Beton im Wasserbau für bessere Umwelt : Bericht über den Deutschen Betontag

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **76 (1984)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941194

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Beton im Wasserbau für bessere Umwelt

Bericht über den Deutschen Betontag

Der deutsche Beton-Verein (DBV) führte seinen Betontag vom 27. bis 29. April 1983 in Berlin mit über 3000 Teilnehmern durch, zu denen auch Fachleute aus 15 Ländern gehörten. Von den 36 Vorträgen der fünf Fachsitzungen interessieren hier drei aus der Fachsitzung über Tiefbau.

Klärwerk Köhlbrandhöft

Baudirektor Dipl.-Ing. *Eberhard Sickert* von der Baubehörde Hamburg, Amt für Wasserwirtschaft und Stadtentwässerung, sprach über das Klärwerk Köhlbrandhöft am Zusammenfluss von Norderelbe und Köhlbrand (Süderelbe) auf der durch Aufspülen gewonnenen Halbinsel Köhlbrandhöft (Bild 1) und in welchem Masse das in zwei Jahrzehnten geschaffene Grossklärwerk für 88% des in Hamburg abgeleiteten kommunalen Abwassers (das sind bei Trockenwetter im Tagesmittel 0,51 Mio m^3) zur Reinerhaltung der Elbe beigetragen hat. Es besteht aus den Abwasserbehandlungsanlagen Köhlbrandhöft Nord, Köhlbrandhöft Süd und der zentralen Schlammbehandlung sowie den Werkstätten, dem Labor, dem Wasserwerk, dem Kraftwerk usw.

Durch eine *mechanische Stufe* der Abwasserbehandlung werden rund 25% der im Abwasser enthaltenen sauerstoffzehrenden Schmutzstoffe und gleichzeitig etwa die Hälfte der Schwermetallverbindungen zurückgehalten. In der *biologischen Stufe* werden die nicht auf mechanischem Wege entfernbaren Stoffe (Kolloide und gelöste Stoffe, wie Zucker, Eiweiss, Harnstoff) von Kleinlebewesen (Bakterien) aus dem Abwasser beseitigt. Die von den Abwasserinhaltsstoffen lebenden Mikroorganismen vermehren sich rasch und bilden einen flockigen, absetzbaren Schlamm (Belebungsverfahren). Die Abnahme der organischen Substanz durch belebten Schlamm erreicht man durch Veratmung, Umwandlung in Mikroorganismenmasse oder adsorptive Bindung an den belebten Schlamm.

Der *biochemische Sauerstoffbedarf* BSB_5 gibt als Messzahl für den Verschmutzungsgrad eines Wassers die Sauerstoffmenge an, die von Mikroorganismen zum Abbau der organischen Stoffe in fünf Tagen bei 20 °C verbraucht wird. Unbehandeltes Abwasser hat einen BSB_5 von 250 bis 350 mg O_2/l.

Bei der mechanisch-biologischen Abwasserbehandlung werden Salze nur wenig zurückgehalten; so sind *Phosphate* aus synthetischen Waschmitteln noch zu 60 bis 70% im Klärwerkablauf enthalten. Sie können stehende Gewässer wegen ihrer Düngewirkung stark belasten. Phosphor bindet man mit Fällungsmitteln entweder in einer dritten Reinigungsstufe in nachgeschalteten Becken (Nachfällung), in der mechanischen Stufe (Vorfällung), der Belebungsanlage (Simultanfällung) oder in Verbindung dieser Lösungen (Kombifällung).

1958 wurden das Pumpwerk Hafenstrasse mit Rechen- und Sandfanganlage sowie die Druckleitung mit Auslauf auf den Köhlbrandhöft in Betrieb genommen und 1961 die erste Ausbaustufe des Klärwerks Köhlbrandhöft. Ihre Besonderheit sind die «Hamburgerbecken»; sie können sowohl biologisch als auch nur mechanisch betrieben werden; seinerzeit wurde die Belastbarkeit der Elbe noch so hoch eingeschätzt, dass nur während der Sommermonate eine teilbiologische Reinigung mit 50% bis 70% Reinigungsgrad als notwendig erachtet wurde, während in der übrigen Jahreszeit eine mechanische Abwasserbehandlung mit 20% bis 30% Schmutzrückhaltung als ausreichend angesehen wurde.

Angesichts des sich verschlechternden Zustands der Elbe wurde bei der Erweiterung des Klärwerks *Köhlbrandhöft Nord* im Jahre 1973 das Konzept der ersten Stufe verlassen und versucht, auf der verfügbaren Fläche soviel Klärkapazität wie möglich für ganzjährigen mechanisch-biologischen Betrieb mit bis 80% Reinigungsgrad unterzubringen. Beim Bau mussten deshalb häufig vom üblichen abweichende Wege beschritten werden; so wurden sehr tiefe Vorklärbecken (Langbecken) mit Trichtern in der Mitte, die Belebungsanlage in Blockbauweise und die Nachklärbekken doppelstöckig, das heisst übereinander angeordnet.

Die Ergänzung des Hamburger Entwässerungssystems, u. a. mit dem Ziel, das überlastete innerstädtische Mischkanalnetz und damit die Alster und ihre Nebenläufe zu entlasten sowie die in Harburg und Wilhelmsburg noch bestehenden Einleitungen unbehandelten Abwassers aufzuheben, löste neben dem Bau grosser Schmutzwassersammler 1974 den Neubau des Klärwerks *Köhlbrandhöft Süd* aus. Die mechanische Stufe läuft seit 1981. Mit der 1983 in Betrieb genommenen biologischen Stufe, dem Kernstück des Neubaus, lassen sich rund 90% der Schmutzstoffe aus dem Abwasser abscheiden. Das beschränkte Platzangebot erforderte auch hier das Entwickeln verfahrenstechnisch neuer Wege. So wurde die Nachklärung zweistufig angeordnet; kleinen Absetzbecken mit horizontalem Durchfluss sind in Blockbauweise grössere, vertikal durchflossene Becken nachgeschaltet. Die mit je fünf Belüftungskreisen ausgerüsteten sechs Belebungsbecken werden kaskadenförmig betrieben. In den einzelnen Kaskaden sorgen Leitwände für eine Umlaufströmung. Der Rücklaufschlamm wird durch in weitem Bereich regelbare Propellerpumpen in die Belebungsbecken zurückgebracht.

In den zehn eiförmigen Faulbehältern werden die aus dem Abwasser abgeschiedenen Schmutzstoffe (Klärschlamm) anaerob stabilisiert, das heisst mit nicht auf freien Sauerstofff angewiesenen Mikroorganismen weitgehend abgebaut. Das hierbei entwickelte, zu 67% aus Methan bestehende Gas wird aufgefangen und im *Kraftwerk* in Strom und

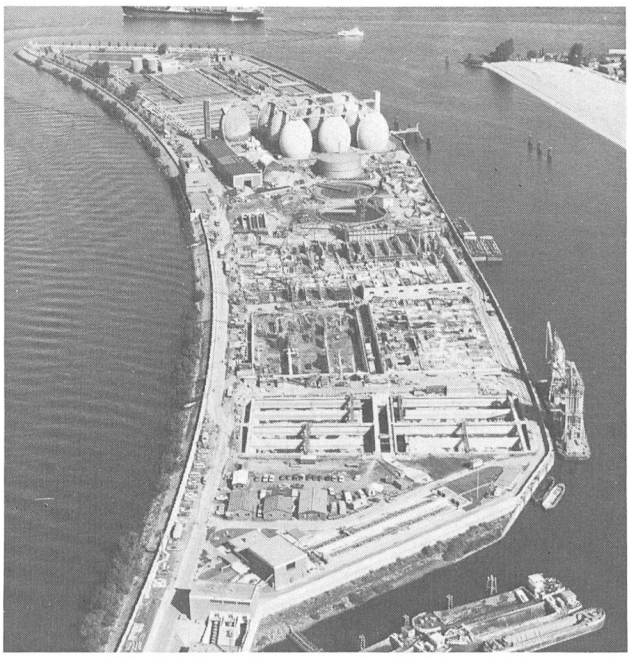


Bild 1. Das Hamburger Klärwerk Köhlbrandhöft befindet sich auf einer künstlich geschaffenen Halbinsel in der Elbe (Freigegeben durch Luftamt Hamburg Nr. 922/81).

Heizwärme umgewandelt. Bis 1983 war das Klärwerk mit jährlich 20 Mio kWh Stromerzeugung energieautark. Der ausgefaulte und eingedickte Klärschlamm wurde zunächst in der Nordsee und später im Atlantik versenkt. Zurzeit wird er in Zentrifugen entwässert, mit Kalk verfestigt und abgelagert. Die Dauerlösung wird in der Verbrennung des Klärschlamms gesehen, wofür bis 1989 eine Verbrennungsanlage auf Köhlbrandhöft errichtet werden soll.

Hochbelastete Klärwerke können in warmer Jahreszeit und bei bestimmten Wetterlagen durch *Geruch* erheblich belästigen. Deshalb wurden auf Köhlbrandhöft alle grösseren Geruchsquellen abgedeckt, die Abluft abgesaugt, chemisch gewaschen und so die Geruchsstoffe in einem sauren Medium weitgehend aufoxidiert. Um Schäden durch biogene Schwefelsäurebildung zu vermeiden, sind die Betonflächen entsprechend zu schützen.

Die jüngere Gesetzgebung erfordert auch in Hamburg die vollbiologische Reinigung für die in die Elbe eingeleiteten Abwasser (BSB_5-Abbau mindestens 92%). Darüber hinausgehend ist ein weitgehender Stickstoffabbau vor Einleitung in das Tiedegewässer Elbe erforderlich. Da die hochbelasteten Anlagen auf dem Köhlbrandhöft diese Forderungen nicht erfüllen, soll hierfür bis 1987 das *Klärwerk Dradenau* gebaut werden. Dieses Werk jenseits des Köhlbrand wird im wesentlichen aus einer den biologischen Stufen auf Köhlbrandhöft nachgeschalteten und hauptsächlich nitrifizierenden Belebungsanlage bestehen. Mit ihm wird die Belastung der Elbe aus kommunalen Einleitungen auf täglich etwa 4 t BSB_5 zurückgehen (Tabelle 1) und sich gleichzeitig die tägliche Sauerstoffzehrung für die Nitrifikation von heute 60 t auf 6 t verringern. Darüber hinaus ist für später als weitere Stufe eine Phosphatfällung vorgesehen.

Das Klärwerk Dradenau einschliesslich Verbindungs- und Ablaufleitungen ist mit 370 Mio DM veranschlagt. Nach dem heutigen Kostenstand wurden für das Grossklärwerk Köhlbrandhöft bisher etwa 350 Mio DM aufgewendet (40% für Maschinen- und Elektroanlagen). Sein Betrieb kostet jährlich rund 40 Mio DM (40% Personalkosten), das sind 0,27 DM je m^3 Abwasser.

Die Komplexität der Abwassertechnik erfordert sowohl beim Betrieb als auch bei der Planung so grosser Anlagen wie Köhlbrandhöft das interdisziplinäre Zusammenspiel verschiedenster Wissensgebiete, wie der Verfahrens-, Regel-, Maschinen-, Bau- und Elektrotechnik sowie besonders der Biologie und der Chemie.

Tabelle 1. Klärwerkausbau in Hamburg; Verringerung der im kommunalen Abwasser enthaltenen Schmutzmenge bei täglichem Anfall von 150 t BSB_5.

ab	zurückgehaltene Schmutzmenge in t BSB_5/Tag	in %
1961	40	27
1965	50	33
1973	75	50
1983	125	83
1987	145	97

Entphosphatungsanlage Berlin-Tegel

Dipl.-Ing. *Heinz Bülow* vom Senator für Bau- und Wohnungswesen in Berlin berichtete in seinem Vortrag «aktuelle Ingenieurbauten in Berlin» u.a. über den Bau der Entphosphatungsanlage in Berlin-Tegel. Berlin (West) hat rund 30 km^2 Wasserfläche (das sind über 6% der Gesamtfläche), deren Hauptanteil durch die Havel-Seen-Kette gebildet wird. Am Oberlauf der Havel liegt mit 4 km^2 der Tegeler See als grösster See in Berlin (West). Früher war der Tegeler See ein nährstoffarmer See, so dass bei Eröffnung des Wasserwerks Tegel im Jahre 1877 noch Oberflächenwasser verarbeitet werden konnte. Von 1882 an gelangten aber bereits erste Drainwasser über das Tegeler Fliess in den See und ab 1952 führte dann der mit der Panke im Ostteil der Stadt regelbar verbundene Nordgraben in erhöhtem Umfang Drainwasser heran. Sie kommen von den zum grossen Teil auch von Berlin (West) beschickten Rieselfeldern im Norden Berlins und bringen dem See eine *übermässige Nährsalzbelastung*. Damit ist der Tegeler See das am stärksten belastete Gewässer der Havel-Seen-Kette.

Das überreiche Nährstoffangebot bewirkt ein massenhaftes Algen- und Pflanzenwachstum im See. Der biologische Abbau dieser Pflanzenmassen beeinträchtigt in hohem Masse den Nutzen des Sees als Bade- und Wassersportgewässer, als Fischereigewässer und vor allem bei der Gewinnung von Trinkwasser durch die dort betriebene Uferfiltration und Grundwasseranreicherung. Die starke Nährstoffzufuhr bedroht also nicht nur das natürliche Leben im See und setzt nicht nur den Erholungswert des Sees herab, sondern gefährdet auch die Wasserversorgung durch das Wasserwerk Tegel, das einen Drittel des gesamten Trinkwasserbedarfs von Berlin (West) deckt. Diese Seealterung kann nur durch Herabsetzen des Nährstoffgehalts dieses Gewässers rückgängig gemacht werden. Das Algenwachstum lässt sich bereits durch Entfernen eines wesentlichen Teils aus dem Nährstoffangebot des Wassers verringern; am wirksamsten ist derzeit der Gehalt an Phosphat zu beeinflussen und zu kontrollieren. Der wasserwirtschaftliche Plan sieht deshalb zur Reinigung des Tegeler Sees die Entphosphatung seiner Zuflüsse zusammen mit einer Seentherapie durch Herab-

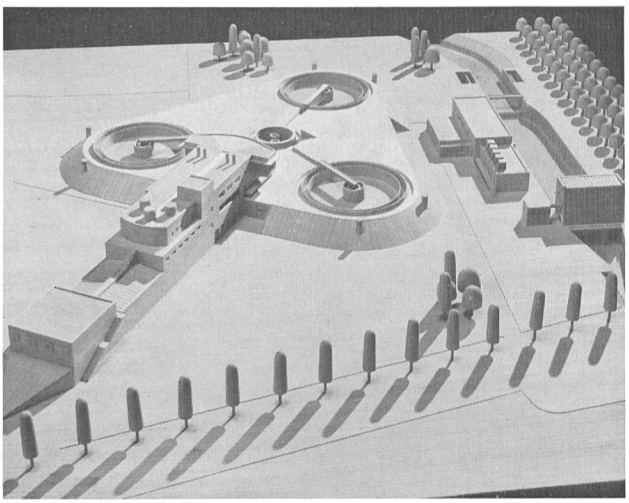
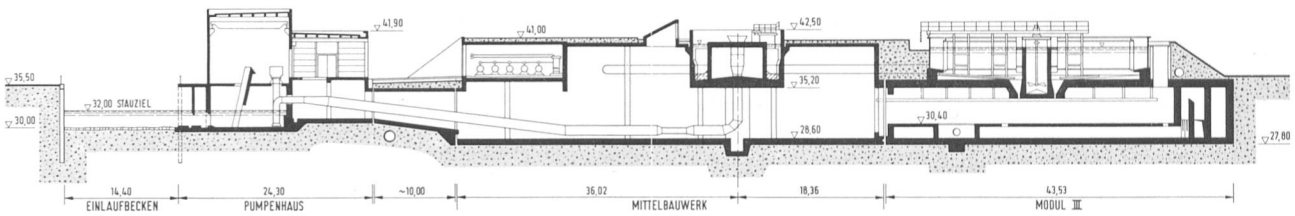


Bild 2. Entphosphatungsanlage Berlin-Tegel (Modell) und Schnitt durch die Gesamtanlage.



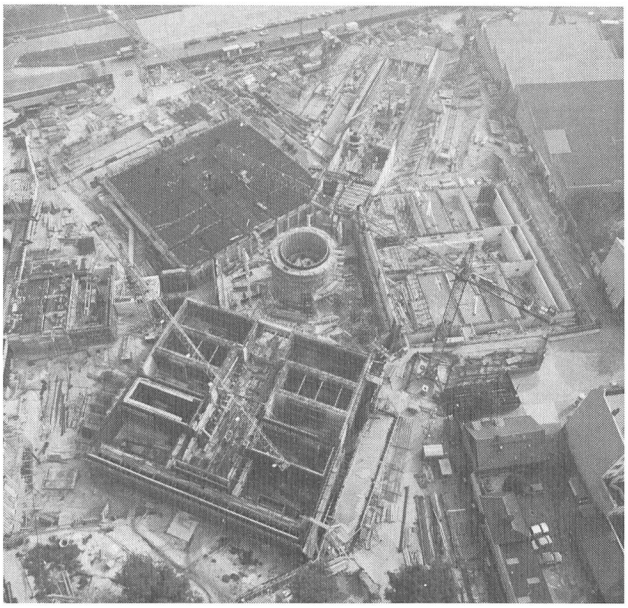


Bild 3. Entphosphatungsanlage im Bau. Blick auf das Mittelbauwerk mit Verteilerturm und die drei Filtergebäude.

setzen des Nährstoffgehaltes im See mittels Steigerung der Wasserdurchflussmenge vor. Durch besondere Vorkehrungen sind bis zu 8,4 m^3/s Abflüsse beherrschbar. Es wird dazu u. a. eine im Zuflussbereich des Tegeler Fliesses und des Nordgrabens gelegene Entphosphatungsanlage ähnlich der ersten kleineren Anlage gleicher Zielsetzung in Berlin-Beelitzhof gebaut.

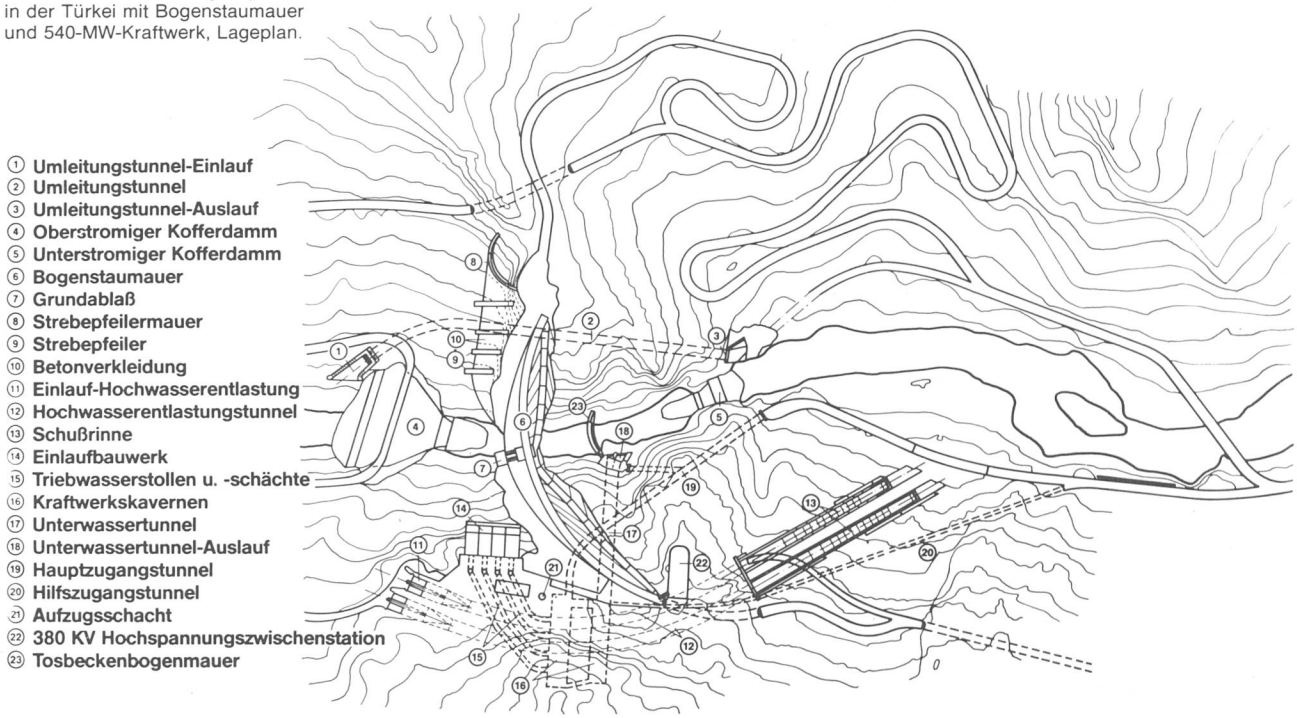
Form und Art dieses Bauwerks (Bild 2) ergeben sich aus dem technischen Ablauf der *Entphosphatung.* Die im Nordgraben zusammengefassten Zuflüsse des Tegeler Sees werden durch einen Grobrechen in ein Beruhigungs- und Ausgleichsbecken geleitet, das mit einem Wehr abgeschlossen ist. Danach wird das Wasser nach einem Feinrechendurchgang unterirdisch in den zentralen Mischturm gepumpt und dabei um etwa 9 m angehoben; das ist der einzige Energiebeitrag in das Wasser in der ganzen Anlage. Von dort aus läuft das nun mit chemischen *Fällmitteln* versetzte Rohwasser in runde Sedimentationsbehälter (Flokker), in denen sich das Klarwasser von den ausgeflockten Phosphaten und Trübstoffen trennt. Die hohe Phosphatfracht des Seezuflusses aus dem Nordgraben und die geforderte starke Verringerung auf 0,03 mg/l machen eine weitere Behandlung des Klarwassers in darunterliegenden Filterkammern notwendig, die zusammen mit Reinwasserbehältern und Schlammwasserbehältern sowie Pumpen- und Leitungsgang zu jeweils einem kastenförmigen unterirdischen Bauteil von 43 m × 47 m × 8 m Grösse zusammengefasst sind. Dieser Kasten bildet zusammen mit dem zugehörigen Flockeraufbau eine Einheit (Modul), die aus Betriebs- und Bemessungsgründen dreifach vorhanden und wegen der gleichmässigen Hydraulik sternförmig um den Verteilerturm mit dreieckförmiger Halle angeordnet ist. Die Halle mit Verteilerturm und die auf gleicher Höhe abschliessenden Flockerbecken sind seitlich mit einer etwa 5 m hohen Erdaufschüttung umgeben. Im Südosten der Halle schliesst das langgestreckte, etwa 100 m lange Betriebsgebäude mit seiner schiffsrumpfähnlichen Form als architektonisch beherrschendes Element der Anlage an, das die Steuerzentrale, die Laboratorien und Diensträume sowie das Chemikalienlager mit Dosieranlage zur Beschickung des zentralen Mischturms enthält. Aus den Reinwasserkammern der Entphosphatungsanlage fliesst das saubere Wasser in das unterstrom des Wehres liegende Auslaufbauwerk, wo es über Kaskaden dem Nordgraben als Zufluss des Tegeler Sees wieder zurückgegeben wird.

Das Nordgrabenwerk mit Einlaufbauwerk, Grobrechen, Einlaufbecken, Schlammtaschen, Wehr, Auslaufbauwerk und Kaskaden liegt im Seezufluss und besteht aus Sperrbetonbauteilen mit verankerten Spundwänden. Der Grobrechen erhält eine 12 m hohe aluminiumverkleidete Stahlkonstruktion zum Witterungsschutz. Der *Filter-Flocker-Trakt* (Bild 3) besteht aus dem Mittelbauwerk und den drei Moduln (Filterbauwerken). Diese vier Bauteile sind durch Bewegungsfugen getrennt. Das Mittelbauwerk bildet im Grundriss ein gleichseitiges Dreieck mit 50 m Seitenlänge, ist 12 m hoch und hat eine 80 cm dicke Sohle und 60 cm dicke Wände. Im Mittelpunkt des Bauwerks befindet sich der Verteilerturm, der aus der Sohlplatte, vier runden Wandscheiben und einer monolithisch angeschlossenen Zylinderschale mit 12 m Durchmesser besteht. Neoprenelager auf einer umlaufenden Konsole am oberen Rand der offenen Zylinderschale bilden das innere Auflager der Decke. Die drei Filterbauwerke sind als fugenlose, monolithische, auf Gleitfolien lagernde Baukörper ausgeführt und haben jeweils sechs Filterkammern und Schlamm- und Reinwasserbehälter mit den darüber befindlichen Flockern. Ihre Sohle ist 80 cm dick, die Wände meist 70 cm und die den Flocker tragende Filterdecke 90 cm. Sohlen, Wände und Decken der Filterbauwerke sind mit Sperrbeton ohne Aussenabdichtung ausgeführt. Dazu wurde die Rissbreite für den Gebrauchszustand beschränkt (Betondruckzone für Zustand II mindestens 15 cm dick). Der hohe Stahlanteil in den Filtersohlen und den Wandanschlüssen von 380 kg/m^3 fertiger Beton erschwerte den Betoneinbau. Den durch abschnittsweises Betonieren zwischen Sohle, Wand und Decke auftretenden Zwängungen begegnete man durch Verwenden von Zement mit niedriger Hydratationswärme und Betonkühlung (Rohrsystem mit Wasserumlauf über sechs Tage). Die Güte des so erreichten rissefreien Betons wurde mit Wasserdruckproben unter Betriebsbedingungen nachgewiesen. Mittig auf den Filterbauwerken stehen die 5 m hohen Flocker von 26 m Durchmesser als Stahlkonstruktionen. Die Gründungssohle und die Aussenwände des langgestreckten, vollständig unterkellerten Betriebsgebäudes, der Trafostation und des Pumpenhauses werden mit Sperrbeton ohne Aussenabdichtung als «weisse Wanne» ausgebildet.

Bei der Gesamtbauzeit für den Rohbau von zwei Jahren mussten im ersten Jahr drei Viertel der Anlage erstellt werden. Nach nur 15 Monaten Bauzeit konnte im Dezember 1982 die Grundwasserhaltung abgeschaltet werden, da zu diesem Zeitpunkt alle Bauteile wasserundurchlässig und auftriebssicher erstellt waren. Nach Beginn mit dem Ausbau ab Mitte 1983 rechnet man mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme Anfang 1985 und mit dem vollen Erfolg erst einige Jahre danach, weil auch eine in Technik und Grösse so richtungsweisende Anlage einen grossen See von rund 30 Mio m^3 Inhalt nicht schlagartig heilen kann.

Ausser den geschilderten Bauteilen sind für den Betrieb der Anlage weitere Bauwerke erforderlich, wie die Wasserfassung am Tegeler Fliess mit Wehr und Verbindungsleitungen zum Nordgraben und zur Entphosphatungsanlage sowie eine rund 6 km lange Doppelleitung durch den Tegeler See mit Einlaufbauwerk an der Oberhavel und entsprechender Pumpstation für einen kontinuerlichen Betrieb bei unregelmässiger Wasserführung des Nordgrabens. Beim Kostenstand von 1980 rechnet man mit 180 Mio DM Baukosten.

Bild 4. Wasserkraftanlage Oymapinar in der Türkei mit Bogenstaumauer und 540-MW-Kraftwerk, Lageplan.



Bogenstaumauer Oymapinar

Dipl.-Ing. *Helmut Ziese* von der Bilfinger + Berger Bau AG in Wiesbaden sprach über die Wasserkraftanlage Oymapinar an der Südküste der Türkei, nahe der Provinzhauptstadt Antalya, etwa 18 km landeinwärts vom Mittelmeer entfernt, eingebettet in eine V-förmige Felsenschlucht, die von dem Fluss Manavgat (50 bis 700 m³/s) durchströmt wird. Die Ruinen von Aquädukten und Hangkanälen aus der Römerzeit bezeugen, dass der Wasserreichtum dieser Region schon damals bekannt war und genutzt wurde. So entschloss man sich nach umfangreichen Voruntersuchungen, in der Schlucht von Oymapinar eine 185 m hohe Bogenstaumauer zu errichten. Damit entsteht ein Wasserspeicher mit 300 Mio m³ Inhalt. Vier Francis-Turbinen mit insgesamt 540 MW Leistung sollen die aufgestaute Energie in wertvollen elektrischen Strom umwandeln (Bild 4).

Das Projekt umfasst neben der eigentlichen Staumauer umfangreiche Kavernen, Tunnel und Stollenbauwerke. Dazu kommen Betonbauwerke, wie Triebwassereinlauf, Unterwasserauslauf, Schussrinne für die Hochwasserentlastung, Tosbecken am Grundablass und 380 KV-Station. Für diese Bauwerke sind 0,4 Mio m³ Fels untertage ausgebrochen worden. Stahlbetonkonstruktionen mit 0,25 Mio m³ Beton in zum Teil schwieriger Formgebung ergänzen diese Nebenanlagen.

Die doppeltgekrümmte Bogenstaumauer (Bild 5) trägt den Wasserdruck als räumliches Tragwerk auf die Felswiderlager ab, die unter 60° vom Tal aus aufsteigen. 1,2 Mio m³ Fels sind zur Vorbereitung dieser Widerlager gelöst und gefördert worden. Die 185 m hohe Staumauer ist am Fuss 25 m und an der Krone 5 m dick. Sie hat eine Kronenlänge von 360 m. Das Betonvolumen der Mauer beträgt 0,65 Mio m³. Die Betonmauer ist in 24 je 15 m breite Betontürme aufgeteilt. Diese Türme werden in Abschnitten von 2 m höhenversetzt betoniert. Bis zu 21 000 m³ Beton (Mischturm 365 m³ Beton/ h; W/Z = 0,47) wurden monatlich mit einem 760 m weit gespannten Kabelkran (7,5 m³ Beton/Kübel) eingebaut. Am Mauerfuss hat ein derartiger Block 800 m³ Inhalt und an der Krone 150 m³ Beton.

Die Bauarbeiten wurden im Mai 1977 begonnen, und am 19. Februar 1983 konnte das Richtfest gefeiert werden. Mit der Beseitigung der Kofferdämme im Unter- und Oberstrom im Mai/Juni 1983 sind die Bauarbeiten beendet worden. Derzeit wird eingestaut und ein umfangreiches Messprogrammm für Mauer und Umgebung zur Überprüfung der gewählten Rechenannahmen und Rechenverfahren durchgeführt. Die Baukosten betrugen 450 Mio DM.

Bild 5. Doppeltgekrümmte Bogenstaumauer bei Oymapinar, Ansicht.

Adresse des Verfassers: *Gunther Brux,* Schreyerstrasse 13, D-6000 Frankfurt 70.