



SFC Umwelttechnik

clean water for the world

SFC Umwelttechnik GmbH
A-5020 Salzburg Austria
Julius-Welser-Straße 15

T +43 662 43 49 02
F +43 662 43 49 02-8
office@sfcu.at
<http://www.sfcu.at>

WASSERAUFBEREITUNGSANLAGE ZUR ARSENENTFERNUNG

C-MEM - IONOXESS

KOMBINIERTE MEMBRAN- UND PLASMATECHNOLOGIE



1. ALLGEMEIN

Arsen ist ein eher in Grundwässern als in Oberflächenwässern natürlich vorkommendes Element, besonders in der Nähe von früherer / heutiger geothermischer Aktivität oder in Gebirgen.

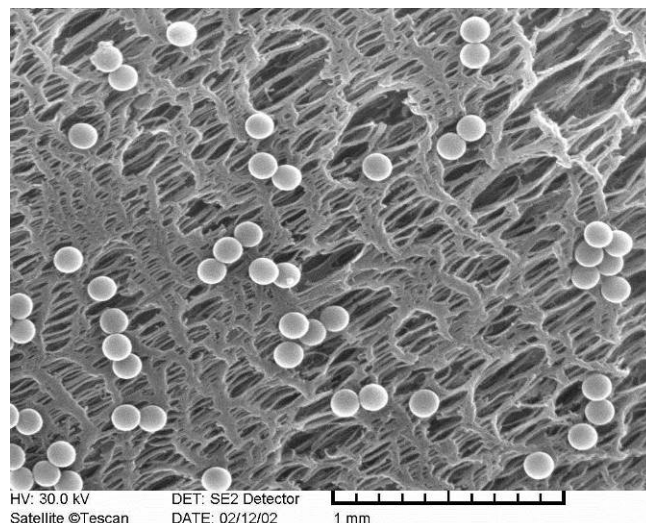
Im Wasser findet man zwei Oxidationszustände: Arsenid, As (III), in anaeroben Wässern und Arsenat, As (V), in aeroben Wässern. Verschmutzung durch Arsen kann auch von vorhergehenden Bergbauarbeiten oder chemischen Prozessen stammen.

Arsen im Trinkwasser stellt ein ernsthaftes gesundheitliches Risiko dar und kann zu chronischen Krankheiten wie Melanose, punktuell oder diffus Haarausfall, Kreislaufstörungen, Bindehautentzündung, Neuropathie, Schwindel, Depressionen, Schlaflosigkeit und Kopfschmerzen führen. Die WHO (Weltgesundheitsorganisation) hat daher die Empfehlung angenommen, Arsen im Trinkwasser auf 5 µg/l (ppb) zu beschränken.

Das vorliegende technische Konzept beschreibt das Verfahren zur Entfernung von Arsen aus Brunnenwasser und dessen Aufbereitung zu Trinkwasserqualität durch die Verfahrenskombination von weitergehender Oxidation mit nicht-thermischem Plasma und der C-MEM™ Technologie.

2. UNSERE LÖSUNG

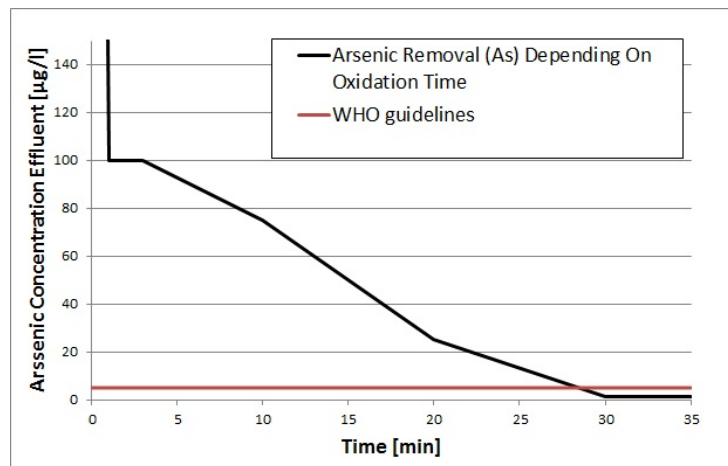
Mit der vorgeschlagenen Verfahrenskombination wird Brunnenwasser mit einem höchst innovativen Verfahren zur Wasseraufbereitung behandelt – eine Kombination von ionOXess™ weitergehender Oxidation mit nicht-thermischem Plasma (Oxidation von Arsenid und organischen Zusammensetzungen), Eisenkoagulation (Fällung von Arsen) und C-MEM™ Ultrafiltrationsmembrantechnologie (vollständige Abtrennung der Fällungen und Bakterien / Viren > 0.2 µm).



Das Verfahren, das Stand der Technik ist, erzeugt hochqualitativen Ablauf, der weit unterhalb der Grenzwerte der WHO Direktive für Trinkwasserqualität liegt (WHO 2006).

3. VERFAHRENSPRINZIP

Die Anwendung von nicht-thermischem Plasma (NTP) ist ein neuartiges Verfahren zur Oxidation verschiedener anorganischer und organischer Zusammensetzungen. Im allgemeinen wird dieses Plasma durch ionisierende Strahlung (natürliche und kosmische Strahlung), elektrische Glimmentladung (Blitz) bzw. UV-Strahlung erzeugt. Das ionOXess Verfahren basiert auf elektrischer Glimmentladung, um hauptsächlich negativ geladene Sauerstoffradikale zu erzeugen. Dabei bilden sich hochreaktive Ionen, die mittels Clusterbildung stabilisiert werden. Dadurch wird ihre Lebensspanne lang genug, um sie in der Anlage weiterreagieren zu lassen. Zum Zweck der Oxidation werden hauptsächlich negativ geladene Sauerstoffionen im Verfahren angewendet. Die im Wasser hauptsächlich gebildeten Zusammensetzungen sind Superoxid-Radikalanionen (in einem angeregten Zustand), die sich zu Sauerstoff-Radikalanionen dissoziieren:



Aufgrund des sehr hohen Oxidationspotentials (2 V und höher gegenüber Ozon) können diese Radikale die meisten organischen Zusammensetzungen (über Protonentransfer oder Wasserstoffatomtransfer) und anorganischen Zusammensetzungen wie Arsensalze von Oxidationszustand +III zu +V oxidieren. Ein höherer Oxidationszustand führt zu höherer Fällungsleistung, unterstützt durch verschiedene Koagulantien und Flockulantien (Eisensalze). Dadurch können größere Flocken mit höherer Fällungsgeschwindigkeit gebildet werden. Aufgrund des Oxidationsverhaltens können zusätzliche Vorteile beobachtet werden: Ablagerungen auf den Membranen, die hauptsächlich bei Mikro- und Ultrafiltrationsmembranen vorkommen, können reduziert werden. Daher kann NTP zur Membranreinigung ohne zusätzliche Chemikalien verwendet werden. Das anschließende C-MEM™ Ultrafiltrationsverfahren entfernt dann alle Fällungen, die von Oxidation und Koagulation stammen. Das Grundprinzip der Filtration ist die Verwendung von organischen Hohlfasermembranen mit Mikroporen als Filtrationsmedium. Daher ist der Druckverlust außergewöhnlich niedrig, und das System kann mit Hilfe der Schwerkraft ohne zusätzliche Pumpen betrieben werden.



Mittels C-MEM™ werden alle gelösten Feststoffe, Fällungen, Koagulationen, Bakterien und Viren aus dem Wasser entfernt, und das Wasser wird dadurch auch desinfiziert.

4. PROZESZBESCHREIBUNG

Der Verfahrensprozess findet in einer Kompaktanlage statt, wie auf den Bildern rechts und unten demonstriert. Der gesamte Prozess besteht aus 3 Hauptschritten.

Zulauf und Eisendosierung

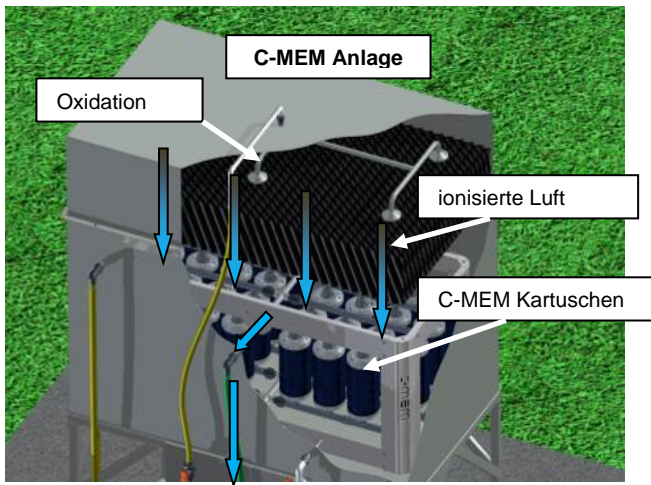
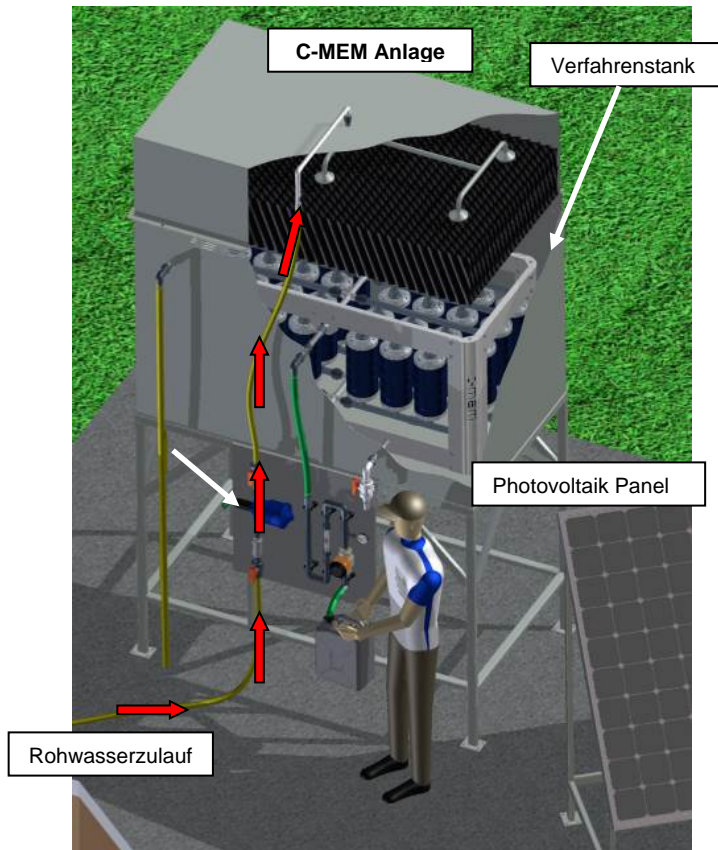
Zuerst wird das Rohwasser von der Rohwasserquelle zur Anlage gepumpt. In diesen Zulauf werden Eisensalze dosiert. Die Zulaufpumpe ist solarbetrieben und benötigt keinen Stromanschluß.

Oxidation von Arsen und anderen organischen Verschmutzungen

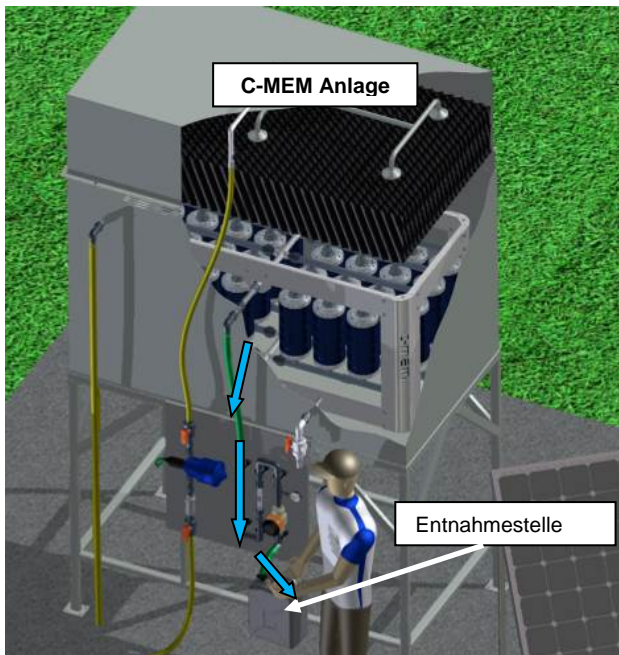
Dann wird das Rohwasser in einem Mischbehälter mit ionisierter Luft belüftet, die von einer Ionisierungszelle und einem kleinen Gebläse erzeugt wird (auch solarbetrieben). Der Mischbehälter hat eine kurze Verweilzeit und ist mit Belüftern ausgestattet. Die ionisierte Luft oxidiert Arsenid, Schwermetalle, Eisen und Mangan, wandelt aber auch Ammonium, CSB, Pestizide und Herbizide in nichttoxische Zusammensetzungen um, z.B. wird Ammonium in nichttoxisches Nitrat umgewandelt. Zusätzlich fördert Eisen die Koagulation von Arsenid und anderen Partikeln, sodaß die Entfernung im letzten Prozessschritt, der Membranfiltration, noch verbessert wird.

C-MEM™ Ultrafiltration

Im dritten und letzten Verfahrensschritt entfernt die nachfolgende schwerkraftbetriebene C-MEM™ Membranfiltration (kein Strom notwendig) alle von der Oxidation stammenden Fällungen sowie alle gelösten Feststoffe und Mikroorganismen, die bereits im Rohwasser vorhanden waren.



Per Schwerkraft fließt das aufbereitete Wasser zur Ablaufentnahmestelle, wo das Wasser vom Verbraucher abgezapft oder in größere Klarwasserspeicher gefüllt werden kann. Die im Filtrationsbecken verbliebenen Fällungen können manuell mittels Schlammventil in regelmäßigen Abständen entfernt werden.



Die modulare Ausführung des Systems ermöglicht einen großen Anwendungsbereich. Tägliche Zuläufe in einem Bereich von 10 bis 1.000 m³/d sind machbar.

5. VORTEILE

Die Hauptvorteile der Kombination von **C-MEM™** und **ionOXess™** sind wie folgt:

- viel bessere Ablaufqualität im Vergleich zu konventionellen Verfahren
- geringer Platzbedarf
- modular erweiterbar
- leichte Installierung und Inbetriebnahme
- Unterbrechung des Betriebes samt Neuinbetriebnahme möglich
- vollständige Entfernung von gelösten Feststoffen, Bakterien und Viren (Membrane Barriere)
- Reduzierung anderer organischer Schadstoffe (NH₄, CSB, Pestizide, Herbizide)
- Reduzierung organischer Ablagerungen
- hohes Oxidationspotential
- verbessertes Flockungsverhalten
- lange Lebensdauer der Ausrüstung, kostengünstig und leicht austauschbar
- solarbetrieben – sehr niedriger Energiebedarf (NTP ca. 30 W, Belüftungssystem ca. 300 W)
- keine zusätzlichen Chemikalien notwendig, außer Eisensalz
- robustes Verfahren, keine feinmechanischen Teile

6. BEMESSUNG

Zulauf: 10 – 1.000 m³/d

<u>Parameter</u>	<u>Zulauf</u>	<u>Ergebnisse</u>
Arsen	bis zu 500 µg/L	< 5 µg/L
Eisen	bis zu 10 mg/L	< 0,2 mg/L
Ammonium	bis zu 2 mg/L	< 0,1 mg/L
gelöste Feststoffe	bis zu 100 mg/L	< 0,1 mg/L
Trübung	bis zu 250 NTU	< 0,5 NTU

7. REFERENZEN

[1] HELFRID M.A. ROSSITER, PETER A. OWUSU, ESI AWUAH, ALAN M. MACDONALD, ANDREA I. SCHAEFER, 2010, Chemical drinking water quality in Ghana: Water costs and scope for advanced treatment, Science of the Total Environment 408 (2010) 2378-2386

[2] MARYNA PETER-VARBANETS, FREDERIK HAMMESA, MARIUS VITAL, WOUTER PRONK, 2010, Stabilization of flux during dead-end ultra-low pressure ultrafiltration, Water research 44 (2010) 3607 – 3616

[3] GOLDSTEIN N.I. ET AL., Negative air ions as a source of superoxide, Int. J. Biometeorol. 36 (1992)118-122

[4] LEE J., GRABOWSKI J.J., Reactions of the Atomic Oxygen Radical Anion and the Synthesis of Organic Reactive Intermediates, Chem. Rev. 92 (1992) 1611-1647