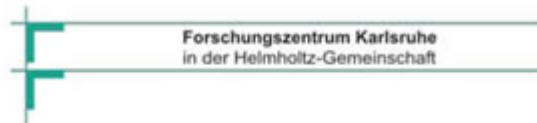


## Schlussbericht Teilprojekt A 4.1.2

### “Demonstration der Leistungsfähigkeit und Flexibilität einer solarbetriebenen Scheibentauchkörperanlage”



GEFÖRDERT VOM


**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

**Projektträger  
Forschungszentrum  
Karlsruhe (PTKA)**

### Projektpartner

- Universität Karlsruhe (TH)  Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825 
- Indian Institute of Technology (IIT), Delhi 
- Guru Gobind Singh Indraprastha University (GGSI), Delhi 
- LVK Enviro Consultants, Chennai 

**Projektleiter:** Dipl.-Ing Roland Pfeiffer

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) Dirk Schweitzer

Kirchberg/Jagst, September 2008

„Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WA0542 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor“

Zuwendungsempfänger:

**Firma Dr. Scholz & Partner GmbH**

Förderkennzeichen:

**02WA0542****Vorhabenbezeichnung:**

“Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung”, Teil II “Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung”, Kernprojekt A “Abwasserbehandlung”, Teilprojekt A 4.1.2 “Demonstration der Leistungsfähigkeit und Flexibilität einer solarbetriebenen Scheibentauchkörperanlage”

Laufzeit des Vorhabens:

**01.01.2005 bis 30.03.2008**

## I. Kurze Darstellung des Projektes

### 1. Aufgabenstellung

Das Teilprojekt A 4.1 gliederte sich in zwei Teilprojekte, bearbeitet vom Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH) und der Firma Dr. Scholz und Partner GmbH.

Teilprojekt A 4.1.1: „Untersuchung, Modellierung und Demonstration der Leistungsfähigkeit und Flexibilität von Scheibentauchkörpern.“ Siehe dazu Schlussbericht des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, im folgenden IWG/SWW genannt.

Teilprojekt A 4.1.2: „Demonstration der Leistungsfähigkeit und Flexibilität einer solarbetriebenen Scheibentauchkörperanlage.“

Aufgabe des Forschungsprojektes von Dr. Scholz und Partner war es, eine solarbetriebene Scheibentauchkörperanlage mit einer Kapazität von 150 EW (Auslegung nach A 281; ATV-DVWK, 2001) im Inselbetrieb mit Photovoltaik zu konzipieren und die Funktionsfähigkeit der Anlage unter den klimatischen Bedingungen Indiens aufzuzeigen.

Dies beinhaltete die Auslegung und Anpassung eines Scheibentauchkörpers an eine Photovoltaikanlage und bauliche Integration dieser in den Scheibentauchkörper. Des weiteren die Installation der Demonstrationsanlage in Indien mit Inbetriebnahme und Demonstrationsbetrieb.

Vorgesehen war, dass die Demonstrationsanlage in Neu Delhi mit Hilfe des Indian Institute of Technology Delhi an zwei verschiedenen Standorten für jeweils 6 Monate betrieben werden sollte.

Hierbei sollten einerseits die Ergebnisse der Leistungsfähigkeit und Flexibilität des Systems unter Praxisbedingungen demonstriert und indische Fachkollegen, Vertreter

der Aufsichtsbehörden sowie potenzielle Nutzer mit der Technologie vertraut gemacht werden.

Zu diesem Zweck sollten mehrere eintägige Work Shops für interessierte Nutzer unter Beteiligung des, IIT, GGSI, IWG/SWW und Dr. Scholz und Partner angeboten werden.

Abschluss des Projektes war, in Zusammenarbeit mit dem IWG/SWW, die Ausarbeitung eines handbuchartigen Leitfadens. Er beinhaltet konkrete und praxisorientierte Empfehlungen für die Bemessung und den Betrieb.

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die der Scheibentauchkörpertechnologie zu bescheinigende Vorzüge sind hohe Raumumsatzleistungen, geringer Wartungsbedarf, industrievorgefertigte modulare Komponenten, eine hohe Betriebssicherheit und vor allem ein geringer Energiebedarf gegenüber anderen Abwasserreinigungsverfahren. Dies sind exportrelevante Vorteile im Vergleich zu Belebungs- und Tropfkörperanlagen.

Indien ist für die Durchführung von Pilotprojekten zur Abwasserreinigung prädestiniert, da es sich in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht um ein typisches Schwellenland handelt und gleichzeitig ein Schwerpunktland deutscher Entwicklungshilfe ist. Insbesondere bei der häuslichen Abwasserreinigung besteht ein hoher Nachholbedarf. Nur ca. 1 % der mittleren und großen Städte in Indien besitzt eine Kläranlage. Dass ein Grossteil der indischen Bevölkerung englisch spricht, kommt der praktischen Umsetzung des Projektes wesentlich entgegen. Hinzu kommt, dass das Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH) langjährige Kontakte mit dem Indian Institute of Technology (IIT) in Neu Delhi unterhält.

Eingesetzt wurde ein solarbetriebener Scheibentauchkörper, bestehend aus zwei Komponenten, dem Scheibentauchkörper und der Solartechnik. Die Expertise zur Scheibentauchkörpertechnologie war vorhanden, jedoch für die Solartechnik musste auf das Know How anderer Firmen zurückgegriffen werden. Dazu wurde hauptsächlich die Firma Würth Solar herangezogen, da dort schon Erfahrungen mit Anlagen im Ausland vorlagen. Würth Solar übernahm die Auslegung der Photovoltaikanlage und lieferte die Hauptkomponenten.

Auf Grund der indischen Verhältnisse und der Erkenntnis, dass Indien nicht in Reichweite liegt, wurde die Anlage so einfach und kompakt wie möglich konzipiert.

- Es wurde ein kompakter Scheibentauchkörper mit Trapezdachabdeckung verwendet, die abschließbar war,
- der Schaltschrank und die für die Solaranlage erforderlichen Speicherbatterien wurden in ein zusätzliches Modul am Ende des Scheibentauchkörpers installiert,
- für die Solarpaneele wurde ein Gestell zur Installation über der Anlage entworfen.

Der Scheibentauchkörper sollte an zwei Standorten in Indien für jeweils 6 Monate betrieben werden. Die Partneruniversität der Universität Karlsruhe (TH), ist das Indian Institute of Technology (IIT) in Neu Dehli. Geplant war, dass Prof. M. Khare das Project in Neu Delhi betreut. Da dieser kurzfristig eine Verpflichtung im Ausland wahrnehmen musste, sprang die Guru Gobind Singh Indraprastha University (GGSI) in Neu Delhi für das IIT ein.

Die GGSI Universität übernahm die Betreuung der Anlage und die Abwasseranalysen zusammen mit Diplomanden des IWG/SWW. Weitere Unterstützung und Hilfe gab es durch den Repräsentant der Dr. Scholz und Partner GmbH in Indien, LVK Enviro Consultants.

Der die Arbeiten in Indien begleitende Work Shop wurde durch die von der Universität Karlsruhe beauftragten IIT und GGSI Universitäten organisiert und durchgeführt.

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Monat	2005												2006												2007												2008											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3									
<b>Planung</b>																																																
Planung Projekt	■																																															
Bau der Anlage													■																																			
Transport & Zoll																			■																													
Installation Standort A																			■		■																											
Demonstrationsbetrieb																			■		■		■		■																							
Installation Standort B																			■		■		■																									
Demonstrationsbetrieb																			■		■		■		■																							
Seminare																			■		■		■		■																							
Leitfaden																			■		■		■		■																							
<b>Projektverlauf</b>																																																
Planung Projekt	■																																															
Bau der Anlage	■												■																																			
Transport & Zoll																			■		■																											
Installation																			■		■																											
Demonstrationsbetrieb																			■		■		■		■																							
Seminar																			■		■		■		■																							
Leitfaden																			■		■		■		■																							

Laufzeitverlängerung um 3 Monate

**Tabelle 1:** Planung und tatsächlicher Projektverlauf des Vorhabens

Die Projektdauer war auf 3 Jahre festgelegt. Vorgesehen war die Planung/Auslegung des Projektes im ersten Jahr, danach der Bau, Transport nach Indien, Installation und der Demonstrationsbetrieb für jeweils 6 Monate auf zwei Großkläranlagen. Parallel dazu sollten mehrere Work Shops in Indien stattfinden.

Bis zur Verschiffung der Anlage wurde der Zeitrahmen eingehalten. Durch die Übertragung der Betreuung der Anlage vom IIT auf die GGSI Universität ergaben sich

Verzögerungen von über einem halben Jahr. Durch weitere Probleme bei der Installation und dem Betrieb musste deshalb auf den 2. Standort verzichtet werden. Eine Laufzeitverlängerung von 3 Monaten wurde beantragt, um die Ergebnisse auszuwerten und den Leitfaden zu erstellen.

### 3.1 Planung und Auslegung der Anlage

Die Planung und Auslegung der Anlage erfolgte 2005. Dabei wurden folgende Überlegungen angestellt:

- a) Der Energieverbrauch der Anlage sollte so gering wie möglich sein (Kostenfaktor).
- b) Die Anlage sollte kompakt und leicht zu installieren sein.
- c) Die Photovoltaikanlage sollte mit in den Scheibentauchkörperbehälter integriert werden.

#### Zu a) Auslegung des Energieverbrauches

Laut Literatur haben Betriebserfahrungen in Deutschland und den USA gezeigt, dass der Gesamtenergiebedarf für Scheibentauchkörperanlagen, je nach Anlagengröße und Modelle zwischen 5 – 35 kWh/EW\*a, liegen <sup>[1]</sup>.

Um die Investitions- und Betriebskosten für den Scheibentauchkörper so gering wie möglich zu halten, musste der Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert werden.

Vorab wurden System S&P Scheibentauchkörper zwischen 50 und 300 EW in Deutschland auf ihren Stromverbrauch hin untersucht. Die Auslastung der Motoren im 24-Stundenbetrieb betrug 50 bis 70 %. Bei der Auslegung eines Scheibentauchkörpers mit einer Kapazität von 150 EW (Auslegung nach A 281; ATV-DVWK, 2001) ausgestattet mit einem 0,5 kW Antrieb ergibt das einen Verbrauch zwischen 0,25 und 0,35 kWh. Weitere Verbraucher sind die Überschussschlammpumpe (0,5 kW) mit einer Pumpdauer zwischen 1 bis 2 Stunden am Tag und der Schaltschrank.

[1]

Antonie (1978): Antonie, R. L. „Bio-Surf-Process for Wastewater Treatment“ Paper presented at the Pollution Control Equipment Exhibition and Technical Seminar, United States Trade Center, Sao Paulo, Brazil, 1978

Chapanova et al (2007): Chapanova, G., Jank, M., Schlegel, S., Köser, H.: „Effect of Temperature and Salinity on the Wastewater Treatment Performance of Aerobic Submerged Fixed Bed Film Reactors“, Water Science and Technology, Vol. 55, No. 8-9, pp 159-164

LFU (1998) „Stromverbrauch auf kommunalen Kläranlagen“ Landesstelle für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe [Handbuch Wasser 4 Bd. 13]

MURL (1998): Handbuch „Energie in Kläranlagen“ Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen 1998

	Leistung	Laufzeit	Stromverbrauch
Antrieb Scheiben	0,36 kW	24 h/d	8,64 kWh
Schlammpumpe	0,5 kW	1 h/d	0,5 kWh
Schaltschrank	0,02 kW	24 h/d	0,48 kWh
			<b>9,62 kWh/d</b>

**Tabelle 2:** Ermittlung des Energieverbrauches für einen 150 EW Scheibentauchkörper (1.350m<sup>2</sup>)

Der Strombedarf für einen System S&P Scheibentauchkörper liegt im Durchschnitt in Deutschland für 150 EW und einer Fläche von 1.350m<sup>2</sup> bei unter 10 kWh/d.

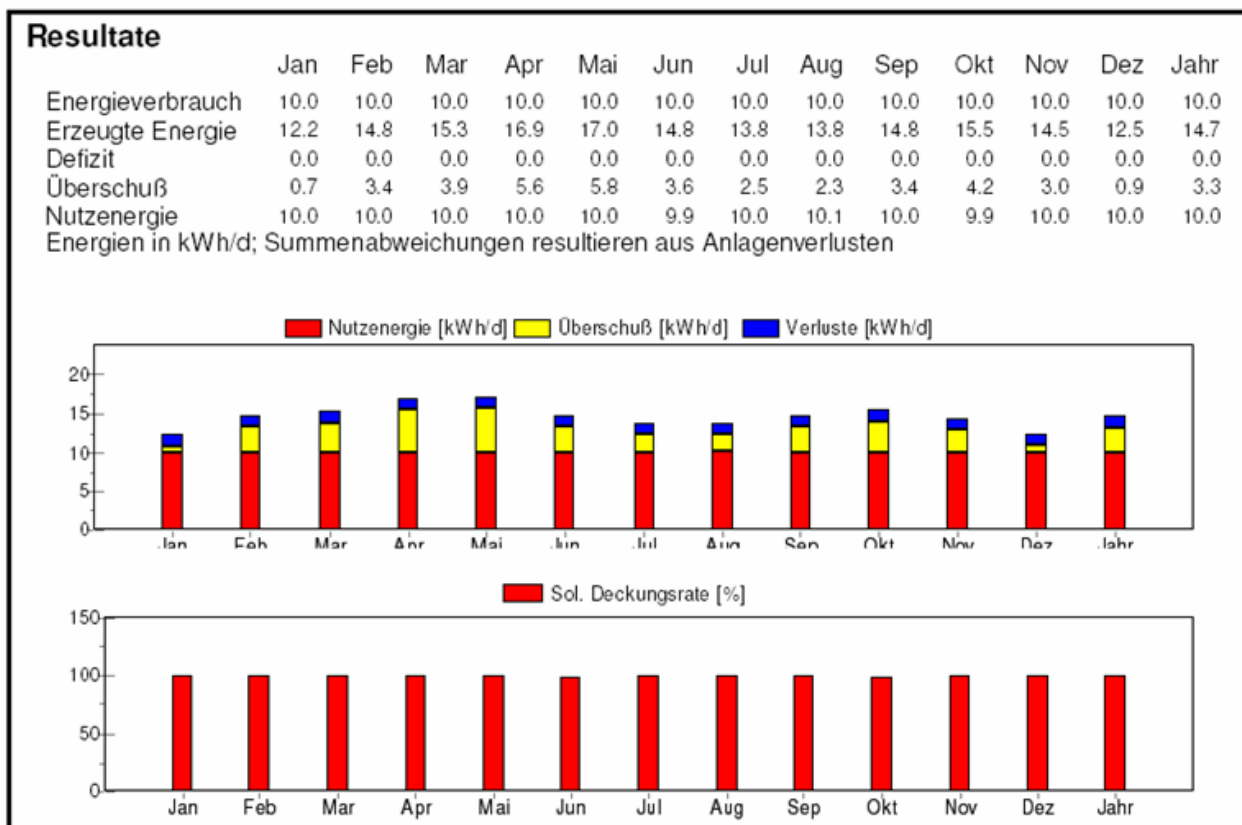
Die Firma Würth Elektronik, Unternehmensbereich Photovoltaik (ehemalig Würth Solergy) hat auf Grundlage dieser Angaben die Anlage für 10 kWh/d Verbrauch im Dauerbetrieb für die Region Neu Delhi, Indien ausgelegt. Das entspricht einem Jahresverbrauch von 3.650 kWh.

Bei der Auslegung wurden auch Schlechtwetterperioden berücksichtigt. Die Energieproduktion sollte sich zwischen 12,2 bis 17 kWh/d bewegen. Die am Tag produzierte Überschussenergie wird in Batterien für die Nacht zwischengespeichert. Dies gewährleistet einen 24 Stunden Inselbetrieb.

Die Photovoltaikanlage umfasst 48 Solarmodule CIS 75P (Modul: WS31022/75) mit einer Nennleistung je Solarmodul von 75 Wp. Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von 3.600 W. Die Module ergeben eine Gesamtfläche von 31,68 m<sup>2</sup>. Die Reflektivität beträgt 0,2, der Wirkungsgrad 11,32 % und der Anstellwinkel sollte zwischen 20 und 35° liegen <sup>[2]</sup>.

Die Solarmodule erzeugen 24 V Gleichstrom. Gängig ist, dass die Verbraucher einer Scheibentauchkörperanlage mit 3x400 V oder 230 V Wechselstrom betrieben werden. Dazu ist ein Transformator nötig, der die 24 V Gleichstrom der Solarmodule in 3x400 V oder 230 V Wechselstrom umwandelt. Um die Verluste zwischen den Stromerzeugern (Solarmodule) und den Verbrauchern so gering wie möglich zu halten, wurden die gesamte Anlage auf 24 V Gleichstrom ausgelegt.

[2] Unterlagen und Berechnung von Würth Solergy, 2006 (siehe auch Bild 1)



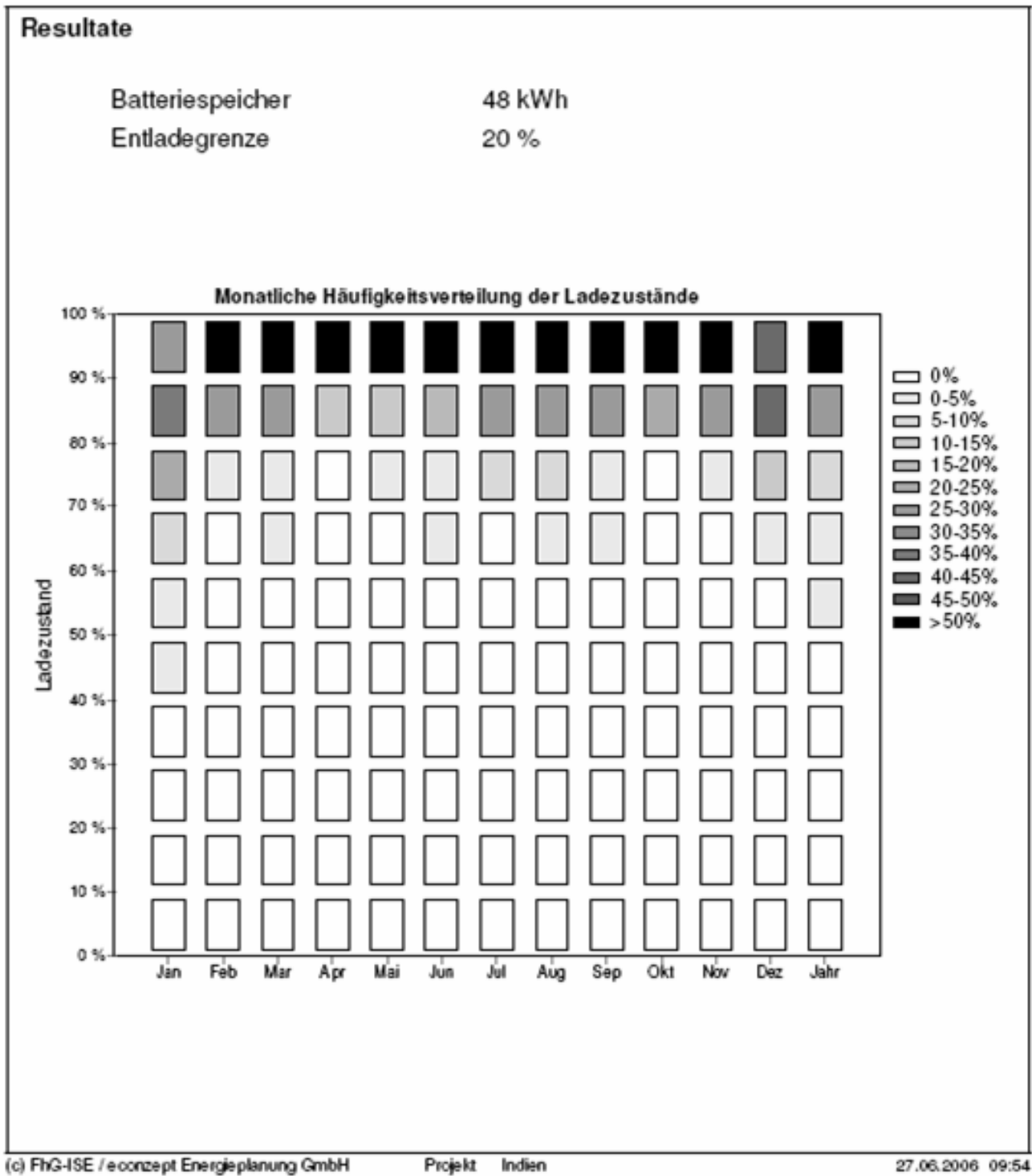
**Tabelle 3:** Auslegung der benötigten Energie für eine 10 kWh/d Anlage (Würth Solergy)

Zum Speichern der Energie für den Nacht- und Schlechtwetterbetrieb waren Batterien vorgesehen. Die Batterien mussten so ausgelegt sein, dass die Demonstrationsanlage auch während der Monsunzeit 24 Stunden in Betrieb bleibt.

Zur Auswahl standen zwei Batterietypen mit gleicher Leistung aber unterschiedlicher Lebensdauer und Anschaffungskosten. Blei-Säure Batterien mit einer Lebensdauer von 3 – 5 Jahren oder Blei-Gel Batterien mit einer Lebensdauer von über 10 Jahren. Auf Grund der Kosten und Laufzeit des Projektes entschied man sich für die Blei-Säure Batterien.

Die Batterien setzen sich aus zwei 24 V Blöcken mit je 12 Stück 2 V Einzelzellen zusammen. Die Nennspannung ist 24 V und die Nennkapazität pro Block 1.000 Ah. Der Wirkungsgrad liegt bei 80 % und die Entladegrenze bei 20 %. Die Lebensdauer in Zyklen, bei 50 % Entladungstiefe, liegt bei 3.000 (Zyklenzahl). Wobei die Zyklenzahl bei hohen Umgebungstemperaturen niedriger anzusetzen ist <sup>[3]</sup>.

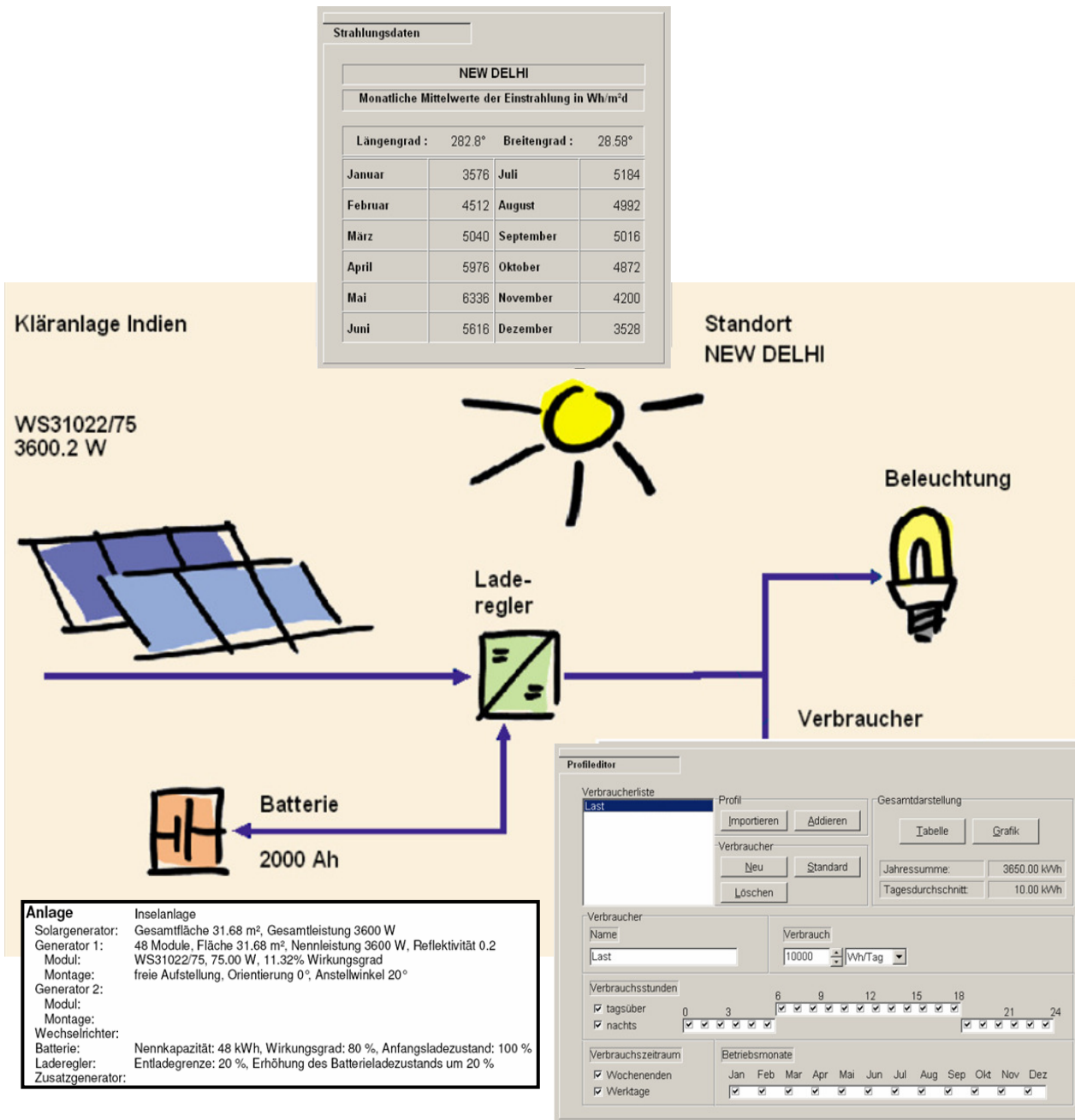
[3] Unterlagen und Berechnung von Würth Solergy, 2006 (siehe Bild 1)



**Tabelle 4:** Auslegung der Batterie für Neu Delhi (Würth Solergy)

Als Steuerungselemente der Photovoltaikanlage fungierte ein Lageregler zwischen den Solarzellen, Batterie und Verbraucher.





**Bild 1:** Übersicht Dimensionierung der Photovoltaikanlage (Würth Solergy)

**Zu b) Scheibentauchkörperanlage**

Geplant war die Demonstrationsanlage auf zwei Großkläranlagen in Neu Delhi zu betreiben. Der Scheibentauchkörper musste leicht transportierbar und ohne großen baulichen und zeitlichen Aufwand installierbar sein.

Scheibentauchkörperanlagen gibt es in verschiedenen Ausführungen. Die Scheiben können in Gebäuden in Kunststoffwannen oder Betonbecken installiert werden. Daneben gibt es noch die kompakte Erdeingebauversion. Im außereuropäischen Ausland werden meistens nicht die erdeingebauten Anlagen verwendet, da der Bau von Gebäuden wesentlich billiger ist.

Für das Forschungsprojekt wurde bewusst ein „erdeingebauter“ Scheibentauchkörper gewählt, da kein Gebäude benötigt wird und die Anlage ohne großen Aufwand an verschiedene Standorte transportiert und dort wieder errichtet werden kann.



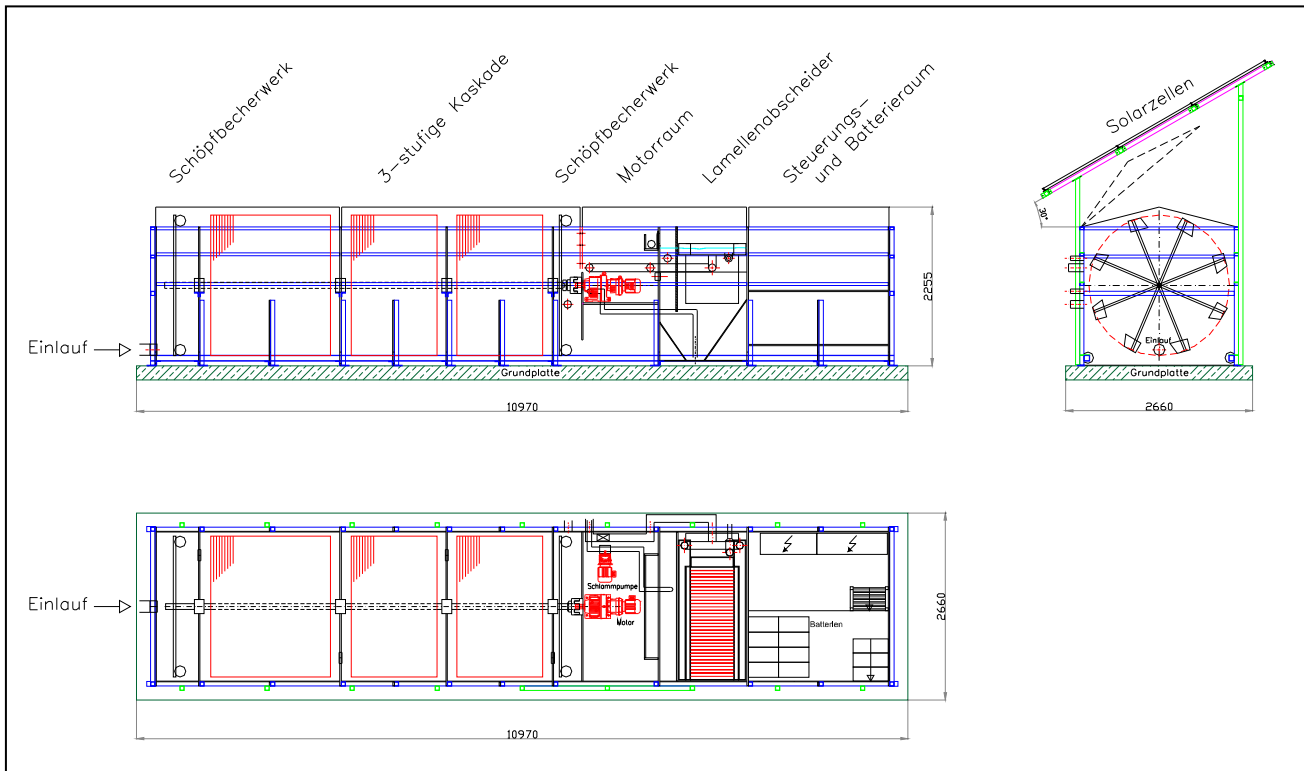
**Bild 2:** Erdeingebaute System S&P Scheibentauchkörper (rechts in Spanien / links in Deutschland)

Ein weiterer Vorteil ist, dass ein erdeingebauter Scheibentauchkörper durch die vorhandene Abdeckung nicht zugänglich ist und verschlossen werden kann.

Zum Aufstellen der Anlage wird nur eine Bodenplatte benötigt. Auf die normalerweise benötigte Absetzgrube konnte verzichtet werden, da das Abwasser aus der Vorklärung der Großkläranlage in Neu Delhi entnommen wird.

Da bereits bei der Planung bekannt war, dass das Abwasser zum Scheibentauchkörper nicht per Freispiegelleitung fließen kann, wurde ein externes Doppelpumpwerk eingeplant. Da dieses bei erdeingebauten Anlagen nicht benötigt wird, wurden die Pumpen nicht von der Photovoltaikanlage mit Strom versorgt, sondern über das vorhandene Stromnetz betrieben.

Der System S&P Scheibentauchkörper wurde auf 150 EW nach deutschem Standard ausgelegt und besteht aus den Komponenten: Zulaufschöpfbecherwerk, 3-stufige Kaskaden (Scheibenfläche 1.350m<sup>2</sup>), Beschickungsschöpfbecherwerk, Motorraum und Lamellenabscheider (LMS) als Nachklärung.



**Zeichnung 1:** Zeichnung System S&P Demonstrationsanlage

### Zu c) Integration der Photovoltaikanlage

Um die Anlage so kompakt wie möglich zu halten, mussten die Teile der Photovoltaikanlage in den Scheibentauchkörper mit integriert werden. Da der System S&P Scheibentauchkörper ein modulares System darstellt, wurde nach der Nachklärung ein weiteres Modul angefügt worin die Steuerung und die Batterien untergebracht wurden.

Da sich bei Blei-Säure Batterien Wasserstoff bildet mussten die Batterien so untergebracht werden, dass der Wasserstoff frei abziehen kann und es nicht zu einer Knallgasexplosion kommen konnte. Daher wurden die Batterien in einen Behälter luftdicht abgeschlossen. Damit Wasserstoff sich nicht ansammeln und nach innen entweichen konnte, wurde eine Zwangsbelüftung nach außen hin angebracht. So war immer ein Austausch von Frischluft gewährleistet.

Der Steuerungs- und Batterieraum war über eine Treppe zugänglich. Die Schaltschränke waren an der Seitenwand des Moduls angebracht und ebenfalls leicht zugänglich.



**Bild 3:** Die Batterien im luftdicht abgeschlossenen Behälter

Für die Solarzellen wurde ein spezielles Gestell entworfen, so dass diese direkt über der Anlage angebracht werden konnten.



**Bild 4:** Solarzellenmontage über dem System S&P Scheibentauchkörper

### 3.2 Ablauf des Vorhabens

Im ersten Halbjahr 2006 wurden die Hauptkomponenten wie Photovoltaikanlage und Antriebe erworben und mit dem Bau der Anlage begonnen.

Der Scheibentauchkörper und die Konstruktion für die Solarzellen waren relativ einfach zu realisieren. Die Anlage in 24 Volt Gleichstrom auszulegen war nicht so leicht umzusetzen.

Es stellte sich in der Praxis als schwierig heraus, Steuerungselemente für Verbraucher ab 0,5 kW zu bekommen. Gängige Verbraucher, die mit Solarstrom betrieben werden, seien es Pumpen oder Motoren, haben Leistungen unter 0,5 kW. Das wirkte sich auf die Verfügbarkeit und die Anschaffungskosten aus.

Zusätzlich wurde beim Probetrieb auf dem System S&P Firmengelände festgestellt, dass ein DC-DC Wandler<sup>[4]</sup> nötig ist um die Spannungsschwankungen, die aus den Solarzellen herrührten abzufangen, welche bei starker Sonnenstrahlung zum Abschalten der Anlage führen konnte.

Auf dieses Problem wurde seitens der Firma Würth Elektronik bei der Planung nicht hingewiesen. Abgesehen von den zusätzlichen Investitionskosten, verbrauchte der DC-DC Wandler noch weitere Energie.

Im Juli 2006 stand der Scheibentauchkörper mit Photovoltaikanlage auf dem Firmengelände von Dr. Scholz und Partner und lief im Probetrieb um die Funktionsfähigkeit zu testen.



**Bild 5:** System S&P Scheibentauchkörper mit Photovoltaikanlage auf dem System S&P Betriebsgelände

Nicht getestet werden konnten der Dauerbetrieb und die Speicherkapazität der Batterien, da diese mit einer 38-prozentigen Schwefelsäure hätten gefüllt werden

[4] Als DC-DC-Wandler, auch Gleichstromsteller oder „Chopper“, bezeichnet man einen selbstgeführten Stromrichter.

müssen. So wurden zur Überbrückung zwei Autobatterien verwendet, welche es zumindest ermöglichten, dass die Anlage im Tagesbetrieb laufen konnte.

Im September 2006 wurde eine Einweihungs- und Demonstrationsveranstaltung durchgeführt. Eingeladen waren Vertreter von Politik und Wirtschaft, sowie alle teilhabenden Forschungseinrichtungen und Projektträger. Vom Indischen Konsulat in München war Generalkonsul J.S. Mukul und vom Bereich Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH) Prof. Dr. Ing. E.h. H.H.Hahn anwesend.

Geplant war die Anlage kurz nach der Fertigstellung nach Indien zu überführen und in Betrieb zu nehmen. Da Prof. Khare vom IIT kurzfristig Verpflichtungen im Ausland wahrnehmen musste, wurde auf seine Empfehlung hin eine Kooperation mit der GGSJ University in Neu Delhi vereinbart.

Dadurch kam es zu Verzögerungen und erst Anfang 2007 lagen der Kooperationsvertrag und die Zollbefreiung vor. Nach über 6 Monate des Wartens konnte die Anlage in einem 40 Fuß Container verschifft werden.

Die Demonstrationsanlage wurde auf der Kläranlage Yamuna Vihar im Norden von Neu Delhi installiert. Zum Aufstellen der Anlage war eine Bodenplatte erforderlich, die im Auftrag das Delhi Jal Board baute (der Wasser Ver- und Entsorger von Delhi).

Anfang Mai 2006 reiste ein System S&P Auslandsmonteure nach Neu Delhi um die Anlage binnen einer Woche zu installieren und in Betrieb zu nehmen.



**Bild 6:** System S&P Scheibentauchkörper auf der Yamuna Vihar Kläranlage, Neu Delhi

Als problematisch stellte sich in Indien die Bürokratie heraus, die größtenteils „kafkaesk“ anmutete. Nach Ankunft des Monteurs hätte die Anlage schon auf der Kläranlage sein sollen, war aber noch im Zoll und alleine 3 Tage waren notwendig, um sämtliche „Formalitäten“ zu erledigen. Der Transport zur Kläranlage zog sich hin, da kein Kran zum Entladen zur Verfügung stand und Lastwagen nur nachts durch Delhi fahren dürfen.

Durch die Verzögerungen beim Zoll und dem Transport der Anlage vom Zoll zur Kläranlage geriet die Installation unter Zeitdruck und zog sich auf 10 Tage hin.

### **Demonstrationsbetrieb**

Die Demonstrationsanlage war von Anfang Mai bis Ende Dezember 2007 in Betrieb und wurde von Studenten der Universität Karlsruhe (TH) mit Unterstützung der GGS Universität betreut. Ohne die deutschen Studenten wäre der durchgehende Betrieb der Demonstrationsanlage nicht möglich gewesen.

Der Demonstrationsbetrieb kann in folgende Kategorien eingeteilt werden:

- a. Installation und Lösung ortsbedingter Probleme
- b. Stromversorgung durch die Photovoltaikanlage
- c. Betrieb der System S&P Scheibentauchkörperanlage

Die Demonstrationsanlage in Indien zu betreiben stellte die Studenten der Universität Karlsruhe (TH) vor besondere Herausforderungen.

Der Anlagenstandort Yamuna Vihar Kläranlage ist für jedermann zugänglich und wird als Aufenthaltsort, Spielwiese oder Abkürzung in Anspruch genommen. Dies betraf auch Huftiere wie Pferde, Esel, Ziegen und Kühe. Wenn nicht aufgepasst wurde, kam es vor, dass Personen sich für die Anlage interessierten und dort Einstellungen selbständig änderten. Dazu kam der Abfall der überall herumlag und immer wieder seinen Weg durch die Zulaufpumpen in die Anlage fand. Auch die Materialbeschaffung wurde zum Abenteuer und die Qualität lies meist zu wünschen übrig.

#### **a) Installation und Lösungen ortsbedingter Probleme**

Bei der Installation wurde das Zulaufpumpwerk im Verteilerbecken der Vorklärung montiert. Da der Grobrechen der Kläranlage nicht richtig funktionierte wurden größere Mengen an Partikeln wie z.B. Papier, Plastikverpackungen, Essensreste, Kleinteile, etc. in die Scheibentauchkörperanlage gepumpt. Dazu kam noch ein hoher Anteil an Schlamm der sich im Verteilerbecken abgesetzt hatte.

Üblicherweise werden, um den Überschussschlamm aus dem Lamellenabscheider (LMS) abzupumpen, Tauchpumpen verwendet, welche nicht leicht verstopfen. Da keine Tauchpumpen in 24 V Gleichstrom verfügbar waren, griff man auf eine trocken aufgestellte Impellerpumpe zurück. Dies führte dazu, dass diverse Kleinteile den Impeller der Schlammpumpe immer wieder verstopften.

Dies hatte zu Anfang des Demonstrationsbetriebes zur Folge, dass der Schlamm aus dem LMS nicht vorschriftsmäßig abgepumpt werden konnte. Dadurch entwickelte sich

im abgesetzten Überschussschlamm eine ungewollte Denitrifikation, die durch den aufsteigenden Stickstoff zu einem erhöhten Schwimmschlammaufkommen im LMS führte.

Der hohe Anteil an suspendierten Stoffen der in die Kaskaden gepumpt wurde, erschwerte das Ansiedeln von Biomasse auf den Scheiben erheblich. Dieser heftet sich nämlich an die Scheiben und schabte den Biofilm ab. Weiterhin verstopfte er den Zulauf des Lamellenabscheiders.

Zur Abhilfe wurden die Tauchpumpen in der Vorklärung, wie in Indien üblich, mit einem Maschendrahtgitter ummantelt, der größere Partikel abhalten sollte und die Pumpen wurden im Becken auf ein höheres Niveau gebracht. Dadurch sollte der in der unmittelbaren Umgebung der Tauchpumpen abgesetzte Schlamm nicht länger eingesaugt werden.

Da diese Maßnahmen das Problem auch nicht behoben, musste der Standort für das Zulaufpumpwerk innerhalb der Vorklärung verlegt werden. Das führte dazu, dass die Belastung des Abwassers geringer war. Allerdings machten weiterhin Partikel im Abwasser der Impellerpumpe über den gesamten Demonstrationbetrieb zu schaffen.

Während des Betriebs wurde die Säuredichte der Batterien gemessen und festgestellt, dass nicht die volle Kapazität erreicht wurde.

Es wird angenommen, dass bei Inbetriebnahme der Batterien, aus Zeitdruck, versäumt wurde, diese ganz aufzuladen. Dadurch ist höchstwahrscheinlich ein so genannter Memory-Effekt aufgetreten, wodurch nicht die volle Kapazität der Batterie zur Verfügung stand. Dieses Problem tritt nur bei Blei-Säure Batterien auf. Dies trug auch zu den Problemen mit der Stromspeicherung bei.

Ein weiteres Problem stellten die in Delhi beschafften Rohrleitungen der Tauchpumpen dar. Dies lag mitunter an der schlechten Qualität und Verarbeitung der PVC-Rohre. Zum einen platzten die Fittings unter der Druckbelastung während des Pumpens oder die Leitungen wurden durch auf dem Gelände herumlaufende Huftiere beschädigt. Zum anderen wurden die Muffen und Bögen bei der Herstellung nicht passgenau gefertigt und hatten aus diesem Grund zu viel Spiel was immer wieder zu Undichtigkeiten führte.

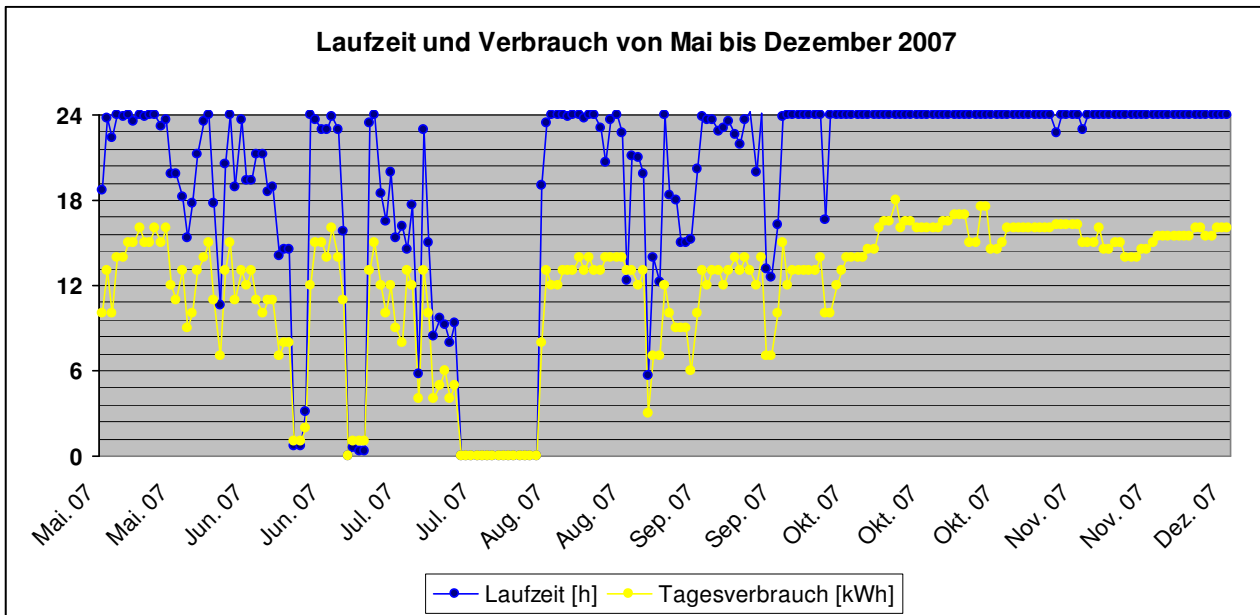
## **b) Stromversorgung durch die Photovoltaikanlage**

Die Anlage war auf einen durchschnittlichen Tagesenergieverbrauch von 10 kWh/d ausgelegt. Die Tagesproduktion der Solarzellen sollte zwischen 11 und 17 kWh/d schwanken, abhängig von der Sonneneinstrahlung und Jahreszeit.

In den ersten Wochen wurde festgestellt, dass der errechnete Stromverbrauch überschritten wurde und bei Bewölkung, Regen oder Smog die Anlage in der Nacht für 1 - 3 Stunden abschaltete. Der durchschnittlich gemessene Stromverbrauch lag bei 15



kWh/d. Damit ergab sich eine Überschreitung von bis zu 50 % gegenüber dem vorab errechneten Wert.



**Tabelle 5:** Laufzeit und Stromverbrauch der Demonstrationsanlage in Indien

Die Anlage erbrachte trotz der Probleme mit der Energieversorgung gute Ablaufwerte. Allerdings hätte der Zustand des Abschaltens in der Nacht mit der Zeit zu einer Unwucht des Scheibenpaketes geführt und ein Wellenbruch wäre im Bereich des Möglichen gewesen. Zur Sicherstellung des 24-Stunden Betriebes war es notwendig zusätzlich stundenweise externen Strom zuzuführen um die Batterie soweit aufzuladen, dass der Scheibentauchkörpers durchgehend betrieben werden konnte.

Der erhöhte Stromverbrauch der Demonstrationsanlage hatte mehrere Ursachen:

- Das Delhi Jal Board richtete beim Bau der Fundamentplatte diese nicht wie vorgegeben nach Süden aus. Dadurch war die Sonneneinstrahlungszeit verkürzt und der Einstrahlungswinkel ungünstig.
- Die Schaltschranksteuerung (Schütze/Relais) hatte einen höheren Stromverbrauch als berechnet. Das lag an der 24 V / DC Auslegung, welche vorher nicht gemessen werden konnte.
- Der DC-DC Wandler war nicht eingeplant und verbrauchte zusätzlich Strom.
- Der Verbrauch des Motors lag höher als berechnet, was wiederum an der 24 V / DC Auslegung und der höheren Flächenbelastung des Scheibentauchkörpers und somit eines höheren Eigengewicht gelegen haben könnte.

- Die Impellerpumpe hatte einen höheren Stromverbrauch, was durch Grobstoffe im Wasser hervorgerufen wurde, die die Pumpe auch regelmäßig verstopften.
- Durch Probleme bei der Inbetriebnahme der Batterie vor Ort ist vermutlich ein so genannter Memory-Effekt aufgetreten, wodurch nicht die volle Kapazität der Batterie zur Verfügung stand.

Jeder dieser Punkte trug für sich genommen nur zu einer geringen Reduzierung der Stromproduktion oder Erhöhung des Verbrauches bei, doch zusammengenommen hat das zu einer Erhöhung von bis zu 5 kWh/d geführt.

	Leistung	Laufzeit	Stromverbrauch
Antrieb Scheiben	0,5 kW	24 h/d	12 kWh
Schlammpumpe	0,5 kW	1 h/d	0,5 kWh
Schaltschrank	0,1 kW	24 h/d	2,4 kWh
			<b>14,9 kWh/d</b>

**Tabelle 6:** Errechnung des tatsächlichen Energieverbrauches für die Demonstrationsanlage in Indien

Einen Einschnitt in den Betrieb des Demonstrationsbetriebs gab es Mitte Juni als die Laderegler durchbrannten. Dadurch stand die Anlage fast 2 Wochen still. Ein System S&P Elektriker musste aus Deutschland eingeflogen werden, um neue Laderegler zu installieren. Der Grund für das Durchbrennen der Laderegler konnte nicht ermittelt werden, da diese auf dem Postweg nach Deutschland verloren gingen.

### c) Betrieb der System S&P Scheibentauchkörperanlage

Die Anlage war von Anfang Mai bis Ende Dezember 2007 in Betrieb wobei die GGS Universität regelmäßig Abwasserproben genommen und analysiert hat. Entsprechend Teilprojekt A4.1.1 übernahm die Auswertung der Abwasseranalysen und Interpretation der Ergebnisse das Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH). Darum soll hier nur kurz darauf eingegangen werden. Siehe dazu den Schlussbericht des IWG/SWW.

Die Zeitabschnitte wurden in fünf Phasen eingeteilt, entsprechend den unterschiedlichen Belastungen:

#### Phase I bis II

- das Abwasser wurde vor der Vorklärung abgezogen / höhere Belastung

#### Phase III

- es gab technische Probleme und die Anlage war zeitweise außer Betrieb

**Phase IV-V**

- das Abwasser wurde vom Ablauf der Vorklärung abgezogen / niedrigere Belastung

Wassertemperatur 26.6 °C – 29.7 °C	Design	Phase I 15.05.-01.06.	Phase II 16.06.-01.07.	Phase III 02.07.-15.07.	Phase IV 15.08.-21.09.	Phase V 22.09.-15.12.
Durchflussmenge [m <sup>3</sup> /d]	30	115.2	115.2	57.6	57.6	115.2
HRT [h]	5	1.3	1.3	2.6	2.6	1.3
Flächenbelastung (Nitrifikation) [g BOD <sub>5</sub> /(m <sup>2</sup> ·d)]	6.7	2	18.2	6.1	8.1	16.2
EW	150	605	420	140	180	360

**Tabelle 7:** Die fünf Betriebsphasen der Demonstrationsanlage

Trotz stundenweiser Abschaltung der Anlage in der Anfangsphase und einem Stillstand von 2 Wochen im Juli, erreichte die Anlage nach der Anlaufphase die erforderlichen Ablaufwerte von 30 mgBSB/l und 250 mgCSB/l für Indien <sup>[5]</sup>.

Am 27. Oktober 2007 fand an der GGS Universität in Neu Delhi ein Work Shop mit anschließender Begehung der Demonstrationsanlage statt. Durchgeführt wurde der Work Shop von den drei Universitäten (Karlsruhe, GGS und IIT), der Dr. Scholz und Partner GmbH und Enviro Consultants. Des weiteren sprachen auf dem Work Shop Vertreter der Deutschen Botschaft und der GTZ. Die Veranstaltung besuchten Vertreter von Politik und Wasserwirtschaft. Teilgenommen haben ca. 80 Personen.

Geplant war die Demonstrationsanlage an einem weiteren Standort zu betreiben. Davon wurde aber abgesehen, da die Laufzeit des Projektes sich dem Ende neigte. Des weiteren hatten die indischen Universitäten kein Interesse mehr am weiteren Betrieb der Demonstrationsanlage und hätten die Betreuung nur gegen ein hohes Entgelt weiter fortgeführt. Dies war nicht möglich, da die Projektmittel erschöpft waren.

Am 15. Dezember 2007 wurde die Anlage abgeschaltet, gereinigt und verschlossen.

[5] Pollution Control Acts, Rules and Notifications issued there under: Pollution Control Law(PCL) / 2 / 1992, published by Member Secretary, Central Pollution Control Board "General Standards for Discharge of Environmental Pollutants (Wastewater Generation Standards) in India, Part A: Effluents"

#### 4. Wissenschaftlicher und Technischer Stand

Die Scheibentauchkörpertechnologie ist ein lange bekanntes und bewährtes Abwasserreinigungsverfahren. Die Firma Dr. Scholz und Partner GmbH befasst sich damit seit mehr als 25 Jahren und hat weit über 1.000 Anlage produziert und weltweit vertrieben. Expertise zur Verfahrenstechnik und die Kenntnisse zum Betrieb von Scheibentauchkörper waren somit im großen Maße schon vorhanden.


Das Wissen über die Photovoltaikanlage wurde von der Firma Würth Solar bereitgestellt. Verwendet wurden CIS-Solarmodule. Würth Solar ist Innovationsführer bei CIS-Solarmodulen. CIS ist eine Dünnschicht-Technologie, die auf der Verbindung aus den drei Stoffen Kupfer-Indium-Diselenid ( $\text{CuInSe}_2$ ) basiert.

Der Modulwirkungsgrad von etwa 9 bis 11 Prozent in der industriellen Fertigung und knapp 19 Prozent im Labor ist etwas geringer im Vergleich zu monokristallinen oder polykristallinen Standard-Solarzellen aus Silizium. Aufgrund der Tatsache, dass CIS-Zellen ein vergleichsweise breites Spektrum des Lichts nutzen können, ist die Energieausbeute jedoch auch bei ungünstigen Wetterverhältnissen stabil.

Vor allem bei schwachen Lichtverhältnissen durch eine hohe Staubbelastung in der Luft und Ablagerungen auf den Solarmodulen, aber auch in Gebieten mit vielen Sonnenstunden und heißen Temperaturen wie z.B. in der Großstadt Neu Delhi, liefern die CIS-Module bessere und stabilere Werte im Vergleich zu Dickschicht-Solarzellen.

## 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

### Deutschland

 <b>Universität Karlsruhe (TH)</b>	<b>Universität Karlsruhe (TH)</b> Institut für Wasser und Gewässerentwicklung Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft  Adenauerring 20 76128 Karlsruhe
---	--

### Indien

 <b>भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान दिल्ली</b> <b>Indian Institute of Technology Delhi</b>	<b>Indian Institute of Technology Delhi</b>  Hauz Khas New Delhi-110 016
	<b>Guru Gobind Singh Indraprastha University</b>  Kashmere Gate Delhi-110006
	<b>LVK ENVIRO CONSULTANTS</b>  4, 4th Main Road, Kasturiba Nagar, Adyar, Chennai – 600 020.

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Erzielte Ergebnisse

Ziel des Verbundprojektes war es, im Bereich der Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung, deutsches Wissen und die vielfältigen praktischen Erfahrungen auf diesem Gebiet verstärkt für die internationale Zusammenarbeit verfügbar zu machen. Der Weg hierzu ist die Anpassung deutscher Technologie an die unterschiedlichen Randbedingungen internationaler Märkte.

Die Aufgabe des Forschungsprojektes war es eine solarbetriebene Scheibentauchkörperanlage im Inselbetrieb mit Photovoltaik zu bauen und unter den klimatischen und infrastrukturellen Bedingungen von Indien die Leistungsfähigkeit und Flexibilität des Systems aufzuzeigen.

Des weiteren sollten indische Fachkollegen, Vertreter der Aufsichtsbehörden sowie potenzielle Nutzer mit der Technologie vertraut gemacht werden. Zu diesem Zweck wurde ein Work Shop für interessierte Nutzer angeboten.

Der Inselbetrieb eines System S&P Schaubentauchkörpers mittels einer Photovoltaikanlage ist realisierbar. Im Demonstrationsbetrieb hat sich gezeigt, dass die Photovoltaikanlage für die Demonstrationsanlage zu klein ausgelegt war. Von den Investitionskosten aus betrachtet führt das allerdings dazu, dass der netzunabhängige Betrieb einer Scheibentauchkörperanlage mittels Photovoltaikanlage zu einer Verdoppelung der gesamten Investitionskosten führen kann. Eine Amortisierung dieser Investitionskosten über den Abschreibungszeitraum kann auch bei sehr hohen Energiepreisen ausgeschlossen werden.

Ein solcher Inselbetrieb kann zum jetzigen Zeitpunkt nur als Sonderlösung betrachtet werden wenn ein vom Stromnetz abhängiger Betrieb nicht möglich ist.

Um jedoch einen unterbrechungsfreien Betrieb zu gewährleisten ist gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern eine Teilversorgung mittels Photovoltaik durchaus sinnvoll. Stromausfälle führen zum Stillstand der Scheibentauchkörperanlage und dadurch bedingt zu einer Verminderung der Reinigungsleistung und zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Biomasse auf den Aufwuchsflächen. Dies kann einen Wellenbruch herbeiführen.

Eine Kopplung von Eigenstromerzeugung mittels Photovoltaikanlage und Fremdbezug von Strom (aus dem örtlichen Stromnetz) würden die Investitionskosten reduzieren. Die Vorteile wären eine Verringerung der Energiekosten aufgrund des deutlich günstigeren Preises für Fremdbezug, eine Reduzierung der Gefahr eines Systemausfalles, eines möglichen Wellenbruchs und konstante Reinigungsleistungen.

Um die Energieverluste zwischen den Solarpanelen und dem Antrieb so gering wie möglich zu halten, wurden die elektrischen Komponenten der

Scheibentauchkörperanlage auf 24 V Gleichstrom ausgelegt. Diese Maßnahme führte zu einer Verringerung des Energieverbrauchs. Diese Ersparnis auf Verbrauchsseite kann die höheren Investitionskosten im Vergleich zu einer Auslegung auf 230 V Wechselstrom nicht kompensieren.

Auf Grund von Verzögerungen konnte nur ein Work Shop realisiert werden. Nach Ablauf des Projektes, Anfang 2008, wurde der Scheibentauchkörper dem Repräsentanten der Dr. Scholz und Partner GmbH, LVK ENVIRO CONSULTANTS übergeben um an einem weiteren Standort als Demonstrations- und Referenzanlage genutzt zu werden.

Der Leitfaden wurde in Zusammenarbeit mit dem IWG/SWW verfasst und wird nach Abschluss des Gesamtprojektes, voraussichtlich 2009, veröffentlicht.

## **2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die Hälfte der Gesamtkosten des Projektes entfiel auf die Materialkosten. Davon wiederum ca. die Hälfte auf den Scheibentauchkörper und die andere Hälfte auf die Photovoltaikanlage mit Sonderzubehör und Konstruktionen.

Die Personalkosten betragen ein Viertel der Gesamtkosten. Das beinhaltet die Projektplanung, Besprechungen, Ausarbeitung, Konstruktion, Produktion, Probetrieb, Überwachung/Unterstützung des Demonstrationsbetriebes, Vorstellung des Projektes und die Erstellung des Leitfadens.

Ein Achtel der Kosten entfielen auf verschiedene Reisetätigkeiten. Des weiteren ein Achtel für Sonstiges (Transportkosten, Zoll, Installation und Unterstützung bei der Betreuung der Anlage).

## **3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Der Verlauf der Arbeit im Projekt folgte weitestgehend der im Projektantrag formulierten Planung. Die Anpassung einer Photovoltaikanlage an den Scheibentauchkörper wurde umgesetzt und die Anlage lief im Demonstrationsbetrieb in Indien für 8 Monate.

Hauptsächlich durch Zeitverzögerungen kam die Präsentation der Demonstrationsanlage unter Praxisbedingungen für indische Fachkollegen, Vertreter der Aufsichtsbehörden sowie potenzielle Nutzer zu kurz. Dafür war im Projektantrag mehr Raum vorgesehen gewesen. Aber durch das Verbleiben der Anlage in Indien wird dieser Punkt über den Projektzeitraum hinaus weiter verfolgt.

Wie vorgesehen wurde in Zusammenarbeit mit dem IWG/SWW der handbuchartige Leitfaden ausgearbeitet.

#### 4. Voraussichtlicher Nutzen (Verwertungsplan)

Der Work Shop, der im Oktober 2007 in Neu Delhi stattfand, stieß auf ein großes Interesse von Seiten der Behörden und der Wasserwirtschaft. Es waren Vertreter der Regierung (Umweltamt) anwesend, die sich sehr interessiert an der Technologie gezeigt haben. Das Delhi Jal Board, das die Yamuna Vihar STP Kläranlage betreibt und bei der Aufstellung der Demonstrationsanlage unterstützend mitgewirkt hat, zieht in Betracht mehrere Scheibentauchkörperanlagen zu bestellen und an verschiedenen Standorten zu betreiben.

Eingeladen waren auch Manager aus der Wirtschaft, speziell aus dem Tourismus/Hotelgewerbe. In diesem Bereich ist das Interesse groß, da sich für Hotels und Freizeitressorts Scheibentauchkörperkläranlagen auf Grund der einfachen Handhabung als sehr geeignet erwiesen haben. Durch die Aufnahme von neuen Kontakten erwartet die Dr. Scholz und Partner GmbH zukünftig mehr Anfragen aus dem Tourismusbereich über LVK ENVIRO CONSULTANTS.

Nach Ablauf des Projektes und dem Freistellungsbescheid des Projektträgers Forschungszentrum Karlsruhe, Anfang 2008, wurde die Demonstrationsanlage auf der Yamuna Vihar Kläranlage, LVK ENVIRO CONSULTANTS übergeben. Diese wird die Anlage abbauen und an einem anderen Aufstellungsort, als exportorientierte Referenzanlage weiter betreiben.

Jedoch wird die Demonstrationsanlage ohne Photovoltaikanlage wieder aufgebaut, da sich herausgestellt hat, dass die Energieversorgung der Anlage zu gering ausgelegt war. Eine Aufrüstung der Photovoltaikanlage auf einen Verbrauch von 15 kWh/d käme zu teuer und würde sich nicht amortisieren.

Durch den Demonstrationsbetrieb haben sich neue Erkenntnisse und Optimierungspotentiale (Solarbetrieb, Scheibenbelastung, usw.) ergeben.

Es hat sich herauskristallisiert, dass die Anlage, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus, zu kostspielig ist, um im Inselbetrieb mit Solarzellen betrieben zu werden. Darum wurde für nachfolgende Projekte angedacht, die Energieversorgung der Anlage mit verschiedenen Stromerzeugern zu kombinieren, um eine optimale und kostengünstige Energieversorgung sicher zu stellen.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Änderungsvorschläge:

- Optimierung der Anlage durch die gewonnen Erkenntnisse in Indien;
- Hinzuziehung eines weiteren Stromerzeugers (z.B. Biogas) zur Verkleinerung der Photovoltaikanlage;
- Integration einer Stromsteuereinheit für alle Stromerzeuger;
- Verwendung der neuesten Photovoltaikgeneration (Stand der Technik);
- Auslegung der Anlage auf 230 V Wechselstrom.



Durch die große Nachfrage und den Bedarf an Solarzellen weltweit verbessert sich auch der Stand der Technik permanent. Dadurch könnte für ein nachfolgendes Projekt auf eine verbesserte und günstigere Technologie zugegriffen werden.

Diese Erkenntnisse, welche hauptsächlich die Auslegung und den Betrieb betreffen, sollen in die Planung eines neuen Forschungsprojektes mit einfließen und zur Optimierung beitragen. Angedacht war zunächst das Forschungsprojekt „Integriertes Wasserressourcen Management in Vietnam“. Ob das Projekt fortgeführt wird ist noch offen.

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen folgender Messen auf Gemeinschaftsständen des BMBF vorgestellt:

- Messe H<sub>2</sub>O Vietnam, 2005 (11. - 14.10. in Ho-Chi-Minh-Stadt)
- Messe Wasser Berlin, 2006 (03. - 07.04 in Berlin)
- Messe WATEC Israel, 2007 (30.10. - 01.11. in Tel Aviv)

Des weiteren bei folgenden Messen, Kongressen und Seminaren im Rahmen der Firmen- und Produktpräsentation von Dr. Scholz und Partner GmbH.

Auf internationalen Messen und Konferenzen:

- Messe SMAQUA 2008, Zaragoza, Spanien
- 1. internationale Umweltmesse FIMA 2008, Bogota, Kolumbien
- Internationaler Kongress & Umwelt-Fachausstellung Ambientec 2007, Bogota, Kolumbien
- EUROPEAN BUSINESS FORUM 2007, Santo Domingo, Dominikanische Republik
- 3. Internationales Umweltsymposium 2008, Havanna, Kuba

Im Rahmen der AHK-Geschäftsreisen „Erneuerbare Energien“:

- AHK-Geschäftsreise Zentralamerika April 2008, Guatemala Stadt, Guatemala
- AHK-Geschäftsreise Peru Dezember 2007, Lima, Peru
- AHK-Geschäftsreise Kuba September 2007, Havanna, Kuba
- AHK-Geschäftsreise Dominikanische Republik Dezember 2006, Santo Domingo

Es ist geplant mit interessierten Partnern, aus der Wirtschaft und/oder Universitäten, in Kuba und der Dominikanischen Republik jeweils eine Demonstrationsanlage kombiniert mit Photovoltaik und Netzstrom zu erstellen.

Die Suche nach lokalen Partnern und einem geeigneten Aufstellungsort ist noch nicht abgeschlossen.

## 5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es ist bekannt, dass ein französischer Hersteller auf der „Woche der Umwelt“ in Berlin 2007, ein Konzept vorgestellt hat, das einen Scheibentauchkörper gekoppelt mit Photovoltaik zeigt. Die Speicherung der überschüssigen Energie sollte nicht in Batterien erfolgen, sondern zur Produktion von Wasserstoff genutzt werden, um damit Strom für den Nachtbetrieb zu produzieren.

Des Weiteren ist nicht bekannt, dass während der Laufzeit des Projektes von anderen Stellen weitere vergleichbare Demonstrationsanlagen gebaut wurden oder ähnliche Versuche unternommen wurden.

## 6. Veröffentlichungen des Ergebnisses

**Blank (2008):** Blank, A., Dissertation „Einfluss der Abwassertemperatur auf Bemessung, Auslegung und Reinigungsleistung von Scheibentauchkörperanlagen“, voraussichtliche Veröffentlichung Herbst 2008

**Blank et al (2009):** Blank, A., Hoffmann, E., Hahn, H.H., Schweitzer, D., Pfeiffer, R., Leitfaden „Untersuchung, Modellierung und Demonstration der Leistungsfähigkeit und Flexibilität von Scheibentauchkörperanlagen“, voraussichtliche Veröffentlichung 2009

**Hewer (2008):** Hewer, N., Diplomarbeit „Quantifizierung der Reinigungsleistung eines Scheibentauchkörpersystems mit nachgeschaltetem Langsandsandfilter in Indien“, 2008

**Kessler (2007):** Kessler, R., Diplomarbeit „Reinigungsleistung einer solarbetriebenen Scheibentauchkörperanlage in Indien“, 2007

**Reder (2008):** Reder, E., Seminararbeit „Evaluation of Rotating Biological Contactors (RBC) Run by Solar Energy“, 2008

Geplant ist, die Ergebnisse auf folgenden Homepages zu veröffentlichen:

<http://www.uni-karlsruhe.de>

<http://www.system-s-and-p.de>

**Anlage 1: Erfolgskontrollbericht (III)**

**Anlage 2: Berichtsblatt / Document Control Sheet (IV)**