

## Oxidationsverfahren in der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung

Dr. Josef Lahnsteiner, VA TECH WABAG

Oxidationsverfahren haben durch verschärfte gesetzliche Bestimmungen (EU Wasser-Rahmenrichtlinie 2000/60/EG, EU Trinkwasserverordnung 98/93/EG, etc.) bzw. anspruchsvollere Reinigungsziele (z. B. in der Industrie für Abwasserrecycling) an Bedeutung gewonnen. VA TECH WABAG hat unter Einsatz von Oxidationsverfahren eine Reihe von Anlagen für die Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung sowie für die Abwasserwiederverwendung realisiert. Für die weitergehende oxidative Klärschlammbehandlung wurde ein Pilotprojekt mit erfolgversprechenden Ergebnissen durchgeführt.

### 1. Wasseraufbereitung

Das in der Trinkwasseraufbereitung am häufigsten eingesetzte Oxidationsreagens ist Ozon. Es wird einerseits zur Vorbehandlung des Rohwassers (Vorozonung: Mikroflokkung, Oxidation von chemischen Verunreinigungen, Desinfektion) und andererseits in der Hauptozonung zur Oxidation von gelösten biologisch schwer abbaubaren Kohlenstoffverbindungen (vor allem Huminsäuren) in Kombination mit biologischen Aktivkohlefiltern (BAC) eingesetzt. Ein typisches Verfahrensschema ist in Abbildung 1 dargestellt.

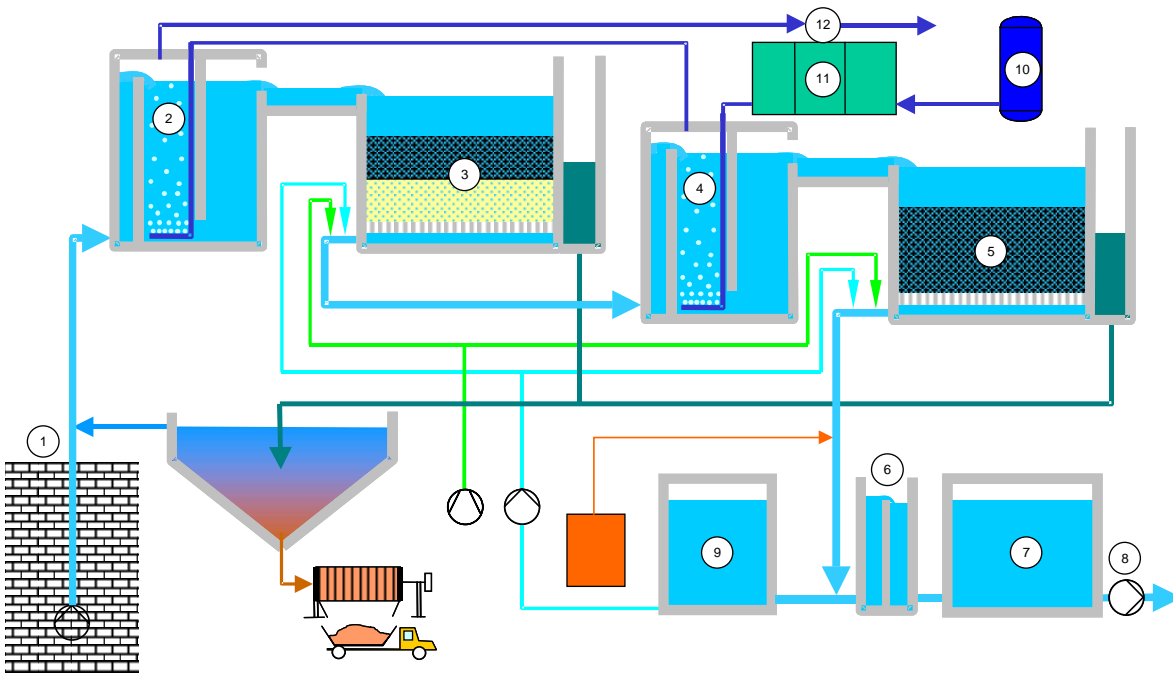


Abbildung 1: Trinkwasseraufbereitungsanlage mit Vor- und Hauptozonung (1 Brunnen, 2 Vorozonung, 3 Zweischichtfiltration, 4 Hauptozonung, 5 BAC, 6 Reinwasserbelüftung, 7 Reinwassertank, 8 Reinwasserpumpe, 9 Rückspülwassertank, 10 Sauerstofftank, 11 Ozonanlage, 12 Ozonzerstörung)

Zur effizienten Entfernung von chlorierten Kohlenwasserstoffen und Pestiziden wurde von WABAG das ADOX®-Verfahren, das auf verstärkter (radikalischer) Oxidation mit Ozon und Wasserstoffperoxid beruht, entwickelt. Abbildung 2 zeigt die Behandlung von Pestiziden mit Ozon und mit der Kombination Ozon/Wasserstoffperoxid. Wie aus der Graphik ersichtlich ist, erreicht man durch die radikalische Oxidation ein wesentlich besseres Abbauergebnis. So wird z. B. Atrazin durch die verstärkte Oxidation mit  $O_3/H_2O_2$  praktisch vollständig entfernt, während der oxidative Abbau mit  $O_3$  nur zum Zwischenprodukt Desethylatrazin führt. In Abbildung 3 ist eine Trinkwasseraufbereitungsanlage mit einer ADOX®-Stufe zur Pestizidentfernung dargestellt.

# OXIDATION & DESINFEKTION VON WASSER & ABWASSER

## Theorie & Praxis



Universität für Bodenkultur Wien

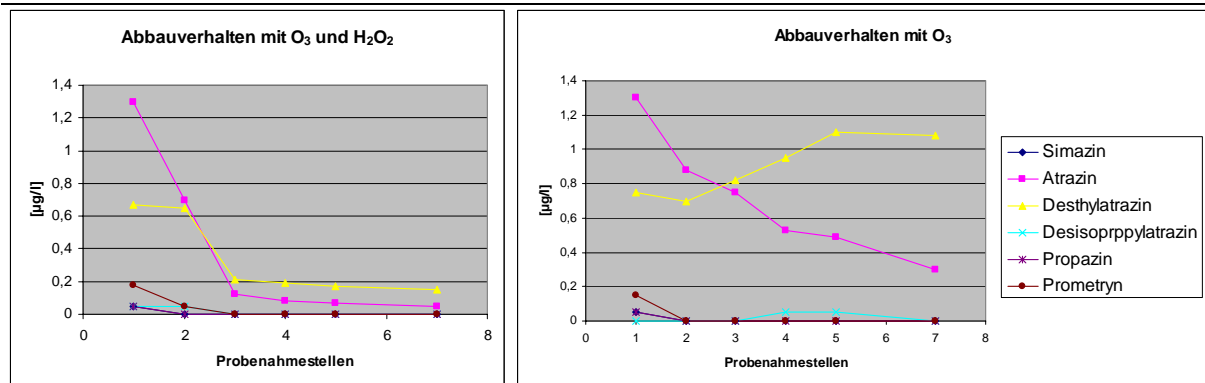


Abbildung 2: Oxidation von Pestiziden – Vergleich Ozon mit Wasserstoffperoxid/Ozon

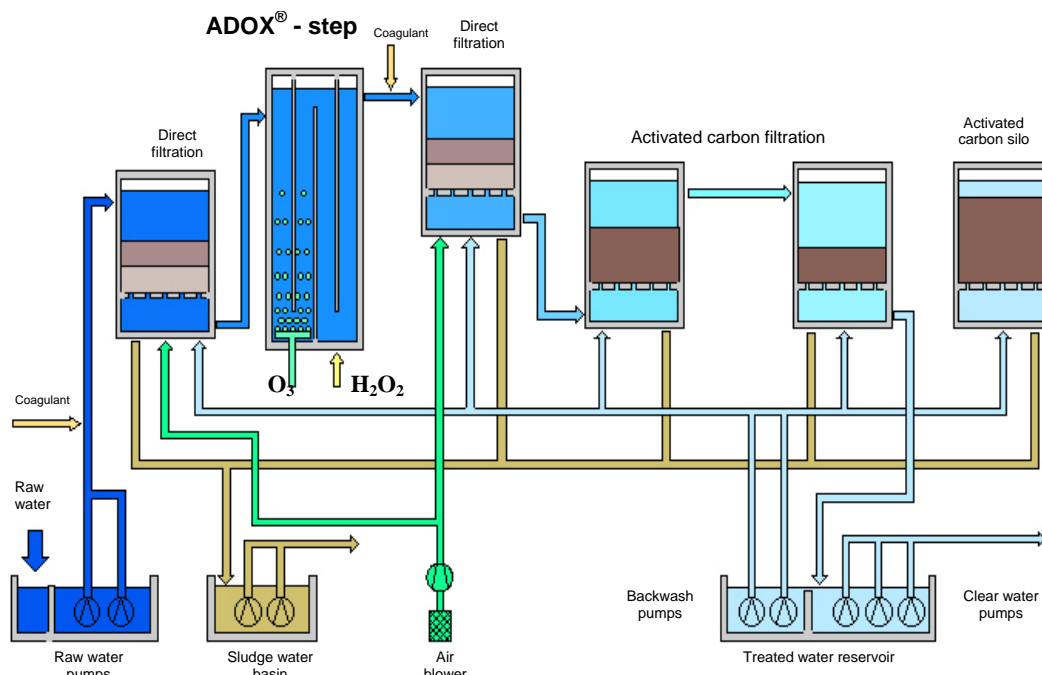


Abbildung 3: Trinkwasseraufbereitungsanlage (5.800 m<sup>3</sup>/d) mit ADOX<sup>®</sup>-Stufe zur Pestizidentfernung aus Karstwasser

## 2. Abwasserreinigung

In der Abwasserreinigung werden bereits in vielen Fällen Oxidationsverfahren vor allem zur Entfernung von biologisch schwer abbaubaren Verbindungen (refraktärer CSB) eingesetzt. Für die Zukunft besteht aber auch ein relativ hohes Potential für die Entfernung von Mikroverunreinigungen, wie z.B. durch Arzneimittelstoffe und hormonell wirksame Substanzen.

WABAG hat für die Abwasseroxidation großtechnische Anlagen sowohl mit Ozon (BIOZON<sup>®</sup>-Verfahren) als auch mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> (Fenton Prozess) realisiert. Das BIOZON<sup>®</sup>-Verfahren ist ein zweistufiger biologischer Prozess mit zwischengeschalteter Ozonierung. Als BIO-Stufen werden sowohl Belebtschlamm- als auch Biofiltrationsverfahren eingesetzt. Das Verfahrensprinzip beruht darauf, dass der biologisch abbaubare Kohlenstoff in der ersten Stufe abgebaut wird und die verbleibenden refraktären Verbindungen in der Ozonstufe biologisch verfügbar gemacht und in der zweiten biologischen Stufe entfernt werden. Abbildung 4 zeigt eine BIOZON<sup>®</sup>-Anlage für die weitergehende Behandlung von Deponiesickerwasser mit Biofiltration (BIOPUR<sup>®</sup>) als biologische Stufen. Die Oxidation der refraktären organischen Substanzen ist in diesem Fall erforderlich um vor allem den strengen DOC-Grenzwert für die Direkteinleitung des gereinigten Sickerwassers einhalten zu können.

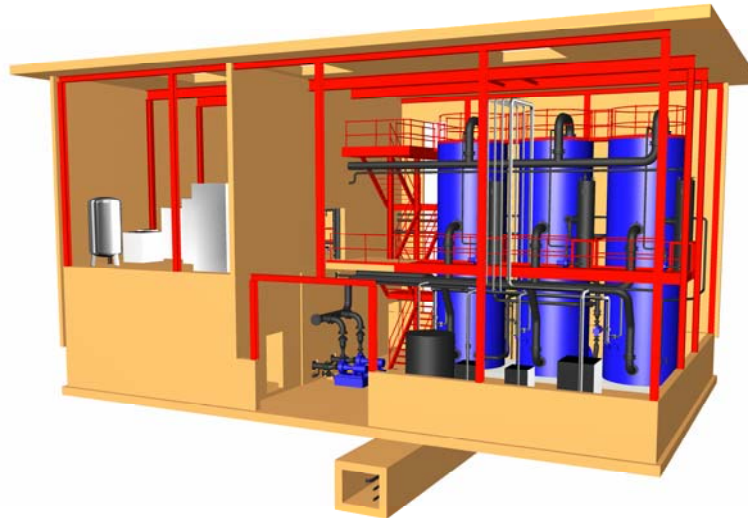


Abbildung 4: BIOZON®-Anlage zur weitergehenden Behandlung von Deponiesickerwasser

Der Anlagenbetrieb hat gezeigt, dass die in Tabelle 1 angeführten Garantiewerte – auch der strenge DOC-Wert von 10 mg/l - ohne Probleme eingehalten werden können.

Tabelle 1: Planungsparameter für BIOZON®-Anlage

Design (average / max)		Garantees (90% / max)	
Q	0.9 l/s / 4 l/s	DOC	10 mg/l / 20 mg/l
DOC	13 kg/d / 25 kg/d	BOD <sub>5</sub>	20 mg/l / 40 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	20 kg/d / 40 kg/d	NO <sub>2</sub> -N	0.3 mg/l

Als ein Beispiel für den Einsatz des Fenton Prozesses sei die Detoxifikation eines Abwasserstromes aus einem chemischen Großbetrieb angeführt. Das Abwasser aus der Produktion von Toluol Diisocyanat, einem Grundstoff für Polyurethan, enthält toxische bzw. nitrifikationshemmende Verbindungen wie Nitrokresole, Dinitrotoluole und Toluenediamine, die durch die radikalische Oxidation mit  $H_2O_2/Fe^{2+}$  ausgezeichnet eliminiert werden können. Die nachfolgenden biologischen Stufen (BIOBED®-Anaerobie und Belebtschlammanlage) können dadurch störungsfrei mit voller Leistung betrieben werden.

### 3. Abwasserwiederverwendung

Die Wiederverwendung von Abwasser (in der Landwirtschaft, Industrie oder im kommunalen Bereich) hat eine hohe Priorität in ariden und semiariden Gebieten und gewinnt aus wirtschaftlichen Gründen auch in Regionen mit ausreichender Wasserversorgung immer mehr an Bedeutung. Oxidative Verfahren werden vor allem für höhere Ansprüche in der Industrie eingesetzt. Als Beispiel sei das Recycling eines Abwasserteilstroms in einem Textilbetrieb angeführt. Das Verfahren besteht im Wesentlichen aus anaerober Vorreinigung (UASB), Membranbelebungsverfahren (MBR) und Ozonbehandlung in erster Linie für die Entfärbung des MBR Permeates (Abbildung 5). Das gereinigte Wasser wird im Betrieb (Färberei, etc.) wiederverwendet, wobei sich die Wirtschaftlichkeit mit einer kurzen Amortisationszeit vor allem durch die eingesparten Abwasser- und Frischwassergebühren ergibt.

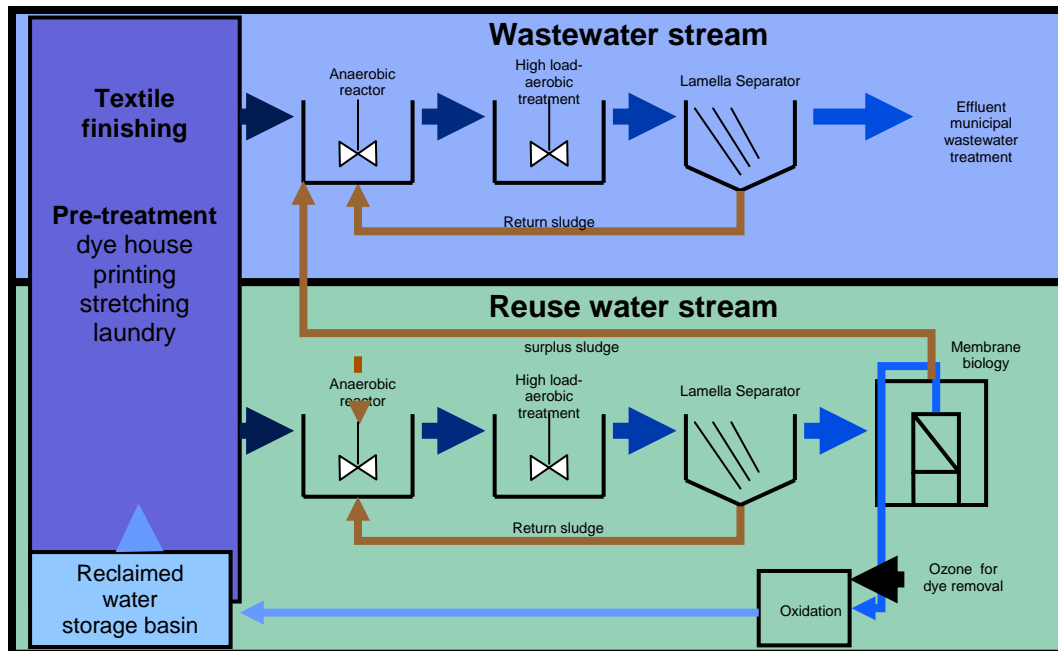


Abbildung 5: Abwasser Recycling in einem Textilbetrieb - Verfahrensschema

#### 4. Klärschlammbehandlung

Zur substantiellen Reduktion, besseren Entwässerung und Qualitätsverbesserung von ausgefaultem Klärschlamm wurde von WABAG das BIOZON<sup>®</sup>-AD Verfahren entwickelt. Dieses Verfahren besteht analog zum BIOZON<sup>®</sup>-Verfahren, das zur Abwasseroxidation eingesetzt wird (siehe oben), aus einer zweistufigen biologischen Behandlung (in Faulreaktoren) mit zwischen geschalteter Ozonstufe (Abbildung 6). Das Ergebnis ist eine 30 – 40% erhöhte Biogausausbeute, korrespondierend mit einer ebenso großen Reduktion der organischen Trockensubstanz und eine um 20 – 25 % bessere Entwässerbarkeit sowie eine verbesserte Schlammqualität. So hat sich gezeigt, dass organische Mikroverunreinigungen wie hormonell wirksame Substanzen, im Gegensatz zu anderen Verfahren (z.B. Ultraschall), entfernt werden können.

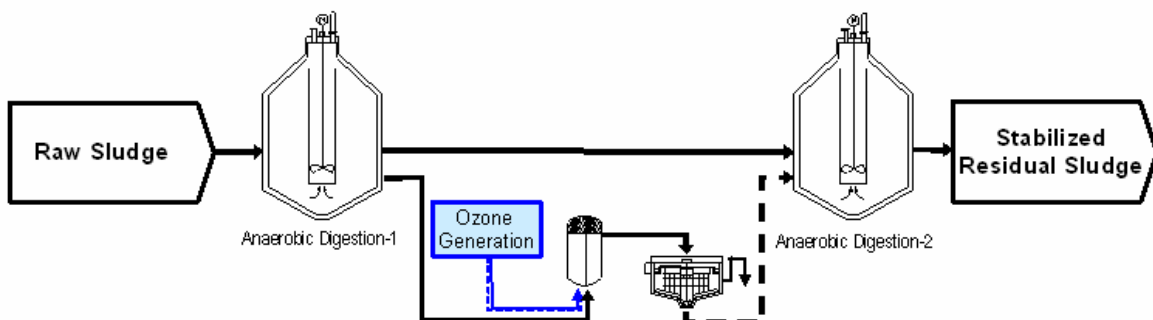


Abbildung 6: BIOZON<sup>®</sup>-AD Verfahren zur Klärschlammdesintegration mit Ozon

#### 5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Oxidationsverfahren eine signifikante Rolle im Rahmen der Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung, Abwasserwiederverwendung und Schlammbehandlung spielen können. Es werden am Markt eine Reihe von unterschiedlichen Technologien angeboten und es ist bei jeder spezifischen Aufgabenstellung das optimale Verfahren, auf Basis einer entsprechenden Machbarkeitsstudie (wenn notwendig inklusive Pilotversuche) auszuwählen. Aufgrund der gestiegenen Reinigungsanforderungen und der hohen Reinigungsleistung von Oxidationsverfahren bzw. aufgrund der Kombinationsmöglichkeit mit biologischen Verfahren kann man für diese Technologie ein steigendes Marktpotential vorhersagen.