10, 11
 Schmutzwasseranfall 9
 Schmutzwasserführung 29
 Schmutzwasserkanal 11, 44, 92
 Schmutzwasserkanalnetz 1
 Schmutzwassermenge 4
 Schneckenpumpwerk 134
 Schnee 9
 Schnee-Einwurfschacht 110
 Schöpfboden 47, 58
 Schotterfang 119
 Schrägscheibenpumpen 131
 Schrämmboden 47
 Schreckbeschau 54
 Schutzstange 110
 Schwebestoffe 121, 135
 Schwerstoffe 119
 Schwimmsand 58, 67
 Schwimmstoffe 135
 Selbstreinigungsvermögen 1, 135
 Servitut 28
 Sieblinie 76
 Siedlung 4
 Sinkstoffe 135
 Sohlenbeton 79
 Sohlengefälle 29
 Sohlenkämpfersteine 84
 Sohlenrinne 28
- Sohlensicherung 29
 Sohlenverkleidung 79, 84
 Spandeln 57
 Sperrstoffe 129
 Spezialpumpen 77
 Spezialzemente 77
 Spiegelgefälle 29
 Sprengarbeit 50
 Sprengboden 47
 Sprenger 54
 Sprengmauern 101
 Spritzbeton 65
 Spülbecken 105, 107
 Spülkammern 105
 Spundwände 59, 61
 Stabrechen 130
 Stahlbeton 32, 84
 Stahlkanaldielen 59
 Stahlrohre 31
 Stahlspundwände 61, 122
 Stampfbeton 31, 75
 Steigeisen 85
 Steinzeugrohre 30, 68, 69
 Steinzeugrohrverlegung 69
 Steinzeugsohlschalen 32, 84
 Steinzeugwandplatten 32, 84
 Stichboden 47
 Stollen 62
 Straßenabläufe 9, 44, 103
 Straßenfluchtlinie 44
 Straßenkanäle 9, 27
 Streichwehr 2, 111, 114, 118
 Summenlinie 8
- Tagesmaximum 5
 Tagesmenge 4
 Tagesmittel 4
 Tagesspitze 4
 Teerstrick 72
 Thiodur 77
 Tiefenlage der Kanäle 29
 Tief-Löffelbagger 50
 Tokband 75
 Totalkläranlagen 135, 138
 Traß 77
 Trassenaussteckung 43
 Trennsystem, vollkommenes 1, 10, 44, 92
 Trennsystem, unvollkommenes 2
 Trockenaufstellung von Pumpen 130
 Trockenhaltung des Kanalgrabens 65
 Trockenwetter 10, 14
 Trockenwetterabfluß 112
 Trockenwettermenge 119

Tropfkörperverfahren 135
T-Stücke (T-Abzweiger) 69, 96, 104
Überfall, senkrecht angeströmter 114
Überfallschwelle 114, 118
Übergänge über den Kanalgraben 67
Überprüfung des Zementes 78
Überschaufeln 48
Übersichtsplan 2
Überströmungshöhe 115
Unterirdische Einbauten 27, 52
Vakuumverfahren 67
Verdünnung des Schmutzwassers 10
Verdunstung 6
Vergußmasse 72
Verkehrsverhandlung 42, 68
Verrieselung 138
Versickerung 6
Versprühung 138
Verstärktes Profil 31
Visierlatten 44
Vorbeton 78
Vorentwurf 2
Vorflut 3, 41, 42, 134
Vorflutkanal 29
Vorklärung 138
Vorkopf 42

Vorvermessung 149, 152
Wasserdichtheitsprüfung 73
Wasserrechtliche Bewilligung 1, 111
Wasserrechtliche Verhandlung 43
Wasserrechtsnovelle 1
Wasserscheide 2
Wasserverbrauch 4
Wasserzementfaktor 76, 77
Wehr, senkrecht angeströmtes 111, 118
Wiederherstellung der Straßendecke 102
Winter (Kanalbauten) 78
Wirkungsgrad 128
Wurzelreißer 69
Yarnell-Woodward 12
Zeitbeiwertlinien 7
Zementkuchen 78
Zementlagerung 78
Zementüberprüfung 78
Zentrifugalpumpen 128
Zerkleinerungsmaschine 131
Ziegelmauerwerk 32
Zubringerkanal 3, 11
Zuschüttung des Kanalgrabens 97, 102
Zuschüttungsmaterial 97, 102



