

Zur Technik des Süßwasseraquariums im Museum für Naturkunde der Stadt Dortmund*

Klaus G. Gelmroth, Dortmund

Einleitung

Die Idee, in die Schausammlung eines Museums Aquarien zu integrieren, ist nicht neu: So zeigt das Jura-Museum in Eichstätt rezente Vertreter einiger Tiergruppen lebend, deren Jura-Verwandte als Fossilien ausgestellt werden. Ein anderes Beispiel ist das „Löbbecke Museum und Aquarium“ in Düsseldorf, für dessen Neubau eine didaktisch gelungene enge Verzahnung von in Aquarien und Terrarien *in vivo* präsentierten Tieren mit in Vitrinen untergebrachten Präparaten und Modellen vorgesehen ist.

Bei den Planungen zum Neubau des Museums für Naturkunde der Stadt Dortmund hat dessen Direktor Dr. W. Homann ein großes Schauaquarium einbezogen und als ein in einem gesonderten Besucherraum umgebares achteckiges Becken mit zentralem Versorgungsschacht konzipiert. Unter Mitwirkung von J. Lange (seinerzeit Wilhelma, Stuttgart) wurde diese Anordnung gewählt, um den Fischen, insbesondere den Schwarmfischen, das Schwimmen ohne abrupte Richtungsänderungen zu ermöglichen. Das Schauaquarium, in dem heute mittel- und südamerikanische Fische gezeigt werden, gehört zu den Attraktionen des Museums und regt die Dortmunder Bevölkerung zu wiederholten Besuchen an.

Als der Verfasser Ende 1977 vom Zoo Duisburg an das Museum in Dortmund wechselte, waren das Museumsgebäude und das Aquarium im Rohbau nahezu fertiggestellt. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden die Dortmunder Bauträger von J. Lange und dem Leiter des Aquariums im Kölner Zoo H. Jes, der auch weiterhin wertvolle Hinweise gab, beraten. Nun wurde es eine der Aufgaben des Autors, in Zusammenarbeit mit dem Museumsdirektor, den städtischen technischen Ämtern, dem Architektenehepaar Gastreich-Moritz und später der Firma Wassertechnik und Apparatebau (WTA, Celle) die technische Ausstattung zu entwerfen, wobei ihm seine Erfahrungen aus dem Aquarium des Zoos Duisburg zustatten kamen.

Für fachliche Auskünfte und die Erlaubnis, technische Zeichnungen und Pläne zu verwerten, sei den Herren U. Gastreich (Architekt), H.-D. Neumann und H. Kluge (Hochbauamt der Stadt Dortmund), H. Friedel (Maschinenamt) und der Firma WTA, für das Umzeichnen des Funktionsschemas dem Museumsgraphiker D. Wehnert gedankt.

Das Schaubecken

Der Grundriß des Schauaquariums (Abb. 1 und 2), mit etwa 73 m³ Fassungsvermögen eines der größten Becken in Deutschland, ist – entsprechend dem aus Oktogonen zusammengesetzten Gesamtgrundriß des Museums – achteckig (mit einer äußeren Seitenlänge von jeweils 2,60 m). Der Besucher kann um das zentral in einem separaten Raum stehende Becken herumgehen. Dieser mit Sitzgruppen ausgestattete Besucherraum ist nur spärlich beleuchtet: zwei Getränkeautomaten und eine Tafel, auf der die Fische des Aquariums abgebildet und bezeichnet sind, werden durch schwache Lampen angestrahlt.

* Dem Andenken an Winfried Pieper † (Sachbearbeiter am Maschinenamt der Stadt Dortmund) in Dankbarkeit für gute Zusammenarbeit gewidmet.

Eine flache Wandvitrine mit Erklärungen zur Aquariumstechnik in Wort und Bild besitzt eine eingebaute, indirekte Beleuchtung. Der größte Teil des Besucherraumes wird durch das aus dem Aquarium austretende Licht schwach erhellt, so daß kaum störende Scheibenreflexe auftreten.

Die Wassertiefe im Schaubecken (Abb. 1) beträgt ca. 2,50 m, die Entfernung einer Glaswand des Aquariums zur gegenüberliegenden 6 m. In der Mitte des Beckens befindet sich ein Betonschacht, durch den Versorgungsleitungen führen. Dieser säulenartige Schacht ist mit Naturstein (Calanca-Gneis) verkleidet, aufgemauert mit einem Mörtel aus Quarzsand und Epoxidharz (Icosit 285), um den optischen Eindruck zu verbessern und den Fischen eine durch Vorsprünge und Höhlungen gegliederte Steinwand anzubieten. Alle Aquarienneinflächen aus Beton (Stahlbeton Bn 350) sind mit Epoxidharz beschichtet.

Aus statischen Gründen war es nicht möglich, die Aquarienseitenwände durchgehend zu verglasen. Deshalb wurden die Flächen je einmal senkrecht geteilt, und die Scheiben werden zwischen dem Betonunterteil (Aufkantung der Aquariensohle) und dem Betonoberteil (Schürze) durch acht Eck- und acht Mittel-Stahlprofilstützen gehalten. Die Scheiben sind fünfschichtig verklebt (die Einzelscheibe hat eine Stärke von 19 mm, die Verbundfolie von 0,75 mm, so daß die Verbundscheibe insgesamt 98 mm dick ist). Jede der sechzehn Scheiben wiegt 826 kg und mißt 1,25 m x 2,68 m, wovon wegen der Abdeckung an den Rändern durch Betonrahmen und Profilstützen 1,10 m x 2,10 m effektiv als „Fenster“ dienen. Die optisch gefällige Kunststoffüberdeckung der Bostik-Fugen zwischen den Scheiben hat sich nicht bewährt: der Primer haftet schlecht auf dem Glas, und die Oberfläche des Materials löst sich langsam auf (nach Berührung der Oberfläche treiben milchige Wolken korrodierten Kunststoffes im Wasser).

Der Aquarienboden ist hauptsächlich mit in einem Betonmischer gewaschenem Rheinkies bedeckt, der durch Sandpartien einerseits und Geröll sowie größere Steine andererseits ergänzt wird. Die versuchsweise Bepflanzung des Aquariums war, auch bei Verwendung harter Pflanzen wie *Crinum*, erfolglos. Dafür mögen mehrere Faktoren verantwortlich gewesen sein: die Wassertiefe, das Aufrühren des Bodens durch größere Fische (*Pseudodoras niger*, *Phractocephalus hemiliopterus* und *Pseudoplatystoma fasciatum*) sowie pflanzenfressende Cichliden (z. B. *Uaru amphiacanthoides*). Um den Beckenraum zu gliedern und ansprechend zu gestalten, wurden aus Moorabbaugebieten bei Meppen große Moorkienhölzer besorgt und im Becken verteilt. (Der Verfasser dankt den Klamann-Werken/Geeste und Twist-Schöningsdorf, die gestatteten, passende Stücke einzusammeln.)

Die Wasserkreisläufe

Die Technikräume, einer für Filter, UV-Anlage usw., ein anderer für die Becken I (s. „Wasseraufbereitung“) und II mit den ihnen zugeordneten Pumpen, liegen eine Etage unter dem Schaubecken im Erdgeschoß.

Um eine Anreicherung des Aquarienwassers mit Metallionen und anderen, eventuell toxischen Stoffen zu vermeiden, bestehen alle Leitungen aus physiologisch neutralem Hart-PVC. Das Wasser wird durch Pumpen bewegt, wie sie in der chemischen Industrie verwendet werden: die mit dem Wasser in Berührung kommenden Teile sind aus Kunststoff gefertigt. Das Wasser wird nach dem Schnellfilterprinzip gereinigt. Die Pumpen fördern etwa 30 m³/h, so daß das Wasservolumen des Schaubeckens ca. alle 2¹/₂ Stunden einmal die Filter passiert.

Das Wasser wird durch einen neben dem zentralen Versorgungsschacht auf dem Boden des Schaubeckens stehenden, im Sockel mit Zement beschwerten Schmutzfänger aus siebartig durchbohrtem Hart-PVC, der Steine, Moorkienholzstücke, eventuell tote Fische usw. zurückhält, aus dem Aquarium abgesaugt. Eine Abzweigung, über die das Aquarium ohne Pumpenhilfe nahezu vollständig geleert werden kann, führt über zwei Schieber zum Kanal. Die untersten Bohrungen im Schmutzfänger liegen etwa 20 cm über dem Betonboden des Beckens, so daß der Kies- und Sandgrund nicht in den Abfluß geraten kann und beim Ablassen des Beckens aus Sicherheitsgründen Restwasser stehen bleibt, das im Falle der Grundreinigung oder bei Reparaturen durch eine Tauchpumpe abgesaugt wird.

Das aus dem Aquarium kommende Wasser durchläuft zunächst zwei parallel geschaltete Filter (Abb. 3 und 5 „Vorfilter“), in denen zwischen zwei ineinanderpassenden PVC-Körben Filterwatte (DIMA-Goldvlies der Juteweberei Emsdetten aus Polyester I, oberflächenverfestigt; 300 g/m²) das Gros des täglich anfallenden Schmutzes herausnimmt. Die Filteroberfläche (Außenfläche des Innenkorbes) beträgt rund 2200 cm² je Filter. Die Filterwatte muß einmal täglich gewechselt und nach mehrmaligem Auswaschen durch frische ersetzt werden.

Hinter den Vorfiltern liegen die parallel geschalteten Pumpen V und VI (vgl. Abb. 3 und 5; KT-Chemienormpumpen, Typ HNP 32-200, Q = 32 m³/h, p = 5,5 kW, n = 2900 min⁻¹, H = 30 m Ws). Die Pumpen arbeiten, durch eine Uhr im Schaltschrank gesteuert, alternierend je 12 Stunden. Sie können im Falle einer Reparatur, von „Automatik“ auf „Hand“ geschaltet, einzeln durchlaufen. (Wie hier sind alle für die Aufrechterhaltung des Kreislaufes wichtigen Elemente – Pumpen, Filter, Luftverdichter – doppelt vorhanden. Weniger wichtige Anlagenteile – UV-Anlage, Gegenströmerheizung usw. – sind bei Reparaturen zu umgehen.)

Nach den Pumpen passiert das Wasser die parallel geschalteten Filtertürme (in Abb. 3 „Kiesfilter“), die mit je ca. 0,70 m³ Quarzkies der Korngröße 4 mm gefüllt sind. Diese Filter müssen etwa einmal wöchentlich rückgespült werden, zunächst mit Luft, anschließend mit Wasser. Das Spülwasser wird in einem offenen Zwischenbehälter, der die optische Kontrolle des Verschmutzungsgrades erlaubt, aufgefangen und dann in den Kanal geleitet.

Das gefilterte Wasser gelangt durch sechs Düsen in das wärmeisolierte und mit Epoxidharz beschichtete Becken II (s. Abb. 6), in dem es über fünf große Holzausströmer intensiv belüftet wird. Über die Pumpen III/IV (von gleicher Bauart wie die Pumpen V/VI; auch sie arbeiten alternierend) wird das Wasser aus dem Becken II, das maximal 15 m³ faßt, über eine UV-Entkeimungsanlage (WEDECO, Typ E/30), die von der Gebäudeheizung versorgt und durch Temperaturfühler gesteuerte Gegenströmerheizung und durch den Versorgungsschacht im Zentrum des Aquariums gefördert. Oberhalb der Wasseroberfläche des Schaubeckens verteilt sich das Wasser über eine Ringleitung mit acht Ausströmerdüsen in das Aquarium. Durch den Druck, mit dem das Wasser in das Becken gelangt, wird Luft mitgerissen, und es findet eine erneute O₂-Anreicherung statt, so daß im Normalbetrieb auf eine (in Notfällen technisch mögliche) Belüftung des Schauaquariums verzichtet werden kann. Zwischen dem Becken II und dem Schaubecken sind Filtertöpfe, die mit den Filtern vor den Pumpen V/VI baugleich sind, eingeschaltet, in denen das Wasser bei Bedarf über Torf, Aktivkohle usw. gefiltert werden kann. (Hierfür kommen die hinter der UV-Anlage eingeschalteten Filter in Betracht; in Abb. 3 „Feinfilter“.)

Die WEDECO-UV-Entkeimungsanlage, deren Vorläufer sich im Kreislauf des Duisburger Süßwasserdelphin-Beckens bewährt hat, hält nicht nur pathogene Bakterien auf einem niedrigen Niveau, sondern trägt auch wesentlich zur Klarheit des Wassers bei.

Die Düsen, durch die das Wasser in das Becken II und das Schauaquarium gelangt, sind in einem Kugelgelenk schwenkbar und besitzen eine runde Öffnung von 2,50 cm Durchmesser. (Bei Versuchen mit schlitzförmigen Düsen verteilten sich überall im Schaubecken unzählbare feine Luftbläschen.)

Der oben geschilderte „große Kreislauf“ ist wegen des zwischengeschalteten Beckens II ein offenes System, daß eine Niveausteuerng (Abb. 3 „A“) erforderlich macht. Da die Pumpen III/IV nicht exakt so viel Wasser in das Schaubecken pumpen wie die Pumpen V/VI abziehen, wird das System durch entsprechende Schieberdrosselung so eingestellt, daß etwas mehr Wasser aus dem Becken II in das Aquarium gepumpt wird als die Pumpen V/VI herausholen. So steigt der Wasserspiegel im Schaubecken langsam bis zum oberen Kontakt des Niveaufühlers („Schaubecken Maximum“), der die Pumpen III/IV ausschaltet (zugleich schaltet ein Strömungswächter die UV-Anlage ab). Jetzt arbeiten nur die Pumpen V/VI, und der Wasserspiegel fällt bis zum mittleren Schaltpunkt, der die Pumpen III/IV wieder anspringen läßt. Dieses Wechselspiel – langsames Steigen des Wassers, rasches Fallen – wiederholt sich stetig. Dabei steigt und fällt der Wasserstand im Becken II, entsprechend der kleineren Grundfläche, in stärkerem Maße, was bei der Füllung dieses Beckens berücksichtigt werden muß.

Fällt eine der Pumpen V oder VI aus, läuft die andere, von „Automatik“ auf „Hand“ umgestellt, durch. Anders liegen die Dinge, wenn die Pumpen III oder IV repariert werden

müssen: Bei „Hand“-Betrieb reagieren sie nicht auf die Signale des Niveaureglers. In diesem Falle muß vom „großen“ auf den „kleinen Kreislauf“ umgeschaltet werden. Dabei fließt das Wasser von den Kiesfiltern unter Umgehung des Beckens II und der Pumpen III/IV über den im „großen Kreislauf“ gesperrten Schieber 7 – die im „großen Kreislauf“ geöffneten Schieber 37 und 29 sind geschlossen (s. Abb. 3) –, die UV-Anlage und die Heizung in das Schaubecken zurück. Der „kleine Kreislauf“ ist ein geschlossener, die Niveauschaltung ist überflüssig, und die Pumpen V/VI arbeiten, wie auch im „großen Kreislauf“ üblich, im Dauerbetrieb. (Der Schieber 24a, der im „großen Kreislauf“ auf Stellung „2“ gedrosselt ist, wird im „kleinen Kreislauf“ ganz geöffnet.)

Um im Falle von Reparaturen am Schaubecken einige Fische unterbringen zu können, besteht die Möglichkeit, das Becken II in geschlossenem Kreislauf unter Umgehung des Schaubeckens an die Filter anzuschließen. Der Wasserweg führt dabei durch einen großen Schmutzfänger im Becken II, über die jetzt mit Filterwatte versehenen Vorfilter hinter dem Becken, die Pumpen III/IV und den Schieber 6 (Schieber 37 ist geschlossen) zu den Kiesfiltern. Das gefilterte Wasser wird über die Schieber 7 und 8 durch die UV-Anlage und die Heizung durch den geöffneten Schieber 28 (18 und 29 sind geschlossen!) in das Becken II zurückgeführt. Die Maximum-/Minimum-Schwimmschalter im Becken II sind in einem Plastikrohr von 25 cm äußerem Durchmesser vor der Berührung durch Fische geschützt.

Sicherheitssysteme und Niveausteuerungen

Die Niveausteuerungen, in Abb. 3 mit „A“ gekennzeichnet, wurden bereits bei der Besprechung des „großen Kreislaufes“ erwähnt. Die Niveauststeuerung im Schaubecken besitzt einen dritten Kontakt („Schaubecken Minimum“), der – sollte das Aquarium, zum Beispiel wegen eines Rohrbruches, leerzulaufen drohen – die absaugenden Pumpen V/VI abschaltet und zugleich den druckluftbetätigten Schieber 19 vor den Vorfiltern (Abb. 3 und 5) schließt. Auch für den Fall eines Lecks vor dem Schieber 19 ist vorgesorgt: Die Leitung zwischen dem Schaubecken und den Pumpen V/VI ist im zentralen Leitungsschacht des Aquariums in einer Schleife weit nach oben gezogen (Abb. 1). Im Scheitelpunkt der Krümmung liegt ein Kugelhahn, bei dessen Öffnen die Säule des ausströmenden Wassers abreißt.

Niveau-Schwimmschalter (Abb. 3 „A“) sorgen durch Abschalten der entsprechenden Pumpen dafür, daß die Becken I und II weder überlaufen noch völlig entleert werden können. Die Schalter werden über Verzögerungsrelais gesteuert, um in Grenzbereichen ein Pumpenflattern zu vermeiden.

Besonders die KT-Pumpen III bis VI sind gegen Trockenlaufen empfindlich: Die Kunststofflager und -gleitringdichtungen schmelzen rasch. Aus diesem Grunde sind sie – wie auch die Tauchpumpen I und II – zusätzlich durch KT-Trockenlaufschutzrelais (Typ TSR) gesichert. Diese reagieren auf die beim Trockenlaufen der Pumpen gegenüber dem Normalbetrieb geänderte Stromaufnahme (fallender Phasenstrom) und schalten die betroffenen Pumpen sofort ab. Die Trockenlaufschütze sprechen auch an, wenn die Vorfilter vor den Pumpen V/VI zu stark verschmutzt sind oder die Mengenstellschieber geschlossen werden, also die Förderung auf (nahe) Null absinkt, und schützen die Pumpen so vor unzulässiger Erwärmung. Gelegentlich treten Fehlalarme auf, deren Ursachen bislang nicht geklärt werden konnten. Wenn eine der parallel geschalteten Pumpen durch den Trockenlaufschutz abgeschaltet wird, springt automatisch die andere an, die, wenn die Störung – was die Regel ist – außerhalb der ersten Pumpe liegt, nach kurzem Anlaufen ebenfalls abgestellt wird.

Störungen werden an den Schaltschränken durch Lichtsignale angezeigt. Die einzelnen Störmeldungen werden zu einem Sammelimpuls zusammengefaßt, der im Technikraum eine Hupe einschaltet sowie auf ein Pult am Museumseingang, das von der Aufsicht überwacht wird, und (nachts) in die nahe dem Museum gelegene Hausmeisterwohnung weitergeleitet wird.

Die mit dem Wasserkreislauf in Verbindung stehenden elektrischen Anlagen (Hauptschaltschrank und UV-Anlage) sind durch FI-Schalter gesichert. Bei Netzausfall übernimmt ein Notstrom-Dieselaggregat die Stromversorgung des Aquariums.

Der Vollentsalzungsanlage (s. unten) ist ein Trinkwasser-Systemtrenner (WALETZKO

TWST 4 DN 15 / MVE Typ A + F, Ansprechdruck 0,5 bar) vorgeschaltet. – Die Sicherheitssysteme der Luftversorgung werden in dem ihr gewidmeten Abschnitt erläutert.

Das Schaubecken, der oben beschriebenen Zwischenbehälter für das Filterspülwasser, die Becken I und II und das Neutralisationsbecken der VE-Anlage sind mit Überläufen versehen. Die Technikräume im Untergeschoß sind durch Schwellen gesichert, so daß eventuell aus- oder überlaufendes Wasser nur (oder wenigstens vorwiegend) durch die Bodenausläufe aufgenommen wird.

Die Wasseraufbereitung

Das Leitungswasser durchläuft, ehe es in die Aquarientechnik eingespeist wird, einen Druckminderer, der Druckschwankungen im städtischen Wassernetz auffängt, und einen GENO-Feinfilter FM 50 (s. Abb. 3 „Kaltwasserverteilung“ und Abb. 5). Von der Wasserverteilung aus führt je eine Leitung zu den Kiesfiltern (für die Rückspülung; das anschließende „Einfiltrieren“ geschieht mit Aquarienwasser), zur VE-Anlage und zum Mischbehälter vor dem Becken I.

Zum Füllen des Aquariums und bei dem etwa einmal monatlich fälligen Wasserwechsel, bei dem wir über ein Drittel des Aquarienvolumens austauschen, wird ein Verschnitt aus Leitungswasser und vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) verwendet: Die im Aquarium gehaltenen südamerikanischen Fische sollten in relativ weichem Wasser leben; der Soll-Leitwert des Aquarienwassers liegt bei $\geq 200 \mu\text{S/cm}$. Der Leitwert wird von einer hinter der UV-Anlage installierten Sonde kontrolliert und kann an einem Anzeigegerät des Hauptschaltschrankes abgelesen werden. Bei eingeschaltetem Leitwertmesser löst das Überschreiten eines eingestellten Maximalwertes Alarm aus.

Das aufbereitete Frischwasser, die Mischung aus VE- und Leitungswasser, wird in dem gut 12 m^3 fassenden, mit Epoxidharz beschichteten Becken I (s. Abb. 3 und 6) gespeichert. Von hier aus gelangt es bei Bedarf über die Tauchpumpe I/II („elektrische Behälterpumpen“ der Firma Lutz, Typ B 6, Umwälzleistung $20 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 8 m Ws) in das Becken II und damit in den Kreislauf des Aquarienwassers.

Die von der Konzeption der Schaltschränke her mögliche Automatik „Wasserschwind im Kreislauf $\rightarrow$ Auffüllen des Beckens II aus dem Vorratsbecken I mit Wassergemisch aus Roh- und VE-Wasser $\rightarrow$ Nachfüllen des Beckens I“ läßt sich im „großen Kreislauf“ wegen der Niveauschwankungen im Becken II (vgl. S.) nicht realisieren; hierzu wäre eine komplizierte zweite Niveausteuern für die Tauchpumpen I/II vonnöten. Die Vollentsalzungs-(VE-)Anlage (Abb. 7) besteht aus einem Kationenfilter GFK ($\varnothing 400 \text{ mm} \times 1800 \text{ mm}$, gefüllt mit 115 l Kationenharz Typ CF; Leistung $4 \text{ m}^3/\text{h}$), einem Anionenfilter GFK (100 l Anionenharz Typ 2 A), einem Leitfähigkeitsmeßgerät Typ LM, einem Programmwerk Typ VE, zwei Zentralsteuerventilen M-UV 40-G-LM, einem Säurebehälter PE (200 l Inhalt) mit Rückschlagventil M-RR-1“ und einer HCl-Dämpfe-Neutralisation, einem Laugenbehälter PE, einer Umwälzpumpe Typ UP 25-45 N, einem Dreiwegemagnetventil Typ 331 und einem Betriebsventil Typ GF Membranventil 021 (WTA-Betriebsanleitung).

Die WTA-Betriebsanleitung beschreibt die Funktion der VE-Anlage so: „Die Anlage arbeitet nach dem einfachen Regenerationsprinzip, das heißt: bei Betrieb fließt das Wasser von oben nach unten durch den Kationen- und Anionenfilter, bei der Regeneration von unten nach oben. Die Leitfähigkeit des Wassers wird kontinuierlich über eine Sonde in der Weichwasserkammer des Anionen-Umschaltventils überprüft. Bei Überschreiten des am Leitfähigkeitsmeßgerät voreingestellten Grenzwertes wird über das Programmwerk Typ VE das Betriebsventil nach dem Anionen-Austauscher geschlossen (Leitung vollentsalztes Wasser), nun läuft das Programmwerk des VE-Gerätes an, die erste Einstellung beträgt 25 Minuten. In dieser Zeit wird nun das Wasser in der Anlage durch die laufende Umwälzpumpe umgewälzt. Während dieses Vorganges bleibt das Betriebsventil geschlossen.

Sinkt die Leitfähigkeit wieder unter den voreingeschalteten Wert, öffnet das Betriebsventil. Liegt die Leitfähigkeit noch immer über dem eingestellten Grenzwert, wird die Regeneration eingeleitet. Aufleuchten der Kontrollampe Programm K. Die Umwälzpumpe schaltet ab.“ Um die Regeneration überwachen zu können, stellen wir den Sollwert am Leitfähigkeitsmeßgerät LM auf ∞ und können nun den Programmablauf zu einer

willkürlich gewählten Zeit durch Knopfdruck („Programmanlauf Hand“ am Programmwerk VE) einleiten.

„Die Regeneration des Kationen- und des Anionen-Austauschers erfolgt über zwei nacheinander ablaufende Programmwerke (.....). Während der gesamten Laufzeit der beiden Programmwerke bleibt das Betriebsventil geschlossen.

Liegt die Leitfähigkeit des Wassers (nach Abschluß der Regeneration) noch über dem eingestellten Grenzwert, so bleibt das Betriebsventil geschlossen. (... Es) bleibt so lange geschlossen, bis eine manuelle Störungs Löschung erfolgt.“

Nach der Regeneration sinkt der Leitwert des VE-Wassers auf ca. $0,2 \mu\text{S/cm}$ und steigt bei Entnahme allmählich auf 15 bis $20 \mu\text{S/cm}$ an, einen für unsere Zwecke noch ausreichend guten Wert. Nachdem etwa 30 m^3 VE-Wasser verbraucht worden sind, schnellert der Leitwert rasch in die Höhe, und es muß eine erneute Regeneration erfolgen.

Das bei der Regeneration anfallende Spülwasser, das mit Salzsäure und Natronlauge angereichert ist, wird in einem Neutralisationsbecken aufgefangen und vor dem Ablassen in den Kanal durch Zugabe von NaOH bzw. HCl, die über einen der VE-Anlage zugeordneten Schaltschrank gesteuert wird, auf pH 7 gebracht.

Beim Füllen des Beckens I wird dem VE-Wasser über einen Mischbehälter Leitungs-(Roh-)Wasser zugesetzt. Das Mischungsverhältnis reguliert man durch Kugelhähne. Der Leitwert wird durch eine Meßsonde hinter dem Mischbehälter kontrolliert. Wenn die Austauscher der VE-Anlage erschöpft sind und der Leitwert des Wasserverschnitts einen eingestellten Sollwert überschreitet (oder auch bei Unterschreiten eines vorgewählten Minimal-Leitwertes), wird Alarm ausgelöst, und die druckluftbetätigten GF-Ventile für VE- und Rohwasser vor dem Mischbehälter werden geschlossen.

Die Luftversorgung

Die Aquarien werden durch zwei – wie die Pumpen alternierend arbeitende – trockenlaufende Druckerzeuger (Rietschle, Typ CLFT 60 DE, Volumenstrom $12 \text{ m}^3/\text{h}$, Überdruck 1,2 bar) belüftet (Abb. 3 „Druckluftanlage“). Die Druckerzeuger versorgen über separate Leitungen die Becken I/II, das Schauaquarium, die Kiesfilter (zur Rückspülung) und den Raum oberhalb des Schaubeckens.

Wie bereits ausgeführt, wird das Aquarienwasser im Becken II und beim Einströmen in das Schaubecken ausreichend belüftet. In Notfällen kann man das Aquarium über eine am Boden um den zentralen Versorgungsschacht herumgeführte Ringleitung mit acht Anschlüssen für Ausströmer belüften.

Die GF-Ventile und der automatisch arbeitende Sicherheitsschieber 19 werden von einem Kompressor gespeist, der den ganzen Museumstrakt (Werkstätten, Schaubergwerk) versorgt. Sollten beide Rietschle-Druckerzeuger ausfallen, kann der Hauptkompressor über ein Reduzierventil auch die Aquarienbelüftung übernehmen (im Funktionsschema „Druckluft-Noteinspeisung“).

Nachdem der Hauptkompressor einige Male wegen Reparaturarbeiten ausgefallen war, wurde im Aquarientechnikraum ein kleiner Hilfskompressor (Bauer ISAR 155, normaler effektiver Betriebsdruck 7 bar, Hubvolumen $4,1 \text{ l/s}$ bei einer Nenngeschwindigkeit von 2850 U/min) mit nachgeschaltetem Reduzierventil installiert, der durch ein Rückschlagventil gegen die Druckleitung, die vom Hauptkompressor kommt, abgeschottet wird. Sollte trotz dieser Sicherung der Druck unter einen kritischen Wert (3 bar; der „Normaldruck“ schwankt um 5,5 bar) absinken, löst ein Druckwächter Alarm aus (nur im Technikraum, ohne Anschluß an den Sammelalarm).

Der Arbeitsraum im Obergeschoß und die Aquarienbeleuchtung

Der Arbeitsraum oberhalb des Schauaquariums (Abb. 1 und 4) wird durch das von Wand zu Wand reichende Becken in zwei Teile gegliedert. Der von der Schausammlung des Museums her zugängliche Teil enthält eine Tiefgefriertruhe zum Aufbewahren von Gefrierfutter (im benachbarten zoologischen Magazin steht außerdem ein Kühlschrank) sowie einige Becken für Wasserschilddröten, die im Sommer in einem Freilandterrarium ausgestellt werden. Er ist zugleich Durchgang zu einem geologischen Magazin, in dessen

Vorraum ein Kompressor zum Füllen der Atemluftflaschen der Tauchausrüstung aufgestellt ist. An einer Seitenwand ist ein über das Aquarium hin schwenkbarer Hebelarm (maximale Traglast 500 kg) angebracht, mit dem man zum Beispiel schwere Dekorationsstücke in das Becken hinablassen kann.

Der hintere Teil des Arbeitsraumes, in dem unter anderem das Futter zubereitet wird, erreichbar über einen die rechte Aquarienhälfte überspannenden Laufsteg oder von dem benachbarten zoologischen Magazin aus, ist mit Spüle, Tischen und einigen Glasaquarien (einem 2 m-, einem 1,5 m- und zwei 1 m-Becken) ausgerüstet. Hierher führen aus den Technikräumen im Untergeschoß VE-Wasser- und Druckluftleitungen.

Vom Laufsteg aus gelangt man über eine „Schiffstreppe“ auf eine dem zentralen Versorgungsschacht des Schaubeckens aufliegende Arbeitsplattform (Abb. 1, 2 und 4), von der aus unter anderem die Scheiben gereinigt und Wasserproben entnommen werden können. Über eine am Plattformrand einhängbare Leiter gelangt man bei Tauchgängen in das Wasser, dessen Maximalniveau etwa 60 cm unter der Plattformoberfläche liegt. Unter dem Plattformrand ist die Ringleitung befestigt, über die das gefilterte Aquarienwasser in das Becken eingespeist wird.

Die HQL-Strahler der Aquarienbeleuchtung (8 x 400 W und 3 x 700 W) sind an der Innenseite der Beckenbrüstung montiert, nur im Schwenkbereich des Hebelarmes sind zwei der 400 W-Strahler an der Raumdecke befestigt.

Die Aquarienbeleuchtung wird über Schaltuhren gesteuert; es leuchten:

2 x 400 W von 5.30 – 22.00 Uhr MEZ

6 x 400 W von 6.00 – 21.30 Uhr

3 x 700 W von 8.00 – 20.00 Uhr

Der Beleuchtungsrhythmus bleibt das ganze Jahr über unverändert und ist durch den allgemeinen Tagesgang der Museumsaktivitäten (Arbeitsbeginn des Reinigungsdienstes, des Tierpflegers und Öffnungszeiten des Hauses – donnerstags bis 20.30 Uhr) unter Berücksichtigung der Zeitumstellung von MEZ auf Sommerzeit mitbestimmt. Nachts sorgen zwei Neonleuchten unter der Raumdecke für ein schwaches Dämmerlicht. Zentral über dem Aquarium befindet sich ein achteckiges Oberlicht mit zur Mitte nach oben hin spitz zulaufendem Glasdach (Flächeninhalt des Achteckes 11,34 m²).

Im Betonsockel des Glasdaches über dem Aquarium ist ein Ventilator eingebaut, der gemessene 700 bis 800 m³/h Abluft fördert. Außerdem ist der Raum an die allgemeine Gebäudebelüftung (ohne Kühlaggregat) angeschlossen. (Um dem Kondensieren von Schwitzwasser vorzubeugen, ist der Luftzufuhr ein über einen regulierbaren Hygrostaten gesteuerter elektrischer Nacherhitzer zugefügt. Die gleiche Vorsorge ist im Untergeschoß im Raum der Becken I und II getroffen worden.) Der Luftaustausch verhindert nicht, daß die Raumtemperatur bei warmem Sommerwetter durch die Sonneneinstrahlung durch das Glasdach und durch die Wärmeabgabe der Strahler bis auf 33° C ansteigt. Diese Temperaturen führen dazu, daß die Solltemperatur des Aquarienwassers von 26° bis 27° nicht gehalten werden kann; das Wasser erwärmt sich durch den Wärmestau oberhalb des Beckens – wegen der hohen spezifischen Wärme des Wasser mit einer gewissen Verzögerung – bis auf gut 31° C. Der Arbeitsraum wird daher jetzt nachträglich mit einer Klimaanlage ausgestattet.

Zusammenfassung

Die Arbeit schildert die technische Ausstattung des rund 73 m³ fassenden Schauaquariums im Naturkundemuseum der Stadt Dortmund. Das Wasser wird nach den Schnellfilterprinzip durch Filterwatte in Vorfiltern und Kies in zwei Filtertürmen gereinigt. Neben dem normalen, über ein Zwischenbecken führenden Wasserkreislauf werden die bei Reparaturen notwendigen Umgehungskreisläufe, die Sicherheits- und Alarmanlagen, die Frischwasseraufbereitung, die Luftversorgung sowie einige Nebeneinrichtungen erläutert.

Anschrift des Verfassers: Dr. Klaus G. Gelmroth
Museum für Naturkunde
Münsterstraße 271
D-4600 Dortmund 1

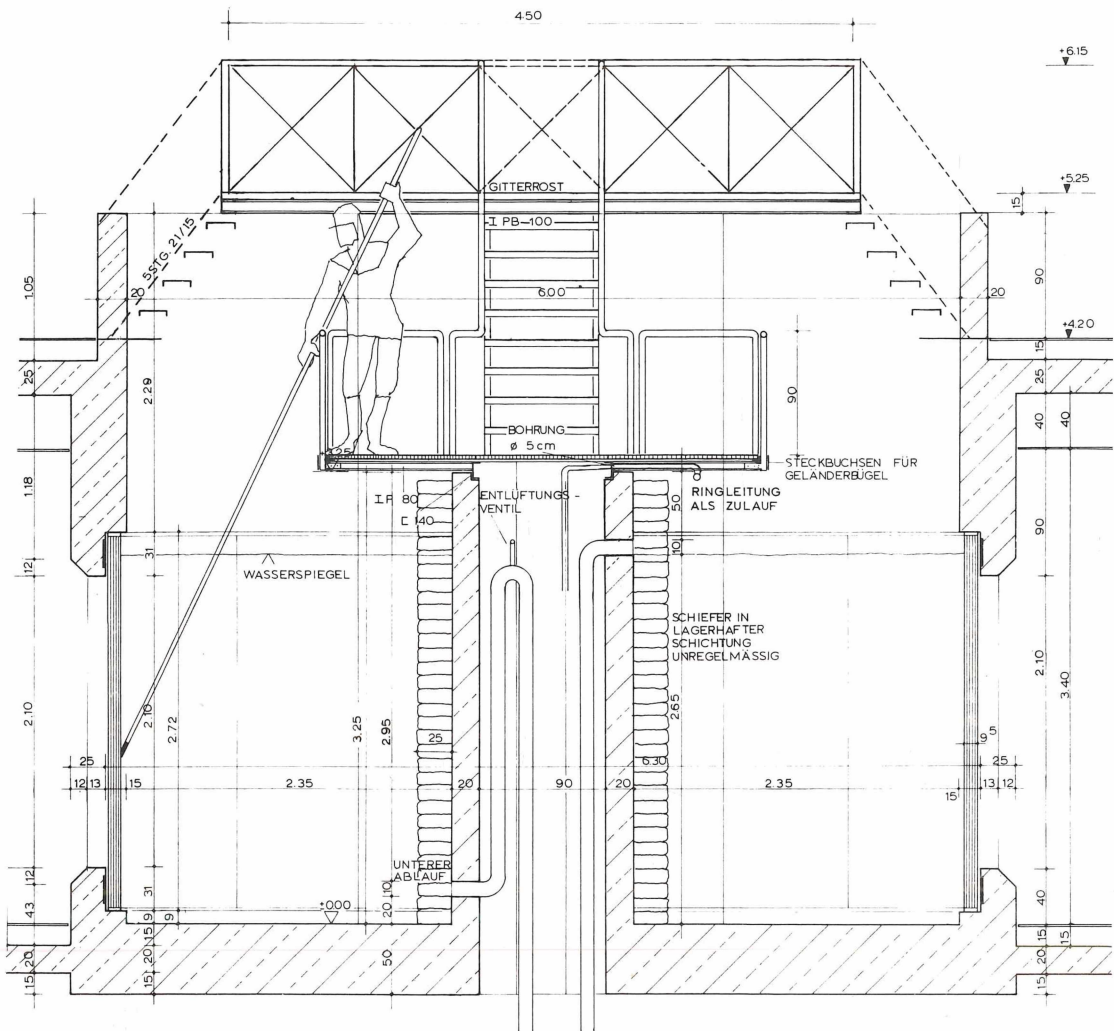


Abb. 1. Aquarium (Schnitt) mit Laufsteg, „Schiffstreppe“ und Arbeitsplattform auf dem Versorgungsschacht. (Die Ringleitung für den Wasserzulauf ist dicker als in der Abbildung und führt bis zum äußeren Rand der Plattform; vgl. Abb. 4. Die Natursteinummauerung des Schachtes besteht aus Calancagneis und ist mächtiger und unregelmäßiger als gezeichnet. Der Schmutzfänger am unteren Ablauf und die Luftleitung sind nicht eingezeichnet.) Zeichnung U. Gastreich, verkleinert.

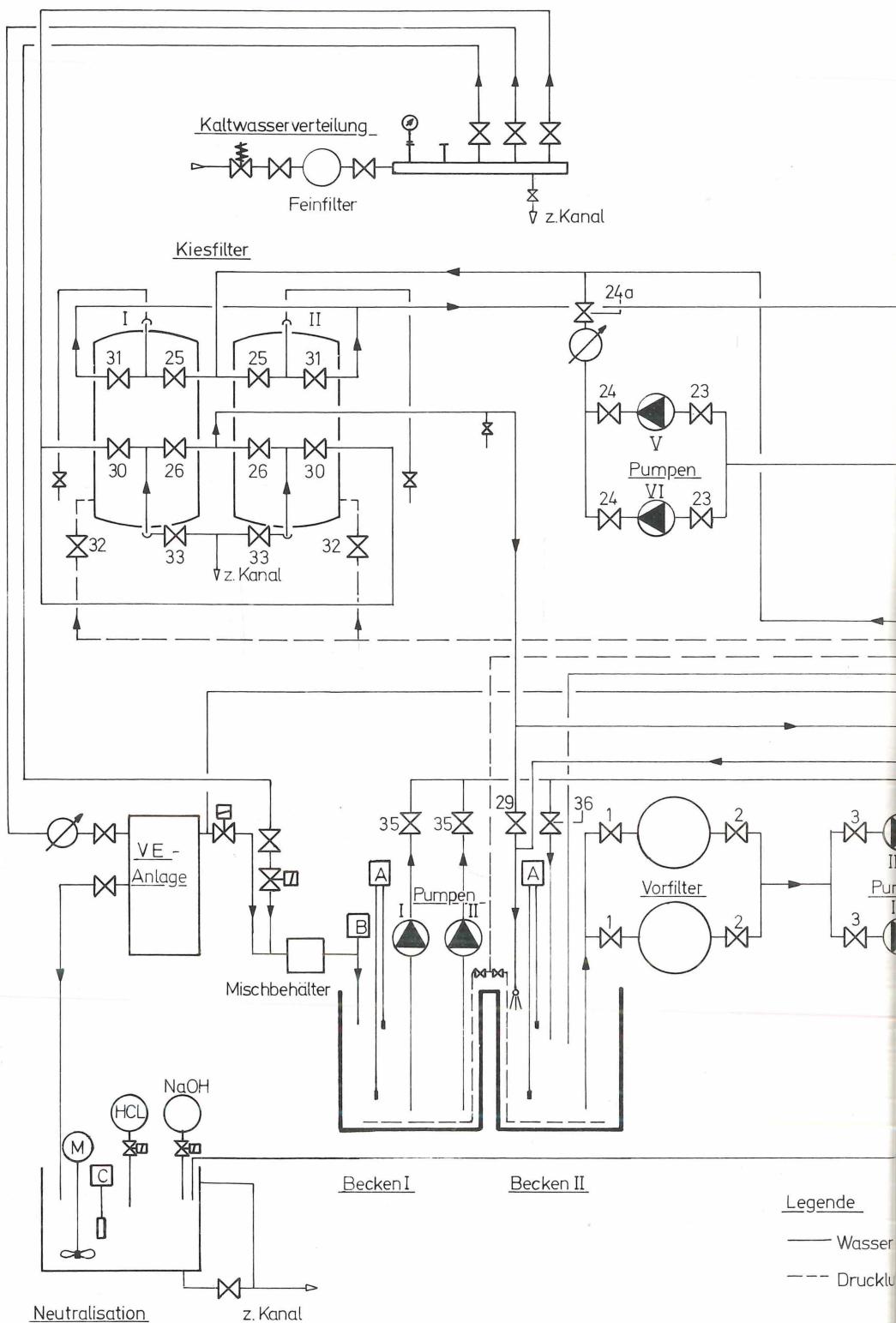
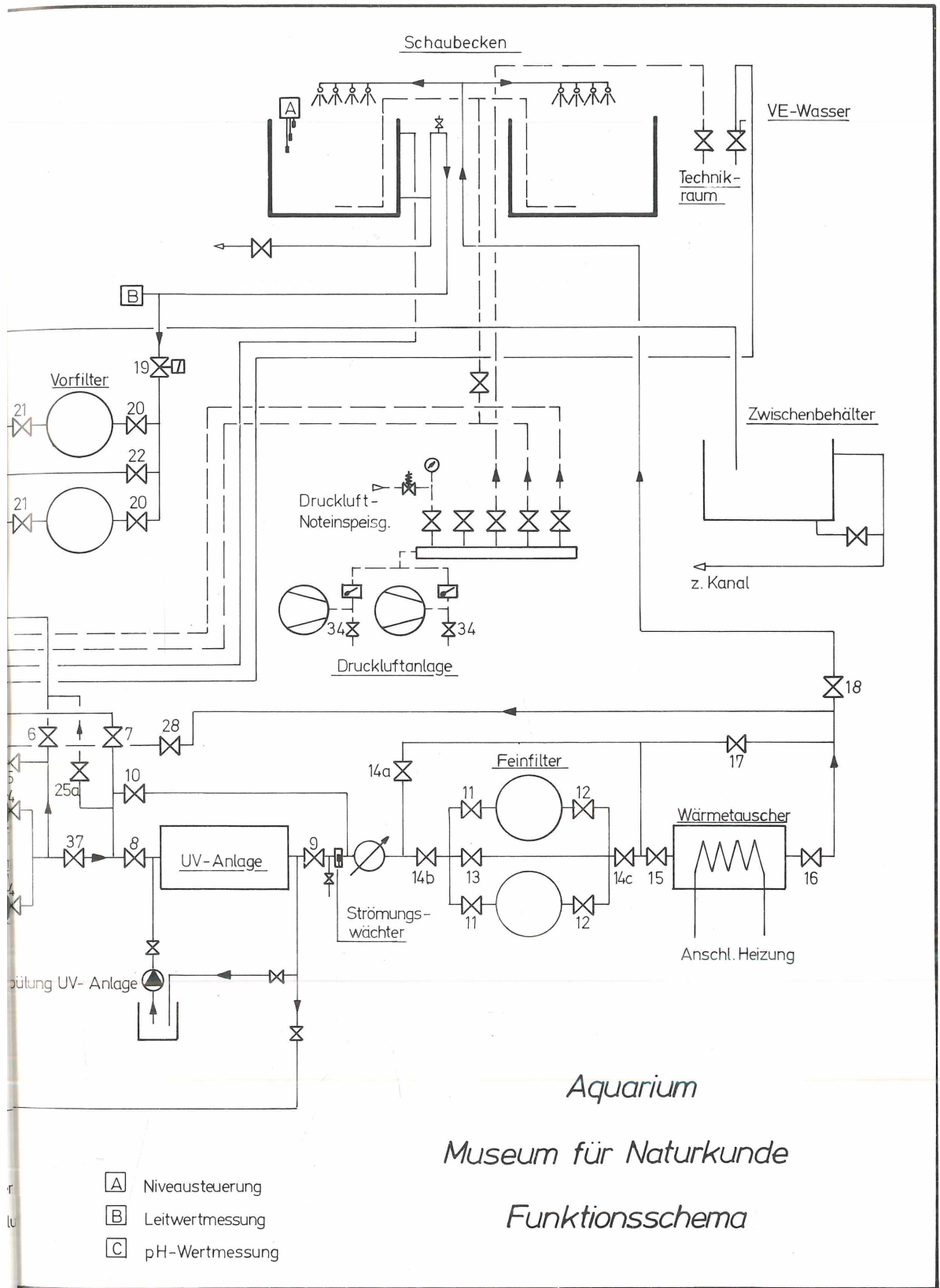


Abb. 3. Funktionsschema des Aquariums. Erläuterungen im Text. Zeichnung D. Wehnert nach einer WTA-Vorlage, etwas verändert.



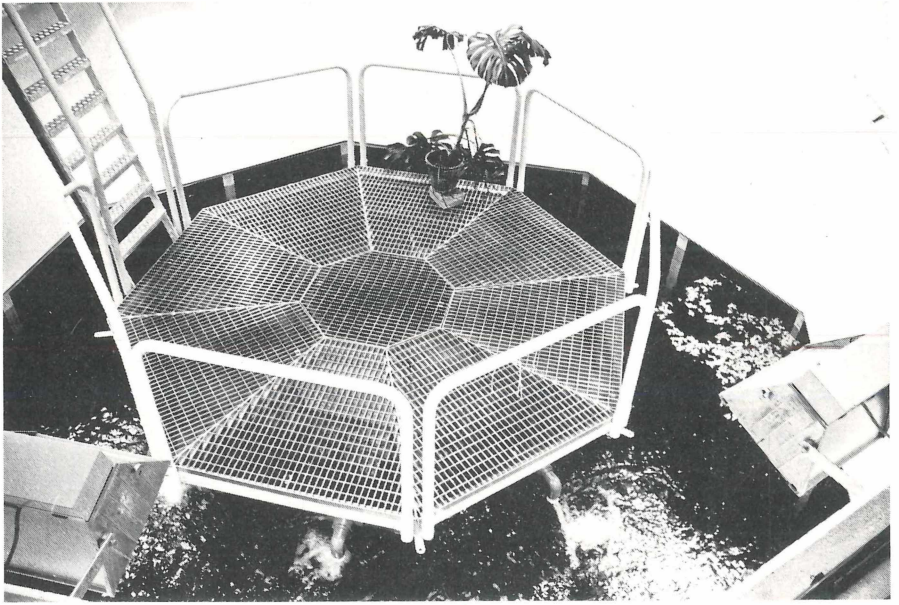


Abb. 4. Aufsicht auf das Aquarium mit Arbeitsplattform und „Schiffstreppe“. Am Plattformrand Ausströmerdüsen des Aquarienwasserzulaufs. Vorne rechts und links 400 W-Strahler.

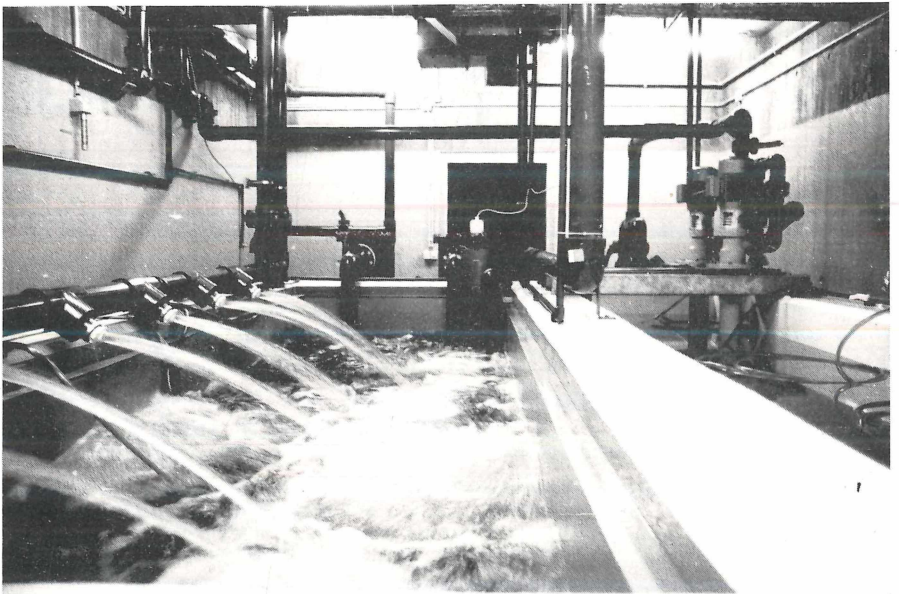


Abb. 6. Zwischenbecken II (links) und Vorratsbecken I mit den Pumpen I/II (rechts).

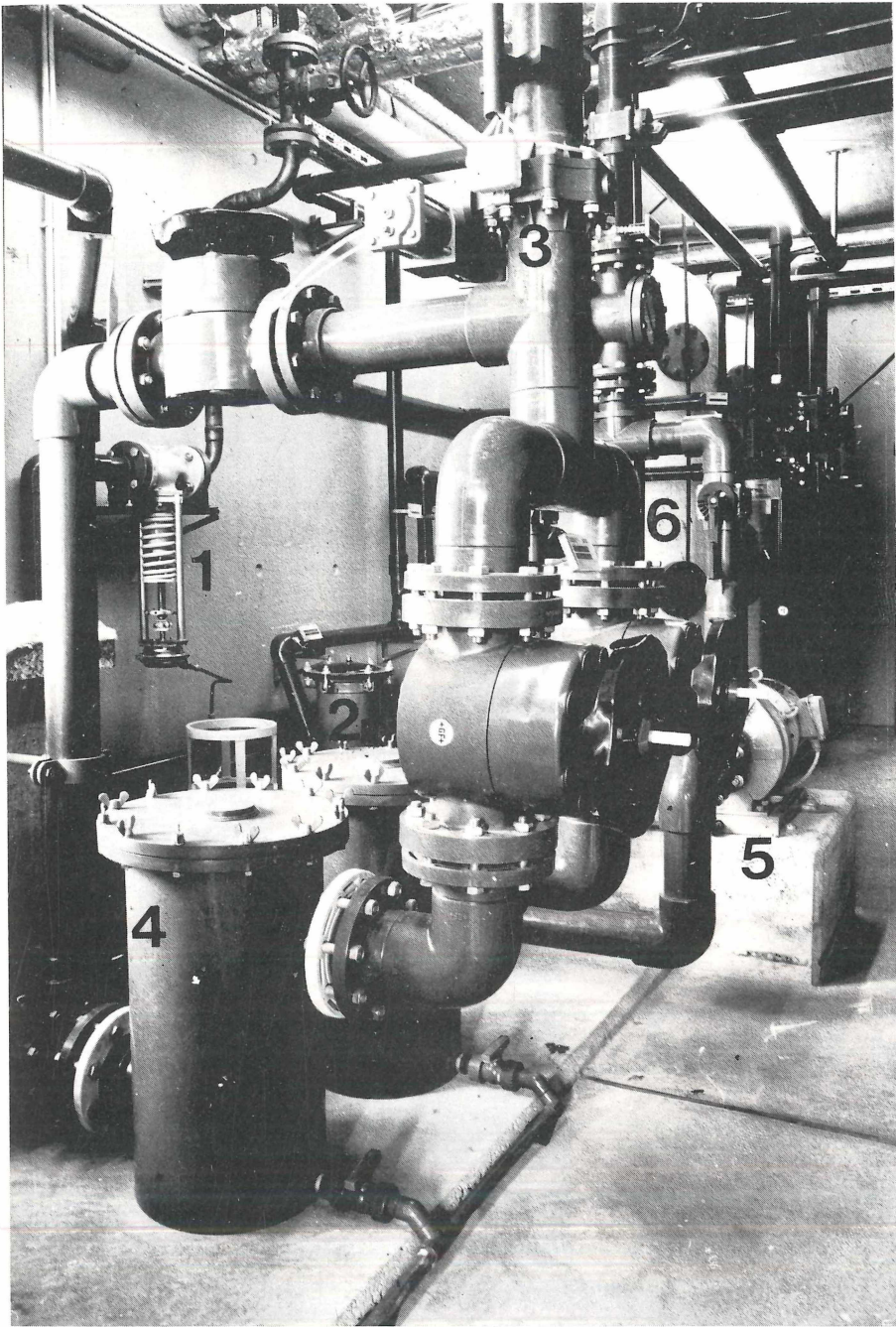


Abb. 5. Teilaspekt der Aquarientechnik: Leitungswasser-Einspeisung mit Druckminderer (1) und GENO-Feinfilter (2). Das Filtersystem mit dem automatischen Sicherheitsschieber 19 (3), den Vorfiltern (4), den Pumpen V/VI (5) und den Kiesfiltern (6).

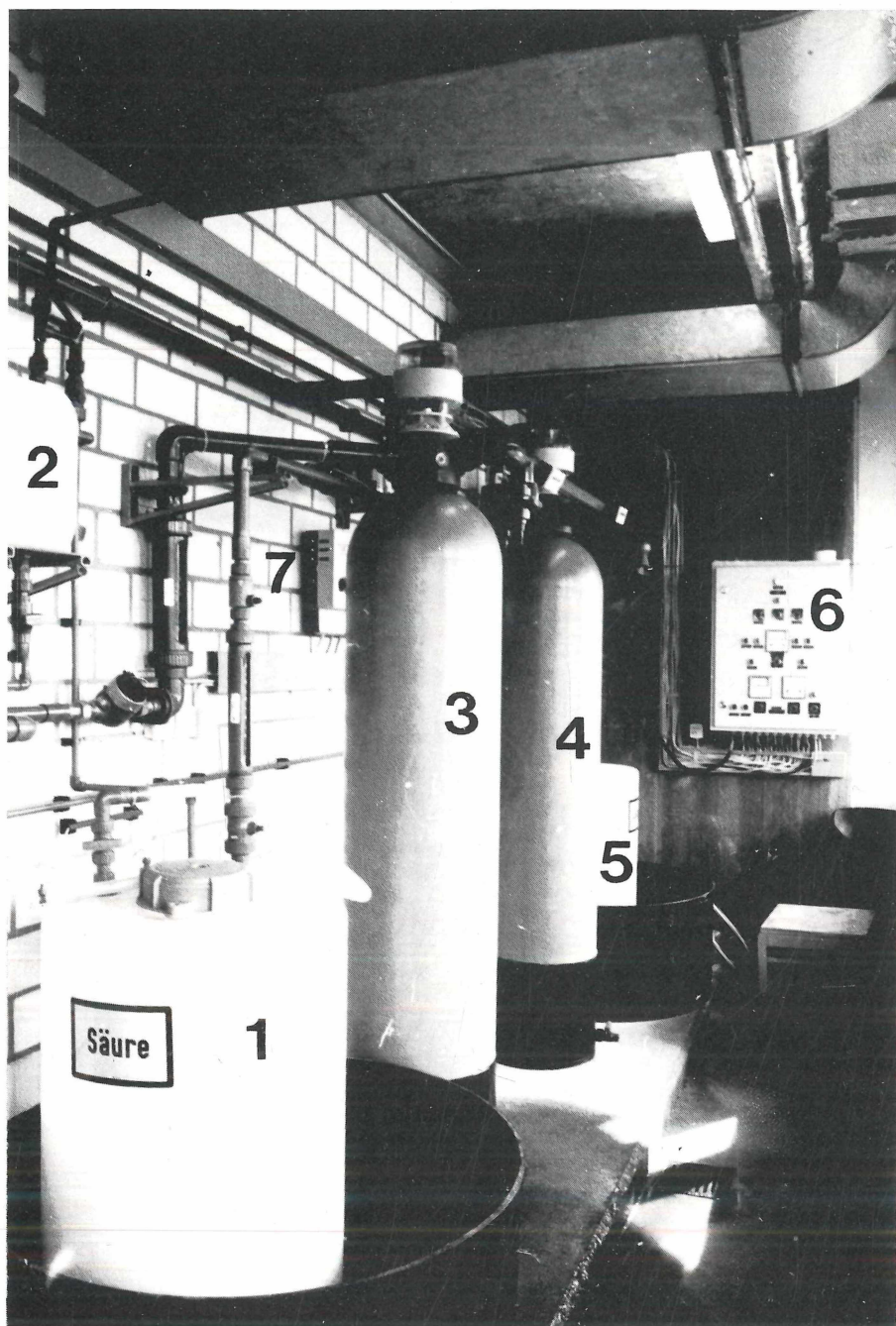


Abb. 7. Vollentsalzungs-(VE-)Anlage: Säurebehälter (1) mit HCl-Dämpfeneutralisation (2), Kationen- und Anionenaustauscher (3 und 4), Laugenbehälter (5), VE-Schaltschrank (6) und Programmwerk (7).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Dortmunder Beiträge zur Landeskunde](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Gelmroth Klaus G.

Artikel/Article: [Zur Technik des Süßwasseraquariums im Museum für Naturkunde der Stadt Dortmund 63-76](#)