

Sonderdruck

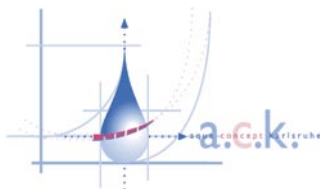
aus Heft 7, 2007, der Fachzeitschrift „GALVANOTECHNIK“
EUGEN G. LEUZE VERLAG · D-88348 BAD SAULGAU

UV-Desinfektion von Kühltürmen und Kühlkreisläufen am Beispiel eines Chemiebetriebs

UV Disinfection of cooling towers and cooling water on the example of a chemical company



Von Jef Peuters and Jorge Carbone (Sadepan Chimica NV),
Dorine van Daele (DVD Technology) sowie Sascha Dams, Jürgen Weckenmann
und Martin Sörensen (a.c.k. aqua concept GmbH)



a.c.k aqua concept GmbH

Wikingerstraße 9A · D-76189 Karlsruhe

Tel. 0721/59721-0 · Telefax 0721/59721-21

info@aquaconcept.de · www.aquaconcept.de

Desinfektion von Kühltürmen und Kühlkreisläufen durch UV-Behandlung am Beispiel eines Chemiebetriebs

Disinfection of cooling towers and cooling water by UV-treatment on the example of a chemical company

Von Jef Peuters and Jorge Carbone (Sadepan Chimica NV), Dorine van Daele (DVD Technology) sowie Sascha Dams, Jürgen Weckenmann und Martin Sörensen (a.c.k. aqua concept GmbH)

Sadepan Chimica NV mit Sitz in Genk (Belgien), Produzent von Klebstoffen und Harzen, begann 2004 mit der Produktion. Bei der Herstellung muss das Produkt sehr stark gekühlt werden, da im Extremfall die Anlage durch das Durchgehen der Reaktion zerstört werden kann. Eine effektive Kühlung ist daher unbedingt erforderlich. Der Einsatz einer Kombination von Chlor und Bioziden führte zu einer nicht akzeptierbaren Kontamination von AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) im Abwasser des Kühlkreislaufs. Die Anlage korrodierte und das Wachstum von Legionella Keimen musste kontrolliert werden [1, 2]. Ein neues Desinfektionssystem wurde gesucht, welches alle Anforderungen erfüllte. Die Firma a.c.k. aqua concept installierte ein effektives, kostengünstiges und umweltfreundliches Desinfektionssystem. Die Lösung bestand aus einer Kombination aus UV-Desinfektion und einer darauf abgestimmten Chemie.

Sadepan Chimica NV started producing adhesives and resins in Genk (Belgium) at the beginning of 2004. During production the chemical reaction process requires intense cooling to prevent a spontaneous hazardous reaction which in the worst case scenario could result in a complete shutdown of the factory. The use of a combination of chlorine and biocides for sanitation of the cooling water led to unacceptable contamination of AOX (adsorbable organic halides) in the cooling water. The plant was corroding and they had to keep Legionella under control [1, 2]. A new way to disinfect had to be found. As a consequence the company a.c.k. aqua concept installed an effective, economical and ecologically acceptable disinfection system. The solution was a combination of UV-radiation, combined with compatible chemicals.

Einleitung

Der Einsatz von Chlor zur Desinfektion kann als weitverbreitet und gebräuchlich beschrieben werden. Die Folgen im Einzelnen sind:

- AOX-Bildung in Wasser;
- Korrosionsprobleme der Anlage, ausgelöst durch den Halogencharakter des Chlors, bedingen den Einsatz von Schutzsubstanzen [3];
- Der Einsatz von Bioziden ist teuer und führt zur weiteren Erhöhung der AOX-Konzentration.

Die Firma *Sadepan Chimica NV* mit Sitz in Genk, Produzent von Klebstoffen und Harzen auf Basis von Formaldehyd und Urea Formaldehyd (200.000 t pro Jahr Stand 2005, 2007 erweitert auf 400.00 t pro Jahr), musste sich neben diesen Behandlungsnachteilen mit der Gesetzgebung zur Legionellose auseinandersetzen.

Introduction

Cheap and widely applied is how we describe the use of chlorine for disinfection. The results of such disinfection are:

- AOX formation in the water;
- Corrosion problems due to the acidic property of chlorine, so the use of agents to protect the equipment is then necessary [3];
- Biocides are expensive, toxic and lead to AOX formation in the waste water.

Besides these disadvantages, *Sadepan Chimica NV* in Genk, producer of formaldehyde and urea-formaldehyde adhesives and resins (200.000 t/y, upgrade to 400.000 t/y in 2007), had to comply with the Legionella legislation.

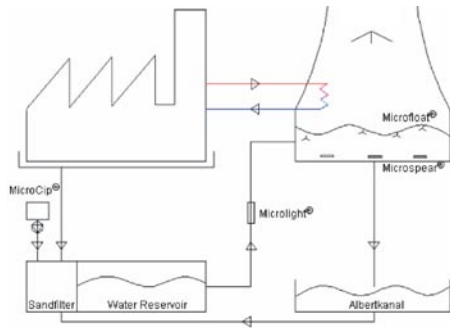


Abb. 1: Schemadarstellung der Fabrik in Genk (Belgien)
 Fig. 1: Scheme of plant at Genk (Belgium)



Abb. 2: Sadepan Chimica Produktionsstandort Genk
 Fig. 2: Sadepan Chimica plant at Genk

Problemstellung

Das neue Werk der Firma *Sadepan Chimica NV*, Teil der *Gruppo Mauro Saviola*, begann Anfang 2004 mit der Produktion in Genk. *Sadepan Chimica NV* verfolgen eine strenge Qualitätspolitik, zu der sich jeder Manager mit seiner Unterschrift verbürgen muss, weiterhin ist das Unternehmen gemäß ISO 14001(2004), ISO 9001, EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) und seit Juni 2007 OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management System) zertifiziert. Als EMAS zertifiziertes Unternehmen veröffentlicht *Sadepan Chimica NV* jährlich eine Umwelterklärung, in der sie u. a. über ihre Auswirkungen auf die Umwelt (direkt oder indirekt), ihre Umweltleistung und ihre Umweltziele berichtet. Die Umwelterklärung wird von unabhängigen Umweltgutachtern, die einer staatlichen Überwachung unterliegen, auf ihre Richtigkeit hin überprüft.

Die Umweltbehörde stellte bei ihren ersten Messungen trihalogenierte Methane (z. B. Bromdichlormethan) fest. Diese Verbindungen entstehen nicht während der Produktion. Die Quelle dieser Substanzen lag in der Art der Wasseraufbereitung (Kühlturm, VE-Wasser), bei der der Einsatz einer Kombination von Natriumhypochlorit (NaOCl) und Bioziden zu

Problem

Sadepan Chimica NV, a young company, part of the Italian group *Gruppo Mauro Saviola*, commenced with full production in Belgium in the beginning of 2004. They adhere to a very strict QSE policy, resulting in a signed declaration from each manager, an ISO 14001 certificate (2004), an ISO 9001 certificate, an EG regulation EMAS (Eco-Management and Audit scheme) and since June 2007 an OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management System). As an EMAS certified company *Sadepan Chimica NV* publishes annually an environmental report in which they declare for example, the effects on the environment (directly or indirectly). Independent reviewers from an official monitoring authority conduct inspections to verify the report.

The environmental authority found trihalomethanes (e.g. bromodichloromethane) in the first tests



Abb. 3: Kühlwasser vor Einbau der UV-Desinfektion /
 Cooling water before installing the UV disinfection

carried out on the waste water. These trihalomethanes could not be a result of the production process. The source of these toxicants was found in the cooling tower. The combination of chlorine and biocides led to unacceptable contami-

einer nicht akzeptierbaren Kontamination mit AOX führte. Weiterhin war das Wasser im Kühlkreislauf dunkel gefärbt und verkeimt.

Der Kühlkreislauf war entsprechend den nachfolgenden Werten ausgelegt:

Kühlturm (Marley):	1509 m ³
Frisch Wasser Zulauf:	40 bis 60 m ³ /h
Umwälzungsrate:	1500 m ³ /h
Überlauf:	20 m ³ /h
Verdunstungsrate:	20 bis 40 m ³ /h
Desinfektion:	Hypochlorid und Biozide
Kühlwasserbehandlung normal	
(Korrosionsinhibitoren, etc)	

In einem 600 m³ fassenden Becken wird Regenwasser gesammelt und als Vorbehandlung durch Sand gefiltert. Von dort wird das Frischwasser dem Kühlkreislauf zugeführt. Im Kühlkreislauf zirkulieren 1500 m³ Wasser, die aus zwei Wärmetauschern Energie aufnehmen und über den Kühlturm an die Umgebung abgeben. Der Überlauf von 20 m³/h wird dem Albertkanal zugeführt, dem es zuvor entnommen wurde. Das Reinigen des Sandfilters erfolgt durch Rückspülung und hat Schlamm und Abwasser zur Folge.

Lösungsweg

Sadepan Chimica NV musste schnellstens eine Lösung für dieses Problem finden. Ihr Umweltbeauftragter trat nach Internetrecherchen mit der Firma *a.c.k. aqua concept* in Kontakt; zudem wurde ein externer Umweltberater der Firma *Sertius* eingeschaltet. Bereits einige Monate später wurde ein Vertrag mit der Firma *a.c.k.* über eine Desinfektionsanlage abgeschlossen.

Der erteilte Auftrag kann durch folgende Spezifikationen umschrieben werden:

- Desinfektion (<1000 KVE/ml und <1000 e.colli/ml) sowie die Vorsorge gegen das Legionella Bakterium (<50 KVE/l);
- Leistungsgarantie: SAK (254)-Schnitt < 5/m nach Sandfiltration (Spektraler Absorptionskoef-

nation of AOX in the waste water. Furthermore, the cooling water was tinted and polluted with germs.

Specifications of the cooling tower at start up:

Balcke (Marley):	1590 m ³
Make up:	40 to 60 m ³ /h
Cross flow:	1500 m ³ /h
Blow down:	20 m ³ /h
Evaporation rate:	40 to 50 %
Disinfection:	Hypochlorite and biocide
Standard cooling water treatment	
(anti corrosion agents etc.)	

Rain water is collected in a basin of 600 m³ which as an initial treatment is sand filtered from there it enters the cooling circuit, circulating at a rate of 1500 m³/h. The water absorbs the energy from the heat exchangers and releases this into the environment while passing through the cooling tower. A 20 m³/h overflow is discharged to the nearby Albert canal, from which the raw water came. Additional sludge and waste water are generated due to the backwashing of the sand filter.

The solution



Abb. 4: Microfloat® 3/1, schwimmend im Kühlturm

Fig. 4: Microfloat® 3/1, floating in the cooling tower

Sadepan Chimica NV had to find a solution for this situation in the shortest possible time. Their external environmental coordinator from *Sertius* found the solution and a couple of months later, an order was placed with the company *a.c.k. aqua concept* for a UV disinfection system.

The topics of specifications with *a.c.k.* were:

- Objective = disinfection (<1000 KVE/ml and <1000 e.colli/ml) + legionella prevention (<50 KVE/l);
- Performance guarantee SAC(254)-value < 5/m after sandfiltration (Spectral Absorption Coef-

effizient). $T^\circ < 25^\circ\text{C}$ während $\frac{3}{4}$ der Zeit, $\frac{1}{4}$ der Zeit $< 30^\circ\text{C}$, $\text{NO}_3 < 30$ ppm.

Desinfektionsdesign a.c.k.

Die komplette Installation (Abb. 1) beinhaltet eine Desinfektion des Sandfilters von einer online Dosieranlage für *Microcip*[®] 2 (rückstandsfreies Desinfektionsmittel), ein *Microlight*[®] (Durchfluss UV-Reaktor) mit einer Leistung von 40 bis 60 m³/h (SAK(254)<5/m), 36 *Microfloat*[®] 3/1 (im Kühlturm für Wasser- und Luftdesinfektion schwimmend) und 24 *Microspear*[®] 40 am Boden des Kühlturms. Der Einsatz des *Microspear*[®] war wegen der Tiefe (2,85 m) des Beckens sowie der Reichweite des UV-Lichtes im Wasser (SAK(254) 5/m) notwendig. Der Abstand zwischen Auslauf des Sandfilters und dem Kühlturmbecken beträgt ungefähr 100 Meter, so dass eine effektive Vorbehandlung erforderlich ist, um eine Desinfektion der Anlage sicherzustellen. Das *Microlight*[®], direkt nach dem Sandfilter eingesetzt, tötet alle durch das Wasser eingetragenen Bakterien ab.

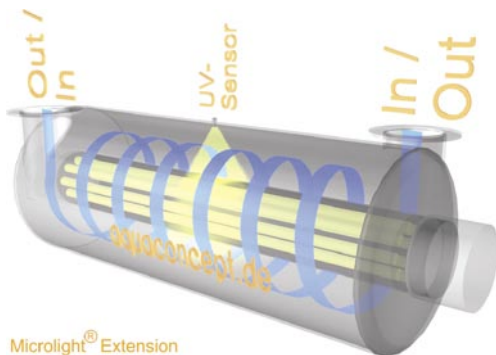


Abb. 5: *Microlight*[®]-Standard / Fig. 5: *Microlight*[®] standard

Ergebnisse

Seit drei Jahren wird mit der Installation nahezu problemlos gearbeitet. Die Vorgaben hinsichtlich Bakterienwachstum sowie AOX-Konzentration wurden schnell erreicht und die Wasserqualität deutlich verbessert. *Tabelle 1* zeigt, dass die AOX-Werte im Kühlkreislauf schnell sinken und auch die Ableitwerte im Abwasser (*Tab. 2*). Trotzdem war *Sadepan Chimica NV* noch nicht zufrieden, da sich

efficient); $T^\circ < 25^\circ\text{C}$ during $\frac{3}{4}$ of time, $\frac{1}{4} < 30^\circ\text{C}$, $\text{NO}_3 < 30$ ppm.

a.c.k. disinfection design

The complete installation (*Fig. 1*) consists of a disinfection step via the sand filter with online dosing for *Microcip*[®] 2, a *Microlight*[®] (flow through a.c.k. UV reactor; *Fig. 5*) with a capacity of 40 to 60 m³/h (SAK(254) < 5/m), 36 *Microfloat*[®] 3/1 (floating in the water basin of the cooling tower, water/air disinfection) and 24 *Microspear*[®] 40 at the bottom of the cooling tower basin. The *Microspear*[®] were essential due to the depth of the basin (2.85 m) and the UV transmission of the water (SAK(254) 5/m). Between the output of the sand filter and the cooling tower basin, is a distance of approx. 100 m, therefore a lasting pre-disinfection is necessary to ensure that the cooling water is not re-contaminated. The *Microlight*[®] which is installed inline with the sand filter achieves this by eliminating all bacteria.

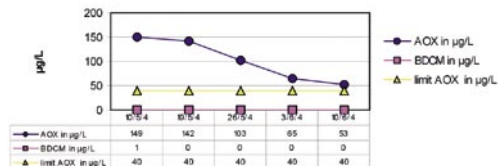


Results

The installation has been working now for more than three years, without any major problems. The specification on bacteria growth and AOX concentration were soon met and the water quality improved. *Table 1* shows the decreasing AOX-values in the cooling circuit and *Table 2* shows the decreasing AOX-values of the waste water. Shortly after installation *Sadepan Chimica NV* found that the water had become dark again, although the

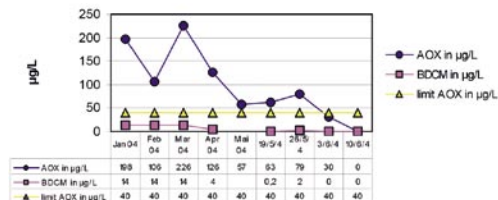
Tab. 1: AOX und Bromdichlormethankonzentration im Kühlkreislauf [6]

Tab. 1: AOX and concentration of Bromo di chloro-methane in the cooling water [6]



Tab. 2: AOX und Bromdichlormethankonzentration im Abwasser [6]

Tab. 2: AOX and concentration of Bromo di chloro-methane in the waste water [6]



das Wasser aus ungeklärten Gründen, trotz Einhalten der Werte, wieder braun verfärbte.

Um dem Problem auf die Spur zu kommen führte *a.c.k.* eigene Abwasseranalysen der Anlage durch und beobachtete lediglich einen leichten Anstieg des AOX- und SAC-Niveaus nach dem Sandfilter auf 10/m sowie im Kühlturm auf 35/m. Zur selben Zeit wurde die Desinfektion der VE-Wasser-Anlage von Chlor auf *Microcip® I* umgestellt.

Durch enzymatische Wechselwirkungen wurde das Eisen beim Regenerieren als Eisen(II) in das Kühlwasser eingetragen, da die Regenerate dem Kühlkreislauf zugeführt werden. Im Kontakt mit Luftsauerstoff wird Eisen(II) zu Eisen(III) oxidiert. Ausfallendes Eisen(III)hydroxid war für die braune Verfärbung im Kühlkreislaufwasser verantwortlich. Der Eintrag von Eisen in den Kühlkreislauf konnte durch eine Optimierung der Anlage abgestellt werden. Alle Anlagen arbeiten seither erwartungsgemäß. 2007 wurde die gesamte Produktionsanlage von 200.000 t pro Jahr auf 400.000 t pro Jahr Gesamtkapazität erweitert. Es musste auch die Kühlleistung, durch Bau eines zweiten Kühlturms, erhöht werden. *Sadepan Chimica NV* setzte hier wieder auf die bewährte UV-Desinfektion und erteilte *a.c.k. aqua concept* einen weiteren Auftrag.

Zusammenfassung

Sadepan Chimica NV stellte *a.c.k.* die Aufgabe, das Kühlwassersystem zu desinfizieren. Ausgangspunkt war braun verfärbtes und verkeimtes Wasser, das eine teure Desinfektion notwendig machte (*Abb. 6*). Durch Einsatz der Technologien auf Basis von UV-

specifications on bacteria growth and AOX concentrations were met.

Checking the reason for this phenomena, *a.c.k.* analysed the water from the cooling tower and found an increase of the TOC (Total Organic Carbon). The SAC(254) (Specific Absorption Coefficient at a wavelength of 254 nm) value after the sand filter was 10/m, but in the cooling tower increased up to a value of 35/m. At the same time the disinfection of the demineralisation plant was changed from chlorine to *Microcip® I*.

By enzymatic interactions while regenerating the demineralisation plant iron was fed into the cooling water as Iron(II), because the reclaim water was fed into the cooling circuit. In contact with the atmospheric oxygen the Iron(II) was oxidized to Iron(III). The suspended Iron(III)-Hydroxide was responsible for the dark colour of the water. Through optimization of the demineralisation plant the problem was corrected and iron was no longer found in the cooling water. Since that time the factory is working to entire satisfaction. In 2007 production increased from 200.000 t/y to 400.000 t/y. A second cooling tower was built and *Sadepan Chimica NV* ordered a second UV-treatment disinfection system from *a.c.k. aqua concept*.

Conclusion

Sadepan Chimica NV asked *a.c.k. aqua concept* to disinfect the cooling water system. At the beginning the water was brown, full of germs and the disinfection expensive (*Fig. 6*) and showing high operation costs due to corrosion on pipes and heat-exchang-



Abb. 6: Kühlwasser vor Einbau der UV-Desinfektion
 Fig. 6: Cooling water before installing the UV disinfection



Abb. 7: Kühlwasser nach Einbau der UV-Desinfektion
 Fig. 7: Cooling water after installing the UV disinfection

Licht wird klares und keimfreies Wasser zu deutlich geringeren Kosten erreicht (*Abb. 7*).

Die Vorteile im Einzelnen sind:

- Es wird kein Chlor zur Desinfektion benötigt;
- Wasser und Luft werden desinfiziert;
- Keine Korrosion der Anlage;
- Kaum Wartung und günstigere Betriebskosten;
- Einfache Installation mit hoher Funktionssicherheit;
- Jährliche Einsparung von 25.000 Euro an Betriebskosten;
- Erhalt des maximalen Wärmeübergangs (kein fouling oder scaling).

Zudem ist die UV-Desinfektion eine umweltfreundliche Technologie ohne Nebenwirkungen. Der hier dargestellte Einsatzfall zeigt, dass das Potential der UV-Technologie für neue, wirtschaftlich attraktive Anwendungen nach wie vor hoch ist [4, 5].

Contact

Dr.-Ing. Martin Sörensen, a.c.k. aqua concept GmbH, Wikingerstr. 9a, 76189 Karlsruhe, email: info@aquaconcept.de, Internet: www.aquaconcept.de
 J.peuters@SadepanChimica.be / dvandaele@dvd-technology.be

Literatur / References

- [1] Lexikon der Biologie: Werk in fünfzehn Bänden/[Red.: Rolf Sauermost, Doris Freudig, ...]-Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag
- [2] Neil A. Campbell; Jane B. Reece; Biologie; Spektrum Akademischer Verlag
- [3] Karl-Helmut Tostmann: Korrosion; Wiley-VCH, Weinheim
- [4] Martin Sörensen, Gustav Csik, Jürgen Weckenmann; Mikrobielle Aspekte in der Spültechnik der Oberflächentechnik; Galvanotechnik (2004)9, S. 2277
- [5] Dr. Ing. Martin Sörensen und Jürgen Weckenmann: 1,4 – Dioxan: Was tun? Process (2006)4, S. 68
- [6] Jozef Peuters; UV-desinfectie voor een industriële koelwatertoren bij Sadepan Chimica NV. Eindverhandeling voorgedragen tot het behalen van de graad van Certifi caat Milieucoördinator – Niveau A

ers. Now, using the UV technology, the water is clean, free of germs and the disinfection is very economical (*Fig. 7*).

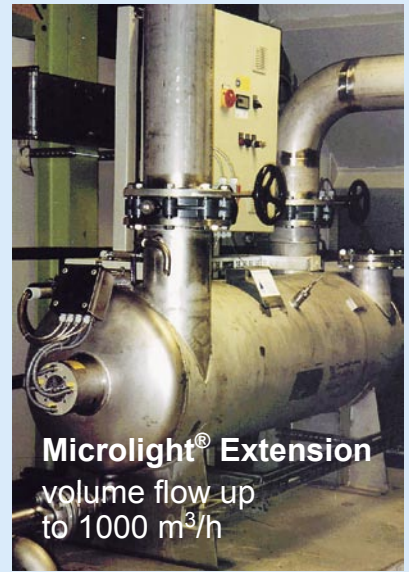
The advantages of using the UV technology in detail are:

- No more chlorine needed for disinfection;
- Water and air are disinfected;
- No more corrosion;
- Less maintenance and reduced operating costs;
- Easy installation with excellent reliability;
- 25.000 Euro in operating costs are saved every year;
- Greater efficiency of the heat exchangers.

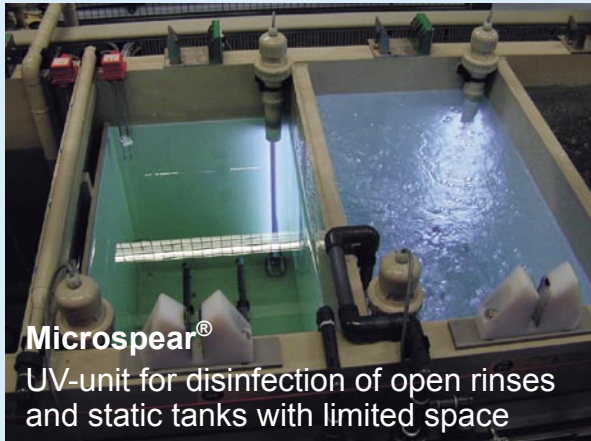
Furthermore the UV-disinfection is an environmentally friendly technology without any side effects, and the potential for new and economically attractive applications is as before very healthy [4, 5].



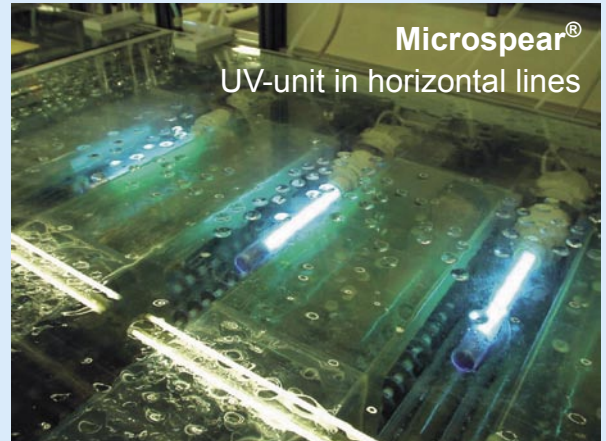
Enviolet® UV-unit
destroying complexing agents



Microlight® Extension
volume flow up
to 1000 m³/h



Microspear®
UV-unit for disinfection of open rinses
and static tanks with limited space



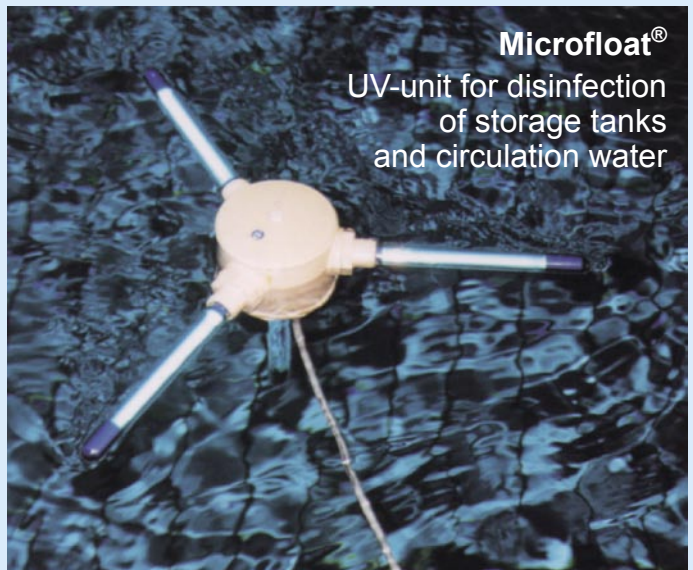
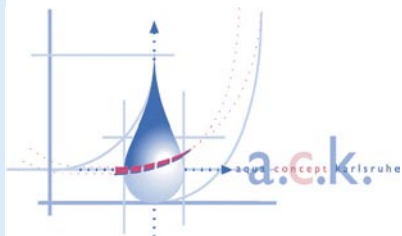
Microspear®
UV-unit in horizontal lines

www.aquaconcept.de

Fon: +49(0)721 59 721 - 0

Fax: +49(0)721 59 721 - 21

info@aquaconcept.de



Microfloat®
UV-unit for disinfection
of storage tanks
and circulation water