

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

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 31 (1974)

Heft: 10

Artikel: Die Zukunft gehört dem Ozonverfahren

Autor: Hübner, Roland

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782299>

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: 23.02.2026

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

Die Zukunft gehört dem Ozonverfahren

Von dipl. Ing. Roland Hübner, CH - 5430 Wettingen

Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau einer Badewasser-Ozon-Aufbereitungsanlage nach Fr. Sauter AG

Durch behördliche Richtlinien und Bestimmungen¹ werden die Badenden vor Infektionen geschützt und sichergestellt, dass dem Schwimmbecken nur hygienisch und ästhetisch einwandfreies Wasser zugeführt wird, so dass jedes Gefahrenrisiko für die Badenden ausgeschlossen ist. Diesen Forderungen wird durch eine der Badefrequenz, der Beckengröße und der Wassertemperatur angepasste Wasserumwälzung und Wasseraufbereitung entsprochen. In beiden Fällen bahnen sich neue Methoden an, die den Badenden optimale Sicherheit und Behaglichkeit zu geben vermögen.

Die Wasseraufbereitung

Die klassische Längsdurchströmung des Beckens wird immer mehr vom Vertikstromsystem (Berlinverfahren) und dem Strahlturbulenzerfahren (Wasserführung Hannover) verdrängt. Ersteres arbeitet nach dem Verdrängungsprinzip, mit Aufwärtsströmung vom Beckenboden aus, wobei das Wasser über die «Berlinrinne» abfließt. Letzteres ist gekennzeichnet durch an den Seiten des Beckens ange-

brachte Einströmdüsen und Bodenabzugsöffnungen sowie eine zusätzliche Ueberlaufrinne.

Eine fachgerechte Wasserumwälzung trägt viel zur gleichmässigen Verteilung des Desinfektionsmittels und zur raschen Entfernung von Schweben- und Schadstoffen bei. Nach behördlichen Empfehlungen sollten zur Wassererneuerung täglich je Besucher 30 l Wasser zugegeben werden. Diese Angabe bezieht sich auf Chlорbäder, während Ozonbäder im allgemeinen eine geringere Nachfüllung benötigen.

1. Chlorverfahren

Auf die noch viel verbreiteten verschiedenen *Chlorverfahren* soll hier nicht weiter eingegangen werden, da sie hinreichend bekannt sind. Auch ihre Mängel sind bekannt: Bei zu hoher Dosierung erzeugen sie Augenreizungen und allergische Schäden, zumindest aber üble Geruchs- und Geschmacksbelästigungen, die, speziell in Hallenbäder mit hoher Besucherzahl, recht lästig werden können. Bei zu geringer Dosierung ist die desinfizierende Wirkung in Frage gestellt. Bei chlorierten Bädern wird ein Restchlorgehalt im Beckenwasser von 0,5—0,3 mg/l H₂O als genügend und zulässig angesehen.

2. Ozonverfahren

Die Zukunft gehört zweifellos dem mit Ozon (O₃) aufbereiteten Badewasser, das vor allem in Warmwasser-Thermal- und Solebädern das dominierende Desinfektionsmittel darstellt. Dank seiner hohen Oxydationskraft (Oxidation von Haut- und sonstigen Fetten) und seiner hohen Keimtötenden Wirkung (die von der Trinkwasserreinigung her genügend bekannt ist), werden auch Sporen und Viren vernichtet, die Chlor gegenüber weitgehend resistent bleiben. Da Ozon eine stark flockende Wirkung hat, kann die bei Chlорbädern nötige Fällmittelzugabe wegfallen. Infolge des grösseren Wasseraufbereitungseffektes kann an Zusatzwasser gespart werden. Durch den intensiven Abbau menschlicher Harnstoffe und der hohen Sauerstoffsättigung des Badewassers ist die biologische Beschaffenheit von mit O₃ behandeltem Wasser frei von Farb-, Geruchs- und Geschmacksstoffen; das Wasser erhält Trinkwasserqualität².

Die bei Ueberschreiten des MAK-Wertes³ sich einstellende toxische Wirkung von O₃ kann leicht durch eine geeignete elektronische Dosier- und Reguliereinrichtung und entsprechende Wasserumwälzung ver-

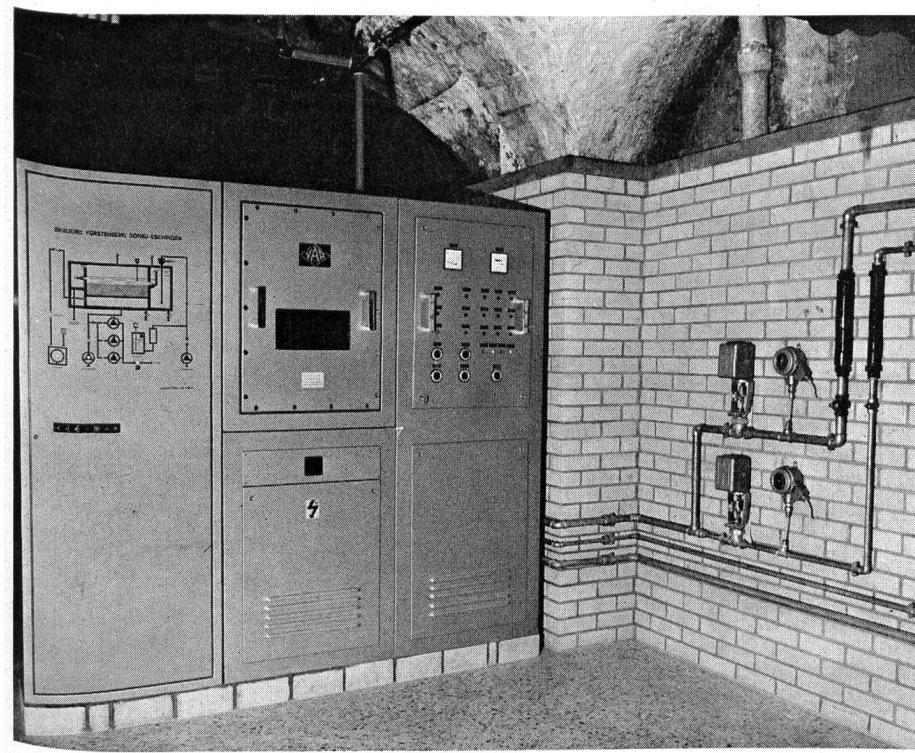
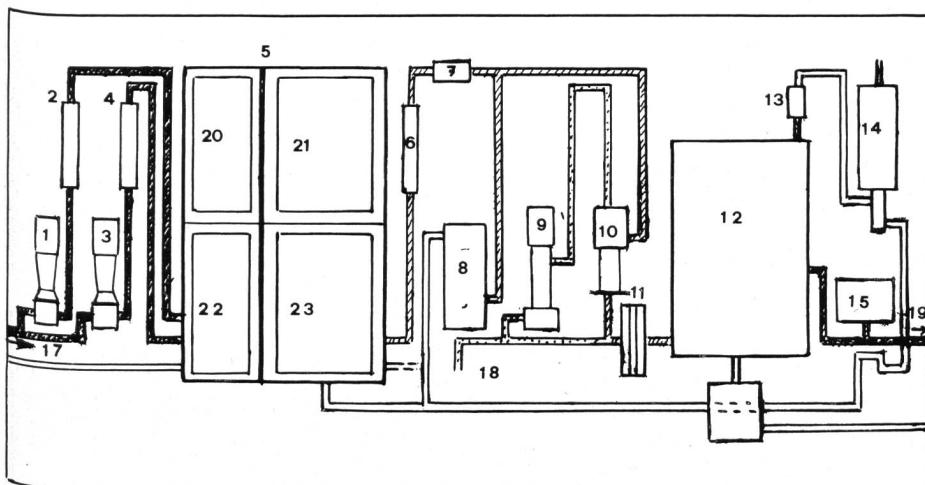
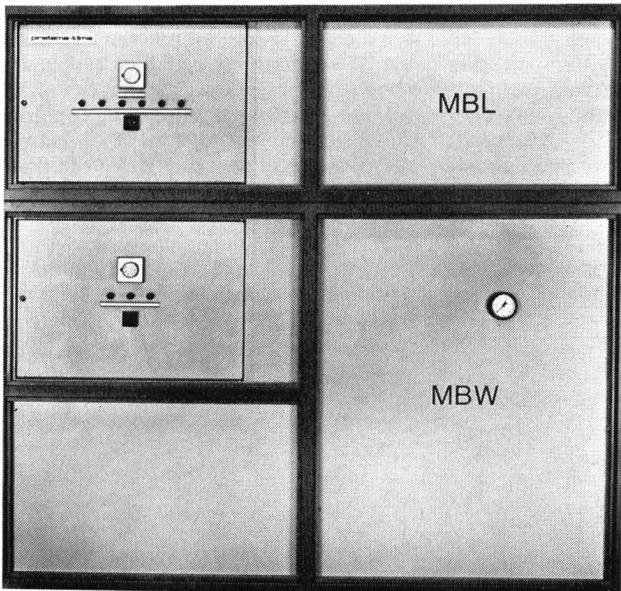


Abb. 2. Ozonanlage, System Var, bestehend aus Ozoneur Typ WO 112 (Mitte), Leistungsbedarf/h 6 kW, mit einer Ozonangabe von 300 g/h. Links Lufttrocknung, Typ WL 50 für eine maximale Lufttrocknungs menge von 250 nm³/Tag. Die Steuerung befindet sich rechts (Anlage in der Brauerei Fürstenberg, Donaueschingen, geliefert von der Fr. Sauter AG, Abt. Umwelttechnik, CH - 4125 Riehen)

pretema ag

FÜR IHR HALLENBAD

- KRISTALLKLARES WASSER
- ANGENEHMES KLIMA MIT
HALLENBAD-MONOBLOCK



Im gleichen Gerät untergebracht:

WASSERAUFBEREITUNG MBW

- Umwälzen
- Heizen
- Filtern
- Entkeimen

LUFTAUFBEREITUNG MBL

mittels Wärmepumpe

- Entfeuchten
- Wärmerückgewinn
- Heizen
- Belüften

ZUBEHÖR FÜR WASSER UND LUFT

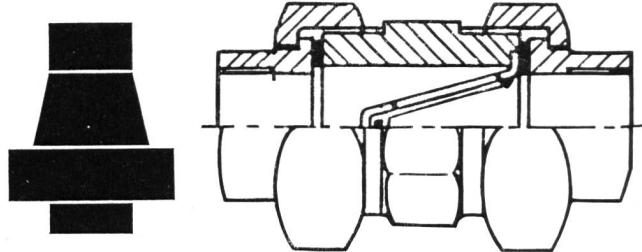
Fragen Sie uns –
wir beraten Sie unverbindlich

8903 Birmensdorf-Zürich
Telephon 01 / 95 47 11

INDUSTRIEVENTILE

Siup silen®

MARGUERITE STEINHILBER



Schraubventile mit Nennweiten von $\frac{1}{2}''$ bis $2\frac{1}{2}''$
Flanschventile mit Nennweiten von 25 bis 250 mm Ø

4056 Basel
Mittlere Strasse 48, Tel. 061 25 22 35



Vergessen Sie alles,

was Sie über andere Entkeimungsverfahren gehört haben. Das patentierte Ospa-Chlorozongerät liefert **das beste Schwimm-**
badwasser, das es gibt, und macht praktisch keine Arbeit. Sie verringern die Betriebskosten Ihres Schwimmbades durch Einsparung von teuren Chemikalien auf ein Minimum. Seit 20 Jahren betreibt Ospa nichts anderes als konsequente Verbesserung der Schwimmbadtechnik. Eine Garantie, die Ihnen zugute kommt.

vivell+co

Verlangen Sie unseren 80seitigen Planungskatalog

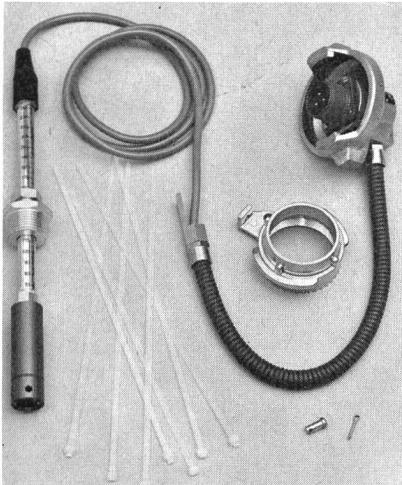
4600 OLten

Telefon 062 22 10 32

Spezialfirma für Schwimmbäder

Hectronic

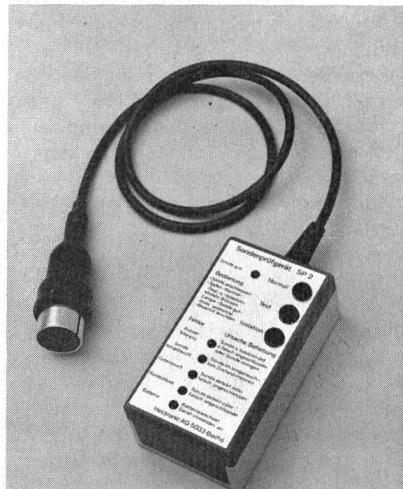
Elektronische und physikalische Apparate für den Umweltschutz



FD 7-DS (Füllrohrverschlussmontage)
für Kellertanks

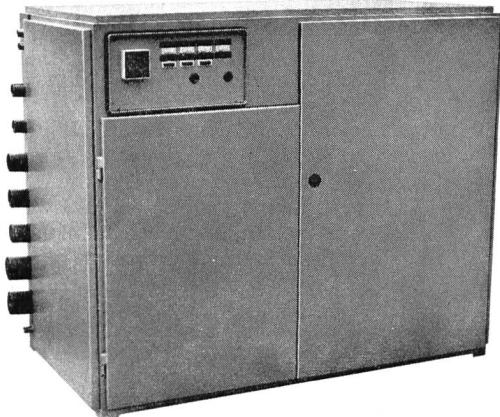
Aus unserem Fabrikationsprogramm:

- Elektro-optische Flüssigkeitssonden für Keller- und erdverlegte Tanks
- Spezialsonden für stationäre Tankanlagen
- Niveaumarkt- und Niveauregelgeräte mit automatischer Selbstüberwachung
- Elektronische «Normsteuergeräte SM» für maximal 6 Sondenanschlüsse
- Elektronische Sicherungssysteme für Tankanlagen
- KW-Koffer, Ölschichtdicken-Messgeräte
- Sondenprüfgerät SP 2, ein Mini-Computer modernster Bauart



Vollelektronisches Sondenprüfgerät SP 2

**Hectronic AG • 5033 Buchs AG • Bresteneggstrasse 9 • Telefon 064 24 42 24
Telex 68 938 hetro ch**



MONOBLOC SCHWIMMBAD-FILTER

Der Schwimmbadfilter mit der
vollautomatischen Rückspülung
eingebauten Wärmeeinheit
Gegenstromschwimm-Pumpe
kompletten Steuerung

Anschlussfertig zusammengesetzt für Becken bis 120 m³ Inhalt
Vertrauen Sie unserer 20jährigen Erfahrung. Wir bauen Filter und
Zubehör für alle Bädergrößen. Unsere Fachleute beraten Sie

BRUNNER PUMPEN, 8302 KLOTEN

Abteilung Schwimmbad-Technik

Telefon 01 813 26 11/12

Projekt und Ausführung von
Sanitär- und Schwimmbadinstallationen

Henry Morf

Sanitär
Telefon 01 53 14 53

Forchstrasse 220
8032 Zürich

Hotel-Schwimmbäder
Sportanlagen
Öffentliche Schwimmbäder

Ausgeführte Objekte:

Sportzentrum Eselriet Illnau/Effretikon
Hotel Suvrettahaus St. Moritz
Hallen- und Freibadanlage Zollikon

mieden werden. Die Dosierung richtet sich nach dem Redoxpotential und damit indirekt auch nach der Besucherzahl. Nach praktischen Erfahrungen liegen die dem Badewasser zuzusetzenden O₃-Mengen, je nach Besucherzahl, zwischen 0,4—1 g O₃/m³ H₂O. Ozon stabilisiert das Wasser so gut, dass es eine optimale, von keinem anderen Desinfektionsmittel erreichbare Sicherheit für die Badenden bietet, was speziell in Zeiten erhöhter Infektionsgefahr von Bedeutung ist.

Allein in der Schweiz wurden bisher einige hundert mit Ozon aufbereitete Frei- und Hallenbäder gebaut, ohne dass irgendwelche gesundheitliche Schäden bekannt wurden. Einige der dabei verwendeten Aufbereitungsmethoden sollen kurz besprochen werden.

2.1 Das Sauter-Var-Ozonverfahren mit neuartigem Wirbelmischer

Der zentrale Teil der Anlage (nach Abb. 1) ist der Monobloc-Ozoneur, in dem das erforderliche Ozongas erzeugt wird. (Abb. 2 zeigt eine zur Brauereiwasserreinigung ausgeführte, ähnliche Anlage.) Sie zeichnet sich durch relativ kleine Abmessungen und hohe Betriebssicherheit aus. Der dicht geschlossene Schrank (5) enthält: den Ozoneur (21), der für Ozonleistungen von 125—675 g/h serienmäßig von Sauter gebaut wird; das vollautomatisch arbeitende, sich selbst regenerierende Lufttrocknungsaggregat (20), den Hochspannungstransformator (22), der die Hochspannung für die ozonerzeugenden Kondensatorelemente des Ozoneurs liefert sowie die in Schubladenform ausgebildeten Steuer- und Schalteinheiten (23). Zur Kühlung von 20/21 dient Netzwasser (17), das über die Motorventile (1/3) und die Strömungsmesser (2/4) in den Schrank (5) geleitet wird. Durch den Injektor (10) wird die ozonisierte Trockenluft (6) aus 21 angesaugt und dem Wirbelmischer (11) mit dem Badewasser (aus der Hauptleitung 18 mittels Umwälzpumpe 9) zugeführt, innig gemischt (indirekte O₃-Vermischung), worauf es ins Reaktions- und Entkeimungsgefäß (12) gelangt. Das Rückflussverhinderungsventil (7) und der Rückschlagtopf (8) verhindern, dass beim Abschalten der Anlage Wasser in den Ozoneur gelangen könnte. In 12 verbleibt das Wasser einige Minuten (Reaktionszeit), um sodann über 19 ins Becken geleitet zu werden. Mit dem Redoxpotentialmessgerät (15) wird die O₃-Dosierung in Abhängigkeit vom Redoxpotential des Beckenwassers gesteuert. Die Entlüftung von 12 und die Reinigung der Abluft erfolgt über das Ventil (13) und den Filter (14).

Besondere Bedeutung kommt dem neuen *Wirbelstrommischer* (11), mit Spiralkerbeneinsatz zu (Abb. 3). Mit ihm erzielt man eine besonders innige Vermischung der Ozonluft mit dem Badewasser. Dadurch wird nicht nur O₃ eingespart und die Emulsionswirkung vergrößert, sondern auch der Druckverlust vermindert sowie der Nutzkoeffizient erhöht. Von Bedeutung ist auch der geringe Raumbedarf dieses Mischelements. Die gesamte Anlage ist für die schweizerischen Bestimmungen ausgelegt, die von denen in der BRD abweichen.³

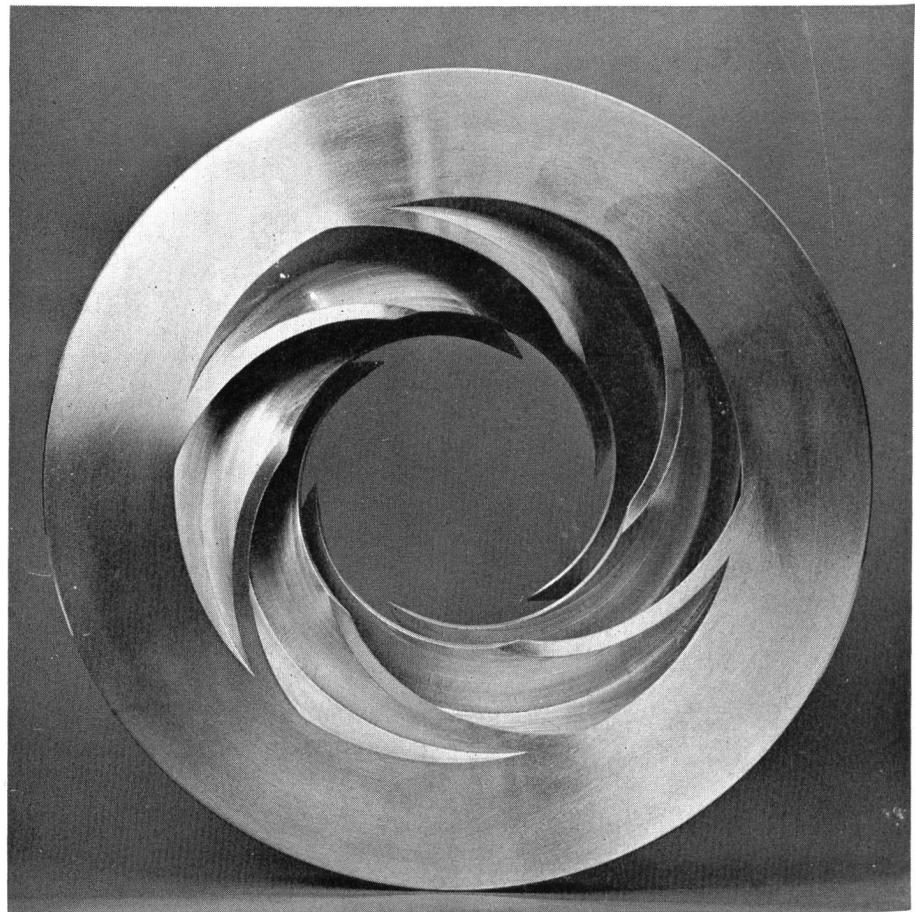
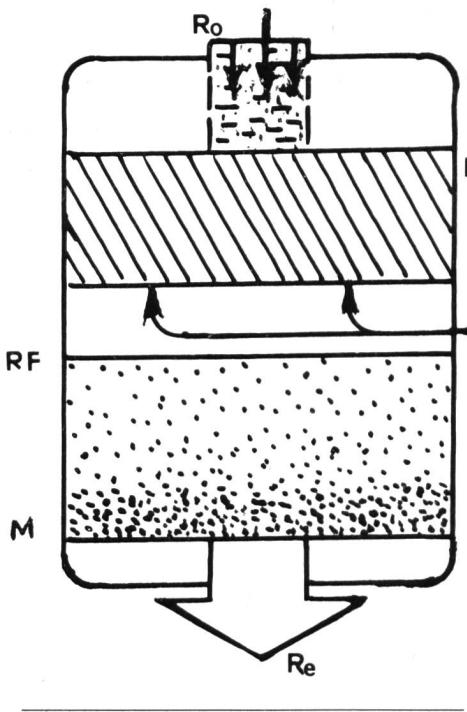


Abb. 3. Statischer Wirbelmischer mit Spiralkerbeneinsatz zur besseren Durchmischung von O₃ mit H₂O nach indirektem Vermischungsverfahren (Sauter)

Abb. 4. Prinzip des Permutit-Komplexozon-Mischbettfilterverfahrens (Permutit GmbH, Auguste-Viktoria-Strasse 62, D - 1 Berlin 33)



chen³. Dementsprechend kann auf eine Restozonvernichtungsstufe (mit Aktivkohlefilter) und Cl₂-Zudosierung vor der Einleitung ins Becken verzichtet werden.

2.2 Das Komplexozon-Mischbettfilterverfahren Permutit

Es basiert ebenfalls auf Ozon. Bemerkenswert ist hierbei die Filtertechnik. Die Filter werden mit bestimmten Schwermetallionen bzw. ihre Kontaktflächen mit Metalloxiden präpariert, wodurch sich eine katalytische Reaktionsbeschleunigung und eine bessere Ausnutzung des Ozons ergibt und Fällmittel überflüssig werden.

Beim Permutit-Verfahren wird der Hauptfilterkörper als Reaktor für die komplexe Behandlung des Badewassers mit O₃ herangezogen. Um Raum und Kosten zu sparen, werden ausserdem drei Verfahrensschritte (Filterung, Vermischung, Reaktion) in einem einzigen Behälter vereinigt (Abb. 4). Das Rohwasser (Ro) tritt von oben in den Behälter ein und fliesst in den Füllkörper (F), wo es sich mit dem von unten eingeblasenen Ozon + Luft (O) innig vermischt, um anschliessend den gemeinsamen O₃-Reaktionsraum einschliesslich Filter und Reduktions-Hydroanthrazitfilter (RF) und das Spezial-Mischbett (M) zu passieren. Das so gereinigte Wasser (Re) fliesst direkt ins Becken. Je nach Besucherfrequenz werden 0,4—1,3 g O₃/m³ H₂O zugesetzt.

2.3 Das indirekte Quantozonverfahren

Das Besondere an diesem Verfahren, das in der Schweiz schon mehrfach, speziell in Sole-Thermalbädern, zur Anwendung kam,

besteht darin, dass es mit einer *Doppelozonstufe* und mit indirekter Wasservermischung (Hydro-Kineticverfahren) arbeitet und keine Nachchlorierung benötigt (wie auch in 2.1). Abbildung 5 zeigt schematisch die Funktionsweise. Das Umlaufwasser wird zunächst in die erste *Vorozon-Vermischungsstufe* (1a) gepresst, und zwar noch vor der Filtration, in der das O₃, dank seiner starken koagulierenden Wirkung, eine intensive Reinigung des Wassers von organischen Stoffen bewirkt. Dann erst passiert es den Drucksandfilter (2), um in der *zweiten Nachozon-Vermischungsstufe* (1b) nochmals mit O₃ versetzt zu werden. Erst dann gelangt das vollozonisierte Wasser in den Reaktionsbehälter (3) und von hier (eventuell über einen Wärmeaustauscher) ins Becken (6). Bei allen mit Ozon arbeitenden Verfahren ist eine raschwirkende elektronische Steuerung unumgänglich. Auch hier wird elektronisch, in Abhängigkeit vom Redoxpotential, die O₃-Menge geregelt. Es hat sich gezeigt, dass das indirekte Quantozonverfahren mit zweifacher Ozoneingabe eine nachhaltig wirksame, über das gesamte Becken gleichmäßig verteilte O₃-Konzentration sicherstellt, den Badenden höchste Behaglichkeit bietet und gesundheitliche Schäden ausschliesst.

Messungen mit einer mittleren Zahl von 50 Badenden in einem Solebad von 340 m³ Inhalt ergaben bei O₃-Zusätzen vor und hinter der Filterstufe von je 0,4 mg/l (entsprechend einem Redoxpotential von 840 mV) einen O₃-Uberschuss nach dem Reaktionsbehälter von 0,23 mg/l, im Bad 0,12 mg/l (= 600 mV) und im Beckenauslauf 0,08 mg/l. Das Wasser war praktisch keimfrei. Die Ozonzehrung im Schwimmbecken ist relativ gross, sie ist ausserdem temperaturabhängig und erfordert daher eine schnelle Nachlieferung von O₃, die durch das Verfahren gewährleistet ist.

2.4 Das kombinierte Ospa-Chlor-Sauerstoffverfahren

Abschliessend sei dieses Verfahren erwähnt, das für kleinere und mittlere Privat- und Hotelbäder überall dort in Frage kommt, wo Ozon-Grossanlagen aus ökonomischen Gründen nicht eingesetzt werden können. Eine Ospa-Anlage (Abb. 6) besteht aus einem Chlorozongerät (1), in das Kochsalz (NaCl) eingefüllt wird. Im Elektrolyseverfahren wird durch Anlegen einer Niederspannung das in Wasser gelöste Kochsalz in CO₂ + O + (Spuren)O₃ zerlegt. Wesentlich ist dabei, dass keine Lauge ins Beckenwasser gelangt (sie wird abgeleitet), sondern lediglich gasförmige Medien — die für die Entkeimung verantwortlich sind; im Gegensatz zu üblichen Elektrolyseverfahren, bei denen die Kochsalzlösung einfach in Natronlauge umgewandelt und damit direkt das Beckenwasser behandelt wird. Ein nach dem Ospa-Verfahren entkeimtes Badewasser ist sehr sauerstoffreich und ist soweit desodoriert, dass es frei von jeglichen, bei Chlor sonst auftretenden Unbehaglichkeitserscheinungen ist. Die Entkeimungswirkung kann mit dem ins Becken gehängten Ospa-Wasserprüfer überwacht werden.

Anmerkungen

¹ Nach der schweizerischen SIA-Norm 173 vom Jahre 1968 wird ein ph-Wert im Bade- wasser von 7,1—7,4 verlangt und eine Keimzahl im Beckeneinlauf von $\leq 300/\text{ml}$ und im Auslauf $\leq 5000/\text{ml}$, ferner maximal 5 Coliforme pro ml im Einlauf und 30 im Auslauf.

Nach den Richtlinien für Bäderbau und Badebetrieb BRD vom 21.5.1971 wird für Bade- wasser vorgeschrieben: Keimzahl im Becken $\leq 100/\text{ml}$, E-Coli nicht nachweisbar. Bei Verwendung von Ozon darf am

Eintritt nicht mehr als 0,01 mg O₃/l vorhan- den sein, im Becken nicht nachweisbar.

² Siehe auch plan 10/1973, S. 72—74 «Kon-zeption und Wasseraufbereitung moderner Schwimmäder».

³ Der MAK-Wert ist die maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration eines Gases in Nasenhöhe, während eines ununterbrochenen Aufenthalts von 8 h im Raum, bei dessen Ueberschreiten toxische Wirkungen auftreten können. Auf O₃ bezogen ist er = 0,1 ppm (0,2 cm³ O₃/m³ Atemluft) 2 cm über Wasseroberfläche gemessen. Die Ge- ruchsschwelle liegt bei 0,02 g/m³ Luft.

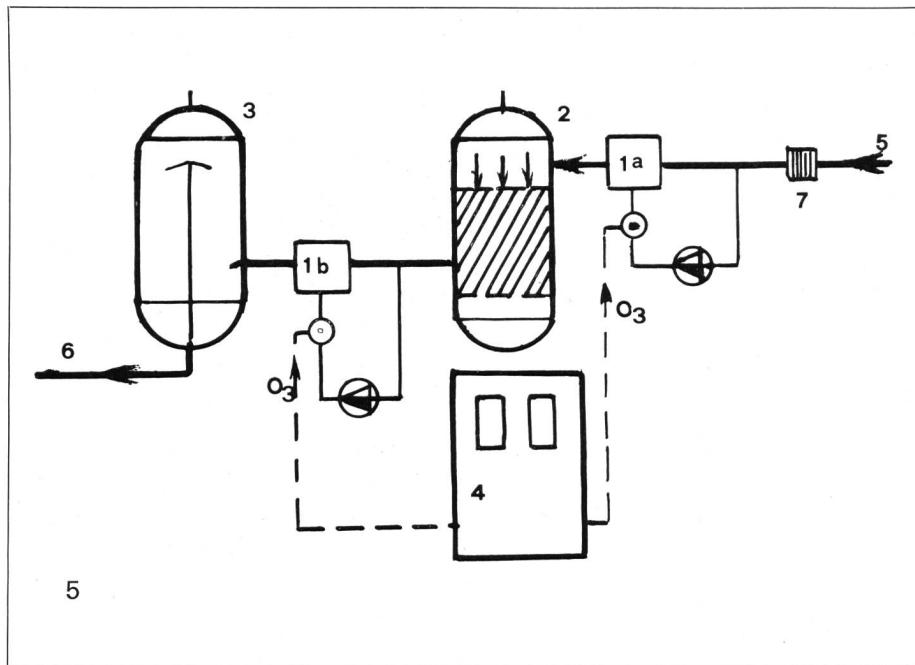


Abb. 5. Schema eines Quantozonverfahrens: 1 Vermischungseinrichtung, 2 Drucksandfilter, 3 Reaktionsbehälter, 4 Ozonanlage (Klüber-Ozoneur 3,75 kWh, 100 g O₃/h), 5 vom Schwimmbecken, 6 zum Becken, 7 Haar- und Fasernfänger (Ingenieurbüro Schneider, Staad/Rorschach / Sträuli AG, CH - 8400 Winterthur)

Abb. 6. Schema des Ospa-Verfahrens: 1 Ospa-Durchlauf-Chlor-Ozongerät, 2 stufenlos einstellbarer Ospa-Gleichrichter zur Leistungsregulierung, 3 Schwimmbadheizer mit automatischer Temperaturregelung, 4 Ospa-Automatikfilter, 5 Heizungs- Vor- und -Rücklauf, 6 Rohr zum Beckeneinlauf, 7 vom Becken, 8 Entleerung des Ozongerätes, 9 Schmutzabflussgarnitur, 12 Pumpe (vivell + co., CH - 4600 Olten)

