

Zeitschrift: Rorschacher Neujahrsblatt
Band: 66 (1976)

Artikel: Gewässerschutz in einer grossen Region
Autor: Staub, Mathias / Hager, Willi / Manser, Albert / Ott, Rudolf / Keller, Urs / Baldinger, Friedrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-947344>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

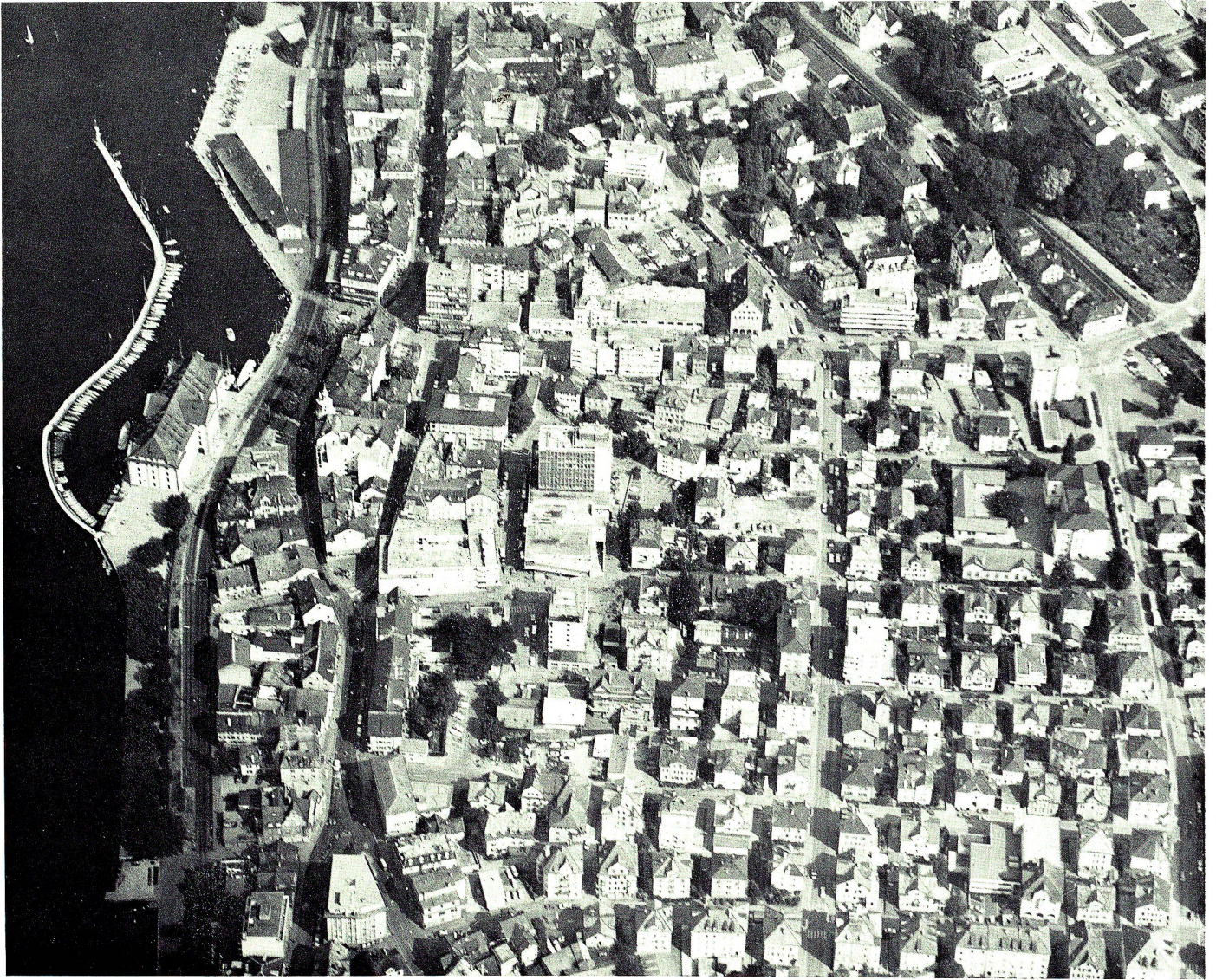
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Gewässerschutz in einer grossen Region

Das Abwasserwerk Altenrhein

Mathias Staub, Präsident AVA

Der Bodensee zählt zu den grössten Trinkwasserspeichern Europas. Er ist auch ein beliebtes Ziel für die Naherholung und für den Fremdenverkehr.

Die fortschreitende Verschmutzung der Bäche, Flüsse und des Bodensees alarmierte die Bevölkerung und die Behörden bereits Anfang der sechziger Jahre. Vorerst waren es einzelne Gemeinden im Alleingang, zu zweit oder dritt, die Aufträge an die Eidg. Anstalt für Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH und an die verschiedensten Ingenieurbüros für das Studium einer Kläranlage und die Sanierung der Abwasserkanäle erteilten. Es dauerte einige Jahre, bis sich schliesslich die Erkenntnis durchsetzte, dass Einzelkläranlagen teurer zu stehen kommen und ein wirtschaftlicher Betrieb nur in einer Grosskläranlage gewährleistet ist. Im Jahre 1963 war es so weit, dass die sanktgallischen Gemeinden Goldach, Rheineck, Rorschach, Rorschacherberg, St. Margrethen und Thal und die appenzellischen Gemeinden Heiden, Lutzenberg, Walzenhausen und Wolfhalden sich zusammenschlossen, um in Altenrhein eine zentrale Kläranlage zu bauen, wobei der Standort verschiedentlich umstritten war. 1973 kam auch die Gemeinde Untereggen dazu. Die generelle Kostenberechnung von 1964 lautete auf Fr. 50 270 000.—.

Im November 1966 waren die Vorbereitungen so weit, dass das Projekt den Stimmbürgern zur Genehmigung unterbreitet werden konnte, und am 31. Juli 1967 genehmigten die Kantone St. Gallen und Appenzell Ausserrhoden den Staatsvertrag. Die eigentliche Gründung des Abwasserverbandes Altenrhein erfolgte an der Delegiertenversammlung vom 1. Februar 1967.

Nun trat ein emsiges Schaffen der Baukommission, der Delegierten und der projektierenden Ingenieurbüros ein. In aller Stille und möglichst rasch wurden weitere Bodenkäufe getätigt, um die Bodenpreise in bescheidenem Rahmen halten zu können.

Ein wichtiger Entscheid fiel durch den Beschluss, einen 4,5 km langen Stollen zu bauen, anstatt von Rorschach bis zum Fuchsloch die Staatsstrasse zu benützen.

Die Delegierten traten zu 33 Versammlungen und die Mitglieder der Baukommission bis jetzt zu 91 Sitzungen zusammen, um die Arbeitsvergebungen für rund 60 km Hauptkanäle, 19 Regenwasserklärbecken, 12 Pumpwerke, das ARA-Betriebsgebäude samt Pumpwerk, die Faulräume, die Gasometer, Vor- und Nachklärbecken, die Belüftungsbecken, das Maschinenhaus und das Rechengebäude zu beschliessen. Daneben waren verschiedene Erweiterungen gegenüber dem ursprünglichen Projekt und viele andere wichtige Geschäfte zu beraten. Der Finanzierungseingpass infolge der Kapitalrestriktionen konnte dank enormem Einsatz vieler Beteiligter überwunden werden.

In der Bauphase von 1968 bis 1975 erfuhren die Löhne und Materialien eine gewaltige Aufwärtsbewegung. So ist es nicht verwunderlich, dass die Baukosten von 50 Mio auf rund 90 Mio stiegen. Nebst der grossen Teuerung sind aber auch namhafte Erweiterungen in den Verbandsanlagen erfolgt, so der Beitritt der Gemeinde Untereggen.

Dank dem Umstand, dass unser Werk durch das Gewässerschutzgesetz von 1972 in den Genuss besserer Subventionsansätze gelangte, verbleiben den Gemeinden verhältnismässig nicht so stark ins Gewicht fallende Mehrkosten, wenn man davon absieht, dass durch die stark gestiegenen Zinssätze die Bauzinsen erheblich grösser werden als ursprünglich angenommen.

Die Baukostenabrechnung wird auch stark

Die Rorschacher Innenstadt zwischen Hafen und Löwenstrasse samt Bäumlistorkel-Bahnübergang, der wie noch weitere Niveauübergänge nach der Auffassung der Ortsplaner aufgehoben werden sollte. Flugbild W. Baer.

dadurch beeinflusst, ob die Seeleitung gebaut werden muss oder nicht. Die wissenschaftlichen Untersuchungen sind in vollem Gange. Im Verlaufe der Bauzeit stellte sich immer wieder die Frage, ob der Baukostenverteiler in allen Teilen richtig ist. Eine Antwort darauf sollte in einiger Zeit gegeben werden.

Wir haben die grösste Abwasserreinigungsanlage der Ostschweiz eröffnet mit der Gewissheit, einen wichtigen Schritt zur Verbesserung unserer Bäche, Flüsse und Seen geleistet zu haben und damit auch die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser sicherzustellen. Viele Aufgaben der öffentlichen Hand lassen sich auch in Zukunft nur in einer grösseren Region lösen, und ich hoffe, dass dieses Werk dazu Ansporn sein wird.

Die zentrale Abwasserreinigungsanlage Altenrhein

Willi Hager, Bauingenieur
Theo Eggenberger, Bauingenieur

Vorarbeiten

Erste Studien für die gemeinsame Reinigung der Abwässer einzelner nachmaliger Verbandsgemeinden wurden bereits 1955 erarbeitet. Im Lauf der Jahre wuchs die Zahl der an einem Anschluss interessierten Orte ständig, so dass immer neue Wirtschaftlichkeitsvergleiche angestellt werden mussten. Nach der Verbandsgründung erfolgten 1968 umfangreiche Erhebungen und chemische Untersuchungen bei Industrie und Gewerbe über die Art und Menge der abgeleiteten Abwässer. Parallel dazu wurde die Prüfung verschiedener ARA-Standorte notwendig. Nach Abklärung aller hängigen Fragen fanden die Planungsvorarbeiten mit der Ablieferung des generellen Kläranlageprojektes ihren Abschluss. Nach dessen Genehmigung und Subventionszusicherung durch den Bund und die beteiligten Kantone begann im Jahr 1970 die Detailprojektierung der einzelnen Bauwerke.

Ausbaugrösse

Im Gegensatz zu den Kanalisationssystemen wird eine Abwasserreinigungsanlage nicht

	Zum mechanischen Anlageteil	Zum biologischen Anlageteil	Zu den Regenwasser- klärbecken
Max. Trockenwetteranfall	900 l/s	710 l/s	–
Regenwetteranfall	1800 l/s	1420 l/s	1400 l/s

für das volle Überbauungsziel der angeschlossenen Einzugsgebiete bemessen. Ein wirtschaftlicher und bezüglich Reinigungseffekt optimaler Betrieb ist nur bei etappenweisem Ausbau möglich.

Der ARA Altenrhein wurden unter Berücksichtigung der für die nächsten zehn bis zwanzig Jahre abschätzbaren Entwicklung folgende Erstausbauwerte zugrundegelegt:

Hydraulisch (abwassermengenmässig)

110 000 Einwohnergleichwerte

Biologisch (schmutzstoffmengenmässig)

185 000 Einwohnergleichwerte

Bei Erreichen des Ausbauzieles ist mit Zulaufmengen laut obiger Tabelle zu rechnen. Die Anlage wurde so konzipiert, dass sie sich später ohne Schwierigkeiten erweitern oder durch zusätzliche Verfahrensschritte ergänzen lässt.

Anlagekurzbeschrieb

Der 8 m unter Terrain liegende Zulaufkanal zur ARA mündet in einen unterirdischen Kies- und Grobsandfang. Dieser – wie auch der folgende automatisch gesteuerte Grobrechen – dient dem Schutz des Rohabwasserpumpwerkes. Die dort installierten sechs Schaufelradpumpen fördern zusammen eine sekundliche Wassermenge von 3200 l. Rund 56 % davon fließen zur mechanischen Reinigungsstufe, während die bei Starkregen anfallende Restmenge nur über die Regenwasserklärbecken geleitet wird. Die manometrische Förderhöhe beträgt rund 14 m. Drei Feinrechen mit einer Stabdistanz von 15 mm halten Grobstoffe und Textilien zurück. Die Reinigung der Rechenstäbe sowie der Abwurf des Rechengutes in Kehrichtkontainer erfolgt vollautomatisch. Ebenso sorgt eine spezielle Verschiebeanlage dafür, dass volle Behälter laufend durch leere ersetzt werden.

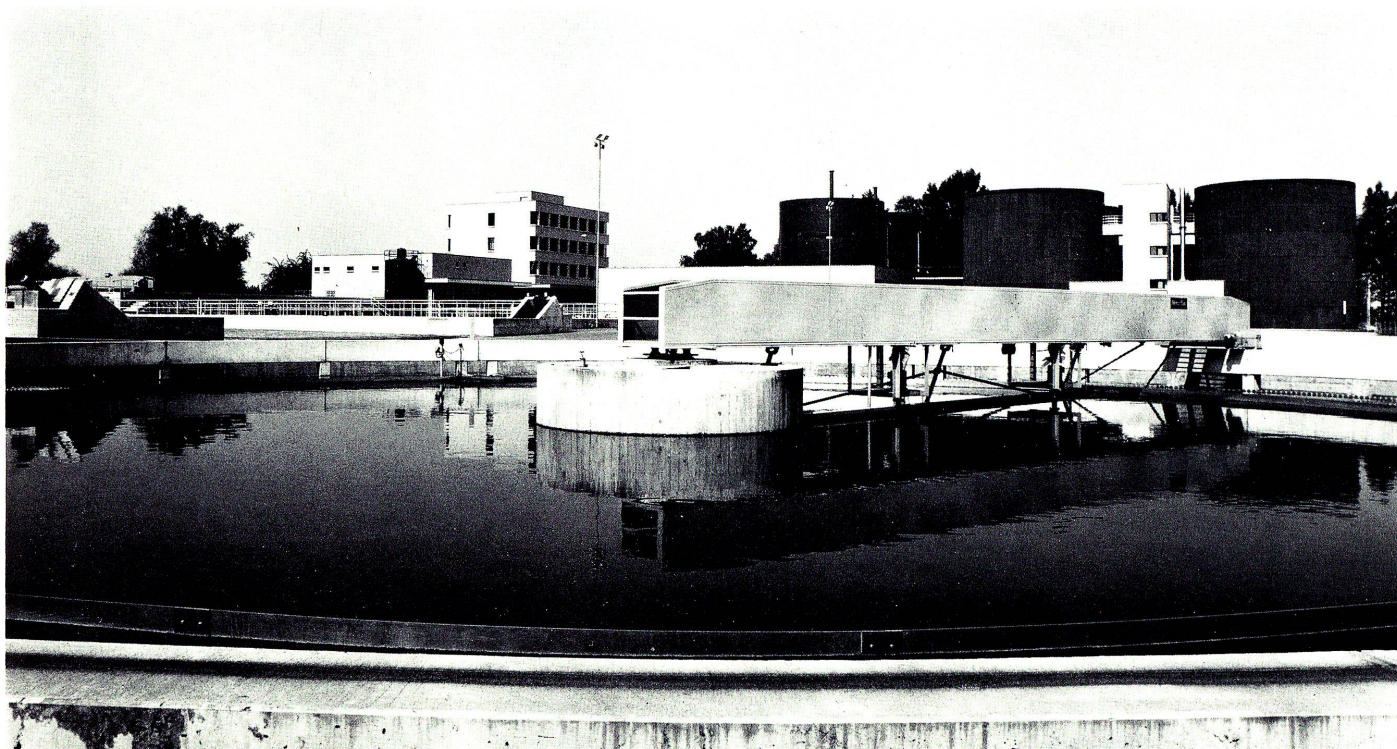
Als nächstes durchfließt das Abwasser den belüfteten Sand- und Fettfang. Der hier zurückgehaltene Feinsand wird zu einem Stapsilo gepumpt, von wo er nach erfolgter Entwässerung in Mulden zur Deponie gefahren wird. Die anfallenden organischen Fette führt man den Faultürmen zu, während grössere Mengen mineralischer Öle regeneriert werden können.

Der Reinigungsprozess nimmt in den beiden Vorklärbecken seinen Fortgang. Durch die hier erzwungene Reduktion der Fließgeschwindigkeit sinkt der grösste Teil der absetzbaren Stoffe zur Beckensohle, während leichte Inhaltsstoffe aufschwimmen. Der eingesetzte Zwillingräumer schiebt die so abgetrennten Schlämme täglich mehrmals zu den Trichtern am Beckenkopf. Von hier werden sie über Eindickbehälter in die Vorkläräume gepumpt.

Nach dem Vorklärbecken ist die sogenannte mechanische Reinigung des Abwassers abgeschlossen. Es enthält aber immer noch rund zwei Drittel der ursprünglichen Schmutzstoffe. Diese liegen vorwiegend in gelöster Form vor, sie müssen daher unter Zuhilfenahme von Bakterien und Protozoen abgebaut oder in eine absetzbare Form übergeführt werden. Zur Reinigungsarbeit benötigen die Mikroorganismen Sauerstoff, der ihnen in den Belüftungsbecken eingetragen wird. Spezielle Belüftungselemente sorgen für die Erzeugung feinsten Luftblasen und gleichzeitig für die notwendige Umwälzbewegung. Der Ablauf aus diesen Einheiten fliesst den Nachklärbecken zu. Hier sinken die Belebtschlammflocken infolge der geringen Wasserbewegung zu Boden, während das gereinigte Abwasser in Sammelrinnen einströmt und die Anlage verlässt. Der abgesetzte Schlamm, der biologisch noch sehr aktiv ist, wird mit den Rundräumern zum Beckenzentrum geschoben und zu weiterer Reinigungsarbeit in die Belüftungsbecken zurückgepumpt. Gealterter Belebtschlamm muss abgezogen und zusammen mit dem Schlamm aus den Vorklärbecken weiterbehandelt werden.

Da die Reinigungsanlage im Einzugsgebiet eines Sees liegt, besteht ausserdem die Forderung nach der Elimination von Phosphorverbindungen. Bekanntlich kommt dem Phosphor als sogenanntem Minimumstoff hauptsächlich in unseren stehenden Gewässern eine grosse Bedeutung zu. Die im Abwasser enthaltenen Phosphate werden in der Anlage Altenrhein simultan zur mechanisch-biologischen Reinigung durch Zugabe bestimmter Chemikalien ausgefällt.

Bei Erreichung des Ausbauzieles fallen täglich etwa 400 m³ Frischschlamm an. Dieser



Ansicht der Kläranlage von Osten.
Photo Hädener, Rorschach.

wird in die Faulräume gebracht mit dem Ziel, die organischen Inhaltsstoffe weitgehend abzubauen und den Wassergehalt zu reduzieren. Der Faulprozess wird durch anaerobe Mikroorganismen unterhalten und liefert ein praktisch geruchsfreies Endprodukt mit hohem Düngewert sowie grosse Mengen Methangas. Um die Faulzeit zu reduzieren, werden die beiden Vorfaulräume auf einer Temperatur von 33 °C gehalten. Im unbeheizten Nachfaulraum vollzieht sich die Trennung des Trübwassers vom Schlamm. Der vierte Behälter dient als Stapelraum zur Auspufferung der Abgabeschwankungen.

Um den Forderungen des Milchregulatives nachzukommen, muss der Faulschlamm vor seiner Abgabe an die Landwirtschaft zumindest während der Vegetationszeit hygienisiert werden. Die Anlage ist daher mit den Einrichtungen für die Pasteurisation des Schlammes ausgerüstet. Der Betrieb der dazu notwendigen Niederdruckdampfheizung erfolgt durch das anfallende Klärgas. Dieses dient nach vorgängiger Entwässerung und Entschwefelung ausserdem zur Aufrechterhaltung der Faulraum- und Gebäudeheizung sowie zum Antrieb des Grundlastgebläses für die Belüftung. Zur Gasstapelung

stehen zwei Trockengasometer mit je 600 m³ Inhalt zur Verfügung.

Im Maschinenhaus über den Regenwasserklärbecken stehen die Rotationsgebläse für die biologische Stufe. Ebenso sind dort zwei Notstromdiesel mit einer Gesamtleistung von 1000 kVA aufgestellt. Diese sorgen bei Netzausfall für die notwendige Betriebsenergie. Desgleichen dienen sie zur Brechung von auftretenden Verbrauchsspitzen, damit günstigere Tarifbedingungen erreicht werden können.

Im Betriebsgebäude sind die Transformatorenstation, die Niederspannungsverteilung, eine Werkstatt, die Kommandozentrale, ein Labor sowie mehrere Materialräume, Büros, die Garderobe mit Duschen und WCs untergebracht.

Wir freuen uns, dass wir zusammen mit allen an der Planung und am Bau der Anlage Beteiligten einen Beitrag zur Gesundung des Bodensees leisten konnten.

Kurze Baugeschichte der ARA Altenrhein

Albert Manser, Bauleiter

Der Standort der ARA in der Uferpartie des alten Rheines erforderte umfassende fundationstechnische Vorarbeiten vor dem Beginn der eigentlichen Baumeisterarbeiten. Durch Sondierbohrungen war eine tragfähige Kiesschicht in ca. 3 m Tiefe lokalisiert worden. Da der Aushub des aufgelandeten Schlamm-Materials in den Bunenfeldern, welche ca. 45 % der gesamten Arealfläche ausmachten, nicht mit konventionellen Geräten erfolgen konnte, wurden mittels eines Schwimmbaggers 34 500 m³ Schlamm abgesaugt und über eine Distanz von ca. 800 m direkt in Meliorationsgebiete von Altenrhein gepumpt.

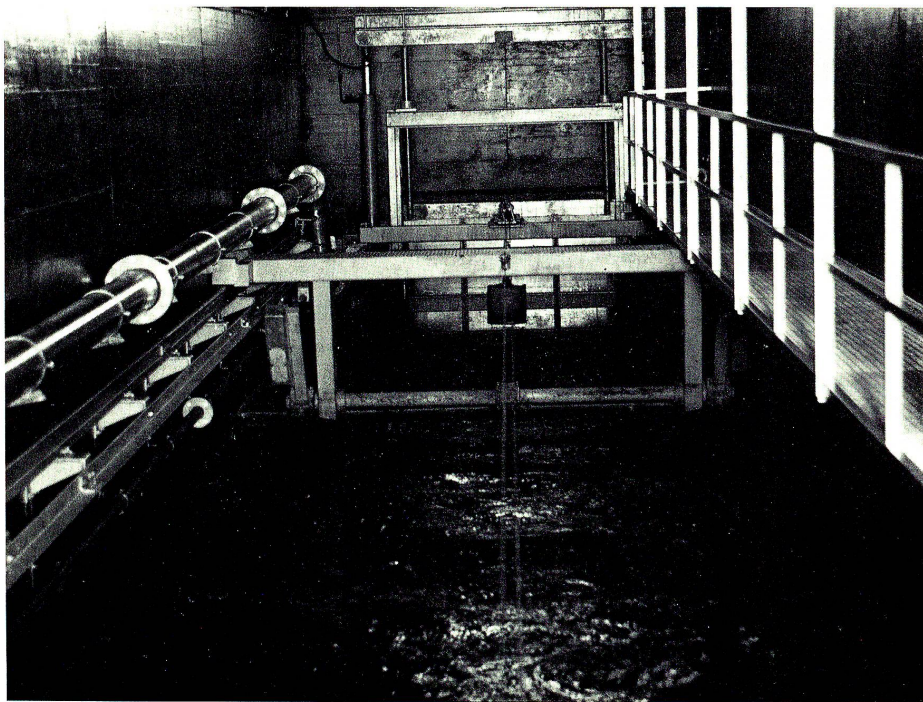
Parallel zum Schlammaushub wurden im Mündungsgebiet des Alten Rheines 50 000 m³ Kiesmaterial gewonnen, mit Klappschiffen zum ARA-Standort transportiert und anstelle des Schlammes eingebracht. Diese umfangreiche Baugrundsanierung erfolgte in der ersten Jahreshälfte 1969. Anschliessend konnten die eigentlichen Bauarbeiten leider nicht aufgenommen werden, da wegen der Linienführung des Zulaufkanals im Bereich des Flugplatzes langwierige Verhandlungen

und neue Projektvarianten nötig waren. Selbst die Verlegung der ARA ins Bisiwäldli-Areal wurde eingehend geprüft. Im Frühjahr 1971 konnte dann definitiv grünes Licht für den Baubeginn gegeben werden.

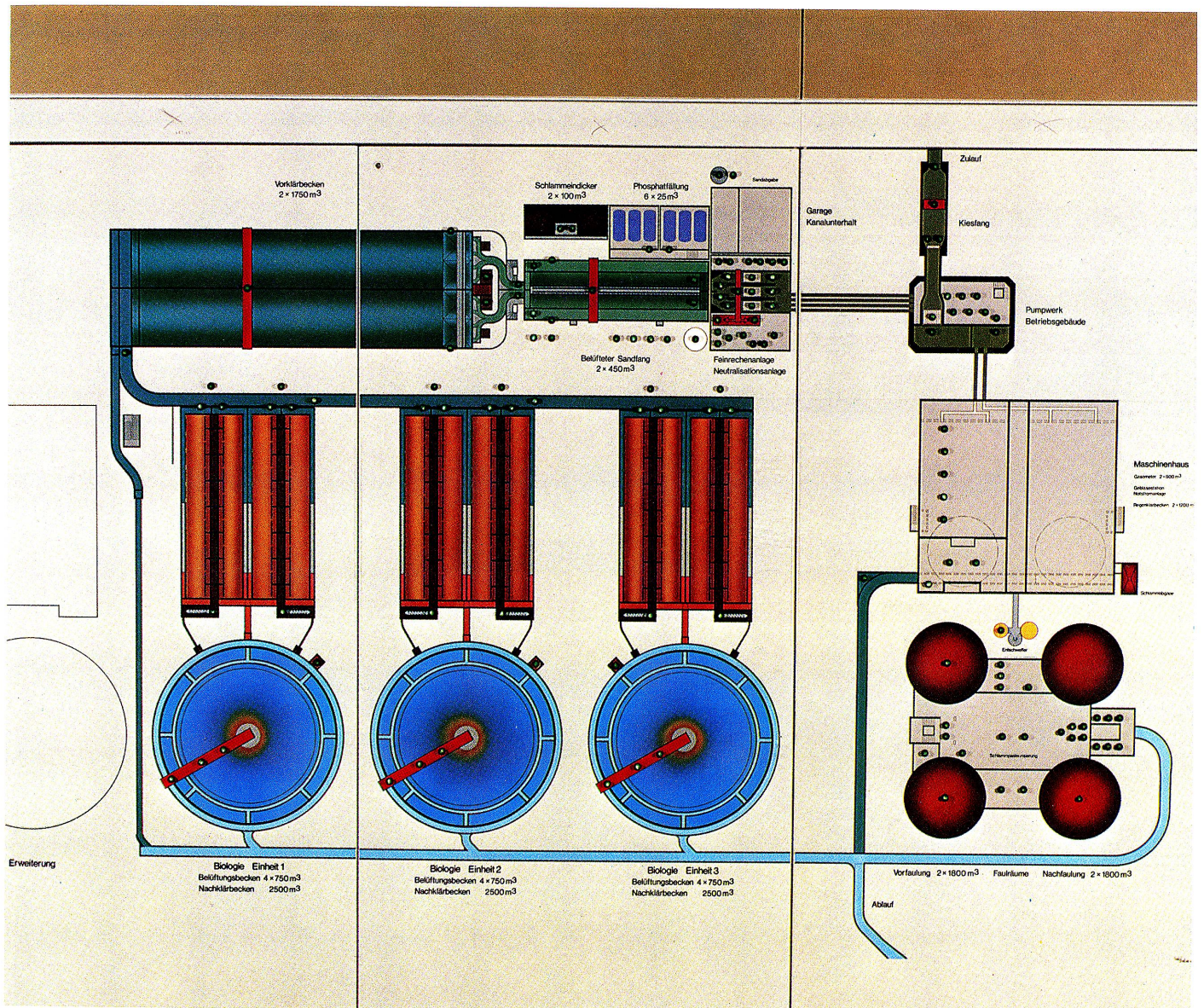
Mit einem enormen Einsatz an Arbeitskräften und Geräten wurden bis Ende Februar 1972 die beiden Vorklärbecken und der biologische Teil, bestehend aus je 3 Belüftungs- und Nachklärbecken, im Rohbau erstellt. Dazu waren umfangreiche Grundwasserabsenkungen nötig.

Da aufgrund der fundationstechnischen Gegebenheiten relativ starke Setzungen zu erwarten waren, sind die einzelnen Becken nach der Rohbauvollendung sofort mit Wasser gefüllt worden. Damit konnten im Laufe eines Jahres ganz beachtliche Setzungswerte erzielt werden. Aus dem gleichen Grund wurde das ganze Aushubvolumen von Vorklärung und Biologie im Umfang von ca. 13 000 m³ am geplanten Standort des Faulraumkomplexes und später im Bereich von Maschinenhalle, Rechengebäude und Sandfang aufgeschüttet. Mit dieser Vorbelastung konnten Primärsetzungen bis zu 80 cm erzwungen werden.

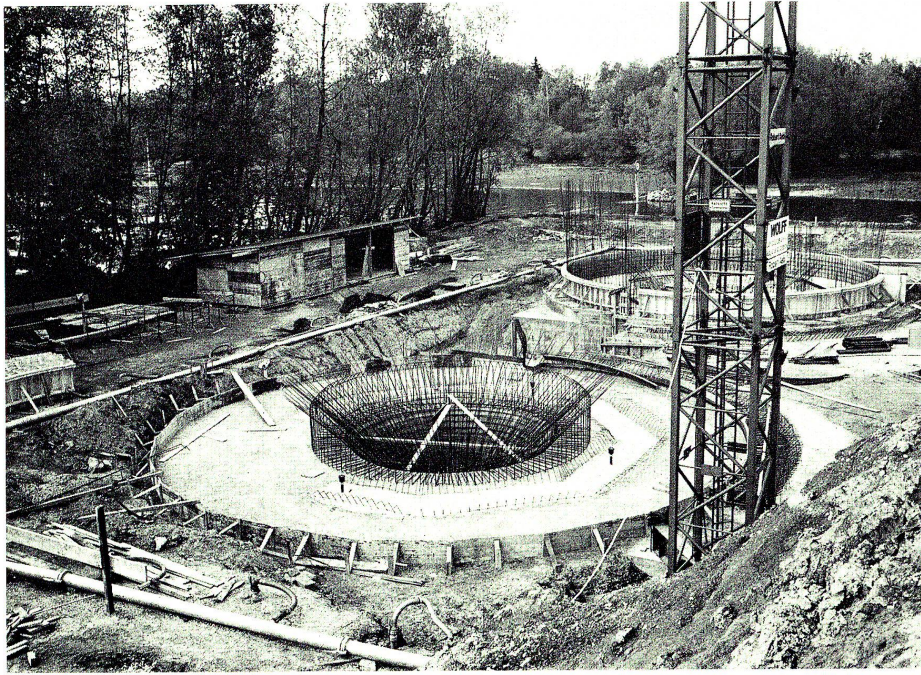
Das Jahr 1972 galt hauptsächlich dem Bau der 4 Faulräume mit je 1800 m³ Nutzinhalt. Die Rohbauarbeiten an diesen Objekten wurden mit der Erstellung des Zwi-



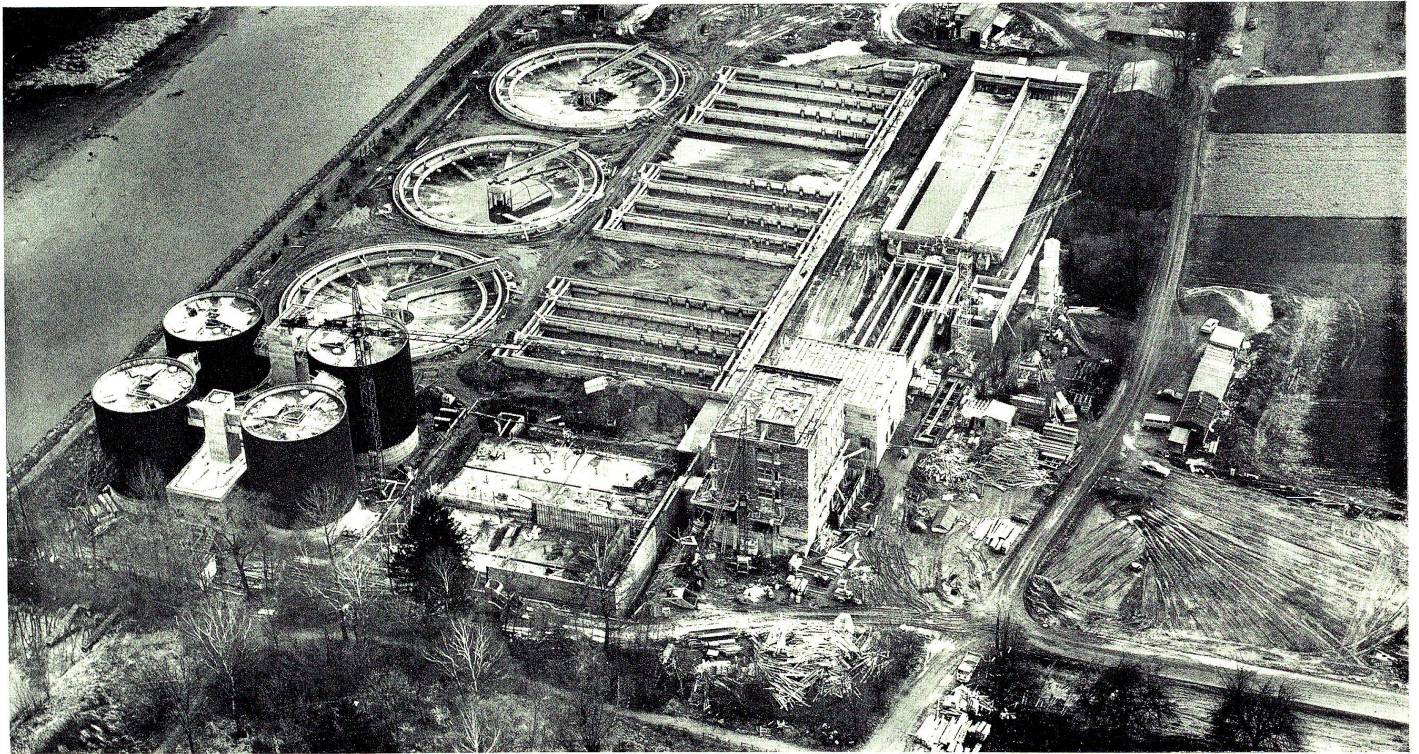
ARA Altenrhein.
Unterirdischer Gesamtzufluss mit Kiesräumer.
Photo Hädener, Rorschach.



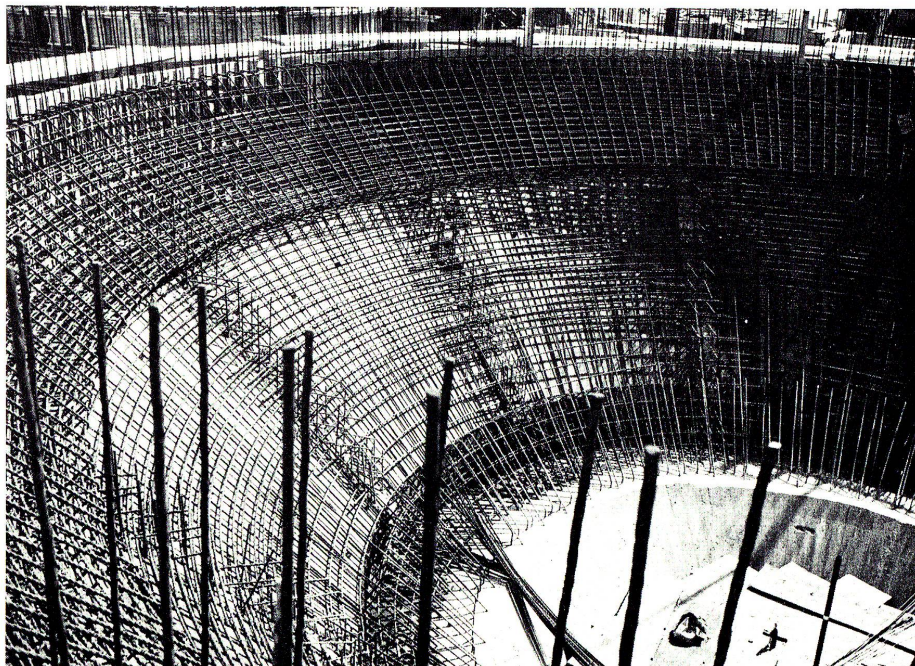
Schematischer Grundriss der Kläranlage Altenrhein.
Photo Hädener, Rorschach.



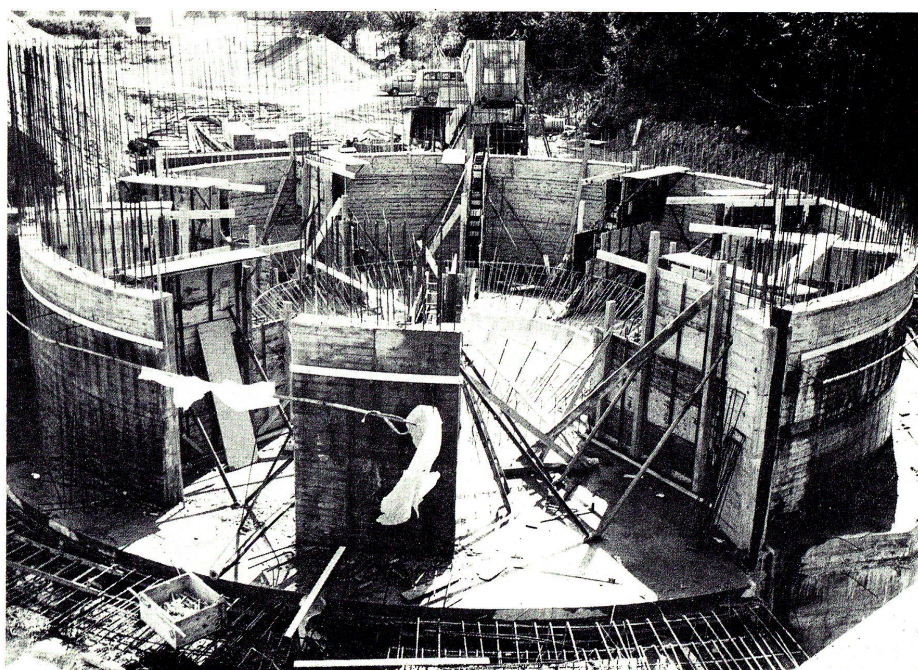
ARA Altenrhein. Faulraumfundationen.
Photo Kuster & Hager, Rorschach.



Armierungsbild eines Faulraumtrichters.
Photo Kuster & Hager, Rorschach.



Links:
Januar 1974.
Die Rohbauarbeiten nähern sich dem Ende.
Photo Comet, Zürich.



Rechts:
Einer der vier 1800 m³ fassenden Faulräume
wächst in die Höhe.
Photo Kuster & Hager, Rorschach.

schengebäudes, der Leitungstürme sowie der Vorspannarbeiten im Sommer 1973 abgeschlossen. Im Herbst 1972 konnte auch das Betriebsgebäude in Angriff genommen werden. Die Untergeschosse mit den Räumen für das Abwasserpumpwerk, Grobrechenanlage und die Elektrohauptverteilung wurden im Senkbrunnenverfahren erstellt. Die maximale Aushubtiefe lag ca. 12.50 m unter dem Grundwasserspiegel. Die gesamte Bauwerkshöhe beträgt 33.70 m, davon befinden sich heute 16.50 m unter Terrain. Dieses technisch sehr interessante Bauwerk hatte seine volle Höhe Ende 1973 erreicht. Anfangs 1973 konnten die Baumeisterarbeiten für folgende Objekte vergeben werden:

Anschluss des Zulaufkanals mit Kiesfang
Rechengebäude
Garagen
Doppelsandfang
Eindicker und Stützmauern.

Auch diese Bauwerke wurden im Rohbau bis Ende Jahr erstellt, wobei beim Bau des Kiesfanges durch die sehr unregelmässige Bodenbeschaffenheit bedingt, bedeutende Schwierigkeiten bei der Grundwasserabsenkung zu meistern waren. Als letzter grosser Bauteil wurden die Regenwasserklärbecken mit dem darüber angeordneten Maschinenhaus dank einem grossartigen Einsatz der Bauunternehmung in der kurzen Zeit von Oktober 1973 bis Juni 1974 gebaut. An-

schliessend einige Ausmasse der gesamten Baumeisterarbeiten:

Aushub	ca. 62 000 m ³
Beton	ca. 19 400 m ³
Schalungen	ca. 62 000 m ²
Armierungseisen	ca. 1 350 to
Verputz	ca. 21 000 m ²

Mit der ersten Rohrinstallation konnte im Sommer 1973 in den Belüftungsbecken und im Herbst 1973 im Faulraumkomplex begonnen werden. Der eigentliche Ausbau der Kläranlage setzte in grossem Umfang ab 1974 ein. Es würde zu weit führen, alle diese Maschinenmontagen, Handwerker- und Spezialarbeiten im Detail zu beschreiben, deshalb möchten wir nur mit einigen kurzen Angaben den Umfang von einzelnen Arbeitsleistungen dokumentieren:

Rohrleitungen	
NW 100–700 mm	ca. 3 800 m ¹
Elektrokabel	ca. 80 000 m ¹
Masch. Ausrüstung wie	
Pumpen, Räumern,	
Gebläse etc.	ca. 110 Stück
Baupläne	ca. 780 Stück

Insgesamt waren am Bau der ARA rund 110 Unternehmungen und Lieferfirmen beteiligt.

Nach einmonatigen Probeläufen und Abnahmen konnte die ARA ab 24. Februar 1975 stufenweise in Betrieb genommen und am

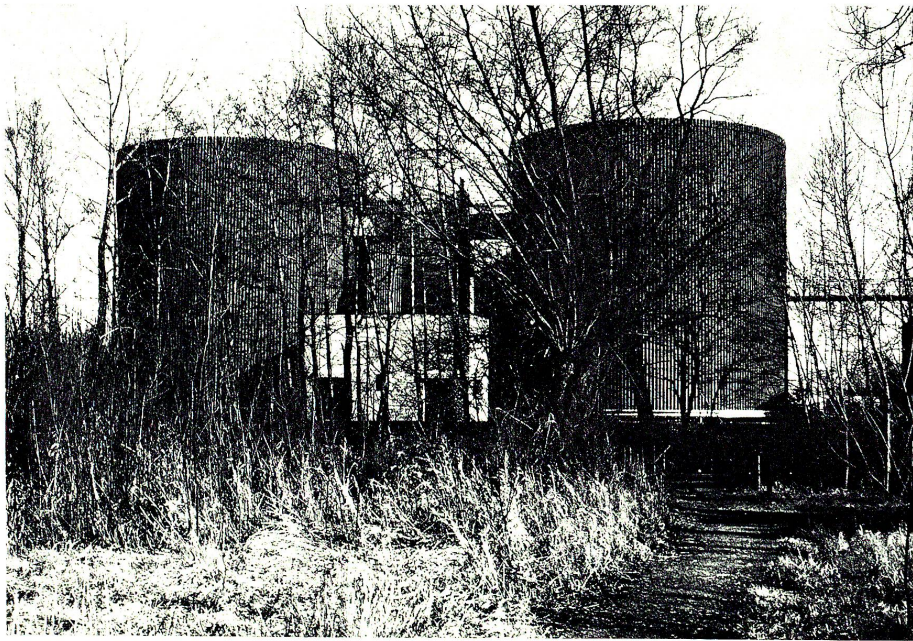
5. September 1975 offiziell eingeweiht werden. Es freut uns, allen Firmen und ihren Mitarbeitern, die zum guten Gelingen dieses grossen Werkes beigetragen haben, unseren Dank und Anerkennung aussprechen zu können. Für jeden einzelnen bedeutet es bestimmt eine grosse Genugtuung, damit einen Beitrag zur Gesundheit unserer Gewässer geleistet zu haben.

Rechts:

ARA Altenrhein.

Bauzustand 1 Jahr nach Baubeginn (März 1972).

Photo Comet, Zürich.

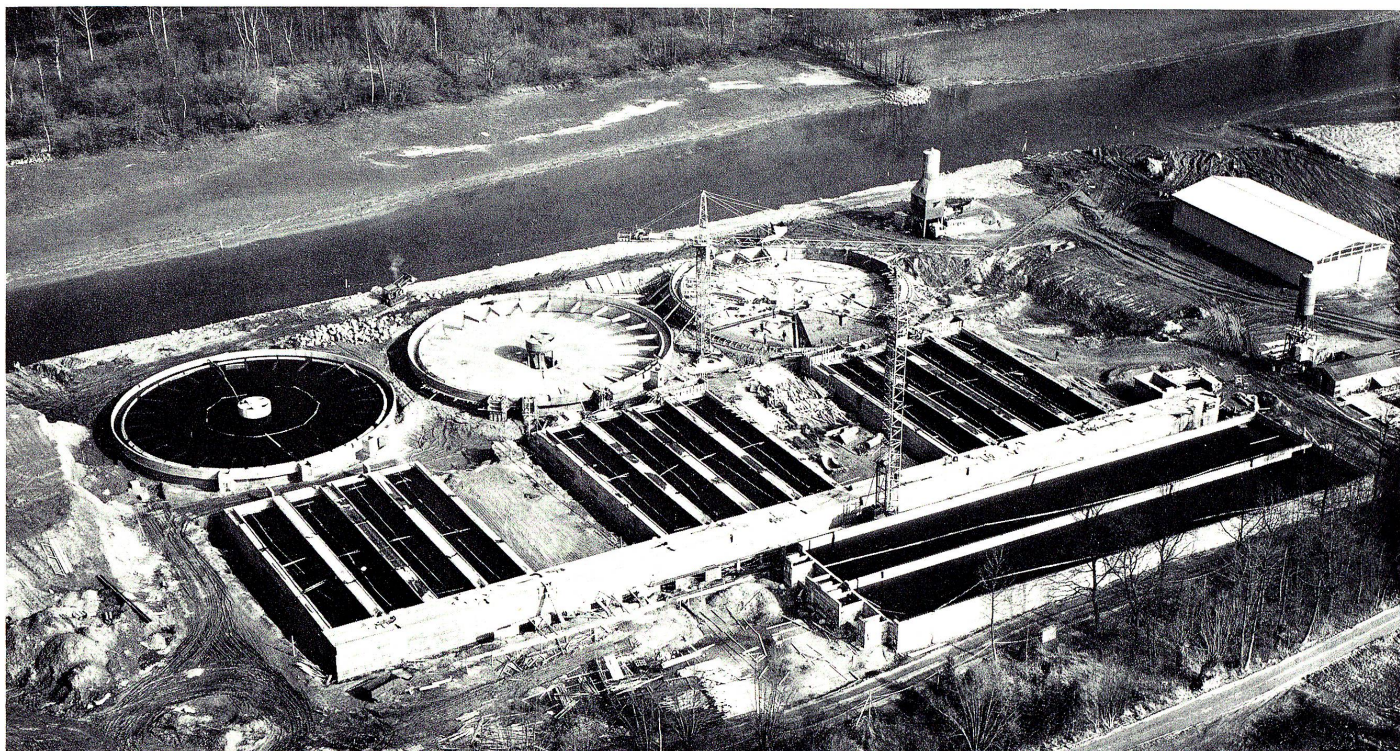


Links:

Westansicht der Faulraumanlage.

Ein Beispiel, dass sich auch technische Bauten harmonisch ins Landschaftsbild einfügen können.

Photo Bernet.



Abwasserreinigung mit Belebtschlamm

Rudolf Ott, dipl. Chemiker

Die Erfindung

«Wenn nur nicht jeder Referent meinte, er müsse bei den Assyriern oder noch weiter vorne beginnen!», hörte ich kürzlich einen Freund seufzen.

Weil die zwei Engländer, E. Arden und W. T. Locket, erst im Jahre 1914 die Reinigung des Abwassers nach dem Belebtschlamm-Verfahren ergründeten, dürfen Sie beruhigt sein: es lässt sich gar nicht weiter vorne anfangen.

Beim Belüften von Abwasserproben im Laboratorium beobachteten die beiden Forscher, dass nach einer gewissen Zeit die Schmutzstoffe organischer Natur, wie etwa Zucker, Stärke, Harnstoff, kaum mehr nachweisbar waren. Bei der künstlichen Belüftung bildeten sich im Abwasser schwebende, mit Mikroorganismen belebte graubraune Flocken. Nach Abstellen der Belüftung lag ein graubrauner Bodensatz vor. Das ganze wurde schliesslich «Belebtschlamm» ge-

nannt, um einen Unterschied zu den von alters her bekannten Begriffen wie Faulschlamm, Klärschlamm zu prägen. Der Reinigungsprozess in einer Abwasserprobe beschleunigte sich wesentlich, als die Forscher den Bodensatz zugaben, den sie aus schon vorher belüfteten Abwasserproben sammelten. Die Abbauvorgänge verliefen um so schneller, je mehr Belebtschlamm sie auf diese Weise einem zu reinigenden Abwasser zusetzten. Die Forscher erkannten, *dass Belüftung allein noch nicht zum Ziele führt: es braucht Organismen zur Reinigung des Abwassers.*

Der damaligen Erkenntnis entsprechend umfasst heute die moderne Abwasserreinigungsanlage nach dem Belebtschlamm-Verfahren im wesentlichen immer folgende zwei Elemente:

Becken, in welchem der Belebtschlamm mit dem Abwasser in Berührung steht, mit andern Worten die Wohnstätte der Mikroorganismen, die festlich tafeln, und sich vermehren, wenn dreckiges Wasser fliesst, Vorrichtung zur Versorgung des Belebtschlammes bzw. der Mikroorganismen mit (Luft-)Sauerstoff.

Wenn es eigentlich nur ein Becken und Luft

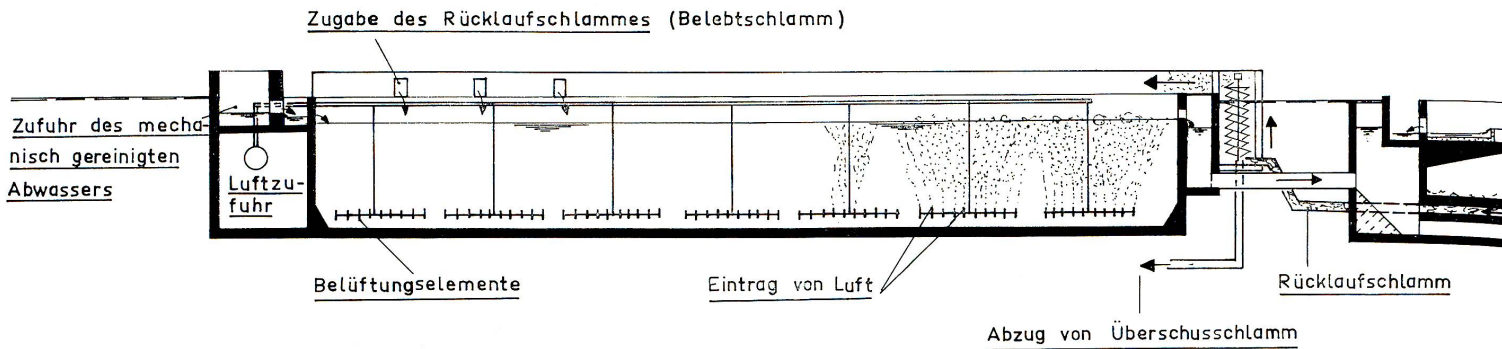
braucht, so sollte angenommen werden dürfen, dass es nicht schwierig sei, ein solches Verfahren technisch zu regeln und dass folgende drei Voraussetzungen leicht zu erfüllen seien:

Der Belebtschlamm soll eine angemessene Zahl von reinigenden Organismen enthalten. Gelöster (Luft-)Sauerstoff soll in allen Teilen des Belüftungsbeckens in genügender Konzentration vorhanden sein.

Der Belebtschlamm bzw. die Organismenmasse soll sich schliesslich aus dem belüfteten Abwasser rasch abscheiden, beispielsweise im Nachklärbecken, damit einerseits das gereinigte Abwasser dem Gewässer zufließen kann und andererseits die Grosskultur dem Belüftungsbecken zur Fortsetzung der Reinigung neu zufließenden Abwassers zurückgegeben werden kann.

Doch analog anderer biologischer Verfahren, die von ungeheurer volkswirtschaftlicher Bedeutung sind – es sei an die Herstellung von Brot, Käse, Joghurt, Most, Wein, Bier, Essig, Sauerkraut, Silofutter, Antibiotika usw. erinnert – wurde das Belebtschlamm-Verfahren ein Zweig der industriellen Mikrobiologie. Auch bei der Abwasserreinigung muss angestrebt werden, den Prozess so zu gestalten, dass

Belüftungsbecken IN = 3000 m³



der Stoffumsatz möglichst vollständig verläuft, mit andern Worten keine Reste an Ausgangsprodukten, also an organischen fäulnisfähigen Abwasserbestandteilen mehr verbleiben, die Reaktionsgeschwindigkeit hoch ist, womit das Anlagevolumen möglichst klein wird bzw. die Erstellungs- und Betriebskosten niedrig bleiben, die Störanfälligkeit denkbar gering ist, die Beseitigung des Organismenzuwachses glatt, Mittel sparend vor sich geht und zu guter Letzt als Verwertung bei der Düngung und Bodenverbesserung erfolgen kann.

Die naturgegebenen Kräfte beim Belebtschlamm-Verfahren

Es wirken physikalische, chemische und eben vor allem biologische Vorgänge zusammen.

Bakterienkolonie auf Pittsburgh F 400.
REM-Aufnahme, Vergr. 34 000 ×
Frieder A. E.: GWA 9, 560-5 (1975).
Photo Universität Zürich.

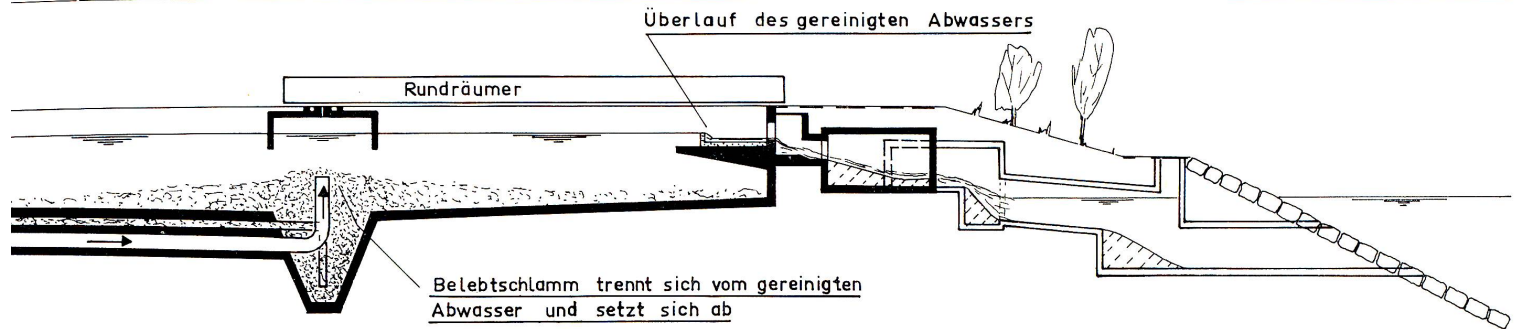


Bildung der Belebtschlamm-Flocken

Dank einer guten Laune der Natur begünstigt das vor allem im häuslichen Abwasser vorhandene Gemisch von gelösten Bestandteilen, Kolloiden und feinen Schwebstoffen ein Zusammenballen zu Flocken. Dabei handelt es sich zum Teil um rein physikalische Vorgänge. Entgegengesetzte elektrische Ladungen von Kolloidteilchen, pH-Änderungen führen zu Flockungen. Oft schon hat eine bloße Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit von getrübbtem Abwasser eine Ausflockung zur Folge. Zum Teil scheiden die im häuslichen Abwasser in ungeheurer Zahl vorhandenen Bakterien als Folge ihrer Lebenstätigkeit Stoffwechselprodukte aus, so dass aus dem Abwasser beispielsweise kolloidgelöste Stoffe ausflocken. Am anschaulichsten können wir uns diese Naturgegebenheit vor Augen halten, wenn wir an die sauer werdende Milch denken. Sauer wird die Milch durch die Lebenstätigkeit von Bakterien; sie «bricht», weil im sauren Medium das Kasein unlöslich ist.

Adsorptionswirkung der Belebtschlamm-Flocken

Die Belebtschlamm-Flocke hat wie eine schwammartige Masse oder ein offenes Netzwerk eine ausserordentlich ausgedehnte Oberfläche, die beim Reinigungsvorgang (weitere) kolloide Stoffe oder feinste Schwebstoffe einzuschliessen vermag und aber auch besonders gelöste Stoffe aufnehmen, ansaugen, oder wie man sagt, adsorbieren kann. So schlagen sich in der Belebtschlamm-Flocke gelöste und ungelöste Nähr-



wertige Abwasserbestandteile nieder. Die Adsorption kann aber auch Stoffe umfassen, die biologisch nicht abbaubar sind. Belebtschlamm kann wie Aktivkohle entfärbend wirken.

Tätigkeit der Mikroorganismen

Da die Flocken die beste Aufwuchsfläche für Mikroorganismen darstellen, sind die Abwasserbestandteile stets im unmittelbaren Einwirkungsbereich der angesiedelten Organismen. Bei Anwesenheit von genügend Sauerstoff verarbeiten dieselben die adsorbierten nährwertigen Stoffe laufend, womit die Adsorptionswirkung der Belebtschlamm-Flocken auf der Höhe der Wirksamkeit erhalten bleibt. Die dazu geeigneten Organismen decken das ganze Spektrum der Lebensformen. Den wichtigsten Anteil an den biologischen Reaktionen haben aber die einfachsten Lebensformen, nämlich vorab *Bakterien* und dann auch die Protozoen (= Urtierchen).

Bakterien sind wegen ihrer grossen spezifischen Oberfläche befähigt, auf engem Raum einen hohen Stoffumsatz zu bewältigen. Mit einem Berechnungsbeispiel soll das Ausmass der spezifischen Oberfläche veranschaulicht werden. 1 Milligramm ($= \frac{1}{1000}$ Gramm) frischer Bakterienmasse ent-

hält 50 bis 100 Millionen oder noch mehr Organismen. Der Durchmesser einer kugelförmigen Bakterie beträgt etwa $\frac{1}{1000}$ Millimeter. Wenn man nun ein Gefäss nimmt und in dieses nur 1 Kubikzentimeter dieser Bakterien einfüllt, so würden in diesem Kubikzentimeter Gefässinhalt ungefähr eine Billion (1 mit 12 Nullen) Einzelorganismen Platz haben. Die Oberfläche dieser Bakterienzahl würde 4 Quadratmeter überschreiten. Die Oberfläche eines Bakterienkörpers ist also im Vergleich zur Körpermasse ausserordentlich gross. Wir rechnen, dass auf 1 Kilogramm menschliches Körpergewicht eine Körperfläche von rund 0,04 Quadrat-

meter kommt, dass dagegen auf 1 Kilogramm Bakterienmasse rund 4000 Quadratmeter entfallen! Schon vor mehr als hundert Jahren wurde vermutet, dass der Energieumsatz von Organismen nicht dem Volumen oder dem Gewicht, sondern der Oberfläche parallel geht. Nach diesem «Oberflächengesetz» müssen die Bakterien pro Gewichtseinheit in physiologischer Hinsicht erheblich aktiver sein als höhere Lebewesen.

Während bei höheren tierischen Organismen und beim Menschen die Aufnahme der Nahrung in gewissen Zeitabständen statt-



Die logarithmische Wachstumsrate von Bakterien ist auf ihre Vermehrungsweise (Zweiteilung, Pfeil) zurückzuführen. TEM-Aufnahme, Vergr. $190\,000\times$ Frieder A. E.: GWA 9, 560-5 (1975). Photo Universität Zürich.

findet, zwischen denen Pausen der Sättigung und Verdauung folgen, stellen bei Bakterien die Nahrungsaufnahme und die Beseitigung der Verdauungsrückstände fließende Vorgänge dar, die ohne Unterbrechung vor sich gehen. Dies ist im Einklang mit dem Fehlen von besonderen Organen für die beiden Funktionen; die Bakterien haben keinen Mund und keinen Hintern. Darin zeigt sich übrigens die Verwandtschaft der Bakterien mit den Pflanzen. Dank der Fähigkeit der Bakterien zur ununterbrochenen Nahrungsaufnahme und damit zur fließenden Verarbeitung der ihnen zugeführten Stoffe wird es überhaupt technisch möglich, Abwasser Tag und Nacht an ihnen vorbeifliessen zu lassen.

Wie kommen Bakterien ins Abwasser bzw. in die Kläranlage?

Fäkalien enthalten vom Darm her eine grosse Bakterienmenge. Im menschlichen Fäces lassen sich Milliarden lebender Bakterien im Gramm feststellen, so dass im Kubikzentimeter eines wenig verdünnten Abwassers Millionen von Bakterien anzutreffen sind. Aus unkontrollierbaren Quellen, zum Beispiel aus der Luft durch Windverwehungen – Bakterien können nicht gehen – gelangen weitere Mikroorganismen ins Abwasser und auf ein Klärwerk. Es finden dann dort diejenigen, die (Luft-)Sauerstoff lieben bzw. benötigen – die Aerobier – günstige Ernährungs- und Entwicklungsbedingungen, also ihr Milieu. Die zum Abbau des organischen Unrats nötige Organismenwelt bildet sich in der Reinigungsanlage selbst. Ein Impfen ist nicht nötig. Um zu wissen, was es indessen für Bakterienarten sind, bleibt freilich noch zu tun übrig. Eines weiss man: Die Organismenwelt ist vielgestaltig. Die Reinigungsanlage ist gegen die Luft hin offen und für alle zugänglich. So kann sich im Klärwerk eine Organismenwelt bilden, die an die jeweilige Art und Menge der zugeführten Schmutzstoffe weitgehend anpassungsfähig ist. Besonders bei der Mitbehandlung von Industrieabwasser ist dies von grosser praktischer Bedeutung. Bakterien sind praktisch «Allesfresser». Exakter ausgedrückt: Für fast jede organische Substanz lässt sich eine Bakterienart finden, die fähig ist, sie abzubauen. Auch in modern konzipierten Belebtschlamm-Anlagen können allerdings schwer abbaubare Stoffe, wie sie beispielsweise eine Zeitlang als sog. «harte Detergentien» in den Haushaltswaschmitteln vorhanden waren und in verschiedenster Form noch in Industrieabwässern vorliegen, nicht in den wenigen

Stunden Aufenthaltszeit völlig mineralisiert werden. Falls schwer abbaubare Schmutzstoffe in grosser Menge vorliegen, sind weitergehende Reinigungsmassnahmen nötig.

Die Stoffveränderung im Abwasser

Es ist eine unabänderliche Naturgegebenheit, dass auf Erden kein Atom verloren geht bzw. verloren gehen kann. Die kleinsten Einheiten der Elemente, aus denen die Erde und ihre Bewohner aufgebaut sind, lassen sich nicht beseitigen. Die Kerze, die auf dem Tisch abbrannte, ist freilich dank dem Zauber einer chemischen Reaktion verschwunden. Spurlos? Mitnichten, die Reaktionsprodukte sind in der Luft zu analysieren!

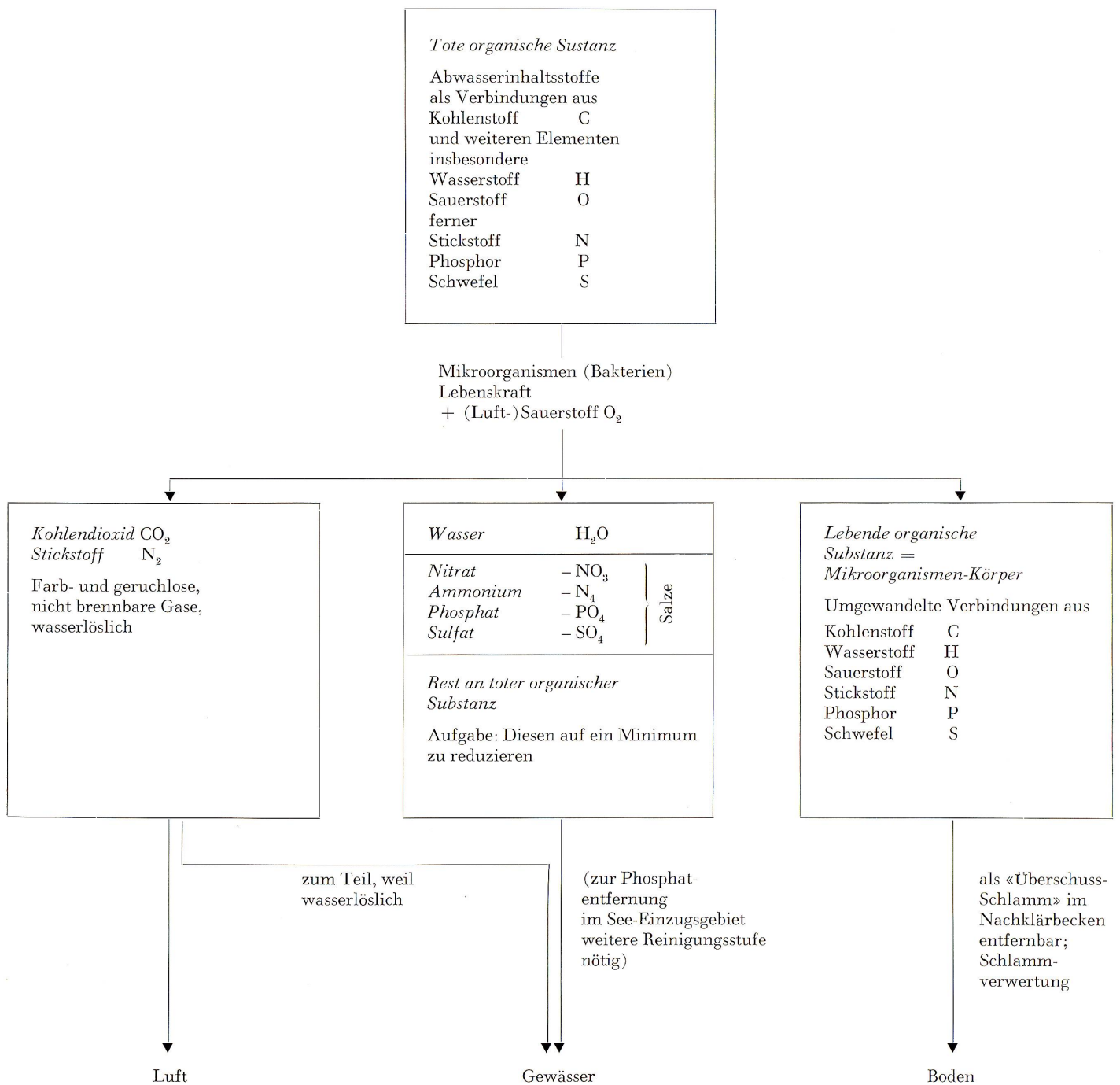
Es sind heute weit über 500 000 organische Verbindungen bekannt. Die meisten davon bestehen nur aus wenigen der etwa hundert Elementen, mit denen die Welt aufgebaut ist: aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff. Weniger häufig gesellen sich zu den dreien noch Schwefel, Stickstoff, Phosphor und, noch viel seltener, weitere Elemente. Allein im Kaffee sollen nach neuen Forschungsergebnissen über hundert eindeutig zu bezeichnende organische Verbindungen vorliegen.

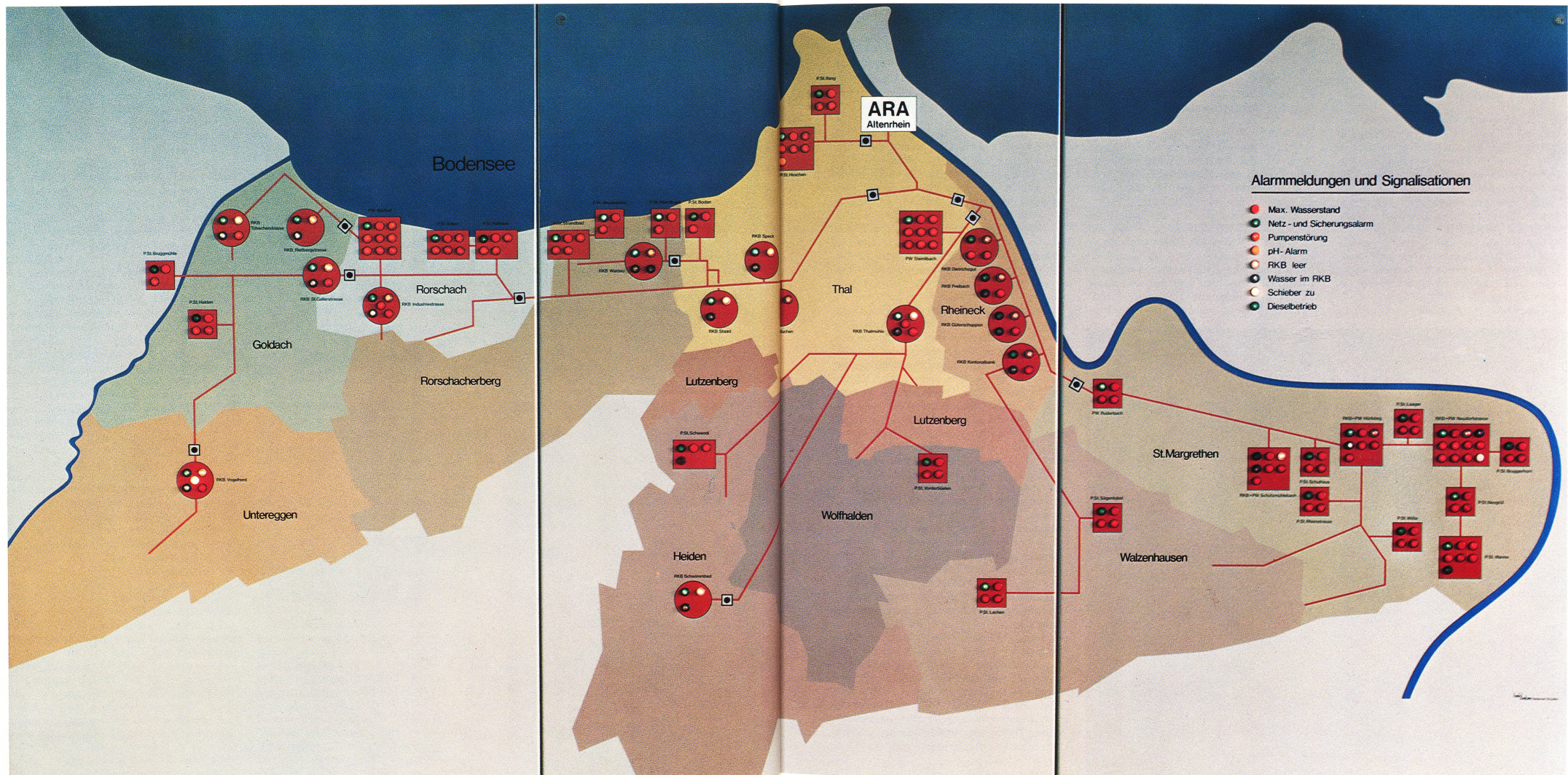
Welche Aufgabe in der Schmutzstoffumwandlung fällt nun der Abwasserreinigung mit Belebtschlamm zu? Die im Abwasser vielfältig zusammengewürfelten biologisch abbaubaren – seit Ollims Zeiten als «fäulnisfähig» gekennzeichneten – organischen Stoffe sind durch den mikrobiellen Umwandlungsprozess abzubauen und in anorganische Stoffe überzuführen, zu «mineralisieren», so dass in keiner Art und Weise mehr schädlich und lästig wirkende Endprodukte verbleiben. Wie fügen nun die Bakterien diesen Unrat in den Stoffkreislauf der Natur ein? Was passiert biochemisch?

In der Bakterienzelle werden die abbaubaren organischen Stoffe des Abwassers zerspalten, zum Teil zum Aufbau der Bakterienkörper verwendet, im übrigen aber die Spaltstücke mit Sauerstoff gekoppelt, veratmet, mineralisiert, wobei Wärme frei wird, die den Bakterien die Lebenswärme liefert. Die Sauerstoffverbindungen wie Wasser, gasförmiges, gut wasserlösliches Kohlendioxid, wasserlösliche Salze wie Nitrate, Phosphate verlassen die Bakterienzelle im Austausch gegen neu eintretende organische Schmutzstoffe. (Vgl. die schematische Darstellung des biochemischen Um-

wandlungsprozesses.) Falls das Adsorptionsvermögen des Belebtschlammes nicht ausreicht, verbleiben also die nicht abbaubaren, nicht fäulnisfähigen Stoffe im Abwasser. Sollten diese in zu grosser Menge vorliegen, muss eine weitergehende Reinigung erfolgen.

Mit den ohnedies mit biologischen Verfahren nicht entfernbaren Salzen verbleiben auch die Phosphate im Abwasser. Phosphate sind bekanntlich Düngemittel. Statt Gemüse, Gras oder Weizen gedeihen im See nun die Algen! Im Einzugsgebiet der Seen muss also das biologisch gereinigte Abwasser noch von diesem Pflanzennährstoff befreit werden. Bei der *Phosphor-Elimination*, die «simultan» (= gemeinsam) mit der biologischen Abwasserreinigung betrieben werden kann, wird die Reaktionsfähigkeit von Phosphat mit Eisen- und Aluminiumsalzen sowie mit Kalk ausgenutzt: Phosphate, nicht aber organische Phosphorverbindungen und nicht sog. komplexe anorganische Phosphorverbindungen, ergeben Ausflockungen. Der Phosphat-Phosphor wird in wasserunlösliche Form übergeführt, womit er in den Klärbecken zusammen mit dem Belebtschlamm vom Abwasser abgesondert werden kann. Durch Sekundär-Reaktionen, auch rein physikalische Adsorptionsvorgänge an Eisen-/Aluminiumhydroxidverbindungen u. ä. kann eine Reduktion des Phosphorgehaltes des Abwassers erzielt werden. Eine gezielte Zugabe von Eisen- oder Aluminiumverbindungen erhöht überdies in der Regel den Effekt biologischer Reinigungsanlagen hinsichtlich der Entfernung organischer Stoffe aus dem Abwasser, vor allem auch der nicht abbaubaren.





Schema des 60 Kilometer langen ARA-Kanalnetzes mit Pumpstationen und Regenklärbecken.

Bericht der Oberbauleitung

Urs Keller, Bauingenieur

Dimensionierungsgrundlagen für das Gesamtprojekt des AVA

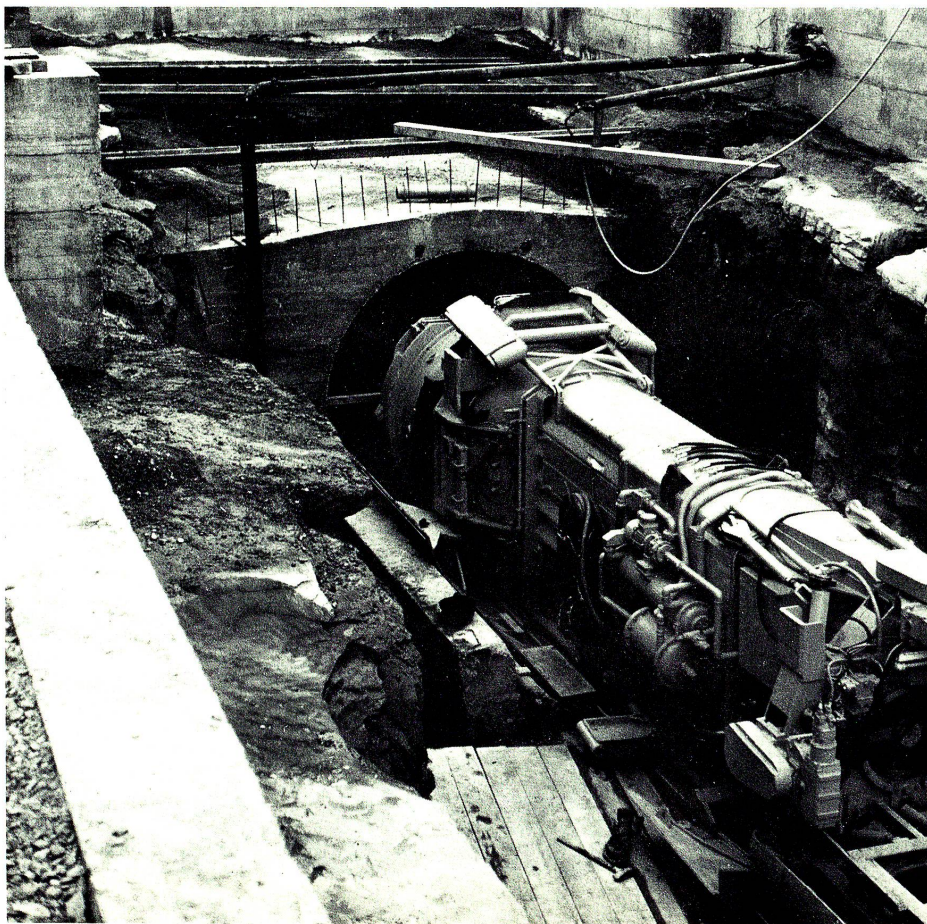
Die im Abwasserverband Altenrhein zusammengeschlossenen sieben sanktgallischen und vier appenzellischen Gemeinden zählen heute die Einwohner und Einwohnergleichwerte gemäss Tabelle Seite 23. Die zentrale Kläranlage Altenrhein ist bezüglich Abwassermenge für gesamthaft 110 000 Einwohner und Einwohnergleichwerte und bezüglich Schmutzstoffe für 185 000 Einwohner und Einwohnergleichwerte ausgebaut worden. Das umliegende Gelände und die technische Konzeption erlauben eine künftige Erweiterung auf ungefähr die doppelte Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz zur Kläranlage wurden die

Hauptsammelkanäle und diversen Spezialbauwerke schon heute auf einen für die ferne Zukunft möglichen Endausbau dimensioniert.

Projektierung Kanalnetz und Spezialbauwerke

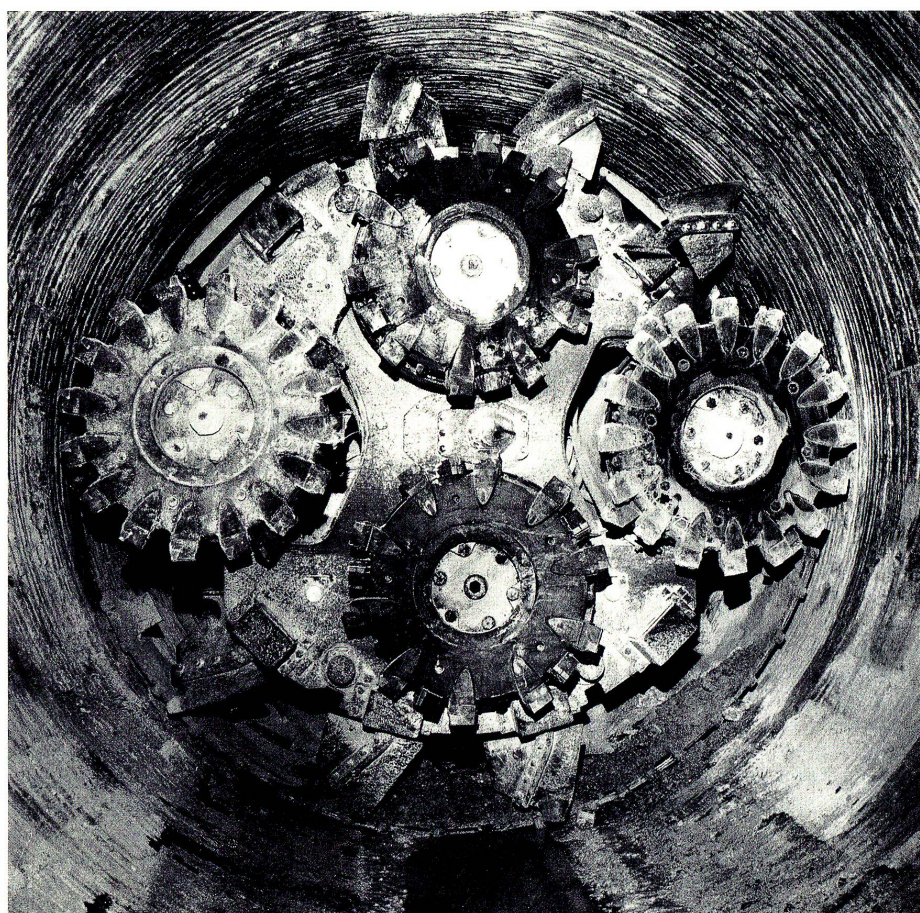
Die frühere Mentalität, alle Abwässer auf möglichst kurzem Weg in den nächsten Vorfluter oder direkt in den See abzuleiten, erforderte für den Zusammenschluss in einen Grossverband mit zentraler Kläranlage ein ausgedehntes neues Kanalnetz. Jahrelange Projektstudien und Vergleichsrechnungen waren notwendig, bis das vom Ingenieurbüro Kuster & Hager geplante generelle Gesamtprojekt 1964 als Grundlage für die Gründung des Abwasserverbandes Altenrhein allgemein gutgeheissen wurde. In der anschliessenden Phase der Detailprojektierung, in welche sich fünf Inge-

nieurbüros teilten, fand das Grundprojekt verschiedene Änderungen, Verbesserungen und Erweiterungen. So entschied man sich zum Beispiel anstelle der Kanalführung innerhalb der Hauptstrasse von Rorschach bis Altenrhein für einen 4,6 km langen Abwasserstollen mit Abfangkanälen. Weitgehende Verhandlungen mit dem Flugplatzhalter führten zur Umfahrung der Flugpiste Altenrhein, der spätere Anschluss von Untereggen an den AVA brachte dieser Gemeinde über 2 km Verbandskanäle und ermöglichte auch der Gemeinde Goldach eine wesentliche Erweiterung ihres Kanalnetzes zulasten des AVA. Die Aufnahme des Hörlistegkanals in St. Margrethen in das Verbandsnetz, verschiedene zusätzliche Regenklärbecken sowie diverse kleinere Erweiterungen, aber auch Einsparungen führten schliesslich zu dem im vorstehenden Übersichtsschema dargestellten Gesamtsanierungsprojekt. In dieser Form und Ausdehnung dürfte es sich beim Bauvorhaben des Abwasserverbandes Altenrhein um eines der grössten schweizerischen Verbandsprojekte im Dienst des Gewässerschutzes handeln. Für die Verwirklichung dieses umfassenden Sammelnetzes mussten seitens des AVA ungefähr 60 km neue Kanäle im Durchmesser von 30 cm bis 340 cm projektiert und realisiert werden. Zusammen mit den Anlagen der verschiedenen Gemeinden galt es, ein Kanalisationsnetz von über 100 km Länge neu aufzubauen. Bedingt durch die Weiträumigkeit und Topographie des Geländes, drängte sich dazu der Bau verschiedener Spezialbauwerke auf. Allein 25 Pumpstationen, wovon die Hälfte direkt durch die Gemeinden geplant, waren zur Überwindung von Geländestufen oder zur Verbesserung der Abflussgefälle notwendig. 19 Regenklärbecken mit Nutzvolumen von 60 bis 1100 m³ sollen verhindern, dass bei Regenfall die gesamte Schmutzfracht von Strassen, Plätzen und verschmutzten Kanalisationen direkt in den See und die Bäche abgeschwemmt werden kann. Nebst der Rückhaltung des anfänglich am stärksten belasteten Mischwassers wirken diese Becken bei länger dauernden Niederschlägen als mechanische Reinigungsstufe für das überlaufende Wasser. Weitere Spezialbauwerke wie Hochwasserentlastungen, Abwassermessstationen, Düker usw. vervollständigen schliesslich das Gesamtsanierungsprojekt des AVA.

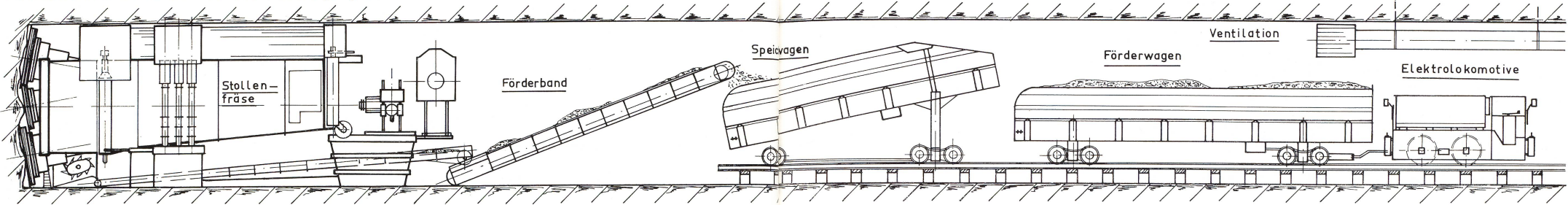


Abwasserstollen Rorschach – Fuchsloch.
Installation der Stollenfräsmaschine.
Photo AVA, Altenrhein.

	<i>Einwohner Mittlere Einwohnerzahl 1974</i>	<i>Industrie und Gewerbe Einwohnergleichwerte bezüglich Abwassermenge</i>	<i>Industrie und Gewerbe Einwohnergleichwerte bezüglich Schmutzstoffe ca.</i>	<i>Total Einwohner und Einwohnergleichwerte 1974 bezüglich Abwassermenge</i>	<i>bezüglich Schmutzstoffe</i>
Untereggen	594	36	60	630	654
Goldach	8 452	4 336	8 000	12 788	16 452
Rorschach	11 481	23 041	59 000	34 522	70 481
Rorschacherberg	4 882	2 093	4 000	6 975	8 882
Thal	4 790	4 982	9 500	9 772	14 280
Rheineck	2 950	674	1 000	3 624	3 950
St.Margrethen	5 258	5 118	4 000	10 376	9 258
Walzenhausen	2 031	148	600	2 179	2 631
Lutzenberg	986	95	200	1 081	1 186
Wolfhalden	1 662	171	600	1 833	2 262
Heiden	3 902	871	2 900	4 773	6 802
Total AVA	46 988	41 565	89 860	88 553	136 848



Fräskopf der Stollenmaschine \varnothing 340 cm.
Photo Heiniger, Spiez.



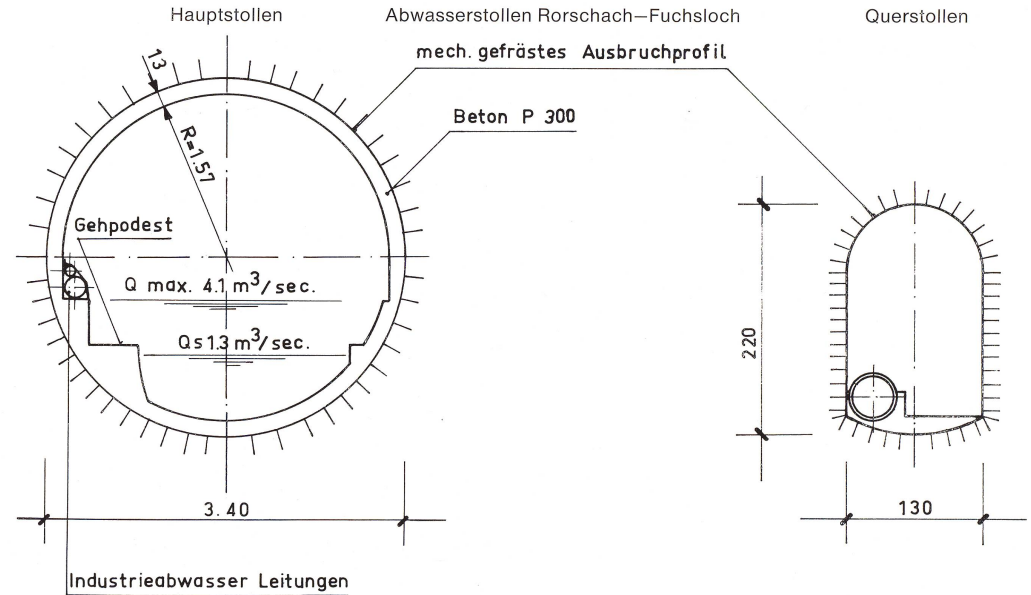
Einige Akzente aus der Baugeschichte

Anfang 1968 nahm die gewaltige und oft turbulente Bauperiode des Abwasserverbandes Altenrhein mit dem Kanalisationsbau in der Kirchstrasse Rorschach ihren Anfang. Alle mussten sich damals an die Probleme und Auswirkungen eines so einschneidenden Kanalbaues zuerst gewöhnen: die Bauunternehmungen an die Tücken des Rorschacher Untergrundes mit der stark wechselhaften und wasserführenden Bodenstruktur, die Bauleitung an die Koordinationsprobleme infolge unzähliger Werkleitungen, Verkehrsumlegungen usw., die Anwohner an den Lärm, Staub, versperrte Strassen. Mit Zunahme der Baustellen wuchsen aber auch das Verständnis und die Einsicht der Bürgerschaft, dass die notwendige Sanierung unserer Gewässer ohne zum Teil massive Eingriffe und vorübergehende Nachteile nicht durchführbar ist. Bedingt durch die hügelige Beschaffenheit unserer Region, konzentrieren sich die Verkehrswege und Ansiedlungen auf die schmalen Talböden und das enge Seeufer. Hier sammeln sich aber auch alle Nebkanalisationen zu immer grösseren Hauptsammelkanälen, so dass deren Bauerstellung verschiedenerorts zur Kollision mit bestehenden unter- und oberirdischen Bauten und mit der Verkehrsabwicklung führen muss. Der Abwasserverband Altenrhein hat deshalb schon in der ersten Bauzeit für solche Extremfälle die unterirdische Kanalbaumethode gewählt. So entschied man sich 1968 anhand von Vergleichsstudien für die Ausführung eines mit einer vollmechanischen Tunnelfräse zu erbohrenden Stollens, welcher von Rorschach bis ins Fuchsloch/Altenrhein führen soll.

Abwasserstollen Rorschach—Fuchsloch/Altenrhein

Das mit 4,6 km Länge und 3,40 m Durchmesser als vermutlich grösster Abwasserstollen Europas gerühmte Bauvorhaben erweckte im Sommer 1968 das Interesse sämtlicher bekannter Stollenbauunternehmungen. So reichten denn auch 13 Arbeitsgemeinschaften mit total 22 beteiligten Firmen (inkl. 3 ausländische Unternehmungen) ihre Angebote ein. Nach harten Preisverhandlungen übertrug die Delegiertenversammlung des AVA diesen umfangreichen Auftrag an eine Arbeitsgemeinschaft mit Federführung durch die Firma Schafir und Mugglin AG, Chur, welche für den Ausbruch die von der Firma Habegger, Thun, entwickelte 86 to schwere Stollenfräsmaschine mit Durchmesser 3,40 m einsetzen konnte. Die Wahl eines maschinellen Ausbruches versprach im Gegensatz zum Sprengvortrieb nur geringfügige Lärm- und Erschütterungsprobleme, was sich vor allem unter den dicht besiedelten Strecken positiv auswirken wird. Zudem bringt das gleichmässig runde Ausbruchprofil ideale Voraussetzungen bezüglich Stabilität und Betonaukleidung. Ende Mai 1969 begann sich der Maschinenkoloss mit einer Leistung von 550 PS beim Fuchsloch in den harten Sandstein vorzudrücken. Mit nur 2 Spezialisten wurde die Fräse unter Zuhilfenahme einer Laservermessung laufend auf die projektierte Linienführung ausgerichtet, welche 1–5 m unter dem Sommer-Seewasserspiegel liegend durchwegs ein Gefälle von nur 0,8 ‰ und 5 leichte Richtungsänderungen vorsah. Die Ausbrucharbeit musste im Zweischichtbetrieb während 20 Stunden pro Tag durchgeführt werden. Eine Belegschaft

von max. 2×15 Mann stand für alle übrigen mit dem Stollenbau zusammenhängenden Aufgaben zur Verfügung, wie zum Beispiel Geleiseverlegung für die Stollenbahn, Installationen von Luft-, Wasser- und Stromleitungen, Unterhalts- und Reparaturdienst an der Stollenfräse, Vermessung, Materialdienst, Küchendienst usw. Dass die Felsverhältnisse keinesfalls einfach waren, zeigen die stark unterschiedlichen Abbauleistungen der Fräsmaschine, welche in den 2 1/2 Jahren Einsatzzeit von 2 m bis 23 m/Tag reichten. Namentlich 2 Muschelkalksteinschichten von 2–3 m Mächtigkeit und mit Druckfestigkeiten bis gegen 2000 kg/cm² beeinträchtigten den Abbau zeitweise erheblich. Trotz Veränderung der projektierten Linienführung war das teilweise oder gänzliche Durchfahren dieses Hartgesteins im Raume Staad auf einige hundert Meter unumgänglich. Als Folge ergab sich ein vielfacher Materialverschleiss, grosse Bauverzögerung, Mehrkostenforderungen usw. Dank Einsatz und Durchhaltewillen seitens der Bauunternehmung und Bauleitung konnte dennoch bis im Dezember 1970 die für den maschinellen Ausbruch an der Grenze des Möglichen liegende, schwierige Strecke hinter sich gebracht und auch das Mehrkostenproblem für beide Seiten annehmbar gelöst werden. Die restlichen 2000 m Stollenbau bewegten sich wieder in normal hartem Sandstein, welcher zeitweise infolge mergeligen Einschliessen sogar zum Abbröckeln neigte. An der Durchschlagsfeier im März 1972 wurde Bilanz gezogen: In den 3 Jahren Ausbruchzeit mussten 75 000 m³ Felsmaterial ausgebrochen und





aus dem Stollen befördert werden. Hierzu wurden unter anderem ungefähr aufgewendet:

150 000 Arbeitsstunden
2,2 Mio KWh elektr. Energie
2 500 Stück Fräsmesser
(Kosten je Messer ca. Fr. 100.–)

Die mittlere Vortriebsleistung des Ausbruches betrug ca. 5,3 m pro Tag, bzw. ca. 11 m pro 24 Stunden Fräszeit.

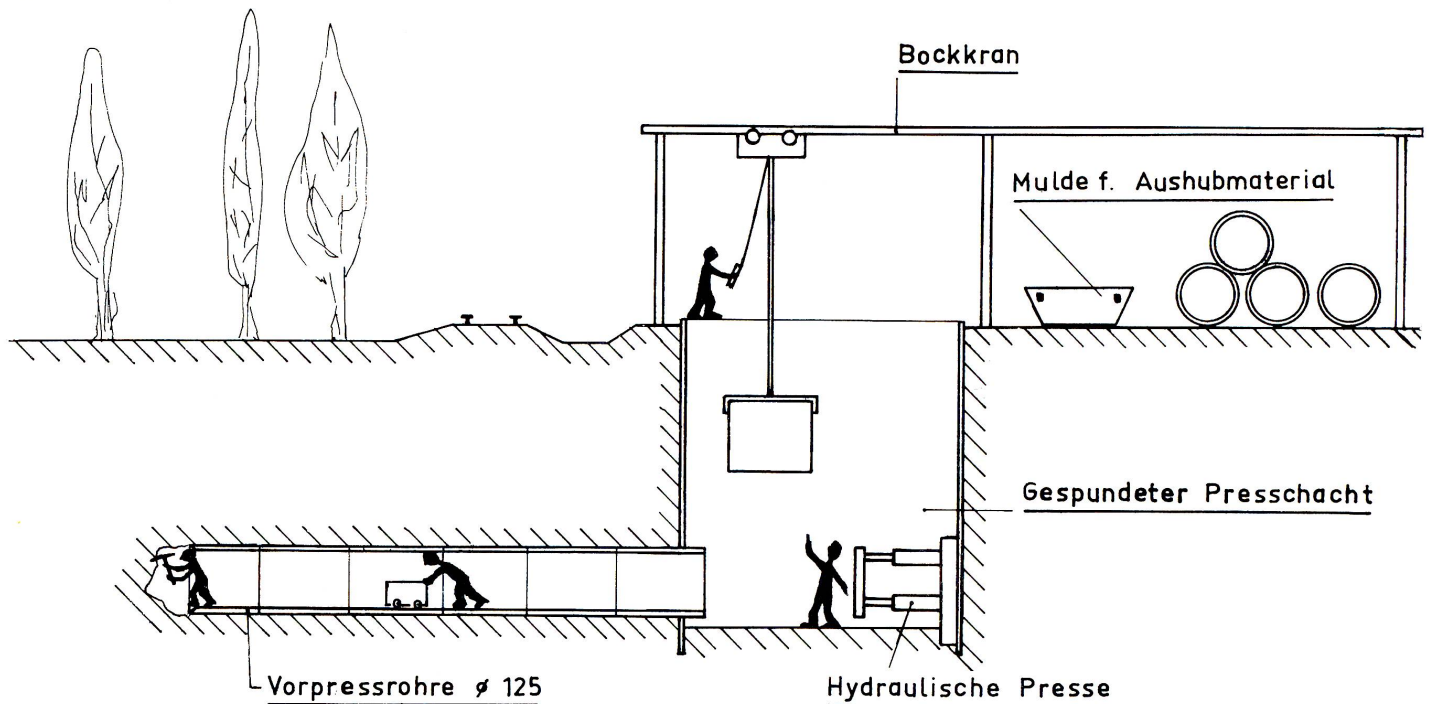
Das Aushubmaterial fand zum grössten Teil Absatz für Aufschüttungen im gleichzeitigen Bau der Nationalstrasse N 1 Buriel – Meggenhus.

In weiteren 1½ Jahren bis Ende 1973 mussten 7500 m³ Beton in den Stollen geführt werden, wo dieser mit Hilfe von Betonpumpen, Stahl- und Vakuumschalung zu einer durchgehenden Profilauskleidung mit Seitenbanketten und Fliessgerinne geformt wurde. Zur gleichen Zeit bewältigte eine als

Hydraulisch vorgepresster Betonkanal ϕ 125 cm.
Photo Grund- und Tiefbau AG, Stäfa.

Weltneuheit von der Firma Atlas Copco entwickelte Mini-Fräse den Ausbruch der drei total 350 m langen Querstollen Rorschach Ost, Staad und Speck. Für den vierten Querstollen nach Buchen hingegen wählte man aus Zeitgründen den konventionellen Sprengausbruch.

Der Hauptstollen Rorschach-Fuchsloch hat total Fr. 8 500 000.– oder Fr. 1 840.–/m' an Bau- und Projektierungskosten benötigt. Im Verhältnis zur Grösse, zum Material- und Arbeitsaufwand und im Vergleich zu manchem innerorts liegenden Hauptsammelkanal ein recht günstiger Erstellungspreis. Der grosse Durchmesser von 3,40 m erlaubt nicht nur den problemlosen Transport von Abwasser für alle Zeiten, sondern ermöglicht auch die Aufnahme von verschiedenen-



sten Werkleitungen. Bereits sind zwei separate Kunststoffleitungen, welche das Abwasser der Firma Feldmühle AG in Rorschach zur separaten Behandlung nach der Kläranlage Altenrhein führen, eingelegt und zurzeit wird auch die Verlegung eines Starkstromkabels Rorschach-Staad generell geprüft. Für die Zukunft könnten sich in dieser Richtung noch weitere interessante Aspekte eröffnen.

Kanalbau mit der unterirdischen hydraulischen Vorpressmethode

Aber auch abseits grosser Publizität wurde im unterirdischen Kanalbausektor Erstaunliches geleistet. So wurde zum Beispiel von der Autobahnunterführung Buriel durch die gesamte Gemeinde Rheineck bis hinauf zum Autobahnrastplatz Ruderbach, St. Margrethen, seit dem Sommer 1970 in Tag- und Nachtschicht 2800 m des Hauptsammelkanals Ost im Durchmesser 125 cm mit der hydraulischen Vorpressmethode erstellt. Das Prinzip dieser unterirdischen Baumethode scheint einfach, die erfolgreiche Ausführung aber erfordert grosse Erfahrung und

Einsatz seitens des Poliers und der Bauarbeiter. Aus einer offenen gespundeten Baugrube werden mittels hydraulischen Pressen, welche Presskräfte bis 800 to abgeben können, vorfabrizierte Betonrohre von 2 m Länge vorgetrieben. Wandstärke und Armierung der Elemente sind den aufzubringenden Stosskräften angepasst. An der sogenannten Stollenbrust erfolgt im Schutz des vorgetriebenen engen Betonrohres der Materialabbau von Hand sowie dessen Förderung mittels Rolli zurück durch den bereits vorgepressten Kanal bis über Terrain. Die Kanalvorpressung erfolgt sukzessive in den abgebauten Raum an der Brust, und zwar soweit, bis die Vorbaulänge eines Kanalelementes ausgeschöpft ist. Dann wird die Presse zurückgezogen und ein neues Betonrohr angesetzt und arretiert. Der Pressvorgang beginnt von neuem. Die Steuerung der Rohre erfolgt meist von Hand, durch präzisen Aushub und Unterlegen von Keilen. Als Leitlinie für die richtige Linienführung kann sich der Polier meist auf einen präzis eingemessenen, optisch zusätzlich gebündelten Laserstrahl verlassen. In Rheineck wurden aus einer Pressgrube Kannallängen von über 200 m vorgepresst. Dies

erforderte allerdings den Einbau von Zwischenpressen, um damit die grossen Wandreibungskräfte zu überwinden. Die ideale Presslänge liegt bei ca. 120 m. Meist wird aus einer Pressgrube in zwei Richtungen vorgepresst. Nach Abschluss des Rohrvortriebes muss dann durch einen kleineren Schacht das spezielle Kopfstück des Presskanals entnommen und der Betonkanal mit einem Kontrollschacht verbunden werden. Die grosse Tiefenlage des Kanals erforderte in Rheineck durchwegs den Einbau einer Grundwasserabsenkungsanlage, welche mittels Wellpointfiltern und KleinfILTERbrunnen bewerkstelligt wurde. Vor allem im Bereiche der Bahnhofstrasse mussten neben Lockermaterial auch alte Hafenmauern, Eichenpfähle, Findlinge usw. mühselig abgebaut und aus dem Pressrohr ans Tageslicht befördert werden. Dafür konnten der Bevölkerung massive Eingriffe, langdauernde Verkehrsumleitungen, Lärm und Erschütterungen durch Spundarbeiten usw. weitgehend erspart werden. Zusammen mit elf Unterquerungen der SBB-Linie hat der AVA gesamthaft 4,5 km Kanäle meist im Durchmesser 125 cm mit dieser Baumethode erstellt.



Mini-Stollenfräse nach dem Durchschlag des Querstollens Rorschach-Ost.
Photo Grund- und Tiefbau AG, Stäfa.

schreibung im Frühjahr 1971 grosse Konkurrenz, die schlussendlich zur Vergabe an zwei einheimische Bauunternehmungen führte. Diese wurden vor keine leichte Aufgabe gestellt. Der feinsandige, mit Kieslinsen und organischen Schichtungen durchsetzte heterogene Untergrund stellte vor allem ab Tiefen über 4 m grosse Ansprüche an die Bewältigung der Grundwasserabsenkung und Baugrubensicherung. Nach unbefriedigenden Versuchen durch zwei Spezialfirmen führten die Bemühungen einer englischen Grundwasserabsenkungsfirma zu einwandfreiem Erfolg. Allerdings war der Einbau von gesamthaft 6000 Stück Wellpointfiltern notwendig, um dem schwierigen Baugrund das Grundwasser zu entziehen. Die grosse Kanaltiefe von 6–8 m sowie der Aushub mit abgeböschten Grabenwänden erforderte für die 2,6 km lange Kanalstrecke total ungefähr 160 000 m³ Erdaushub. Zusammen mit der Baugrube, Baustellenstrasse führten die gewaltigen Erddeponien zu Baustellenbreiten von nahezu 100 m. Im Gegensatz zum ortbetonierten Kanalbau entschied man sich im letzten Baulos vor der ARA für den Einbau von werkbetonierten Kanalelementen mit einem Durchflussquerschnitt von 170/220 cm. Diese mit einem eigens konstruierten Portalkran versetzten, 7 m langen und über 30 to schweren Betonkolosse ermöglichten nebst idealer Betonqualität Wochenversetzleistungen von 60–70 m. Eine neuartige Fugendichtung mit vorgespannter Verbindung garantiert für einen wasserdichten Zusammenhalt des Kanalsstranges.

Spezialbauwerke

Grosse Eingriffe für Verkehr und Anstösser sowie vielfältige tiefbautechnische Spezialmassnahmen erforderte die Erstellung der verschiedenen Regenklärbecken und Pumpwerke. Da Regenklärbecken an bestehende Bachläufe plziert werden müssen, bestand für die Standortwahl oft wenig Spielraum. Enge Bauplatzverhältnisse mit aufwendigen Baugrubenabsicherungen waren die Folge, wie zum Beispiel in Rorschach beim Bau der Regenklärbecken an der Industriestrasse und in der St.Gallerstrasse nahe der Brauerei. Eine interessante Lösung wählte man für die vier Regenklärbecken in Rheineck,

Hauptzulaufkanäle Altenrhein

Die Zulaufkanäle um die Flugpiste Altenrhein stellen ein eigenes ereignisreiches Kapitel in der Baugeschichte des AVA dar. Nach harten einjährigen Verhandlungen wurde anstelle der im hydraulischen Vor-

pressverfahren vorgesehenen Flugplatzunterquerung, welche vom Flughafenhalter bekämpft worden war, von vielen Projektvarianten schliesslich die östliche Umfahrung der Piste gewählt. Um die in 3 Baulose aufgeteilte 2,6 km lange Grosskanalstrecke entspann sich nach der Bauaus-



Hauptzulaufkanal Altenrhein.
Versetzen der vorfabrizierten 30-to-Kanalelemente.
Photo Spannbetonwerk AG, Widnau.

welche im Senkbrunnenverfahren auf Tiefen bis zu 9 m abgesenkt wurden. Dabei konnte die vorgängig betonierte Beckenwandung durch Aushub und Eigengewicht etappenweise in den Untergrund abgetieft werden, wodurch Baugrubenausspriessung und teilweise auch die Grundwasserabsenkung überflüssig waren.

Von den vielen weiteren Kanalisationsbaustellen gibt es weniger Attraktives zu berichten, obwohl es auch dort vielfältige Bauaufgaben und Probleme zu lösen galt und meist vorbildliche Leistungen vollbracht wurden. Mit Inbetriebnahme der zentralen Kläranlage am 24. Februar 1975 konnte das weitreichende AVA-Kanalnetz nach siebenjähriger Bauzeit bis an zwei kleine Lücken seiner Bestimmung übergeben werden. Nebst dem technischen Gelingen erfreute es besonders, dass in den nahezu 120 Baulosen keine bedeutenden Unfälle vorgekommen sind.

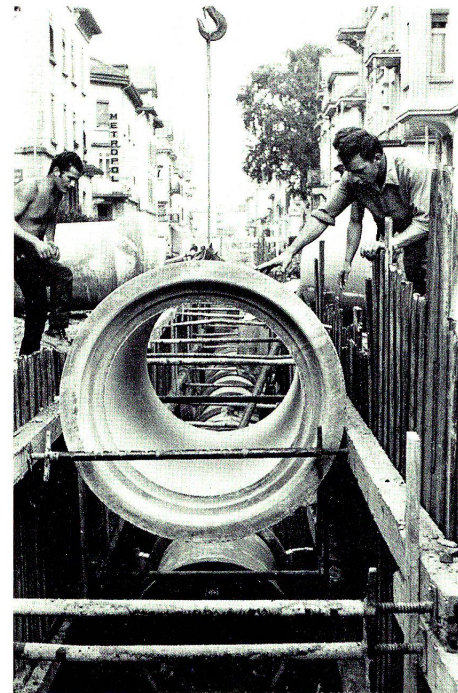
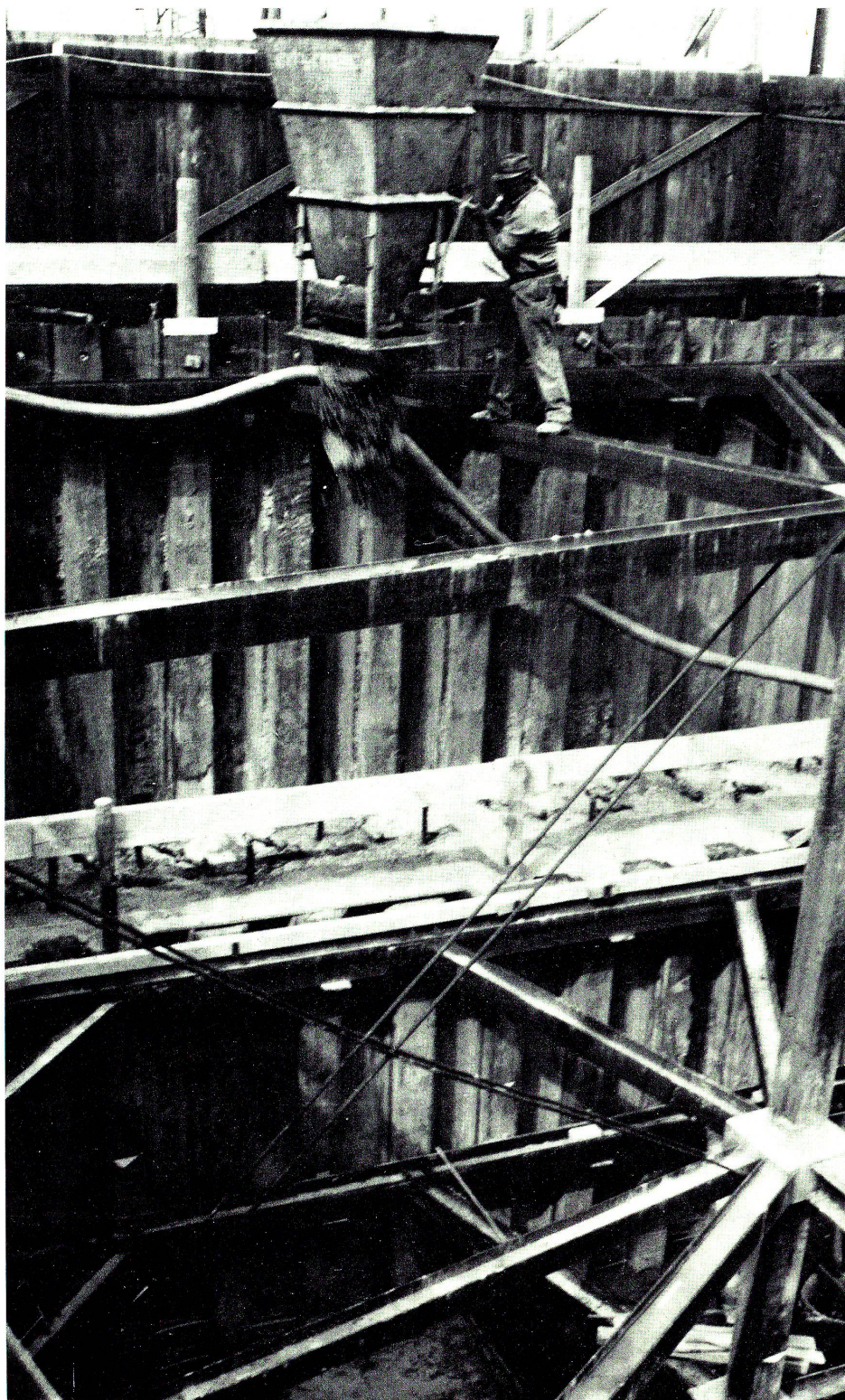
Baukosten

Der als Grundlage für das Verbandsreglement auf der Kostenbasis 1964 errechnete generelle Kostenvoranschlag sah für die Kläranlage und das AVA-Kanalnetz Gesamtaufwendungen von total Fr. 50 270 000 vor.

Zwölf Jahre später, per Ende 1975, sehen die Kosten für das teilweise stark erweiterte gesamte Bauwerk, allerdings ohne die umstrittene, vorderhand zurückgestellte Seeleitung, wie folgt aus:

	Fr.
Kanalnetz und	
Spezialbauwerke	59 800 000.-
Zentrale	
Abwasserreinigungsanlage	25 500 000.-
Projektierungen, Oberbauleitung,	
Sondierungen, geologische	
Untersuche und Diverses	5 000 000.-
Landerwerbe	1 100 000.-
Total	91 400 000.-

Dank höheren Subventionszusagen dürfte sich die früher errechnete Belastung der einzelnen Gemeinden nicht wesentlich vergrössern. Allerdings ist der Bund infolge Finanzknappheit mit seinen Zahlungen stark im Rückstand, was sich massiv auf die Bauzinskosten, welche in vorstehenden Zahlenangaben nicht enthalten sind, auswirken wird.

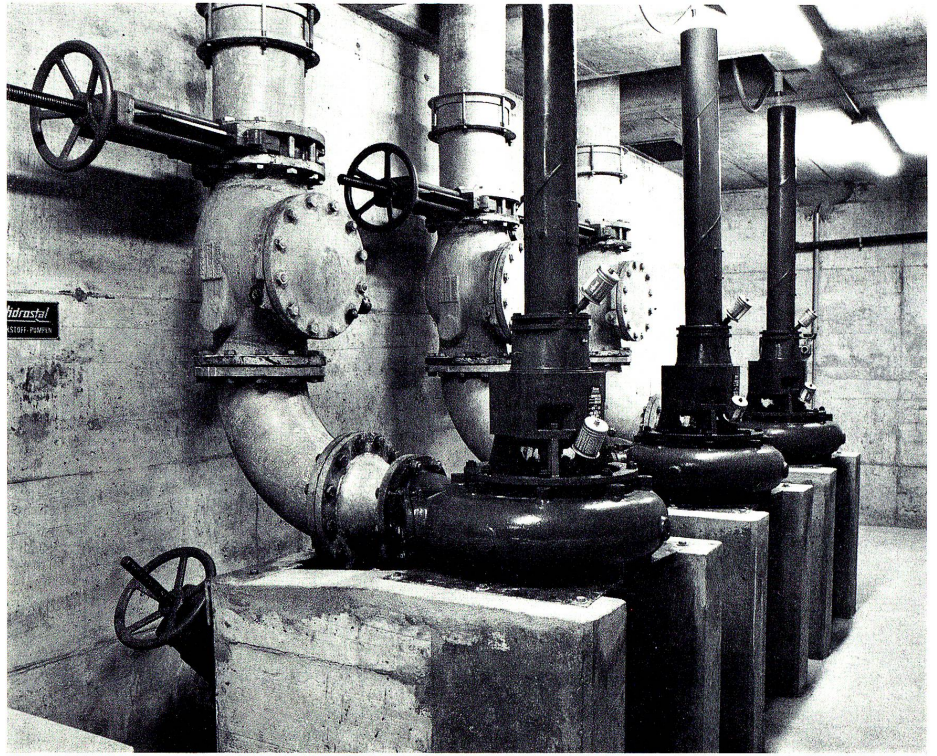


Kanalbau in der Kirchstrasse Rorschach 1968.
Photo Bauamt Rorschach.

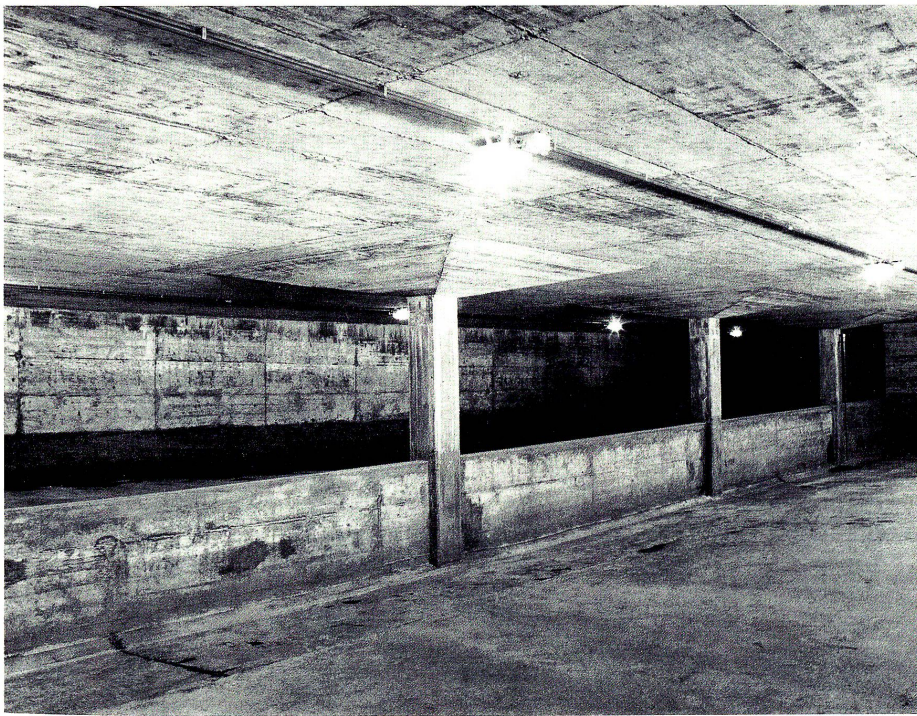
Baugrubensicherung des Gemeinschaftswerkes
Pumpwerk Badhof/Personenunterführung, Rorschach.
Photo Ingenieurbüro Wälli AG, Rorschach.

Betriebsaufgaben des AVA

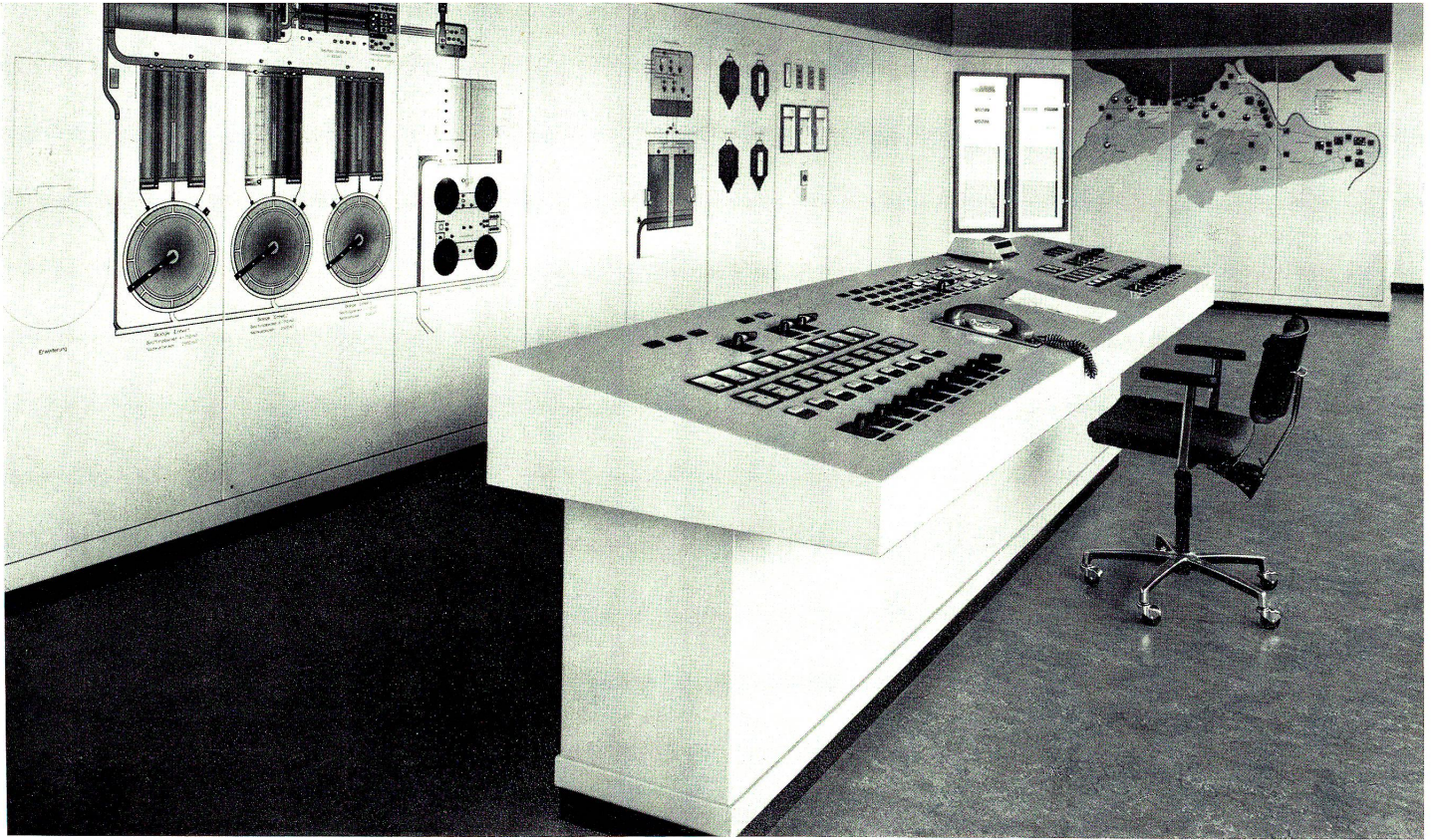
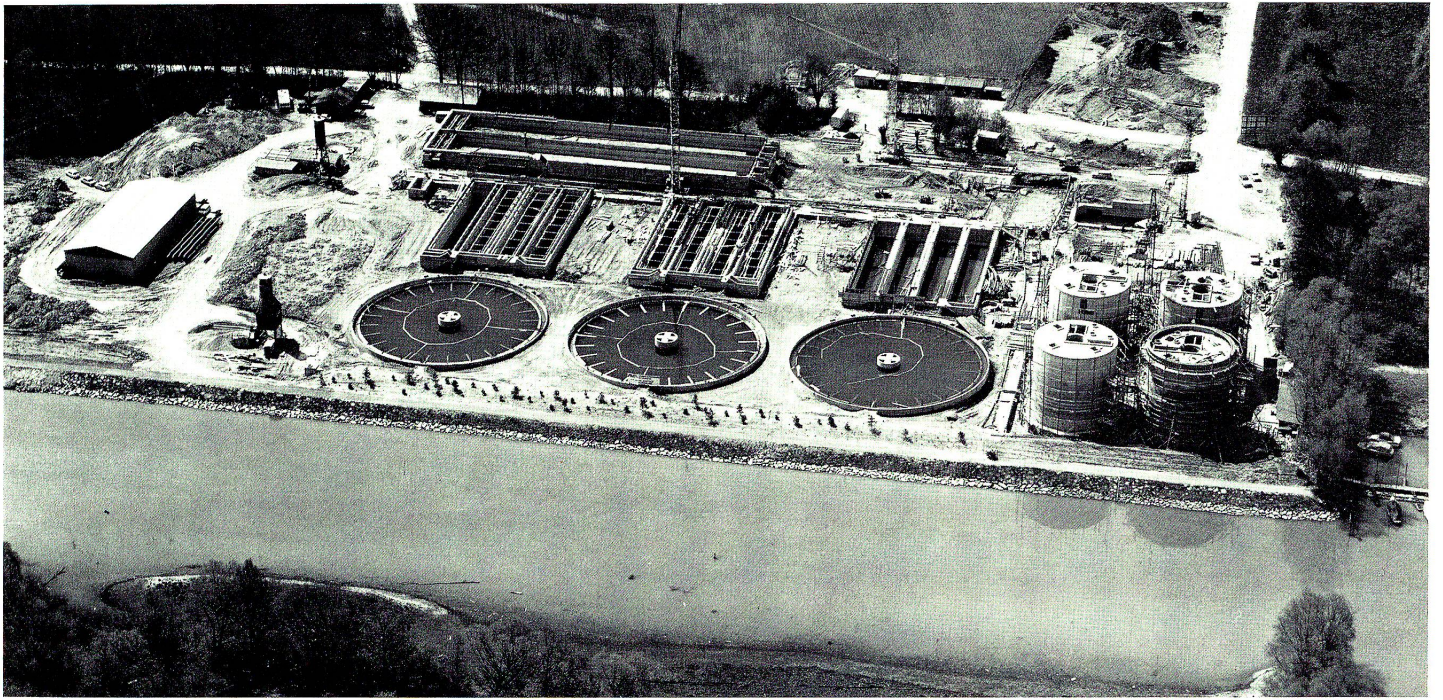
Zur Sicherstellung der vielfältigen Wartungs- und Überwachungsarbeiten in der ARA und im Aussennetz stehen der Betriebsleitung vorderhand sieben Mann zur Verfügung. In der ARA gehören zum Arbeitspensum dieser Mannschaft die laufende Einstellung und Überwachung verschiedener Funktionsabläufe, Servicearbeiten, Reinigungen, Reparaturen usw., aber auch die tägliche Durchführung von Laboranalysen und Auswertung vieler Messergebnisse, welche als Grundlage für eine optimale Regulierung verschiedener Anlagenteile laufend notwendig sind. Die Überwachung der chemischen Phosphatfällung, der Schlammpasteurisierung, Schlammabgabe und der zentralen Neutralisationsanlage für spezielle Industrieabwässer gehören ebenso ins Pflichtenheft wie die geplante Gift- und Ölsammelstelle, die Ölsperre am Alten Rhein und anderes mehr. Dazu muss jeder auch ausserhalb der normalen Arbeitszeit in der Lage sein, durch Tele-Alarm übermittelte Störungen rechtzeitig zu beheben. Im Kanalnetz bedürfen gegen fünfzig Spezialbauwerke mit elektrisch-mechanischen Einrichtungen (Pumpwerke, Regenklärbecken,



Oben:
Teilansicht Pumpwerk «Badhof» Rorschach.
Photo Hädener, Rorschach.



Innenansicht Regenklärbecken «Waldau»
Rorschacherberg.
Photo Hädener, Rorschach.

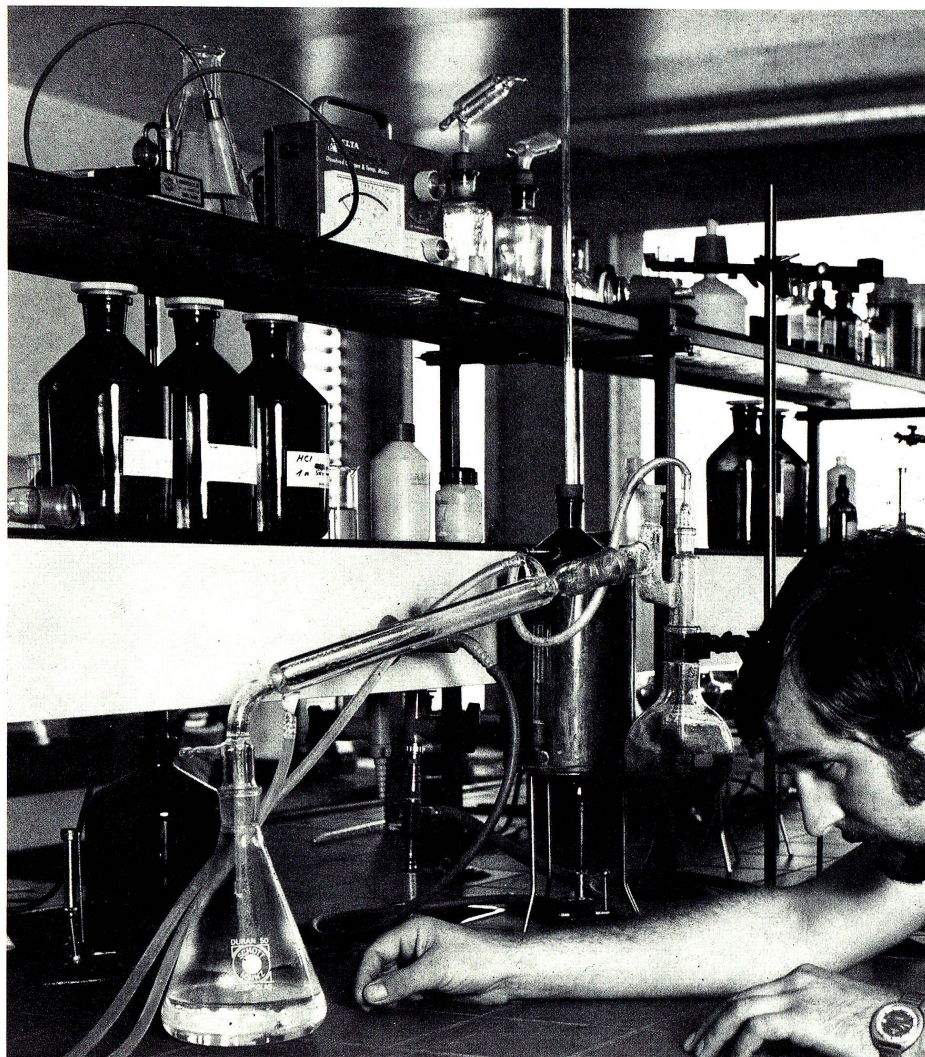


Messstationen) einer regelmässigen Wartung und Überprüfung. Aber auch die Kanäle können nicht dauernd sich selbst überlassen bleiben. Im Gegensatz zu den früheren Verhältnissen muss das gesamte Abwasser mit all seinen Grobstoffen auf kilometerlangem Weg bis zur zentralen Kläranlage abgeschwemmt werden. Ablagerungen von Grobstoffen, Schlamm, Sand, Kalk usw. werden nach der allgemeinen Ausschaltung der Hausklärgruben vor allem in schwachen Gefällstrecken und unterbelasteten Kanalabschnitten unvermeidlich sein, so dass ein angemessener Kanalreinigungsdienst unerlässlich wird. Nebst dem Unterhalt von zirka 160 km Verbands- und Gemeindekanälen kann der AVA mit dem neuen Hochdruckreinigungsgesetz auch die Entschlammung der Regenklärbecken und Pumpensämpfe durchführen. Regelmässige Kontrollen der Kanalisationsanlagen sollen schadhafte Stellen, verbotene Abwassereinflüsse usw. rechtzeitig aufdecken. In einem grossen Archiv müssen die Planunterlagen sämtlicher Kanäle und Bauwerke eingelagert und bei baulichen Veränderungen nachgeführt werden.

Eine periodische Überprüfung der abwasserliefernden Industrie- und Gewerbebetriebe ist ebenso Aufgabe des Abwasserverbandes wie die laufende Zusammenarbeit mit Gemeinden und Kanton in Sachen Gewässerschutz.

Betriebskosten

Die Delegiertenversammlung des AVA hat im Herbst 1974 beschlossen, die AVA-Betriebskosten den Gemeinden nach Einwohnern zu verrechnen, wobei der Abwasseranfall aus Industrie und Gewerbe anhand des gemessenen Wasserverbrauchs in Einwohnergleichwerte umgerechnet wird. Speziell stark verschmutzte Abwässer werden durch die Einführung eines Schmutzbeiwertes zusätzlich belastet. Aufgrund einer detaillierten Kostenermittlung, welche nebst den Betriebsaufwendungen für die ARA und das Kanalnetz auch Rückstellungen für Anlageerneuerungen beinhaltet, muss für 1975 eine Betriebskostengebühr von Fr. 15.- pro Einwohner und Einwohnergleichwert und für das erste volle Betriebsjahr 1976 Fr. 25.- erhoben werden. Die meisten Verbandsgemeinden werden den grössten Teil der daraus entstehenden Belastung über eine Erhöhung des Wasserzinses einfordern. Die Industrie- und Gewerbebetriebe sollen hingegen direkt mit der entsprechenden Gebühr belastet werden.



Links unten:
Kommandozentrale in der Kläranlage.
Photo Hädener, Rorschach.

Links oben:
April 1975. ARA-Baustelle
am schweizerisch/österreichischen Grenzgewässer
Alten Rhein.
Photo Comet, Zürich.

Oben:
Chemische Analyse im Betriebslabor
der ARA Altenrhein.
Photo Hädener, Rorschach.



Sommer 1975. Gesamtansicht der Kläranlage Altenrhein und die dazugehörige idyllische Landschaft des Mündungsgebietes des Alten Rheins. Photo Comet, Zürich.

Die Abwassersanierung im Einzugsgebiet des Bodensees

Friedrich Baldinger, dipl. Ing. ETH

Die Bevölkerung in den Gemeinden des Abwasserverbandes «Altenrhein» hat Anrecht zu erfahren, in welchem grösserem gewässerschützerischen Zusammenhang ihr bedeutender Beitrag zur Gesundung des Bodensees zu sehen ist. Zur nebenstehenden offiziellen «Arbeitskarte über die Reinhaltungsmassnahmen im Bodenseegebiet» ist folgendes beizufügen.

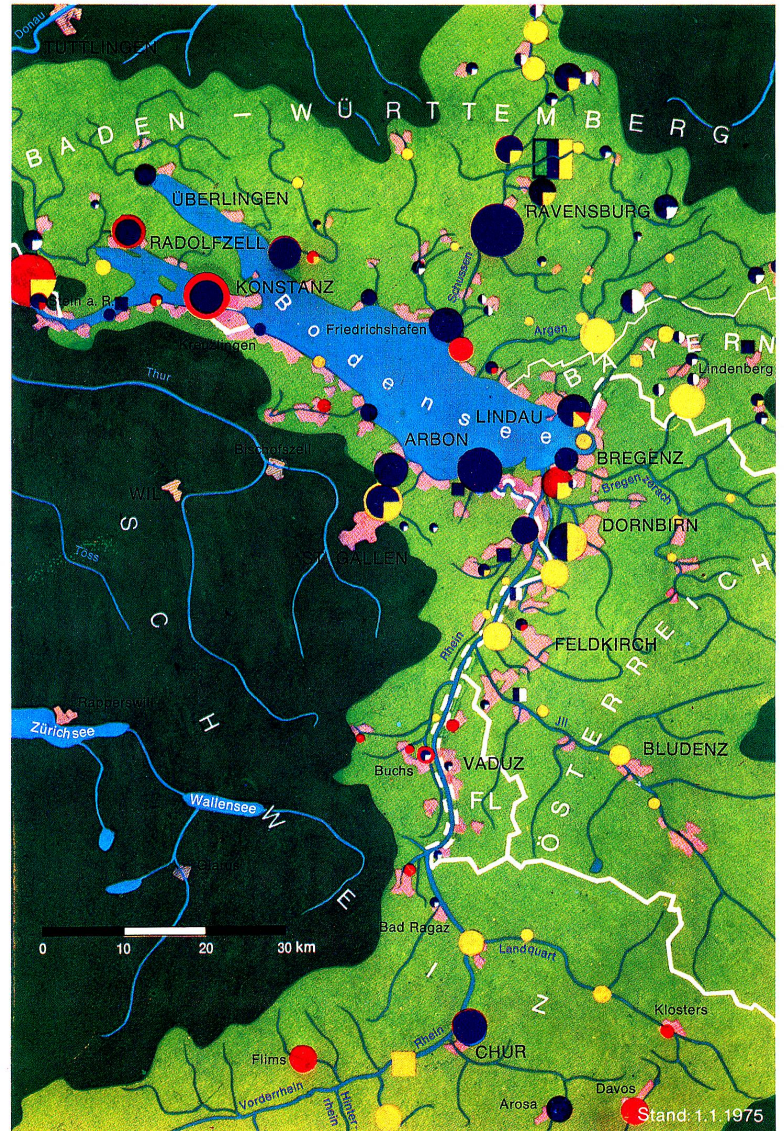
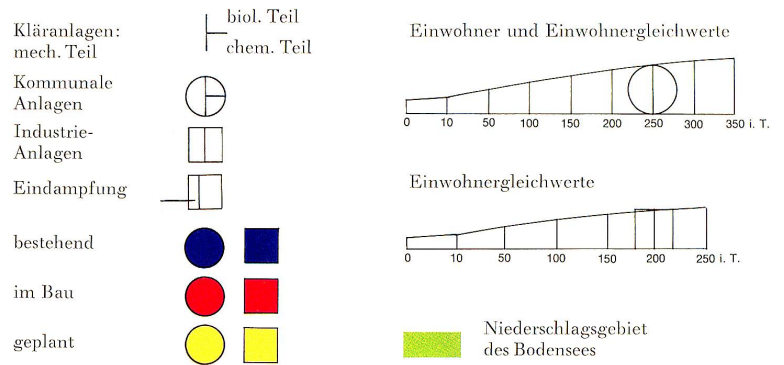
In der 1959 konstituierten «Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee» arbeiten das Land Baden-Württemberg, der Freistaat Bayern, die Republik Österreich und die Schweizerische Eidgenossenschaft (Kantone St.Gallen und Thurgau) auf dem Gebiet des Gewässerschutzes erfolgreich zusammen. Nach dem 1961 in Kraft getretenen «Übereinkommen über den Schutz des Bodensees gegen Verunreinigung» verpflichteten sich diese Anliegerstaaten, gemeinsam darauf hinzuwirken, den Bodensee vor weiteren Verunreinigungen zu schützen und seine Wasserbeschaffenheit nach Möglichkeit zu verbessern. Diese vor rund 15 Jahren vorsichtig formulierte Verpflichtung hat nicht zuviel versprochen, aber das Notwendige verlangt. Erste Erfolge des Wirkens der Kommission können auch dem aufmerksamen Beobachter nicht entgangen sein. Sie sind auf das in der Kommission ständig geförderte koordinierte und planmässige Vorgehen aller genannten Staaten zurückzuführen.

Aufgrund systematisch durchgeführter physikalischer, chemischer und biologischer Untersuchungen sowie fachtechnischer Vergleichsstudien hat die Kommission bereits 1967 die «Richtlinien über die Reinhaltung des Bodensees» erlassen. Im ganzen Einzugsgebiet des Bodensees werden alle Projekte für den baulichen Gewässerschutz, insbesondere für die Kanalisationen und die Abwasserreinigungsanlagen, nach diesen Richtlinien bearbeitet und die Werke danach gebaut und betrieben. Wesentlich sind dabei folgende Leitgedanken:

- die im Niederschlagsgebiet anfallenden Abwässer sind möglichst weitgehend durch die gemeindlichen Kanalisationssysteme zu erfassen;
- die Ortschaften sind beim Bau zentraler Klärwerke grosszügig zusammenzuschliessen;

– bei allen grössern Kläranlagen ist für die Phosphateliminierung eine chemische Reinigungsstufe vorzusehen. (Die aus verschiedenen Quellen stammenden Phosphate sind für die Algenproduktion im See verantwortlich.)

Die Verwirklichung dieser Werke braucht neben viel Zeit sehr grosse finanzielle Mittel. Um letztere zielgerichtet und schwerpunktmässig einzusetzen, haben sich die Anliegerstaaten nicht nur alljährlich über die getroffenen Massnahmen gegenseitig unterrichtet, sondern 1971 hat die Kommission beschlossen, die Planungen der Staaten in einem «Bau- und Investitionsprogramm» zusammenzufassen. Danach sollen bis 1975 60 % und bis Ende 1980 85 % der gesamten im Niederschlagsgebiet des Bodensees anfallenden Abwässer Sammelkläranlagen mit biologischer oder biologisch-chemischer Reinigungsstufe zugeführt werden. Zu diesem grossen koordinierten internationalen Werk ist die 1975 in Betrieb genommene Abwasserreinigungsanlage «Altenrhein» ein bedeutsamer Beitrag, für den all denen der Dank und die Anerkennung gebührt, die in irgendeiner Weise zum guten Gelingen beigetragen haben.



Arbeitskarte über die Reinhaltungsmassnahmen im Bodenseegebiet.

Später

Mit den Augen
zwischen Merkur und Venus
der Uferlinie entlang

Sehen
wie die Mondsichel
ins Wasser greift

Häuserzeilen
der wachsenden Nacht
zuflimmern

Wieviele Fische
verschlafen den Morgen
wenn das Boot
mit dem Netz
den Hafen kreuzt –

Ernst Meyner