

# SOWARLA - Pilotanlage zur solaren Wasserreinigung

Hans-Jürgen Bigus<sup>1</sup>, Volker Dietrich<sup>2</sup>, Daniela Graf, Christian Jung\*, Timo Olbrich<sup>1</sup>,  
Lamark de Oliveira, Ralf Olwig, Jan-Peter Säck, Christian Sattler

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V.,  
Institut für Technische Thermodynamik, Solarforschung,  
Linder Höhe, 51147 Köln

---

## Zusammenfassung

Zur Demonstration und Evaluierung der SOWARLA-Technologie ist am DLR Zentrum Lampoldshausen die erste SOWARLA Pilotanlage zur solar photokatalytischen Behandlung eines Sonderabwassers installiert und in Betrieb genommen worden. Die Pilotanlage wird im laufenden Projekt auf eine vorindustrielle Größe von 240 m<sup>2</sup> installierter Receiverfläche erweitert werden.

---

## 1 Einführung und Ziele

Bei industriellen Abwässern, die mit toxischen, krebserregenden, umweltgefährdenden oder persistenten Stoffen belastet sind, stoßen konventionelle, biologisch-mechanische Wasseraufbereitungsmethoden an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Zur Behandlung solcher Abwässer kommen in vielen Fällen „advanced oxidation processes“ (AOP's) zum Einsatz. Die Reinigungswirkung der AOP's beruht auf der Erzeugung von Radikalen, die die Kontaminationen chemisch angreifen und vollständig abbauen. Die am weitesten entwickelte Technologie ist die photolytische UV-Oxidation, auch Photolyse genannt. Bei der Photolyse wird das Abwasser mit energiereichem ultraviolettem Licht unter Zugabe von erheblichen Mengen an Oxidationsmitteln, etwa Wasserstoffperoxid, behandelt. Bei der relativ ineffizienten photolytischen Abwasserbehandlung werden quecksilberhaltige Gasentladungslampen eingesetzt, die zu einem hohen spezifischen Energiebedarf für die Reinigung der Abwässer führen und zudem ein Entsorgungsproblem darstellen.

Eine effektivere, ressourcenschonendere und nachhaltigere Variante zur Reinigung problematischer Abwässer stellt die Photokatalyse dar. Bei der Photokatalyse wird durch Zugabe eines Katalysators die Effizienz der Radikalbildung gegenüber der Photolyse deutlich gesteigert und somit die Gesamtreinigungsleistung verbessert. Wird die Sonne als regenerative Strahlungsquelle genutzt (Photokatalyse), kann auf den Einsatz anderer Leuchtmittel vollständig verzichtet werden. Dadurch ergibt sich für die eingesetzten Chemikalien und den Energiebedarf ein Einsparpotential von etwa 70 bis 80 %.

Das Projekt SOWARLA hat zum Ziel die solare photokatalytische Abwasserreinigungstechnologie weiterzuentwickeln und zusammen mit mittelständischen Unternehmen eine neuartige Solarreceiver-Technologie zu konzipieren und an den Markt zu bringen. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt mit den Firmen Hirschmann Laborgeräte GmbH und KACO Gerätetechnik GmbH Kollektoren und Anlagensteuerungen zur Reinigung von Wasser mittels Sonnenlicht und Photokatalysatoren. SOWARLA Technologie zeichnet sich durch breite Anwendbarkeit, Nachhaltigkeit und geringe Kosten aus.

Zur Demonstration und Evaluierung der SOWARLA-Technologie ist am DLR Zentrum Lampoldshausen die erste SOWARLA Pilotanlage zur Behandlung eines Sonderabwassers installiert und in Betrieb gesetzt worden. Die Pilotanlage wird im laufenden Projekt auf eine vorindustrielle Größe von 240 m<sup>2</sup> installierter Receiverfläche erweitert.

## 2 Resultate

Das DLR unterhält am Standort Lampoldshausen Teststände für Raumfahrtantriebe. Die im Betrieb anfallenden Abwässer enthalten u. a. kanzerogene Hydrazinderivate und toxische Cyanide sowie Nitrit. Vor der Einleitung des Wassers in den natürlichen Kreislauf müssen diese Schadstoffe bis unter die Einleitgrenzwerte entfernt werden. Bisher wird das Wasser durch Photolyse unter Zusatz erheblicher Mengen von Kooxidationsmitteln wie Wasserstoffperoxid und Karoat gereinigt.

Durch den Einsatz von Photokatalysatoren und Sonnenlicht lassen sich beträchtliche Mengen an elektrischer Energie, Hilfschemikalien und die quecksilberhaltigen Leuchtmittel einsparen.

\* Korrespondenzautor: Tel.: +49 2203 601 2940, Fax: +49 2203 601 4141, e-mail: Christian.Jung@dlr.de

<sup>1</sup> Hirschmann Laborgeräte GmbH & Co. KG, Hauptstraße 7-15, 74246 Eberstadt

<sup>2</sup> KACO Gerätetechnik GmbH, Gottfried-Leibniz-Strasse 1, 74172 Neckarsulm

Die Partner KACO Gerätetechnik GmbH, Neckarsulm, Hirschmann Laborgeräte GmbH, Eberstadt und das Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), entwickelt und betreibt im Pilotbetrieb eine photokatalytische Wasserreinigungsanlage, die sowohl zur Vorbehandlung als auch zur vollständigen Endbehandlung von organisch belastetem Wasser geeignet ist. Die solare Wasserbehandlung mittels SOWARLA-Technik ist auf unterschiedlichste Anwendungen und Problemstoffe adaptierbar.

Durch eine einstrahlungsabhängige Anlagensteuerung soll der Personalaufwand reduziert werden, so dass sich die Betriebskosten bzgl. Personal, Chemikalien und Energiedeutlich vermindern. Die neuartige Solaranlage wird sowohl vorteilhaft für die Umwelt als auch kostengünstig sein. Im Sommer 2007 wurde die Pilotanlage in Lampoldshausen installiert und befindet sich derzeit in der Testphase. Die Anlage wird in 2008 zu einer vor-kommerziellen Demonstrationsanlage ausgebaut werden.

Durch die stringente, kostenbewusste Weiterentwicklung des Receivers konnten die spezifischen Produktionskosten des SOWARLA Solarkollektors im Vergleich zum Stand der Technik (CPC Solarreceiver) deutlich gesenkt werden.



**Abbildung 1: 32 m<sup>2</sup> solare Wasserreinigungspilotanlage auf dem Dach der Lampoldshausener UV-Oxidationsanlage, 1 Betriebsperipherie (Tanks, etc.), 2 Solarer Rohrreceiver, 3 Wasserverteiler, 4 Wassersammler**

Mit einer installierten Receiverfläche von 32 m<sup>2</sup> kann mit der Pilotanlage, siehe Abbildung 1, 1 m<sup>3</sup> des Lampoldshausener Realabwassers batchweise gereinigt werden.

Das Abwasser der Raketenteststände wird von den Sammel tanks der UV-Oxidationsanlage zur Betriebsperipherie (1) der Pilotanlage und weiter zur solaren Wasserreinigung gepumpt. Der Photokatalysator wird hinzugegeben, das Wasser mit Sauerstoff/Luft gesättigt und im solaren Receiver (2) gereinigt. Über einen Wasserverteiler (3) fließt das Wasser gleichmäßig durch alle Glasrohre des Receivers so dass die zur Verfügung stehende Fläche uns Solarstrahlung optimal genutzt werden. Das Wasser wird gesammelt (4) und fließt zurück zur Betriebsperipherie (Tanks, Pumen, Ventile, etc.).

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Das Projekt hat im April 2005 begonnen und wird voraussichtlich Mitte 2009 abgeschlossen werden. In der abgeschlossenen ersten Phase wurde der neue Reaktor in Prototypen entwickelt und bewertet. Im Spätsommer 2007 wurde eine Pilotanlage in Lampoldshausen installiert und mit dem ersten Testbetrieb begonnen. In 2008 soll in einer weiteren Baustufe die Pilotanlage zu einer Demonstrationsanlage mit 240 m<sup>2</sup> Receiverfläche ausgebaut werden soll.

Im Anschluss an das Projekt soll die neue solare Detoxifizierungstechnik in Form von leicht installierbaren und wartungsfreundlichen Modulen für die photochemische Vor- und Nachbehandlung problematischer Abwässer an Aufstellungsorten in gemäßigten bis tropischen Breiten zur Verfügung stehen.

Da sich die UV-Oxidationsverfahren ihrerseits für eine Vielzahl von Anwendungen bewährt und gegen die eingangs erwähnten konkurrierenden AOP's durchgesetzt haben, erwarten die Projektpartner und insbesondere die beteiligten KMUs, dass sich eine preisgünstige, zuverlässige und effizient betriebene solare Receiverreaktor-Technik im Markt der Sonderabwasser-Behandlung etablieren lässt.

Das Projekt „Solare Wasserbehandlung mittels SOWARLA-Technik“ (SOWARLA) wurde von einer internationalen Jury ENERGY GLOBE Award 2008 in der nationalen Kategorie Deutschland ausgezeichnet. Insgesamt wurden 853 Projekte aus 109 Staaten eingereicht. Beim Energy Globe Award handelt es sich um einen weltweit renommierten Umweltpreis. Er wird regional, national und international verliehen. Prämiert werden Projekte aus aller Welt, die Ressourcen sparsam und schonend verwenden bzw. erneuerbare Energien nutzen.

*Die Autoren danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die finanzielle Förderung der Arbeiten im Rahmen des Projektes SOWARLA.*