Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 30 (1973)

Heft: 10

Artikel: Konzeption und Wasseraufbereitung moderner Schwimmbäder

Autor: Hübner, Roland

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782103

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

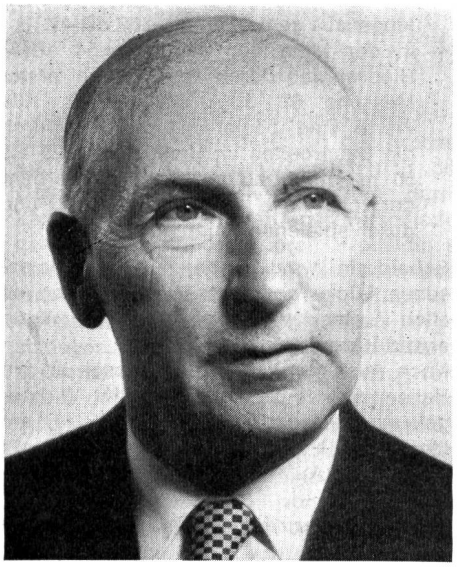
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 15.07.2025

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

Konzeption und Wasse Schwimmbäder

Von Dipl.-Ing. Roland Hübner, Wettingen



Roland Hübner, Wettingen, ist Diplom-Ingenieur für HF- und Elektrotechnik, seit 1971 im Ruhestand, zurzeit freier Mitarbeiter verschiedener technischer Zeitschriften der Schweiz und Deutschlands auf den Wissensgebieten Elektrotechnik, Elektronik, HF-Technik, Atomtechnik, Energiequellen, Wasser- und Umwelttechnik und Umweltschutz sowie Futurologie.

Eine der gesündesten Sportarten

Schwimmen ist eine der gesündesten Sportarten. Frau Prof. Dr. Aslan, die berühmte rumänische Geriatrieforscherin, wies erst kürzlich darauf hin, dass Schwimmen, täglich bis zu einer halben Stunde, zu einer wesentlichen Lebensverlängerung beitragen kann. Es ist zu begrüssen, dass der Schwimmsport sich zunehmender Beliebtheit erfreut und auch von den Schulen gefördert wird. Leider sind aber heute ein Grossteil unserer Gewässer von der allgemeinen Umweltverschmutzung betroffen, so dass man neue, künstliche Bademöglichkeiten zu schaffen gezwungen ist. Aus dieser Notwendigkeit heraus werden heute in allen zivilisierten Ländern in rasch wachsender Zahl Hallen- und Freibäder errichtet. Bei allen diesen Bädern muss selbstverständlich sichergestellt sein, dass dem Schwimmbecken nur hygienisch und ästhetisch einwandfreies Wasser zugeführt wird. Es muss ferner dafür gesorgt werden, dass durch eine laufende Desinfektion des Beckenwassers und seine Kontrolle jedes Infektionsrisiko für die Badenden ausgeschlossen ist. Zur Erfüllung dieser Forderung ist der Einsatz einer der Art und Grösse des Bades entsprechenden Wasseraufbereitungsanlage notwendig.

Die Tendenzen moderner Bäderkonzeptionen

Es soll hier nicht über die Vielschichtigkeit, die Probleme und Ausführungsmöglichkeiten beim Bau moderner Schwimmbäder diskutiert werden. Es sollen lediglich einige offen zutage tretende Tendenzen in der Entwicklung aufgezeigt werden.

Nicht zu übersehen ist die wachsende Beliebtheit der *Hallenschwimmbäder,* die wie Pilze aus dem Boden schiessen. Fast jeder auf Fremdenverkehr angewiesene Ort errichtet heute sein Hallenbad, grössere Hotels locken ihre Gäste mit einem solchen schmuck angelegten Bad, bis hinab zu Miniaturgrösse, an, ja sogar weltbekannte Nordseebadeorte mit attraktivem Badestrand bauen ihre zusätzlichen Meerwasser-Hallen- und -Freibäder. Hierzu trugen nicht nur die zunehmend verschmutzten Oberflächengewässer bei, sondern auch der Wunsch nach Unabhängigkeit vor der Unbill der Witterung, denn der Mensch wird immer anspruchsvoller. Ebenso wie der Architekt gezwungen ist, die automatischen Zimmertemperaturregelungen von früher 20 auf 23 °C heraufzusetzen, so verlangt der Badegast heute Wassertemperaturen von über 20 °C. Diesen Wünschen, die selbst für Sportbäder erhoben werden, ist man gezwungen, durch *Beheizung* und *Ueberdachung* der Bäder Rechnung zu tragen [1].

Andere Entwicklungen gehen in Richtung *Allwetterbäder.* Hier handelt es sich um überdachbare Sportbecken, die innert weniger Minuten durch Aufziehen einer mobilen Dachhaut aus Kunststoff von einem Frei- in ein Hallenbad umgewandelt werden können (z. B. Monoplan-, Hoechst-, Sanders-Traglufthallen).

Grossen Zuspruchs erfreuen sich auch künstliche *Wellenbäder,* deren Schwimmbassinboden (aus Polyester, z. B. Polymarin) verstell- und bewegbar ist.

Wechselspiel von Formen und Farben

Der Besucher eines Hallenbades soll sich in jeder Beziehung wohlfühlen, er soll von einem Wechselspiel von Formen und Farben auch psychisch angesprochen werden. Diesen Leitgedanken suchen moderne Architekten mit gekonntem Einsatz von feinkeramischen Fliesen der verschiedensten Farben zu verwirklichen. Mit diesem Material, das «Formen durch Farben prägt», lassen sich, speziell in grösseren Badehallen, ungeahnte Effekte erzielen (z. B. Gail-Schwimmbadkeramik). Dabei ist natürlich auch der richtigen Anbringung der *Beleuchtungskörper* Beachtung zu schenken.

Dank der behördlichen Förderung nehmen auch die «Hallen-Sportbäder» einen steten Aufschwung. Wir finden sie heute in den verschiedensten Baugrössen, in Kombination mit Gymnastik- und medizinischen Behandlungsräumen, Turnhallen, Räumen zur Freizeitgestaltung, Sauna usw.:

— als *Kleinstschwimmhalle,* mit Beckenmassen von 8 × $16^2/_3$ m, mit verstellbaren Böden, beheizt, Wassertiefen von 0,3 bis 3 m und 1-m-Sprungbrett. Gesamter Wasserverbrauch: 4700 m^3 (z. B. die neue Schulsportanlage Balve/Sauerland, 12 000 EW);

— als *Normhallenbad,* mit Schwimmerbecken von 25 × 12,5 m, Tiefe 1,9—3,6 m, 1- bis 3-m-Sprunganlage und getrenntem Nichtschwimmerbecken 6 × 11 m (z. B. das neue Schul- und Sportzentrum Hemmingen/Westerfeld);

— als *Grossschwimmhalle,* mit Schwimmbecken von 50 × 25 m, mit 10 bzw. 12 Bahnen und 2—3,8 m Tiefe, mit 1- bis 3-m-Sprunganlage. Gesamte Wasserfüllung: 2800 m^3. Becken und Halle mit farbig glasierten Fliesen (15 × 15 m) (Villeroy & Boch). Das Bad wird auf etwa 26 °C aufgewärmt. In einem separaten Aufwärmebecken mit 10 m^2 Wasserfläche kann sich der Sportler auf 32 °C aufwärmen. Bevorzugte Filteranlage: geschlossene Anschwemmfilteranlage mit Kieselgur als Filtermaterial, geringem Platz- und Spülwasserbedarf, Umwälzmenge 600 m^3/h, auf drei Pumpen verteilt, Umwälzzeit $4^1/_2$ Stunden. Der erforderliche Frischwasserbedarf wird automatisch mit der Niveauregelung beigegeben (neues deutsches Schul- und Sportzentrum Wuppertal).

Neuste Tendenzen: finnische Ueberlaufrinne

Bei Sportbädern setzt sich die *«Finnische Ueberlaufrinne»* mit angehobenem Wasserniveau durch. Neuste Tendenzen gehen dahin, das Schwimmerbecken vom Springerbecken (und natürlich, sofern vorgesehen, auch vom Nichtschwimmerbecken) vollständig zu trennen, damit endlich der immer wieder erhobene Wunsch nach gefahrlosem Springen und Schwimmen erfüllt werden kann, unterstützt durch das

aufbereitung moderner

Verbot des undisziplinierten Springens ins Becken von den Seiten aus. Viele Sportbäder findet man mit den bereits erwähnten verstellbaren Böden ausgestattet, andere wiederum mit *Unterwasserfenstern* und *-scheinwerfern,* in Verbindung mit Hallenlautsprechern, die eine bessere Ueberwachung des Trainings ermöglichen.

Der Zweck der Wasseraufbereitung

Eine Wasseraufbereitungsanlage hat die Aufgabe, das Schwimmbecken-Speisewasser von den in ihm in mehr oder weniger hoher Konzentration enthaltenen pathogenen Keimen und ihrer vegetativen Form (Bakterien und Viren) möglichst weitgehend zu befreien, so dass die Badenden nicht gefährdet werden [2]. Darüber hinaus muss auch dafür gesorgt werden, dass im Beckenwasser durch die Badenden selbst eingetragene Keime und organische Verunreinigungen (wie Seifenreste, Hautschuppen, Kosmetika, Speichel und Harn), die einen guten Nährboden für Bakterien abgeben, durch Oxidationsmittel rasch abgebaut werden. Dabei muss noch darauf geachtet werden, dass diese Aufbereitungsmittel nur in solchen Konzentrationen im Beckenwasser auftreten, dass sie für die Badenden völlig unschädlich sind und auch, wenn möglich, keine Geschmacks- und Geruchsbelästigungen und sonstige abträgliche Erscheinungen verursachen können.

Zur Badewasseraufbereitung stehen heute eine Reihe künstlicher Desinfektionsmittel zur Verfügung. Das älteste, sehr wirksame Desinfektionsmittel ist das *Chlor.* In der Zwischenzeit wurden jedoch noch andere hochwirksame Desinfektionsmittel entdeckt, welche die Nachteile des Chlors beheben.

Die konventionellen Chlorreinigungsanlagen

Chlor (Cl) gehört zur Gruppe der Halogene und hat von diesen die stärkste bakterizide Langzeitwirkung. Diese Eigenschaft, verbunden mit seinem relativ niedrigen Preis, trug sehr zu seiner Verbreitung in Schwimmbädern bei. Leider weist das Chlor einige unangenehme Eigenschaften auf, so den bekannten Chlorgeschmack, der speziell in vollen Hallenbädern stark fühlbar ist. Dadurch, dass Cl mit Stickstoffverbindung (vor allem Harn) leicht Reaktionen eingeht, kommt es zur Bildung geschmacksintensiver Chloraminen und Nitraten. In zu starker Konzentration kann Chlor leicht abträgliche gesundheitliche Störungen verursachen, unverdünnt ist es ein Gift. Es ist im weiteren feuergefährlich und explosiv.

Die Beigabe von Cl ins Badewasser kann auf verschiedene Art erfolgen:

— Für kleinere Schwimmbecken und eigene Swimming-pools erweisen sich *Cl-Präparate* in Form von Tabletten, die in einem speziellen Chemikaliendispenser aufgelöst werden, als praktisch (z. B. Vinyl-Chlorverfahren). 210 g Tabletten zweimal monatlich dem Wasser beigegeben genügen für 30 000 l Badewasser. Sie gewährleisten auch den Schutz vor Algenbildung.

— *Cl-Gas,* in Flaschen abgefüllt, benötigt wenig Platz und ist, bei geringem Kostenaufwand, einfach anzuwenden. Mit den Flaschen muss natürlich entsprechend sorgfältig umgegangen werden.

— Das *Chlordioxidverfahren* ist ziemlich teuer, erfordert geschultes Personal, Vorsicht und verursacht relativ hohe Betriebskosten. Dafür aber bleibt das Badewasser geschmacklos.

— *Elektrolyseanlagen* sind gefahrlos, da zum Betrieb nur Strom und Kochsalz erforderlich sind. Die Entkeimungslösung, an Ort und Stelle erzeugt, ist immer hochaktiv. Die Bedienung ist einfach, die Betriebssicherheit hoch. Negativ ist der relativ hohe Anschaffungspreis. Bekannt ist der Bleichlauge-Elektrolyseur «Berkerfeld 820», der für Wassermengen bis 1000 m³ ausreicht und die «Electrochlor»-Anlagen, die sich durch niedrige Betriebskosten auszeichnen.

Ozon als Desinfektionsmittel

Ozon entsteht unter Einwirkung elektrischer Entladungen in trockener Luft. Die Geruchsschwelle ist individuell verschieden hoch; sie liegt zwischen 0,02 und 0,05 mg/m³ Luft. Von besonderer Bedeutung ist die Eigenschaft des Ozons als Desinfektionsmittel. Hier ist es allen bekannten Mitteln überlegen. Sein Oxidationspotential ist mit + 2,07 V sehr hoch. Dem Wasser beigegeben, vernichtet es schon in relativ kleiner Menge nicht nur sämtliche Keime und Bakterien, sondern auch die Viren, die Chlor gegenüber weitgehend resistent sind. Dieser vorzüglichen Eigenschaften wegen wird Ozon (O_3) in zunehmendem Masse zur Trinkwasserreinigung und seit einiger Zeit auch zur Badewasseraufbereitung eingesetzt. Mit O_3 gereinigtes Wasser ist nicht nur praktisch keimfrei, sondern auch frei von Geschmacks- und Geruchsstoffen und als Trinkwasser frisch und schmackhaft. Nachteilig ist, dass Ozon bei zu starker Konzentration toxisch wirkt und sogar Allergien hervorrufen kann. Ein weiterer Nachteil ist, dass sich der Ozongehalt im Wasser sehr rasch verflüchtigt und daher keine Langzeitwirkung gegeben ist. Diese Nachteile lassen sich jedoch in einem geeigneten Verfahren leicht kompensieren.

In der Schweiz sind bisher fast alle Ozonbäder mit «direkter Einleitung» von ozonisiertem Wasser ins Becken gebaut worden, wobei man annimmt, dass das Beckenwasser eine genügende Reaktionszeit für den Abbau des Ozons bildet und somit keine gefährlichen O_3-Konzentrationswerte auftreten können. Um dies sicherzustellen, ist man genötigt, keine zu hohen O_3-Mengen an Netzwasser abzugeben. Mit dieser Sicherheit erkauft man aber die Unsicherheit, dass eventuell Bakterien und vor allem Viren ins Beckenwasser gelangen können.

Daher sind einige Firmen im In- und Ausland [3] dazu übergegangen, Anlagen mit einer *neuen Aufbereitungskonzeption* zu entwickeln und zu bauen. Sie sind einerseits gekennzeichnet durch eine genügend starke Ozonisierung des Rohwassers, die die restlose Vernichtung aller Mikroorganismen sicherstellt, anderseits durch die durch «Restozonvernichtung» gewährleistete Freihaltung des Badewassers von jeder schädlichen Ozonbeeinflussung der Badenden. Ozonaufbereitungsanlagen dieser Art sind ausserdem so ausgelegt, dass sie allen im Ausland (speziell in der Bundesrepublik) erlassenen scharfen Bestimmungen [4] voll entsprechen. Es ist damit zu rechnen, dass sich auch die Schweiz in absehbarer Zeit diesen Bestimmungen wird anpassen müssen.

Prinzip und Funktion einer kombinierten Ozon-Chloranlage

Das Rohwasser (bzw. das rückgeführte Beckenwasser mit Zuschuss) wird mit Ozongas gemischt, das von einem Ozonerzeuger stammt. Das Ozon im Wasser muss in einem «Reaktionsraum» einige Minuten einwirken (Reaktionszeit), die so gewählt wird, dass alle Mikroorganismen beseitigt werden. Nachdem das Wasser in üblicher Weise durch Filter gereinigt wurde, wird ihm in einer «Restozonvernichtungsstufe» das Ozon wieder entzogen (bis auf eine geringe Nachweisgrenze), so dass die Badenden nicht behelligt werden können. Um diese aber vor neu eingebrachten Keimen

zu schützen, wird dem Beckenwasser eine geringe Menge Cl zudosiert, die aber weit kleiner ist als jene mit reiner Cl-Aufbereitung. Sie wird von den Badenden nicht mehr wahrgenommen.

Die technische Ausführung einer modernen Ozonanlage

Der Ozonerzeuger
Er besteht im wesentlichen aus einer Anzahl Plattenkondensatoren mit Elektroden mit einem definierten Dielektrikum (z. B. Glas), in dem durch Anlegen einer hohen Wechselspannung (Elektrodenspannung 6,5 . . . 15 kV) eine stille elektrische Entladung in einem trockenen Luftstrom erzeugt wird. Der Ozoneur ist so bemessen, dass er 1 g O_3/m^3 H_2O zu liefern vermag. Die zu produzierende O_3-Menge wächst mit der Anzahl Elektroden und der Spannung, nimmt aber mit zunehmender Luftfeuchtigkeit ab, weshalb nur trockene Luft verwendet werden darf. Ein Ozoneur enthält im obern Teil des dicht abgeschlossenen Stahlschrankes an I-Schienen aufgehängte Plattenkondensatoren, durch die die Luft streicht und dabei mit Ozon angereichert wird. Im unteren Teil des Schrankes befinden sich die Stufenschalter und der Hochspannungstransformator. Ozoneure werden heute voll regelbar ausgeführt, das Ozon-Luftgemisch lässt sich beliebig einstellen [5].

Die Lufttrocknungsanlage
Zum einwandfreien Arbeiten benötigt der Ozoneur trockene Luft, entsprechend einem Taupunkt von —40 °C. Dazu dient eine besondere Luftaufbereitungsanlage, die direkt an den Ozoneur angebaut wird. In den vollautomatisch arbeitenden Sauter-Lufttrocknungsanlagen Typ WL wird die zur Ozonerzeugung erforderliche Luft wenn nötig über Luftfilter durch ein Gebläse angesaugt, in einem Wärmeaustauscher gekühlt und in eine mit Silkagel gefüllte Zelle geblasen, wo sie getrocknet und anschliessend in den Ozoneur geleitet wird. Mit einer Zelle können bis zu 3000 m^3 Luft getrocknet werden, was zur Aufbereitung von 6 kg O_3 genügt. Erwähnenswert ist die vollautomatische «Regeneration», die dafür sorgt, dass die in der Zelle angesammelte Feuchtigkeit mittels erhitzter Luft wieder entzogen und in einer darauffolgenden sogenannten Kühlphase (3—5 h) wieder rückgekühlt wird.

Der Lösungsbehälter und der Reaktionsraum
Das vom Ozoneur über Wasserringpumpen geförderte Ozongas, mit dem angestrebten Mischungsverhältnis Wasser/Luft von 4 bis 6 Volumenprozent, wird in einem Wasserbehälter gelöst, wobei dafür gesorgt werden muss, das es eine gewisse Zeit, die «Reaktions- und Kontaktzeit», mit dem Wasser reagiert. Es genügen hiefür 6 bis 7 Minuten. Eine so kurze Zeit ist nur dank des hohen Oxidationsgrades des Ozons möglich. Neuere Ausführungen verwenden sogenannte Ozonwascher, wobei in Anlehnung an das in der chemischen Industrie gebräuchliche Gasmischverfahren Rohwasser in einer O_3-Luft-Atmosphäre «verregnet» wird, was bei geringem Platzbedarf einen sehr guten Lösungseffekt ergibt. Ein anderes von Sauter zum Patent angemeldetes Verfahren benützt *Spiralkerbenblenden.* Es zeichnet sich durch eine noch einfachere Anordnung sowie einen sehr guten Wirkungsgrad aus und wird demnächst in mehreren Anlagen zum Einsatz kommen.

Die Restozonvernichtung
Der nächste Schritt in der Ozon-Wasseraufbereitung ist die Reduzierung des Ozons auf einen kleinen Rest, der notwendig ist, um überhaupt einen Aufbereitungseffekt prüfen zu können und eine gewisse Sicherheitsmarge zu haben. In der Restozonvernichtungsstufe wird der O_3-Gehalt von etwa 0,1 bis 0,3 mg/l Wasser, der zur Vernichtung aller Mikroorganismen erforderlich ist, bis auf die erwähnte Nachweisgrenze [4] reduziert. Man bedient sich hierzu mehrerer Verfahren. Die wichtigsten sind:

— die adsorptive Entfernung des Restozons mittels geschlossener Atkivkohlefilter;
— das Ozon-Duplex-Filterverfahren, das deswegen interessant ist, weil hier mehrere Verfahrensschritte zusammengelegt und damit Raum und eventuell auch Kosten gespart werden. Man verwendet hier das in der Wasserfiltration bewährte «Hydoanthrazit» gleichzeitig auch für die Restozonvernichtung. Damit werden, unter Beibehaltung der Vorteile der Nassfiltration, zwei Verfahrensschnitte in einem vereinigt. Der Reaktionsraum (R) die mechanische Filtration (F) sind im Kessel für Restozonvernichtung mit O_3-Duplexfiltern (ROK) zusammengelegt, während im zweiten Kessel der Lösungsraum mit dem Wascher (L+W) untergebracht ist.

Chlorzudosierung zum Beckenwasser
Durch die Restozonvernichtung wird erreicht, dass das Beckenwasser praktisch frei von Ozon ist und damit eventuell schädliche Auswirkungen auf die Badenden ausgeschlossen sind. Da aber das Beckenwasser vor einer Desinfektion durch die Badenden selbst nicht genügend geschützt wäre, ist es notwendig, diesem eine geringe Menge Chlor (0,1 mg/l Wasser) zuzugeben, die jede Geschmacks- und sonstige unangenehmen Einwirkungen ausschliesst. Die Menge kann deswegen so klein gehalten werden, weil ozonisiertes Wasser weit weniger der Cl-Aufzehrung unterliegt als das Cl in konventionellen Bädern.

Ersetzen des Chlors durch Brom
In einigen neueren Ausführungen wurde versucht, Cl durch Brom zu ersetzen. Dank der Reaktionsfreudigkeit von O_3 ist es jedoch nicht nötig, teures reines Brom zu verwenden. Es genügt das billige Natriumbromid, das vom O_3 in elementares Brom (Br) umgewandelt wird. Br hat keinerlei ungünstige Einflüsse auf die Badenden und seine eventuelle beruhigende Wirkung ist unschädlich. Von Bedeutung sind aber seine hohe desinfiszierende Wirkung und seine Eigenschaft, O_3 zu binden, wodurch zusätzliche Sicherheit gegeben ist. Die mehrmalige Verwendung von Br ergibt einen guten Wirkungsgrad, weshalb Br verspricht, ein begehrtes Desinfektionsmittel zu werden.

Ausblick
Planung und Bau von Schwimmbädern wie auch die Wasseraufbereitung sind in steter Entwicklung begriffen, denn Technik und Chemie stehen nicht still. Will man also wirklich zeitgemässe Schwimmanlagen erstellen, so tut man gut daran, diese Entwicklungen zu beobachten.

Anmerkungen

[1] Zur Wassererwärmung hat sich in der Schweiz und auch im Ausland das Verfahren mit Wärmepumpen Liquifrigor 236 W (Sulzer/Escher-Wyss) gut bewährt. Es ist umweltfreundlich, hinterlässt keine Abgase und keine Brennstoffe. Durch Ausnutzung des Nachtstromtarifs und vollelektrischem Betrieb ist es ausserordentlich wirtschaftlich.

[2] Gemäss Schweizer Vorschrift dürfen am Beckenausgang nicht mehr als 30 Coliforme pro 100 ml H_2O vorhanden sein — die Keimzahl: <1000 pro ml H_2O. Bei chlorierten Bädern wird ein Rest-Cl-Gehalt von etwa 0,5 . . . 0,3 mg/l als ausreichend angesehen.

[3] In der Schweiz nimmt in dieser Beziehung die Firma Sauter AG, 4125 Riehen, mit dem VAR-Verfahren eine führende Stellung ein.

[4] Auszug aus den bundesdeutschen Vorschriften und Richtlinien für öffentliche Bäder: Vor dem Eintritt ins Becken: Keimzahl $X \leqq 100$/ml H_2O — E-Coli nicht nachweisbar, absetzbare Stoffe nach 2 h $\leqq 0{,}5$ ml/m^3, gebundenes Cl = 0,3 mg/l, bei Verwendung von O_3: Gehalt von O_3 = 0,01 mg/l H_2O.
Anforderungen an das Beckenwasser: bei Filtration und Flockung + O_3 + Rest-O_3-Verdichtung; freies, wirksames Cl = 0,2 . . . 0,5 mg/l; gebundener Cl = 0,1 mg/l. O_3 in so geringer Menge, dass es praktisch vernachlässigbar ist.

[5] Die Firma Sauter AG erzeugt zurzeit Ozoneure in drei Grössen: WO 105, WO 112, WO 123, mit 5, 12 bzw. 24 Elementen (es können jedoch auch grössere Einheiten gebaut werden), für Leistungen von 125, 300 bzw. 575 g O_3/h und einen Verbrauch von 2,5, 6 bzw. 11 kWh.