

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-

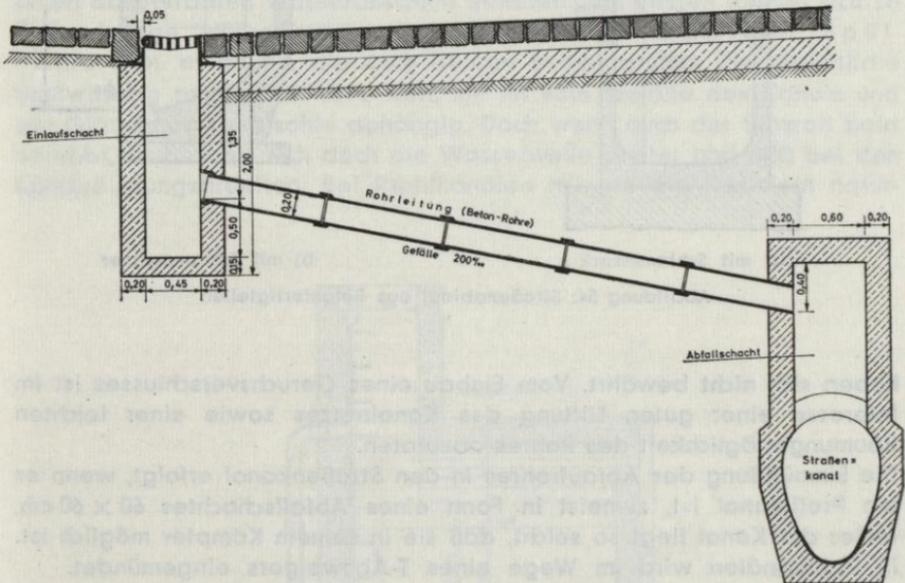
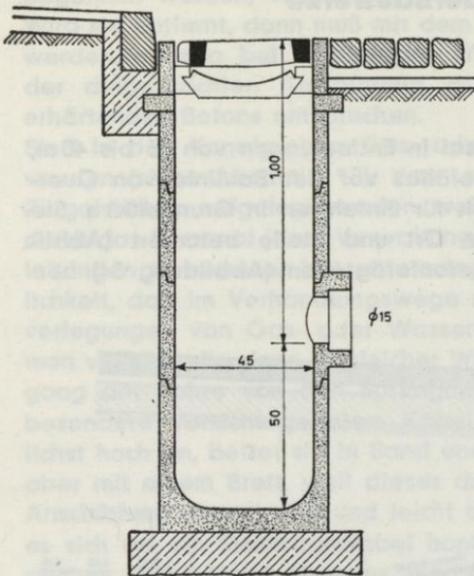
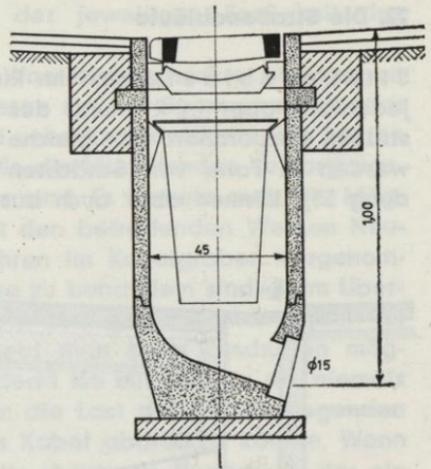


Abbildung 53: Straßenablauf aus Ortsbeton

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



a) mit Schlamm sack



b) mit Schlamm eimer

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 Längsschlitzen 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 Profilkämlen müssen die Kammern natur-

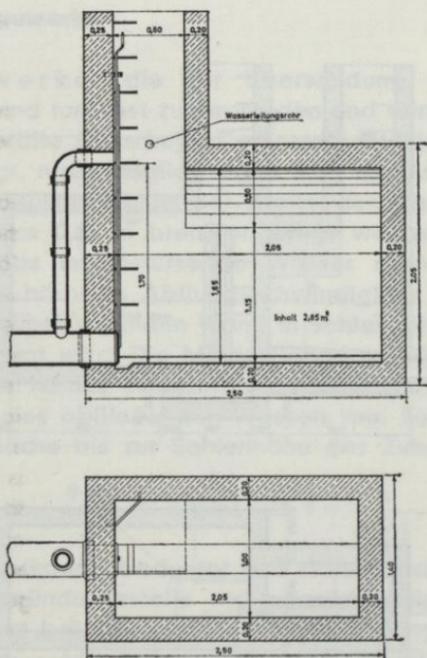


Abbildung 55 a: Spülkammer für Rohrkanäle

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).

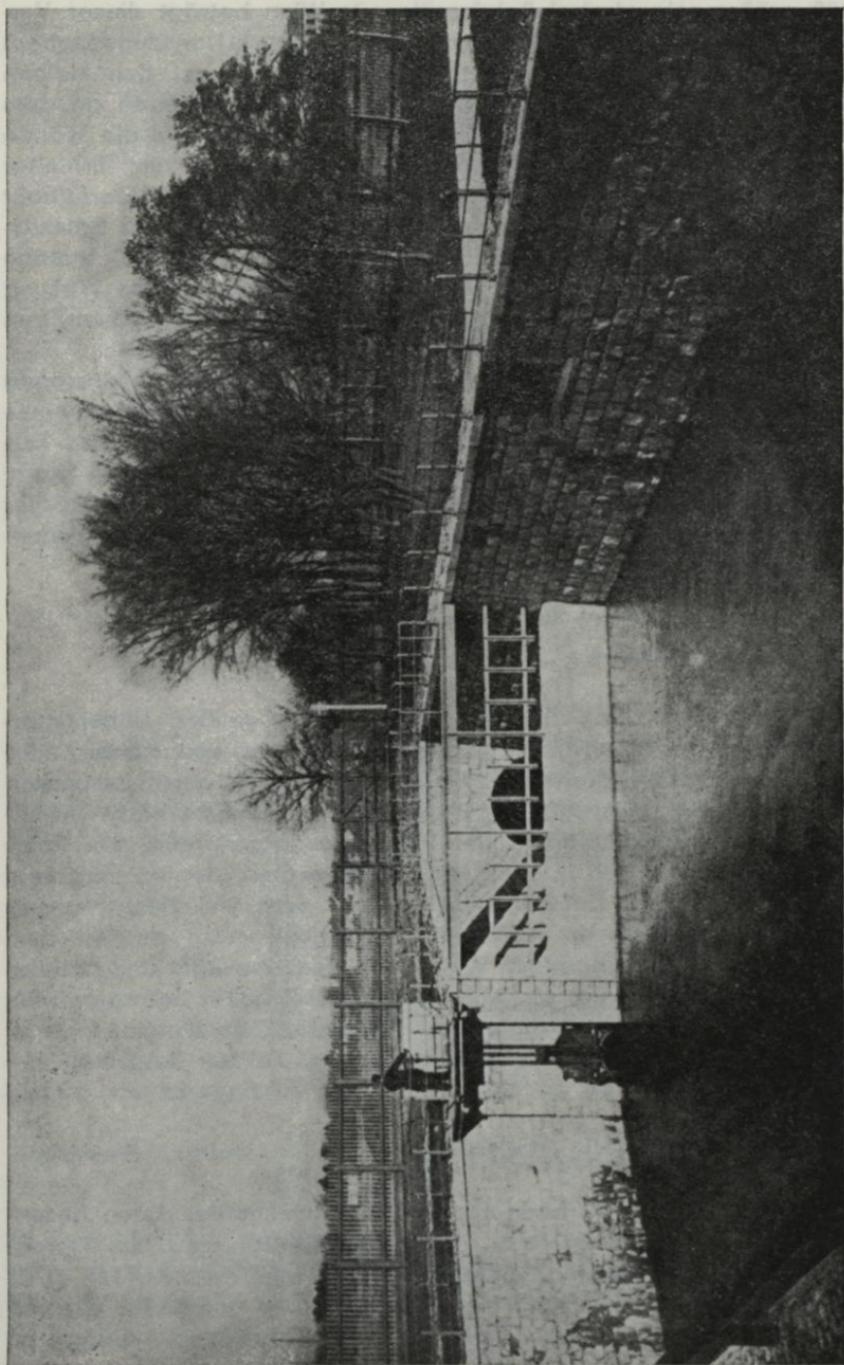
Wenn ein wasserführendes Gerinne in das Kanalnetz einbezogen werden muß, dann kann man dessen Wasserführung durch Anlegung eines Spülbeckens am Ende des Bachkanals zur Kanalspülung ausnützen. Das Wasser wird im Becken durch ein Wehr angestaut, über dessen Krone es normalerweise ins Kanalnetz abfließt. 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

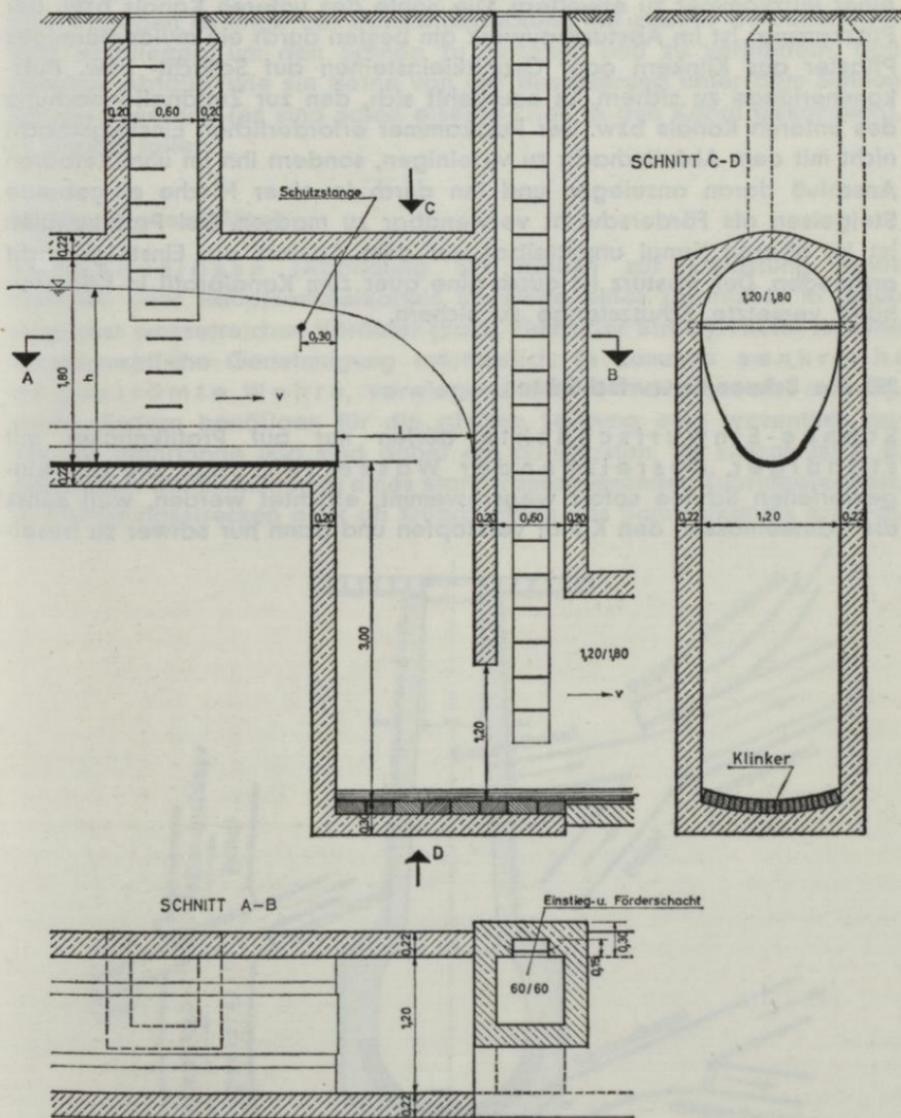


Abbildung 57: Absturzbauwerk

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

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-

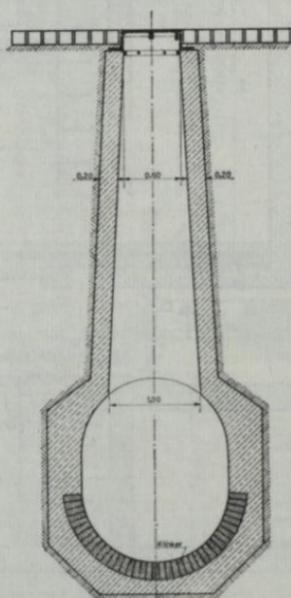


Abbildung 58: Schnee-Einwurfschacht

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.

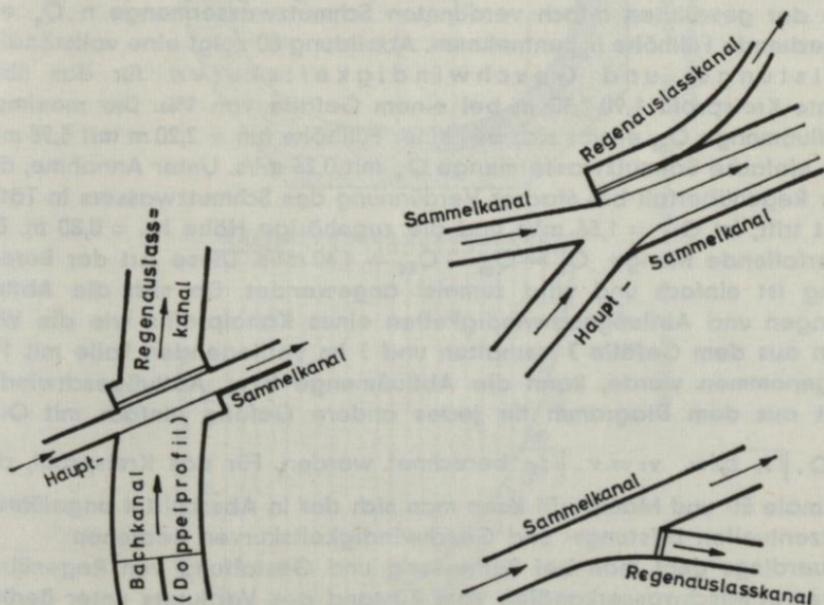


Abbildung 59: Anordnung von Regenauslässen

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

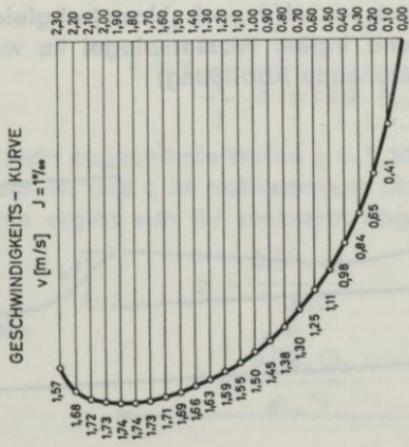
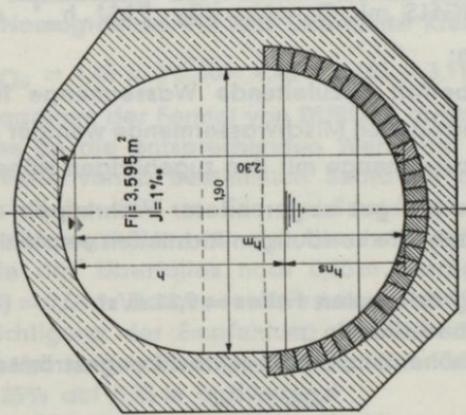
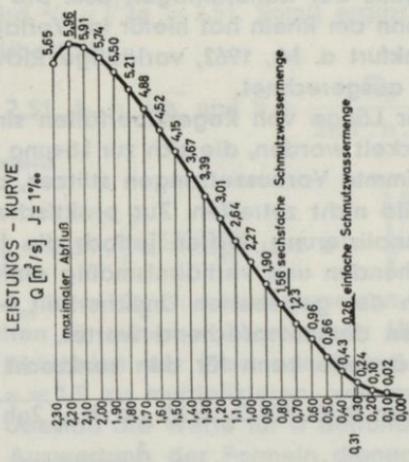


Abbildung 60: Konstruktion einer Leistungs- und Geschwindigkeitskurve für ein überhöhtes Kreisprofil

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}

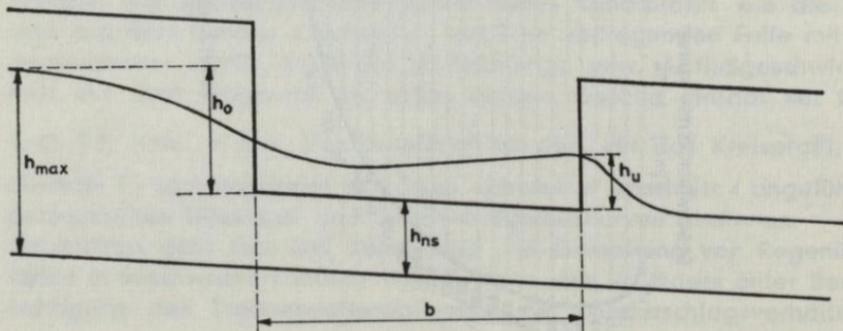
μ einen Beiwert, der bei gut abgerundeter Wehrkuppe mit 0,85 angenommen werden kann (die vorläufigen Richtlinien empfehlen sicherheits halber $\mu = 0,6$)

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 $h_u + \frac{1}{4}(h_o - h_u)$ 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

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

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

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

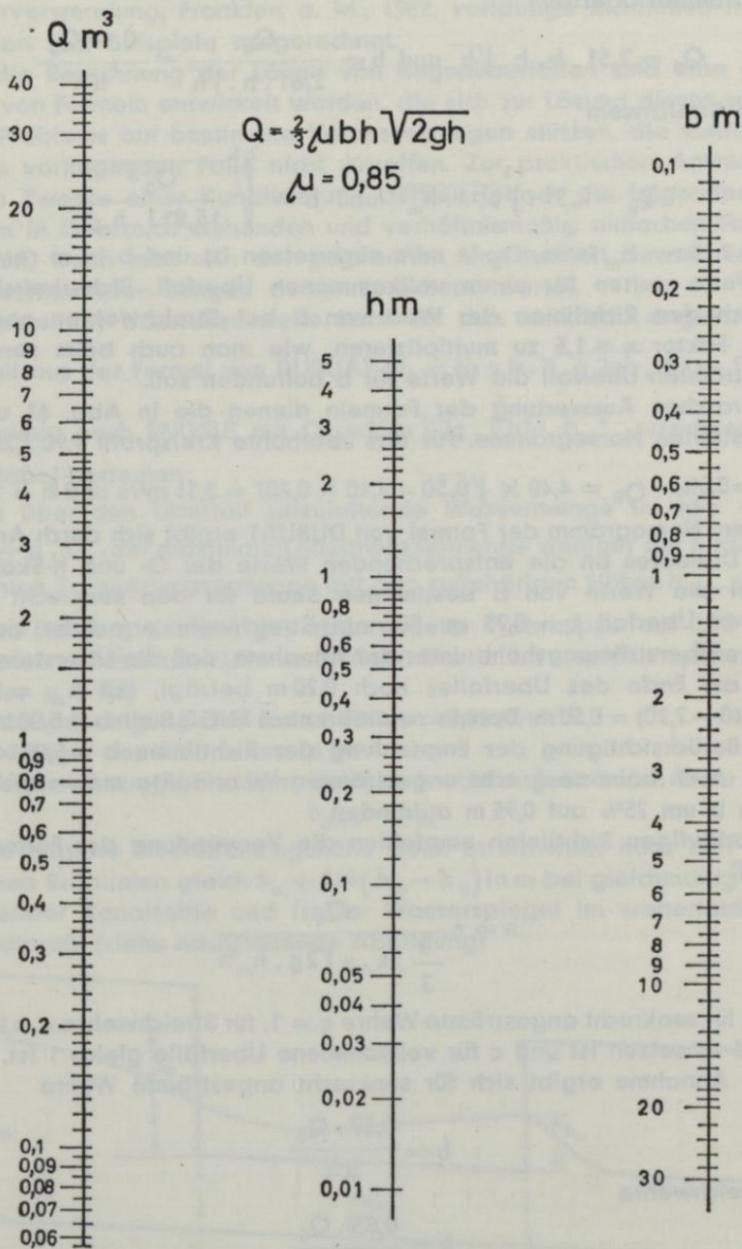
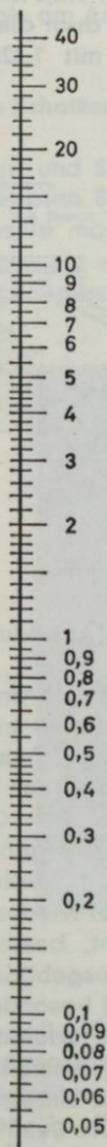


Abbildung 61: Nomogramm für das Überfallwehr nach DUBUAT

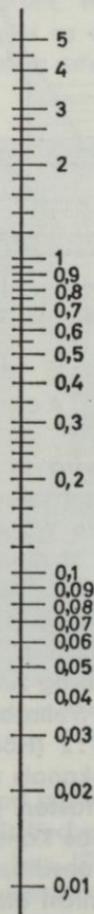
$Q \text{ m}^3$

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

$\mu = 0,85$



$h \text{ m}$



$b \text{ m}$

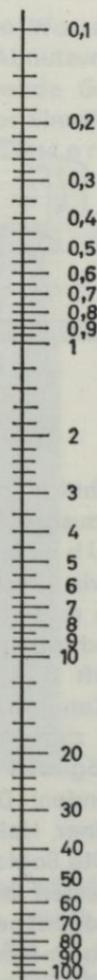


Abbildung 62: Nomogramm für das Streichwehr nach ENGELS

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.

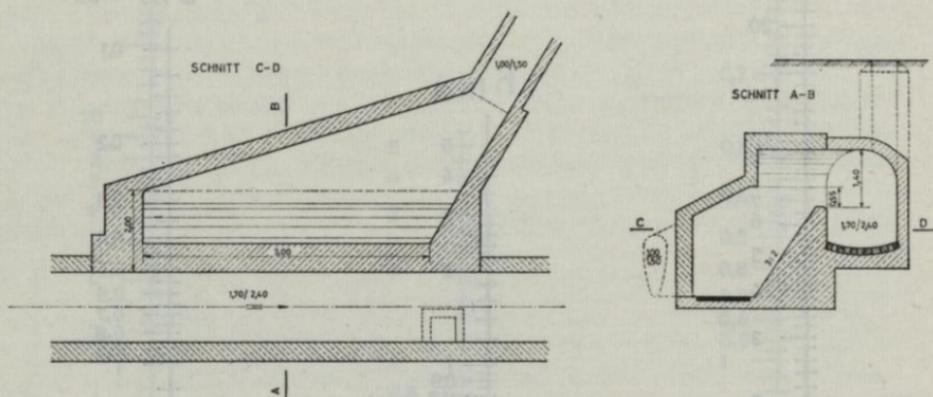


Abbildung 63: Regenauslaß

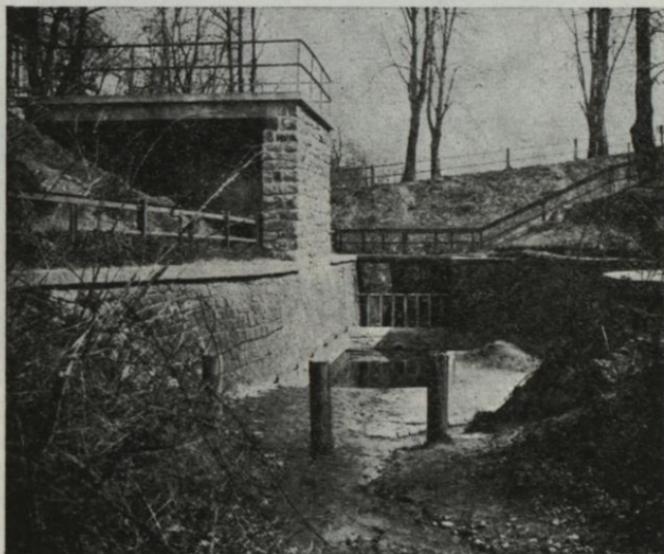
Hinsichtlich der baulichen Ausgestaltung (Abbildung 63) wird ausgeführt:

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 das 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 schräg 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-

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

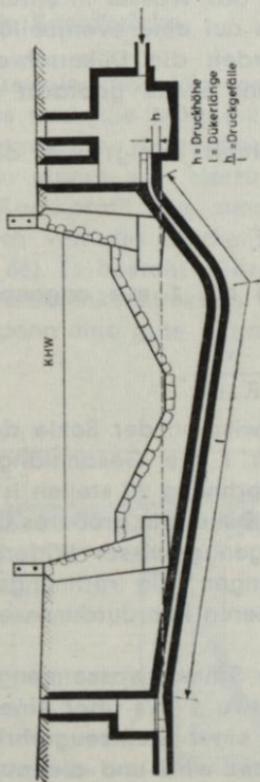
Podest bequem aufrecht stehen kann, untergebracht, die an der Decke Schächte von mindestens 60 cm Weite aufweisen, durch die man das Schwermaterial mit Kübelkränen an die Oberfläche befördern und auf Lastwagen verladen kann. Die Länge der Sandfänge richtet sich nach der Menge des zu erwartenden Materials 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 Volfüllung 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

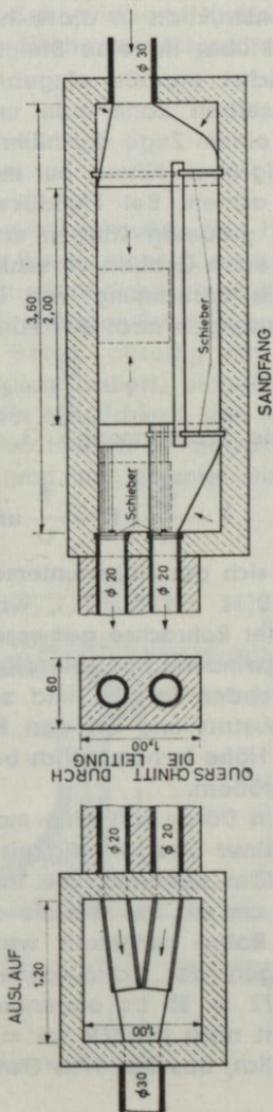
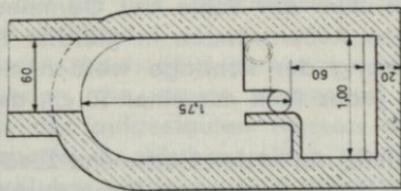


Abbildung 65: Düker

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 vorgebaggerten 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

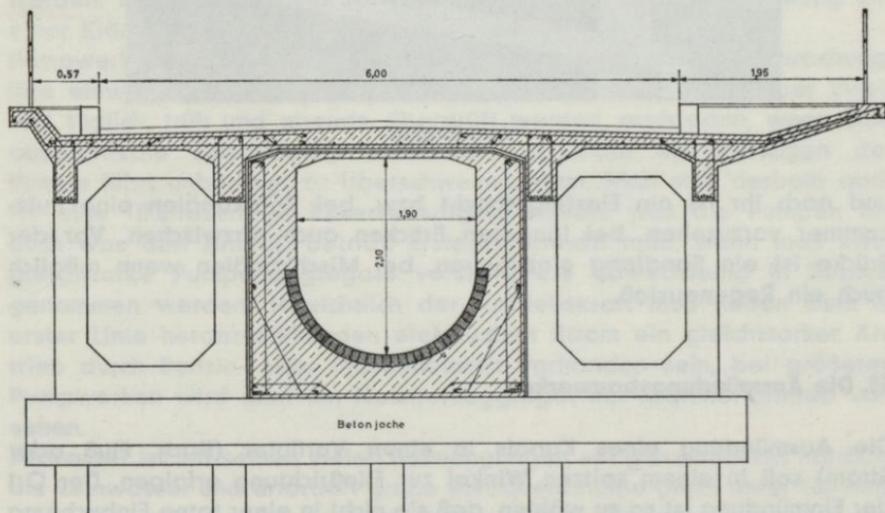


Abbildung 66: Kanalbrücke

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)

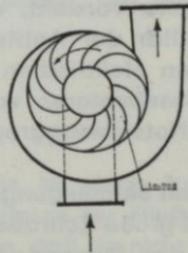
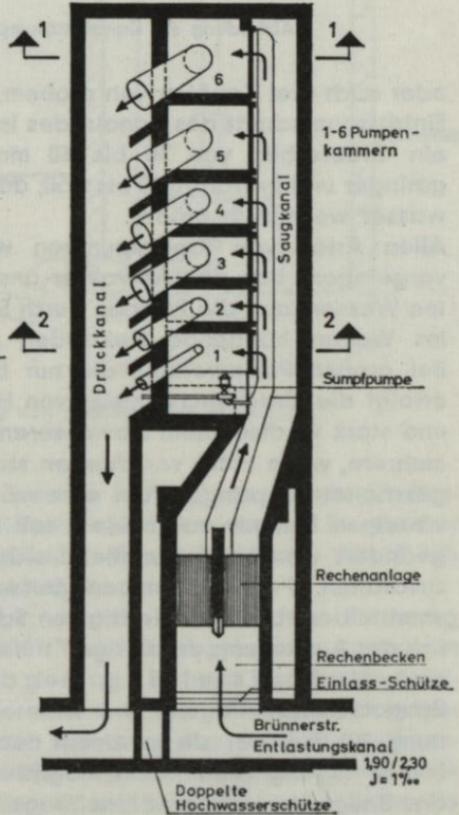
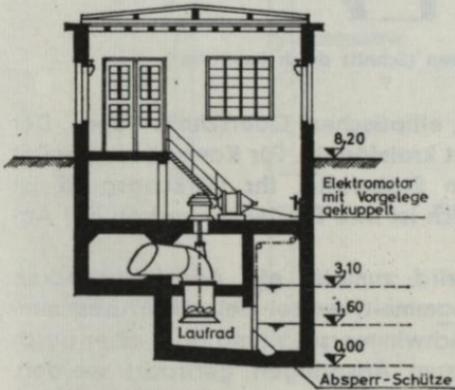


Abbildung 67: Zentrifugalpumpe

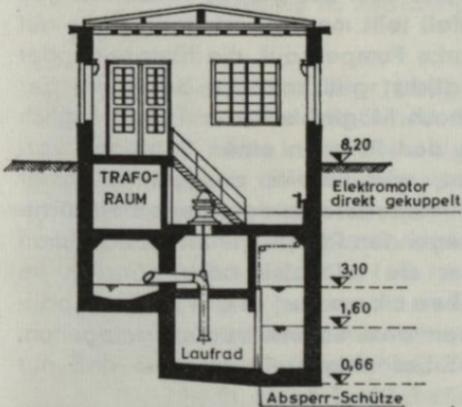
haben ein vertikal stehendes Laufrad, das von der Flüssigkeit radial durchflossen wird. Bei Hochlagerung wird die Flüssigkeit mit einer Luftpumpe angesaugt. Das Laufrad der robusteren Propellerpumpen (Abbildung 68) wird dagegen so tief gelegt, daß es auch beim niedrigsten Wasserstand eintaucht, es liegt 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

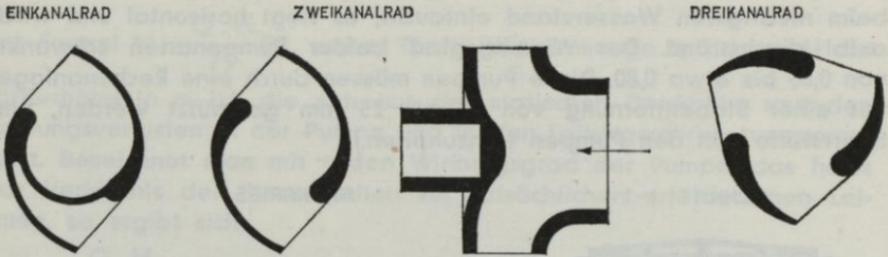


Abbildung 69: Kanalradpumpen (Schnitt durch Laufräder)

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

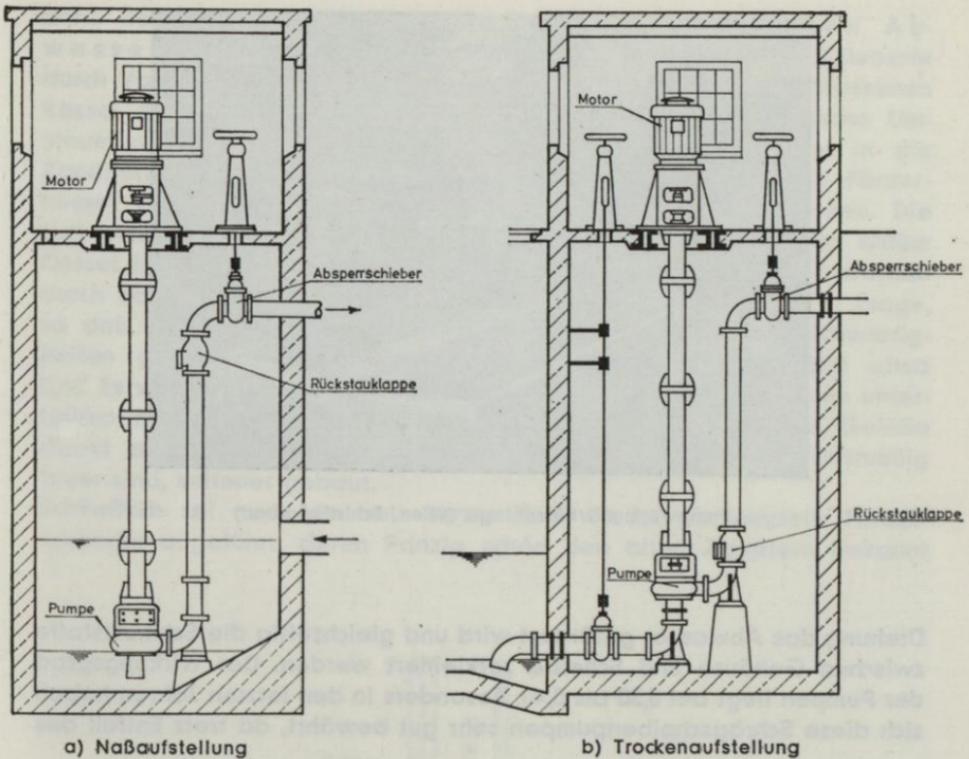
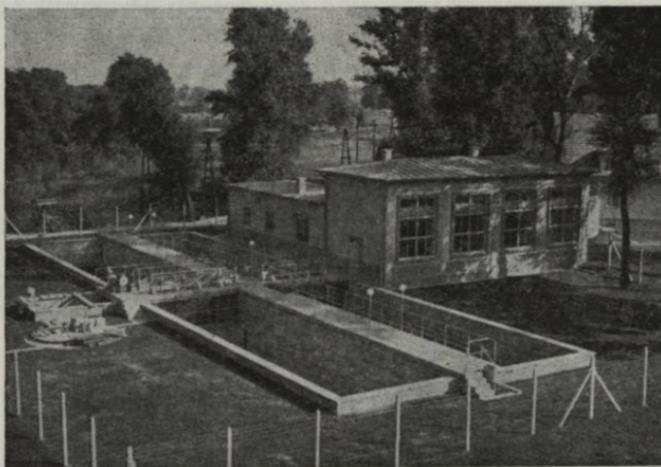


Abbildung 70: Aufstellung von tiefliegenden Pumpen

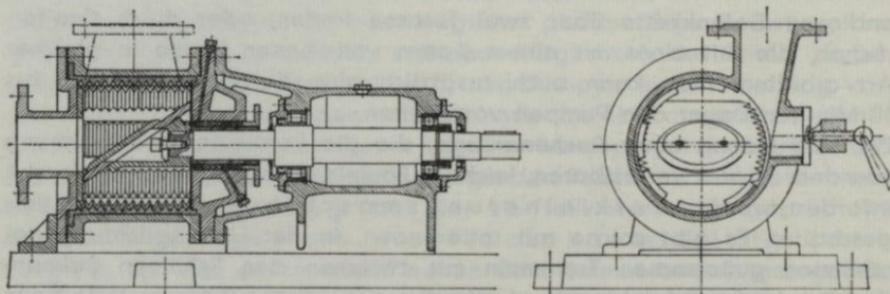
endlosen Gelenkkette über zwei Turasse laufen, oder durch Greifer-rechen, die mit einer mit einem Kamm versehenen Harke in gleicher Art arbeiten. Man kann auch zusätzlich eine Kurzklärung von 5 bis 10 Minuten Dauer den Pumpen vorschalten.

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 ZZQQH

Rechens 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

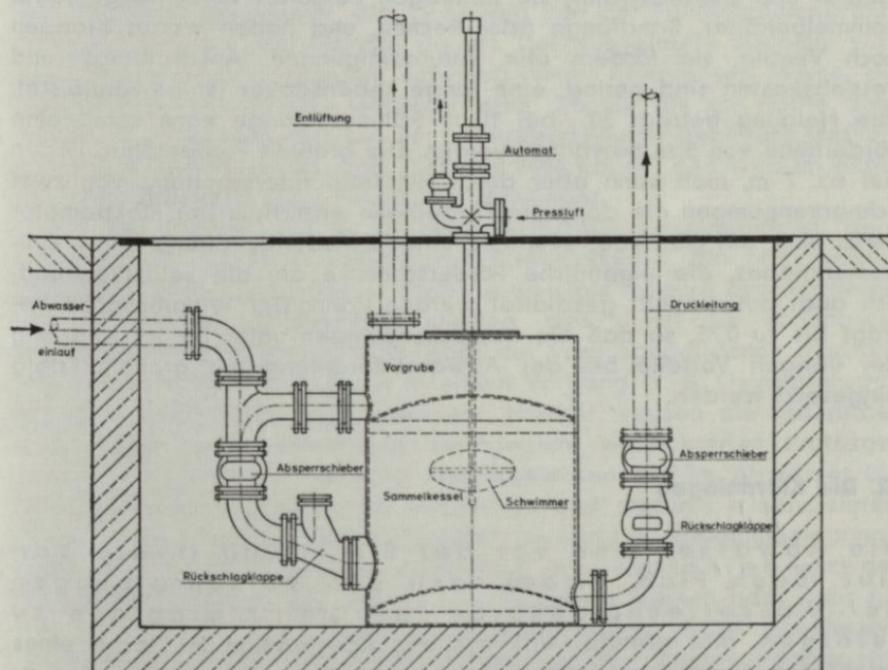


Abbildung 71: Automatisch-pneumatisches Pumpwerk

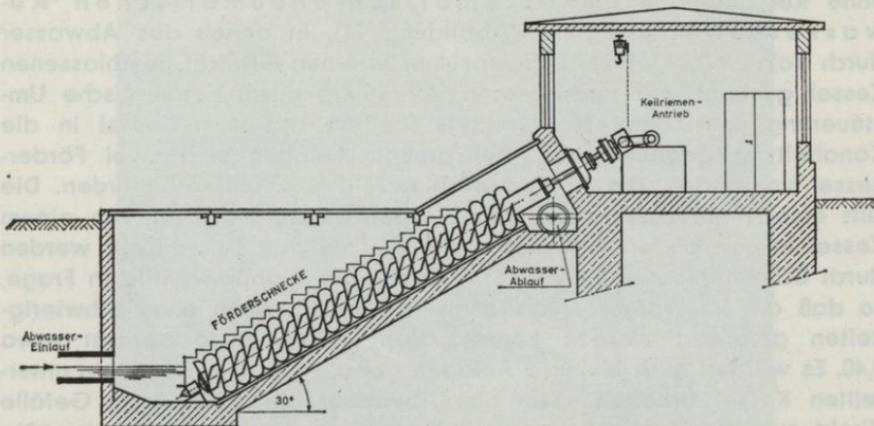


Abbildung 72: Schneckenpumpwerk

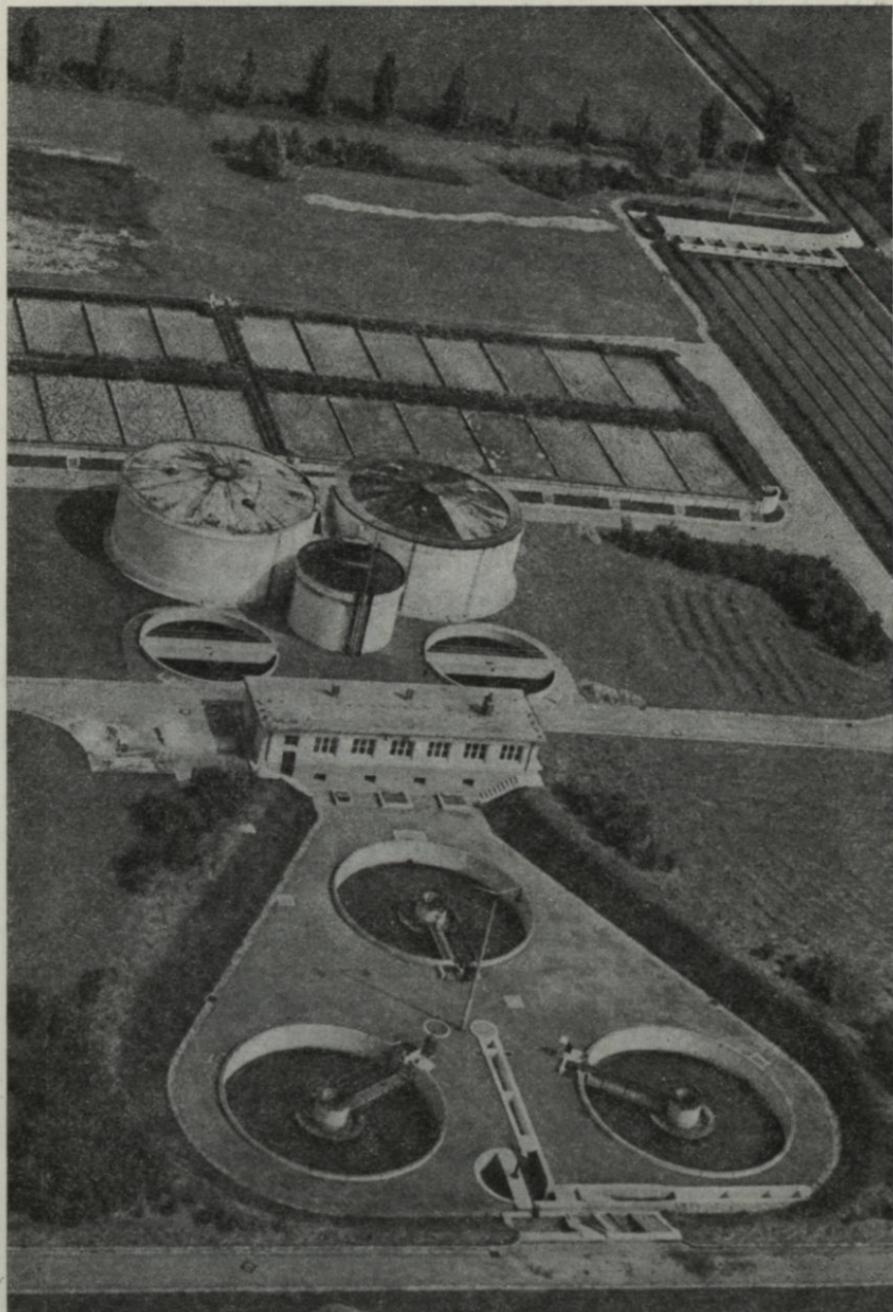
war und die von ihnen zu Bewässerungszwecken verwendet wurde. Schneckenpumpwerke (Abbildung 72) sind besonders unempfindlich und betriebssicher, sie benötigen keinerlei Vorkehrungen, wie Sammelbehälter, Sandfänge oder Rechen, und haben weder Klappen noch Ventile, sie fördern alle Verunreinigungen. Anschaffungs- 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 ausgefauelte 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, Totalkläranlage 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, raue 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

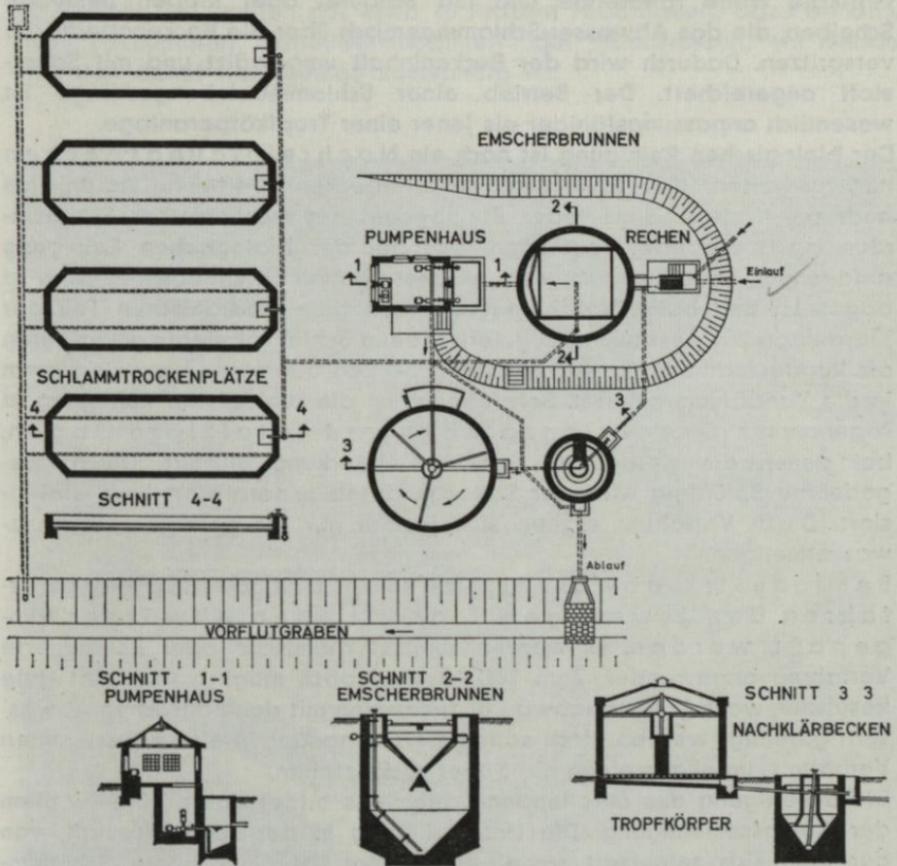


Abbildung 73: Mechanisch-biologische Kläranlage

schwebende geballte Schlamm, der durch reichliche Luftzufuhr aus Oberflächenbelüftern 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

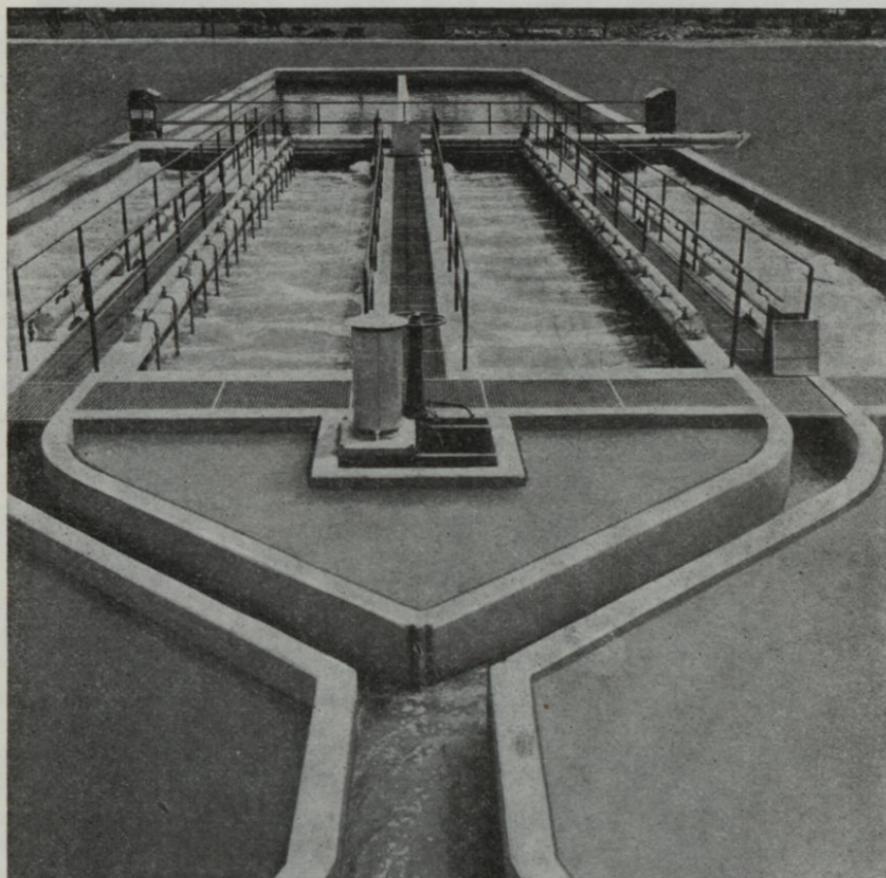
dem Wasser ragen, wird durch ihre Drehung das Wasser in Bewegung gebracht und dadurch mit Sauerstoff angereichert. Sie werden zum Teil mit einer Prallhaube (Abdeckhaube) überdeckt. Weitere Oberflächenbelüfter sind die sogenannten Belüftungskreisel, das sind um eine vertikale Welle rotierende und mit 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.

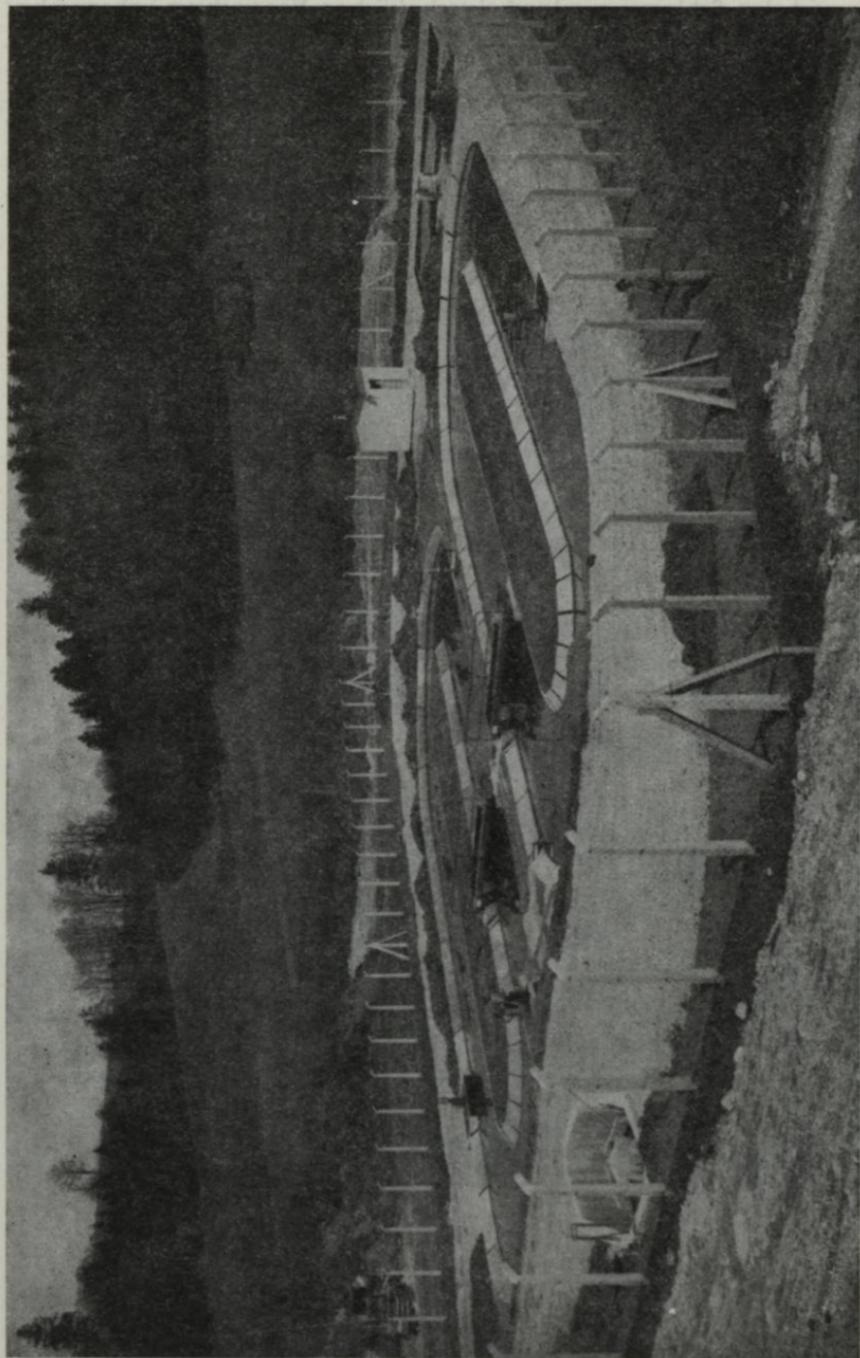
Bei Industrieabwässern müssen die Reinigungsverfahren der jeweiligen Eigenart der Abwässer angepaßt werden. Es werden zumeist chemische oder kombinierte Verfahren angewendet. Zum Teil ist es jedoch möglich und gibt gute Resultate, wenn Industrieabwässer zusammen mit den häuslichen Abwässern gereinigt 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