Die Ozonanlage der neuen Wasseraufbereitung von Los Angeles

Autor(en): **Klein, Hans-Peter / Liechti, Pierre-André**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **79 (1987)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940654

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

Die folgenden zwei Beiträge sind dem

8. Ozon-Weltkongress

gewidmet, der vom 15. bis 18. September 1987 in Zürich stattfindet.

Die Ozonanlage der neuen Wasseraufbereitung von Los Angeles

Hans-Peter Klein und Pierre-André Liechti

Zusammenfassung

Im April 1987 hat die neue Wasseraufbereitungsanlage von Los Angeles offiziell den Betrieb aufgenommen. Teil dieser Aufbereitung ist die Ozonanlage mit fünf Ozonerzeugern von Brown Boveri AG, mit der in einer Stunde 187,5 kg Ozon hergestellt werden können. Aus wirtschaftlichen und verfahrenstechnischen Überlegungen wird in Los Angeles, erstmals in einem Wasserwerk dieser Grösse, Ozon aus reinem Sauerstoff erzeugt.

Summary: Ozonation in the new potable water treatment plant of Los Angeles

The new potable water treatment plant of Los Angeles was officially set in operation in April 1987. Part of the treatment is the ozonation, consisting of five ozonators from BBC Brown Boveri Ltd with a total capacity of 187.5 kg of ozone per hour. For economical and technical reasons, the ozone is produced from high purity oxygen, for the first time in a plant of such size.

Résumé: Ozonation dans l'usine d'eau potable de Los Angeles

La nouvelle usine d'eau potable de Los Angeles a été mise en service officiellement en avril 1987. Une partie du traitement de l'eau est réalisée par ozonation. L'installation d'ozone est constituée de cinq ozoneurs de BBC Brown Boveri SA d'une capacité horaire totale de 187,5 kg d'ozone. Pour des raisons économiques et techniques, l'ozone est produit à partir d'oxygène pur. Ceci constitue une première pour une usine d'eau potable de cette taille.

1. Die neue Wasseraufbereitungsanlage von Los Angeles

Durch die einschneidenden Vorschriften der Umweltschutzbehörden der USA und der Behörden des Staates Kalifornien aus den Jahren 1974 und 1978 ergab sich die Notwendigkeit, einen beträchtlichen Teil des der Stadt Los Angeles für Trinkwasserzwecke zufliessenden Oberflächenwassers als «beträchtlichen Verschmutzungsgefahren ausgesetzt» zu deklarieren und in Zukunft in einem neuen Aufbereitungsverfahren zu behandeln. Das behandelte Wasser hat den folgenden Anforderungen zu genügen:

- Trübung von maximal 0,3 Einheiten
- Frei von Bakterien und Viren
- Reduzierter Gehalt an Trihalomethanen
- Farblos, geschmack- und geruchlos

Das zu realisierende Verfahren sollte so flexibel sein, dass zukünftige, schärfere Vorschriften über den Gehalt an organischen Stoffen erfüllt werden können. Die Schritte des schliesslich gewählten Verfahrens sind:

- Vorozonung mit einer maximalen gelösten Ozonmenge von 1,5 mg/l Wasser
- Flockung
- Filtration durch Anthrazitfilter
- Netzschutzchlorung

In mehrjährigen Pilotversuchen wurden verschiedene Vorbehandlungsverfahren für die Filtration eingehend erprobt. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Vorozonung gegenüber anderen Vorbehandlungen viele Vorteile für die Wasserqualität und die Leistungsfähigkeit der nachfolgenden Prozessschritte hat. Dies sind:

- Erhöhung der Filtergeschwindigkeit um mehr als 50%; damit wird es möglich, die Zahl der Filter um einen Drittel zu reduzieren.
- Reduktion der Flockungszeit um 50%; dadurch konnte die Anzahl der Flockungskammern halbiert werden.
- Längere Laufzeit der Filter zwischen zwei Rückspülungen; dadurch konnte die Aufbereitunganlage für das Rückspülwasser verkleinert werden.
- Weniger Schlammanfall im Rückspülwasser.
- Da Ozon als Flockungsmittel wirkt, werden die Kosten für die übrigen Koagulationsmittel um einen Drittel vermindert.
- Um 25 bis 50% geringerer Chlorverbrauch.
- Verbesserung von Farbe, Geschmack und Geruch des Wassers.
- Verringerung des Trihalomethane-Bildungspotentials um 50%.
- Geringere, nicht durch Trübungsmessung erfasste Partikelzahl nach der Filtration.

Bild 1 zeigt eine Luftaufnahme von dem gesamten Wasserwerk.

Um die maximal 2,27 Mio m^3 Wasser pro Tag mit einer in das Wasser eingebrachten Ozondosis von 1,5 mg/l behandeln zu können, ergibt sich bei einem Eintragungswirkungsgrad von 95% ein Ozonbedarf von 150 kg/h.

Die Ausschreibung für die Ozonanlage gab den Anbietern die Möglichkeit, alle erdenklichen Varianten entsprechend der zur Verfügung stehenden Technik anzubieten. Die eingegangenen Offerten wurden in einem bisher wohl als einzigartig zu bezeichnenden Evaluationsverfahren ausgewertet. Es wurden neben den Investitionen und dem Energieverbrauch auch die Gebäude-, Montage-, Wartungs- und Ersatzteilkosten bewertet. Dabei wurde zum Beispiel der Energieverbrauch auf der Basis einer Betriebszeit von 20 Jahren bewertet. Diese Betriebszeit bildet auch die Grundlage für die vom erfolgreichen Anbieter einzugehende Pönalenverpflichtung im Fall der Nichterfüllung der Garantiewerte.

Bild 1. Luftaufnahme des Wasserwerks von Los Angeles.

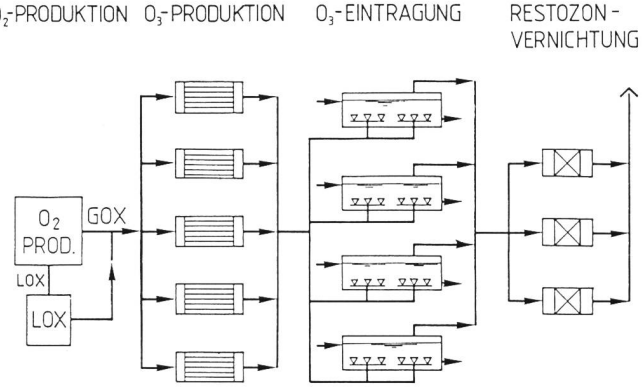


Bild 2. Fliessdiagramm der Ozonanlage von Los Angeles. O_3-Produktion 187,5 kg/h; O_3-Konzentration 6 Gewichtsprozent; Kühlwassertemperatur 28°C.

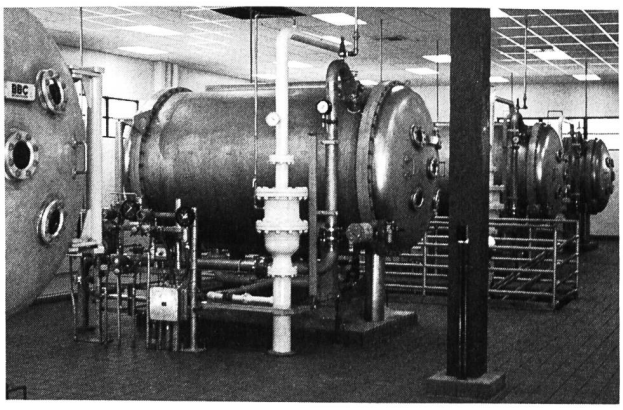
In der Auswertung erwies sich die Variante, die Ozon aus reinem Sauerstoff erzeugt, als die günstigste.

2. Ozon aus reinem Sauerstoff

Sauerstoff ist ein technisches Gas, dessen Erzeugung, Lagerung und Transport heute auch im grossen Massstab sicher beherrscht wird. Deshalb bietet sich reiner Sauerstoff als Ausgangsbasis für die Ozonerzeugung in der Trinkwasseraufbereitung als Alternative zur Erzeugung aus Luft an. Für die Verwendung von Sauerstoff gibt es wirtschaftliche und auch verfahrenstechnische Gründe:

- Der Wirkungsgrad der Ozonerzeugung ist in Sauerstoff etwa doppelt so hoch wie in Luft. Gleichzeitig ist auch die wirtschaftlich erreichbare Ozonkonzentration mit 6 bis 7% ungefähr doppelt so hoch wie in Luft. Daraus folgt, dass die Ozonerzeuger bei gleicher Ozonproduktion nur halb so gross sind. Auch Rohrleitungen und Armaturen werden wegen des geringeren Gasdurchflusses kleiner. Dies bedeutet geringeren Investitions- und Platzbedarf sowie kleineren Energiebedarf für die Ozonerzeugung.
- Die höhere Ozonkonzentration im Gas begünstigt den Ozoneintrag ins Wasser; die treibende Kraft für die Eintragung ist proportional zum Gradienten der Ozonkonzentrationen zwischen Gas und Wasser. Damit wird bei gleichem Eintragungssystem ein besserer Wirkungsgrad der Ozoneintragung und damit eine bessere Ozonnutzung erzielt. In Los Angeles erhöht sich der Eintragungswirkungsgrad mit Sauerstoff um 5% von 90% mit Luft auf 95%. Dementsprechend konnten die Ozonerzeuger auf eine um 5% kleinere Ozonproduktion ausgelegt werden.
- Durch die höheren Ozonkonzentrationen wird der Restozonvernichter nur etwa halb so gross. Dies bedeutet auch eine Halbierung der Energiekosten für die Restozonvernichtung sowie geringeren Investitions- und Platzbedarf. Wegen der besseren Ozoneintragung befindet sich auch weniger Ozon im zu behandelnden Abgas.
- Bei der Verwendung von reinem Sauerstoff wird die Einbringung auch kleinster Mengen Stickoxide mit dem Ozon vermieden.

Bild 3. BBC-Ozonerzeuger im Wasserwerk von Los Angeles.



Es gibt zwei Möglichkeiten der Sauerstoffversorgung. Sauerstoff wird aus einem bei der Anlage stationierten Flüssigsauerstofftank, der mittels Tankwagen vom Sauerstofflieferanten immer wieder aufgefüllt wird, bezogen, oder der Sauerstoff wird vor Ort mit einer Luftzerlegungsanlage erzeugt. In Los Angeles hat sich letzteres mit einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage als wirtschaftlichste Lösung herausgestellt.

3. Ozonanlage

Die Ozonanlage des Wasserwerkes von Los Angeles besteht im wesentlichen aus fünf Teilen (Bild 2): einer Luftzerlegungsanlage zur Sauerstofferzeugung, den fünf Ozonerzeugern, dem Eintrags- und Kontaktsystem, drei Einheiten zur Restozonvernichtung und dem Mess-, Steuer- und Regelsystem mit Mikroprozessor.

Der Sauerstoff wird in einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage erzeugt. Dabei produziert man gleichzeitig gasförmigen (GOX) und flüssigen (LOX) Sauerstoff. Letzterer wird in einem Speichertank für Spitzenbedarfszeiten gelagert. Die Anlage hat eine Produktionskapazität von 1,9 t/h. Der Spitzenbedarf von 2,5 t/h wird, wie schon erwähnt, aus dem Speichertank gedeckt.

Die fünf Ozonerzeuger von Brown Boveri & Cie (Bild 3) sind für eine Ozonproduktion von je 37,5 kg/h bei 6 Gewichtsprozent ausgelegt. Damit können vier Ozonerzeuger die maximal geforderten 150 kg Ozon pro Stunde liefern. Der fünfte Ozonerzeuger dient als Reserveeinheit.

Für die Eintragung und Reaktion des Ozons mit dem Wasser stehen vier Kontaktbecken mit einer vom Durchfluss abhängigen Wassertiefe zwischen 5,2 und 6,1 m zur Verfügung. Das ozonhaltige Gas wird mittels röhrenförmigen Kerzen aus poröser Keramik am Boden der Becken feinblasig eingebracht. Das Wasser fliesst im Gegenstrom von oben nach unten.

In drei Restozonvernichtern, von denen einer in Reserve ist, wird das wenige im Abgas der Ozoneintragung noch enthaltene Ozon wieder in Sauerstoff umgewandelt, bevor es in die Atmosphäre abgeblasen wird. Diese Umwandlung wird durch einen Katalysator beschleunigt, so dass die Ozonkonzentration am Auslass unter 0,1 ppm liegt.

Die gesamte Anlage wird durch einen Mikroprozessor überwacht und gesteuert. Für einen vorgegebenen Durchfluss und die gewählte Dosis werden automatisch die notwendige Sauerstoffmenge, die zugehörige Anzahl Ozonerzeuger und deren Produktionsleistung eingestellt. Die Sicherheitseinrichtungen gewährleisten, dass kein Ozon in die Umgebung gelangt.

4. Betriebsergebnisse

Schon bei der ersten Inbetriebnahme wurde die gesamte Produktionsleistung bei den garantierten Verbrauchswerten erreicht. Es hat sich sogar gezeigt, dass durch Erhöhung der Ozonkonzentration auf 6,5 Gewichtsprozent eine Produktion von über 200 kg/h für die Gesamtanlage erreicht wird. Damit hat Los Angeles die weltweit grösste und modernste Ozonanlage der Trinkwasseraufbereitung.

Adresse des Verfassers: Dr. *Hans-Peter Klein* und *Pierre-André Liechti*, BBC Aktiengesellschaft Brown Boveri & Cie., Werk Oerlikon, Postfach, CH-8050 Zürich.