

Verbund-Forschungsprojekt



Abschlussbericht 2006

UMWELT
STIFTUNG



Förderprojekt der
Deutschen
Bundesstiftung
Umwelt

Thema des DBU-Verbundforschungsprojektes

Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf der Basis der Diaphragmanalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall

Projektkennndaten

- **Schwerpunkt: Trinkwasserdesinfektion im Katastrophenfall**
- **AZ 21507**
- **Laufzeit 20 Monate (September 2004 - Mai 2006)**



Bewilligungsempfänger

ITA Institut für innovative Technologien Köthen
Geschäftsführer: Prof. Dr. Detlef Deininger



Projektpartner

Ingenieurbüro Automatisierungstechnik
Dipl.-Ing. H. Kieselbach



Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
Landesverband Nordrhein-Westfalen
Ortsverband Ibbenbüren
Ortsverband Havixbeck
Leitung: Frau Dr. Christiane Bettin

**UMWELT
STIFTUNG**



Förderprojekt der
Deutschen
Bundesstiftung
Umwelt

Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf der Basis der Diaphragmanalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall

IMPRESSUM

**Herausgeber und
Copyright**

ITA Institut für innovative Technologien GmbH, Hubertus 1a,
06366 Köthen
Herausgabe: Juni 2006

Projektleitung

Prof. Dr. Deininger, Geschäftsführer ITA GmbH

Projektförderung

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Postfach 1705,
49007 Osnabrück

Projektbearbeitung

ITA Institut für innovative Technologien GmbH, Hubertus 1a,
06366 Köthen
Kieselbach Automatisierungstechnik, Storchenweg 35
04651 Bad Lausick
Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)
Landesverband Nordrhein-Westfalen
Ortsverbände Ibbenbüren und Havixbeck

Bezug über ITA GmbH, Hubertus 1a, 06366 Köthen

Preis

CD-ROM inkl. Versand 20,- €

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe gestattet.



Förderprojekt der
Deutschen
Bundesstiftung
Umwelt

Einleitung

Elektrochemische Desinfektionsverfahren kommen in letzter Zeit verstärkt zum Einsatz für verschiedene Anwendungen wie Trinkwasserbehandlung, Schwimmbadwasseraufbereitung, Desinfektion von Behältern und Oberflächen, Desinfektion von Abwässern und Kühlwasser bis zu Anwendungen im Gewächshausbereich.

Dabei werden z.T. Desinfektionssysteme angeboten, die unkritisch Desinfektionswirkungen ohne gesicherte Nachweise versprechen. Dadurch wird diese Technologie in Misskredit gebracht und behindert ihren breiten vorteilhaften Einsatz. Potenzielle Nutzer sollten sich vor dem Erwerb und Einsatz zu folgenden Punkten Klarheit verschaffen:

- Liegen praktische Ergebnisse zur geforderten Desinfektionsaufgabe vor?
- Werden Versuche zum Nachweis der Wirksamkeit angeboten oder durchgeführt?
- Gibt es für die Desinfektionsaufgabe eine ökonomisch-ökologische Bewertung durch Vergleich mit alternativen Desinfektionsmethoden?

Im vorliegenden Projekt wird der praktische Nachweis für den vorteilhaften Einsatz der Diaphragmale-Technologie verbunden mit ihrem Umweltentlastungspotential bei der Trinkwasseraufbereitung in Katastrophenfällen durch das THW erbracht. Dafür wurde eine an die spezifischen Anforderungen der mobilen Technik für die Trinkwasseraufbereitung des THW angepasste Diaphragmale-Anlage entwickelt. Diese Anlage wurde verfahrenstechnisch in die THW-Trinkwasseraufbereitung integriert und in mehreren Einsätzen gemeinsam mit dem THW praktisch erprobt.

Die eingesetzte Desinfektionstechnologie auf der Grundlage der praktischen Erprobung bei THW-Einsätzen führt zu folgender ökonomisch-ökologischen Bewertung:

1. Der Herstellungspreis für 1 l hochwirksame Desinfektionslösung beträgt 2 ct/l ausreichend zur Desinfektion von 100 l bis 200 l Trinkwasser, d.h. Kosten des Desinfektionsmittels von 10 ct bis 20 ct pro m³ Trinkwasser.
2. Der Leistungsverbrauch der Diaphragmale-Anlage beträgt 150 W bei einer Produktionskapazität von 50 l Desinfektionslösung pro h, d.h. ein Energiebedarf von 2 kWh pro m³ Desinfektionslösung ist ausreichend zur Desinfektion von 100 - 200 m³ Trinkwasser.
3. Es wird nicht mit gefährlichen Chlorchemikalien umgegangen; zur Herstellung des Desinfektionsmittels werden nur Kochsalz und Wasser verwendet.
4. Ausgangsstoffe für die Herstellung der Desinfektionslösung sind überall verfügbar; es treten keine logistischen Probleme bei Auslandseinsätzen beispielsweise für Transport und Nachlieferung von speziellen Chlorchemikalien auf.
5. Die Vor-Ort-Produktion des Desinfektionsmittels erfolgt entsprechend des Bedarfs.
6. Es liegt eine verringerte Bildung von Desinfektionsnebeprodukten (chlororganische Verbindungen) bei der Desinfektion von Rohwasser im Vergleich zur Anwendung von Calciumhypochlorit vor.

Unser besonderer Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die anteilige Projektförderung.

Weiterhin bedanken wir uns für die gute und aktive Zusammenarbeit bei den Mitgliedern der THW-Ortsverbände Ibbenbüren und Havixbeck.

D. Deininger
E. Tschirner

C. Bettin
H. Kieselbach

Inhaltsverzeichnis

A	KURZFASSUNG DES PROJEKTBERICHTES	Seite
	Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall	1
A 1		
A 1.1	Anlagenentwicklung DESINFEKTOR pro	1
A 1.2	Praxiserprobung der Anlagentechnik	2
A 1.3	Praxiserprobung der Desinfektionstechnologie	3
A 2	Ökonomisch-ökologische Bewertung	4
A 2.1	Wirtschaftlicher Nutzen	4
A 2.2	Auswirkungen auf die Umwelt und das Umweltentlastungspotenzial	4
A 2.3	Gesamteinschätzung	4
A 3	Marketingstrategien	5
A 3.1	Marketingstrategie und Marketinginstrumente	5
A 3.2	Marketingkonzept	6
A 3.3	Abschließende Gesamteinschätzung	7
A 4	Handlungsempfehlungen	8
B	PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES	9
B 1	Einleitung und Zielstellung	9
B 2	Stand von Wissenschaft und Technik	9
B 2.1	Trinkwasserdesinfektion – Anlagen- und verfahrenstechnik – Vorteilswirkungen und mögliche Risiken	9
B 2.1.1	Inhaltsstoffe und Wirkung von Desinfektionsmitteln	11
B 2.2	Ökonomisch-ökologische Bewertung	12
B 2.3	Aktuelle Marktsituation	13
B 2.3.1	Der Desinfektionsmittelanlagenmarkt - grundsätzliche Überlegungen	13
B 2.3.2	Absatzbereiche und Verwertungspotenziale	13
B 2.3.3	Besonderheiten des Anlagenmarketing	14
B 3	Konzeption und Arbeitsziele	15
B 3.1	Innovativer Ansatz des Projektes	15
B 3.2	Bearbeitungsschritte und Arbeitsziele	15
B 3.2.1	Anlagenkonzeption zur Produktion von OXI-sys und RED-sys	15
B 3.2.1.1	Verfahrenstechnisches Umsetzungskonzept	16
B 3.2.1.2	OXI-sys	17
B 3.2.1.3	RED-sys	17
B 3.2.2	Ökonomisch-ökologische Analysen	17

B 3.2.4	Marketingstrategien	17
B 3.3.	Verifizierung der Entwicklungsergebnisse bei praktischen THW-Einsatzübungen	18
B 4	Material und Methoden	20
B 4.1	Analytische Methoden	20
B 4.1.1	Probenahme	20
B 4.1.2	Bestimmung des pH-Wertes	20
B 4.1.3	Bestimmung des Redoxpotentials	20
B 4.1.4	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit	20
B 4.1.5	Bestimmung der Trübung	21
B 4.1.6	Bestimmung der Färbung und der Färbung Hazen	21
B 4.1.7	Bestimmung der chemischen Parameter	21
B 4.1.8	Bestimmung der mikrobiologischen Parameter	22
B 4.2	Anlage und Verfahrenstechnik der THW- Trinkwasseraufbereitung	23
C	ERGEBNISSE	26
C 1	Entwicklung und Erprobung der Anlagentechnik	26
C 1.1	Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro	26
C 1.1.1	Ausgangssituation	26
C 1.1.2	Verfahrenstechnik	29
C 1.1.3	Gerätetechnik	34
C 1.1.4	Elektronische Steuerung	36
C 1.2	Vergleichende Untersuchungen zu Inhaltsstoffen und Wirkungen	41
C 1.2.1	Allgemeine Parameter	41
C 1.2.2	Oxidierende Inhaltsstoffe von Desinfektionsmitteln	41
C 1.2.3	Zulässige Gehalte an freiem Chlor	45
C 1.3	Mikrobiologische Voruntersuchungen	46
C 1.3.1	Zielstellung	46
C 1.3.2	Desinfektion von unbehandeltem Rohwasser aus einem Kläranlagenablauf	46
C 1.3.3	Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys	49
C 1.3.4	Untersuchung der AOX - Bildung bei Wässern eines Kläranlagen - Trockenwetterabflusses nach Behandlung mit Calciumhypochlorit im Vergleich zur OXI-sys-Behandlung	53
C 1.3.5	Zusammenfassung	54
C 1.4	Ergebnisse der Felduntersuchungen	55
C 1.4.1	Die Standorte	55
C 1.4.2	Einsatz des entwickelten statischen Mischers	57
C 1.4.3	Vorortproduktion von OXI-sys mit dem DESINFEKTOR pro	60
C 1.4.4	OXI-sys – Anwendung in der Primärdesinfektionsstufe	62

C 1.4.5	OXI-sys – Anwendung zur Nachdosierung	63
C 1.4.6	OXI-sys – Anwendung zur Filterdesinfektion und Anlagendesinfektion	63
C 1.4.7	Feldversuche - Desinfektion	64
C 1.5	Gesamteinschätzung und Schlussfolgerungen	69
C 1.6	RED-sys Anwendung - Grundsätze	72
C 2	Ergebnisse des Marketing	73
C 2.1	Marktforschung	73
C 2.1.1	Ergebnisse der Anwenderbefragung	73
C 2.1.1.1	Beziehung zwischen Anwender und Hersteller	73
C 2.1.1.2	Akzeptanz	73
C 2.2.1	Ergebnisse der Herstellerbefragung	74
C 2.2.1.1	Strukturdaten	74
C 2.2.1.2	Vermarktungsaktivitäten	74
C 2.2.1.3	Perspektiven	74
C 2.2	Marketingstrategien	75
C 2.2.1	Marketinginstrumente	75
C 2.2.1.1	Produkt- und Sortimentspolitik	75
C 2.2.1.2	Preispolitik	75
C 2.2.1.3	Service- und Distributionspolitik	75
C 2.2.1.4	Kommunikationspolitik	75
C 2.2.2	Marketingkonzept	77
C 2.2.2.1.	Aufbau eines Marketingkonzeptes	77
C 2.3	Gesamteinschätzung und Schlussfolgerungen	80
D	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	81
D 1	Workshops und Messen	81
D 2	Überregionale Öffentlichkeitsarbeit	82
D 2.1	Veröffentlichungen	82
D 2.2	Präsentationen	82
D 3	Regionale Öffentlichkeitsarbeit	83
E	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	84
F	LITERATUR	86

VERZEICHNISSE

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

B-1	Schematischer verfahrenstechnischer Ablauf	16
B-2	Segment eines mobilen Schnellmontagebehälters - 25 m ³ Schnellmontagebehälter im aufgebauten Zustand	24
B-3	Mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage (TWAA) Typ Krupp	25
C-1	Schwankungen der Wasserhärte in Köthen	27
C-2	Zerstörte Reaktionszelle durch Verkalkung	27
C-3	Ausgangskonfiguration der Anlagentechnik 2003	28
C-4	Schematischer Aufbau Reaktionszelle - ECA	29
C-5	Funktionsprinzip der Membranzellenelektrolyse- Diaphragmalyse	29
C-6	pH-Wert-Verhalten der Anlage bei unterschiedlicher Gesamtwasserhärte und Betriebszeit	31
C-7	Schematische Darstellung des Ionenaustausches	32
C-8	Effektivitätsvergleich der angewandten Reinigungsmittel	33
C-9	Neuentwickelter wassertechnischer Anlagenblock	34
C-10	Frontansicht elektrotechnischer Anlagenblock	35
C-11	Vereinfachtes Anschlusschema (beispielhaft an Trinkwasserleitung)	36
C-12	Programmwahlschalter	36
C-13	Steuermodul	39
C-14	DESINFEKTOR pro im Feldeinsatz	40
C-15	Anzahl KBE/ml nach Desinfektion mit OXI-sys	46
C-16	Anzahl KBE/ml nach Desinfektion mit OXI-sys	47
C-17	Anzahl KBE/ml nach Desinfektion mit OXI-sys	48
C-18	OXI-sys (3 Wochen nach Herstellung)	49
C-19	OXI-sys (5 Wochen nach Herstellung)	49
C-20	OXI-sys (6 Wochen nach Herstellung)	50
C-21	OXI-sys (8 Wochen nach Herstellung)	50
C-22	OXI-sys 9 Wochen (nach Herstellung)	51
C-23	Abnahme der Keimzahl nach Desinfektion mit 8 Wochen altem OXI-sys	51
C-24	Mittellandkanal mit der Alten Fahrt westlich von Püsselbüren	55
C-25	Alte Fahrt mit Entnahmestelle am südlichen Ende	55
C-26	Der Aasee in Ibbenbüren	56
C-27	Die Entnahmestelle in Nähe der Anlegestelle	56
C-28	Installation Statikmischer am THW-Fällungs- /Flockungsbecken	57
C-29 a,b	Mischereinbau in die Zuleitung zum Becken	58
C-30	Nachweis der homogenen Fällung und Flockung im Rohwasser (Alte Fahrt)	59
C-31	Aufbau des DESINFEKTOR pro im Feldeinsatz	61
C-32	Trinkwasserlagerung im 25 m ³ SMB – Trinkwasseraufbereitung/KRUPP-TWAA	62
C-33	Marketingkonzept	78
D-1	Wassermesse Berlin - DBU Gemeinschaftsstand	81
D-2	THW Veranstaltung in Lemgo	82
D-3	Das Technologiezentrum Köthen – Demonstrations- zentrum für Solarthermie, Wassertechnik und Fotovoltaik	83

TABELLENVERZEICHNIS

B-1	Trinkwasseraufbereitungstechnologien	10
B-2	Nach TrinkwV zugelassene Mittel zur Trinkwasserdesinfektion	12
B-3	Mittel zum Desinfizieren von Anlagen der Trinkwas- serversorgung nach DVGW-Arbeitsblatt W 291	13
B-4	Verwendete Testsätze zur Bestimmung chemischer Parameter	22
C-1	Verfahrenstechnische Parameter	30
C-2	Redoxpotential und pH-Wert nach Zugabe einer Natriumhypochlorit-Lösung (12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest.	41
C-3	Redoxpotential und pH-Wert nach Zugabe einer Natriumhypochlorit-Lösung (12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest.	42
C-4	Redoxpotential, pH-Wert und freies Chlor nach Zugabe von 1 ml 1:200 verdünnter Natriumhypochlorit-Lösung (12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest.	43
C-5	Parameter der Medien	46
C-6	Anzahl KBE/ml	46
C-7	Parameter der spezifizierten Medien	47
C-8	Anzahl KBE/ml	47
C-9	Analysenergebnisse AOX	52
C-10	Erreichte Parameter im Feldeinsatz	61
C-11	Untersuchungsergebnisse bei Einsatz von OXI-sys (freies Chloräquivalent 0,2 mg/l)	64
C-12	Rohwasserbehandlung mit OXI-sys	65
C-13	Wasserbehandlung von vorgeflocktem Wasser mit OXI-sys (25 m ³ SMB)	65
C-14	Zugabecharakteristik und Redoxpotential/Freie Chloräquivalente	66
C-15	Auswertung der Mikrobiologie zu den TWAA - Verfahrensstufen	66
C-16	Desinfektion der Kiesfilter der THW-Anlage Krupp- TWAA mit OXI-sys	67
C-17	Mikrobiologische Ergebnisse an der TWAA nach Desinfektion der Kiesfilter und des Rohwassers mit OXI-sys	68
C-18	Inhalt des Aktionsplanes	79

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

AOX	Adsorbierbare organische Halogene
DIN	Deutsche Industrienorm
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
DVGW	Deutscher Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
ECA	Elektrochemische Aktivierung
IATA	International Air Transport Association
KBE	Koloniebildende Einheiten
SMB	Schnellmontagebehälter
THM	Trihalogenmethan
THW	Technisches Hilfswerk
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWA	Trinkwasseraufbereitung
TWAA	Trinkwasseraufbereitungsanlage
UBA	Umweltbundesamt
WRMG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz

DBU-Abschlussbericht einschließlich Anhang als CD-ROM am Berichtsende

A Kurzfassung des Projektberichtes

A1 Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf der Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatz

Das Ziel des Projektes war der technisch und praktisch gesicherte Nachweis für den vorteilhaften Einsatz der Diaphragmalyse-Technologie bei der Trinkwasserversorgung in Einsatzfällen des THW mit Trinkwasseranlagen im stationären sowie mobilen Betrieb (TWAA). Das Projekt integrierte die technische und verfahrenstechnische Anlagenentwicklung in die praktische Erprobung bei Feldeinsätzen mit einer Fachgruppe Trinkwasserversorgung des THW für den Behandlungsschritt Trinkwasserdesinfektion.

Die **methodische Konzeption der Feldversuche** gewährleistete eine hohe Praxistauglichkeit und Übertragbarkeit der Projektergebnisse:

- Anwenderbedürfnisse werden praxisnah erkannt und sofort realisiert
- Anwenderpersonal verifiziert die angewandte Strategie der Anlagenbedienung
- Es werden keine zusätzlichen Maßstabsübertragungen notwendig
- Die Heterogenität der zu behandelnden Wasserqualitäten zeigen praxisnah die Anwendungsbreite und die Grenzen für die Anlagen- und Behandlungstechnologie.

Die anlagentechnische Lösung für die Erzeugung einer hochwirksamen Desinfektionslösung in optimaler Konzentration für die mobilen Trinkwasseranlagen des THW ist durch die im Folgenden beschriebenen Entwicklungsergebnisse gekennzeichnet.

A 1.1 Anlagenentwicklung DESINFEKTOR pro

Die Diaphragmalyse-Technologie wurde durch den Einsatz von neuentwickelten Elektrodensystemen mit hochvergüteten Elektrodenwerkstoffen verbessert. Die Anlage DESINFEKTOR pro gewährleistet im Feldeinsatz eine stabile Produktion von 40-50 l/h Desinfektionsmittel OXI-sys bei Nutzung der peripheren Wasserenthärtung. Für praktische Anwendungen wurde OXI-sys unter dem Aktenzeichen Nr. 6282 0001 nach WRMG beim Umweltbundesamt registriert. Erfolgreich wurde ein kostengünstiges und den Anforderungen

entsprechend angepasstes Steuerungssystem eingesetzt, das eine einfache und übersichtliche Programmierung der technischen Abläufe ermöglicht; die ursprünglich eingesetzte SPS/S7-Steuerung von Siemens wurde durch die einfachere Modulsteuerung Siemens LOGO! ersetzt. Mit der Logo-Technik konnte ein wesentlicher Beitrag für die Verbesserung der Arbeitssicherheit der Anlage und die stabile Qualitätssicherung des Produktes OXI-sys erreicht werden. Das gesamte hydraulische System der Anlage wurde überarbeitet in Hinblick auf eine stabile und zuverlässige Produktion unter den Bedingungen von THW-Einsätzen im Katastrophenfall.

Insgesamt wurden eine Gewichtsreduzierung auf 15 kg/Anlage, eine hohe Transportstabilität, eine Reduzierung des Energieverbrauchs (um 40% auf 150 – max. 200 W Elektrische Leistung) und eine hohe Zuverlässigkeit der stabilen Produktion des hochwirksamen Desinfektionsmittels bei einer gleichzeitigen Kostenreduzierung der Anlage erreicht. Für die Wasserenthärtung wird vorteilhafterweise eine durchflussgesteuerte periphere Ionenaustauschanlage eingesetzt. Das Umweltentlastungspotential wurde mit dieser Anlagenentwicklung somit systematisch und vollständig umgesetzt. Die Anlagenentwicklung wurde mit der Erteilung eines Gebrauchsmusterschutzes Nr. 20 2005 015 370.2 durch das Patentamt München abgeschlossen.

A 1.2 Praxiserprobung der Anlagentechnik

Für die Dosierung von OXI-sys wurde zusätzlich der robuste Statikmischer Typ ITA-FLUIDMIX mono - w -entwickelt, der darüber hinaus im Einsatz bei der Flockung des Rohwassers eine Chemikalieneinsparung von 20 - 30 % und eine verbesserte Flockung unter Feldeinsatzbedingungen ermöglichte.

Die mehrfache praktische Erprobung der Anlage DESINFEKTOR pro über den Zeitraum von mehr als einem Jahr unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und THW-Einsatzbedingungen an verschiedenen Standorten bewies die hohe Zuverlässigkeit und geforderte notwendige Robustheit der entwickelten Technik und Technologie. Es gab keine Anlagenausfälle oder Reparaturen.

A 1.3 Praxiserprobung der Desinfektionstechnologie

Der Einsatz von OXI-sys als Vor-Ort-produziertes Desinfektionsmittel erfüllte die mikrobiologischen Anforderungen nach der Trinkwasserverordnung bei Einhaltung des erforderlichen Redoxpotentials mit einer in Abhängigkeit von der mikrobiologischen Belastung des Rohwassers anzuwendenden Verdünnung zwischen 1:300 bis 1:50 beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Trinkwasseranlagen des THW für die Herstellung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser [BOTZENHARD, 1994] unterschiedlicher Qualität. Ökologisch und ökonomisch bewertet bringt die Diaphragmalyse-Technologie im Vergleich zu anderen nach Trinkwasserverordnung zugelassenen Desinfektionsverfahren den Vorteil von geringeren Gesamtkosten und einem höheren Umweltentlastungspotential durch gefahrstofffreie Produktion mit energetischen, arbeitstechnischen und transportrelevanten Vorteilen bei nationalen und internationalen Einsätzen des THW in Katastrophenfällen. Kostenaufwendige Gefahrguttransporte (z.B. Luftfracht) wie bei herkömmlichen Desinfektionsmitteln sind nicht notwendig.

Das geförderte Projekt führte in allen Teilen durch die praktische Zusammenarbeit mit dem THW zu einer fertigungsreifen, praxiserprobten und damit vermarktungsfähigen Anlage DESINFEKTOR pro. Im Ergebnis wird damit ein wesentlicher Beitrag zum breiten Einsatz dieser ECA-Technologie als umweltentlastende und ökonomisch vorteilhafte Technologie geleistet. Das THW konnte einen wichtigen Schritt im Gesamtkonzept der innovativen Weiterentwicklung der Trinkwasseraufbereitungstechnologie realisieren.

Damit steht dem THW für die Anwendung in mobilen Trinkwasseranlagen die entwickelte Diaphragmalyse-Anlage als geprüfte neue Desinfektionstechnologie für die Trinkwasserversorgung im Katastrophenfall zur Verfügung.

Unter der Voraussetzung der Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Aufbereitungsschritte für die Trinkwassererzeugung wird das Problem der unerwünschten THM - und AOX - Bildung durch den Einsatz des Desinfektionsmittels OXI-sys weitgehend vermieden.

A 2 Ökonomisch-ökologische Bewertung

A 2.1 Wirtschaftlicher Nutzen

Mit einem Literpreis für die Produktion von OXI-sys von ca. 0,02 € und Anlageninvestitionskosten im Bereich vergleichbarer eingesetzter Anlagentechnik wurde die ökonomische Zielstellung erreicht. Insbesondere steht damit eine kostengünstige in die THW-Anlagentechnik integrierbare Anlagenkonfiguration zur Verfügung.

Mit einem elektrischen Leistungsbedarf von ca. 4 W für die Produktion von 1 Liter OXI-sys im Vergleich zu 16 W für das Wettbewerbsprodukt Durity (Durity Trade Umwelttechnik GmbH, AQUA-4LIVE) können 75% des Energieaufwandes eingespart werden.

A 2.2 Auswirkungen auf die Umwelt – Umweltentlastungspotential

Neben der bereits vorher genannten Energieeinsparung zur Desinfektionsmittelproduktion vor Ort sind insbesondere folgende Umweltentlastungen erreicht worden:

- Verbesserung des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes durch gefahrstofffreies Arbeiten
- Vermeidung von Gefahrguttransporten
- Einsatzbereitschaft der Einsatzkräfte weltweit ohne Probleme durch Nachlieferung von speziellen Desinfektionschemikalien

A 2.3 Gesamteinschätzung

Das anzuwendende Verfahren geht über den Stand der Technik hinaus, erfüllt alle Anforderungen für den fachgerechten Einsatz zur Trinkwasserdesinfektion bei THW-Einsätzen und hat nachhaltige positive Wirkungen in der Umweltentlastung. Das betrifft die stoffliche, umwelttechnische wie energetische Seite des Verfahrens zur Herstellung von Desinfektionslösungen vor Ort sowie die mit den Produkten verbundenen umweltgerechten Anwendungstechnologien.

Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der schnellen, nachhaltigen und umweltentlastenden Einsatzfähigkeit der THW-Einsatzkräfte bei der Trinkwasseraufbereitung in Katastrophenfällen erreicht.

A 3 Marketingstrategien

A 3.1 Marketingstrategie und Marketinginstrumente

Die Marketingstrategie leitet sich aus der aktuellen Marktanalyse ab, nach der die Entwicklung und der Einsatz von elektrochemischen Verfahren zur Desinfektionsmittelherstellung bei der Trinkwasseraufbereitung immer noch am Anfang stehen und sich erst langsam in praktischen Anwendungen durchzusetzen beginnen.

Empfehlungen für die Produkt- und Sortimentspolitik

Aus der Analyse des Absatzbereiches Wasserwirtschaft (stationär wie auch mobil) für den DESINFECTOR pro nach Betriebstyp und -größe, Standort und Anwendungsmenge ist eine Konzentration auf die Zielgruppen abzuleiten, bei denen die Trinkwasserbereitstellung unter schwierigen Bedingungen zuverlässig gesichert werden muss und nicht durch logistische und kostenaufwendige Probleme bei der Belieferung von Desinfektionschemikalien (z.B. Desinfektionsmittel-Luftfracht als Gefahrstofftransport) behindert werden darf. Daraus ergibt sich als eine Hauptzielgruppe vorrangig Einsatzkräfte von ASB, THW, Bundespolizei, Bundeswehr, DRK, Johanniter, MHD und anderen Hilfsorganisationen insbesondere bei internationalen Einsätzen unter den Vorgaben:

- Klare Anwendungsempfehlungen und Produktdeklarationen (OXI-sys und RED-sys) sind ebenso notwendig wie strenge Qualitätsauflagen und Qualitätsüberwachungen im Rahmen einer geschlossenen Kontrollkette von der Anlagenfertigung bis zur Behandlungstechnologie (after sale service).
- Die enge Verzahnung der Produkt- und Sortimentspolitik mit der Informations- und Kommunikationspolitik ist unerlässlich.

Empfehlungen für die Preispolitik

Ein wesentliches Argument in der Preispolitik ist nicht nur der ökonomische Nutzen des Anlageneinsatzes, sondern die sofortige Verfügbarkeit am Einsatzort durch Vor-Ort-Produktion entsprechend dem erforderlichen Bedarf.

Empfehlungen für die Service- und Distributionspolitik

- Beratung

Die Beratung ist ein essenzielles Instrument, um Vertrauen zwischen Hersteller und Anwender aufzubauen. Sie muss dem Anlagennutzer die Vorteile des Vor-Ort erzeugten Desinfektionsmittels für den beabsichtigten Einsatz unter Berücksichtigung der spezifischen Aspekte des Nutzers verdeutlichen.

- Angebot von Demonstrationsveranstaltungen

Nach Auswertung der Aquisitionsergebnisse hängt die Bereitschaft eines Anlagenkaufes häufig von der Anzahl aktiver Referenzen und im Vorfeld von praktischen und wissenschaftlich-technischen Präsentationen ab.

A 3.2 Marketingkonzept

Für einen nachhaltigen Erfolg im Anlagenvertrieb sind die Marketingaktivitäten in ein geschlossenes Konzept einzubetten.

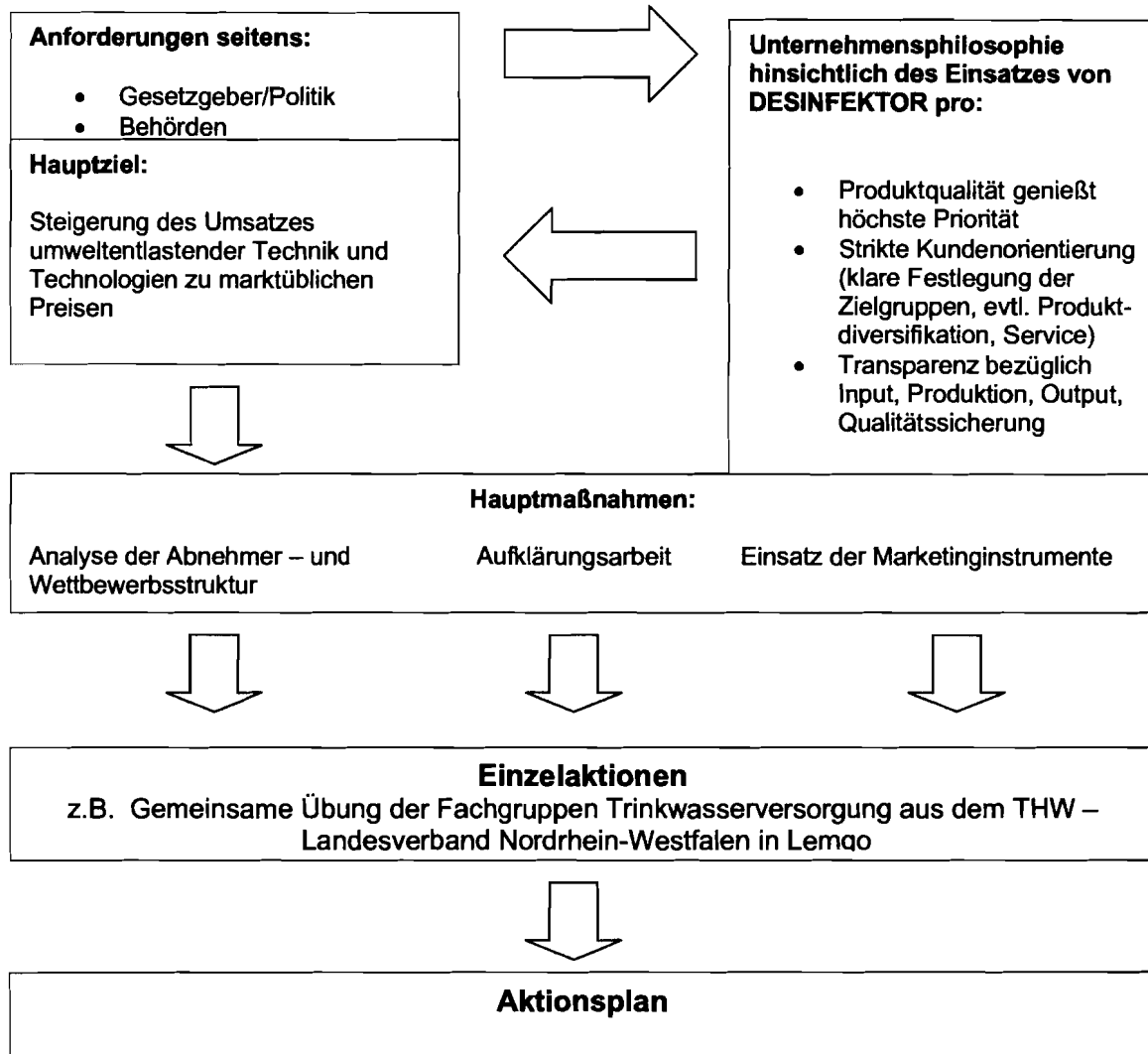
Hauptaufgaben der Kommunikationspolitik

- Vorbehalte ausräumen!
- Exakte Verdeutlichung des Nutzens!
- Abbau von Unsicherheiten der Technologie (DVGW/UBA/rechtliche Lage)!
- Schaffung einer Vertrauensbasis/Kundenbindung!

Umsetzung der Hauptaufgaben

- Gezielte Sachinformationen
- Förderung des Umwelt- und Verbraucherschutzgedankens (u.a. Ressourcenschonung)
- Aufzeigen von Eigenschaften/Anwendungsempfehlungen
- Transparenz der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen
- Aufklärung des Verbrauchers/der Bevölkerung

A KURZFASSUNG DES PROJEKTBERICHTES
A 3 Marketingstrategien
A 3.3 Abschließende Gesamteinschätzung



A 3.3 Abschließende Gesamteinschätzung

Das Verbund-Forschungsprojekt zeigt eindeutig die positiven ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Anlage DESINFEKTOR pro zur Trinkwasserdeseinfektion im Einsatzfall des THW. Es wird nachgewiesen, dass die Diaphragmalyse-Anlage DESINFEKTOR pro zur Desinfektionslösungserzeugung und –anwendung in THW-Einsatzfällen geeignet ist.

Für die Verbreitung der Technologie und Anlagentechnik wurde ein spezifisches Marketingkonzept entwickelt. Wesentlich für den kommerziellen Einsatz ist dabei eine kontinuierliche interne Kontrolle und Überwachung aller notwendigen Qualitätsanforderungen.

Bestehende Absatzhemmnisse auf Grund von Unsicherheiten und Befürchtungen bei Anwendern und Vertriebsseinrichtungen verhindern vielfach einen Einsatz und erfordern die überzeugende Vermittlung der erzielten Ergebnisse mit den Vorteilen der Anlagentechnik und der Behandlungstechnologie zur Trinkwasserdesinfektion. Diese notwendige Aufklärungsarbeit muss sich sowohl an Anlagenhersteller direkt (Individualmarketing) aber auch an Entscheidungsträger, Umweltverwaltungen, Interessenvertreter, Politiker und letztlich an die Öffentlichkeit insgesamt richten (Gruppenmarketing). Aufgabe sowohl des Individual- als auch des Gruppenmarketing ist es, das eindeutige Ergebnis des Verbund-Forschungsprojektes möglichst umfassend zu vermitteln:

Die mit der Diaphragmalyse- Anlage DESINFEKTOR pro durchzuführende Trinkwasserdesinfektion ist bei der Trinkwasserbereitstellung in Katastrophenfällen und anderen Einsatzfällen wirtschaftlich und nachhaltig!

A 4 Handlungsempfehlungen

Mit dem Abschluss des DBU-Verbundforschungsprojektes liegen umfassende Ergebnisse auf der Grundlage mehrjähriger Entwicklungsarbeit vor, die das gesamte Spektrum noch offener Fragen der Trinkwasserdesinfektion im Einsatzfall des THW, angefangen von der Erzeugung von Desinfektionslösungen vor Ort, der Behandlungstechnologie sowie der Bewertung des ökonomischen Nutzens und der ökologischen Auswirkungen bis hin zu geeigneten Strategien der Vermarktung des DESINFEKTOR pro einschließen.

Dieser Weg zu erfolgreicher technologischer Entwicklung und zum Technologietransfer mit Unterstützung und Verbreitung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt sollte fortgesetzt werden.

Die beteiligten Projektteilnehmer danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die finanzielle Unterstützung sowie für die Unterstützung bei der Information einer breiten Öffentlichkeit über die Projektergebnisse.

B	PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 1	Einleitung und Zielstellung
B 2	Stand von Wissenschaft und Technik

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES

B 1 Einleitung und Zielstellung

Das Ziel des Projektes ist der technisch und praktisch gesicherte Nachweis für den vorteilhaften Einsatz der Diaphragmalyse-Technologie bei der Trinkwasserversorgung in Einsatzfällen des THW mit Trinkwasseranlagen im stationären wie mobilen Betrieb. Das Projekt integriert die gerätetechnische und verfahrenstechnische Anlagenentwicklung in die praktische Erprobung bei Feldeinsätzen mit einer Fachgruppe Trinkwasserversorgung des THW für den Behandlungsschritt Trinkwasserdesinfektion.

Die methodische Konzeption der Feldversuche soll eine hohe Praxistauglichkeit und Übertragbarkeit der Projektergebnisse gewährleisten:

- Anwenderbedürfnisse werden so praxisnah erkannt und sofort realisiert.
- Anwenderpersonal verifiziert die angewandte Strategie des Anlageneinsatzes.
- Es sind keine zusätzlichen Maßstabsübertragungsstrategien notwendig.
- Die Heterogenität der zu behandelnden Rohwässer zeigen praxisnah die Anwendungsbreite und auch die Grenzen für die Anlagen- und Behandlungstechnologie.

B 2 Stand von Wissenschaft und Technik

B 2.1 Trinkwasserdesinfektion – Anlagen- und Verfahrenstechnik Vorteile und mögliche Risiken

Die Desinfektion in der Trinkwasseraufbereitung umfasst eine Primär- und eine Sekundärdesinfektion. Dabei soll die Anzahl von Keimen insgesamt reduziert werden und Krankheitserreger eliminiert werden. Als Desinfektionsmittel dürfen gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2001) nur Chlor, Natrium-, Calcium-, und Magnesiumhypochlorit, sowie Chlorkalk, Chlordioxid und Ozon verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit das Trinkwasser zu entkeimen, sind die Bestrahlung mit energiereichem UV-Licht und die anodische Oxidation [UVIT, 2004] und [SCHOENEN, 1997].

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 2 Stand von Wissenschaft und Technik
B 2.1 Trinkwasserdesinfektion – Anlagen- und Verfahrenstechnik Vorteilswirkungen und mögliche Risiken

Die hier eingesetzte Diaphragmalyse-Technologie ist weder artverwandt mit Ionen-Austausch, Umkehrosmose und Filtertechnik, noch handelt es sich dabei um ein Elektrolyseverfahren im herkömmlichen Sinne. **Diese Technologie ist der Membranzellenelektrolyse zuzuordnen.**

Folgende Trinkwasseraufbereitungs/-desinfektionstechnologien gehören zum Stand der Technik

Tab. B-1: Trinkwasseraufbereitungstechnologien

Desinfektions-/Aufbereitungstechnologie	Umwelt	Kosten	Bemerkungen
Sandfiltereinsatz (Mechanisch) www.huber.de	+	+	Hohes Restrisiko Eher Vorbehandlung
Aktivkohlefilter	+	--	Austauschproblematik Standzeit (THM red.)
Membranfiltration www.atech.de	+	---	Kurze Membranlebensdauer
Chlorgas	---	--	Arbeitsschutz- und Gesundheitsrisiko Störfallrisiko hoch
Chlordioxid www.prominent.de	-	-	Im stationären Gebrauch
Natrium- und Calciumhypochlorit	+	-	Stationär und mobil einsetzbar
Chlorkalk	-	-	
UV-Desinfektion www.wedecouv.de www.umex.de www.visa-uv.com	++	-	Wirksamkeit nur an dünnen Schichten, keine Desinfektionskapazität
UV gekoppelt mit Ultraschall www.umex.de	++	---	Wirksamkeit Dünnschicht verbessert durch hohen Energieaufwand, keine Desinfektionskapazität
Ultrafiltration	++	----	Hohe Kosten
Umkehrosmose	++	----	Hohe Kosten Hoher Material und Energieeinsatz
Wasserstoffperoxid www.sanosil.ch	+	---	Kosten zu hoch, unwirtschaftlich
Ozonanlagen www.wedecouv.de www.prominent.de	+	--	Bei guter Rohwasser- qualität z.B. Stadt Konstanz stationär
Anodische Oxidation www.gerus-online.com	-	--	Freie Chlorproduktion an Anode

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 2.1 Trinkwasserdesinfektion – Anlagen- und Verfahrenstechnik Vorteilswirkungen und mögliche Risiken
B 2.1.1 Inhaltsstoffe und Wirkungen von Desinfektionsmitteln

B 2.1.1 Inhaltsstoffe und Wirkung von Desinfektionsmitteln

In Trinkwasser, das nach der TrinkwV 2001 mit Chlor, Natrium- oder Calciumhypochlorit oder mit Chlorkalk desinfiziert wird, muss nach Abschluss der Aufbereitung ein Restgehalt von mindestens 0,1 mg freiem Chlor je Liter nachweisbar sein. In Trinkwasser, das mit Chlordioxid desinfiziert wird, muss nach Abschluss der Aufbereitung ein Restgehalt von mindestens 0,05 mg Chlordioxid je Liter nachweisbar sein. Wird das Wasser vor seiner Abgabe entchlort, muss der Restgehalt vor der Entchlörung nachweisbar sein.

Hinweise - gesundheitliche Einflüsse

Chlor:

Die Geschmacksgrenze für Chlor liegt bei 0,5 mg/l freiem Chlor. Konzentrationen zwischen 50 und 90 mg/l werden noch gut vertragen. Die Bildung von Trihalogenmethanen, welche krebserregend sein können, erfolgt nur bei Anwesenheit organischer Kohlenstoffverbindungen und bei häufigem Nachchloren (lange Leitungsstrecken, unzureichender Wasserwechsel in Schwimmbädern).

Um die Konzentration von krebserregenden Desinfektionsnebenprodukten (THM) zu verringern, sollte bei Anwesenheit organischer Inhaltsstoffe (DOC > 1 mg/l) ggf. mittels A-Kohle-Filtration oder Umkehrosiose dieser THM-Gehalt gesenkt werden.

Chlordioxid:

Bei der Anwendung von Chlordioxid kann Chlorit (ClO_2^-) entstehen. Dies kann bei Werten > 0,1 mg/l zu Methämoglobinämie führen. Die Geruchs- und Geschmacksgrenze von Chlordioxid ist ca. 4x höher als für Chlor.

Ozon:

Die Ozonung desinfiziert und bewirkt weiterhin eine Oxidation organischer Verbindungen, welche dann besser bakterienverfügbar sind. Deshalb wird die Ozonung oft mit einer Aktivkohlefiltration gekoppelt. Die Gefahr der Bildung toxischer Nebenprodukte (Trichlornitromethan) kann weitestgehend ausgeschlossen werden, wenn die genannten Grenzwerte (Ozon und THM) eingehalten werden.

B 2.2 Ökonomisch-ökologische Bewertung

Desinfektionsmittel für Trinkwasser und Trinkwasseranlagen

Desinfektionsmaßnahmen in der Trinkwasserversorgung beziehen sich zum einen auf das Wasser selbst, zum anderen auf die Anlagen der Wasserversorgung. Grundlegendes zum Desinfizieren von Trinkwasser ist durch die Trinkwasserverordnung geregelt.

Nachfolgende Stoffe sind für Desinfektionsmaßnahmen zugelassen. Die Auswahl richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten sowie den Rohwasserqualitäten und den angewandten Gesamtaufbereitungstechnologien.

Tab. B-2: Nach TrinkwV 2001 zugelassene Mittel zur Trinkwasserdesinfektion (UBA-Liste, Stand Juli 2006)

Desinfektionsmittel	chem. Formel	Trinkwasserdesinfektion
Chlor	Cl ₂	gute Eignung, hohe Unfallgefahr
Natriumhypochlorit	NaOCl	gute Eignung, Unfallgefahr
Calciumhypochlorit	Ca(OCl) ₂	gute Eignung, Unfallgefahr
Chlordioxid	ClO ₂	gute Eignung, Unfallgefahr
Ozon	O ₃	gute Eignung im Kombiverfahren

Die eingesetzten Desinfektionsmittel sind Gefahrstoffe und erfordern eine besonders hohe Sorgfalt im Umgang bezüglich des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes!

Tab. B-3: Mittel zum Desinfizieren von Anlagen der Trinkwasserversorgung nach DVGW-Arbeitsblatt W 291

Desinfektionsmittel	chem. Formel	Trinkwasser-Anlagendesinfektion
Chlor	Cl ₂	aufwendig, Einsatz über mobile Desinfektionsanlagen hauptsächlich zur Nachchlorung [11]
Natriumhypochlorit	NaOCl	gute Eignung
Calciumhypochlorit	Ca(OCl) ₂	gute Eignung
Chlordioxid	ClO ₂	außerhalb von Wasserwerken nicht geeignet , nicht transportierbar
Kaliumpermanganat	KMnO ₄	gute Desinfektionswirkung, jedoch Rotfärbung des Wassers (Braunsteinbildung)
Ozon	O ₃	außerhalb von Wasserwerken nicht geeignet , nicht transportierbar
Wasserstoffperoxid	H ₂ O ₂	gute Eignung, aber Nachbehandlung

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES B 2.3 Aktuelle Marktsituation B 2.3.3 Besonderheiten des Anlagenmarketing

B 2.3 Aktuelle Marktsituation

Die aktuelle nationale Marktsituation wird von Einführungsdiskussionen zu neuen Technologien zwischen wenigen Herstellern, Lieferanten und den potentiellen Anwendern charakterisiert.

B 2.3.1 Der Desinfektionsmittelanlagenmarkt- ECA – Verfahren - Grundsätzliche Überlegungen

Im Wesentlichen handelt es sich um einen Verdrängungswettbewerb gegenüber älteren Produkten und Verfahren, die nach dem Stand der Technik mit ihren Vor- und Nachteilen angeboten werden.

Der Markt für elektrochemisch aktivierte Trinkwasserdesinfektion wird in Deutschland von folgenden Herstellern bzw. Händlern bearbeitet:

1. RONEG AG
2. LVPG - International
3. Durit – Trade – Umwelttechnik (Aqua-4live)
4. Selmer Umwelttechnik (OXIMATE)
5. Aquagenius Wassertechnologie (IMECA® decon 40 / 80)
6. Sincerus e.K

Es existiert zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein wachsender Technologiemarkt, der jedoch durch verschiedene nicht fachgerechte Applikationen von ECA-Produkten Rückschläge erleidet [WASSER, FORUM, 2004-2006]. Insbesondere wird der Markt durch unrealistische kaufmännische Versprechungen bis zu fachlichen Falschaussagen in werbenden Internetseiten gestört.

Zweifelsfrei ist jedoch die Wirksamkeit der Herstellungstechnologie sowie ihrer Produkte bei sach- und fachgerechter Vorberatung und darauf aufbauender Anwendung beim Kunden.

B 2.3.2 Absatzbereiche und Verwertungspotenziale

Im Bereich des Projektthemas ergeben sich zusätzlich zum Einsatz bei den für die Trinkwasseraufbereitung spezialisierten THW – Einsatzkräften im In- und Ausland folgende Absatzbereiche:

- Bundeswehr
- ASB, DRK, Johanniter, MHD
- weitere private und staatliche Hilfsorganisationen (Entwicklungsländer)

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES B 2.3 Aktuelle Marktsituation B 2.3.3 Besonderheiten des Anlagenmarketing

Außerhalb des Projektthemas sind folgende Einsatzfälle zu berücksichtigen:

- Trinkwasserversorgung von Hotelanlagen, Altenheimen u.a. öffentlichen Gebäuden
- Badewasserbehandlung von Schwimmbädern verschiedener Größenklassen
- Industrierwasserversorgungen (Kühlung, Wartung)
- Tierzuchtanlagendesinfektion und Wasserzubereitungen

B 2.3.3 Besonderheiten des Anlagenmarketing

Das Anlagenmarketing im ECA-Sektor verlangt vom Verkäufer fundierte theoretische und praktische Kenntnisse in der Applikationstechnologie der erzeugten Produkte. Werden hier Einschränkungen gemacht, so ist das Marketingkonzept als „Eintagsfliege“ zu bezeichnen und der sachgerechte Einsatz gefährdet.

B 3 Konzeption und Arbeitsziele

B 3.1 Innovativer Ansatz des Projektes

Es existieren noch keine nachhaltigen Lösungsansätze oder Vorschläge zur technischen und organisatorischen Umsetzung der Diaphragmalyse-Technologie im Hochwasserschutzmanagement mit einem komplexen Umwelt- und Gesundheitsschutz.

Das anzuwendende Verfahren geht über den Stand der Technik hinaus und hat nachhaltige positive Wirkungen für die Umweltentlastung. Das betrifft die stoffliche wie energetische Seite des Verfahrens zur Herstellung von Desinfektionslösungen vor Ort sowie die mit den Produkten verbundenen Anwendungstechnologien.

B 3.2 Bearbeitungsschritte und Arbeitsziele

B 3.2.1 Anlagenkonzeption zur Produktion von OXI-sys und RED-sys

Die anlagentechnische Lösung für die Erzeugung einer hochwirksamen Desinfektionslösung optimaler Konzentration für die mobilen Trinkwasseranlagen des THW ist durch folgende Entwicklungsziele gekennzeichnet:

- Gewichtsreduzierung < 15 kg
- Energiesparend < 200 W
- Witterungsfest und robust im Einsatzfall
- Leicht bedienbar
- Produktionsleistung OXI-sys: abgestimmt auf Anwendungskapazität.
- Preiswertes selbstregelndes Steuerungs-, Reinigungs- und Qualitätssicherungssystem
- Hohe Verfügbarkeit / Zuverlässigkeit der Anlagentechnik durch hydraulische Verbesserungen

Damit besteht in der Realisierung dieser Anlagenziele bereits ein wesentliches Umweltentlastungspotential.

In Deutschland, mit den strengen und anspruchsvollen Gesetzen für die Reinheit des Trinkwassers, muss die Aufbereitungs- und Desinfektionsmittelproduktionsanlage

DESINFEKTOR pro für die Desinfektion von Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch folgende gesetzliche Grundlagen einhalten.

- § 11 TrinwV (vom 01.01.2003)
- DIN 19643
- EN 1040
- DIN 1988 Part 1-5/8
- DVWG-Arbeitsblätter W 224, 296, 623
- Konformität nach EU-Gesetz 98/83/EC vom 25.12.2003

3.2.2 Verfahrenstechnisches Umsetzungskonzept

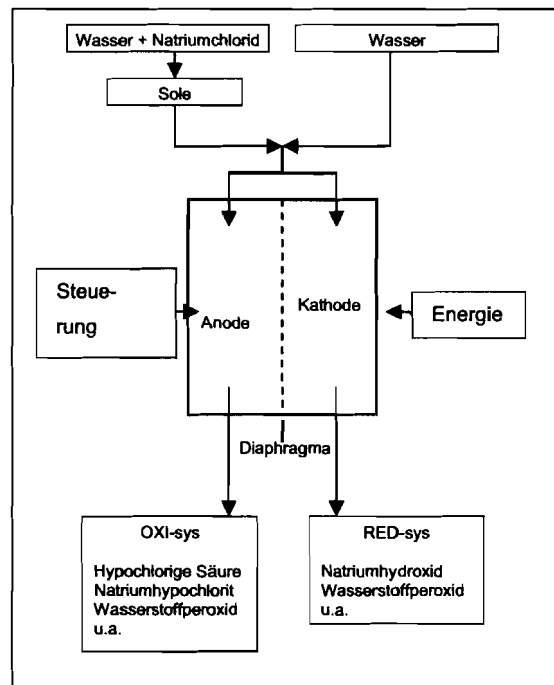


Abb. B-1: Schematischer verfahrenstechnischer Ablauf

B 3.2.2.1 OXI-sys

Folgende Zielstellung für die anlagenspezifische Produktentwicklung werden gestellt:

- Anteil am Gesamtvolumendurchsatz ca. 80 – 90 %
- Durchsatzleistung 40 - 50 l/h
- pH-Wert < 5,5
- Redoxpotential > +1150 mV
- Lagerstabil über minimal 8 Wochen

B	PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 3	Konzeption und Arbeitsziele
B 3.3	Verifizierung der Entwicklungsergebnisse bei praktischen THW-Einsatz-übungen

B 3.2.2.2 RED-sys

Folgende Zielstellung für die anlagenspezifische Produktentwicklung werden gestellt:

Anteil am GesamtTrinkwVlumendurchsatz ca. 10 – 20 %
 Durchsatzleistung 10 - 20 l/h
 pH-Wert > 11
 Redoxpotential < -900 mV
 Lagerstabil über minimal 12 Wochen

B 3.2.3 Ökonomisch-ökologische Analysen

Der Literpreis für die Produktion von OXI-sys sollte 0,02 € nicht überschreiten und das Anlageninvestment im Bereich vergleichbarer Anlagentechnik liegen. Für 1 Liter Produktion des Wettbewerbsprodukt Duritan (Durit Trade Umwelttechnik GmbH, AQUA-4LIVE) werden 16 Watt Elektroleistung benötigt. Dies ergibt einen Kostenaufwand inklusive erforderlichem Salz und Wasser von max. 3 Cent pro Liter Duritan. Für die Produktion von OXI-sys liegt die Zielstellung bei < 4 W / Liter OXI-sys und einem Kostenaufwand von < 0,02 Euro. Damit wird hinsichtlich des Energiebedarfs eine Einsparung von 75% gegenüber marktüblichen Anlagen erreicht

Prinzipiell ist die Diaphragmalyse-Technologie eine ökologisch vorteilhafte Technologie, da nur Kochsalz und Wasser als Ausgangsstoffe und keine gefährlichen Chemikalien eingesetzt werden. Weiterhin verringert die hergestellte Desinfektionslösung auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung (oxidierende Hauptkomponente ist die unterchlorige Säure) das Reaktionspotential für halogenierte Desinfektionsnebenprodukte und führt so zu einer weiteren Umweltentlastung.

B 3.2.4 Marketingstrategien

Die Hauptstrategie muss das Herausstellen des Umweltentlastungspotentials sein, gefolgt von einer adäquaten Preisstrategie für die einzelnen Zielgruppen von potentiellen Anwendern.

Die Verbindung von Produktionsanlage und Produktapplikation für die bedarfs- und einsetzungsgerechte Herstellung der Desinfektionslösung stellt eine untrennbare Einheit zur ökologisch und ökonomisch vorteilhaften Lösung der Kundenprobleme dar.

B	PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 3	Konzeption und Arbeitsziele
B 3.3	Verifizierung der Entwicklungsergebnisse bei praktischen THW-Einsatzübungen

B 3.3. Verifizierung der Entwicklungsergebnisse bei praktischen THW-Einsatzübungen

B 3.3.1 Grundlagenmittlung und Versuchsplanung

Folgende Aufgaben sind zu bearbeiten:

- Ermittlung der verfahrenstechnischen Grundlagen der Wasseraufbereitungsanlage vom Typ Krupp (8 - 10 m³/h) für die Integration der Diaphragmalyse-Technologie
 - Stoffdurchsätze
 - Energiebedarf
 - Betriebsregime
 - Bedienerfreundlichkeit
 - Anlagenverfügbarkeit / Grenzen / Service
 - Witterungsabhängigkeit
 - Anforderungen an die Mess- und Regelparameter

- Aufstellung eines Anforderungskataloges und dessen Umsetzung

- Ermittlung der konstruktiv-technischen Grundlagen der Wasseraufbereitungsanlage vom Typ Krupp (8 - 10 m³/h) für die Integration der Diaphragmalyse-Technologie
 - Materialbeschaffenheit
 - Statische Anforderungen
 - Transportstabilität
 - Anlagensteuerungstechnik
 - Aufbautechnik
 - Anlagengestaltung
 - Energieversorgung

- Aufstellung eines Anforderungskataloges und dessen Umsetzung

- Testeinsatz der Anlagentechnik unter Praxisbedingungen
 - a. Untersuchungen zum Einsatz der Diaphragmalyseprodukte zur Vorbehandlung (Integrierte Desinfektion / Fällung/Flockung)
 - b. Untersuchungen zum Einsatz von OXY-sys in der Enddesinfektion
 - c. Untersuchungen zum pH-Regulationspotential von RED-sys in der Vorbehandlung

B	PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 3	Konzeption und Arbeitsziele
B 3.3	Verifizierung der Entwicklungsergebnisse bei praktischen THW-Einsatzübungen

Untersuchung zur Endwasserqualität von zwei unterschiedlichen Rohwässern

- Untersuchung relevanter physikalischer, chemischer und mikrobiologischer Parameter des Rohwassers
- Untersuchung relevanter physikalischer, chemischer und mikrobiologischer Parameter des behandelten Trinkwassers gemäß Parameter der TrinkwV
- Untersuchungen zum Nachweis der Bildung möglicher Chlor-Organika beim Produkteinsatz in der Wasserbehandlung

Verifizierung der Untersuchungsergebnisse nach Praxiseinsatz

- Erarbeitung von:

- Allgemeinen Verfahrensvorschriften beim THW-Einsatz
- Bedienungs- und Wartungsvorschriften zum DESINFEKTOR pro

- Endbegutachtung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Umweltaspekt

- Möglichkeiten des chlorfreien Arbeitens
- Verzicht auf Gefahrguttransporte (Kochsalz einziges festes Ausgangsprodukt)
- Verfahrenssicherheit am TWAA-Standort
- Gesundheits- und Arbeitsschutz

Betriebswirtschaftliche Aspekte und Bewertungen

- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Instandhaltungs-/ Servicekosten

Ausblick auf weitere notwendige Untersuchungen und Anwendungen

- Zulassungsproblematik, TrinkwV - Anforderungen
- Maßstabsübertragungsproblematik
- Reinigung von THW – Ausrüstungen u.a.

B 4 Material und Methoden

B 4.1 Analytische Methoden

B 4.1.1 Probenahme

Wasserproben für die Bestimmung der chemischen, physikalischen und sensorischen Parameter wurden in 500 ml Flaschen aus Duranglas genommen. Die Probeflaschen wurden mehrmals mit dem zu untersuchenden Wasser gespült und im Anschluss unter Luftabschluss vollständig gefüllt. Die Probenahme zum Nachweis von adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (AOX) erfolgte in braunen 250 ml Glasflaschen mit Schliff, die zur Probenkonservierung mit 1 ml 10 mol/l Salpetersäure versetzt waren. Die Schliffflaschen wurden mit dem zu untersuchenden Wasser aufgefüllt.

Die Probenahme für die mikrobiologischen Untersuchungen fand in hitzesterilisierten Duranglas-Flaschen mit 500 ml Inhalt statt. Die Probeflaschen wurden mit dem zu untersuchenden Wasser zu $\frac{3}{4}$ gefüllt. Wasserhähne wurden vor der Probenahme für die mikrobiologischen Nachweise mit einem Gasbrenner abgeflammt.

B 4.1.2 Bestimmung des pH-Wertes

Die Messung des pH-Wertes erfolgte mit einem pH-340/B Set pH/mV-Meßgerät (WTW, Weilheim), das über eine SenTix 41 pH-Einstabmeßkette mit integriertem Temperaturfühler verfügte. Die Meßgenauigkeit des pH-Meters betrug für den pH-Wert $\pm 0,01$ pH-Einheiten, für die Spannung ± 1 mV und für die Temperatur $\pm 0,1$ K. Zur Kalibrierung standen die Pufferlösungen Certipur (Merck, Darmstadt), pH 4,00 und 7,00 bei 20°C (Pufferlösung rückführbar auf SRM von NIST und PTB) zur Verfügung.

Notwendige Einstellungen der pH-Werte der Proben für die chemischen Untersuchungen wurden mit den Spezialindikator-Stäbchen pH 2,0 - 9,0, pH 4,0 - 7,0, pH 5,2 - 7,2 und pH 6,5 - 10 (Merck, Darmstadt) überprüft.

B 4.1.3 Bestimmung des Redoxpotentials

Die Messung der Redoxspannung fand mit einem pH-340/B Set pH/mV-Meßgerät (WTW) unter Verwendung einer Redox-Einstabmeßkette SenTix ORP (Platin-Silber/Silberchlorid) statt. Zur Kalibrierung diente die Redox-Kalibrierlösung RH 28 (WTW), die bei 25°C ein Redoxpotential von 220 mV und einen pH-Wert von 7,00 aufwies.

B 4.1.4 Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit einem LF 318/Set Konduktometer (WTW) gemessen, an das eine Standard-Leitfähigkeitsmeßzelle TetraCon 325 mit integriertem Temperaturfühler angeschlossen war. Die Meßgenauigkeit des Konduktometers wurde vom Hersteller mit $\pm 0,5$ % vom Meßwert für die Leitfähigkeit und mit $\pm 0,1$ K für die Temperatur angegeben. Als Kontrollstandard für die Leitfähigkeitsmesszelle diente eine 0,01 mol KCl-

Lösung (Hanna, Italien) nach DIN 38404 / ISO 7888 mit einer Leitfähigkeit von 1413 $\mu\text{S} / \text{cm}$ bei 25 °C.

B 4.1.5 Bestimmung der Trübung

Die Trübungsmessung erfolgte mit einem Trübungsmessgerät HI 93703 (Hanna) durch Messung der Streustrahlen nach ISO 7027. Als Strahlungsquelle diente eine IR-LED (Infrarot-Leuchtdiode) mit Emissionsmaximum bei 890 nm und als Detektor eine Silikon-Fotozelle im 90° Winkel zur Leuchtdiode. Die Messgenauigkeit betrug $\pm 5 \%$ (Bereich 0 - 10 FNU), $\pm 10 \%$ (Bereich 10 - 50 FNU) und $\pm 5 \%$ (Bereich 50 – 1000 FNU) vom Messwert. Die Kalibrierung des Trübungsmessgerätes wurde mit den Kontrollstandards AMCO-AEPA-1 0 FTU (Hanna) und AMCO-AEPA-1 10 FTU (Hanna) durchgeführt.

B 4.1.6 Bestimmung der Färbung und der Färbung Hazen

Die Messung der Färbung erfolgte analog EN ISO 7887 bei einer Wellenlänge von 445 nm (Bandbreite < 10 nm) und die der Färbung Hazen (Platin-Cobalt-Standard-Methode) analog APHA 2120B bei einer Wellenlänge von 340 nm (Bandbreite < 10 nm) mit einem Filter-Photometer Nova 60 (Merck) in 50-mm-Küvetten. Von dem Probematerial wurden jeweils Zwei- bis Dreifachbestimmungen durchgeführt. Die Parameter wurden vor und nach Filtration durch einen 0,45 μm Porenfilter (Schleicher und Schüll, Dassel) bestimmt.

B 4 1.7 Bestimmung der chemischen Parameter

Der Nachweis chemischer Inhaltsstoffe wurde im Rahmen der mobilen Analytik mit Spectroquant-Testsätzen (Merck) durchgeführt. Die Messung der gebildeten Farbkomplexe erfolgte mit einem Filterphotometer, Modell Nova 60. Für die meisten Analysen wurden Spectroquant-Reagenzienteste (RT) verwendet, die im Allgemeinen eine um den Faktor 10 niedrigere Nachweisgrenze als Küvettenteste aufweisen. Die CSB-, Natrium- und Sulfat-Bestimmungen wurden mit Spectroquant-Küvettentesten (KT) durchgeführt. Gesamt- und Carbonathärte wurden ebenfalls mit Merck-Testsätzen bestimmt (s. Tabelle 1). Zur internen Qualitätssicherung standen Standardlösungen der zu untersuchenden Parameter sowie CombiCheck 30 und 40 (Merck) zur Verfügung.

Die mobile Analytik von Merck erlaubt für zahlreiche Parameter eine halbquantitative Bestimmung. Diese Information reicht vielfach aus, um zwischen kritischen und unkritischen Proben zu unterscheiden. Eine exakte Analytik und genaue Beurteilung des Wassers kann dadurch nicht ersetzt werden. Wichtig für die Belange des THW als Katastrophenschutzorganisation ist es jedoch, dass durch die sofortigen Ergebnisse der mobilen Analytik die Verfahrenstechnik oder die Wahl der Rohwasserquellen optimiert werden kann. Oftmals bietet das mobile Labor bei den weltweiten humanitären Einsätzen des THW die einzige Möglichkeit vor Ort, Untersuchungen durchzuführen.

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 4 Material und Methoden
B 4.1 Analytische Methoden

Testsatz	Bestell-Nr.	Meßbereich	Methode
Aluminium RT	1.14825.001	0,02 - 1,2 mg/ml Al ³⁺	Chromazurol S analog DIN ISO 10566E30
Ammonium RT	1.14752.001	0,013 - 3,86 mg/l NH ₄ ⁺	Indophenolblau analog DIN 38406 E5 / ISO 7150/1
Chlor RT	1.14828.001	0,008 - 12,0 mg/l Cl ₂	DPD analog DIN 38408 G4 / EN ISO 7393
Chlor RT	1.00598.001	0,010 - 6,0 mg/l Cl ₂	DPD analog DIN 38408 G4 / EN ISO 7393
Chlorid RT	1.14897.001	2,5 - 250 mg/l Cl ⁻	Eisen (III)-thiocyanat analog EPA 325.1
CSB KT	1.14560.001	4,0 - 40,0 mg/l CSB	Oxidation mit Chromschwefelsäure/ Bestimmung als Chromat analog ISO 15705
CSB KT	1.14541.001	25 - 1500 mg/l CSB	Oxidation mit Chromschwefelsäure/ Bestimmung als Chromat analog ISO 15705
Eisen RT	1.14761.001	0,005 - 5,0 mg/l Fe ^{2+,3+}	Reduktion sämtlicher Fe-Ionen zu Fe ³⁺ / Triazin
Fluorid KT	1.14557.001	0,10 - 1,50 mg/l F ⁻	Alizarinkomplexon analog EPA 340.3
Mangan RT	1.14770.001	0,01 - 10,0 mg/l Mn ²⁺	Formaloxim analog DIN 38406 E2
Nitrat RT	1.14773.001	0,9 - 88,5 mg/l NO ₃ ⁻	Benzoessäurederivat Nitrospectral
Natrium KT	1.00885.001	10 - 300 mg/l Na ⁺	Bestimmung der äquivalenten Chlorid-Ionen
Nitrit RT	1.14776.001	0,007 - 3,28 mg/l NO ₂ ⁻	Griess-Reaktion analog DIN EN 26777 D10
ortho-Phosphat RT	1.14848.001	0,03 - 15,3 mg/l PO ₄ ²⁻	Phosphormolybdänblau analog DIN EN 1189 D11
Sulfat KT	1.14548.001	5 - 250 mg/l SO ₄ ²⁻	Bariumsulfat, turbidimetrisch analog EPA 375.4
Carbonathärte (Aquamerck)	1.11103.001	1 - 20 °dH	Acidimetrische Titration
Gesamthärte (Aquamerck)	1.11104.001	1 - 20 °dH	Komplexometrische Titration mit Titriplex® III

Tabelle B-4: Verwendete Testsätze zur Bestimmung chemischer Parameter.

Die Bestimmung adsorbierbarer organischer Halogenverbindungen (AOX) erfolgte nach DIN EN 1485, H14 durch das Umweltanalytiklabor Dr. Weißling, Altenberge/Oppin.

B 4.1.8 Bestimmung der mikrobiologischen Parameter

Die mikrobiologische Wasseruntersuchung zum Nachweis von *Escherichia coli* (*E. coli*) und coliformen Bakterien wurde mit dem Testverfahren Colilert-18/Quanti-Tray (IDEXX, USA) durchgeführt. Dieses Nachweisverfahren ist von der Trinkwasserkommission des Umweltbundesamtes als Alternative zum ISO 9308-1-Verfahren zum quantitativen Nachweis von *E. coli* und Coliformen gemäß § 15 Abs. 1 TrinkwV 2001 zugelassen. Es beruht auf der Aktivität der Enzyme β -Galactosidase (Coliforme) und β -Glucuronidase (*E. coli*). Während der Inkubationszeit verstoffwechseln Coliforme einen im Medium enthaltenen Nährstoffindikator und bewirken eine Farbänderung von farblos zu gelb. Bei Anwesenheit von *E. coli* wird zusätzlich durch die Aktivität der β -Glucuronidase aus dem Substrat das

fluoreszierende 4-Methylumbelliferon freigesetzt. Die Fluoreszenz wird mittels einer UV-Lampe sichtbar gemacht. Der Nachweis von Enterokokken erfolgte mit dem Enterolert-E/Quanti-Tray-Verfahren (IDEXX), das auf der Aktivität des Enzyms Glucosidase beruht und bei positiven Befunden zu einer Fluoreszenz des Nährmediums führt. Es korreliert mit dem Standardverfahren zum Nachweis von Enterokokken der EU-Trinkwasserverordnung ISO 7899-2.

Jeweils 100 ml Wasserprobe wurde in ein steriles Kunststoffgefäß gefüllt und mit dem Trockenmedium Colilert-18/100 oder Enterolert-E/100 versetzt. Die Gefäße enthielten Natriumthiosulfat, um im Wasser enthaltenes Chlor bis zu einer Konzentration von 10 ppm zu binden. Nach Auflösen des Pulvers wurde die Probe zwecks Quantifizierung nach dem MPN-Prinzip (Most-Probable Number) in ein Tray mit 51 (Quanti-Tray) oder mit 97 Vertiefungen (Quanti-Tray 2000) überführt und mit einem Versiegelungsgerät versiegelt. Nach der Inkubation für 18-20 h bei $36 \pm 1^\circ\text{C}$ (Colilert-18) und für 24-26 h bei $41 \pm 0,5^\circ\text{C}$ (Enterolert-E) erfolgte eine Zählung der gelb gefärbten und/oder fluoreszierenden Vertiefungen mit anschließender Quantifizierung der Bakterien anhand der mit den Quanti-Trays gelieferten MPN-Tabellen.

Zur Bestimmung der Koloniezahl wurde die Quanti-Disc-Methode (IDEXX) oder das Simplate-Verfahren (IDEXX) eingesetzt. Beide Tests nutzen mehrere Enzymsubstrate, die bei Metabolisierung durch im Wasser vorkommende Bakterien eine blaue Fluoreszenz aufweisen. Das Quanti-Disk-Verfahren korreliert mit dem Plattengussverfahren, bei dem gemäß ISO-Norm 6222 Hefeextrakt-Agar bei $22 \pm 2^\circ\text{C}$ für 68 ± 4 und bei $36 \pm 1^\circ\text{C}$ für 44 ± 4 h inkubiert wird. Für diese Methode wurden 4 ml und für die Simplate-Methode 10 ml mit Natriumthiosulfat versetzte Wasserprobe verwendet. Nach der Inkubation erfolgte eine Auszählung der fluoreszierenden Felder und anschließend eine Quantifizierung anhand der mitgelieferten MPN -Tabellen.

Ausgewertete mikrobiologische Proben wurden im Sanoclav (Wolf, Bad Überkingen-Hausen) bei 121°C für mindestens 30 min autoklaviert.

B 4.2 Anlage und Verfahrenstechnik der THW-Trinkwasseraufbereitung

Die Vorbehandlung von Rohwasser, die eine Flockung/Fällung von Schwebstoffen, eine Primärdesinfektion sowie - falls erforderlich - eine Einstellung des pH-Wertes umfasste, wurde in 25 m³ fassenden Schnellmontagebehältern (SMB Airmatic, Herner) durchgeführt. Als Flockungsmittel dienten Eisen(III)-chlorid-6-hydrat (Riedel-de Haen, Seelze) oder Eisen(III)-chlorid wasserfrei (Sterling Berkefeld, Celle), das in Konzentrationen von bis zu 12 mg/l als Fe eingesetzt wurde. Calciumhydroxid (Sterling Berkefeld) oder die bei der Diaphragmalyse gebildete RED-sys-Lösung „eine verdünnte Natronlauge“- wurde für die Einstellung des pH-Wertes auf einen Bereich von 7,0 bis 7,5 verwendet. Die Desinfektion

erfolgte mit der durch Diaphragmanalyse hergestellte OXI-sys-Lösung oder mit Calciumhypochlorit (Sterling Berkefeld), das einen Gehalt von 65% aktivem Chlor aufwies.

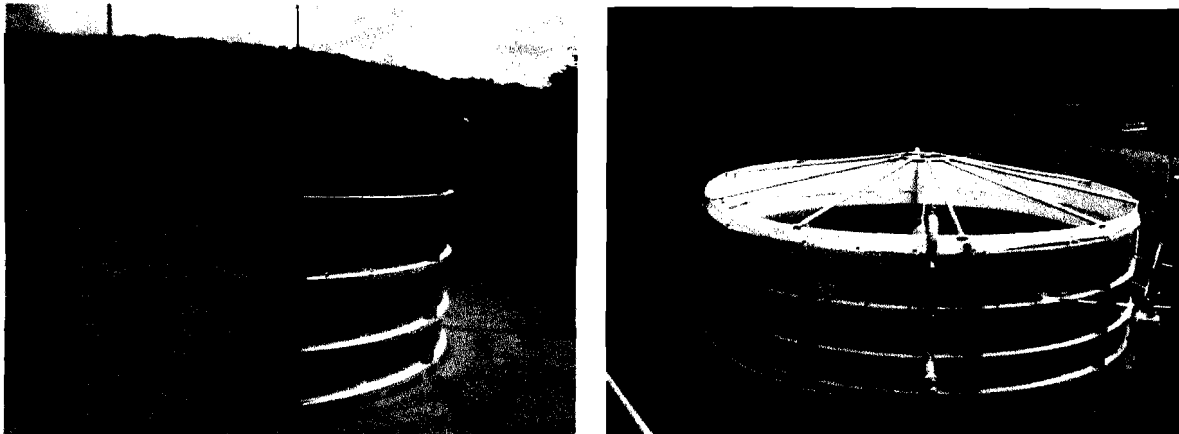


Abb. B-2: Segment eines mobilen Schnellmontagebehälters (links). 25 m³ Schnellmontagebehälter im aufgebauten Zustand.

Nach erfolgter Sedimentation wurde das vorbehandelte Rohwasser mit einer Trinkwasseraufbereitungsanlage Typ Krupp gefiltert, deren Durchsatzleistung 8 - 10 m³/h betrug. Das Wasser durchströmte zunächst drei parallel geschaltete Kiesfilter (Körnung 1,2 – 2,0 mm) und anschließend zwei parallel geschaltete Aktivkohlefilter, die mit granulierter Aktivkohle (Körnung 2,0 - 4,0 mm; Calgon Carbon Corporation, USA) gefüllt waren. Die Filter wurden in regelmäßigen Abständen zurückgespült. Das Wasser wurde nach der Aufbereitung in abgedeckten Schnellmontagebehältern mit 50 m³ Inhalt, die mit einer für Trinkwasser zugelassenen Folie ausgekleidet waren, gelagert.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde bei der Anwendung von OXI-sys auf eine Sekundärdesinfektion verzichtet, um Aussagen über die Aufbereitungsqualität der einzelnen Verfahrensschritte zu erhalten. Wasserproben wurden vom Rohwasser, nach der Vorbehandlung, vor und nach Durchströmen der Kiesfilter sowie nach Durchströmen der Aktivkohlefilter entnommen und untersucht. Bei Verwendung von Calciumhypochlorit erfolgte zum Teil eine Sekundärdesinfektion des aufbereiteten Wassers durch automatische Zugabe des Desinfektionsmittel mittels einer Dosierpumpe in einer Konzentration von 0,1 - 0,6 mg/l freies Chlor.

B PLANUNG UND ABLAUF DES FORSCHUNGSPROJEKTES
B 4 Material und Methoden
B 4.1 Analytische Methoden



Abb.B-3: Die mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage (TWAA) Typ Krupp ist in einem Kofferaufbau auf einem LKW untergebracht (links). Im Vordergrund ist einer der beiden hintereinander stehenden Aktivkohlefilter zu sehen. Hinter den Aktivkohlefiltern ist einer der drei nebeneinander stehenden Kiesfilter erkennbar (rechts).

C	ERGEBNISSE
C 1	Entwicklung und Erprobung Anlagentechnik
C 1.1	Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro

C ERGEBNISSE

C 1 Entwicklung und Erprobung Anlagentechnik

C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro

Ein Ziel dieses DBU-Projektes war die technische Entwicklung einer Produktionsanlage für die elektrochemische Herstellung eines hochwirksamen Desinfektionsmittels zur Trinkwasserdesinfektion bei den im Katastrophenfall eingesetzten Trinkwasseranlagen des THW. In Zusammenarbeit mit den THW-Ortsverbände Ibbenbüren und Havixbeck wurden die technischen Bedingungen festgelegt, um eine sichere und zuverlässige Anlage für die unterschiedlichen Bedingungen im Katastrophenfall zur Verfügung zu haben. Insbesondere soll die Anlage auch bei Auslandseinsätzen in entlegenen Gebieten und bei längeren Einsatzzeiten die zuverlässige Trinkwasserdesinfektion ermöglichen ohne die Unsicherheit der Verfügbarkeit spezieller Chlorchemikalien unter den spezifischen Bedingungen bei Auslandseinsätzen. Diese Zielstellungen konnten erreicht und durch die Erprobung der Anlage in mehreren Feldversuchen bewiesen werden.

C 1.1.1 Ausgangssituation

Ausgangspunkt der Erprobungs- und Entwicklungsarbeiten war eine Laboranlage auf der Grundlage der Diaphragmalyse - Technik zur elektrochemischen Umwandlung einer verdünnten Kochsalzlösung in eine hochwirksame Desinfektionslösung. Die vorhandene Anlage ermöglichte einen konstanten Betrieb nur über relativ kurze Zeit (wenige Stunden), wonach eine starke Stromabnahme und damit verbunden eine Zunahme des pH-Wertes von OXI-sys bis pH = 8 auftraten. Die für eine gleichmäßige Qualität des Produktes mit hoher desinfizierender Wirkung notwendige stabile Fahrweise der Anlage und eine ausreichende Produktionskapazität konnten nicht gesichert werden. Ursachen für die instabile Betriebsweise der Anlage waren vor allem die Härte des eingesetzten Wassers und hydraulische Probleme in der Anlage.

C ERGEBNISSE
C 1 Entwicklung und Erprobung Anlagentechnik
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro

Die Abbildungen C-1 und C-2 vermitteln eine Übersicht über die Trinkwasserhärte am Erprobungsort und ihre Auswirkungen auf die Diaphragmalysezelle..

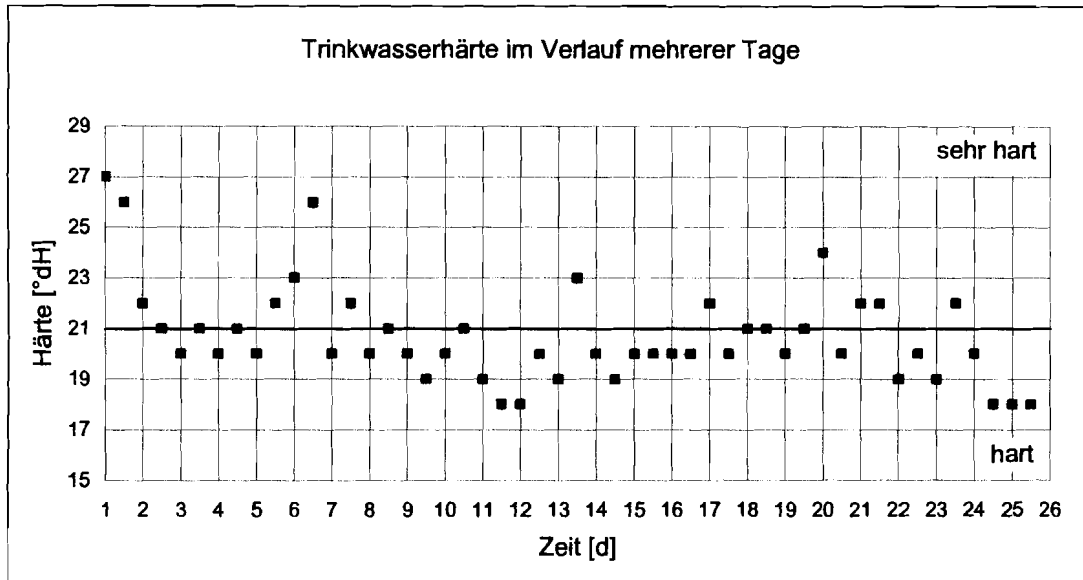


Abb. C-1: Schwankungen der Wasserhärte in Köthen

Abb. C-2: Zerstörte Reaktionszelle durch Verkalkung

Negative Erfahrungen mit den bisher eingesetzten technischen Anlagenkomponenten und Materialien, unzureichende labortechnische Untersuchungen und ungenügende praktische Erprobungen mit Untersuchungen zur Desinfektionswirkung sowie die spezifischen Anforderungen an einen robusten Anlagenbetrieb für den Einsatz der Desinfektionsanlage waren Anlass zur konzeptionellen Überarbeitung mit einem konkreten Arbeits- und Zeitplan.

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.2 Verfahrenstechnik

C 1.1.2 Verfahrenstechnik

In der Abbildung C-4 ist der schematische Aufbau der eingesetzten Reaktionszellen mit geometrischen Abmessungen ersichtlich.

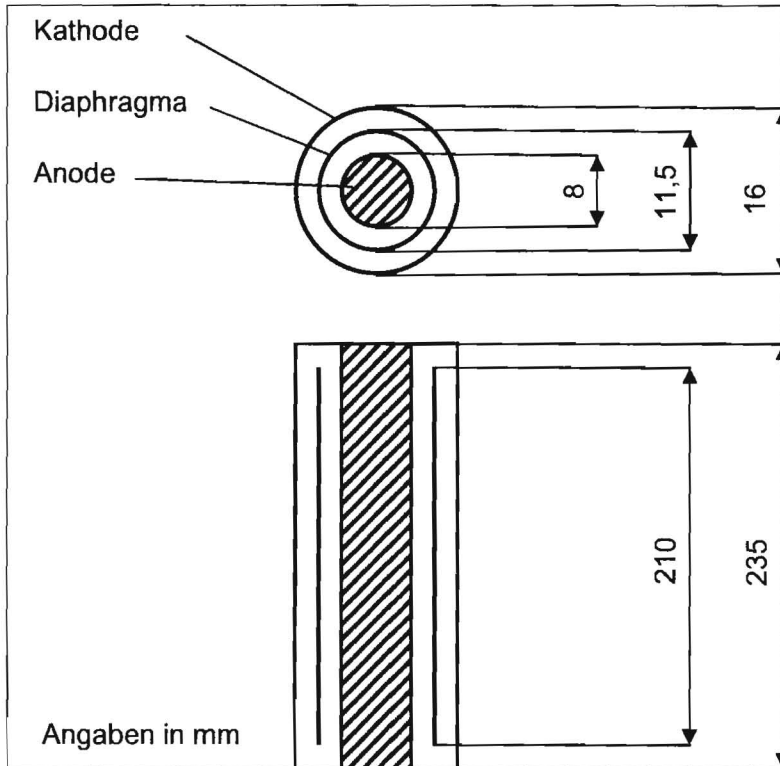


Abb. C-4 : Schematischer Aufbau Reaktionszelle - ECA

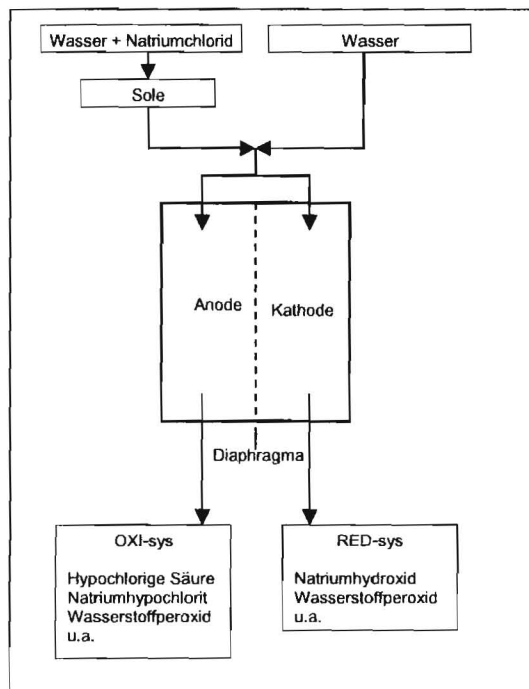


Abb. C-5: Funktionsprinzip der Membranzellenelektrolyse - Diaphragmanalyse

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.2 Verfahrenstechnik

Die Reaktionszelle besteht aus einer zylindrischen mischoxid-beschichteten Anode und einer Kathode, die durch eine Membran (Diaphragma) getrennt sind. Die Membranzellenelektrolyse wird daher als Diaphragmalyse bezeichnet. Das Diaphragma stellt einen ionendurchlässigen Separator dar. Die im Anodenraum gebildete aktive Lösung kann sich nicht mit der im Kathodenraum entstehenden Lösung vermischen. Im Unterschied zu einer herkömmlichen Elektrolyse besteht hier der Verwendungszweck darin, nicht auf den Komplettumsatz eines bestimmten Stoffes abzielen. Vielmehr wird eine hohe Reaktionsfreudigkeit mit starker Desinfektionswirkung der anodischen Lösung (OXI-sys) angestrebt. In Abbildung C-5 ist die Funktionsweise der Diaphragmalyse dargestellt.

Tab. C-1: Verfahrenstechnische Parameter

Betriebswasserdurchfluss + NaCl-Sole	60 l/h davon ca. 2,4 l/h NaCl-Sole (4%)
Kapazität OXI-sys	ca. 50 l/h
Kapazität RED-sys	ca. 10 l/h
max. Medientemperatur	40° C
min. Umgebungstemperatur	5° C
Verhältnis OXI-/RED-sys	5:1 Volumenanteile

Zusatzstoffe / Voraussetzungen

- Wasseranschluss ½" oder ¾"
- Jodfreies Siedesalz
- Herstellung der Sole: In 10 l Wasser müssen 2 kg Salz vollständig gelöst sein
- Behälter aus Kunststoff für OXI-sys, RED-sys, Sole und Reinigungsmittel

Für einen stabilen Anlagenbetrieb war der Zusammenhang zwischen der Betriebszeit des Desinfektors und der Wasserhärte des eingesetzten Betriebswassers zu ermitteln. Dazu wurden bei konstanten Betriebsparametern die Wasserhärte variiert und die Stromstärke an

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.2 Verfahrenstechnik

den Reaktionszellen sowie der pH-Wert, die Temperatur und das Redoxpotential der hergestellten Desinfektionslösung im zeitlichen Verlauf gemessen. Das am Versuchsstandort Köthen eingesetzte Trinkwasser hatte, wie in Abbildung C-1 zu erkennen ist, einen durchweg sehr hohen Härtegrad. Die Grafik stellt im Verlauf mehrerer Tage die Werte der Trinkwasserhärte dar. Auf der Abszisse aufgetragen sind die Tage, wobei die Ordinate den Härtegrad abbildet. Es wurde jeweils zweimal an einem Tag zur gleichen Uhrzeit die Härte gemessen. Die Trinkwasserhärte in Köthen betrug im Mittel 21°dH mit Schwankungen zwischen 18°dH und 27°dH.

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass bei einem Härtegrad größer 0°dH kein langzeitstabiler Betrieb erreicht werden kann. Die zuverlässige Funktion der Reaktionszellen ist nicht gewährleistet und Kalkablagerungen in den Bedienelementen, Schläuchen und Armaturen treten auf.

Abbildung C-6 verdeutlicht den Einfluss der Wasserhärte auf die Stromstärke und pH-Wert.

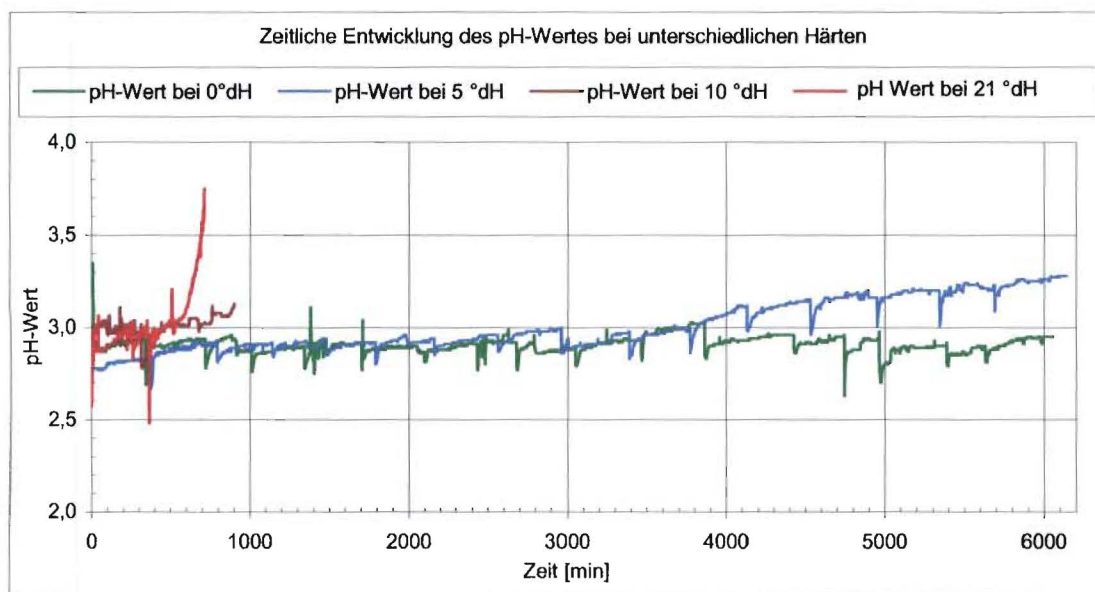


Abb. C-6 : pH-Wert-Verhalten der Anlage bei unterschiedlicher Gesamtwasserhärte und Betriebszeiten

Zur Vermeidung dieser Störungen wurden folgende Lösungswege untersucht.

- Enthärtung des Betriebswassers
- Periodische Reinigung der kompletten Desinfektionsanlage mit Essig- oder Zitronensäure

Beide Lösungswege wurden erfolgreich getestet und sind realisierter Bestandteil der technischen Konzeption der Desinfektionsanlage.

Enthärtung des Betriebswassers

Für die Enthärtung stehen kommerzielle Anlagen als Komponenten der Gesamtanlage zur Verfügung. Sie verwenden Kationenaustauscher für den Austausch der Härtebildner Calcium- und Magnesiumionen im Betriebswasser, die gegen Natriumionen an einem porösen Kunstharz ausgetauscht werden (s. Abb C-7). Je nach eingesetztem Ionenaustauscherharz können von teil- bis hin zu vollenthärtetem Wasser verschiedene Wasserqualitäten hergestellt werden. Das so behandelte Wasser weist somit einen erhöhten Anteil an Natriumionen in Lösung auf. Am Austauscherharz gebunden werden hingegen die Calcium- und Magnesiumionen. Wird die Austauschkapazität des Austauscherharzes erreicht, erfolgt kein Ionenaustausch mehr und die Härtebildner verbleiben im Wasser. Für die weitere Wasserenthärtung muss dann das Austauscherharz mit einer Kochsalzlösung regeneriert werden. Durch eine stündliche Messung der Wasserhärte am Enthärterausgang wurde der Zeitpunkt für eine Regeneration ermittelt. Für die Einstellung einer bestimmten Wasserhärte wurde das vollständig enthärtete Wasser am Ausgang des Ionenaustauschers mittels einer Mischbatterie mit Leitungswasser gemischt (verschnitten).

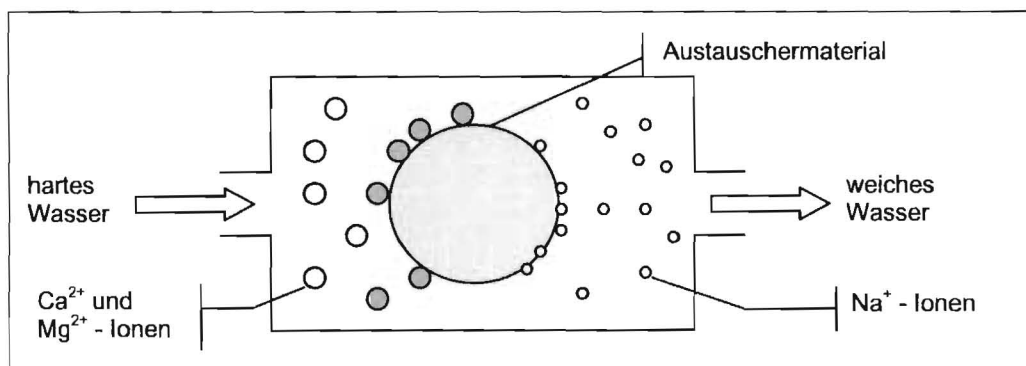


Abb. C-7: Schematische Darstellung des Ionenaustausches

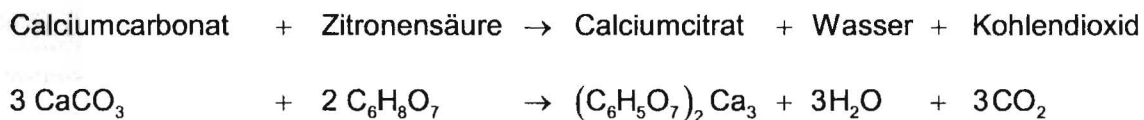
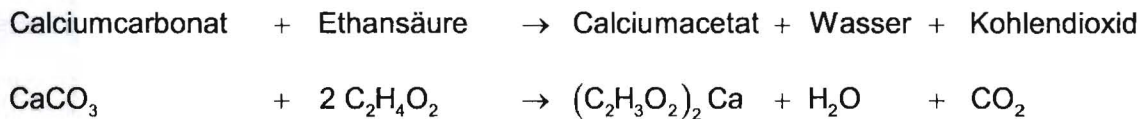
Für die einzusetzende Anlagenkonfiguration wurden elektrisch und rein mechanisch gesteuerte Ionenaustauscheranlagen getestet. Für den Feldeinsatz wird eine robuste, mechanisch durch den Durchfluss gesteuerte (also stromlose) Austauscheranlage empfohlen.

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.2 Verfahrenstechnik

Reinigung

Um Niederschläge (Kalk) am Diaphragma und an den Elektroden effektiv zu entfernen, wurde eine Säurebehandlung mit zwei organischen Säuren (Zudosierung von 50%iger Zitronensäure oder 96%ige Essigsäure) untersucht. Als Indikator für die Belegung / Reinigung wurde die Stromstärke an den Elektroden herangezogen. Es wurde ermittelt, welche Säure die beste Eignung aufweist und ob durch Spülungen mit Sole zwischen den Säurezugaben ein besseres Reinigungsergebnis zu erzielen ist.

Nachfolgend sind beispielhaft die Reaktionsgleichungen beider Säuren mit Kalk dargestellt.



Vergleich verschiedener Reinigungsmittel bei Betriebsweise 5:1

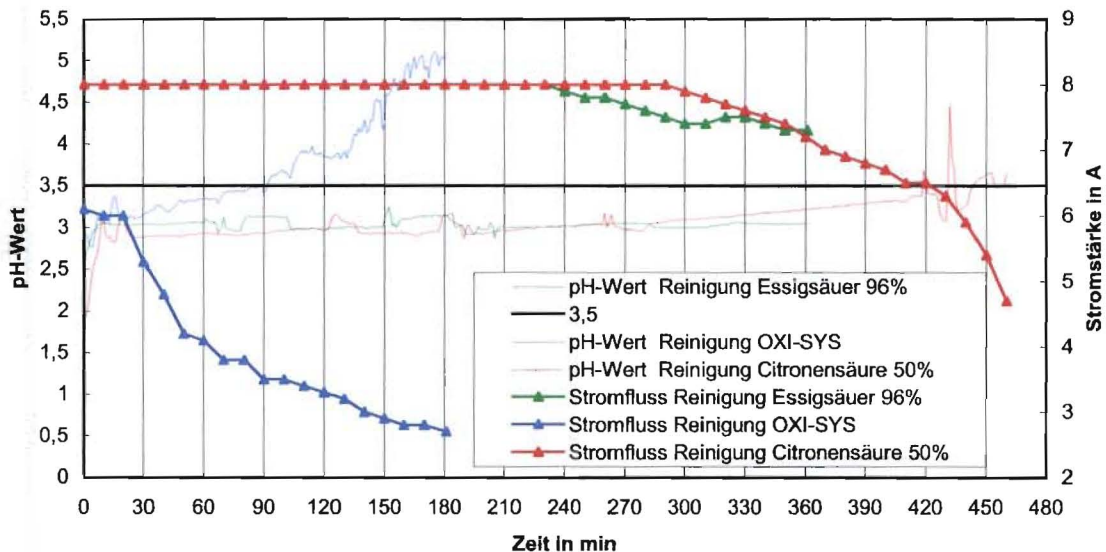


Abb. C-8: Effektivitätsvergleich der angewandten Reinigungsmittel

Nach den durchgeführten Untersuchungen ist die Reinigung mit Essigsäure nachhaltiger als mit Zitronensäure insbesondere bei Anwendung von Zwischenspülungen mit Sole.

C 1.1.3 Gerätetechnik

Änderung des wassertechnischen hydraulischen Anlagenteiles



Abb. C-9: Neuentwickelter wassertechnischer Anlagenblock

Abbildung C-9 zeigt den technisch weiterentwickelten wassertechnischen Anlagenblock der Desinfektionsanlage mit folgenden Änderungen:

- Hydraulisch optimierte Wasserführung / Solemischung
- Höhere Standfestigkeit von Schläuchen, Verbindungselementen, Armaturen bei korrosiven Einwirkungen
- Verbesserte Montage der hydraulischen Anschlüsse
- Austausch von Armaturen mit verbesserten Einstellmöglichkeiten
- Einsatz von Reaktionszellen mit geringerem elektrischen Leistungsbedarf bei gleichbleibender Kapazität der Anlage hinsichtlich Durchsatz und Konzentration wirksamer Oxidantien von OXI-sys
- Einsatz von Kunststoffgehäusen statt metallischer Gehäuse (Gewichtseinsparung und Berührungsschutz der transportablen Anlage sowie bessere Medienbeständigkeit)

Änderungen des elektrotechnischen Anlagenteiles

- Ablösung der SPS-Technik durch eine zuverlässige, einfach zu bedienende und kostengünstige Logiksteuerung
- Optimierung der sicherheitstechnischen Abschaltungen sowie der Steuerung der Eingangparameter für die stabile Prozessführung
- Änderung der Signalaufbereitung für die Drehzahlregelung der Solepumpe
- Optimierung der Betriebsweisen (Produktion, Reinigung, Abschaltvorgang / Spülen)

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.3 Gerätetechnik



Abb. C-10: Frontansicht elektrotechnischer Anlagenblock

Technische Parameter der Anlage DESINFEKTOR pro

Energieversorgung	extern
Elektrischer Anschluss	230 V, 50 Hz
Steuerspannung	24 VDC
max. Leistungsaufnahme	150 Watt
max. Stromaufnahme	8 A
Betriebsdruck Wasser	ca. 1,2 bar
max. Wasserdruck	2,0 bar

C ERGEBNISSE

C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro

C 1.1.4 Elektronische Steuerung

Anlagenschema – DESINFEKTOR pro

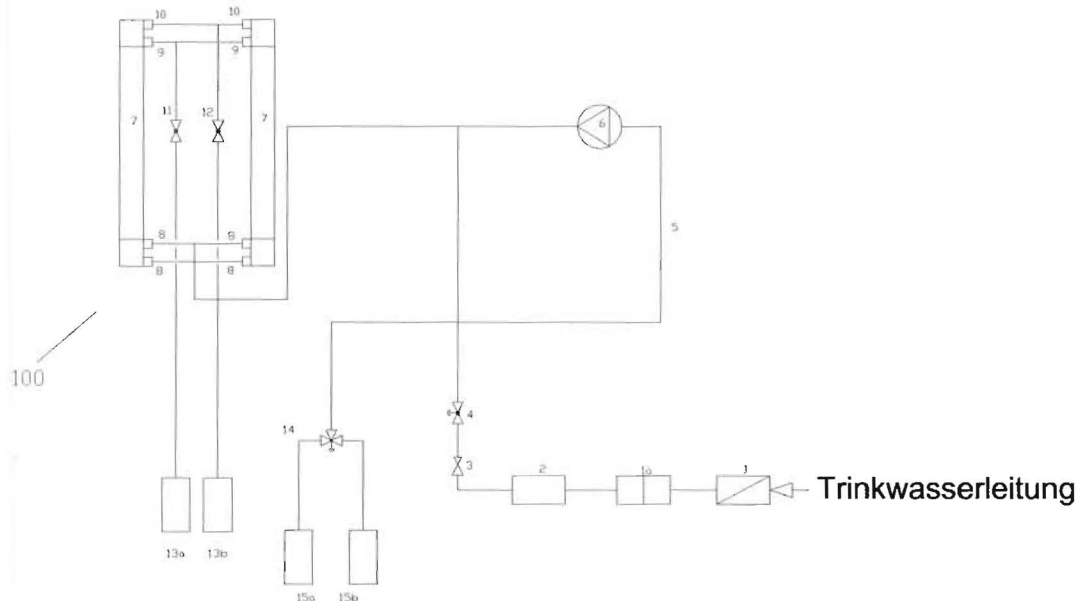


Abb. C-11: Vereinfachtes Anschlussschema (beispielhaft an Trinkwasserleitung)

Bezeichnung der Bauteile: siehe Anhang 1 Technische Dokumentation

C 1.1.4 Elektronische Steuerung

Programmwahl

Durch den Wahlschalter (Abb. C-12) kann das gewünschte Programm gewählt werden. Folgende Programmarten stehen zur Verfügung:

- 0 – keine Funktion
- 1 – Produktionsbetrieb
- 2 – Reinigung der Anlage
- 3 – Spülung der Anlage mit Wasser



Abb. C-12: Programmwahlschalter

Programm „Produktionsbetrieb“

Zum Beginn der Produktion muss der Programmwahlschalter in Schaltstellung 1 gebracht werden. Durch Drücken der Taste „START“ beginnt die Produktion.

Der Anlagenbetrieb in der Schalterstellungen 1 ist vollautomatisch, d.h. der Produktionszyklus wird vollautomatisch überwacht und es werden eventuell notwendige Reinigungen ausgelöst und vollautomatisch durchgeführt. Zum Beenden der Funktion „Produktion“ dient der „STOP“ - Funktionstaster. Beim Drücken werden alle Steuerblöcke zurückgesetzt und die Anlage ist zum Start einer der unter C 1.1.4 „Programmwahl“ angegebenen anderen Funktionen bereit.

Während des Betriebes muss bei Erreichen des minimalen Füllstandes in Behälter 15a (Vorlage Sole), Sole neu hergestellt und aufgefüllt werden.

Bei optionaler Füllstandsüberwachung wird bei Erreichen des minimalen Füllstandes im Display „Füllstand Sole minimal“ angezeigt. Die Anlage geht in die Standby-Funktion bis ein ausreichender Füllstand in 15a gegeben ist.

Programm „Reinigung Anlage“

Das Programm „Reinigung“ dient zur Reinigung der Gesamtanlage und insbesondere der Reaktoren. Es wird im Rahmen der Anlagenwartung durchgeführt und ist notwendig, wenn die Rohwasserhärte größer 0°dH beträgt. Zum Reinigen der Anlage ist der Wahlschalter (Abb. C-12) in die Position 2 zu stellen. Die Reinigung läuft vollautomatisch ab. Nach Beendigung der Reinigung, Taste „STOP“ betätigen und anschließend Wahlschalter in die Position 1 stellen → Produktion (Beginn mit Taste „START“). Während des Anlagenbetriebes muss bei Erreichen des minimalen Füllstandes in Behälter 15b (Vorlage Reinigungsmittel), Reinigungsmittel aufgefüllt werden (Punkt 3). Bei automatischer Füllstandsüberwachung wird bei Erreichung des minimalen Füllstandes im Display „Füllstand Reinigungsmittel minimal“ angezeigt. Die Anlage geht in die Standby-Funktion bis ein ausreichender Füllstand im Behälter 15b erreicht ist.

STOP"-Taster

Das Drücken des STOP - Tasters führt zum sofortigen Beenden des gerade ausgeführten Programms und öffnet alle notwendigen Ventile, die zu einer Entlastung des Anlagendruckes führen. Prinzipiell sind alle Funktionen mit der STOP - Taste abzuschließen, wenn ein anderes Programm gestartet wird oder die Anlage außer Betrieb gehen soll. Für die kurzzeitige Stilllegung ist die Spülung mit Wasser „Wahlschalterstellung 3“ durchzuführen. Dieser Spülvorgang läuft nach Betätigung der Taste „START“ vor jedem Produktionsprozess vollautomatisch in einem programmierten Zeitintervall ab.

Anzeige und Signalisierung

- Betriebsbereitschaft an Steuereinheit
- Wasserdruck < 1,2 bar
- Behälter „Sole“ leer (unterhalb min-Kont.)*
- Behälter „OXI“ voll (oberhalb max-Kont.)*
- Behälter „RED“ voll (oberhalb max-Kont.)*
- Behälter „RM“ leer (unterhalb min-Kont.)*

*** optionales Zubehör**

Abschaltungen

- Ist der Wasserdruck <1,2 bar, kann der Desinfektor nicht in Betrieb genommen werden, sinkt der Druck während des Betriebes < 1,2 bar, schaltet die Anlage ab
- Ist der Stand im Solebehälter < min, schaltet die Anlage ab*
- Ist der Stand in den Behältern „OXI“ oder „RED“ > max, so schaltet die Anlage ab*
- Steigt der Strom > 9 A, schaltet die Anlage ab*
- Sinkt der Strom im Normalbetrieb 2 x innerhalb einer einstellbaren Zeit < 6A, wird die Solezufuhr unterbrochen und der Reinigungsprozess wird eingeleitet
- Ist nach 2 x Reinigung innerhalb einer vorgegebenen Zeit der Stromwert nicht > 6A, wird die Anlage abgeschaltet, wenn Option* Behälter mit Signalisierung und Abschaltung angewendet wird

C ERGEBNISSE
C 1.1 Das Entwicklungsergebnis DESINFEKTOR pro
C 1.1.4 Elektronische Steuerung

Elektronische Steuerung



Abb. C-13: Steuermodul

Die vollautomatische Steuerung der Anlage erfolgt über das Steuermodul. Hier werden alle Signale der Mess- und Steuertechnik verarbeitet. Die zeitlichen Abläufe sind im Programm integriert. Die Änderung dieser Einstellungen ist durch geschultes Personal des Anwenders oder den Werksservice möglich.

Um eine gleichmäßige Verteilung und Dosierung des Desinfektionsmittels im vorgesehenen Trinkwasserbehälter zu erreichen, wurde ein statischer Mischer (siehe Anhang 7) für die Zudosierung in die Zustromleitung konstruiert, gefertigt und erfolgreich erprobt. Der statische Mischer wurde ebenfalls fehlerfrei für eine optimale Verteilung der Flockungsmittel eingesetzt.

DESINFEKTOR pro im Feldeinsatz



Abb. C-14: DESINFEKTOR pro im Feldeinsatz

Die Abbildung C-14 zeigt den Aufbau der Desinfektionsmittelanlage bei einer Übung des Technischen Hilfswerkes – Ortsverband Ibbenbüren. Der Aufbau dieser Anlage mit einem Gewicht von ca. 20 kg und den Abmessungen von 800mm x 400mm x 220mm (Länge x Höhe x Tiefe) ist ohne zusätzliche Hilfsmittel und in kurzer Zeit möglich.

In den THW-Einsatzfahrzeugen ist ausreichend Montagefreiheit für die Installation der Desinfektionsanlage zur Integration in die vorhandene Krupp-Anlagentechnik. Das produzierte Desinfektionsmittel kann direkt im freien Gefälle über Kunststoffschläuche in die Wassertanks geleitet werden oder in Behältern für eine spätere Verwendung gelagert werden.

C 1.2 Vergleichende Untersuchungen zu Inhaltsstoffen und Wirkungen von OXI-sys

C 1.2.1 Allgemeine Parameter

Die Untersuchungen beziehen sich auf den Vergleich von Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit und OXI-sys mit freier hypochloriger Säure als Hauptbestandteil der Desinfektionswirkung. Betrachtet wird für die Desinfektionswirkung der Zusammenhang von pH-Wert und Redoxpotential.

C 1.2.2 Oxidierende Inhaltsstoffe von Desinfektionsmitteln

Laboruntersuchungen mit Natriumhypochlorit

100 ml Aqua bidest (Merck) wurden in einen Erlenmeyerkolben gefüllt und mit einer Natriumhypochlorit-Lösung (Hedinger, Stuttgart) versetzt (s. Tab. C-2). Die Lösung enthält 12% Chlor. Sie weist einen pH-Wert von 11,72 bei 18,9°C und ein Redoxpotential von 576 mV auf. Das verwendete Aqua bidest hat ein Redoxpotential von 572 mV und ein pH von 5,33.

Tab. C-2: Redoxpotential und pH-Wert nach Zugabe einer Natriumhypochlorit-Lösung (12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest.

Zugabe Natriumhypochlorit (µl)	Redoxpotential (mV)	pH
-	572	5,33
10	625	8,61
20	595	9,32
30	572	9,58
40	558	9,76
50	549	9,87

Durch Zugabe der stark alkalischen Natriumhypochlorit-Lösung in einer Menge von 10 - 50 µl wird der pH-Wert des wässrigen Mediums in den alkalischen Bereich verschoben. Das Redoxpotential fällt trotz höherer Mengenzugabe von 625 mV auf 549 mV. In einer weiteren Versuchsreihe wurde der pH-Wert in der wässrigen Lösung durch Zugabe von 0,1 n H₂SO₄ eingestellt und nach Zugabe der Natriumhypochlorit-Lösung erneut das Redoxpotential und der pH bestimmt. (s. Tab. C-3).

C ERGEBNISSE
C 1.2 Vergleichende Untersuchungen zu Inhaltsstoffen und Wirkungen
C 1.2.1 Oxidierende Inhaltsstoffe von Desinfektionsmitteln

Tab. C-3: Redoxpotential nach Zugabe einer Natriumhypochloritlösung (12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest. in Abhängigkeit vom pH-Wert.

Zugabe Natriumhypochlorit (µl)	Zugabe 0,1 n H ₂ SO ₄ (µl)	Redoxpotential (mV)	pH
10	-	628	8,60
10	100	760	7,01
10	200	855	4,50
20	200	793	7,27
20	300	824	6,28
30	300	829	7,27
30	400	889	6,66
40	400	825	7,29
40	500	897	6,86
50	500	891	7,25
50	600	903	6,95
100	600	834	7,91
100	700	875	7,73
100	800	888	7,58
100	900	897	7,43
100	1000	910	7,25
100	1100	931	7,08

Die Messungen belegen die Abhängigkeit des Redoxpotentials vom pH-Wert. So weist die wässrige Lösung beispielsweise bei einer Zugabe von 100 µl der NaOCl-Lösung bei einem pH von 7,08 ein Potential von 931 mV auf, während es bei einem pH von 7,91 bei 834 mV liegt.

Um das sich bei Anwendung von Natriumhypochloritlösung (12% Chlor) einstellende Redoxpotential in Abhängigkeit vom pH-Wert zu bestimmen, wurden 100 ml Aqua dest. mit 0,1 n H₂SO₄ oder 0,1 n NaOH auf einen pH von 2,56, 5,58, 7,05 und 10,40 eingestellt. Danach erfolgte die Zugabe von 1 ml der Natriumhypochloritlösung (12% Chlor) in 1:200 Verdünnung, so dass sich rechnerisch ein Gehalt von ca. 6 mg/l an Chlor ergeben sollte. Direkt nach Zugabe sowie nach 4 h und 24 h erfolgte eine Messung von pH, Redoxpotential und freiem Chlor (Tab. C-4).

C ERGEBNISSE
C 1.2 Vergleichende Untersuchungen zu Inhaltsstoffen und Wirkungen
C 1.2.1 Oxidierende Inhaltsstoffe von Desinfektionsmitteln

Tab. C-4: Redoxpotential, pH-Wert und freies Chlor nach Zugabe von 1 ml 1:200 verdünnter Natriumhypochlorit-Lösung(12% Chlor) zu 100 ml Aqua bidest.

Zeit (h)	pH	Redox-potential (mV)	pH	Redox-potential (mV)	T (°C)	Freies Chlor (mg/l)
Vor Zugabe			Nach Zugabe			
0	2,56	536	2,56	1055	22,7	3,80
4			2,58	1074	23,1	0,95
24			2,57	1049	23,0	0,57
0	5,58	586	7,09	759	22,7	3,84
4			7,01	815	23,1	3,63
24			6,61	830	23,0	3,09
0	7,05	410	8,05	639	22,7	3,94
4			8,01	768	23,1	3,55
24			7,30	788	23,0	3,07
0	10,40	337	10,43	365	22,7	3,88
4			10,30	420	23,1	3,85
24			9,94	453	23,0	3,05

Das höchste Redoxpotential wird unmittelbar nach Zugabe der Chlor-Lösung im Wasser mit einem pH von etwa 2,5 gemessen. Es ist mit 1055 mV deutlich höher als das der anderen pH-Bereiche. Bei einem pH von etwa 7 liegt es bei 758 mV, bei pH von etwa 8 bei 639 mV und bei einem pH von etwa 10 bei 365 mV. Direkt nach Zugabe liegen die gemessenen Gehalte an freiem Chlor aller pH-Bereiche bei etwa 3,8 bis 3,9 mg/l. Während die Werte im neutralen und alkalischen Milieu mit 3,5 bis 3,8 mg/l auch nach 4 Stunden nicht besonders absinken, beträgt er im sauren Milieu nur noch 0,95 mg/l. 24 Stunden später wird hier eine Konzentration von 0,57 mg/l freies Chlor gemessen, während die anderen Proben Gehalte von etwa 3 mg/l aufweisen.

Physikalisch chemische Parameter von OXI-sys bei der Produktion mit dem Gerät DESINFEKTOR pro:

- pH = 2,82
- Redoxpotential: 1145 mV (T = 19,6 °C)
- 175 mg/l Redoxäquivalente bezogen auf freies Chloräquivalent

Vergleich beim Einsatz von Calcium-/ Natriumhypochlorit und OXI-sys

Die Desinfektionswirkung von Chlor beruht vor allem auf der unterchlorigen Säure (HOCl), die sich beim Einleiten von Chlor in Wasser bildet. Dem Zusatz von Chlor gleichgestellt sind seine anorganischen Salze, die in wässriger Lösung Hypochlorit (OCl^-) abspalten, wie z.B. Natrium- und Calciumhypochlorit. Die Hypochlorite OCl^- (Cl-O-Einfachbindung) hydrolysieren leicht unter Bildung von freier hypochloriger Säure: $\text{OCl}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{H}_2\text{O}$

Die hypochlorige Säure ist eine sehr schwache Säure ($\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$); ihre Säurekonstante beträgt $\text{pK}_s = 7,6$. Das bedeutet, dass bei pH 6,6 etwa 90%, bei pH 7,6 etwa 50% und bei pH = 8,6 etwa nur 10% HOCl neben dem Hypochlorit (OCl^-) vorliegen. Das Anion OCl^- hat eine deutlich geringere Desinfektionswirkung als die Säure HOCl. Der Grund hierfür liegt vor allem in der für Anionen typischen schlechteren Durchdringung der Zellwände (Frimmel, 2003). Wässer mit zunehmendem pH-Wert haben einen zunehmenden Chlorbedarf und erfordern eine längere Einwirkzeit [(HÜTTER, 1994)].

Wesentlich stärker als in wässriger oder alkalischer Lösung ist die Oxidationskraft der Hypochlorite in saurer Lösung, d.h. in Form der freien Säure (Redoxpotential Cl^-/OCl^- in alkalischer Lösung: + 0,885 mV, Redoxpotential Cl^-/HOCl in saurer Lösung: + 1.495 mV [HOLLEMANN und WIBERG, 1995]).

Die verdünnten wässrigen Lösungen der hypochlorigen Säure sind farblos, die konzentrierteren gelb. Sie besitzen einen eigentümlichen, von dem des Chlors deutlich verschiedenen Geruch und zersetzen sich - langsam im Dunkeln, schneller im diffusen Tageslicht und sehr rasch im Sonnenlicht - hauptsächlich nach der Gleichung:



unter Bildung von Salzsäure und Sauerstoff (Holleman und Wiberg, 1995).

OXI-sys ist durch den hohen Gehalt an hypochloriger Säure HOCl (bedingt durch das Diaphragmalysieverfahren und die von ITA angewandte Gesamtherstellungstechnologie) gekennzeichnet, besitzt somit eine höhere Desinfektionswirkung als die Anionen OCl^- aus dem Calcium- oder Natriumhypochlorit. Der pH-Wert von OXI-sys liegt im stark sauren Bereich und garantiert somit einen hohen Anteil von freier hypochloriger Säure bei der Anwendung, wodurch eine sehr gute Desinfektionswirkung erreicht wird.

C1.2.3 Zulässige Gehalte an freiem Chlor

Laut der vom Umweltbundesamt veröffentlichten Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren (Stand Juli 2006) gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001 ist für die gesamte Trinkwasseraufbereitung (Primär und Sekundärdesinfektion) ein Zusatz von 6 mg/l freiem Chlor erlaubt, wenn anders die Desinfektion nicht gewährleistet werden kann oder wenn die Desinfektion zeitweise durch Ammonium beeinträchtigt wird. Mit dem Desinfektionsmittel OXI-sys lassen sich die Aufgaben der Desinfektion bei Einsätzen der THW-Trinkwasseranlagen durch die Zudosierung von vorausberechenbaren unterschiedlichen Mengen realisieren. Der Grenzwert entspricht im Regelfall der Zudosierung von 28 – 29 l OXI-sys pro m³ zu behandelndes Wasser bei einer Konzentration von 175 mg/l freies Chloräquivalent im Produkt OXI-sys.

Für die nachhaltige Enddesinfektion des aufbereiteten Wassers (nach der Filtration) können geringere Konzentrationen und damit geringere Mengen an OXI-sys angewendet werden. Laut TrinkwV muss der Gehalt an freiem Chlor mindestens 0,1 mg/l betragen; bei normaler Aufbereitung darf er bis zu einem Wert von 0,3 mg/l und bei hygienisch problematischer Aufbereitung bis zu 0,6 mg/l ansteigen.

C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen

C 1.3.1 Zielstellung

Zielstellungen der mikrobiologischen Voruntersuchungen war der Nachweis der Desinfektionswirkung von OXI-sys mit einer wirksamen freien Chloräquivalentkonzentration von 175mg/l. Es wurden verschiedene Konzentrationsstufen auf ihr Desinfektionspotential untersucht. Weiterhin wurde die Lagerstabilität des Desinfektionsmittels untersucht. Dazu wurde das Desinfektionspotential von OXI-sys über einen längeren Zeitraum getestet.

- 1 Stunde; 3 Wochen; 5 Wochen; 6 Wochen; 8 Wochen; 9 Wochen

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in Anlehnung an [TRINKWV, §5, 2001]– Mikrobiologische Anforderungen. Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei von Krankheitserregern, genuss-tauglich und rein sein. Die für die mikrobiologischen Parameter festgelegten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden:

<i>E. coli</i>	0 in 100 ml
Coliforme Bakterien	0 in 100 ml
Enterokokken	0 in 100 ml
Koloniezahl bei 22 °C	100 pro ml / 20 pro ml in desinfiziertem Wasser
Koloniezahl bei 36 °C	100 pro ml

C 1.3.2 Desinfektion von unbehandeltem Rohwasser aus einem Kläranlagenablauf

Untersucht wurden zwei Wasserproben aus einem Kläranlagenablauf zu verschiedenen Zeiten.

Die Gesamtkeimzahl der unbehandelten Rohwasserprobe wurde ermittelt. Danach erfolgte die Desinfektion des Wassers mit OXI-sys in verschiedenen Konzentrationsstufen. Nach der Desinfektion wurde ebenfalls die Gesamtkeimzahl ermittelt.

Zur mikrobiologischen Untersuchung wurden selektiv YGC-, Malz-, Endo- und Caso- Nährböden verwendet. Die Bebrütungszeit betrug 48 Stunden bei 22°C.

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.2 Desinfektion von unbehandeltem Rohwasser aus einem Kläranlagenablauf

Tab. C-5: Parameter der Medien

Probelösung	Temperatur [°C]	pH- Wert	Redox-potential [mV]	Leitfähigkeit in [mS/cm]
OXI-sys	18,9	2,87	1150	15,0
Rohwasser	18,7	7,49	437,1	1,64
1:100	18,5	7,42	480,2	1,73
1:300	18,2	7,44	464,6	1,67
1:400	17,97	7,45	461,9	1,67

Tab C-6:: Anzahl KBE/ml

	YGC	Malz	Endo	Caso
Rohwasser	70	100.000	660	10.000
1:400	10	10.000	550	1.000
1:300	10	1.000	350	100
1:100	0	0	0	10

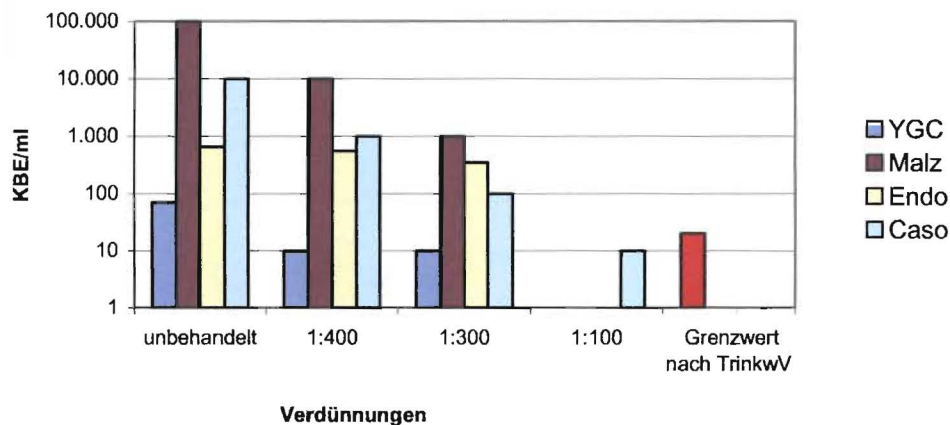


Abb.C-15: Anzahl KBE/ml nach Desinfektion mit OXI-sys

Eine Desinfektion des unbehandelten Rohwassers im Grenzbereich laut Trinkwasserverordnung konnte mit der Verdünnung 1:100 (ca. 1,5 mg freies Chlor/l) erreicht werden.

Zur genaueren Identifikation der wirksamen OXI-sys-Konzentrationen wurden die Konzentrationsschritte im engeren Wirkungsbereich verringert.

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.2 Desinfektion von unbehandeltem Rohwasser aus einem Kläranlagenablauf

Tab C-7: Parameter der spezifizierten Medien

Probelösung	Temperatur [°C]	pH- Wert	Redox-potential [mV]	Leitfähigkeit in [mS/cm]
OXI-sys	18,9	2,9	1157	15,2
Rohwasser	18,25	7,38	450,1	1,2
1:100	18,43	7,32	439,9	1,2
1:150	18,26	7,34	408,9	1,2
1:200	18,31	7,35	408,3	1,1
1:250	18,34	7,36	404,3	1,1

Tab.C-8: Anzahl KBE/ml

	YGC	Malz	Endo	Caso
Rohwasser	350	320	5.410	10.000
1:250	40	90	2.360	10.000
1:200	10	10	140	1.000
1:150	0	0	0	1.000
1:100	0	0	0	100

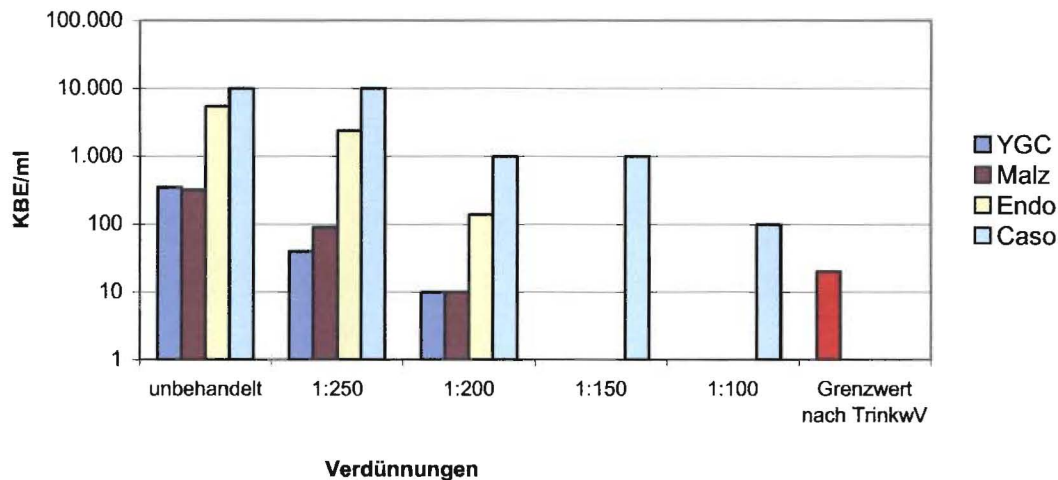


Abb.C-16: Anzahl KBE/ml nach Desinfektion mit OXI-sys

Mit den Verdünnungen 1:400 und 1:300 konnte eine ausreichende Desinfektion des unbehandelten Rohwassers nur auf YGC -Nährmedium nachgewiesen werden. Bei einer Konzentration von 1:250 ist noch eine hohe Anzahl an KBE zu erkennen, die weit über dem Grenzwert von 20 KBE/ml liegt.

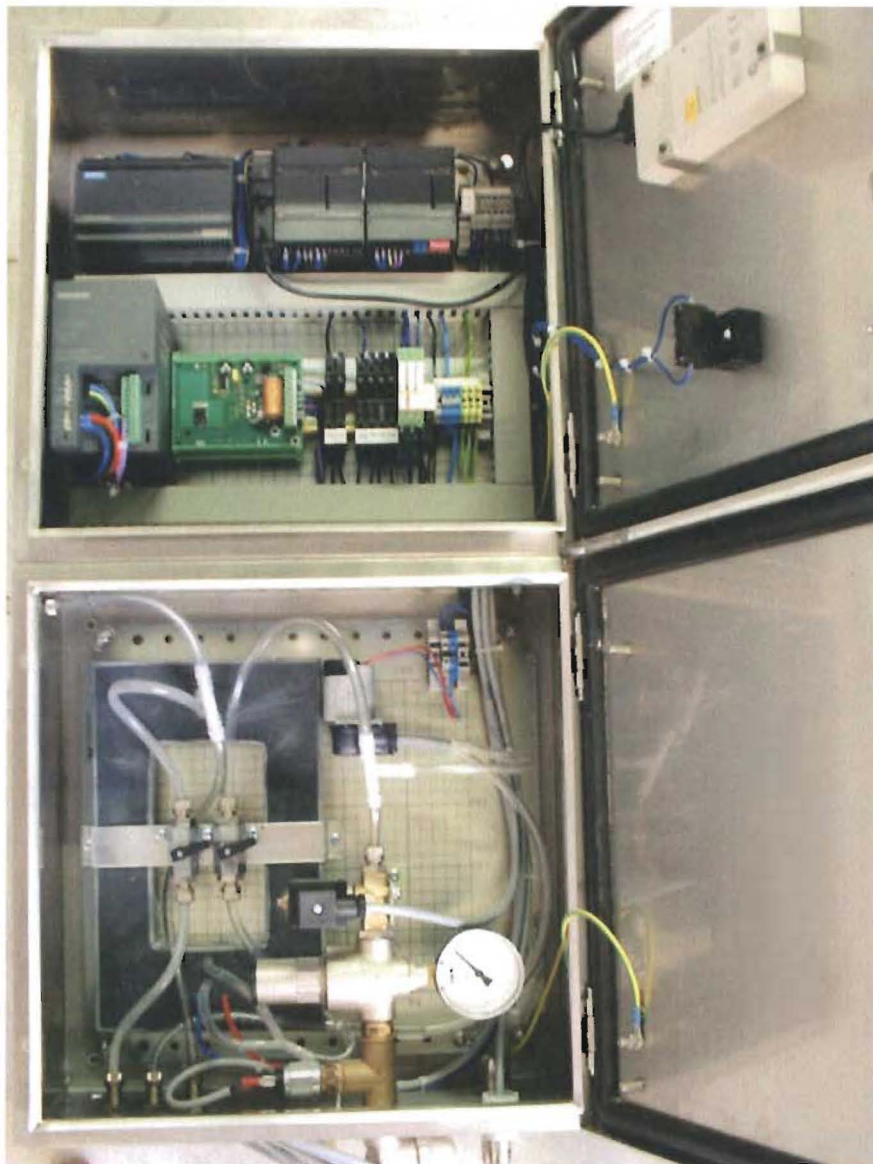


Abb .C-3: Ausgangskonfiguration der Anlagentechnik 2003

Abbildung C-3 zeigt die Laboranlage mit komplizierter SPS-Technik (Stand 12/2003)

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.3 Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys

Erst bei einer Konzentration ab 1:150 nimmt die Anzahl der Keime für die untersuchte Wasserprobe ab. Auf Endo-, Malz- bzw. YGC- Nährboden sind ab dieser Konzentration keine KBE mehr vorhanden.

C 1.3.3 Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys

Zur Bestimmung der Haltbarkeit/Lagerstabilität wurden über mehrere Wochen unbehandelte Rohwasserproben aus einem Kläranlagenablauf entnommen.

OXI-sys wurde während dieser Zeit in einem verschlossenen Behälter bei Raumtemperatur (ca. 20 °C) gelagert. Die Desinfektion erfolgte in 3 Verdünnungsstufen 1:150, 1:100 und 1:50.

Die mikrobiologische Keimbelastung wurde auch hier auf YGC-, Endo-, Malz- und Caso-Nährböden getestet. Die Bebrütungszeit betrug 48 Stunden bei 22°C.

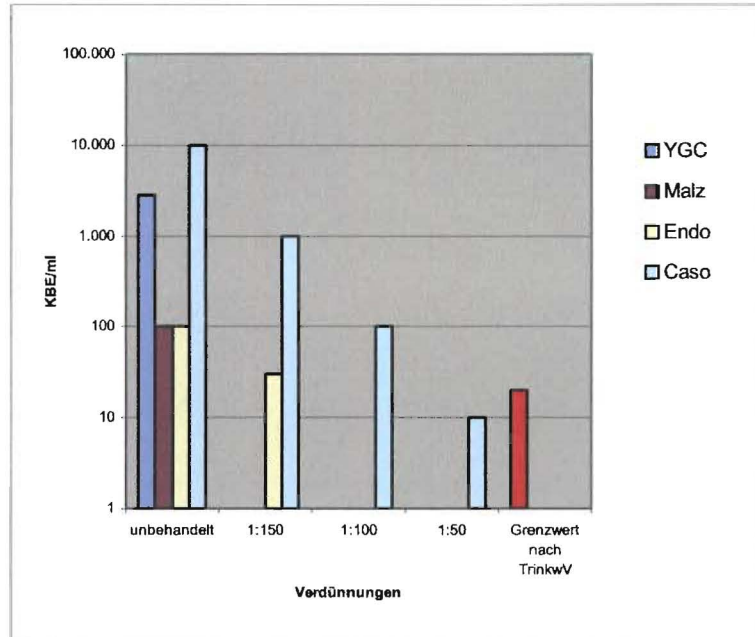


Abb.C-17: OXI-sys (1 Stunde nach Herstellung)

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.3 Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys

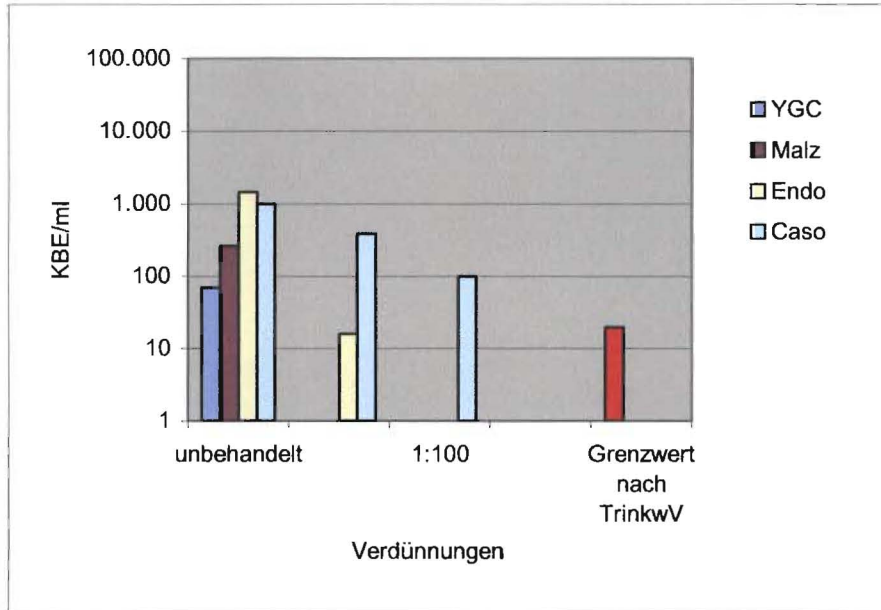


Abb. C-18: OXI-sys (3 Wochen nach Herstellung)

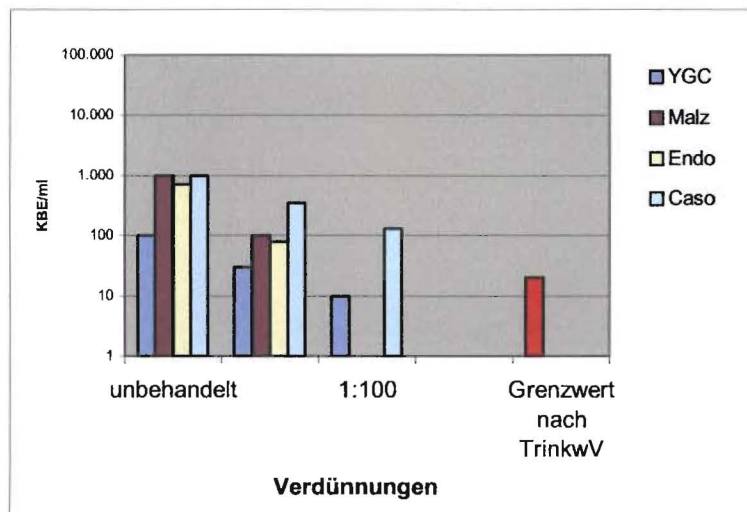


Abb.C-19: OXI-sys (5 Wochen nach Herstellung)

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.3 Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys

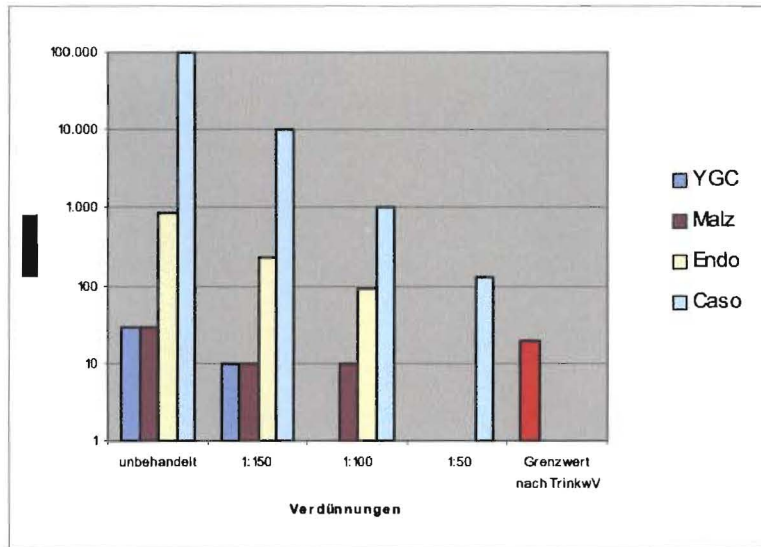


Abb.C-20: OXI-sys (6 Wochen nach Herstellung)

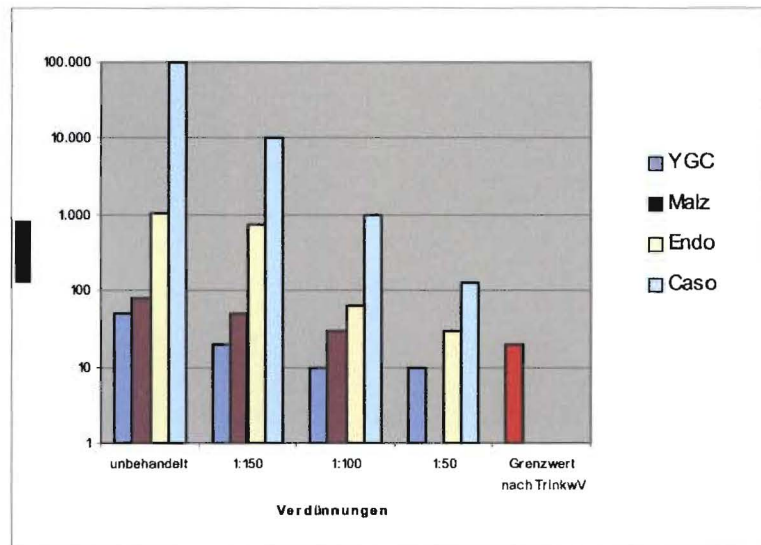


Abb.C-21: OXI-sys (8 Wochen nach Herstellung)

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.3 Bestimmung der Lagerstabilität von OXI-sys

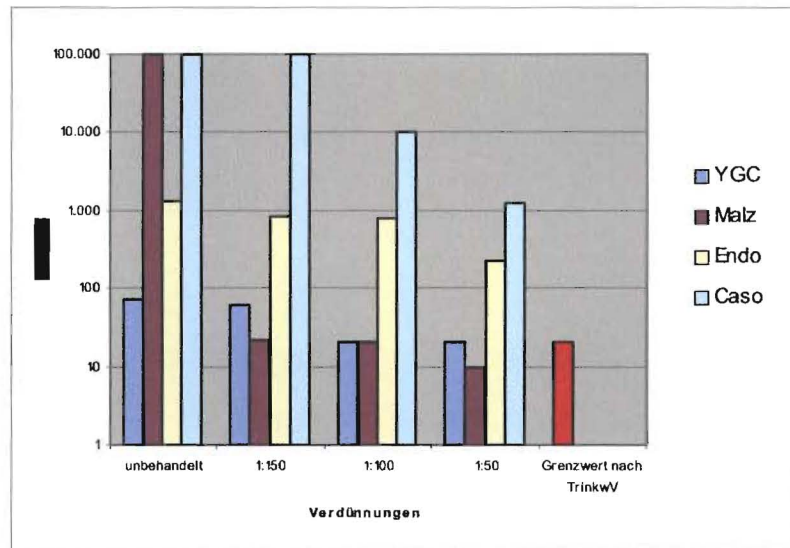


Abb. C-22: OXI-sys 9 Wochen (nach Herstellung)

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Abnahme der Keimzahl nach 8-wöchiger Lagerung von OXI-sys auf Endo- Nährboden bei unterschiedlichen Konzentrationen.

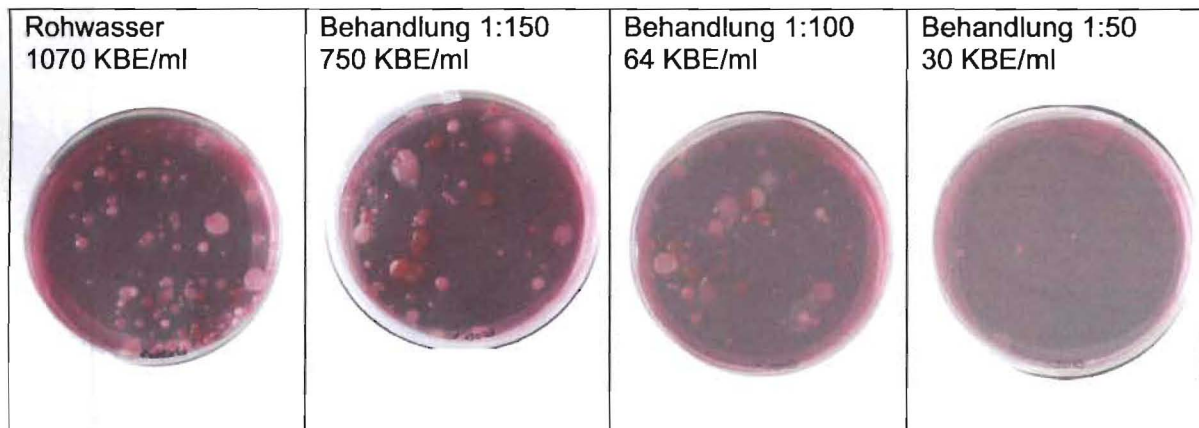


Abb.C-23: Abnahme der Keimzahl nach Desinfektion mit 8 Wochen altem OXI-sys

C ERGEBNISSE
C 1.3 Mikrobiologische Voruntersuchungen
C 1.3.4 Untersuchung der AOX-Bildung bei Wässern vom Kläranlagentrockenwetterabfluß bei der Behandlung mit Calciumhypochlorid im Vergleich zu OXI-sys-Behandlung

C 1.3.4 Untersuchung der AOX- Bildung bei Wässern vom Kläranlagen-Trockenwetterabfluß bei Behandlung mit Calciumhypochlorit im Vergleich zur OXI-sys-Behandlung

Untersucht wurden die AOX – Bildung bei 3mg/l und 6 mg/l freiem Chloräquivalent der eingesetzten Desinfektionsmittel. Nach der Behandlung der unfiltrierten klaren Wasserproben wurden sie unmittelbar dem akkreditierten Chemischen Laboratorium Dr. Wessling in Oppin zu AOX-Bestimmung überlassen. Gewählt wurde die chloridunsensible SPE-AOX Bestimmungsmethode, um unerwünschte Nebeneffekte auszuschließen. Zusätzlich wurde der DOC mit 8,7 mg/l bestimmt.

Auswertung:

Die mit OXI-sys behandelten Proben wiesen eine deutlich niedrigere AOX-bildung gegenüber den calciumchloritbehandelten Proben auf.

Tab.C-9: Analysenergebnisse AOX

Freie Chloräquivalente	3mg/l behandelt	6mg/l behandelt
<u>Calciumhypochlorit</u>		
AOX (µg/l)	63	110
<u>OXI-sys</u>		
AOX (µg/l)	< 10	<10

Die Anwendung der unterchlorigen Säure führt zu einer geringeren Bildung von chlororganischen Verbindungen als der Einsatz von Calciumhypochlorit. Das wird durch das hauptsächlichste Vermögen der Freisetzung von aktivem Sauerstoff durch unterchlorige Säure (nicht Chlor oder andere Chlorverbindungen) als Reaktionspartner im chemisch-physikalischen Desinfektionsprozess erreicht.

Unterchlorige Säure als schwache Säure ist gering dissoziiert und besitzt gegenüber dem aus Calciumhypochlorit dissoziierten ClO⁻-Anion eine 100-fach höhere Aktivität . Hinzu kommt die Verschiebung zu höherem pH-Wert bei Einsatz von Calciumhypochlorit (s. auch unter C1.2), was zusätzlich zu einer Abschwächung der Desinfektionswirkung führt (Rohwässer haben häufig pH-Werte zwischen 8-9). Dieser Effekt wird durch die arbeitsschutz- und gesundheitsschutzbasierende basische Einstellung von Calcium- und Natriumhypochloritlösungen der Hersteller noch verstärkt. Demgegenüber ergibt sich ein wesentlicher Vorteil beim Einsatz von OXI-sys zum Calciumhypochlorit zur Desinfektion. Durch geringere AOX-Bildung wird damit bei Einsatz von OXI-sys ein wichtiger Beitrag zur Umweltentlastung erreicht.

C 1.3.5 Zusammenfassung

Die mikrobiologischen Voruntersuchungen konnten beweisen, dass bei mikrobiell belastetem Rohwasser eine ausreichende Desinfektionswirkung bei der Behandlung mit OXI-sys in einer Verdünnung von 1:100 erreicht wird.

Es wurden bei der Behandlung mit der Verdünnung 1:100 alle Keime, die auf YGC-, Malz- und Endo – Nährboden wachsen, abgetötet. Die nachgewiesene Keimzahl von 10 KBE/ml auf Caso-Agar liegt dabei noch im angegebenen Grenzbereich von 20/ml nach TrinkwV.

Bei der Behandlung mit 1:150 wurden alle coliformen Keime, Hefen oder Pilze abgetötet.

Bei einer Behandlung mit 1:200 waren dagegen noch 140 KBE/ml coliforme Keime nachweisbar.

Die elektrochemisch hergestellte Desinfektionslösung OXI-sys besitzt auch über längere Zeit eine Desinfektionswirkung. Dabei zeigt sich eine abnehmende Aktivität der Desinfektionswirkung mit zunehmender Lagerungsdauer. Bei frisch hergestelltem OXI-sys und Anwendung eine Stunde nach Herstellung konnte bei den Verdünnungen 1:100 und 1:50 eine vollständige Desinfektion auf YGC, Malz und Endo-Agar erreicht werden. Der Grenzwert von 20 KBE/ml Wasser laut TrinkwV konnte auf Caso-Agar bei 1:50 eingehalten werden. Mit 3 Wochen altem OXI-sys konnte eine vollständige Desinfektion mit 1:50 auf allen 4 Nährbödentypen erreicht werden. Auch bei der Verdünnungsstufe 1:100 wurden alle Keime auf YGC, Malz und Endo-Agar vernichtet. Die Keimzahl auf Caso-Agar liegt aber über dem Grenzbereich von 20 KBE/ml.

Noch nach 5 Wochen Lagerzeit konnten mit der Verdünnung 1:50 alle Keime auf den eingesetzten Nährbödentypen abgetötet werden. Nach 6 Wochen wurde bei der Verdünnung 1:50 nur auf Caso-Agar 130 KBE/ml nachgewiesen werden. Auf YGC, Malz und Endo-Agar wurde auch hier wieder eine vollständige Desinfektion erreicht.

Nach 8 Wochen Lagerung lag die Keimzahl bei der Verdünnung 1:100 nur auf YGC- Agar unter dem Grenzwert von 20 KBE/ml. Bei der Verdünnung 1:50 wurden keine Keime auf Malz nachgewiesen. Die Keime auf YGC lagen unter dem Grenzwert laut TrinkwV. Bei Endo-Agar konnte allerdings keine Desinfektion coliformer Bakterien mehr erreicht werden, hier lag der Wert von 30 KBE/ml weit über dem Grenzwert von 0/100ml.

Nach 9 Wochen Lagerzeit wurde bei allen Konzentrationen auf den untersuchten vier Nährböden Keime nachgewiesen. Eine ausreichende Desinfektionswirkung war auf keinem Nährboden mehr zu verzeichnen. Die Desinfektionswirkung ist mit 9 Wochen altem OXI-sys in den untersuchten Konzentrationsstufen (Verdünnungen) nicht mehr gewährleistet.

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.1 Die Standorte

C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.1 Die Standorte

Ausgewählt wurden zwei Hauptstandorte im Einzugsgebiet des Wirkungsbereiches des THW – Ortsverbandes Ibbenbüren:



Abb. C -24 : Mittellandkanal mit der Alten Fahrt westlich von Püsselbüren



Abb. C-25: Alte Fahrt mit der Entnahmestelle am südlichen Ende.

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.1 Die Standorte



Abb.C-26: Der Aasee in Ibbenbüren



Abb. C-27: Die Entnahmestelle in der Nähe der Anlegestelle

C ERGEBNISSE

C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen

C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mischers

C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mischers

Der von ITA entwickelte statische Mischer „Typ ITA – FLUIDMIX mono -w-“ zur OXI-sys Dosierung wurde zuerst zur Mischung des Fällungsmittels (Eisen(III)-chlorid Lösung) beim Befüllen der 25m³– Becken mit Rohwasser eingesetzt.

Es wurde dabei durch die Zudosierung im Zustrom eine homogene Verteilung des gelösten Fällungs-/Flockungsmittels im Becken erreicht. Durch diese technische Maßnahme konnten ca. 20% des Fällungsmittels gegenüber der bisherigen Dosierung im Rohwasserbecken eingespart werden. Mit dem eingesetzten statischen Mischer wurde nicht nur eine Arbeitserleichterung geschaffen, sondern die Qualitätssicherung und Umweltentlastung durch Chemikalieneinsparung verbessert. Die Verfahrenssicherheit wurde erhöht, da im laufenden Füllprozess der Becken eine notwendige pH-Wert – Korrektur schneller und zeitnah detektiert vorgenommen werden kann.



Abb. C-28: Installation Statikmischer am THW –Fällungs-/Flockungsbecken

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mischers

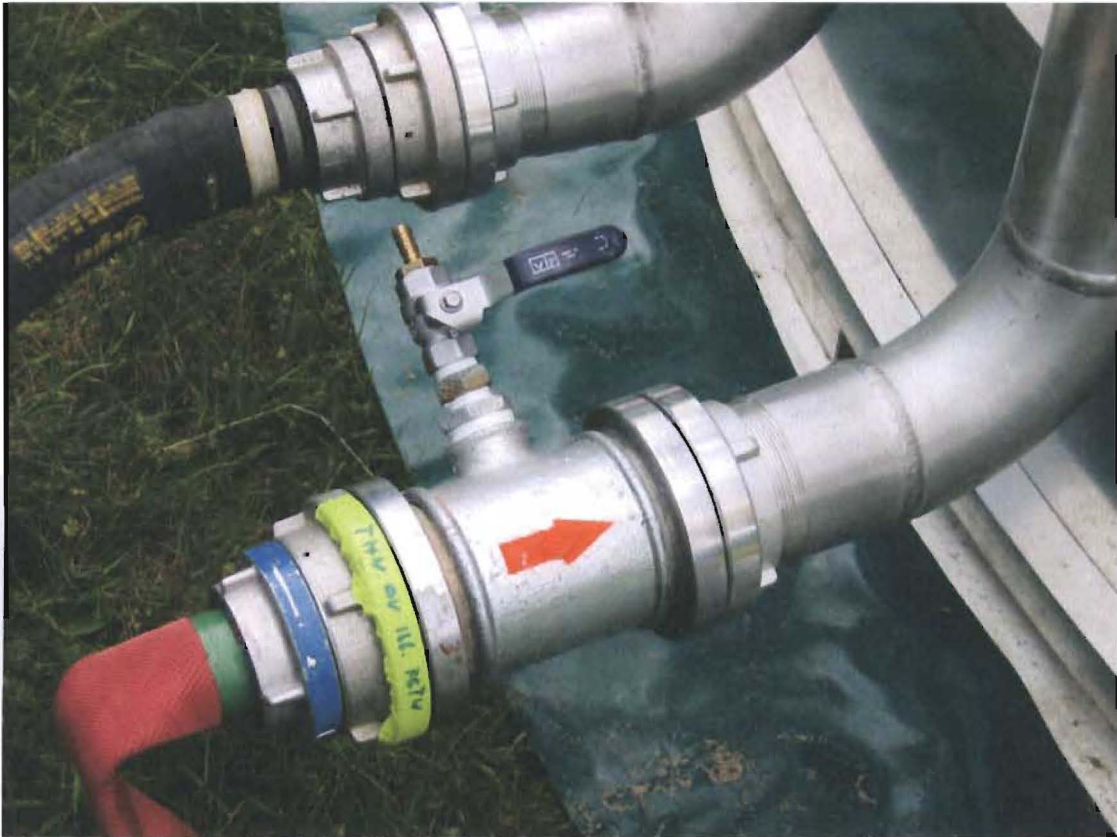


Abb. C-29a,b: Mischereinbau in die Zuleitung zum Becken



C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mischers



Abb. C-30: Nachweis der homogenen Fällung und Flockung im Rohwasser (Alte Fahrt)

Eine Eisenüberdosierung, wie in der Versuchs- und Einsatzpraxis oft nachgewiesen, kann durch den Einsatz des Statikmischers vermieden werden. Insbesondere bei wechselnden Rohwasserqualitäten ist der Mischereinsatz vorteilhaft.

Weiterhin wird durch die Homogenität der Behandlung die Flockung/Fällung optimiert und der Einfluss von störenden organischen Reststoffen (gelöste und ungelöste) stark reduziert, Desinfektionsmittel müssen nicht in höheren Konzentrationen zudosiert werden. Damit wird die Bildung unerwünschter Nebenprodukte bei der Desinfektion reduziert, im zulässigen Grenzbereich von $< 0,05$ mg/l.

Reduzierung der mikrobiologischen Beeinflussung durch den statischen Mischer - Einsatz im Multibarrierenkonzept der Trinkwasseraufbereitung:

Cryptosporidien (*Cryptosporidium parvum*) und Giardien (*Giardia lamblia*) sind durch die gewählte Prozessführung der Mehrfachbarrieren zu eliminieren. Es ist bekannt, dass Dauerstadien von Cryptosporidien (Oocysten $5 \times 5 \mu\text{m}$) über Monate lebensfähig sind und eine ausgeprägte Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln besitzen (EXNER et al, 2003) (Zulässiger Chlorgehalt nach TrinkwV 2001 ist zur Abtötung nicht ausreichend). Die Infektionsdosis beträgt weniger als 30 Oocysten (10 - 30 Oocysten pro 100 l). Dauerstadien

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mischers

von Giardien (*Gardia-Cysten* 10 x 15 µm) sind ebenfalls über Monate lebensfähig und verfügen auch über eine ausgeprägte Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln (Behandlungsgrenzkonzentration nach TrinkwV 2001 ist nicht ausreichend). Die Infektionsdosis: beträgt weniger als 10 Cysten (3 - 5 Cysten pro 100 l). Sie werden bei einer homogenen Flockenbildung mittels Statikmischer (mittlerer Flockendurchmesser = 500 µm) eingebunden und mit dem Sediment eliminiert. Die mikroskopischen Untersuchungen belegten den Einschluß von Partikel in der Größe zwischen 5 und 20 µm in den gebildeten Flocken nach dem Statikmischereinsatz.

Als nachfolgende wirksame Barriere im Aufbereitungssystem fungiert dann der Sandfilter der Krupp - TWAA, der eine mögliche Verschleppung von Flocken und Einzelcysten ausschließt.

Eine weitere Sicherheitsstufe im Multibarrierenkonzept gegenüber diesen schwierig zu bekämpfenden Mikroorganismen nimmt der Aktivkohlefilter ein.

C 1.4.3 Vorortproduktion von OXI-sys mit dem DESINFEKTOR pro

Für die Feldtests wurden die einzelnen Baugruppen des DESINFEKTOR pro (Enthärtung, Verschneide-Armatur, Grundgerät DESINFEKTOR pro, Behälter, Dosierpumpe) der THW-Technik beige stellt und waren innerhalb von 45 min betriebsbereit. Die notwendige Wasserbereitstellung wurde durch das THW realisiert.

Untersucht wurden zwei Wasserqualitäten für die OXI-sys-Herstellung:

- a. Rohwasser aus den Oberflächengewässern über Pumpenschutzfilter
- b. THW - aufbereitetes Trinkwasser

Für beide Wasserqualitäten konnte eine Produktion von 50l/h OXI-sys nachgewiesen werden. Die Qualität des Produktes bezüglich seines erforderlichen Redoxpotenzials und des Gehaltes an Äquivalenten von freiem Chlor wurde analytisch nachgewiesen. Der vorgeschaltete Ionenaustauscher fungierte gleichzeitig als Filter beim Rohwassereinsatz. Durch Rückspülung des Ionenaustauschersystems konnte eine langverfügbare Funktionalität erreicht werden. Nach Beendigung der Desinfektionsmittelproduktion unter Verwendung von Rohwasser ist der Ionenaustauscher durch Rückspülung mit reinem Wasser unbedingt zu reinigen.

Es wird empfohlen, nach der Herstellung der ersten 3 - 25 m³ Trinkwasser auf die Verwendung von Trinkwasser zur Desinfektionsmittelproduktion umzustellen, um das Gesamtsystem DESINFEKTOR pro nicht langfristig zu belasten. Die Bereitstellung von 1 m³ vorbehandelten klarem Wasser zu Beginn des Einsatzfalls ist ausreichend.

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.2 Einsatz des entwickelten statischen Mixers



Abb. C-31 : Aufbau des DESINFEKTOR pro im Feldeinsatz

Wasserdurchfluss + NaCl-Sole	60 l/h davon ca. 2,4 l/h NaCl-Sole (4%)
Leistung OXI-sys	ca. 50 l/h Desinfektionsmittel
Leistung RED-sys	ca. 10 l/h Reinigungsmittel / pH-Einst.
Umgebungstemperatur	20 - 25° C
Verhältnis OXI-/RED-sys	5:1 Volumenanteile

Tabelle: C-10: Erreichte Parameter im Feldeinsatz

Physikalisch chemische Parameter von OXI-sys bei der Feldproduktion:

- pH = 2,82
- Redoxpotential: 1145 mV (T = 19,6 °C)
- 175mg/l Redoxäquivalente bezogen auf freies Chlor

C ERGEBNISSE

C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen

C 1.4.4 OXI-sys – Anwendung in der Hauptdesinfektionsstufe

C 1.4.4 OXI-sys – Anwendung in der Hauptdesinfektionsstufe

Das produzierte OXI-sys wurde unter Verwendung des statischen Mischers beim Überpumpen des vorbehandelten Wassers in das Desinfektionsbecken (25 m³ SMB) zudosiert und kann somit sofort seine Desinfektionswirkung entfalten. Die zuzuführende Desinfektionsmittelmenge betrug ca. 20–25 l/m³ behandeltes Wasser. Der Volumenstrom beim Überpumpen des vorbehandelten Wassers betrug ca. 7-8 m³/h, woraus sich ein Dosiervolumenstrom für OXI-sys von ca. 3,3 l/min ergibt.

In Vorversuchen wurde die erforderliche Dosiermenge für OXI-sys im Feldlabor zum Erreichen des notwendigen Redoxpotentials ermittelt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere die Kunststoffauskleidungen bei neuen Wasserbehältnissen der Trinkwasserschläuche durch Eigenverbrauch die Oxidationswirkung von OXI-sys reduzieren (vergl. Anhang 7).

Entscheidend für den Erfolg der Desinfektion ist die zeitliche Verfolgung der Redoxspannung des behandelten Wassers. Sie sollte im Bereich von 700 mV liegen, um eine Abtötung der Mikroorganismen zu gewährleisten. Mit dem eingeführten Verfahren der kontrollierten Zumischung wurde ein entscheidender Beitrag zur zeitnahen Qualitätssicherung der Wirksamkeit der Verfahrensstufe DESINFEKTION im Trinkwasseraufbereitungsprozess des THW gegenüber manueller Calciumhypochloritzugabe und manueller Rührung des Wassers erreicht werden.



Abb. C-32: Trinkwasserlagerung im 25 m³ SMB – Rechts Trinkwasseraufbereitung/KRUPP-TWAA

In Abhängigkeit von der Rohwasserqualität kann mit einem Verdünnungsverhältnis von 1:300 – 1:50 bei der Desinfektion von vorbehandeltem Oberflächenwasser mit OXI-sys gearbeitet werden. Hierbei werden die von TrinkwV/UBA-Liste vorgegebenen Grenzkonzentrationen beim Einsatz von Chlorprodukten nicht ausgeschöpft, sondern liegen bei ca 30 % des Grenzwertes ($< 2 \text{ g/m}^3$ gemessen als freies Chloräquivalent ; nach TrinkwV $1,2 \text{ g/m}^3$ bei normaler Aufbereitung oder bis zu $6,0 \text{ g/m}^3$ bei hygienisch problematischer Aufbereitung - fast immer THW - relevant).

C 1.4.5 OXI-sys – Anwendung zur Nachdosierung

Eine Nachdosierung (Sekundärdesinfektion) mit OXI-sys ist an zwei Eingriffspunkten im Verfahrensablauf zur Einhaltung der Vorschriften der TRINKV 2001 bei der eingesetzten Anlagentechnik vorgesehen:

- a. Vor den Sandfiltern bei ausgeschalteten Aktivkohlefiltern
- b. Nach dem Aktivkohlefiltern

Mit OXI-sys lassen sich präzise volumen- und konzentrationsspezifische Nachdosierungen in dr mobilen TWAA (Typ Krupp) realisieren. Dies trifft sowohl für die Speisung aus Entnahmestellen wie auch für einen eventuell erforderlichen Sekundärdesinfektion im Lagerbecken zu..

C 1.4.6 OXI-sys – Anwendung zur Filterdesinfektion und Anlagen- desinfektion

Mit dem Produkt OXI-sys steht den Einsatzkräften auch ein Desinfektionsmittel zur Verfügung, welches in zulässigen Maximalkonzentrationen den wichtigen Aufgabenbereich der Anlagendesinfektion abdeckt. Dabei wird das Gefährdungspotenzial der Einsatzkräfte im Umgang mit Chemikalien stark abgesenkt. Die Unfallgefahren, wie sie beim Umgang mit chlorhaltigen Feststoffen oder extrem hoch konzentrierten Lösungen bestehen, werden durch die OXI-sys - Anwendung beseitigt.

Es wurde der praktische Nachweis erbracht, dass OXI-sys zur Desinfektion der Filter der TWAA vorteilhaft eingesetzt werden kann (vgl. Ergebnisse Anhang 7). Dies gilt analog für die Leitungssysteme und Lagerbehälter.

Für eine Oberflächendesinfektion von Anlagen und Ausrüstungen sind 1-5%tige QXI-sys - Lösungen geeignet. *E. coli* wird innerhalb von 10 sec um mehr als 3 Zehner-potenzen abgetötet, wenn die Reaktionsbedingungen von $\text{pH} = 7;0$ und die wirksame freie Chlor-

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der felduntersuchungen
C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

äquivalentkonzentration von 0,1mg/l eingehalten werden [FRIMMEL, 2003]. Die Abtötung von Salmonellen läuft in gechlortem Wasser bei einer Redoxspannung (gegen Kalomel) zwischen 650 und 700 mV innerhalb von 100 sec um 4 Zehnerpotenzen ab. Einzelne Organismen werden dabei rascher abgetötet als verklumpte Kolonien. Bei der Behandlung im Oberflächenbereich kommt es auf eine vollständige Benetzung der Oberflächen an sowie der Nachlieferung der verbrauchten Oxidantien.

C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

Vorversuch zur Desinfektion mit OXI-sys, Dosierung 1:300 , (0,583 mg/l Freies Chlor-äquivalent) - Ablauf Krupp-Anlage nach Kiesfilter:

Wasser für den menschlichen Gebrauch nach TrinkwV 2001 muss frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein. Die für die mikrobiologischen Parameter festgelegten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden.

<i>E. coli</i>	0 in 100 ml
Coliforme Bakterien	0 in 100 ml
Enterokokken	0 in 100 ml
Koloniezahl bei 22 °C	100 pro ml / 20 pro ml in desinfiziertem Wasser
Koloniezahl bei 36 °C	100 pro ml

Tab. C-11: Untersuchungsergebnisse bei Einsatz von OXI-sys (Dosierung 1:300)
 (Gemessen nach Kiesfilter TWAA: Freies Chloräquivalent 0,2 mg/l)

Nr.	Probe	<i>E. coli</i> in 100 ml	Coliforme in 100 ml	Enterokokken in 100 ml	Koloniezahl bei 22 °C pro ml	Koloniezahl bei 36 °C pro ml
1 b	Rohwasser	1	1.046	2	> 391	> 391
2	Vorflockbehälter	0	249	2	-	-
3	TWAA vor Kiesfilter	0	150	0	> 391	86,8 (60 - 130)
4	TWAA nach Kiesfilter	0	20	0	> 391	35,7 (21 - 59)
5	30 min nach OXI- sys - Behandlung	0	2	0	391 (240 - 640)	32,9 (19 - 56)

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

Durch die einzelnen Aufbereitungsschritte in der TWAA ist eine deutliche Verringerung besonders der coliformen Bakterien und der allgemeinen Bakterien, deren Koloniezahl durch Bebrütung bei 36 °C bestimmt wird, zu verzeichnen. Die angewendete Konzentration von OXI-sys ist jedoch zu gering, um eine vollständige Desinfektion des behandelten Rohwassers nach dem Kiesfilter der Krupp-Anlage zu gewährleisten.

Weitere Versuche zur optimalen Einstellung der Dosierung von OXI-sys mit der Erfassung des mikrobiologisch wirksamen Redoxpotentials im Zusammenhang mit der verfügbaren Konzentration freier Chloräquivalente wurden notwendig:

Das vorbehandelte Wasser wird anschließend in einen weiteren 25 m³ SMB gepumpt und mittels statischen Mischer mit OXI-sys versetzt. Angestrebt wird ein Gehalt an 2,5 mg/l freiem Chlor.

Untersuchungsergebnisse vom Überstand des Rohwassers aus dem 25 m³ SMB Vorflockbehälter sind in Tab. C-8 angegeben.

Tab. C-12: Rohwasserbehandlung mit OXI-sys

	Zugabe von OXI-sys (ml)	Freies Chloräquivalent (mg/l)
100 ml Rohwasser	-	0,04 (Blindwert)
	5	9,05
	1,5	2,05
	1,8	3,12
	1,6	2,71
	1,5	2,53 - 2,01 - 2,52

Im TWAA –Prozess wurden Messungen im Einlauf des ersten (E) und im zweiten 25 m³ SMB (B) durchgeführt, um Redoxpotential und Freies Chloräquivalent qualitätssichernd zu verfolgen:

Tab.C-13: Wasserbehandlung von vorgeflocktem Wasser mit OXI-sys (25 m³ SMB)

Uhrzeit	Einlauf (E) / Behälter (B)	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlorä. (mg/l)
13.30	E	-	-	1,73 - 1,83
13.50	E	-	-	0,58 - 0,60
14.05	E	7,11 bei 24,9 °C	669	1,76
14.20	E	-	681	2,39
15.10	B	-	613	0,56
16.25	B	7,27 bei 24,9 °C	627	0,44

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

Verifizierungsversuch zur OXI-sys - Wirksamkeit im Berkefeld-Behälter (2,8 m³), gefüllt mit Vorflockwasser aus einem 25 m³ SMB

Tab. C-14 Zugabecharakteristik und Redoxpotential/Freie Chloräquivalente

	Uhrzeit	Zugabe von OXI-sys (l)	l / m ³	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlorä. (mg/l)
A	16.20	-	-	7,22	365	-
B	14.20	25	8,93	-	590	0,50
C	14.35	+ 25 (= 50)	17,86	-	626	1,69 - 1,73
D	14.50	+ 5 (= 55)	19,64	-	681	1,76 - 1,84
E	15.05	+ 5 (= 60)	21,43	-	733	2,46
F	16.40* ¹	E nach 1 h 35'	21,43	7,21	725	0,84
G	17.30* ²	E nach 2 h 25'	21,43	-	601	0,24

Tab. C-15: Auswertung der Mikrobiologie zu den TWAA - Verfahrensstufen

Nr	Probe	<i>E. coli</i> MPN pro 100 ml	Coliforme MPN pro 100 ml	Enterokokken MPN pro 100 ml	Koloniezahl bei 22°C* MPN pro ml	Koloniezahl bei 36°C MPN pro ml
1	Rohwasser	7,4	1.299,7	21,1	507 (330 - 770)	1280 (950 - 1730)
2	25 m ³ Vorflockbehälter (4,5 mg/l als Fe)	4,1	139,6	3	209 (159 - 273)	231 (177 - 302)
3	25 m ³ SMB mit OXI-sys	0	0	0	0,4 (0,1 - 1,6)	0,2 (0,0 - 1,4)
4	TWAA vor Kiesfilter	0	0	0	< 0,2 (<0,03 - <1,4)	0,6 (0,2 - 1,9)
5	TWAA nach Kiesfilter	0	0	0	18,9 (14,4 - 24,9)	10,4 (7,6 - 14,3)
6	Nach Aktivkohlefilter geplant; Problematik Aktivkohlefilter jedoch auf nächste Übung verschoben					
7	Berkefeldbecken mit OXI-sys	0	0	0	< 0,2 (<0,03 - <1,4)	< 0,2 (<0,03 - <1,4)

MPN: Most Probable Number (Wahrscheinlichste Anzahl), *: Test nur für 36°C zugelassen

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

Erläuterung zu den Ergebnissen der OXI-sys-Anwendung und den mikrobiologischen Analysen

- Die zu dem 25 m³ zugegebene Menge an OXI-sys ist ausreichend, um eine gute Desinfektionswirkung zu erzielen
- Das Redoxpotential beträgt abschließend 627 mV
- Das im 2,8 m³ Berkefeldbecken mit OXI-sys versetzte Wasser ist bakteriell als keimfrei anzusehen. Das Redoxpotential liegt bei über 700 mV (733 mV); auch noch 1 ½ h nach der Zugabe (725 mV) Der Gehalt des Freien Chloräquivalentes ist in diesem Zeitraum von 2,46 mg/l auf 0,84 mg/l gesunken
- Die Kiesfilter der TWAA wiesen noch bakterielle Verschmutzungen auf (siehe Nr 5 in Tabelle). Vor der nächsten Übung sollten die Filter mit einer höheren Dosierung an OXI-sys für mindestens 30 Minuten gespült werden Die Dosierung sollte so gewählt werden, dass im Spülwasser ein Redoxpotential von über 700 mV bestehen bleibt

Desinfektion der TWAA Krupp (insbesondere Kiesfilter) mit OXI-sys - Versuchsergebnisse

Berkefeld-Behälter 2,8 m³, gefüllt mit Kanalwasser

Tab. C-16: Desinfektion des Kiesfilters der THW-Anlage Krupp-TWAA mit OXI-sys

	Uhrzeit	Zugabe von OxySys (l)	l / m ³	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
A	12.05	-	-	214	-
B	12.30	60	21,43	709	2,55 - 2,64
C	12.40	+ 10 (= 70)	25,00	780	3,19
D	12.55	Beginn Spülung der Kiesfilter der TWAA Krupp			
E	13.05			742	1,55
F	13.15			731	0,97
G	13.25			713	0,63
H	13.35			670	0,46
I	13.40	+ 10 (= 80)	28,57	-	-
J	13.50			632	0,57
K	14.10	+ 10 (= 90)	32,14	750	1,27
L	14.20			741	0,91
M	14.40			708	0,46
N	14.50	Ende Spülung Kiesfilter der TWAA Krupp			

C ERGEBNISSE
C 1.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen
C 1.4.7 Feldversuche - Desinfektion

Aus der Erfahrung des THW sind die Filter nach längeren Standzeiten der Krupp-TWAA nicht keimfrei. Eine Spülung/Desinfektion mit OXI-sys kann diese Verkeimungen nachweislich reduzieren / beseitigen. Das trifft insgesamt für die Beseitigung von E. Coli, coliformer Bakterien, den Enterokokken und den in der Koloniezahl erfassten allgemeinen Bakterien zu. Im Bereich der Koloniezahlreduzierung bei 36°C wurden auf Grund des hohen Grades der Aktivkohlefilterverkeimungen und der vorgeschriebenen geringen OXI – sys - Restkaktivitäten im aufbereiteten Trinkwasser die erforderlichen Reduzierung der Koloniezahl nach TrinkwV, 2001 nicht erreicht (unbehandelter Aktivkohlefilter = Infektionsquelle - vgl. Tab. C-13).

Tab. C-17: Mikrobiologische Ergebnisse an der TWAA nach Desinfektion des Kiesfilters und des Rohwassers mit OXI-sys

Nr	Probe	<i>E. coli</i> MPN pro 100 ml	Coliforme MPN pro 100 ml	Enterokokken MPN pro 100 ml	Koloniezahl bei 22°C* MPN pro ml	Koloniezahl bei 36°C MPN pro ml
1	Rohwasser	12,1	1986,3	22,5	> 391,2 (>240 - >640)	> 391,2 (>240 - >640)
2	25 m³ SMB mit OxySys	0	0	0	< 1,8 (0,0 - < 14,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
3	TWAA vor Kiesfilter	0	0	0	< 1,8 (0,0 - < 14,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
4	TWAA nach Kiesfilter	0	0	0	10,5 (4,4 - 25,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
5	TWAA nach Aktivkohlefilter	0	0	0	96,8 (67,0 - 140,0)	120,4 (85,0 - 170,0)
6	Berkefeldbecken mit Oxy-sys, nach Spülung TWAA	0	0	0	171,5 (120,0 - 240,0)	4,1 (1,0 - 16,0)

MPN: Most Probable Number (Wahrscheinlichste Anzahl). Angabe in Klammern sind die untere und die obere 95% Vertrauensgrenze.

C 1.5 Gesamteinschätzung und Schlussfolgerungen

OX-sys eignet sich für die Beseitigung von bakteriellen Infektionen in allen Verfahrensstufen der THW-Anlage KRUPP-TWAA unter Beachtung des einzuhaltenden Redoxpotentials zwischen 680 und 720 mV für das zu behandelnde Wasser und zulässige Behandlungskonzentrationen nach TrinkwV, 2001, u.a. geltenden Vorschriften.

Im Folgenden wird eine Kurzberechnung der anfallenden Kosten beim Einsatz von OXI-sys im Vergleich zur bestehenden Standardbehandlung (Calciumhypochlorit) zur Desinfektion vorgenommen. Dabei wird das Einsparungspotential für In- und Auslandseinsätze aufgezeigt.

Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften (Gefahrenhinweise ätzend und brandfördernd) müssen beim Umgang mit Calciumhypochlorit entsprechende gesetzliche Verordnungen und Vorgaben hinsichtlich Arbeitsschutz, Umgang, Lagerung und Transport berücksichtigt werden. Zu nennen sind u.a. Gefahrstoff- und Gefahrgutverordnung, Technische Regeln Gefahrstoff, Vorgaben zur Lagerung von wassergefährdenden Stoffen, Einteilung in bestimmte Lagerklasse vom Verband der Chemischen Industrie unter Berücksichtigung des Zusammenlagerungsverbot bestimmter Chemikalien.

Im Rahmen der humanitären Einsätze des THW erweist sich immer wieder die Vorbereitung und die Deklaration von Calciumhypochlorit für den Transport per Flugzeug als ein sehr zeitaufwendiges Verfahren, das von speziell geschulten Gefahrgutbeauftragten des THW durchgeführt wird. Nach den Richtlinien der International Air Transport Association (IATA) unterliegt die Chemikalie für den Transport in Passagier- und Frachtflugzeugen bestimmten Anforderungen hinsichtlich Menge, Innenverpackung und Außenverpackung. Eingestuft in Verpackungsgruppe II sind beispielsweise nur 10 x 500 g Verpackungen in einem Packstück zulässig (IATA, 2006). Bei Transporten auf der Straße gelten die ADR-Vorschriften, die beispielsweise einen getrennten Transport von Calciumhypochlorit und Flockungsmitteln wie Eisen(III)-Chlorid vorschreiben.

Kostenkalkulation für die Verwendung von Calciumhypochlorit:

Preise (Fa. Berkefeld, Celle):

Calciumhypochlorit 65%:

1.) Verwendung von 500 g Packungen, die nach IATA-Vorschrift in Verpackungsgruppe II in einem Passagierflugzeug transportiert werden können. Das Gewicht des Packstückes beträgt maximal 5 kg, d.h. es dürfen 10 x 500 g Packungen in einem Packstück enthalten sein.

500 g:	9,40 € netto
	10,90 € brutto
pro g:	2,18 Cent brutto

Einsatz von 6 g freiem Chlor / m³ für die gesamte Trinkwasseraufbereitung (Primär- und Sekundärdesinfektion) entspricht = 9,23 g/m³ (Calciumhypochlorit enthält nur max. .65% freies Chlor)

= 20,12 Cent / m³

2.) Verwendung von 1.000 g Packungen, die nach IATA-Vorschrift in Verpackungsgruppe III in einem Passagierflugzeug transportiert werden können. Das Gewicht des Packstückes beträgt maximal 25 kg, d.h. es dürfen 25 x 1.000 g Packungen in einem Packstück enthalten sein.

1000 g:	8,85 € netto
	10,27 € brutto
pro g:	1,03 Cent brutto

Einsatz von 6 g freiem Chlor / m³ für die gesamte Trinkwasseraufbereitung (Primär- und Sekundärdesinfektion)

= 9,23 g / m³

= 9,48 Cent / m³

Kosten Luftfracht Calciumhypochlorit

Informationen durch Cargo Services, Flughafen Münster Osnabrück (Stand 17.07.06)

C	ERGEBNISSE
C 1.5	Gesamteinschätzung und Schlussfolgerungen

- Frachtkosten pro kg variieren von Fluggesellschaft zu Fluggesellschaft und Flugziel
- Zuschläge pro kg betragen zur Zeit: 25 Cent/kg für Security und 65 Cent/kg für Treibstoff
- Zuschläge für Gefahrgut: 50,00 - 100,00 € je UN-Nummer. Einige Fluggesellschaften nehmen für jedes weitere Packstück 3,00 €
- Preis für Gefahrgutlogistik ca. 70,00 € pro Abfertigung (Beinhaltet Shippers Declaration und Verpackung in Karton aus Pappe (4G) mit UN-Zulassung und Gefahrezettel.
- Beispiel: Minimumsendung 10 - 15 kg kostet 100,00 € plus Gefahrgutlogistik plus Securityzuschlag plus Treibstoffzuschlag plus Gefahrgutzuschlag

Beispielrechnung: 25 kg Calciumhypochlorit ohne Berücksichtigung der Gefahrguttransportkosten zum Flughafen

	250,00 € Frachtsendung
	16,25 € Treibstoff
	62,50 € Security
	100,00 € Gefahrgutzuschlag
	+ 256,75 € Materialpreis
Summe	685,50 € / 25.000g
	1g = 2,74 Cent

Daraus ergibt sich eine Aufwand für das Desinfektionsmittel von 25,3 Cent /m³ Wasser

Verwendung von OXI-sys in Vorort-Produktion:

Einsatz von maximal 6 g Freiem Chloräquivalent / m³ für die gesamte Trinkwasseraufbereitung (Primär- und Sekundärdesinfektion) entspricht einem Volumen von 34,28 l (175,mg/l freies Chloräquivalent; 0,343 Cent/l Herstellungskosten im Feldeinsatz)
 = 34,28l OXI-sys / m³
 = 11,76 Cent / m³

Einsatz von durchschnittlich 4,025 g freiem Chloräquivalent / m³ für die gesamte Trinkwasseraufbereitung (Primär- und Sekundärdesinfektion) ermittelt in Feldversuchen entspricht einem Volumen von 23,0 l (175 mg/l freies Chloräquivalent, 0,343 Cent/l Herstellungskosten)
 = 23,00l OXI-sys / m³
 = 7,89 Cent / m³

mit dem Vorteil des Entfallens von folgenden Zusatzkosten

- **Administrative Kosten**
- **Verpackungs- und Umverpackungskosten**
- **Flugkosten für Gefahrgut / Kfz –Gefahrguttransportkosten**

Hinzu kommt die Unsicherheit der Nachlieferung von Desinfektionschemikalien bei Auslandseinsätzen!

C 1.6 RED-sys - Anwendung - Grundsätze

Neben der Funktion als Reinigungsmittel im Feldeinsatz konnte RED-sys erfolgreich zur pH-Regulation bei der 1. Stufe der Rohwasserbehandlung „Fällung/Flockung“ eingesetzt werden. Über die Dosierung mittels des statischen Mischers lässt sich eine echtzeitgemäße pH-Regulierung des gesamten Wasserkörpers ermöglichen und Unter- bzw. Überdosierungen vermeiden, um eine optimale Flockung und Fällung zu erreichen.

Der zweite wichtige Einsatzpunkt für RED-sys ist eine pH-Anhebung nach dem Durchströmen des Wassers durch die Aktivkohlefilter der TWAA. Der pH-Wert fällt Abfall um ca. eine Einheit. Das im Labor von ITA bereits bestätigte Reinigungs- / pH-Regulierungspotential von RED-sys wurde im Feldeinsatz nicht nochmals untersucht.

C 2 Ergebnisse des Marketing

C 2.1 Marktforschung

C 2.1.1 Ergebnisse der Anwenderbefragung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragung von potentiellen Anwendern zum Einsatz des DESINFEKTOR pro und der Desinfektionslösung OXI-sys dargestellt. Auf Grund der Erfahrung des schlechten Rücklaufs von schriftlichen Befragungen (< 5 %) wurde die Interviewtechnik angewandt.

C 2.1.1.1 Beziehung zwischen Anwender und Hersteller

Im Ergebnis des Verlaufes der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stellte sich durch Befragung heraus, dass in der Festlegung der Anlagenkonfiguration frühzeitig auf die Bedürfnisse des Anwenders einzugehen ist. Insbesondere sind die Anlagenkapazität mit dem benötigten Desinfektionsmittelvolumen und dem Zeitaufwand zur Produktion sowie Art und Umfang der erforderlichen Applikationstechnologie zu berücksichtigen. Die Ergebnisse der Befragungen werden in die Erarbeitung eines Befragungsdatenblattes implementiert. Hier sind detaillierte Angaben über einzusetzende oder vorzuschaltende notwendige Behandlungstechnologien für die jeweiligen Anwendungsfälle insbesondere im Hinblick auf die Art der zu behandelnden Wässer und die beabsichtigten Nutzungen zu erfassen.

C 2.1.1.2 Akzeptanz

Hemmnisse für die Markteinführung innovativer Technologien

Für den Einsatz des DESINFEKTOR pro spielen Fragen zur Akzeptanz eine entscheidende Rolle. Diese sogenannten „Soft-Facts“ haben eine große Bedeutung bei der Entscheidung für den Kauf und die Produktanwendungen. Es wird deutlich, dass es vor allem Unsicherheiten bei rechtlichen Fragen zur Zulässigkeit des Geräteeinsatzes, gefolgt von Problemen der Anwendungssicherheit sowie Gewährleistung gibt.

Bei Wasserfachleuten bestehen hinsichtlich des DESINFEKTOR pro - Einsatzes keine grundlegenden Hemmnisse. Für den breiten Einsatz zeigt sich als wesentliches Hemmnis, dass verbreitet bei Anwendern falsche Erwartungen und ungenügende Kenntnisse des fachgerechten Einsatzes bestehen.

C 2.1.2 Ergebnisse der Herstellerbefragung
C 2.1.2.1 Strukturdaten

Der europäische Markt zur elektrochemischen Wasserdesinfektion wird in Deutschland im Wesentlichen von folgenden Herstellern und Händlern bearbeitet:

1. RONEG AG
2. LVPG - International
3. Durit – Trade – Umwelttechnik (Aqua-4live)
4. Selmer Umwelttechnik(OXIMATE)
5. Aquagenius Wassertechnologie (IMECA® decon 40 / 80)
6. Sincerus e.K
7. ITA GmbH

C 2.1.2.2 Vermarktungsaktivitäten

Es existiert zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein wachsender Technologiemarkt, der jedoch noch durch verschiedene nichtfachgerechte Applikationen von ECA-Produkten siehe [WASSER, FORUM, 2004-2006] Rückschläge erleidet. Insbesondere wird der Markt durch unrealistische kaufmännische Versprechungen bis zu fachlichen Falschaussagen unter Missachtung von notwendiger Vorbehandlungstechnik in werbenden Internetseiten und Prospektmaterialien gestört.

C 2.1.2.3 Perspektiven

Einsatz kann der DESINFEKTOR pro außer bei der Trinkwasserherstellung und Trinkwasserbereitstellung in Notsituationen auch im Bereich der Behandlung von Schwimmbadwasser im Physiotherapiebereich und bei Wellness-Anwendungen sowie in der Trinkwasserversorgung in Hotelanlagen finden.

Auf Grundlage des **äußerst geringen energetischen Aufwandes** zur Herstellung eines wirksamen Desinfektionsmittels wird dem DESINFEKTOR pro unter Einsatz des überall verfügbaren preiswerten Rohstoffes Kochsalz eine Marktchance insbesondere in Verbindung mit der Solarenergietechnik in Entwicklungsländern eingeräumt. Dies wird durch die robuste, wartungsarme Gestaltung der Gesamtanlage unterstützt.

C 2.2 Marketingstrategien

C 2.2.1 Marketinginstrumente

C 2.2.1.1 Produkt- und Sortimentspolitik

Grundlagen der Produktpolitik

Grundlagen der Produktpolitik müssen die Bedürfnisse, Einstellungen, Wünsche, Vorbehalte und Befürchtungen der potenziellen Kunden bilden. Dabei sind die Bedürfnisse des Kunden durch eine entsprechende Nutzenerwartung an das Produkt gekennzeichnet. Aufgabe der Produktpolitik ist es daher, Entscheidungen zum Produkt, zum Produktdesign und zum Produktmix dementsprechend zu treffen. Für das Produkt DESINFEKTOR pro mit seinem Desinfektionsprodukt OXI-sys und dem Reinigungsmittel RED-sys bedeutet dies Folgendes:

Für den Endkunden steht eine Grundvariante des DESINFEKTOR pro zur Verfügung. Mit dieser Transparenz wird die Schnittstelle für die örtlichen Anpassungen exakt definiert.

Vor- und nachgeschaltete verfahrenstechnische Module werden stets gesondert behandelt.

Eine Verdopplung des Durchsatzes bei der Anlage DESINFEKTOR pro kann auf zwei Wegen erfolgen:

1. Auslegung der Anlagentechnik als Doppelanlage mit Wechselbetriebsregime
2. Nutzung von zwei gerätetechnisch getrennten Anlagen

Hier stehen jedoch immer das Umweltentlastungspotential, die Sicherheit und die Verfügbarkeit als Marketingargumente im Vordergrund. Wichtig ist deshalb die Konzentration auf die Zielgruppen innerhalb der Trinkwasseraufbereitung im Katastrophenfall, bei denen die positiven ökonomischen Auswirkungen (geringster Energieeinsatz) besonders groß und gleichzeitig sind und negative ökologische Auswirkungen (Gefahrstoffe) besonders gering sind bzw. überhaupt nicht auftreten.

Das Anlagensortiment wird bewusst schlank gehalten. So werden Anlagen mit kleineren Durchsätzen nicht angeboten, da die Vorteile der Umweltentlastung sich verringern sowie die Investmentkosten im Vergleich zum Nutzen steigen.

Die strikte Qualitätsorientierung einerseits und eine entsprechende Kommunikation andererseits tragen dazu bei, die Anwender davon zu überzeugen, dass gleich aussehende Anlagentechnik nicht immer sich der gleichen Verfahrenstechnik bedient. Ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit wird durch die Verwendung des DESINFEKTOR pro mit der notwendigen ergänzenden Applikationstechnologie (z.B. Statikmischer) erreicht.

C 2.2.1.2 Preispolitik

Der Anlagenpreis für den Endanwender des DESINFEKTOR pro pegelt sich bei Berücksichtigung aller kaufmännischen und betriebswirtschaftlichen Kostenkategorien zwischen 10 - 15 T € netto pro Anlage ein. Damit wird ein Preis erreicht, der in der Branche für derartige Anlagentechnik üblich ist.

C 2.2.1.3 Service- und Distributionspolitik

Service und Distribution liegen zzt. in einer Hand bei ITA GmbH als Hersteller und Anlagenentwickler. Dies ist begründet im erreichten Entwicklungsstand und in der Notwendigkeit einer exakten Voranalyse der geplanten ECA-Technologieanwendung beim Kunden. Wesentlich ist dabei, ob das Problem des Kunden allein mit dem ECA-Technologieeinsatz zu lösen ist. Eine exakte Prozessanalyse ist in den meisten Fällen notwendig. Ohne diese führt aus der Erfahrung und den Diskussionsforen im Internet der ECA-Technologieeinsatz zu negativen Ergebnissen und der Abwertung von Gerätetechnik und Behandlungsstrategien. Ein kundenorientierter Anlagenservice ist die Voraussetzung für die Kundenzufriedenheit und Kundenbindung [KITZMANN, T., 2005]. Als qualifizierter Service wird ein „feed back“ für zukünftige Anlagenweiterentwicklungen geschaffen.

C 2.2.1.4 Kommunikationspolitik

Folgende Hauptaufgaben der Kommunikationspolitik wurden für die Einführung der innovativen Geräte- und Applikationstechnologie bestimmt:

- Vorbehalte ausräumen
- Exakte Verdeutlichung des Nutzens und des Umweltentlastungspotentials

- Abbau der Unsicherheiten (DGMV/UBA/rechtliche Lage)
- Schaffung einer Vertrauensbasis/Kundenbindung

Die Umsetzung der Hauptaufgaben erfolgt durch:

- Gezielte Sachinformationen zur Diaphragmalyse-Technologie
- Eindeutige Deklaration der Produktgehalte
- Aufzeigen von Eigenschaften/Anwendungsempfehlungen
- Transparenz der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen
- Aufklärung des Verbrauchers / der Bevölkerung
- Förderung des Umwelt- und Verbraucherschutzgedankens
(u.a. Ressourcenschonung)

Dazu werden folgende Instrumente der Kommunikationspolitik favorisiert:

- Feldeinsatzübungen und Demonstrationsveranstaltungen des THW
- Broschüren des Herstellers
- Fachartikel und Anzeigen in örtlicher und überregionaler Presse
- „Tag der offenen Tür“
- Einbeziehung von Referenzanwendern als Multiplikatoren für die „Mund zu Mund-Propaganda“
- Ausstellungen, Messen, Umwelttage
- Vorträge
- Kooperationspartner

C 2.2.2 Marketingkonzept

C 2.2.2.1 Aufbau eines Marketingkonzeptes

Um einen nachhaltigen Erfolg der Marketingaktivitäten [ZOLLONDZ, H.D., 2003] zu erreichen, müssen nicht nur die Einzelaktionen aufeinander abgestimmt sein (Marketing-Mix), sondern sie müssen in ein Gesamtkonzept eingebettet werden. Dieses muss die Rahmenbedingungen (z.B. Gesetzgebung, Anwenderstruktur- und Anwenderbedürfnisse, Öffentlichkeit) ebenso berücksichtigen wie eine klare Zielsetzung. Davon müssen die Einzelaktionen mit ihren Details abgeleitet werden (vgl. Abbildung C-33).

Mit Hilfe eines Aktionsplanes müssen die Detailaspekte des Konzeptes wie Ziele, Einzelmaßnahmen, Zeitpunkte, Verantwortliche und Kosten für die Umsetzung festgelegt und dokumentiert werden. Der Aktionsplan enthält die in Tabelle C-18 aufgeführten Fragestellungen und Aktionen.

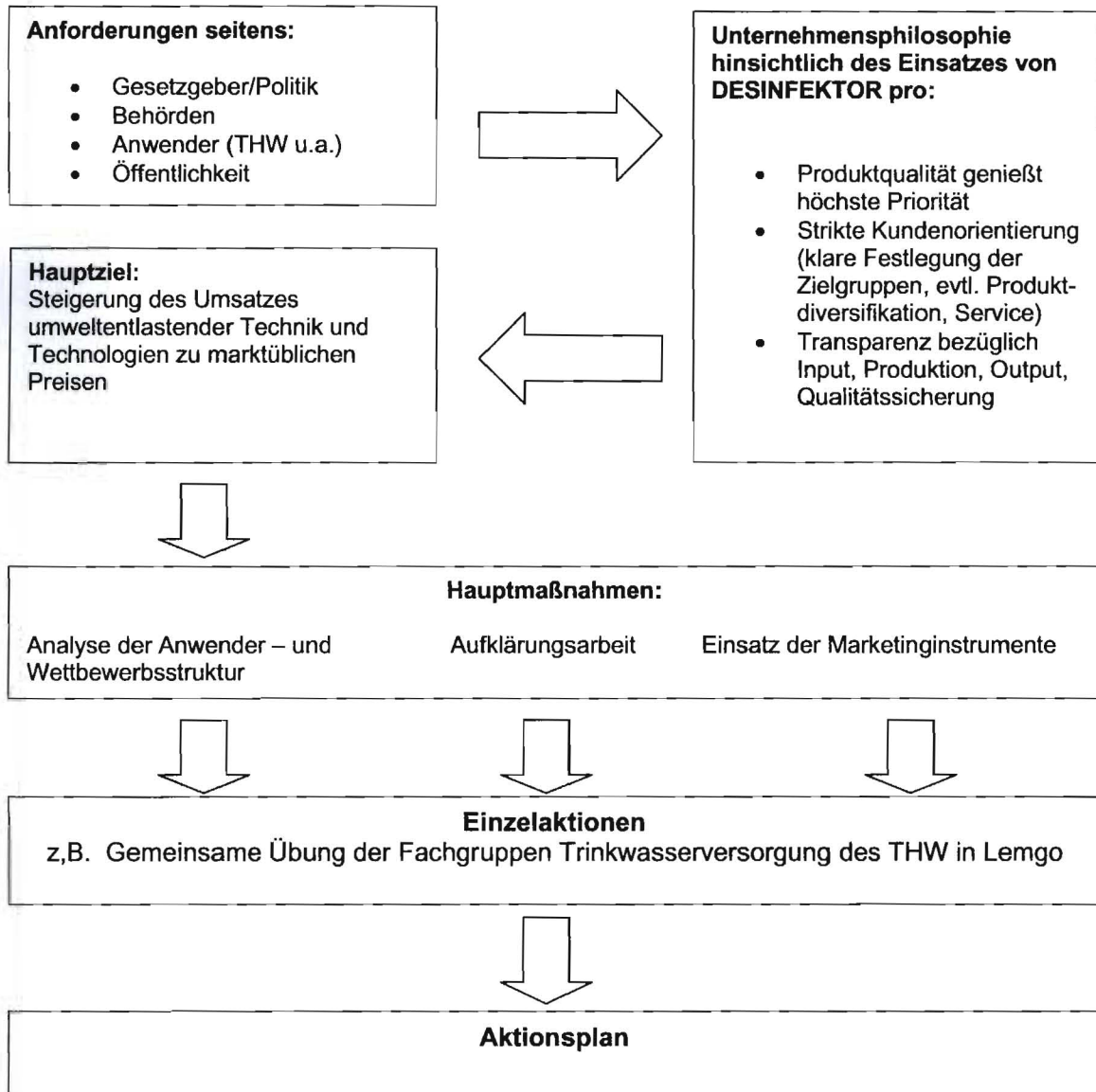


Abb. C-33: Marketingkonzept

Tabelle C-18: Inhalt des Aktionsplanes.

Fragestellungen	Aktionen
Was soll erreicht werden? (Problemlösung)	Analyse der Ist-Situation (Rechtlich, fachlich, technisch)
Wer ist dafür verantwortlich?	Grundsätzliche Entscheidungen (Geschäftsleitung)
Wann soll dies umgesetzt werden?	Erstellung einer Argumentationsliste
Wie soll dies umgesetzt werden?	Erstellung einer Argumentationsliste

Individualmarketing

- Redaktionelle Berichte
- Sachinformationen (z.B. in Broschüren, Internet) in aussagefähiger, konzentrierter und anschaulicher Form mit klarer Herausstellung der Forschungsergebnisse
- Informationsvermittlung an Meinungsträger und -bildner
- Einheitlicher Marktauftritt des Unternehmens von Inhalten aus der Unternehmensgruppe

Gruppenmarketing

- Redaktionelle Berichte, Anzeigen, Internetauftritt, Broschüren usw.,
- Nutzung von Multiplikatoren zur Informationsvermittlung an Versorger (z.B. Wasserwerke)
- Beraterstammtische zum Informationsaustausch
- Informationsvermittlung bei „Tag der offenen Tür“
- Messen, Ausstellungen, Tagungen, Vorträge

C 2.3 Gesamteinschätzung und Schlussfolgerungen

Für die Bedürfnisse des THW beim Einsatz von Wasseraufbereitungstechnologien im Katastrophenschutz mit Kapazitäten von 8 - 10 m³/h wird eine Doppelanlagenvariante des entwickelten DESINFECTOR pro empfohlen. Damit können die notwendigen Desinfektionsbedürfnisse für die verschiedenen Einsatzfälle erfüllt werden.

Die Entscheidung zum Einsatz und Kauf einer geeigneten ausreichend dimensionierten Gerätetechnik für andere Einsatzkräfte (z.B. Feuerwehr) soll durch gezielte Marketingarbeit mit eingehender Beratung für die geplanten Anwendungsfälle erfolgen.

Im Rahmen des durchgeführten Projektes wurde die ECA-Technologie und Gerätetechnik bei Übungen und Demonstrationsveranstaltungen des THW sowie auf der Wassermesse in Berlin 2006 erfolgreich vorgestellt.

D ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

D 1 Workshops und Messen

Das Ergebnis des Verbund-Forschungsprojektes wurde gemeinschaftlich mit den Verbundpartnern auf der Messe WASSER BERLIN (Berlin, 3. - 7. April 2006), an dem von der ZUK organisierten Gemeinschaftsstand der DBU erfolgreich präsentiert. Die mobile Anlage DESINFEKTOR pro wurde vorgestellt und die Anwendung bei THW-Einsätzen in Video-Aufzeichnungen demonstriert. Entsprechendes Prospektmaterial wurde Interessenten übergeben.



Abb. D-1:Wassermesse Berlin - DBU Gemeinschaftsstand

Expertengespräch am 11.05.2006 im Technologiezentrum Köthen

Kontakte von der Messe WASSER BERLIN wurden mit einem Besuch der Geschäftsleitung der LVPG GmbH bei ITA GmbH in Köthen vertieft. Im Ergebnis des Gesprächs wurden regelmäßige fachliche Kontakte und Abstimmungen zur Marktpräsenz vereinbart. Ein Schwerpunkt war dabei, auch den breiten Einsatz der ECA-Desinfektionstechnologie durch fachlich fundierte und praktisch vorteilhafte Anwendungen zu verstärken.

Informationsmaterial zur technischen Umsetzung mit dem DESINFEKTOR pro wurden erarbeitet und potentiellen Anwendern zugesandt (Anhang 1, 10 und 11).

D 2 Überregionale Öffentlichkeitsarbeit

D 2.1 Veröffentlichungen

Angebot zur Nutzung des Projektergebnisses: www.virtualmarket.wasser-berlin.de

WASSER BERLIN - Virtual Market Place
Berlin, 3.-7. April 2006
Gemeinschaftsstand der DBU



Angebot zur Nutzung des Projektergebnisses: www.ita-koethen.de

Anlagenkurzbeschreibung
Produktcharakterisierungen : OXI-sys , RED-sys



D 2.2 Präsentation

Auf der offiziellen Veranstaltung der THW-Fachgruppe Trinkwasserversorgung von NRW bei den Stadtwerken in Lemgo im September 2005 wurden der DESINFEKTOR pro im Zusammenwirken mit der THW-Technik des Ortsverbandes Ibbenbüren / Havixbeck und erste Ergebnisse bei THW-Einsätzen präsentiert. Mit Verantwortlichen kommunaler Einrichtungen wie Stadtwerke, Wasserwerke und Feuerwehr wurden mögliche Anwendungen der ECA-Desinfektionstechnologie in diesen Bereichen diskutiert und die entsprechende Technik vorgestellt.



Abb. D-2: THW Veranstaltung in Lemgo

D 3 Regionale Öffentlichkeitsarbeit

Bei den praktischen Erprobungen des DESINFEKTOR pro in Zusammenarbeit mit dem OV Ibbenbüren des THW wurden die Kontakte zur kommunalpolitischen Führung , wie der Bürgermeisterin und der regionalen Presse sowie zum Regionalsender des WDR gepflegt (Anhang 8).

Im Technologiezentrum in Köthen werden die mit der DBU veröffentlichten Informationsmaterialien präsentiert und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.



Abb. D-3: Das Technologiezentrum Köthen–Demonstrationszentrum für Solarthermie, Wassertechnik und Fotovoltaik

E HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

E HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Projektergebnisse lassen eine unmittelbare praxisrelevante Verwertung bzw. Anwendung zu. Die anlagentechnischen, energetischen und verfahrenstechnischen Entwicklungsziele konnten in der industriellen Praxis verwirklicht, bestätigt und verifiziert werden.

Empfohlen werden deshalb :

- Die Aufnahme des DESINFECTOR pro in die UBA-Liste der empfohlenen umweltentlastenden Anlagentechnik der THW-Ausstattung zur Trinkwasseraufbereitung – Desinfektionsmittelherstellungsanlagen
- Die Ausstattung der THW-Fachgruppe Trinkwasserversorgung sowie der SEEWA-Module Nord, Mitte und Süd mit jeweils zwei DESINFECTOR pro - Anlagen (Geräteredundanz, Flexibilität und Spitzenbedarf)
- Die Verwendung von OXI-sys als Desinfektionsmittel und RED-sys als pH -Wert - regulierendes Agenz und Reinigungsmittel im Einsatz des THW auf Grundlage der erreichten positiven verifizierten Untersuchungsergebnisse in der Praxis der Trinkwasseraufbereitung beim THW.

Der unterchlorigen Säure, als Hauptbestandteil von OXI-sys, wird ein geringeres pH-Wert abhängiges Vermögen, organische Verbindungen zu chlorieren zugeschrieben als dem Calciumhypochlorid. Das wird durch das hauptsächliche Vermögen der Freisetzung von aktivem Sauerstoff (nicht Chlor oder andere Chlorverbindungen) als Reaktionspartner im chemisch-physikalischen Desinfektionsprozess erreicht. Unterchlorige Säure, die wenig dissoziiert besitzt gegenüber dem sofort dissoziierten Anion der unterchlorigen Säure aus dem Calciumhypochlorid in wässrigen Lösungen eine 100-fach höhere Aktivität (Wirkung). Das ist ein wesentlicher Vorteil des Einsatzes von OXI-sys gegenüber dem Calciumhypochlorid zur Desinfektion. Ein Beitrag zur Umweltentlastung wird mit der Anwendung von OXI-sys explizit geleistet.

Die Aufnahme des statischen Mischers Typ ITA – FLUIDMIX mono – w in die UBA-Liste der empfohlenen Anlagentechnik der THW- Ausstattung zur Trinkwasseraufbereitung

E HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Zur weiteren Einsparung von Chemikalien (Desinfektionsmitteln) bei der Trinkwasseraufbereitung des THW und der damit verbundenen Umweltentlastung sollte nach der Fällung/Flockung und anschließender Filtration nur noch eine Sekundärdesinfektion mit OXI-sys erfolgen.

Aufnahme der Desinfektionstechnologie in das Schulungs- und Ausbildungsprofil der THW-Helfer in den Fachgruppen Trinkwasserversorgung und der SEEWA.

F Literatur

BAKHIR V. M., 2001

Auszüge aus Elektrochemische Aktivierung
ISBN 5-901661-01-0
Akademie der medizinisch-technischen Wissenschaften der Russischen Föderation

BOTZENHARD K., 1994

Die Beherrschung mikrobiologischer Belastungen bei der
Oberflächenwasseraufbereitung nach der SWTR (USA)
Gwf-Wasser/Abwasser, 135, 201-206, 1994

BRAUWELT, 2003

Die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Chlordioxid – Eine Verfahrensübersicht
Ausg. 11/2003, S. 287-292.

CARKSON S., HÄSSELBARTH U., 1968

Das Verhalten von Chlor und oxydierend wirkenden Chlorsubstitutionsverbindungen bei
der Desinfektion von Wasser, 39, 41-51, 1972

CHROBOK K., 2003

Desinfektionsverfahren in der Schwimmbeckenwasseraufbereitung unter besonderer
Berücksichtigung des Elektrochemischen-Aktivierungs-Verfahrens zwecks
Verbesserung der Beckenwasserqualität
Dissertation, Universität Bremen 2003.

CZARBETZKI L. R., JANSSEN L.J.J., 1992

Formation of hypochloride, chlorate and oxygen during NaCl electrolysis from alkaline
solutions at an RuO₂/TiO₂ anode
Jornal of Applied Elektrochemistry, 22, 315-324, 1992

DIN 38402 – Teil 4

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)
Bestimmung der Temperatur
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1984

DIN 38402 – Teil 5

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)
Bestimmung des pH-Wertes
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1984

DIN 38402 – Teil 6

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)
Bestimmung des pH-Wertes
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1984

DIN 38402 – Teil 25

Anionen (Gruppe D)
Bestimmung von gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie
Bestimmung von Chlorat, Chlorid und Chlorit in gering belasteten Wasser
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1982

DIN 38408 – Teil 3

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G) Bestimmung von Ozon
Allgemeine Angabe (Gruppe A)
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1983

DIN 38408 – Teil 4

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G) Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1983

DIN 38411 – Teil 1

Allgemeine Angabe (Gruppe A)
Vorbereitung zur mikrobiologischen Untersuchung von Wasserproben
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1983

DIN 38411 – Teil 6

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)
Nachweis von Escherichia coli und Coliformen Keimen
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1991

DIN 38411 – Teil 8

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)
Nachweis von Pseudomonas aeruginosa
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1991

DIN EN ISO 6222

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)
Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen – Bestimmung der
Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nährmedium
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1999

DIN EN ISO 10301

Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)
Bestimmung leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 1997

EICHELSDÖRFER D., SLOVAK J., 1975

Zur Reizwirkung (Konjunktivitis) von Chlor und Chloraminen im Schwimmbadwasser
Vom Wasser, 45, 17-28, 1975.

Exner, M, et al., 2003

Exner, M., Feuerpfeil, I. und Gornik, V. (2003). Cryptosporidium, Giardia und
andere Dauerformen parasitisch lebender Protozoen. In: Die Trinkwasser-
verordnung. Grohmann, A., Hässelbarth, U. und Schwerdtfeger, W. (Hrsg). Erich
Schmidt-Verlag, Berlin. S. 209-225.

Frimmel, F.H. (2003).

Aufbereitungsstoffe für die Desinfektion von Trinkwasser. In: Die
Trinkwasserverordnung. Grohmann, A., Hässelbarth, U. und Schwerdtfeger, W.
(Hrsg). Erich Schmidt-Verlag, Berlin. S. 577-590.

GATES F. L., 1930

Study of the Bactericidal Action with Light III
J.Gen.Phys. 14.

F LITERATUR

GUJER W., VON GUNTEN U., 2003

A stochastic model of an ozonation reactor
Wat. Res., 37.

HAMANN C. H, VIELSTICH W., 1998

Elektrochemie
3. vollständig überarbeitete Auflage, Wiley-VCH 1998

HOENLE AG, 2004

UV-Technologie
URL: <http://www.hoenle.de>.

Hollemann A., Wiberg E., 1995

Lehrbuch der Anorganischen Chemie. 101. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, New York.

HOV-STUDIE, 1987

Eine wissenschaftlich-technische Studie über halogenierte Verbindungen(HOV) in Wässern
Fachgruppe Wasserchemie in der GDCh
Im Auftrage des UBA, Forschungsbericht Wasserwirtschaft 10204 323, 1987

Hütter L. A., 1994

Wasser und Wasseruntersuchung. Methodik, Theorie und Praxis chemischer, chemisch-physikalischer, biologischer und bakteriologischer Untersuchungsverfahren. 6. Auflage, Otto Salle Verlag, Frankfurt und Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt, Salzburg.

IATA, 2006.

Gefahrgutvorschriften. International Air Transport Association. Montreal - Genf. 47. Ausgabe. S. 167, 480-481, 485-486, 493, 496, 367.

KIRSCH H., 2000

Entwicklung eines Verfahrens zur material- und struktursensitiven Trennung gasgetragener Partikel
Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2000.

KITZMANN T., 2005

Unterlagen zum Projekt „Desinfektor“
ITA GmbH, Köthen, 2005.

KOTLER, P., 2005

Marketing-Management. Analyse, Planung und Verwirklichung
Pearson Studium Verlag (November 2005)

KRAUSE, 2003

Einsatz der Ultrafiltration in der Trinkwasseraufbereitung von trübstoffhaltigen und mikrobiologisch belasteten Grund- und Quellwässern
Forschungsprojekt, Universität der Bundeswehr München, München 2003.

MORRIS J.C., 1966

The Acid Ionization Constant of HOCl from 5 to 35 °C
J. Phys. Chem, 70, 3798, 1966.

MOWASY, 1999

Ein neues modulares Wasseraufbereitungssystem durch Kombination von solarer Photooxidation und Luftionisation
URL: <http://www.chemie.uni-bremen.de/life>.

OEHLER K. E., 1969

Technologie des Trink- und Betriebswassers
Springer Verl., Berlin, S. 248, 1969.

PERMA-TRADE Wassertechnik GmbH, 2004

Produktkatalog „permasolvent activ“
URL: <http://www.perma-trade.de>.

PROCESS, 2004

Gelöste Gleichung
URL: <http://www.process.de>.

REININGER G., SCHUBERT V., 2000

Vorlesungsskript Elektrochemie
Universität Paderborn, Paderborn 2000.

SCHOENEN D., 1997

Möglichkeiten und Grenzen der Trinkwasserdesinfektion unter besonderer Berücksichtigung der historischen Entwicklung
gwf-Wasser/Abwasser, 138, Nr.2, 61-74, 1997.

SITA, 1998

SITA science line t60
Betriebsanleitung
SITA Messtechnik GmbH, Dresden, S 31, 1998.

STEUER W., LUTZ-DETTINGER U., SCHUBERT F., 1998

Leitfaden der Desinfektion, Sterilisation und Entwesung
7. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart, S. 76, 1998.

TEGERNSEER-FACH-GRUPPE, 1997

Mensch . Wasser . Sonne . Wärme & Umwelt Heft 1997,
Umwelt-Broschüre der Tegernseer-Fach-Gruppe e.V.

TRINKWV, 2001

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
BGBl 2001, UBA-Liste 2006

UVIT, 2004

Entkeimungsmethoden
URL: <http://www.uvit.de>.

WALLACE & TIERNAN, 2001

Neue Technologie zur Herstellung von Chlorbleichlauge mittels der Chlor-Membranelektrolyse
URL: <http://www.wallaceundtiernan.de>.

WASSER, FORUM, 2004 -2006

Trinkwasserdesinfektion mit ECA Verfahren / Wasser.de-Forum Wasser ...
URL: <http://www.wasser.de>

WEINBERG H., 1999

Disinfection byproducts in drinking water: The Analytical Challenge
Analytical Chemistry News & Features December 1, 801A-808A, 1999

WHO, 1996

Guidelines for Drinking water quality
Volume 2: Health Criteria and other supporting information,
World Health Organisation, Genf 1996

WHO, 2000

Disinfection and disinfection byproducts
World Health organisation , Enviromental Health criteria 126, 2000

WILDBRETT G., 1996

Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie
1. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, S 59, 1996

ZOLLONDZ, H.D., 2002

Grundlagen Marketing. Von der Vermarktungsidee zum Marketingkonzept
Pearson Studium Verlag; Auflage: 2., überarb. Aufl., 2002

ZOLLONDZ, H.D., 2003

Marketing-Mix. Die sieben P's des Marketings
Cornelsen Verlag,, 2003

Verbund-Forschungsprojekt



Anhang zum Abschlussbericht

UMWELT
STIFTUNG



Förderprojekt der
Deutschen
Bundesstiftung
Umwelt

Anhangsverzeichnis

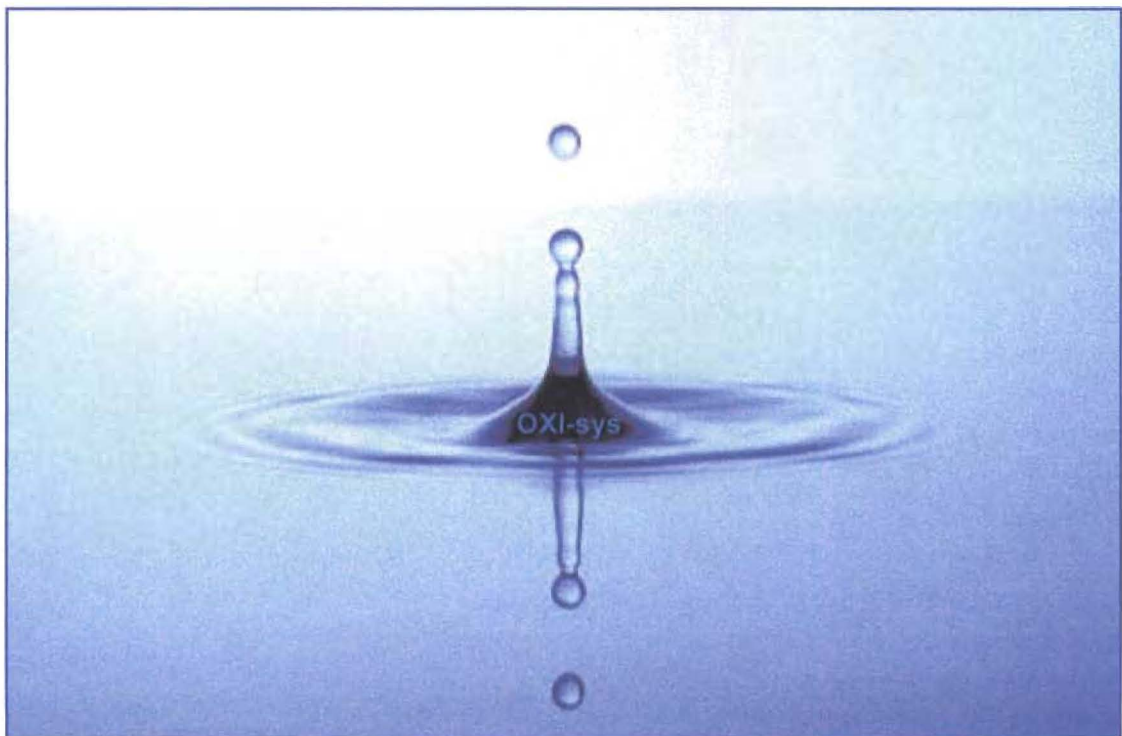
- A 1 Technische Dokumentation DESINFEKTOR pro**
- A 2 EG Konformitätserklärung**
- A 3 Stellungnahme DVGW**
- A 4 UBA-Anmeldung OXI-sys, RED-sys**
- A 5 Technisches Datenblatt Statikmischer**
- A 6 Referenzfotos für den Statikmischer**
- A 7 Ausgewählte Felduntersuchungsprotokolle**
- A 8 Pressemitteilung Ibbenbürener Volkszeitung**
- A 9 Auszug IATA-Vorschriften**
- A 10 DBU aktuell, Nr. 2 Februar 2006**
- A 11 Prospekt DESINFEKTOR pro**
- A 12 Arbeitsvorschrift THW: Solezubereitung**
- A 13 Arbeitsvorschrift THW: Produktion und Einsatz von OXI-sys**

TECHNISCHE DOKUMENTATION



Institut für innovative Technologien GmbH
Hubertus 1a
06366 Köthen
www.ita-koethen.de

DESINFEKTOR - pro



INHALT:

- I SICHERHEITSHINWEISE***
- II ALLGEMEINES***
- III BEDIENUNGSANLEITUNG***
- IV ANLAGEN***

I. SICHERHEITSHINWEISE

Allgemeines

Diese Bedienungsanleitung enthält grundlegende Hinweise, die bei Transport, Aufstellung, Installation, Betrieb, Wartung und Reparatur zu beachten sind. Sie ist daher unbedingt vor Installation, Betrieb oder anderen Arbeiten an der Anlage vom zuständigen Personal zu lesen und muss permanent am Einsatzort der Anlage verfügbar sein.

Kennzeichnung von Hinweisen

Hinweise in der Bedienungsanleitung

Die in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Sicherheitshinweise, die bei Nichtbeachtung Gefährdungen für Personen hervorrufen können, sind mit dem allgemeinen Gefahrensymbol besonders gekennzeichnet.



Hinweise in der Anlage

Direkt an der Anlage angebrachte Hinweise durch Warn- und Verbotsschilder müssen unbedingt eingehalten werden.



Kein Trinkwasser



Zutritt für Unbefugte
verboten



Warnung vor ätzenden
Stoffen

Autorisierung von Personal

Das Personal für Bedienung und Wartung der Anlagen muss durch eine Schulung zum Betrieb der Anlage autorisiert sein. Reparaturen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die über die entsprechenden Qualifikationsnachweise verfügen.

Verantwortungsbereich, Zuständigkeit und die Überwachung des Personals müssen

durch den Betreiber nachweislich festgelegt werden. Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass die Bedienung und Wartung der Anlage sowie Inspektions- und Reparaturarbeiten nur von qualifiziertem und autorisiertem Fachpersonal ausgeführt werden.

Gefahren bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann sowohl eine Gefährdung von Personen als auch für die Anlage zur Folge haben. Außerdem kann die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise zum Verlust jeglicher Schadensansprüche führen.

Im Einzelnen kann eine Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise folgende Gefährdungen nach sich ziehen:

- Versagen der Funktionen der Anlage,
- Versagen vorgeschriebener Methoden zur Wartung und Instandhaltung,
- Gefährdung von Personen durch elektrische und chemische Einwirkungen.

Eigenmächtiger Umbau

Umbau oder Veränderungen der Anlage sind nur nach Absprache mit dem Hersteller zulässig. Originalersatzteile und vom Hersteller autorisiertes Zubehör dienen der Sicherheit. Die Verwendung anderer Teile kann die Haftung für die daraus entstandenen Folgen aufheben.

Unzulässige Betriebsweise

Die Betriebssicherheit der gelieferten Anlage ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung dieser Bedienungsanleitung gewährleistet. Die in den technischen Daten angegebenen Betriebsparameter müssen in jedem Fall eingehalten werden.

II. ALLGEMEINES

Abb. 1: Desinfektionsmittelproduktionsanlage DESINFEKTOR pro 50

Die Desinfektionsmittelproduktionsanlage DESINFEKTOR pro ist eine kompakte Anlage, die für die Herstellung eines hochwirksamen Desinfektionsmittels konzipiert wurde. Sie hat eine nominelle Kapazität von 50 l/h (Desinfektionsmittel/Stunde).

Die Anlage arbeitet vollautomatisch. Die Anlage verfügt über mehrere Sicherheitseinrichtungen, die bei Störungen die Anlage automatisch außer Betrieb setzen. Die Anlage verfügt über eine CIP Reinigungsmöglichkeit zur Regeneration der Reaktoren.

III. BEDIENUNGSANLEITUNG

1. Beschreibung der Anlage und Funktionen

- 1.1 Technische Daten
- 1.2 Beschreibung der Anlage DESINFEKTOR pro
- 1.3 Produktionsleistung
- 1.4 Fließschema
- 1.5 Bezeichnung der Bauteile
- 1.6 Bedienfeld der Anlage

2. Technische Daten der Komponenten

- 2.1 Pumpe
- 2.2 Reaktoren
- 2.3 Messtechnik
 - 2.3.1 Füllstandsmessung
 - 2.3.2 Druckmessung / Einstellung
 - 2.3.3 Produktmenge
- 2.4 Steuerung

3. Betriebs- und Reinigungsmittel

4. Installation und Inbetriebnahme

- 4.1 Installation
- 4.2 Inbetriebnahme

5. Anlagenbetrieb

- 5.1 Programmwahl
- 5.2 Betriebsweise
- 5.3 Programm „Reinigung Anlage“
- 5.4 „STOP“ Taster

6. Außerbetriebnahme und Konservierung

- 6.1 Kurzzeitige Außerbetriebnahme
- 6.2 Langfristige Stilllegung

7. Warnhinweise und mögliche Betriebsstörungen

1. Beschreibung der Anlage und Funktionen

1.1 Technische Daten

Tab. 1: Technische Angaben der Anlage

	Typ DESINFEKTOR pro
Fabrikat	ITA GmbH, Kompakt-Desinfektionsmittelproduktionsanlage
Typ	Desinfektor pro 50
Kapazität	50 l/h Desinfektionsmittel
Energieversorgung	extern
Elektrischer Anschluss	230 V, 50 Hz
max. Leistungsaufnahme	150 Watt
max. Stromaufnahme	8 A
Betriebsdruck	ca. 1,2 bar (siehe Übergabeprotokoll)
max. Anlagendruck	2,0 bar
Steuerspannung	24 VDC
max. Medientemperatur	40 °C

1.2 Beschreibung der Anlage DESINFEKTOR pro

Der DESINFEKTOR - pro ist ein Gerät zur Herstellung einer hochwirksamen Desinfektionslösung für die Desinfektion von Trinkwasser.

Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der elektrochemischen Aktivierung. Kernelement dieser Technologie ist ein spezieller Reaktor, in dem mittels Diaphragmale eine elektrochemische Aktivierung eines Sole-Wasser-Gemisches erfolgt.

Als Reaktionsstoffe werden Wasser (H₂O) und Kochsalz (NaCl) verwendet.

Während des Prozesses der elektrochemischen Aktivierung entstehen in den Reaktorkammern zwei Produkte OXI-sys (hochwirksames Desinfektionsmittel) und RED-sys (Reinigungsmittel).

Der DESINFEKTOR – pro besteht aus einem zweigeteilten Anlageblock mit dem Inhalt:

- 1) Reaktionseinheit für die elektrochemische Aktivierung,
- 2) Netzteil mit Steuer- und Regeleinheit (LOGO!, Hersteller Siemens) sowie Display zur Anzeige der Betriebszustände der Anlage.

An dem Gerät befinden sich die Anschlüsse:

- a) für die Versorgungsleitungen (Netz-, Wasser-*, Reinigungsmittel-, Soleanschluss),
- b) für Produktentnahme (OXI-sys, RED-sys).

* bei Einspeisung von Wasser aus der Trinkwasserleitung ist zwingend eine DVGW zugelassene Trennapparatur zu verwenden

Die Wasserhärte des Eingangswassers darf einen Wert von 1 °dH nicht übersteigen. Bei größeren Härtegraden des Eingangswassers ist eine geeignete Enthärtungsanlage zu betreiben.

1.3 Produktionsleistung

- Die Desinfektionsmittelproduktionsanlage ist so konzipiert, dass pro Stunde ca. 50 Liter hochwirksames Desinfektionsmittel produziert werden können.

1.4 Fließschema

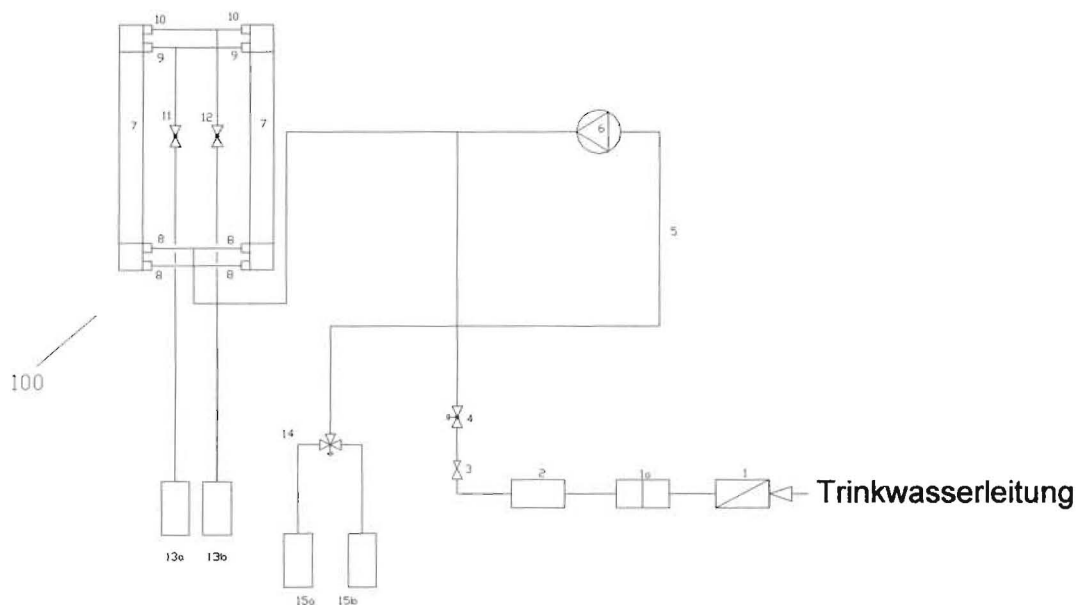


Abb. 2: Vereinfachtes Anschlussschema (beispielhaft an Trinkwasserleitung)

1.5 Bezeichnung der Bauteile

Tabelle 2: Bezeichnung der Bauteile, Teil 2 – Messtechnik, Probenahme

Bauteile	Bezeichnung	Funktion / Parameter
100	DESINFEKTOR pro	Gesamtanlage
1	Vorfiltereinheit	Abtrennung grober Feststoffe
1a	Systemtrennapparatur	Abtrennung vom Trinkwassernetz
2	Enthärtungsanlage *	Enthärtung Eingangswasser
3	Druckminderer	Eindrosselung Wasserdruck
4	Magnetventil	Absperrung Eingangswasserzulauf
5	Medienleitungen	Zuführung Medien
6	Schlauchpumpe	Einspeisung Sole/Reinigungsmittel
7	Elektroden	Reaktionsräume
8	Einlass Eingangswasser-Sole- Gemisch	Zufuhr Wasser/Sole-Gemisch
9	Auslass RED-sys	Produktausgang Kathode
10	Auslass OXI-sys	Produktausgang Anode
11	Kugelhahn RED-sys	Drosselung Volumenstrom
12	Kugelhahn OXI-sys	Drosselung Volumenstrom
13a	Sammeltank RED-sys *	Produktspeicher
13b	Sammeltank OXI-sys *	Produktspeicher
14	3 – Wege – Magnetventil	Umschaltung Sole / Reinigungsmittel
15a	Vorlagetank Sole *	Vorlage Sole
15b	Vorlagetank Reinigungsmittel *	Vorlage Reinigungsmittel
16	LOGO!	Regelung / Steuerung

*) optional erhältliches Zubehör

1.6 Bedienfeld der Anlage

Neben den Anzeigen über die Betriebszustände sind in die Fronttafel des Schaltschranks auch noch die Schaltelemente für die Steuerung/Regelung des Produktionsprozesses integriert. In der folgenden Abbildung ist die Anordnung der Anzeigen und Bedienfelder gezeigt.

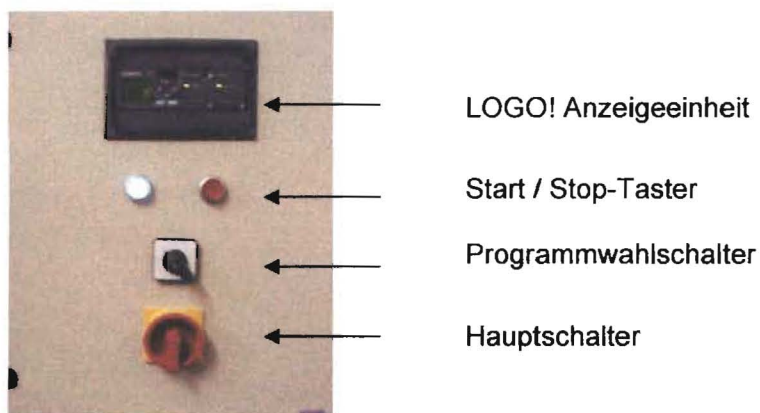


Abb. 3: Bedientafel

Die Anzeige der Betriebsdrücke und Anordnung des Manometer ist im Punkt 2.3.2 beschrieben.

2. Technische Daten der Komponenten



Arbeiten an elektrischen und mechanischen Bauteilen sind nur von autorisiertem Fachpersonal und bei ausgeschalteter Anlage durchzuführen (Netzstecker oder Sicherung ziehen).

2.1 Pumpe



Die Pumpe (Förderpumpe Sole/Reinigungsmittel) ist eine Schlauchpumpe zur Förderung dünnflüssiger, nichtexplosiver Medien. Die Pumpe ist geeignet zur Förderung von Rein-, Brauchwasser sowie wässrigen Lösungen, Reinigungsmittel, Suspensionen und anderen

Tab. 3: Technische Daten - Pumpen

Bauteil	
max. Förderstrom [ml/min]	35
max. Betriebsdruck [bar]	1
Spannung [V]	12

2.2 Reaktoren



Abb. 5: Diaphragmalyse – Reaktor offen

Tab. 4: Technische Daten – Reaktor

Bauteil	
max. Betriebstemperatur [°C]	90
zulässiger Betriebsdruck [bar]	1,5
zulässiger pH-Bereich	1-14 bei max. 70°C



Vorsicht Bruchgefahr! Reaktoren sind zerbrechlich, beim Aus- und Einbau äußerste Vorsicht.

2.3 Messtechnik

2.3.1 Füllstandsmessung *(optional)



Abb. 6: Miniatur Schwimmerschalter

Für die Füllstandsmessung der Produkt- und Vorlagebehälter werden Schwimmerschalter verwendet. Diese Sensoren erzeugen ein Stromsignal welches von der LOGO! verarbeitet wird. Über- oder Unterschreitungen des Grenzwertes werden im Display angezeigt.

Die 4 überwachten Füllstände sind:

- Reinigungsmittel
- Sole
- Produkt OXI-sys
- Produkt RED-sys

Tab. 5: Technische Daten – Füllstandsmessung

Bauteil	
Temperaturbereich	-25 ... 105 °C
Genauigkeit	0,5 %
Schutzart	IP 67
Fühlerwerkstoff	PP



Die Änderung der Einstellungen der Grenzsinalgeber für die einzelnen Füllstände kann zu Fehlfunktionen der Anlage führen.

2.3.2 Druckmessung / Einstellung

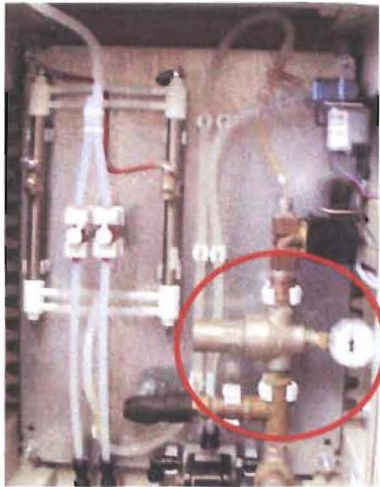


Abb. 7: Anordnung von
Druckminderer
und Manometer

Der Anlagendruck und somit der Gesamtdurchfluss wird mittels Druckminderer im Wasserteil der Anlage eingestellt.

Zur Kontrolle des Anlagendruckes wird ein Standardmanometer verwendet.



Einstellungen nicht verstellen!

Einstellungen an dem Druckminderer können zu Schäden an der Anlage führen.

2.3.3 Produktmenge / -verhältnis



Abb. 8: Verwendete
Spezialkugelhähne

Das werkseitig eingestellte Produktionsverhältnis OXI-sys / RED-sys beträgt 5 Volumenanteile / 1 Volumenanteil. Dieses Verhältnis kann mittels der verbauten Spezialkugelhähne von einem Servicetechniker hin zu einem größeren Volumenanteil RED-sys variiert werden.



Einstellungen nicht selbst verstellen!

Einstellungen an den Kugelhähnen können die Produktqualität beeinflussen und zu Schäden an der Anlage führen.

2.4 Steuerung



Abb. 9: Steuermodul

Die vollautomatische Steuerung der Anlage erfolgt über die Steuermodule. Hier werden alle Signale der Mess- und Steuertechnik verarbeitet. Die zeitlichen Abläufe sind im Programm integriert. Die Änderung dieser Einstellungen ist gesperrt.



Einstellungen an dem Steuermodul nicht verändern!

3. Betriebs- und Reinigungsmittel

Die Anlage DESINFEKTOR pro benötigt zum Betrieb ein Wasser – Salz – Gemisch (Sole). Diese ist in einem geeigneten Gefäß in folgender Konzentration herzustellen:

200 g Salz / 1 Liter Wasser → 2 kg NaCl / 10 Liter Wasser

Zu verwenden ist reines Siedesalz ohne Zusätze wie Iod o.ä.. Das Salz muss vollständig in dem Wasser gelöst sein.

Für die Reinigung der Anlage wird ein Spülen mit Essigsäure empfohlen.

Empfohlenes Reinigungsmittel:

- Essigsäure (CH₃COOH) 96 %



Achtung: Die empfohlenen Chemikalien sind aggressive Medien und können bei direktem Kontakt mit der Haut oder Augen zu Verätzungen führen. Betroffene Stellen schnell mit Trinkwasser abspülen und bei Verätzungen Arzt aufsuchen.



Beim Arbeiten mit Chemikalien immer Schutzbrille und Handschuhe tragen.

4. Installation und Inbetriebnahme

4.1 Installation

Die Desinfektionsmittelproduktionsanlage ist vorinstalliert. Folgende Anschlüsse sind zu verbinden

- Eingang- Wasser
- Eingang Sole
- Eingang Reinigungsmittel
- Ausgang Produkt (OXI-sys),
- Ausgang Produkt (RED-sys),
- Stromversorgung

Günstig ist ein Aufstellort, der möglichst dicht am Wasserspeicher liegt. Nach dem Aufstellen der Anlage kann die Stromversorgung angeschlossen werden.

4.2 Inbetriebnahme



Abb. 10: Hauptschalter

Nach Abschluss der vorbereitenden Tätigkeiten wird die zentrale Stromzufuhr durch das Einschalten der Anlage am Hauptschalter gewährleistet.



- **Nach Einschalten der Anlage Wasserdruck (entsprechend Übergabeprotokoll) kontrollieren**
- **Nach Einschalten Füllstände kontrollieren und gegebenenfalls Behälter (15a u. 15b) auffüllen**
- **Alle Anlagenkomponenten und Schläuche und auf Dichtheit prüfen**
-

5. Anlagenbetrieb

5.1 Programmwahl

Durch den Wahlschalter (Abb. 11) kann das gewünschte Programm gewählt werden. Folgende Programmarten stehen zur Verfügung:

0 – keine Funktion

1 – Produktionsbetrieb

2 – Reinigung der Anlage

3 – Spülung der Anlage mit Wasser

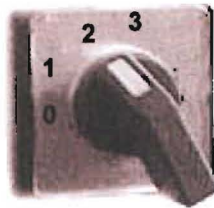


Abb. 11: Wahlschalter

5.2 Betriebsweise

Zum Beginn der Produktion muss der Programmwahlschalter in Schaltstellung 1 gebracht werden. Durch Drücken der Taste „START“ beginnt die Produktion.

Der Anlagenbetrieb in der Schalterstellungen 1 ist vollautomatisch, d.h. der Produktionszyklus wird vollautomatisch überwacht und eventuell notwendige Reinigungen ausgelöst und vollautomatisch durchgeführt. Zum Beenden der Funktion „Produktion“ dient der „STOP“ - Funktionstaster. Beim Drücken werden alle Steuerblöcke zurückgesetzt und die Anlage ist zum Start einer der unter 5.1 angegebenen anderen Funktionen bereit.

Während des Betriebes muss bei Erreichen des minimalen Füllstandes in Behälter 15a (Vorlage Sole), Sole neu hergestellt und aufgefüllt werden (siehe Punkt 3).

Bei optionaler Füllstandsüberwachung wird bei Erreichung des minimalen Füllstandes in der Anzeigeeinheit „Füllstand Sole minimal“ angezeigt. Die Anlage geht in die Standby-Funktion, bis ein ausreichender Füllstand in 15a erreicht ist.



Änderungen im Programm nur durch autorisiertes Personal durchführen.

5.3 Programm „Reinigung Anlage“

Das Programm Reinigung dient zur Reinigung der Gesamtanlage insbesondere der Reaktoren. Es wird im Rahmen der Anlagenwartung durchgeführt (notwendig wenn Rohwasserhärte größer 0°dH).

- Zum Reinigen der Anlage ist der Wahlschalter (Bild 11) in die Position 2 zu stellen. Die Reinigung läuft vollautomatisch ab.

Nach Beendigung der Reinigung Taste „STOP“ betätigen und anschließend Wahlschalter in die Position 1 stellen → Produktion (Beginn mit Taste „START“).

Während des Anlagenbetriebes muss bei Erreichen des minimalen Füllstandes in Behälter 15b (Vorlage Reinigungsmittel), Reinigungsmittel aufgefüllt werden (Punkt 3) Bei optionaler Füllstandsüberwachung wird bei Erreichung des minimalen Füllstandes in der Anzeigeeinheit „Füllstand Reinigungsmittel minimal“ angezeigt. Die Anlage geht in die Standby-Funktion, bis ein ausreichender Füllstand in 15b erreicht ist.



Achtung: Verwendete Chemikalien sind aggressive Medien und können bei direktem Kontakt mit der Haut oder Augen zu Verätzungen führen. Betroffene Stellen schnell mit Trinkwasser abspülen. Bei Verätzungen Arzt aufsuchen.



Beim Arbeiten mit Chemikalien immer Schutzbrille und Handschuhe tragen.

5.4 “STOP”-Taster

Das Drücken des STOP - Tasters führt zum sofortigen Beenden des soeben ausgeführten Programms und öffnet alle notwendigen Ventile, die zu einer Entlastung des Anlagendruckes vorgesehen sind.

Prinzipiell sind alle Funktionen mit der STOP - Taste abzuschließen, wenn ein anderes Programm gestartet wird oder die Anlage außer Betrieb gehen soll.

6. Außerbetriebnahme und Konservierung

6.1 Kurzzeitige Außerbetriebnahme

Für die kurzzeitige Stilllegung ist die Spülung mit Wasser in Wahlschalterstellung 3 durchzuführen. Dieser Spülvorgang läuft nach Betätigung der Taste „START“ vollautomatisch in einem programmierten Zeitintervall ab.

Anschließend ist die Anlage am Hauptschalter auszuschalten.

Diese Vorgehensweise erlaubt eine Betriebsunterbrechung für einige Tage bis zu einer Woche.

6.2 Langfristige Stilllegung

Ist die Anlage über einen längeren Zeitraum nicht in Betrieb, so muss sie stillgelegt werden. Dazu sind folgende Tätigkeiten erforderlich:

- Anlagenreinigung, ggf. mehrfach unter Zugabe der angegebenen Chemikalien,
- Anlage entleeren
- Hauptschalter abschalten

7. Warnhinweise und mögliche Betriebsstörungen



Die Anlage ist für die Produktion von hochwirksamem Desinfektionsmittel geeignet, mit Wasser, welches vom Hersteller geprüft worden ist. Für Wasser einer unbekannten Qualität und Härte übernimmt der Hersteller keinerlei Garantien zu der erzielbaren Desinfektionsmittelqualität oder der Lebensdauer der Anlage.

Auf dem Kontroll-Panel der Anlage werden die Betriebszustände sowie Störungen im Anlagenbetrieb angezeigt.

Die Steuerung ist optional (Voraussetzung Füllstandsüberwachung) so konzipiert, dass bei kritischen Störungen, wie z.B. Füllstands Unter- oder Überschreitungen, die Anlage automatisch bis zur Behebung der Ursache abschaltet.

Kontaktadresse:

ITA GmbH
Hubertus 1a
06366 Köthen
Germany

Tel. +49 – 3496 – 41 28 80

Fax.+49 – 3496 – 41 28 89

email: ita.koethen@t-online.de

zusätzliche Bemerkungen:

EG-Konformitätserklärung

gemäß EG-Richtlinie für Maschinen (98/37/EG)

Der Hersteller

ITA Institut für innovative Technologien GmbH
Hubertus 1a
06366 Köthen

erklärt hiermit, dass die nachstehend beschriebene Maschine
Desinfektionsmittelproduktionsanlage, DESINFEKTOR pro

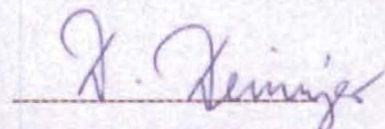
übereinstimmt mit den Bestimmungen folgender EG-Richtlinien:

Maschinenrichtlinie 98/37/EG
Niederspannungsrichtlinie 73/23/EG
EMV-Richtlinie 89/336/EG

Angewendete Normen und technische Spezifikationen:

- EN 292-1: 1991, Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie
- EN 292-2: 1991 + A1: 1996, Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen
- EN IEC 60204-1: 1997, Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Köthen, den 28.03.06



Prof. Dr. Detlef Deininger
(Geschäftsführer ITA GmbH)

DVGW Zertifizierungsstelle - Postfach 14 03 62 - 53058 Bonn

Institut für innovative Technologien GmbH
Herrn Tino Kitzmann
Hubertus 1a
06366 Köthen

Datum: 20.04.2006
Zeichen: Tim/Hü
Telefon: +49 228 9188-814
Telefax: +49 228 9188-993
E-Mail: timmermann@dvgw.de

AZ: 06-0237-WNI
Desinfektionsmittelproduktionsanlage DESINFEKTOR PRO

Sehr geehrter Herr Kitzmann,


hiermit beziehen wir uns auf Ihr Email vom 12. April 2006, mit dem Sie uns die technische Dokumentation der von Ihnen entwickelten Desinfektionsanlage DESINFEKTOR PRO zugesandt haben. Sie baten uns, diese Dokumentation zu überprüfen.

Nach Überprüfung der technischen Unterlagen der Desinfektionsanlage DESINFEKTOR PRO mussten wir feststellen, dass es keine DVGW-Prüfgrundlage gibt, die eine DVGW-Zertifizierung ermöglichen würde.

Wir bedauern, Ihnen keinen anderen Bescheid zukommen lassen zu können und hoffen, Ihnen hiermit geholfen zu haben.

Mit freundlichen Grüßen

DVGW-Hauptgeschäftsführung
Zertifizierungsstelle
i.A.



Dipl.-Ing. Walter Timmermann
Leiter Kundenmanagement Zertifizierungsstelle

Umweltprüfung Arzneimittel,
Wasch- u. Reinigungsmittel

Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt

Umweltbundesamt | Postfach 1406 | 06813 Dessau

Firma
ITA Institut für innovative Technologien GmbH
Hubertus 1a
06366 Köthen

Datum: Dessau, 03.05.2006

Bearbeiterin: Stallknecht

Tel.-Durchwahl: 0340/2103-3158

Geschäftszeichen: IV 1.2-20113-1/6282
(bitte stets angeben)

Mitteilungsverfahren gem. § 9 Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG)

Ihr Schreiben vom 22.07.05

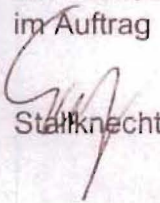
Sehr geehrte Damen und Herren,

wir bestätigen hiermit, dass Ihre Mitteilung(en) mit der/den Anmeldenummer(n)

6282 0001 und 0002.

den nach § 9 Abs. 2 (Nr. 1 bis 6) Wasch- und Reinigungsmittelgesetz geforderten
Regelmitteilungen (Grundmitteilungen) entsprechen, die in der Verfahrensregelung vom
25.02.1989 (Punkt 4.2.1) im Einzelnen aufgeführt sind.

Mit freundlichen Grüßen
im Auftrag


Stallknecht

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
Telefon: (03 40) 21 03 - 0
Telefax: (03 40) 21 03 - 22 85
Internet: www.umweltbundesamt.de

Dienstgebäude Bismarckplatz
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Dienstgebäude Corrensplatz
Corrensplatz 1
14195 Berlin

Dienstgebäude Marienfelde
- Versuchsfeld -
Schichauweg 58
12307 Berlin

Technisches Datenblatt

Statikmischer: Typ ITA – FLUIDMIX mono -w-

Kurzbeschreibung

Der robuste zerlegbare Zweiphasenmischer besteht aus :

- 1x Spezialmischkammer mit Einbauten (Guß verzinkt, innen und außen)
- 1x Eingang: Festkupplung Nennweite B Gewinde 3" a / Typ Storz (Leichtmetall)
- 1x Ausgang: Festkupplung Nennweite B Gewinde 3" a / Typ Storz (Leichtmetall)

- 1x Dosierzugang: ¼ Zoll mit Messing - Schlauchanschluß-Olive
Absperrvorrichtung ½ Zoll

Betriebsweise

Der Mischer ist für den Druckbereich von bis zu 10 bar ausgelegt. Er ist nur in der angegebenen Fließrichtung bestimmungsgemäß zu betreiben (rote Pfeilkennzeichnung auf Mischkammer).

Zulässig sind nur wässrige Medien, die keine nachteiligen chemischen Reaktionen mit den Metallteilen eingehen. Bei der Inbetriebnahme des Hauptmedienstroms ist die Absperrvorrichtung geschlossen zu halten. Für die Zudosierung sind vorzugsweise Membran-/Kolbenpumpen zu verwenden. Schlauchpumpen sind auf die anliegenden Drücke und Mediendurchsätze auszulegen.

Einsatzgebiete

Der Statikmischer Typ ITA – FLUIDMIX mono -w- ist für die Wasser- und Abwasserbehandlung konzipiert. Er eignet sich auch für schwebstoffbelastete Rohwässer und ist besonders wartungsarm, was seinen Gebrauch insbesondere für den Feldeinsatz bei Katastrophenschutzkräften, den Spezialkräften der Hilfsorganisationen sowie den Streitkräften favorisiert. Er ist als Grundmodul jederzeit für weitere Misch- und Dosieraufgaben problemlos in Reihenschaltung erweiterbar. Für das Zudosieren von aggressiven Medien (z.B. Säuren) stehen verschiedene Werkstoffalternativen bzw. Beschichtungen zur Verfügung.

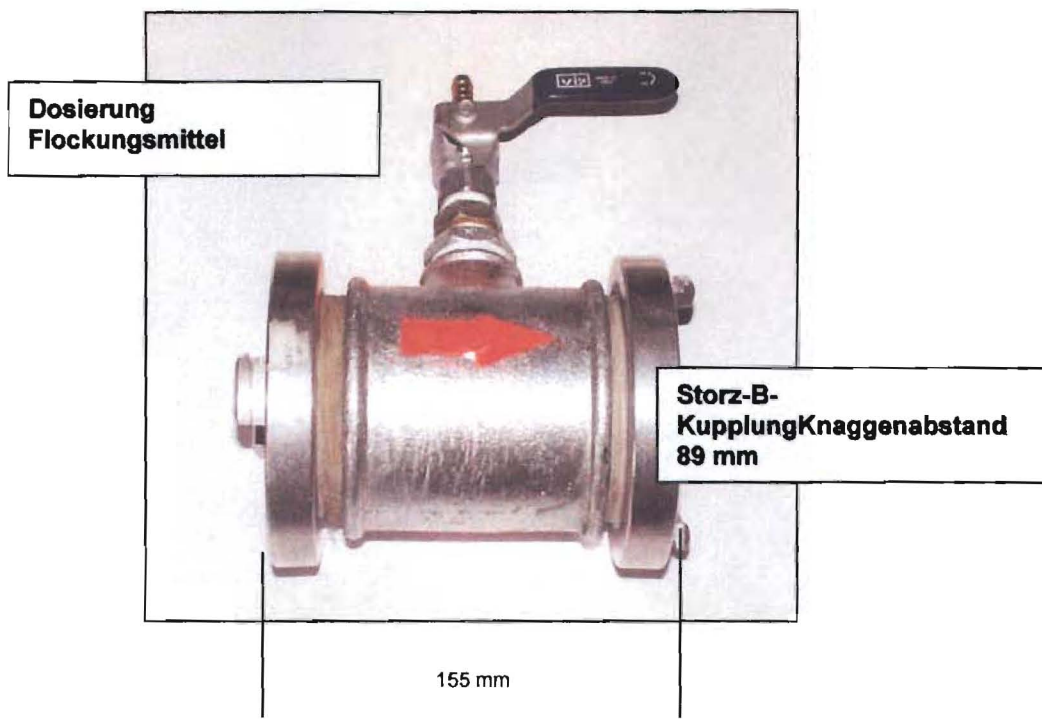


Abb.1: Statikmischer Typ ITA FLUIDMIX mono -w -

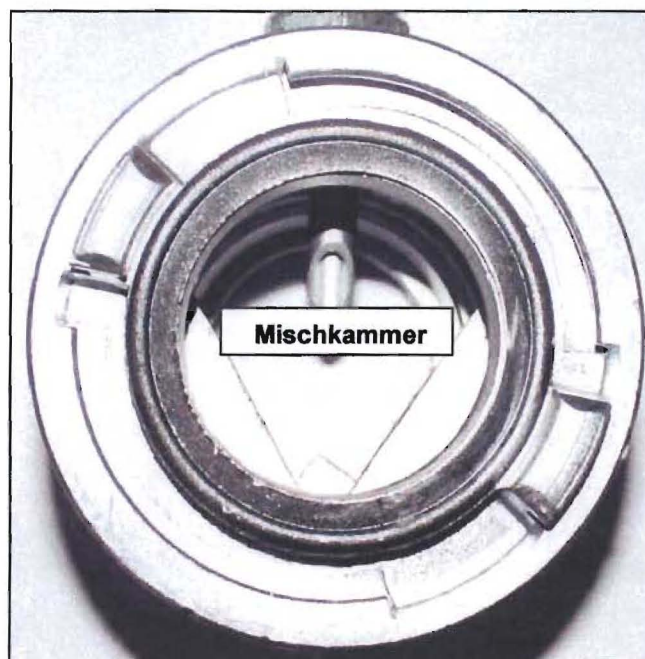
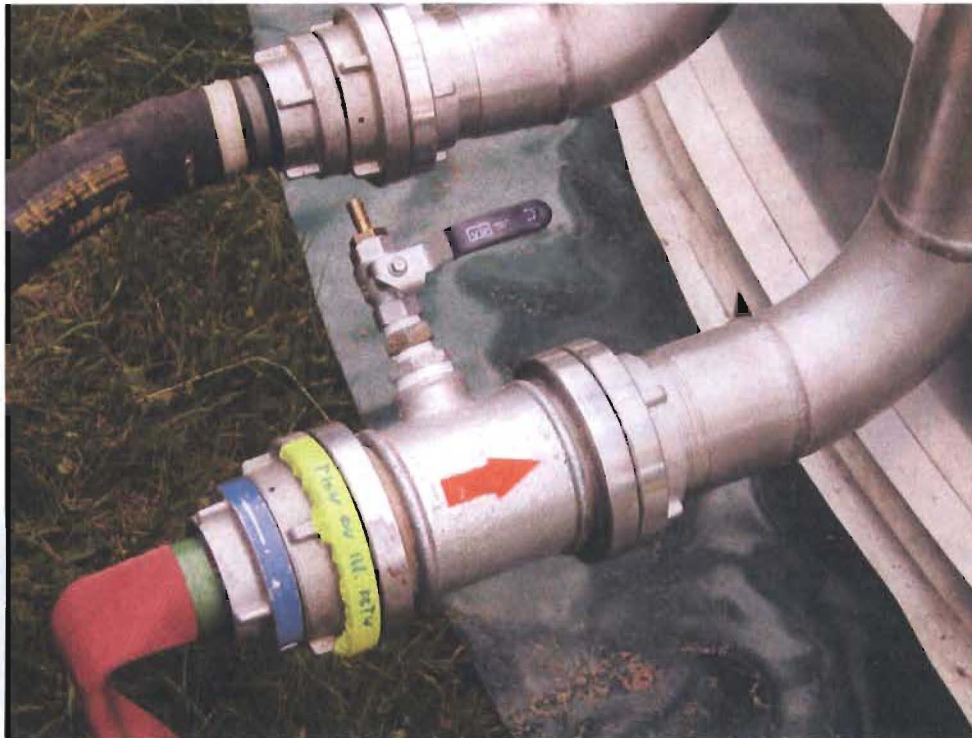


Abb. 2: Mischkammer Statikmischer

Statikmischer Typ: ITA – FLUIDMIX mono- w-



Statikmischer angeschlossen an 25 m³ Becken des THW



Mischereinsatz zur Flockungsmitteldosierung bei der THW –
Trinkwasseraufbereitung (Feldeinsatz)

Anhang 7 - DBU-Projekt AZ 21507-23

„Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall“

Feldversuch: 28.05.2005, Mittellandkanal „Alte Fahrt“, Püsselbüren

Theorie: Zugelassene Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren in der Trinkwasseraufbereitung, Liste des Umweltbundesamtes: UBA-Liste (09.00 - 11.00 Uhr, OV Unterkunft)

Vorerkundung: Übungsbereich für mobilen Einsatzfall (11.00 - 17.00 Uhr)
Wasserbeschaffenheit, Flockungsversuche

Einsatzstelle: Alte Fahrt des Mittellandkanal in Püsselbüren, Ende der Alten Fahrt, nördlich vor Eisenbahnlinie, klares stehendes Gewässer, Fisch- und Pflanzenbesatz, Ufervegetation

Koordinaten: O: 007° 37' 46''
N: 52° 18' 03''

Aufbau: Mobiles Betriebslabor OV Ibbenbüren
Entnahmepumpe (Tauchpumpe)
6 m³ Berkefeldbecken

Wasserprobe: Entnahme aus Ufernähe in ca. 30 cm Entfernung, oberflächennah, klares Aussehen, geringer Anteil an Schwebstoffen, leicht modrig-fischiger Geruch
pH: 8,32 bei 25°C (leicht basisch), Elektrische Leitfähigkeit: 596 µS/cm,
Fe: 0,07 mg/l

Flockungsversuche (Stammlösung FeCl₃ als 4 mg Fe/ml)

Ansatz (Imhofftrichter):

4 mg Fe pro l Rohwasser → pH: 7,80	Kaum Flockenbildung
8 mg Fe pro l Rohwasser → pH: 7,33	Gute Flockenbildung
12 mg Fe pro l Rohwasser → pH: 7,16	Sehr gute Flockenbildung, 0,04 mg Fe/l im Überstand, gemessen nach Filtration durch Faltenfilter (S & S), Aquaquant Fe-Test

Die überwiegende Menge an Eisen ist ausgeflockt und/oder ausgefällt worden

Ansatz (6 m³ Berkefeldbecken):

- Natrium- oder Calciumhypochlorit: Maximale Zugabe nach UBA-Liste für die gesamte Aufbereitung (gemessen als Freies Chlor):
 - 1,2 g/m³ bei normaler Aufbereitung oder bis zu
 - 6,0 g/m³ bei hygienisch problematischer Aufbereitung (fast immer THW relevant)
- Bei Verwendung von Natrium- oder Calciumhypochlorit muss im aufbereiteten Wasser zur Vermeidung einer Wiederverkeimung mindestens
 - 0,1 mg/l bis maximal 0,3 mg/l Freies Chlor bei normaler Aufbereitung
 - 0,1 mg/l bis maximal 0,6 mg/l Freies Chlor bei intensiver Aufbereitungenthalten sein
- Natrium- oder Calciumhypochlorit (Fa. Berkefeld) enthält 65% Freies Chlor
Menge an Freiem Chlor (100% : 65%) x 1,538 = Abzuwiegende Menge
- Einwaage: 5,5 g/m³ Freies Chlor für die Vordesinfektion in den Rohwasserbecken
5,5 g x 1,538 = 8,46 g pro m³
5,5 g x 1,538 x 6 m³ = 50,77 g pro 6 m³ Berkefeldbecken
5,5 g x 1,538 x 25 m³ = 211,54 g pro 25 m³ Schnellmontage-Behälter (SMB)
- Es können noch bis zu 0,5 g/m³ Freies Chlor für die Nachchlorung des Reinwassers eingesetzt werden, da laut UBA-Liste maximal 6 g/m³ für die gesamte Aufbereitung verwendet werden dürfen
- Eisen(III)-chlorid: Maximale Zugabe nach UBA-Liste für die gesamte Aufbereitung:
12 mg/l als Fe, das entspricht
 - 34,88 g/m³ für wasserfreies FeCl₃ (= 209,28 g für 6 m³, 872 g für 25 m³)
 - 57,97 g/m³ für FeCl₃ x 6 H₂O (Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat) (= 347,82 g für 6 m³, 1449,25 g für 25 m³)Verwendung: So wenig wie möglich, so viel wie unbedingt nötig!!
Beide Eisensalze liegen als Granulat vor; das Hexahydrat enthält im Kristall noch Wassermoleküle.
- Wichtig bei der Verwendung von Flockungsmitteln: pH - Optimum bei 7,0 - 7,2.
Ist das Wasser zu sauer oder zu basisch, gehen Eisen und/oder Aluminium wieder in Lösung, werden dann nicht ausgefällt und sind im Reinwasser in erhöhter Konzentration nachzuweisen.

Praxis (6 m³ Berkefeldbecken):

- 50,77 g Calciumhypochlorit sofort in das einlaufende Rohwasser, 347,82 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat zum 2/3 gefülltem Becken
- pH: 6,64 (zu sauer, deshalb auch 0,1 - 0,15 mg Fe/l im Überstand (gemessen nach Filtration durch Faltenfilter (S & S), Aquaquant Fe-Test), Elektrische Leitfähigkeit 658 µS/cm
- Fazit: Menge an Eisen(III)-chlorid das nächste Mal reduzieren



Abb. 1: Mittellandkanal mit der Alten Fahrt westlich von Püsselbüren



Abb. 2: Alte Fahrt mit der Entnahmestelle am südlichen Ende.

„Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall“

Feldversuch: 03. - 05.06.2005, Mittellandkanal „Alte Fahrt“, Püsselbüren

1. Aufbau:

- TWAA Krupp komplett, 2 x 25 m³ SMB, 1 x 50m³ SMB, 6 m³ Berkefeldbecken
- Mobiles Analytiklabor und mobiles Betriebslabor (OV Ibbenbüren)
- Komplette Logistik

2. Messgeräte:

2.1 pH

pH 340/Set (WTW, Weilheim), pH-Elektrode SenTix 97T

Konventionelle Zweipunktkalibrierung: Asymmetrie: 11 mV, Meßkettensteilheit: -58,5 mV/pH (Zulässiger Asymmetriebereich: 12 mV ± 30 mV, zulässiger Steilheitsbereich: -50,0..-62,0 mV/pH), pH-Puffer Certipur (Merck, Darmstadt), pH 4,00 und 7,00 bei 20°C, Pufferlösung rückführbar auf SRM von NIST und PTB

2.2 Redoxpotential

pH 340/Set (WTW), Redox-Elektrode SenTix ORP

Kalibrierung: 230 mV bei 15 °C

Redox-Kalibrierlösung RH 28 (WTW), + 220 mV Pt-Ag/AgCl 3 M KCl bei 25 °C, 228 mV bei 20 °C, 236 mV bei 15 °C

2.3 Elektrische Leitfähigkeit

LF 340/Set (WTW), Leitfähigkeitsmeßzelle TetraCon 325

Kalibrierung: 1218 µS/cm bei 14,6 °C

Kontrollstandard für Leitfähigkeitsmesszellen (WTW) nach DIN 38404 / ISO 7888, 1278 µS/cm bei 20 °C, 1413 µS / cm bei 25 °C

2.4 Trübung

Trübungsmessgerät HI 93703 (Hanna, Italien), Messung der Streustrahlen (nach ISO 7027), Strahlungsquelle: IR-LED (Infrarot-Leuchtdiode) mit Emissionsmaximum bei 890 nm, Detektor: Silikon-Fotozelle im 90° Winkel zur Leuchtdiode

Messgenauigkeit: ± 5 % (Bereich 0 - 10 FNU), ± 10 % (Bereich 10 - 50 FNU) und ± 5 % (Bereich 50 – 1000 FNU) vom Meßwert

Kalibrierung mit Kontrollstandard: Primary Standard 0 FTU (Hanna), AMCO-AEPA-1 Primary Standard 10 FTU (Hanna)

2.5 Färbung, Farbzahl

Filter-Photometer Nova 60 (Fa. Merck), Färbung bei Wellenlänge: 445 nm (Bandbreite < 10 nm), Farbzahl bei Wellenlänge 340 nm (Bandbreite < 10 nm)
Zwei- bis Dreifachbestimmungen, vor und nach Filtration durch 0,45 µm Porenfilter (Schleicher und Schüll, Dassel)

3. Wasserprobe 03.06.05 (23.44 Uhr):

Lufttemperatur: 14,8 °C, Luftfeuchtigkeit: 88,1 %

Ende der „Alten Fahrt“ Mittellandkanal, Entnahme aus Ufernähe in ca. 50 cm Entfernung, oberflächennah, klares Aussehen, geringer Anteil an Schwebstoffen, leicht modrig-fischiger Geruch.

pH: 8,11 bei 18,8 °C (leicht basisch)

Trübung: 3,18 / 0,08 NTU

Elektrische Leitfähigkeit: 553 µS/cm

Färbung: 1,3 / 0,1 m⁻¹

Gesamthärte: 13 °dH

Farbzahl: 11 / 6 HZ

Carbonathärte: 9 °dH

Ammonium: 0,234 mg/l

Eisen: 0,07 mg/l

Nitrit: 0,068

Sulfat: 35 mg/l

Nitrat: 2,5 mg/l

4. Flockungsversuche

4.1 Ansatz 22.30 Uhr (6 m³ Berkefeldbecken):

- 50,77 g Calciumhypochlorit (= 5,5 g/m³ Freies Chlor) sofort in das einlaufende Rohwasser, 200 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat (= 33,33 g/m³) um 2/3 gefülltem Becken, Wassertemperatur 20,0 °C, sehr gute Flockenbildung
- pH: 7,03, Freies Chlor: 5,08 mg/l, 0,04 mg Fe/l im Überstand (gemessen nach Filtration durch Faltenfilter (S & S), Aquaquant Fe-Test)

4.2 Ansatz 00.30 Uhr (25 m³ SMB):

- 211,5 g Calciumhypochlorit (= 5,5 g/m³ Freies Chlor) sofort in das einlaufende Rohwasser, 833,33 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat (= 33,33 g/m³) um 2/3 gefülltem Becken, Wassertemperatur 20,0 °C, sehr gute Flockenbildung
- pH: 7,30
- Gehalt an Freiem Chlor nach 14 h gemessen: 0,9 mg/l

4.3 Verwendung des statischen Mischers (25 m³ SMB) (04.06.05):

- 833 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat in 10 l Kanalwasser gelöst
- Einstellung Volumenstrom 20 - 22 l/h
- kontinuierlicher Zulauf über Befüllzeitraum
- Verbrauch von 8 l der Dosierlösung (666,4 g = 26,66 g/m³, das entspricht 5,5 mg/l als Fe, maximale Zugabe UBA-Liste 12 mg/l)
- pH 7,27 im Zulauf und im gesamten Becken, gute Flockenbildung, Zirkulationsströmung des einlaufenden Rohwassers führt zur Ansammlung der Flocken in der Bodenmitte des SMB

- 0,046 mg/l Eisen im Überstand (Grenzwert 0,2 mg/l)

Dieses vorbehandelte Wasser (Probe 2) wird anschließend über die TWAA Krupp gefiltert (Probe 3 vor Kiesfilter, Probe 4 nach Kiesfilter) und mit OxySys-Lösung versetzt (Probe 5). Rohwasser (Probe 1 b) dient als Vergleich für die mikrobiologischen Untersuchungen.

5. Desinfektion

5.1 Herstellung der OXI-sys - Lösung

- 96 % zulaufendes Wasser (enthärtet < 5 °dH)
- 4 % NaCl-Lösung (1 kg NaCl / 5 l Wasser)

Gerät Desinfektor: Leistung von 50 l/h im Verhältnis

- 1 Teil RED-sys (10,0 l/h), pH = 12,15
- 5 Teile OXI-sys (50, l/h), pH = 2,94, Redoxpotential: 1149 mV (T = 20,0 °C)

Verdünnungsreihe und Messung (n= 1) des Gehaltes an Freiem Chlor (Spektroquant Chlor-Test, Filterphotometer Nova 60)

1 : 10	> Messbereich 0,01 - 7,5 mg/l
1 : 100	1,75 mg/l
1 : 1.000	0,22 mg/l
1 : 10.000	0,10 mg/l
1 : 100.000	0,09 mg/l

Einstellung des Dosierung auf analog 0,5 mg/l Freies Chlor:

- Gehalt OXI-sys unverdünnt: 175 mg/l
- Rechnerisch: 1 : 350 Verdünnung (entspricht 0,5 mg/l)
- Praxisbetrieb: 1 : 300 Verdünnung

Anmerkung: Die am 04.06.05 hergestellte OXI-sys-Lösung wurde bei Raumtemperatur im Dunkeln gelagert und am 28.06.05 (nach 24 d) erneut gemessen:

- pH = 2,82
- Redoxpotential: 1145 mV (T = 19,6 °C)
- Redoxpotential Aqua dest.: 645 mV

5.2 Praxis: Messung Chlorgehalt, pH, Redoxpotential

Ablauf Krupp-Anlage nach Kiesfilter und Einsatz von OXI-sys:

5 min nach Beginn Zudosierung

- 0,13 mg/l Freies Chlor
- 0,13 mg/l Gesamtchlor
- 0,01 mg/l Blindwert Probe

15 min nach Beginn Zudosierung

DBU-Projekt - Feldversuch 03.-05.-06.2005 - Mittellandkanal „Alte Fahrt“ Püßelbüren

- 0,20 mg/l Freies Chlor
- 0,21 mg/l Gesamtchlor

30 min nach Beginn Zudosierung (Probe 5)

- 0,21 mg/l Freies Chlor
- 0,21 mg/l Gesamtchlor
- pH: 7,2 (T = 20,5 °C)
- Redoxpotential: 251 mV
- Vergleich Probe 2 (Überstand Rohwasser nach Flockung im 25 m³ SMB)
Redoxpotential: 246 mV

Messung nach Aktivkohlefilter, der 10 min zuvor zugeschaltet wurde:

- 0,12 mg/l Freies Chlor
- 0,11 mg/l Gesamtchlor
- 0,02 mg/l Blindwert Probe

5.3 Ansatz Mikrobiologie

Die Probenahme erfolgte in sterilen 500 ml Glasflaschen. Die Wasserproben wurden nach 40 min in sterile, thiosulfathaltige Idexx-Gefäße umgefüllt.

Mikrobiologie		04.06.05	Ansatz		
Nr.	Probe	Probe- nahme	Quanti-Disk	Colilert-18	Enterolert-E
1 b	Rohwasser	16.20	17.00	17.25	17.30
2	Vorflockbehälter	15.06	17.05	17.35	17.40
3	TWAA vor Kiesfilter	15.12	17.09	17.45	17.50
4	TWAA nach Kiesfilter	15.13	17.12	17.55	18.00
5	30 min nach OXI-sys	15.55	17.15	18.05	18.10

5.4 Auswertung Mikrobiologie

Nr.	Probe	<i>E. coli</i> in 100 ml	Coliforme in 100 ml	Enterokokken in 100 ml	Koloniezahl bei 22 °C pro ml	Koloniezahl bei 36 °C pro ml
1 b	Rohwasser	1	1.046	2	> 391	> 391
2	Vorflockbehälter	0	249	2	-	-
3	TWAA	0	150	0	> 391	86,8

	vor Kiesfilter					(60 - 130)
4	TWAA nach Kiesfilter	0	20	0	> 391	35,7 (21 - 59)
5	30 min nach OXI- sys	0	2	0	391 (240 - 640)	32,9 (19 - 56)

Durch die einzelnen Aufbereitungsschritte ist eine deutliche Verringerung besonders der coliformen Bakterien und der allgemeinen Bakterien, deren Koloniezahl durch Bebrütung bei 36 °C bestimmt wird, zu verzeichnen. Die eingesetzte Menge an OXI-sys ist jedoch noch zu gering, um eine ausreichende Desinfektion des vorliegenden Rohwassers während der Aufbereitung zu gewährleisten.

Nach [FRIMMEL, 2003] wird in einem Wasser mit pH = 7, der Chlorkonzentration von 0,1 mg/l und einer resultierenden Redoxspannung von 700 mV (gemessen gegen Kalomel-Bezugselektrode) *E. coli* innerhalb von 10 sec um mehr als 3 Zehnerpotenzen abgetötet. Andererseits gilt ein Wasser, bei dem eine Chlorkonzentration von 0,6 mg/l nicht ausreicht, um 600 mV zu überschreiten, sicher als nicht ausreichend desinfiziert. Auch die Abtötung von Salmonellen läuft in gechlortem Wasser bei einer Redoxspannung (gegen Kalomel) zwischen 650 und 700 mV innerhalb von 100 sec um 4 Zehnerpotenzen ab. Einzelne Organismen werden dabei rascher abgetötet als verklumpte Kolonien.

5.5 Vorgaben der TrinkwV 2001

6. Theorie: Vorkommen und Verhalten von Parasiten in Roh- und Trinkwasser

(Exner, Feuerpfeil und Gornik, 2002)

Cryptosporiden (*Cryptosporidium parvum*)

- treten sowohl beim Menschen (1 - 4 % in Industrieländern) als auch bei vielen Haus- und Nutztieren und bei wildlebenden Säugetieren auf
- verursachen massive wässrige Durchfälle, Übelkeit, Erbrechen
- Nachweis in der BRD nahezu regelmäßig in Oberflächengewässern (Flusswässern, Seewässern Talsperrenwässern) und sporadisch auch in ungeschützten Grundwässern z.B. Karst und Kluftwässern)
- Eintrag durch Ablauf von Weideflächen, Einleitungen aus Kläranlagen und Regenüberlaufbecken
- Dauerstadien (Oocysten 5 x 5 µm) über Monate lebensfähig, ausgeprägte Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln, Chlorgehalt nach TrinkwV ist nicht ausreichend
- Infektionsdosis: weniger als 30 Oocysten (10 - 30 Oocysten pro 100 l)
- Erzielung einer guten Trinkwasserhygiene nur durch geeignetes Multibarrieren-Konzept: Partikelabscheidung durch Sandfiltration, Flockungsfiltration, Membranfiltration

Giardien (*Giardia lamblia*)

- zählen weltweit zu den wichtigsten parasitären Durchfallerregern
- treten sowohl beim Menschen (2 - 5 % in Industrieländern) als auch bei Haus- und Wildsäugetieren auf
- verursachen chronische Durchfälle, Abdominalkrämpfe, Müdigkeit, Gewichtsverlust
- Dauerstadien (*Giardia-Cysten* 10 x 15 µm) über Monate lebensfähig, ausgeprägte Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln, Chlorgehalt nach TrinkwV ist nicht ausreichend
- Infektionsdosis: weniger als 10 Cysten (3 - 5 Cysten pro 100 l)
- Erzielung einer guten Trinkwasserhygiene nur durch geeignetes Multibarrieren-Konzept: Partikelabscheidung durch Sandfiltration, Flockungsfiltration, Membranfiltration

Durch die Trinkwasseraufbereitung mit der Krupp – TWAA wird in Verbindung mit der OXI-sys Anwendung und der Filteranlagen wird ein ausreichendes Multibarriensystem realisiert.

DBU-Projekt AZ 21507-23

„Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall“

Feldversuch: 01. - 02.07.2005, Mittellandkanal „Alte Fahrt“, Püsselbüren

1. Aufbau:

- TWAA Krupp komplett, 2 x 25 m³ SMB, 1 x 50m³ SMB, 6 m³ Berkefeldbecken
- Mobiles Analytiklabor (Dr. Bettin) und mobiles Betriebslabor (OV Ibbenbüren)
- Komplette Logistik und Infrastruktur

2. Wetter

01.07.05: Tagsüber zeitweilig starke Regenfälle (u.a. auch gegen 18.00 Uhr), 19.00 Uhr

Sonnenschein

20.35 Uhr: trocken, Lufttemperatur: 18,3 °C, Luftfeuchtigkeit: 75,7 %

02.07.05: Tagsüber sehr schönes Wetter

04.10 Uhr: trocken, Lufttemperatur: 11,9 °C, Luftfeuchtigkeit: 93,5 %

3. Wasserprobe 01.07.05 (22.45 Uhr):

Lufttemperatur: 14,5 °C, Luftfeuchtigkeit: 93,0 %

Ende der „Alten Fahrt“ Mittellandkanal, Entnahme aus Ufernähe in ca. 30 cm Entfernung, oberflächennah 10 cm unterhalb, klares Aussehen, geringer Anteil an Schwebstoffen, leicht modrig-fischiger Geruch.

pH: 8,05 bei 25,0 °C (leicht basisch)

Trübung: 2,54 / 0,18 NTU

Elektrische Leitfähigkeit: 619 µS/cm

Färbung: 1,3 / 0,3 m⁻¹

Gesamthärte: 12 °dH

Farbzahl: 10 / 6 HZ

Carbonathärte: 8 °dH

CSB: 8,5 mg/l

Ammonium: 0,206 mg/l

Eisen: 0,04 mg/l

Nitrit: 0,067 mg/l

Sulfat: 52 mg/l

Nitrat: 15,5 mg/l

Redoxpotential: 229 mV

4. Überprüfung Messtechnik sensorische Parameter

Filterphotometer Nova 60 (Merck):

Färbung 445 nm (Code 15, Messbereich: 0,5 - 50 m⁻¹ in 50 mm Küvette)

Farbzahl 340 nm (Code 32, Messbereich: 2 - 200 HZ in 50 mm Küvette)

Trübung 550 nm (Code 77, Messbereich: 1 - 100 FAU in 50 mm Küvette)

Durchlichtmessung !

Trübungsmessgerät HI 93703:

Trübung 890 nm (Messung der Streustrahlen nach ISO 7027)

	A. dest.	A. dest. gefiltrert 0,45 µm	
Färbung (m ⁻¹)	0,1	0,0	50 mm Küvette
Farbzahl (HZ)	2	0	50 mm Küvette
Trübung (NTU)	-	0,04 / 0,01	Rundküvette

Trübung Rohwasser (5 Messungen nacheinander):
2,72 - 2,55 - 2,46 - 2,53 - 2,43 NTU, Mittelwert: 2,538 ± 0,10 NTU

Trübung Rohwasser gefiltrert (5 Messungen nacheinander):
0,19 - 0,27 - 0,12 - 0,12 - 0,19 NTU, Mittelwert: 0,178 ± 0,06 NTU

5. Zugabe von OXI-sys zum Rohwasser

5.1 Messung Redoxpotential und Freies Chlor (03.00 Uhr)

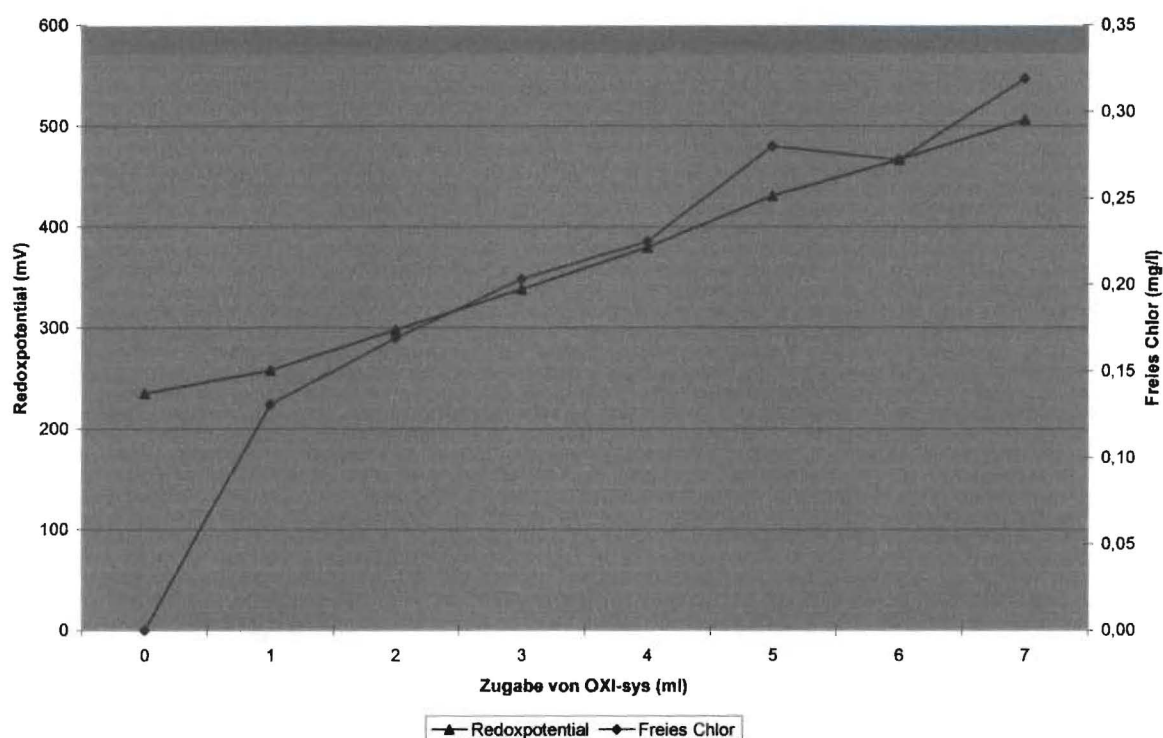
1000 ml Rohwasser wurden in einen PP-Becher gefüllt und stufenweise mit 1 ml OxySys versetzt. 2 min nach Zugabe erfolgte Messung des Redoxpotentials und der Konzentration an Freiem Chlor.

	Zugabe von OxySys (ml)	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
Rohwasser	-	235	-
A	1	258	0,131
B	2	298	0,169
C	3	338	0,203
D	4	372	0,225
E	5	431	0,280
F	6	467	0,272
G	7	506	0,319
G nach 3 h		376	0,131

Weitere Messreihen sind notwendig, um die Korrelationen zwischen Redoxpotential und Gehalt an Freiem Chlor sowie Desinfektionskapazität zu überprüfen.

Die mikrobiologischen Untersuchungen ergeben eine sehr gute Desinfektionswirkung bei einer Zugabe von 21,43 l OXI-sys pro m³ in das Berkefeldbecken (8.4). Das Redoxpotential wies einen Wert von 733 mV auf; die Konzentration an Freiem Chlor lag bei 2,46 mg/l. Zu berücksichtigen ist ein eventueller Verbrauch von OXI-sys als Oxidationsmittel, da das Becken lange Zeit nicht benötigt wurde.

Zugabe von OXI-sys - Rohwasser Mittellandkanal Alte Fahrt 02-07-05



6. Beprobung TWAA Krupp

Betrieb der TWAA direkt mit Rohwasser, Dosierung von Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat und Calciumhypochlorit über die Dosierpumpen (Konzentration der Dosierlösungen leider nicht bekannt)

6.1 Nach Kiesfilter (04.10 Uhr)

Elektrische Leitfähigkeit: 620 $\mu\text{S}/\text{cm}$

pH: 7,66 bei 21,6 °C

Trübung: 0,27 - 0,28 - 0,30 - 0,30 - 0,30 NTU

Färbung: 0,9 m^{-1}

Farbzahl: 9 HZ

Eisen: 0,211 und 0,232 mg/l

Freies Chlor: 0,195 mg/l

Die hohen Werte für Färbung und Farbzahl (höher als in der gefilterten Rohwasserprobe s. 3. Wasserprobe) deuten erfahrungsgemäß auf einen erhöhten Eisengehalt durch nicht angepasste Zugabe des Flockungsmittels. Durch Messung wurde die Vermutung bestätigt. Der Eisengehalt überschreitet den zulässigen Grenzwert von 0,2 mg/l.

Die FeCl₃-Dosierung wurde daraufhin reduziert::

pH: 7,84 bei 21,6 °C
Trübung: 0,28 - 0,30 NTU
Färbung: 0,8 m⁻¹
Farbzahl: 8 HZ
Eisen: 0,112 mg/l

6.2 Nach Aktivkohlefilter (05.40 Uhr eingeschaltet, 05.55 Uhr Probenahme)

Die FeCl₃-Dosierung wurde im Vergleich zur vorherigen Probe erhöht. Die eingesetzte Menge ist jedoch zu hoch, da der pH-Wert auf deutlich unter 7,0 abgesenkt wurde:

pH: 6,20 bei 21,6 °C
Trübung: 0,04 - 0,00 - 0,00 NTU
Färbung: 0,7 m⁻¹
Farbzahl: 3 HZ
Eisen: 0,079 mg/l

6.3 Aufgaben an die FGr TW OV Ibbenbüren für die nächste Übung:

- Ansetzten von neuen Dosierlösungen mit exakter Einwaage pro 10 l
- Messung der Dosierpumpen-Leistung: Wieviel ml pro min bei welcher Einstellung
- nach welcher Zeit hat das Rohwasser die Kiesfilter und die Aktivkohlefilter durchströmt ?

7. Verwendung des statischen Mischers (25 m³ SMB) (02.07.05, 09.30 Uhr):

7.1 Flockungsmittel

- Einsatz der MAST-Pumpe von GKW II als Rohwasser-Förderpumpe (Welche Leistung hat die Pumpe ??)
- 833 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat in 10 l Kanalwasser gelöst
- Dosierung über Schlauchpumpe Verderflex 2010
- Einstellung Volumenstrom (35 - 38 l/h unkorrigierter Ablesewert)
- kontinuierlicher Zulauf über Befüllzeitraum
- pH 7,35 bei 23 °C im Zulauf
- Verbrauch von 6,6 l der Dosierlösung (549,78 g/25 m³ = 21,99 g/m³, das entspricht 4,55 mg/l als Fe, maximale Zugabe UBA-Liste 12 mg/l)
- Menge des zudosierten Flockungsmittel ist zu gering, da im Vergleich zum Ansatz mit 26,66 g/m³ nicht so gute Flockenbildung und langsamere Sedimentation. Der Überstand war zudem deutlich gelblich gefärbt.
- Analytik 11.15 Uhr: Überstand durch 0,45 µm Porenfilter gefiltert

pH: 7,31 bei 23,1 °C
Trübung: 0,11 - 0,18 - 0,20 NTU
Färbung: 0,4 m⁻¹
Farbzahl: 4 HZ
Eisen: 0,008 mg/l

7.2 Zugabe von OXI-sys

Das vorbehandelte Wasser (Probe 2) wird anschließend in einen zweiten 25 m³ SMB gepumpt und mittels statischen Mischer mit OXI-sys versetzt (Probe 3). Angestrebt wird ein Gehalt an 2,5 mg/l Freiem Chlor.

7.2.1 Vorversuche Einstellung der Dosierung:

100 ml Überstand aus dem 25 m³ SMB Vorflockbehälter wurden in ein PP-Becher gefüllt und mit OXI-sys versetzt.

100 ml Rohwasser	Zugabe von OXI-sys (ml)	Freies Chlor (mg/l)
	-	0,04 (Blindwert)
	5	9,05
	1,5	2,05
	1,8	3,12
	1,6	2,71
	1,5	2,53 - 2,01 - 2,52

7.2.2 Messungen im Einlauf des (E) und im (B) zweiten 25 m³ SMB:

Uhrzeit	Einlauf (E) / Behälter (B)	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
13.30	E	-	-	1,83 - 1,73
13.50	E	-	-	0,60 - 0,58
14.05	E	7,11 bei 24,9 °C	669	1,76
14.20	E	-	681	2,39
15.10	B	-	613	0,56
16.25	B	7,27 bei 24,9 °C	627	0,44

7.2.3 Berkefeld-Behälter 2,8 m³, gefüllt mit Vorflockwasser aus dem ersten 25 m³ SMB

	Uhrzeit	Zugabe von OXI-sys (l)	l / m ³	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
A	16.20	-	-	7,22	365	-
B	14.20	25	8,93	-	590	0,50
C	14.35	+ 25 (= 50)	17,86	-	626	1,73 - 1,69
D	14.50	+ 5 (= 55)	19,64	-	681	1,84 - 1,76
E	15.05	+ 5 (= 60)	21,43	-	733	2,46
F	16.40* ¹	E nach 1 h 35'	21,43	7,21	725	0,84
G	17.30* ²	E nach 2 h 25'	21,43	-	601	0,24

*¹: Mit dem Wasser aus dem Berkefeld-Behälter wurden anschließend die Kieselkörper der Krupp-TWAA 30 min im Kreislauf desinfiziert. Danach erfolgte erneute Messung (*²).

8.1 Mikrobiologie

Die Probenahme erfolgte in sterilen 500 ml Glasflaschen. Die Wasserproben wurden nach Münster in ein stationäres Labor gebracht und pro Probe 2 x 100 ml in sterile, natriumthiosulfathaltige Polystyrol-Gefäße (Idexx) umgefüllt (21.30 - 23.20 Uhr). Die in den Gefäßen enthaltene Menge an Natriumthiosulfat neutralisiert 10 ppm Chlor. Anschließend wurde zu den 100 ml Wasserproben Reagenziensubstrat zum Nachweis von *E. coli* und Coliformen (Colilert-18, Idexx) sowie zum Nachweis von Enterokokken (Enterolert-E, Idexx) gegeben. Zur quantitativen Auswertung von *E. coli*, Coliformen und Enterokokken wurde die mit dem jeweiligen Substrat vermischte Probe in eine sterile Kunststoffplatte mit 51 Vertiefungen (Quanti-Tray, Idexx) oder mit 49 großen und 48 kleinen Vertiefungen (Quanti-Tray 2000, Idexx) überführt. Die Platten wurden mittels eines Versiegelungsgerätes verschlossen und bei 36°C ± 1°C für 18-22 h (Colilert-18) oder 41°C ± 0,1°C für 24-28 h (Enterolert) inkubiert. Die Bestimmung heterotropher Bakterien erfolgte mit der SimPlate-Methode (Idexx).

Nach der Inkubation wurde die Zahl der gelb gefärbten und/oder fluoreszierenden Vertiefungen ausgezählt und die Anzahl der jeweiligen Bakterien anhand der mitgelieferten MPN-Tabellen (Most Probable Number, wahrscheinlichste Anzahl) abgelesen.

8.2 Bestimmung von pH, Redoxpotential und Freiem Chlor

Parallel zu der Probenahme für die mikrobiologischen Untersuchungen wurden pH, Redoxpotential und der Gehalt an Freiem Chlor (Spektroquant 14848, Merck) bestimmt.

Mikrobiologie		02.07.05			
Nr.	Probe	Probenahme	pH bei 24,0 °C - 24,6 °C	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
1	Rohwasser	16.15	8,05	235	-
2	25 m³ Vorflockbehälter (4,5 mg/l als Fe)	16.20	7,22	365	0,26 Blindwert Eigenfärbung
3	25 m³ SMB mit OXI-sys	16.25	7,27	627	0,44
4	TWAA vor Kiesfilter	17.55	7,29	590	0,33
5	TWAA nach Kiesfilter	17.56	7,33	541	0,18
6	Nach Aktivkohlefilter geplant; Problematik Aktivkohlefilter jedoch auf nächste Übung verschoben				
7	Berkefeldbehälter mit OXI-sys	16.40	7,21	725	0,84

8.3 Ansatz Mikrobiologie

Mikrobiologie	02.07.05	Ansatz
---------------	----------	--------

Nr.	Probe	Probenahme	SimPlate	Colilert-18	Enterolert-E
1	Rohwasser	16.15	21.30 1:10 und 1:100	21.55 Quanti Tray 2000	21.55 Quanti Tray 2000
2	25 m ³ Vorflockbehälter (4,5 mg/l als Fe)	16.20	21.40 1:10 und 1:100	22.00 Quanti Tray 2000	22.00 Quanti Tray 2000
3	25 m ³ SMB mit OXI-sys	16.25	22.10	22.20	22.20
4	TWAA vor Kiesfilter	17.55	22.30	22.40	22.40
5	TWAA nach Kiesfilter	17.56	23.00	23.10	23.10
6	Nach Aktivkohlefilter geplant; Problematik Aktivkohlefilter jedoch auf nächste Übung verschoben				
7	Berkefeldbecken	16.40	23.15	23.20	23.20

8.4 Auswertung Mikrobiologie

Nr.	Probe	<i>E. coli</i> MPN pro 100 ml	Coliforme MPN pro 100 ml	Enterokokken MPN pro 100 ml	HPC bei 22°C* MPN pro ml	HPC bei 36°C MPN pro ml
1	Rohwasser	7,4	1.299,7	21,1	507 (330 - 770)	1280 (950 - 1730)
2	25 m ³ Vorflockbehälter (4,5 mg/l als Fe)	4,1	139,6	3	209 (159 - 273)	231 (177 - 302)
3	25 m ³ SMB mit OXI-sys	0	0	0	0,4 (0,1 - 1,6)	0,2 (0,0 - 1,4)
4	TWAA vor Kiesfilter	0	0	0	< 0,2 (<0,03 - <1,4)	0,6 (0,2 - 1,9)
5	TWAA nach Kiesfilter	0	0	0	18,9 (14,4 - 24,9)	10,4 (7,6 - 14,3)
6	Nach Aktivkohlefilter geplant; Problematik Aktivkohlefilter jedoch auf nächste Übung verschoben					
7	Berkefeldbecken mit OXI-sys	0	0	0	< 0,2 (<0,03 - <1,4)	< 0,2 (<0,03 - <1,4)

MPN: Most Probable Number (Wahrscheinlichste Anzahl), *: Test nur für 36°C zugelassen

Zusammenfassung:

- Die zu dem 25 m³ zugegebene Menge an OXI-sys ist ausreichend, um eine gute Desinfektionswirkung zu erzielen
- Das Redoxpotential beträgt abschließend 627 mV
- Das im 2,8 m³ Berkefeldbecken mit OXI-sys versetzte Wasser ist bakteriell als keimfrei anzusehen.
- Das Redoxpotential liegt bei über 700 mV (733 mV); auch noch 1 ½ h nach der Zugabe (725 mV)
- Der Gehalt an Freiem Chlor ist in diesem Zeitraum von 2,46 mg/l auf 0,84 mg/l gesunken
- Die Kiesfilter der TWAA weisen noch bakterielle Verschmutzungen (vergl. 8.4 Nr.5) auf.
- Vor der nächsten Übung sollten die Filter mit einer höheren Dosierung an OXI-sys für mindestens 30 Minuten gespült werden
- Die Dosierung sollte so gewählt werden, das im Spülwasser ein Redoxpotential von über 700 mV bestehen bleibt

DBU-Projekt AZ 21507-23

„Entwicklung und Erprobung einer Anlage auf Basis der Diaphragmalyse-Technologie zur Erzeugung einer hochwirksamen Lösung zur Desinfektion von Trinkwasser im Hochwasserschutzmanagement für den stationären und mobilen Einsatzfall“

Feldversuch: 06.08.2005, Mittellandkanal „Alte Fahrt“, Püsselbüren

1. Rohwasser:

pH: 7,88 bei 20,2 °C

Elektrische Leitfähigkeit: 477 µS/cm

Redoxpotential: 214 mV

(Lufttemperatur 15,8 °C, Luftfeuchte 64,2 %, noch schönes Wetter !!)

2. Desinfektion der TWAA Krupp mit OXI-sys

Berkefeld-Behälter 2,8 m³, gefüllt mit Kanalwasser

	Uhrzeit	Zugabe von OxySys (l)	l / m ³	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
A	12.05	-	-	214	-
B	12.30	60	21,43	709	2,64 - 2,55
C	12.40	+ 10 (= 70)	25,00	780	3,19
D	12.55	Beginn Spülung der Kiesfilter der TWAA Krupp			
E	13.05			742	1,55
F	13.15			731	0,97
G	13.25			713	0,63
H	13.35			670	0,46
I	13.40	+ 10 (= 80)	28,57	-	-
J	13.50			632	0,57
K	14.10	+ 10 (= 90)	32,14	750	1,27
L	14.20			741	0,91
M	14.40			708	0,46
N	14.50	Ende Spülung Kiesfilter der TWAA Krupp			

3. 25 m³ SMB mit OXI-sys

- Behälter von 13.25 - 13.45 Uhr gefüllt (soll nach Pumpenleistung 10 m³ entsprechen)
- Pumpenleistung 866,6 l / min (52 m³ / h) = 8,66 m³ in 10 min = 10 m³ in 11 min 32 "
- Zugabe von 210 l OXI-sys
- FGr TW OV Ibbenbüren: Bitte genaue Füllstandanzeige im SMB entwickeln

	Uhrzeit	Zugabe von Oxy-sys (l)	l / m³	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
A	13.50	210	??	803	5,0
		Nochmals Rohwasser ins Becken laufen lassen			
B	14.30	-		791	2,81
		Nochmals Rohwasser ins Becken laufen lassen			
C	14.55			740	1,37
D	15.15			754	1,42
	15.35	Beginn Trinkwasseraufbereitung			

4. Bestimmung von pH, Redoxpotential und Freiem Chlor

Parallel zu der Probenahme für die mikrobiologischen Untersuchungen wurden pH, Redoxpotential und der Gehalt an Freiem Chlor (Spektroquant 14848, Merck) bestimmt.

Nr.	Probe	Probenahme	pH	T (°C)	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
1	Rohwasser	16.30	7,88	20,2	214	-
2	25 m³ SMB mit OxySys	15.15	7,45	18,9	754	1,42
3	TWAA vor Kiesfilter	15.45	7,46	17,8	683	1,01
4	TWAA nach Kiesfilter	15.50	7,44	18,4	676	0,44
5	TWAA nach Aktivkohlefilter	15.55	6,57	17,9	658	0,17
6	Berkefeldbehälter mit OxySys	14.50	7,13	17,6	676	0,50

5. Auswertung Mikrobiologie

Nr	Probe	<i>E. coli</i> MPN pro 100 ml	Coliforme MPN pro 100 ml	Enterokokken MPN pro 100 ml	Koloniezahl bei 22°C* MPN pro ml	Koloniezahl bei 36°C MPN pro ml
1	Rohwasser	12,1	1986,3	22,5	> 391,2 (>240 - >640)	> 391,2 (>240 - >640)
2	25 m³ SMB mit OxySys	0	0	0	< 1,8 (0,0 - < 14,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
3	TWAA vor Kiesfilter	0	0	0	< 1,8 (0,0 - < 14,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
4	TWAA nach Kiesfilter	0	0	0	10,5 (4,4 - 25,0)	< 1,8 (0,0 - < 14,0)
5	TWAA nach Aktivkohlefilter	0	0	0	96,8 (67,0 - 140,0)	120,4 (85,0 - 170,0)
6	Berkefeldbecken mit OxySys	0	0	0	171,5 (120,0 - 240,0)	4,1 (1,0 - 16,0)

MPN: Most Probable Number (Wahrscheinlichste Anzahl). Angabe in Klammern sind die untere und die obere 95% Vertrauensgrenze.



Abb.3: Der Aasee in Ibbenbüren

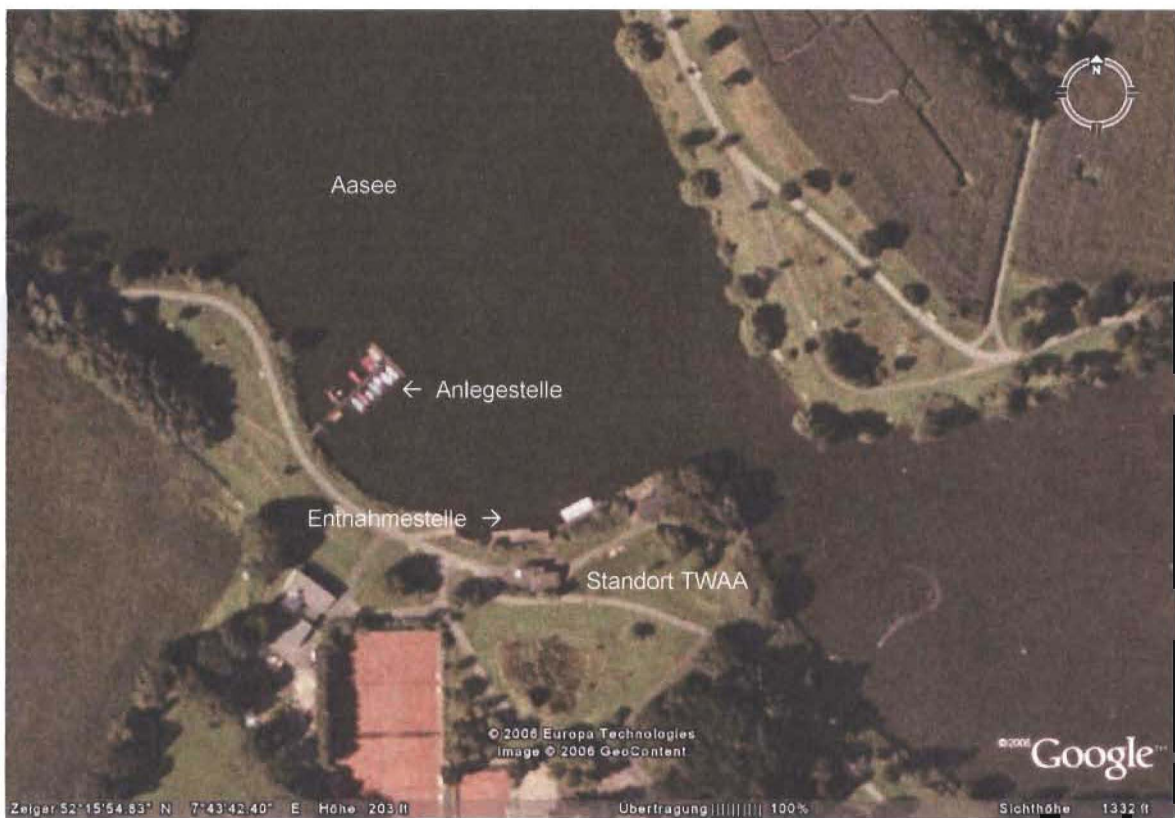


Abb. 4: Die Entnahmestelle in der Nähe der Anlegestelle.

Feldversuch: 14. - 15.10.2005, Aasee, Ibbenbüren

1. Aufbau:

- TWAA Krupp komplett, 2 x 25 m³ SMB, 1 x 50m³ SMB, 3 m³ Berkefeldbecken
- Mobiles Analytiklabor (Dr. Bettin) und mobiles Betriebslabor (OV Ibbenbüren)
- Komplette Logistik und Infrastruktur

2. Wetter

15.10.05: Schönes Herbstwetter

12.05 Uhr: trocken, Lufttemperatur: 17,8 °C, Luftfeuchtigkeit: 63,9 %

3. Wasserprobe 15.10.05 (10.30 Uhr):

Entnahmestelle Bootssteg am Seglerheim. Entnahme vom Steg in ca. 30 cm Entfernung, oberflächennah 10 cm unterhalb; klares, leicht gelbliches Aussehen, geringer Anteil an Schwebstoffen, leicht modriger Geruch.

pH: 8,00 bei 13,9 °C (leicht basisch)

Trübung: 9,81 / 0,10 NTU

Elektrische Leitfähigkeit: 553 µS/cm

Färbung: 4,5 / 0,6 m⁻¹

Gesamthärte: 18 °dH

Farbzahl: 32 / 14 HZ

Carbonathärte: 11 °dH

CSB: 21,3 mg/l

Nitrat: 5,5 mg/l

Eisen: 0,39 mg/l

Chlorid: 26 mg/l

Sulfat: 69 mg/l

Redoxpotential: 228 mV

4. Zugabe von OXI-sys zum Rohwasser

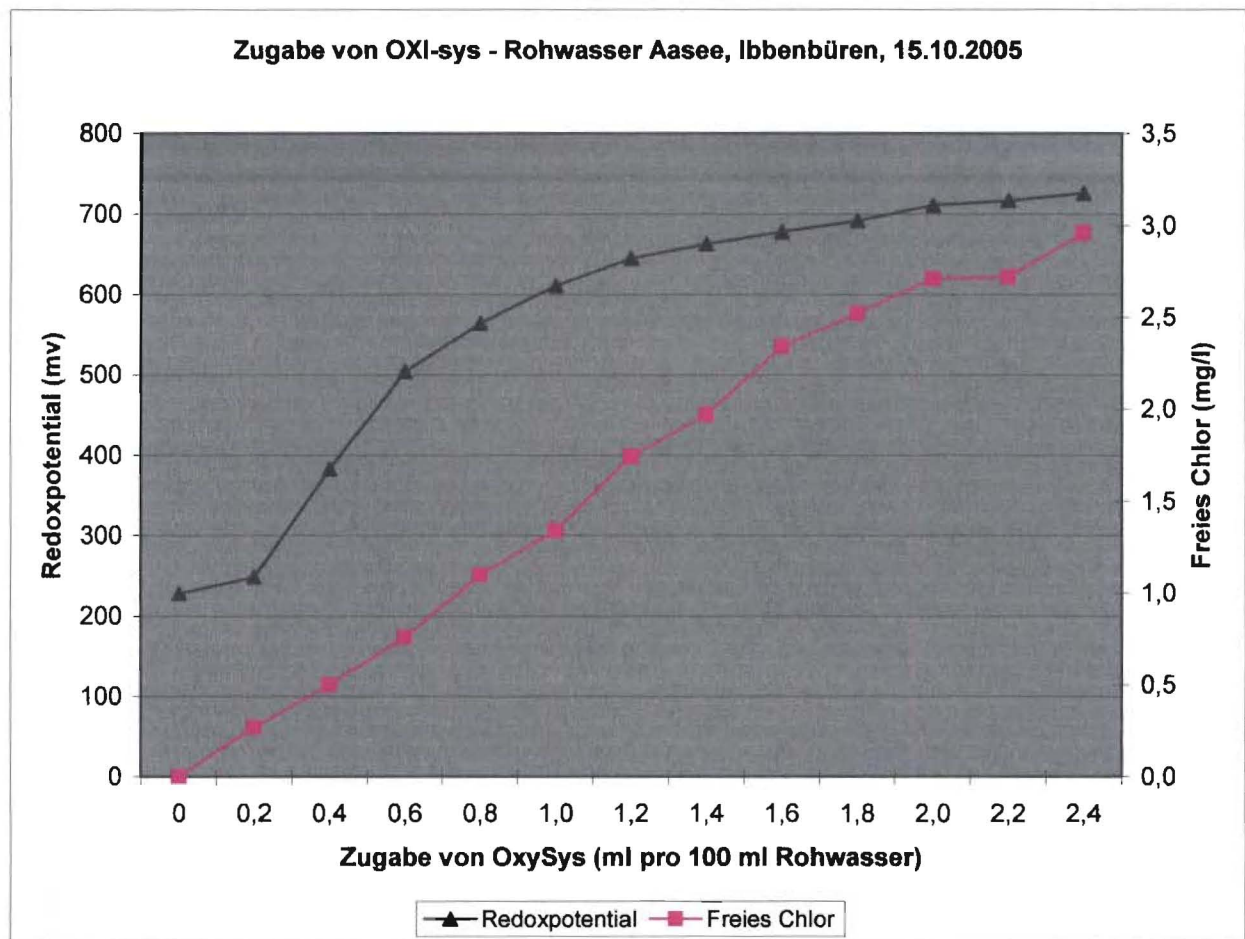
4.1 Messung Redoxpotential und Freies Chlor

100 ml Rohwasser wurden jeweils in einen PS-Gefäß gefüllt und mit 0,2 bis 2,4 ml OxySys versetzt. 2 min nach Zugabe erfolgte Messung des Redoxpotentials und der Konzentration an freiem Chloräquivalent

Für eine ausreichende Desinfektion ist ein Redoxpotential ab 700 mV notwendig. Dieser Schwellenwert wird ab einer Zugabe von 20 l OXI-sys/m³ überschritten. Die Konzentration an freiem Chloräquivalent beträgt dabei 2,71 mg/l.

	Zugabe von OXI-sys (ml)	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
Rohwasser	-	228	-
A	0,2	249	0,27
B	0,4	383	0,50
C	0,6	504	0,76
D	0,8	564	1,10

E	1,0	611	1,34
F	1,2	645	1,74
G	1,4	663	1,97
H	1,6	678	2,34
I	1,8	692	2,52
J	2,0	711	2,71
K	2,2	717	2,72
L	2,4	726	2,96



Die Bestimmung von Chloräquivalenten erfolgt ausnahmslos über das Oxidationspotential (Frimmel, 2003). Es stehen verschiedene, teilweise genormte Verfahren zur Verfügung, die eine unterschiedliche Selektivität besitzen. Eine sehr empfindliche Methode basiert auf der Oxidation von N,N-Dimethyl-p-phenylendiamin zu einem roten Semichinon („Wursters Rot“). Das Reagenz N,N-Diethyl-p-phenylendiamin (DPD) reagiert nach dem gleichen Prinzip. Sogenanntes „freies Chlor“ wird damit nach EN ISO 7393-1 und EN ISO 7393-2, Verfahren G 4-1 und G 4-2 bestimmt. Das für das vorliegende Forschungsprojekt verwendete Nachweisverfahren beruht

auf dieser Methode. Da die genannte Bestimmungsmethode nicht stoffspezifisch ist, sondern auf dem Oxidationsvermögen der nachzuweisenden Substanzen beruht, eignet sie sich auch zur Bestimmung des Oxidationspotential von OXI-sys. Das Ergebnis wird analog dem Gehalt an „freiem Chlor“ angegeben.

5. Verwendung des statischen Mixers (25 m³ SMB) (13.10 Uhr):

5.1 Flockungsmittel

- Einlauf des Rohwassers (Aasee, Entnahmestelle Bootsanleger) in den 25 m³ SMB, Einsatz einer Wilo-Tauchpumpe
- 210g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat in 3 l Rohwasser gelöst
- kontinuierlicher Zulauf unter Verwendung des statischen Mixers über Befüllzeitraum von 18 Minuten
- ca. 7 m³ Befüllung entspricht 30 g Eisen(III)-chlorid-Hexahydrat / m³
- Messung im Überstand nach Sedimentation: pH 7,13 bei 15,1°C; Eisen: ungefiltert: 2,40 mg/l; gefiltert durch 0,45 µm Porenfilter: 0,04 mg/l

5.2 Zugabe von OXI-sys

Das vorbehandelte Wasser wird anschließend in einen zweiten 25 m³ SMB gepumpt (Apollo-Pumpe) und mittels statischem Mixer mit OXI-sys versetzt (ab 14.35 Uhr). Leider liegen mir keine Mengenangaben vor. Das angestrebte Redoxpotential von über 700 mV und der angestrebte Gehalt an freiem Chlor von 2,5 mg/l wurden bei der Dosierung nicht erreicht (Einfluß nicht absetzbarer Mikrofloken des Aaseewassers) Versuch wird nicht weitergeführt.

5.2.1 Messungen im Becken (B) des zweiten 25 m³ SMB:

Uhrzeit	Einlauf (E) / Behälter (B)	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
14.40	B	-	309	0,39
14.45	B	-	581	0,63
14.50	B	-	438	0,34
14.55	B	-	584	0,36
15.00	Zugabe von 70 l Oxy-sys auf 4 - 5 m ³			
15.10	B	-	465	0,41

5.2.2 Berkefeld-Behälter

($V = \pi \times r^2 \times H$; 3,14 x 0,90 m x 0,935 m Füllhöhe = 2,379 m³), gefüllt mit Rohwasser wurde mit 70 l Oxy-sys versetzt.

	Uhrzeit	Zugabe von OxySys (l)	l / m ³	pH	Redoxpotential (mV)	Freies Chlor (mg/l)
A	16.00	-	-	8,00	228	-
B	16.05	70	29,41	-	744	3,84
	16.20	20 min Spülung TWAA				
C	16.40* ¹	-	-	-	728	0,58

--	--	--	--	--	--	--



*1: Mit dem Wasser aus dem Berkefeld-Behälter wurden die Kiesfilter der Krupp-TWAA 20 min im Kreislauf desinfiziert. Danach erfolgte erneute Messung.

Unverdünntes Oxy-sys weist ein Oxidationsvermögen entsprechend einer Konzentration von 175 mg/l freiem Chlor auf. Theoretisch müssen bei folgenden Dosierungen unter der Voraussetzung, dass keine Wasserinhaltsstoffe die Desinfektion beeinträchtigen, folgende Gehalte an freiem Chlor vorliegen:

Dosierung OXI-sys (l pro m ³)	Gehalt an freiem Chloräquivalent (mg/l)
5,71	1
11,43	2
17,14	3
22,86	4
28,57	5
34,28	6

Bei einer Zugabe von 29,41 l/m³ müsste eine Konzentration von 5,15 mg/l freiem Chloräquivalent zu bestimmen sein. Der tatsächliche gemessene Gehalt im Aasee-Rohwasser beträgt 3,84 mg/l. Dies zeigt, dass innerhalb von wenigen Minuten 26% des OxySys für Oxidationsvorgänge verbraucht wird. Durch den Spülvorgang sinkt der Wert auf 0,58 mg/l; das Redoxpotential liegt dagegen immer noch über 700 mV.

Die Ergebnisse zeigen durch Fällungsprobleme, dass eine Vorbehandlung des stark belastet eutrophen Seewassers mit Mikro-Membranfiltration notwendig gewesen wäre, um danach erfolgreich mit mittleren OX-sys – Konzentrationen zu arbeiten.

	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk	Wasseranalyse 	DBU-Projekt AZ 21507-23
Allgemeine Angaben			
Probe-Nr.:	Datum: 15.10.05	Uhrzeit: 10.30	
Probestelle: Aasee, Ibbenbüren, Bootssteg Anlegestelle am Seglerheim			
Lufttemperatur (°C): 17,8		Luftfeuchtigkeit (%): 63,9	
Physikalische Untersuchungen			
pH-Wert: 8,00 (Bereich: 6,5 - 9,5)	Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm): 553 (Grenzwert: 2500 µS/cm bei 20 °C)		Temperatur (°C): 13,9 (Grenzwert: -)
Trübung (NTU): 9,81 / 0,10* (Grenzwert: 1,0 NTU)	Färbung (m ⁻¹): 4,5 / 0,6* (Grenzwert: 0,5 m ⁻¹)	Farbzahl (HZ): 32 / 14* (* 2. Wert nach 0,45 µm Filtration)	
Sensorische Untersuchungen			
Aussehen: Klar, leicht gelblich, Schwebstoffe	Geruch: modrig (Grenzwert: 2 bei 12 °C, 3 bei 25 °C)	Geschmack: - (Nur bei Trinkwasser prüfen !)	
Chemische Untersuchungen			
Bestimmung von	Meßwert (mg/l)	Grenzwert TrinkwV (mg/l)	Bemerkung
Gesamthärte (Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	18	- (Angabe in °dH)	
Carbonathärte	11	- (Angabe in °dH)	
CSB	21,3	-	
Freies Chlor (Cl ₂)	-	mind. 0,1 - max. 0,3 (0,6)	Bei Chlorung
Gesamtchlor	-	-	
Aluminium (Al ³⁺)	-	0,2	
Eisen (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	0,39	0,2	
Mangan (Mn ²⁺)	-	0,05	
Ammonium (NH ₄ ⁺)	-	0,5	
Nitrit (NO ₂)	-	0,5	
Nitrat (NO ₃)	5,5	50,0	
ortho-Phosphat (PO ₄ ³⁻)	-	-	
Chlorid (Cl ⁻)	26	250	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	69	240	
Natrium (Na ⁺)	19	200	
Fluorid (F ⁻)	0,07	1,5	
Sauerstoff (O ₂)	-	-	
Redox-Spannung	228	- Angabe in mV	
Basenkapazität (Acidität)	K _{B 4,3} =	K _{B 8,2} =	Angabe in mmol/l
Säurekapazität (Alkalität)	K _{S 8,2} =	K _{S 4,3} =	Angabe in mmol/l
Mikrobiologische Untersuchungen			
Untersuchung auf	Auswertung Enzymnachweise *	Ergebnis (MPN-Tabelle) *	Grenzwert (TrinkwV)
<i>Escherichia coli</i>	Colilert [®] G:42 / K:4	93,2 / 100 ml	0 / 100 ml
Coliforme	Colilert [®] G:49 / K:39	1.046,2 / 100 ml	0 / 100 ml
Enterokokken	Enterolert-E [®] G:26 / K:16	59,6 / 100 ml	0 / 100 ml
Koloniezahl bei 22 °C	Quanti-Disk [®] alle 50	> 391,2 (> 240 - > 640)/ml	100 / ml (20 / ml)
Koloniezahl bei 36 °C	Quanti-Disk [®] alle 50	> 391,2 (> 240 - > 640)/ml	100 / ml
* <input checked="" type="checkbox"/> Colilert-18 [®] <input type="checkbox"/> Colilert [®] / Quanti-Tray 2000: G: Große Felder / K: Kleine Felder / MPN: Most Probable Number			

Neue Technik für die Aufbereitung von Wasser

-clu- Ibbenbüren. Die Versorgung mit keimfreiem Trinkwasser ist keinesfalls selbstverständlich: Nach Katastrophen aller Art ist gerade sauberes Wasser ein knappes Gut. Für die Desinfektion des Wassers wird heute in der Regel Chlor verwendet. Auch das Technische Hilfswerk (**THW**) greift bei seinen Auslandseinsätzen zur Trinkwassergewinnung bisher auf Chlor zurück. Dabei ist das Chlor als Gefahrgut aus Deutschland mitzubringen - ein teures und für den Dauereinsatz wenig sinnvolles Unterfangen.

Die Lösung könnte jetzt eine Neuentwicklung des Instituts für innovative Techniken Köthen sein: Ein elektrochemisches Verfahren, das lediglich eine kleine, kastenförmige Anlage und Kochsalz erfordert.

"Wir arbeiten mit geringster Energie" bringt Dr. Erhard Tschirner vom Köthener Institut den Vorteil der neuen Methode auf den Punkt. Ganz einfach funktioniert das neue Prinzip aber nicht: "Wir haben eine hochentwickelte Steuerung" erklärt Tschirner die Funktionsweise seines Gerätes. Parallel zur normalen Trinkwasseraufbereitung - beim **THW** wird das Wasser zunächst in drei Kies- und zwei Aktivkohlefiltern vorgereinigt - läuft die Herstellung des neuen Desinfektionsmittels: Kochsalz wird mit Wasser zu einer 20-prozentigen Lösung vermischt und in einem elektrochemischen Verfahren in das Desinfektionsmittel einerseits und eine basische Lösung aufgetrennt. Das vorgereinigte Wasser wird mit dem Desinfektionsmittel versetzt; bei durchschnittlich verschmutztem Wasser werden zwischen 20 und 25 Liter pro Kubikmeter Trinkwasser benötigt. Dabei ist die neue Anlage bei der Herstellung des Desinfektionsmittels auf die Leistungsfähigkeit des **THW**-Trinkwasserzuges ausgelegt.

Vor vier Jahren begann die Entwicklung des Gerätes zur einfachen Desinfektionsmittelherstellung. Den Ausschlag gaben unter anderem die Probleme bei der dauerhaften Trinkwasseraufbereitung in Afrika. Seit anderthalb Jahren ist auch das **THW** mit dabei, und da der Trinkwasserzug des Ibbenbürener Ortsverbandes zur Spitze seiner Art zählt, darf er seitdem die Erprobungsphase begleiten.

Am Samstag war der Ibbenbürener Aasee Standort für die praktische Erprobung: Ausflockungsbecken, Desinfektionsbecken und Lagerbecken, dazu Filterwagen, fahrendes Labor und das neue Gerät durchliefen den Test ohne Probleme. Sehr zufrieden zeigte sich Tino Kitzmann, Leiter der verfahrenstechnischen Anlagenentwicklung vom Köthener Institut, mit der Robustheit des Prototyps: Obwohl dieser inzwischen schon mehrere Testläufe und etliche tausend Kilometer Transport hinter sich gebracht hat, läuft er problemlos.

Eugen Overmüller, Ortsbeauftragter des **THW** Ibbenbüren, hofft, dass die Trinkwasserzüge des **THW** schon bald nach Abschluss der Erprobungsphase (die voraussichtlich bis Mitte 2006 laufen soll) mit den neuen Geräten ausgestattet werden können. Schließlich verspricht die neue Technik eine Eignung für jede Art von Oberflächengewässer bei einfachster Handhabung; mögliche Gefahren und die Umweltbelastung durch den Einsatz von Chlor sowie die Kosten für den Transport des Mittels würden dann künftig wegfallen. Das Grundgerät, wie es vom **THW** verwendet werden soll, wird 9600 Euro kosten. Geplant

ist aber auch eine vollelektronische Version, die zum Beispiel in deutschen Wasserwerken Verwendung finden könnte. Neben zahlreichen Aaseebesuchern interessierte sich am Samstag auch Johann Knipper, Geschäftsführer des Wasserversorgungsverbandes Tecklenburger Land (WTL) für die neue Technik.

Montag, 17. Oktober 2005 | Quelle: Ibbenbürener Volkszeitung (Ibbenbüren)

Anhang 9 – DBU Projekt 21507

International Air Transport Association - IATA 2006

Calciumhypochlorit, Mischung trocken, mit > 39% aktivem Chlor (8,8% aktiven Sauerstoff, UN-Nummer 1748

A. Verpackungsvorschrift 509 (Passagier- und Frachtflugzeuge):

Für Verpackungsgruppe II maximale Menge (netto) pro Packstück 5 kg

Diese Vorschrift bezieht sich auf Feststoffe der Unterklasse 5.1 in Verpackungsgruppe I (Stoff weist eine große Gefährlichkeit auf) und II (Stoff weist eine mittlere Gefährlichkeit auf) auf Passagier- und Frachtflugzeugen. Die allgemeinen Verpackungsanforderungen von 5.0.2 müssen erfüllt werden. Einzelverpackungen sind nicht erlaubt

Zusammengesetzte Verpackung:

Innenverpackung: 0,5 kg Calciumhypochlorit in Glas, Steingut, Kunststoff, Metall (nicht Aluminium), Kunststoffsäcke, Glasampullen

Besondere Verpackungsanforderungen:

Kunststoffsäcke müssen in fest verschlossenen Metallbehälter oder feste Kunststoffbehälter verpackt werden, bevor sie in die Außenverpackung gegeben werden. Es darf nur korrosionsbeständiger Stahl oder Stahl mit Korrosionsschutz verwendet werden

Außenverpackung: Trommeln aus Stahl, Aluminium, Sperrholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff, Kisten aus Stahl, Aluminium, Holz, Sperrholz, Spanholz, Pappe oder Kunststoff

Verpackungsmaterialien müssen den in der IATA aufgeführten Spezifikationen entsprechen

B. Verpackungsvorschrift 512 (Frachtflugzeuge):

Für Verpackungsgruppe II maximale Menge (netto) pro Packstück 25 kg

Diese Vorschrift bezieht sich auf Feststoffe der Unterklasse 5.1 in Verpackungsgruppe I (Stoff weist eine große Gefährlichkeit auf) und II (Stoff weist eine mittlere Gefährlichkeit auf) nur auf Frachtflugzeugen. Die allgemeinen Verpackungsanforderungen von 5.0.2 müssen erfüllt werden. Zusammengesetzte Verpackungen und Einzelverpackungen sind gestattet

Zusammengesetzte Verpackung:

Innenverpackung: 2,5 kg Calciumhypochlorit in Glas, Steingut, Kunststoff und Metall (nicht Aluminium); 1,0 kg in Kunststoffsäcken und 0,5 kg in Glasampullen

Besondere Verpackungsanforderungen:

Kunststoffsäcke müssen in fest verschlossenen Metallbehälter oder feste Kunststoffbehälter verpackt werden, bevor sie in die Außenverpackung gegeben werden. Es darf nur korrosionsbeständiger Stahl oder Stahl mit Korrosionsschutz verwendet werden

Außenverpackung: Trommeln aus Stahl, Aluminium, Sperrholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff, Kisten aus Stahl, Aluminium, Holz, Sperrholz, Spanholz, Pappe oder Kunststoff

Verpackungsmaterialien müssen den in der IATA aufgeführten Spezifikationen entsprechen

Einzelverpackungen:

Trommeln aus Stahl, Sperrholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl oder Kunststoff, Kombinationsverpackung aus Kunststoff. Es darf nur korrosionsbeständiger Stahl oder Stahl mit Korrosionsschutz verwendet werden. Bei Verwendung von Sperrholz und Pappe muss eine Innenauskleidung aus Kunststoff benutzt werden

C. Verpackungsvorschrift 517 (Passagier- und Frachtflugzeuge):

Für Verpackungsgruppe II maximale Menge (netto) pro Packstück 25 kg

Diese Vorschrift bezieht sich auf Feststoffe der Unterklasse 5.1 in Verpackungsgruppe III (Stoff weist eine geringe Gefährlichkeit auf) auf Passagier- und Frachtflugzeugen. Die allgemeinen Verpackungsanforderungen von 5.0.2 müssen erfüllt werden. Verpackungen müssen die Leistungsanforderungen gemäß Verpackungsgruppe II erfüllen. Einzelverpackungen sind nicht erlaubt.

Zusammengesetzte Verpackung:

Innenverpackung: 1,0 kg Calciumhypochlorit in Glas, Steingut, Kunststoff, Metall (nicht Aluminium), Kunststoffsäcken; 0,5 kg in Glasampullen

Besondere Verpackungsanforderungen:

Kunststoffsäcke müssen in fest verschlossenen Metallbehälter oder feste Kunststoffbehälter verpackt werden, bevor sie in die Außenverpackung gegeben werden. Außenverpackung: Trommeln aus Stahl, Aluminium, Sperrholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff, Kisten aus Stahl, Aluminium, Holz, Sperrholz, Spanholz, Pappe oder Kunststoff

Verpackungsmaterialien müssen den in der IATA aufgeführten Spezifikationen entsprechen

D. Verpackungsvorschrift 519 (Frachtflugzeuge):

Für Verpackungsgruppe III maximale Menge (netto) pro Packstück 100 kg

Diese Vorschrift bezieht sich auf Feststoffe der Unterklasse 5.1 in Verpackungsgruppe III (Stoff weist eine geringe Gefährlichkeit auf) nur auf Frachtflugzeugen. Die allgemeinen Verpackungsanforderungen von 5.0.2 müssen erfüllt werden. Verpackungen müssen die Leistungsanforderungen gemäss Verpackungsgruppe II erfüllen. Zusammengesetzte Verpackungen und Einzelverpackungen sind gestattet

Zusammengesetzte Verpackung:

Innenverpackung: 5,0 kg Calciumhypochlorit in Glas, Steingut, Kunststoff, Metall (nicht Aluminium) und in Kunststoffsäcken; 0,5 kg in Glasampullen

Besondere Verpackungsanforderungen:

Kunststoffsäcke müssen in fest verschlossenen Metallbehälter oder feste Kunststoffbehälter verpackt werden, bevor sie in die Außenverpackung gegeben werden. Aussenverpackung: Trommeln aus Stahl, Aluminium, Spanholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff, Kisten aus Stahl, Aluminium, Holz, Sperrholz, Spanholz, Pappe oder Kunststoff.

Verpackungsmaterialien müssen den in der IATA aufgeführten Spezifikationen entsprechen

Einzelverpackungen:

Trommeln aus Stahl, Sperrholz, Pappe oder Kunststoff; Kanister aus Stahl oder Kunststoff, Kombinationsverpackung aus Kunststoff. Bei Verwendung von Sperrholz und Pappe muss eine Innenauskleidung aus Kunststoff benutzt werden

Berlin: Treffpunkt der Wasserfachleute

Mit Fragen der Trinkwasser- und Abwasserentsorgung beschäftigt sich die internationale Fachwelt vom 3. bis 7. April 2006 auf der Kongressmesse »Wasser Berlin« 2006. Zeitgleich findet auch die Fachmesse »Gas Berlin« auf dem Messegelände unter dem Funkturm statt. Zu beiden Messen, dem begleitenden Fachkongress sowie der internationalen Fachschau »WASSerLEBEN« werden rund 600 Aussteller und insgesamt über 60.000 Besucher aus rund 60 Ländern erwartet.

Schwerpunkte des Fachkongresses sind die Themen »Wasser und Wettbewerb«, die »EU-Wasserrahmenrichtlinie WRRL«, aktuelle Fragen der »Wasserforschung« sowie »Klimaveränderungen und Folgen für die Wasserwirtschaft«. Die Veranstaltungen werden größtenteils simultan ins Englische bzw. Deutsche übersetzt.

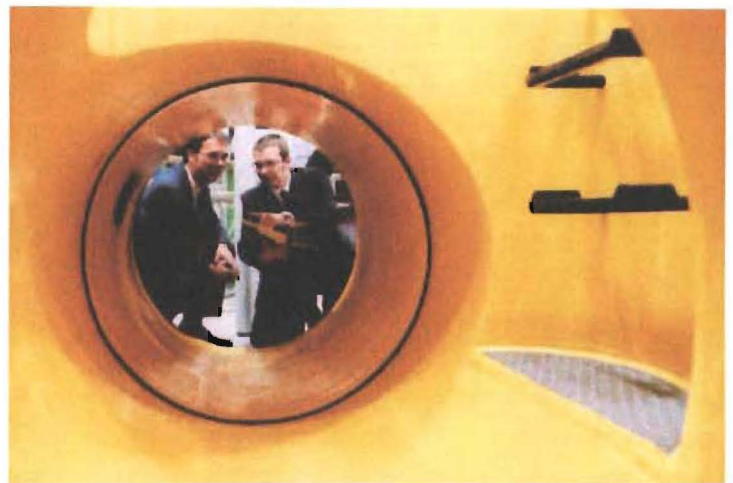
Auch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) ist auf der Kongressmesse mit einem eigenen Stand vertreten. Auf

dem Gemeinschaftsstand in Halle 4.2 stellen fünf DBU-Projektpartner beispielhafte Verfahren zum Gewässerschutz und zur Wasseraufbereitung vor. In Berlin mit von der Partie sind folgende Aussteller:

- a.c.k. aqua concept GmbH (Karlsruhe),
- EKO-PLANT mbH (Neu-Eichenberg),
- ITA GmbH – Institut für innovative Technologien (Köthen),
- SYDRO Consult Ingenieurgesellschaft GbR (Darmstadt),
- Weil Industrieanlagen GmbH (Osnabrück).

Die Innovationen der Partnerfirmen reichen von neuartigen Verfahren zur Entfernung von Pharmakarückständen über die wirksame Trinkwasserdesinfektion

in Hochwasserschutzgebieten bis hin zur verbesserten Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in die Praxis. Auf den nachfolgenden Seiten stellt DBU aktuell die Projekte der DBU-Ausstellungspartner ausführlich vor.



Wie sieht die Zukunft der Wasserwirtschaft in Deutschland aus? Antworten darauf darf man von der Kongressmesse »Wasser Berlin« erwarten, die vom 3. bis 7. April 2006 stattfindet.

Computersimulation für Naturbäder

In Naturbädern ohne chemische Desinfektion (z. B. mittels Chlor) müssen Zonen verminderter Wasserdurchströmung, so genannte Totzonen, verhindert werden, da sie hygienische Probleme verursachen. Das von der Firma HYDROMOD Wissenschaftliche Beratung GbR in Zusammenarbeit mit der EKO-PLANT GmbH (Neu-Eichenberg) entwickelte »Computerbasierte hydrodynamische Strömungsmodell«

steht für garantierte Sauberkeit und sichert den einwandfreien Badebetrieb in Naturerlebnisbädern. Dieses Verfahren ermöglicht in der Planungsphase die Berechnung der optimalen Durchströmung des Beckenkörpers und stellt sie am Computer dar. Mit der ermittelten Positionierung von Wasserüberlaufrinnen und -einströmdüsen werden potenzielle Totzonen und Kurzschlussströmungen sicher vermieden. Im Betrieb können mit Hilfe des Prozessleitsystems und der installierten Anström- und Abzugstechnik verschmutzte Beckenbereiche gezielt angesteuert und gesäubert werden. Das Modell wurde bereits mehrfach erfolgreich getestet und eingesetzt und zeigt seinen hohen Nutzwert für Betreiber und

Badepersonal durch gesteigerte Betriebssicherheit bei gleichzeitig gesenkten Betriebs- und Investitionskosten. EKO-PLANT ist seit Jahrzehnten engagiert in Planung, Bau und Betrieb von Klärschlammvererdungs- und Pflanzenkläranlagen sowie Naturerlebnisbädern mit Geomatrix® Bodenfilter. Der Bodenfilter ist das Herzstück des Wasserkreislaufs. Er reinigt das verbrauchte Badewasser bis zu dreimal täglich.
www.eko-plant.de



Naturerlebnisbad in Mettmann

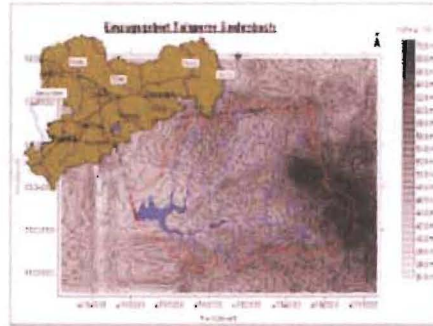
- Dachmarke Nationale Naturlandschaften
- Borhaltiges Brunnenwasser aufbereitet
- UV-Reaktoren eliminieren Pharmaka
- DBU-News, Termine, Publikationen

Verbesserte Ansätze für das Wasser- und Stoffstrommanagement in kleinen Einzugsgebieten

Gerade in der Wasserwirtschaft ist das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung von großer Bedeutung. Die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie verlangt, den guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erhalten beziehungsweise wiederherzustellen. Sie fordert hierzu die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen für teilweise sehr große Flussgebiete wie den Rhein oder die Elbe. Der Löwenanteil der Arbeit findet aber auf der Ebene kleiner Teileinzugsgebiete von der Größe bis etwa 300 Quadratkilometer statt. Die einzugsgebietsbezogene, integrierte Betrachtung stellt Anforderungen an die Planung, die erheblich über die traditionelle Vorgehensweise hinausgehen und die integrierte Modellierung durch Experten unverzichtbar machen. Des Weiteren muss großer Wert auf die anschauliche Aufbereitung der entscheidungsrelevanten Informationen gelegt werden, um die Öffentlichkeit in angemessener Weise beteiligen zu können.

Im Rahmen eines Verbundprojektes unter Leitung der Firma SYDRO Consult GbR (Darmstadt) wurden sowohl eine

Methodik für die Unterstützung der Entscheidungsfindung als auch ein Konzept für den Aufbau eines modular aufgebauten »Decision Support Systems« (DSS) erarbeitet, die die Effektivität der



Fallbeispiel für ein bearbeitetes Flussprojekt: Das rund 60 Quadratkilometer große Einzugsgebiet der Trinkwassertalsperre Saldenbach südlich von Freiberg in Sachsen.

integrierten wasserwirtschaftlichen Planung erhöhen. Das DSS besteht im Kern aus den Anwendungen »Geografisches Informationssystem« (GIS), Zeitreihenverwaltung (ZIS) sowie Modellierung und Bewertung. Die prinzipielle Vorge-

hensweise wird mit Hilfe einer »Entscheidungsmatrix« strukturiert. Hierzu werden umfassende Kataloge von Zielvariablen sowie technische und strukturelle Maßnahmen aufgestellt, um Alternativen gemäß dem Stand der Technik aufzeigen zu können. Mit Simulationsmodellen werden die Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien bestimmt. Diese gehen in den Bewertungsprozess ein, der den Entscheidern die interessierenden Zielgrößen verdeutlicht und einen Vergleich der Alternativen erlaubt. Die Entscheidungen werden durch einen »Gewässerbeirat« vorbereitet, in dem sämtliche Vertreter der Wasserwirtschaft mitarbeiten sollten. Unterstützt wird die Entscheidungsfindung ferner durch planende Experten, die alle notwendigen Informationen mit Hilfe des DSS effizienter bestimmen und präsentieren können. Die Entscheidung selbst obliegt dann je nach Sachlage und Länderzugehörigkeit einem Verband, einer Behörde beziehungsweise einem vergleichbaren Gremium.
www.wsm300.de

Neue Dachmarke: Nationale Naturlandschaften

In Deutschland gibt es 14 Nationalparks, 14 Biosphärenreservate und 92 Naturparks, aber bislang kein gemeinsames Auftreten dieser Schutzgebiete. Jedem Bundesland und jedem Park war die Öffentlichkeitsarbeit allein überlassen. Das soll sich ab sofort ändern: Künftig werden die Schutzgebiete als »Nationale Naturlandschaften« gemeinsam werben und informieren. Ende November 2005 erfolgte der bundesweite Start der neuen Dachmarke anlässlich einer Pressekonferenz in Berlin. Der dreifarbige Punkt mit dem Schriftzug »Nationale Naturlandschaften« und dem stilisierten »Weg« soll nun das Erscheinungsbild der deutschen

Großschutzgebiete charakterisieren. Verantwortlich für die Umsetzung der Dachmarke sind EUROPARC Deutschland und der Verband Deutscher Naturparke (VDN). Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt fördert das Vorhaben mit 400.000 Euro. Weitere Förderer sind das Bundesumweltministerium (BMU) und das Bundesamt für Naturschutz (BfN). Zusätzliche Mittel fließen über Pilotprojekte aus Bayern, Brandenburg, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Thüringen. Die übrigen Bundesländer beteiligen sich am Gemeinschaftsprojekt.
www.nationale-naturlandschaften.de

Wasser mit aktivierter Kochsalzlösung desinfizieren

Folge von Naturkatastrophen, Unfällen oder Hochwasserereignissen ist häufig die Verseuchung von Trinkwasser. Um hier schnelle Abhilfe zu schaffen, wurde von der Firma ITA Institut für innovative Technologien GmbH (Köthen) eine neue Generation von Diaphragmalysegeräten geschaffen. Mit Hilfe des Desinfektor-pro lässt sich herkömmliche Kochsalzlösung (NaCl) elektrochemisch in eine hochwirksame Desinfektionslösung, genannt OXI-sys, umwandeln. Das aktivierte Gemisch verschiedener Oxidantien vernichtet Bakterien, Algen

Fortsetzung auf Seite 3

Plakat mit Sommermotiv aus der neuen Plakatserie zur Dachmarke »Nationale Naturlandschaften«

Natur hat einen neuen Namen

Nationale
Naturlandschaften



und Pilze in kürzester Zeit, reduziert Geruchsbelästigungen im Wasser und mindert die Legionellengefahr. Selbst hartnäckige Wässer wie Schwimmbadwasser oder belastetes Oberflächenwasser lassen sich dank dieser Technologie wieder zu Trinkwasser aufbereiten. In



Vom THW wird der Desinfektor-pro auf Praxistauglichkeit getestet.

der praktischen Erprobung durch das Technische Hilfswerk (THW) bewies die Anlage bereits ihre Feldtauglichkeit. Das Verfahren ist stationär wie mobil einsetzbar, dank modularer Konstruktion erweiterungsfähig und leicht in der Handhabung. In Berlin zeigt die Firma neben dem Gerät Desinfektor-pro die Wasseraufbereitungsanlage Laundry FILT®, die auf Basis der Membranfiltration mit keramischen Membranen zur Behandlung von Wäschereiabwasser arbeitet.

www.ita-koethen.de

UV-Reaktoren eliminieren unerwünschte Pharmaka

Weltweit gelangen mehrere tausend Tonnen an Röntgenkontrastmitteln und Antibiotika über das Abwasser ins Grundwasser und schließlich ins Trinkwasser. Auf Seiten der Kläranlagen besteht derzeit keine Möglichkeit, diese Stoffe und andere Arzneimittel wirksam zu entfernen. Antibiotika und Röntgenkontrastmittel gelangen vor allem beim Produzenten, der Pharmaindustrie, durch Krankenhäuser und schließlich beim Verbraucher selbst ins Abwasser. Sie können dort ein



Enviolet®-UV-Reaktor der Firma a.c.k. aqua concept bei der Wirkstoffelimination aus dem Abwasser einer pharmazeutischen Mutterlauge.

Umwelt- und Gesundheitsproblem für den Menschen darstellen. Auf Grundlage der Enviolet®-UV-Oxidation entwickelt die Firma a.c.k. aqua concept GmbH (Karlsruhe) derzeit eine verfahrenstech-

nisch speziell auf diese Aufgabenstellung optimierte Einheit. Die wissenschaftliche Begleitung erfolgt durch Prof. Dr. Dietrich Maier vom Heinrich-Sontheimer-Laboratorium (Karlsruhe). Anlagentyp 1 ist für die Anwendung in der Pharmaindustrie gedacht. Basierend auf diesem System soll ein vereinfachtes und günstigeres Gerät entwickelt werden, das den Einsatz in Krankenhäusern, eventuell sogar in Arztpraxen erlaubt. Aufgabe beider Gerätetypen wird es sein, Antibiotika

und Röntgenkontrastmittel nahezu vollständig zu mineralisieren beziehungsweise in unschädliche Verbindungen umzuwandeln, die in Kläranlagen oder in natürlichen Gewässern abgebaut werden können. Die Firma a.c.k. aqua concept hat bereits weltweit viele Anlagen

in den Bereichen Chemie, Pharmazie und Oberflächentechnik unter Verwendung der UV-Oxidation entwickelt und erfolgreich in den Markt eingeführt.

www.aquaconcept.de

Bor- und fluoridhaltiges Brunnenwasser aufbereitet

Die Versorgung mit Trinkwasser durch Eigenbrunnen ist in ländlichen Regionen wie dem durch Landwirtschaft geprägten Münsterland verbreitet. In diesem Gebiet sind allerdings erhöhte Bor- und Fluoridbelastungen im Brunnenwasser festzustellen, die vor allem Säuglinge und Kinder in der Entwicklung gefährden. Durch diese sowohl geogen als auch durch die Landwirtschaft bedingten Belastungen der Brunnen ergab sich die Notwendigkeit, ein betriebssicheres, umweltverträgliches und kostengünstiges Aufbereitungssystem für den täglichen Trinkwasserbedarf zu entwickeln. Über mehrere Versuchsphasen hat die Firma Weil Industrieanlagen GmbH (Osnabrück) dazu unterschiedliche Verfahren verglei-

chend getestet – sowohl hinsichtlich der Aufbereitungseffizienz als auch hinsichtlich optimaler Handhabbarkeit und der laufenden Betriebskosten. Herausgekommen ist eine autarke Kleinanlage auf Basis der Umkehrosmose, mit der das Brunnenwasser soweit aufbereitet wird, dass es bei Fluorid die Anforderungen an die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) optimal erfüllt. Bei Boraufkommen ist die Rückhaltung durch die Membran so gering, dass es notwendig sein kann, einen selektiven Ionenaustauscher nachzuschalten. Der zusätzliche Einbau eines Sterilfilters verhindert die schnelle Verkeimung der Anlagenteile. Dieser Sterilfilter muss einmal jährlich gewechselt werden. Ein Vorfilter, der zum Schutz

der Membran vorgeschaltet ist und grobe Partikel fernhält, muss zweimal jährlich gewechselt werden. Abgesehen vom regelmäßigem Filterwechsel ist die Anlage weitgehend wartungsfrei. In der beschriebenen Anlagenkonfiguration ist der Prototyp in der Lage, die gestellten Anforderungen im Testgebiet zu erfüllen. Diese Aufbereitungsanlage ist als praktisches Untertischgerät marktreif und wird auf der Wasser Berlin 2006 vorgestellt. Ein komfortables Aufschlaggerät für den Haushalt ist geplant. Bis zur Marktreife sind allerdings noch konstruktive Optimierungsmaßnahmen erforderlich, die verschiedene Details der Anlagengestaltung betreffen.

www.weil-wasseraufbereitung.de

News

aus Kuratorium und Geschäftsstelle

»Urlaub ohne Auto« ist preiswürdig
Für ihr Projekt »Einsteigen: naturfreundlich unterwegs!« wurden die Natur-Freunde Deutschlands Ende Januar im Rahmen der internationalen Konferenz »Umweltfreundlich Reisen in Europa«



in Wien in der Kategorie »Beherbergungsbetriebe« mit dem ersten Preis ausgezeichnet. Damit honoriert die Jury eine von der DBU geförderte Kampagne, in der Mitarbeiter von 22 NaturFreundehäusern (im Bild: Neckarbischoffsheim) eine familientaugliche Urlaubs- und Freizeitgestaltung ohne Auto entwickelt haben. www.naturfreunde.de +++

Innovationspreis für Lackhersteller

Im Rahmen des Innovationswettbewerbs 2005 des Landes Rheinland-Pfalz erhielt der Beschichtungsspezialist Rhenocell (Mannheim, Konken/Westpfalz) einen dritten Preis in der Sparte »Unternehmen«. Dem DBU-Projektpartner war es gelungen, einen speziellen Holzlack für Grundierung, Zwischen- und Endschicht zu entwickeln. Dabei werden 87 % weniger Lackabfall produziert, 87 % weniger Energie verbraucht und 78 % weniger Lösemittel emittiert als bei herkömmlichen Verfahren. Rhenocell produziert seit 1948 Lacke, Leime und Lasuren. +++

Impressum

Herausgeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU; An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Tel. 0541|9633-0, Fax 0541|9633-190, www.dbu.de
Redaktion: Stefan Rümmele, Zentrum für Umweltkommunikation der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gGmbH ZUK, An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Tel. 0541|9633-962, Fax 0541|9633-990, zuk-info@dbu.de **Verantwortlich:** Dr. Markus Große Ophoff (ZUK), Erscheinungsweise: monatlich (Doppelausgabe: Juli/August), Adresse für Bestellungen und Adressänderungen ist die Redaktionsanschrift, kostenlose Abgabe **Gestaltung:** Birgit Majewski (ZUK), Satz: ZUK, Druck: Steinbacher Druck GmbH, Osnabrück

Terminvorschau

Bergfreunde treffen sich in Benediktbeuern

Mit einem Strategiekonzept will der Deutsche Alpenverein (DAV) ab 2006 seine 332 Berghütten nach und nach sanieren. Dass dabei auch der Umweltschutz gebührend berücksichtigt wird, dazu möchte die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) einen Beitrag leisten. »Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten – Innovative Projekte im Alpenraum« ist der Titel eines internationalen Fachseminars am 3. und 4. März 2006 im Zentrum für Umwelt und Kultur in Benediktbeuern. Hier werden einem breiten Kreis interessierter Bergfreunde und der Öffentlichkeit besonders pfiffige Ver- und Entsorgungskonzepte für Wasser, Strom und Abwasser auf Berghütten präsentiert. Näheres unter www.dbu.de/press/artikel1120.html

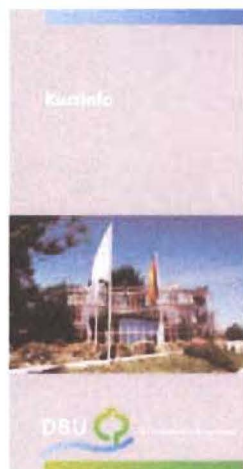
Nachhaltige Regionalentwicklung

»Neue dialogische Kommunikationsmethoden für die Nachhaltige Regionalentwicklung« werden anlässlich der Abschlussveranstaltung am 8. März 2006 im Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK/Osnabrück) vorgestellt. Das Fachgebiet Nachhaltige Regionalentwicklung der Universität Kassel entwickelte im Rahmen dieses DBU-Vorhabens eine methodische Fortbildung für Regionalentwickler, -manager und -berater. Mehr zur Veranstaltung unter www.regionale-prozesse-gestalten.de/157.o.html

Publikationen

DBU-Kurzinfo

Seit kurzem wieder kostenlos lieferbar ist das DBU-Faltblatt »Kurzinfo«, das die wichtigsten Informationen über die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) in knapper Form enthält. Dieser Flyer ist unter dem Titel »At a glance« auch in englischer Sprache erhältlich.



Gedruckt mit ÖkoPLUS-Druckfarben ohne Mineralöle auf einem Papier, das zu 100 % aus Altpapier hergestellt wurde.

»Energie effizient« neu aufgelegt

Wie Unternehmen erfolgreich Energie sparen und damit innovative Arbeit leisten, das beschreibt eine neu aufgelegte Broschüre der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). In der Publikation »Energie

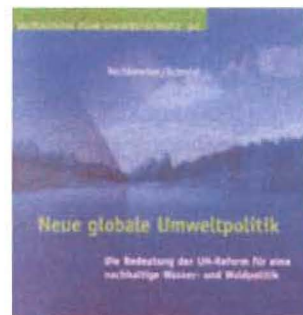


effizient – wie Industrie und Gewerbe Energie sparen können« weisen 20 Beispiele den Weg hin zu mehr Klima- und Umweltschutz in Unter-

nehmensprozessen. Eines der Projektbeispiele aus der Broschüre wird im nächsten Newsletter beschrieben (Energie sparende Multifunktions-Anzeigegeräte). Die Publikation ist ab sofort kostenlos erhältlich und kann unter www.dbu.de/publikationen bestellt werden.

Globale Umweltpolitik

Das Buch verknüpft die Frage der institutionellen Reform des UN-Umweltprogramms mit zwei konkreten Politikfeldern: der nachhaltigen Wasser- und Waldpolitik. Das Zusammenführen der Diskussionsstränge erweist sich als fruchtbar, weil am konkreten Fall besser aufgezeigt werden kann, dass eine konsequente Reform der Vereinten Nationen im Umweltbereich wegweisende

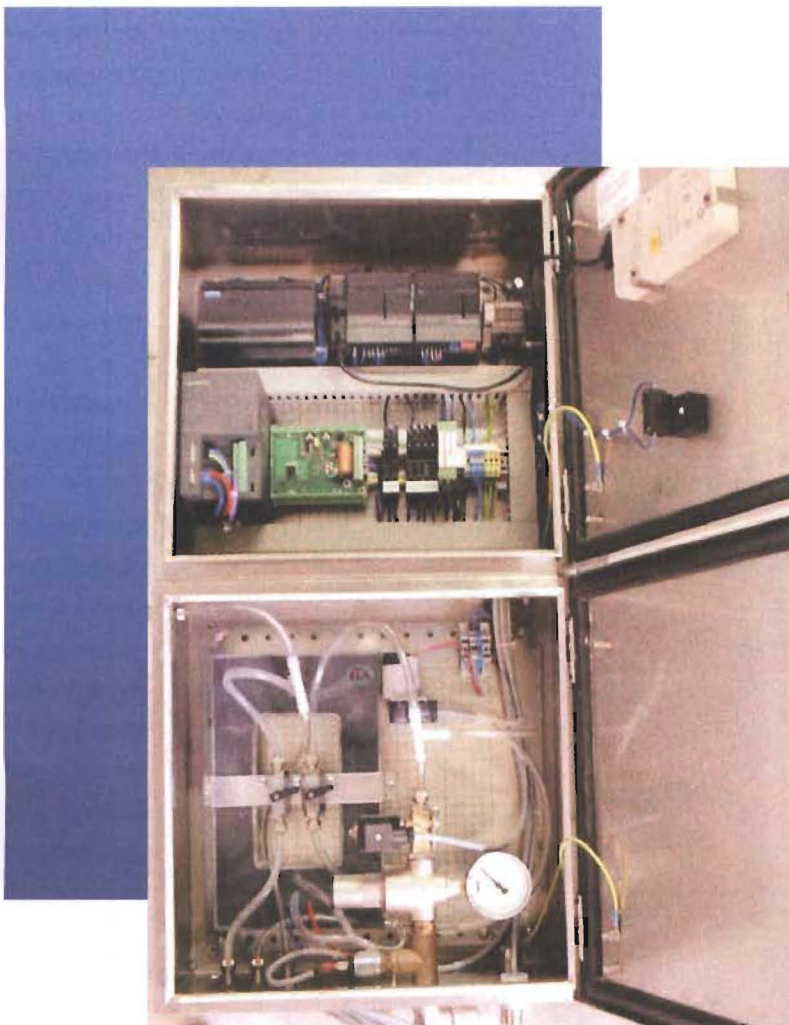


Ergebnisse für themenbezogene Fachverhandlungen hervorbringen kann. Neue globale Umweltpolitik – Die Bedeutung der UN-Reform für eine nachhaltige Wasser- und Waldpolitik, Rechkemmer/Schmidt, Initiativen zum Umweltschutz, Band 64; Erich Schmidt Verlag; 187 Seiten; 29,80 Euro, ISBN 3-503-09303-6

Innovative Desinfektionsmittelproduktion



Wasseraufbereitung



DESINFEKTOR - pro

Gefördert durch:



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

DESINFEKTOR - pro

Der **DESINFEKTOR - pro** produziert auf Basis der elektrochemischen Aktivierung herkömmliches Kochsalz (NaCl) in eine hochwirksame Desinfektionslösung - **OXI-sys**.

OXI-sys ist ein Gemisch von verschiedenen Oxidantien.

OXI-sys vernichtet Bakterien, Algen und Pilze im Wasser in Sekundenschnelle.

OXI-sys schließt bakteriologische Probleme im Wasser aus.

OXI-sys schränkt die Gefahr von Legionellen ein.

OXI-sys reduziert Geruchsbelästigungen.

Die Produktion von **OXI-sys** ist kostengünstig, der Betrieb ist sicher. Gefahren für die Umwelt entstehen nicht. Bei dem eingesetzten technologischen Verfahren reagieren nur Wasser und Kochsalz miteinander. **OXI-sys** zerfällt nach Reaktion im Wasser wieder in seine ursprünglichen Bestandteile.

OXI-sys wird zur Wasseraufbereitung üblicherweise sehr stark verdünnt eingesetzt (1 l/m³ – 10 l/m³ je nach Wasserqualität).

Einsatzbereiche von **OXI-sys**:

- Schwimmbadwasser - Aufbereitung (Reinigung und Desinfektion)
- Brauchwassergewinnung (Desinfektion von Brunnen, belasteten Einzelquellen)
- Havariemaßnahmen (Desinfektion von Trinkwasser in Notsituationen, z.B. bei Hochwasser und regional begrenzten überhöhten bakteriologischen Belastungen)
- Klimaanlage (Desinfektion und Geruchseseitigung)
- Öffentliche Toiletten (Desinfektion und Geruchseseitigung)
- Abwasseranlagen (Hygienisierung der Abläufe)
- Regenwasseranlagen (Hygienisierung, Bekämpfung von Faulungsprozessen)
- Gärten und Tierpensionen (Desinfektion und Geruchseseitigung)



Wasseraufbereitung

DESINFEKTOR - pro



12 gute Gründe für den Desinfektor pro:

- Das vor Ort hergestellte Konzentrat enthält nur die aus dem Wasser entnommenen Mineralien und Kochsalz.
- Es werden keine gesundheitsgefährdenden Konzentrationen von schädlichen Chlorverbindungen erzeugt.
- Es entstehen keine krebserregenden Substanzen (AOX) und gesundheitsschädigende Konzentrationen von anderen Chlorverbindungen.
- keinerlei chemische Rückstände verunreinigen die Umwelt
- keine Geruchsbelästigung des Wassers
- keine Gefahr der Resistenzbildung bei der Desinfektion
- die Lösung liegt im sauren Milieu pH 3 – 5 und trägt damit, bei der Anwendung zur Desinfektion von Bädern und Pools, nicht zu einer weiteren unerwünschten Alkalisierung des Wassers bei.
- geringer Material und Energieeinsatz → geringe Betriebskosten
- keine Lagerhaltung von Desinfektionschemikalien notwendig
- Kompakte leicht handhabbare Anlage
- Die Vorrichtung ist stationär und mobil einsetzbar
- Modularer, beliebig erweiterbarer Aufbau der Anlage

Wasseraufbereitung



DESINFEKTOR - pro

Technische Daten und Betriebsvoraussetzungen

Leistung:	ca. 50 l OXI-sys/h (modular erweiterbar)
Elektrischer Anschluss:	230 V, 50 Hz
Betriebsspannung:	12 V/ 24 V DC
Betriebsstrom:	8 A mit automatischer Begrenzung
elektrische Leistung:	150 W
Wasseranschluss:	½ - ¾ Zoll
Leitungsdruck:	min. 2,0 bar Drucküberwachung
Füllstandsüberwachung	automatische min/max Anzeige/ Abschaltung an Vorratsbehältern
Wasserzulauftemperatur:	max. 40 °C
Salz für Solebereitung:	Kochsalz - NaCl - ohne Zusätze (Siedesalz empfohlen)
Zusatzrüstung:	Vorratsbehälter verschiedener Volumen, Dosiertechnik, Analytik

Die Anlage kann auch als Durchflussanlage,
ohne künstliche Mineralisierung, ausgeführt werden.

Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts sind dem Hersteller vorbehalten.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. (FH) Tino Kitzmann

Institut für innovative Technologien GmbH

Hubertus 1a

06366 Köthen

Tel: 03496 / 412880

Fax: 03496 / 412889

E-mail: ita.koethen@t-online.de



Wasseraufbereitung

Gefördert durch:



 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk	Desinfektion 	Produktion und Einsatz von OXI-sys Solezubereitung
--	--	---

Zubereitung Natriumchlorid-Sole (Kochsalzlösung)

Ausgangsstoffe-Zubehör		
Bezeichnung	Menge	Bemerkungen/Aktivitäten
Wasser (v. Enthärtungsmodul)	10 l	Wasserhärte 0-1°dH
Kochsalz	2 kg	Brom-, fluorid- und jodfreies Salz (Siedesalz)
PVC/PE-Behälter	ca. 20 l	Salz /Wasser im Behälter bis zur vollständigen Sättigung auflösen

Ansatz:



- 20 l enthärtetes Wasser
4 kg Kochsalz (Siedesalz: brom-, fluorid- und jodfreies Salz)
- Durch Rühren vollständig lösen (geringe Kochsalzsedimente auf dem Behälterboden sind normal)
- Bei Dauerbetrieb ständig einen Kunststoffbehälter mit Salzlösung bereitstellen
- Für die Herstellung von 50 l OXI-sys sind etwa 2,4 l Salzlösung erforderlich
- 20 l- Behälter mit Kochsalzlösung reicht für 8 h Produktionsbetrieb mit dem DESINFEKTOR pro



Aufbau der Anlage DESINFEKTOR pro



Aufbau - Montage – Inbetriebnahme - Außerbetriebnahme		
Handlungsschritt	Aktivitäten	Ergänzungen
Nr. 1	Montage Desinfektor pro auf Standrahmen	Standort bis ca. 10m vom Einsatz- KFZ
Nr. 2	Aufstellen Enthärtungsmodul	Aufstellen unmittelbar neben Desinfektor pro
Nr. 3	Elektrischer Anschluss Desinfektor pro	Schukostecker mit Stromversorgung 220 V herstellen
Nr. 4	Wasseranschluss Enthärtungsmodul	Verbindung ½"oder ¾" Wasserschlauch zwischen Wasserverteiler und Enthärtungsmodul herstellen
Nr. 5	Wasseranschluss vom Enthärtungsmodul zum Desinfektor herstellen.	½" Wasserschlauchverbindung montieren
Nr. 6	OXI-sys- Behälter aufstellen und anschließen	Kennzeichnung für OXI-sys am Ausgang Desinfektor pro beachten
Nr. 7	RED-sys- Behälter aufstellen und anschließen	Kennzeichnung für RED-sys am Ausgang Desinfektor pro beachten

 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk	Desinfektion 	Produktion und Einsatz von OXI-sys
Nr. 8	Aufstellen – Anschluss Sole-Behälter und Einlauf Desinfektor pro	Verbindung Sole- Behälter mit Desinfektor pro mittels PVC-Schlauch- Kennzeichnung beachten
Nr. 9	Salzlösung in Solebehälter auffüllen bis max.-Stand erreicht	Herstellung Sole entsprechend Handlungsanweisung
Nr. 10	Ventile für Wasseranschluss Enthärtungsmodul öffnen	Ventil am Wasserverteiler Einsatz-KFZ
Nr. 11	Kontrolle des Wasserdruckes (s. Übergabeprotokoll)	> 1,5 bar
Nr. 12	Hauptschalter Fronttür Desinfektor pro Stellung I	Grüne Kontrolllampe Display leuchtet
Nr. 13	Wahlschalter Fronttür Desinfektor pro Stellung 1	Stellung Wahlschalter ist funktionsbezogen Stellung 1= Produktionsbetrieb/Automatik
Nr. 14	Betätigen der START-Taster Taster leuchtet grün	Beginn der Produktion, Füllstände der Behälter überwachen
Nr. 15	Betätigen STOP-Taste	Beenden des Produktionsbetriebes
Nr. 16	Wahlschalter Fronttür Desinfektor pro Stellung 2 (bei Bedarf)	Automatische Reinigung der Anlage
Nr. 17	Betätigen STOP-Taste	Beenden des Reinigungsbetriebes
Nr. 18	Wahlschalter Fronttür Desinfektor pro Stellung 3 (bei Bedarf)	Automatischer Spülprozess der Anlage, schaltet automatisch ab, nach Abschaltung Wahlschalter in Stellung 0
Nr. 19	Außerbetriebnahme nach automatischer Abschaltung: Wahlschalter: Stellung 0 Hauptschalter: Stellung 0 Wasserventil Enthärtungsmodul schließen Behälter ggf. entleeren	Demontage und Abbau in umgekehrter Reihenfolge zu Aufbau-Montage

 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk	Desinfektion 	Produktion und Einsatz von OXI-sys
--	--	---

Qualitätssicherung OXI-sys – Produktion

Allgemeine Angaben			
Probe-Nr.:	Datum:	Uhrzeit:	
Standort:			
Lufttemperatur (°C):		Luftfeuchtigkeit (%):	
Physikalische Untersuchungen OXI-sys			
pH-Wert: (Bereich: 2,5 - 3,5)	Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm): (Bereich: 2300 - 2500 µS/cm)	Umgebungstemperatur (°C): (Bereich: 5 - 40)	
Redox-Spannung	mV	Bereich (1100 – 1150mV)	
Chemische Untersuchungen			
Freies Chloräquivalent		Bereich (150-200 mg/l)	Angabe in mg/l

Ermittlung der notwendigen OXI-sys-Volumens $V_{OXI-sys}$ zur Desinfektion

Durchführung der Arbeiten: THW- Feldlabor:

1. Bereitstellung von Rohwasser oder Überstandswasser nach Fällung/Flockung
2. Bereitstellung von produzierter OXI-sys-Lösung
3. Zugabe von OXI-sys laut Tabelle.

	Vorlage von OXI-sys a(ml)	Redoxspannung (mV)	Freies Chloräquivalent (mg/l)
Auffüllen auf je 100 ml Rohwasser oder Überstandswasser	0		(Blindwert)
	3,4		
	3		
	2,3		
	2,0		
	1,8		
	1,5		

4. Bei einer optimalen Menge OXI-sys a_{opt} (nach obiger Tabelle) mit einer Redox-Spannung zwischen 680 und 720 mV und geprüfter Freier Chloräquivalentkonzentration (Empfehlung. 2,5 mg/l -3 mg/l im Normalfall)) erfolgt die Berechnung des Einsatzvolumens. (Beachte Endwerteinstellung der Redox-Spannung abwarten!)



5. Berechnung: $V_{\text{opt}} = 10 \times a_{\text{opt}} \text{ ml/l}$ entspricht V_{opt} in l/m^3
 $V_{\text{opt}} = 10 \times \text{ml OXI-sys / l Wasser}$ entspricht $V_{\text{opt}} = \text{l/m}^3$

6. $V_{\text{OXI-sys}} = V_{\text{opt}} \text{ l/m}^3 \times z \text{ m}^3$
für $z \text{ m}^3$ Rohwasser bzw. vorbehandeltes Wasser aus Fällung/Flockung

Ermittlung der Dosierparameter für das notwendigen OXI-sys-Volumen

Beispiel: 25 m^3 zu behandelndes Wasser, $V_{\text{OXI-sys}} = 575 \text{ l}$

Geräte: Dosierpumpe, Statischer Mischer, Förderpumpe $8 \text{ m}^3/\text{h}$

Dosierzeitermittlung: $25 \text{ m}^3 : 8 \text{ m}^3/\text{h} = 3,125 \text{ h} = 187,5 \text{ min}$

Dosiergeschwindigkeit OXI-sys: $187,5 \text{ min} : 575 \text{ l} = 0,326 \text{ l/min}$

Dosierpumpeneinstellung: 326 ml/min

Umwelt-, Arbeits und Gesundheitsschutz

Die Vorgaben, beschrieben in der Technischen Dokumentation und Bedienanleitung sind einzuhalten.

Notizen der beauftragten THW-Helfer