

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02 WD 0610 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

**Schlussbericht**  
zum BMBF-Projekt

**SANSED II: Schließen von Nährstoffkreisläufen über hygienisch unbedenkliche Substrate aus dezentralen Wasserwirtschaftssystemen im Mekong Delta, Vietnam – Teilprojekt 7**

Förderkennzeichen:  
**02 WD 0626**

Zuwendungsempfänger:

HANS HUBER AG, Berching  
Kooperationspartner

Laufzeit des Vorhabens:  
01.05.2005 - 31.12.2008

30.06.2009

## I. Kurzdarstellung

### Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung .....	3
2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde.....	6
3	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	8
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	11
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	12

## 1 Aufgabenstellung

### Aufgabenstellung des Projekts

Heutzutage haben 1,2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser und 2,7 Milliarden Menschen leben weltweit ohne adäquate Abwasserentsorgung. Besonders kritisch sind die Lebensbedingungen in Ländern wie Asien, Afrika und Lateinamerika, wo oft auch die Verfügbarkeit von Nährstoffen für die Landwirtschaft begrenzt ist. Auch am Mekong-Delta in Süd-Vietnam fehlt eine flächendeckende Infrastruktur für die Wasserver- und Abwasserentsorgung. In der Region hat nur ein Drittel der Bevölkerung Zugang zu unbedenklich sauberem Trinkwasser. Das Abwasser aus den größeren Ballungszentren wird durch ein spärliches Kanalisationssystem gesammelt und meistens unbehandelt in den Vorfluter eingeleitet. Die Folgen sind eine starke Belastung des Flusswassers mit Schmutzstoffen und die Gefahr der Verbreitung von Krankheiten. Hinzu kommt, dass die Böden im Mekong-Delta zwar fruchtbar sind, zur Hälfte aber durch hohe Schwefel- und Salzgehalte aus dem Meer belastet sind. Somit ist auch die Verfügbarkeit von Nährstoffen für den Reis- und Gemüseanbau begrenzt.

Aufgrund der erheblichen Investitions- und Betriebskosten, des hohen Wasserverbrauchs sowie der prozessbedingten Elimination der Nährstoffe stellt das herkömmliche Abwasserreinigungssystem mit flächendeckendem Kanalisationsnetz und zentraler Kläranlage keine geeignete Lösung für das Entwicklungsland Vietnam dar. Eine nachhaltige Entwicklung der Mangelregion wird durch den Einsatz dezentraler Sanitärkonzepte mit und ohne Stofftrennung möglich, welche auf die Wiederverwendung des gereinigten Abwassers und die Verwertung der im Abwasser enthaltenen Nährstoffe nahe am Entstehungsort basieren. Da das Land Vietnam am Anfang des Ausbaus seiner Infrastrukturen steht, hat es die einmalige Chance, die bestverfügbaren Technologien und Methoden für ein kleinräumiges Recycling zu nutzen und dabei die ressourcenintensiven Umwege, welche die Industriestaaten gegangen sind, zu vermeiden.

Viel versprechende Verfahren, die eine sinnvolle Umsetzung der dezentralen Lösungsansätze ermöglichen, sind bspw. die Feinstsiebung für die mechanische Vorbehandlung von Rohabwasser, die Membranfiltration für die Aufbereitung von Grauwasser, die Kombination von Fällung, Strippung und Adsorption für die Behandlung von Urin sowie die Anaerobtechnik für die gemeinsame Behandlung von Fäkalien und Bioabfällen.

### Aufgabenstellung für den Kooperationspartner Hans Huber AG (gemäß Hauptantrag)

#### **DeSa/R-Module**

Im Rahmen des SANSED-II-Projekts hat die Hans HUBER AG unter der Federführung der Universität Bonn eine dezentrale Abwasseraufbereitungsanlage mit Abwasserseparation auf dem Universitätsgelände in Can Tho errichtet. Bei diesem innovativen DeSa/R-Konzept (DeSa/R = Decentralised Sanitation and Reuse) werden Fäkalien, Urin und das sog. Grauwasser (Abfluss von Duschen und Handwaschbecken) aus einem bestehenden Wohnheim (Dormitory B23, 100 Studenten) separat erfasst und durch die neuentwickelten DeSa/R-Module behandelt (Abb. 1). Ziel ist dabei, im Sinne einer nachhaltigen Abwasserbehandlung die gereinigten Abwässer und die darin enthaltenen Nährstoffe soweit wie möglich wiederzuverwerten. So wird beispielsweise bei der HUBER-Urinbehandlung Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) in fester Form produziert, welches als Dünger in der Landwirtschaft verwendbar ist und somit eine attraktive Alternative zum teuren Mineraldünger darstellt. Zielstellung der Firma HUBER ist, in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern neben der technischen Durchführbarkeit auch die Anpassung des am Firmensitz entwickelten DeSa/R-Konzepts an die spezifischen Randbedingungen von Vietnam.

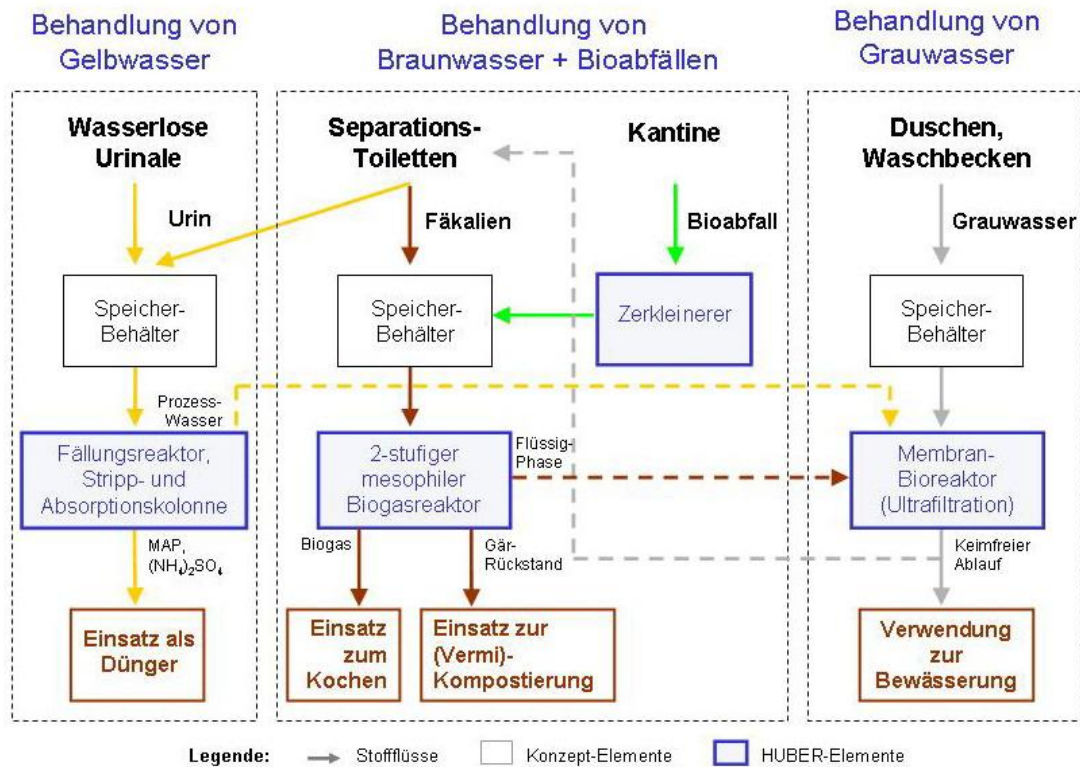


Abbildung 1: De/Sa/R-Konzept für Dormitory B23 auf dem Campus der CanTho-Universität, Vietnam

### MeChem-System mit Feinstsiefung

Im Rahmen des SANSED-II-Projekts wurde ein einfaches MeChem-Konzept (MeChem steht für chemische/mechanische Abwasserreinigung) zur dezentralen bzw. semi-zentralen Abwasserreinigung für eine vietnamesische Siedlung in Südvietnam beispielhaft realisiert. Mit dem modularen System wird ein Teilstrom des Rohabwassers aus der touristisch geprägten Siedlung am Long Hai Beach mechanisch aufbereitet (Rückhaltung eines großen Anteils von Feststoffen) und anschließend ins Meer eingeleitet. Die Aufstellung der Behandlungsmodulare an der Einleitungsstelle eines Hauptleiters erfolgte in Zusammenarbeit mit der lokalen Ba Ria Vung Tau Urban Sewerage and Drainage Company und dem Southern Institut of Water Resources Research. Das primäre Ziel der Firma HUBER ist die Anpassung und Erprobung einer dezentralen Vorreinigung des Abwassers zur Reduzierung der stofflichen Belastung von Gewässern dort, wo noch keine konventionelle Abwasserreinigung etabliert ist und Abwasser ungeklärt eingeleitet wird. In Abbildung 2 ist das MeChem-Konzept dargestellt, welches im Rahmen des SANSED-Projekts in Vietnam realisiert wurde.

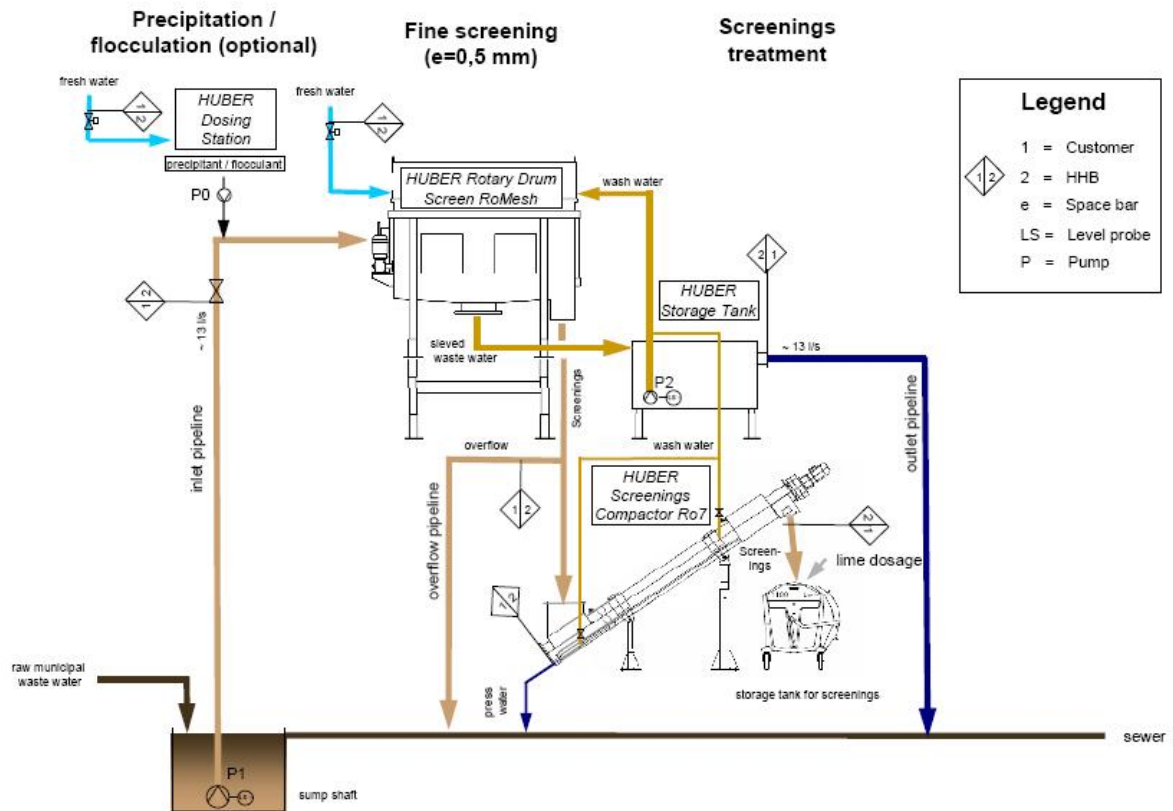


Abbildung 2: MeChem-Konzept für die Teilreinigung von kommunalem Abwasser mit dem Ziel der Einleitung

## 2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

### **Gelbwasseraufbereitung mit MAP-Fällung, Strippung und chemische Wäsche**

Die Firma HUBER arbeitet seit mehreren Jahren an der Entwicklung neuartiger Technologien für die spezifische Behandlung von menschlichem Urin aus wasserlosen Urinalen und NoMix-Toiletten. Das Ziel ist die Rückgewinnung der im Urin enthaltenen Nährstoffe Phosphor und Stickstoff, welche als wertvolle Düngemittel gelten. Eine geeignete Methode für die Urinbehandlung stellt die Verfahrenskombination aus Fällung, Strippung und Absorption dar. Aus unverdünntem bzw. gering verdünntem Urin lassen sich dabei Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) und Ammoniumsulfat  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  produzieren.

Die großtechnische Umsetzung dieser Verfahrenskombination realisierte die Firma HUBER erstmalig mit der s.g. HUBER-Urinbehandlungsanlage, welche für die Behandlung des Urins aus dem eigenen Verwaltungsgebäude eingesetzt wird. Erste Erfahrungen haben gezeigt, dass durch Zugabe von Magnesiumoxid eine hohe Rückgewinnung von Phosphor möglich ist (85-90%). Darüber hinaus konnte eine Stripp- und Absorptionsleistung von über 85 % erzielt werden. Im Rahmen des Projekts soll das Verfahren optimiert und an die Randbedingungen in Vietnam angepasst werden.

### **Braunwasserbehandlung mit Biogasreaktor**

Seit einiger Zeit hat sich die Firma HUBER die anaerobe Behandlung von Fäkalien zur Aufgabe gestellt. Ziel ist dabei der Abbau der organischen Stoffe durch Produktion von energiereichem Biogas und wertvollem Gärrest. Das Biogas kann hierbei zur Wärme- und Energieerzeugung eingesetzt werden, zusätzlich stellt der Gärrückstand ein wertvolles Bodenverbesserungsmittel für die landwirtschaftliche Produktion dar.

Auf der Basis von Laboruntersuchungen wurde ein 2-stufiger, thermophiler Biogasreaktor entwickelt, der ein Festbett in der 2. Stufe trägt. Erste Versuche mit dem neuartigen Verfahren haben gezeigt, dass selbst bei geringen hydraulischen Aufenthaltszeiten ein hoher Abbau der Fäkalien und eine deutliche Reduzierung der Keimzahl stattfinden. Infolge dieser vielversprechenden Ergebnisse soll u.a. am Standort Vietnam eine Biogasanlage demonstrativ installiert und betrieben werden.

### **Grauwasseraufbereitung mit Membranbelebung**

Seit einiger Zeit hat sich die Firma HUBER die spezifische Behandlung von Abwasser aus Bade- und Duschwannen, Handwaschbecken und Waschmaschinen sowie des Küchenabwassers zur Aufgabe gestellt. Ziel ist dabei die Aufbereitung des so genannten Grauwassers zu hygienisch einwandfreiem, geruchs- und schwebstofffreiem Betriebswasser, welches entsprechend seiner Qualität für die Toilettenspülung, zur Bewässerung, für Reinigungszwecke oder auch zum Wäschewaschen eingesetzt werden kann.

Erste fundierte Erfahrungen im Bereich der Grauwasseraufbereitung mit Hilfe der HUBER-Membranbelebung (Ultrafiltration) lagen bereits im Vorfeld des Forschungsprojekts vor. Im Rahmen von eigenen Forschungsarbeiten, die bereits im Jahr 2003 begonnen haben, konnte eine MBR-Versuchsanlage erstmalig für die Behandlung von Grauwasser aus dem eigenem Firmen-Verwaltungsgebäude in Erasbach getestet werden. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse hat sich die Firma entschieden, das Behandlungssystem an die Randbedingungen in Vietnam anzupassen.

### **Feinstsiegung**

Über viele Jahre hinweg hat die Firma HUBER eine Vielzahl verschiedener Rechen- und Siebanlagen entwickelt und erfolgreich in den Markt der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung eingeführt. Die Weiterentwicklung der Siebanlagentechnik hin zur Abscheidung feinsten Partikel ermöglicht neue interessante Anwendungsmöglichkeiten. So ist die Abscheidung

von Haaren und Faserstoffen eine grundlegende Voraussetzung für die biologische Abwasserreinigung mit dem Membranbelebungsverfahren. Eine weitere Anwendung ergibt sich im Bereich „River- and Sea- Outfall“. Da derartige Anwendungen oftmals nur über eine mechanische Reinigung verfügen, ist es hierbei erforderlich, den CSB/BSB-Gehalt des in den Vorfluter geleitetes Abwasser so weit wie möglich zu reduzieren. Um die Reinigungsqualität weiter zu steigern, können zusätzlich Fällungs- und Flockungsmittel zum Einsatz kommen.

Eigene Untersuchungen am Standort Deutschland haben gezeigt, dass durch Anwendung eines Feinstsiebs mit einer Maschenweite von 0,2 mm eine Reduktion der abfiltrierbaren Stoffe (AFS) bis zu 50 % erreicht werden kann. Durch Zugabe von Flockungshilfsmitteln erhöht sich die Abscheideleistung deutlich. Eine Elimination der Feststoffe bis zu 95 % konnte bereits ermittelt werden. Für Länder wie Vietnam, in denen es keine Kläranlagen gibt, stellt eine solche Verfahrenstechnik eine günstige Möglichkeit, um die Belastung von Gewässer durch ungereinigtes Abwasser zu reduzieren. Im Rahmen des Forschungsprojekts soll die Reinigungsleistung einer Siebung (Maschenweite von 0,5 mm) beim Betrieb mit vietnamesischem Abwasser erprobt werden.

### **3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

#### **Planung des Vorhabens**

Detaillierte Angaben zu den geplanten Aktivitäten der Firma HUBER sind dem Antrag zu entnehmen.

#### **Ablauf des Vorhabens**

##### **Gelbwasserbehandlung mit MAP-Fällung, Strippung und chemische Wäsche**

- Juni 2005: Kick-off Meeting in Vietnam
- Okt. 2005: Vorstellung der Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojekts während der Teilnahme an der Messe "H2O Vietnam 2005"
- Jan. 2006: Schulung von Herrn Ty (vietnamesischer Mitarbeiter, zuständig für die De-Sa/R-Module) in Berching
- Jan. 2006: Projektbesprechung in Berching; Teilnehmer: Projektkoordination (Uni Bonn) und HUBER
- März 2006: Lieferung des Fällungsreaktors (NuRec)
- April 2006: Projektbesprechung in Bonn (Teilnehmer: alle deutschen Kooperationspartner z.B. Uni Bonn, HUBER)
- Juni 2006: Transport und Montage durch Herrn Sangl (HUBER-Diplomand) sowie durch HUBER-Monteur
- Aug. 2006: Inbetriebnahme und Schulung durch Herrn Sangl
- Aug.-Okt. 2006: Know-How-Transfer durch Herrn Schwarz (HUBER-Student)
- Aug. 2006 – Juli 2007: Durchführung begleitender Untersuchungen zur MAP-Fällung, Strippung und chemische Wäsche am Standort Berching
- April 2007: Schulung von Frau Antonini (Uni Bonn) in Berching
- Mai 2007: Verfahrenstechnische Optimierung der Luftführung und Wiederinbetriebnahme der modifizierten Anlage durch Frau Antonini
- Mai – Juli 2007: Durchführung von Untersuchungsreihen durch Frau Antonini
- Juli 2007: Abstimmung der weiteren Aktivitäten mit Herrn Tien (Uni Can Tho) während des Vor-Ort- Besuchs von Frau Schlapp (HUBER-Mitarbeiterin)
- Aug. 2007: Festlegung der weiteren Vorgehensweise in Berching; Teilnehmer: Frau Antonini (Uni Bonn), Frau Dr. Paris und Frau Schlapp (HUBER-Mitarbeiter)
- Okt. 2007: Wiederinbetriebnahme der optimierten Anlage durch Frau Antonini
- Okt. 2007: Vor-Ort-Besuch durch Frau Dr. Paris (HUBER)
- Okt.– Dez. 2007: Durchführung von Testreihen durch Frau Antonini
- Dez. 2007: Vorübergehende Außerbetriebnahme der Anlage durch Frau Antonini in Abstimmung mit HUBER und der Uni Can Tho (Herr Tien)
- März 2008: Besprechung der Ergebnisse in Berching; Teilnehmer: Frau Antonini, Frau Dr. Paris; Frau Schlapp und Herr Köhler
- Dez. 2008: Vorübergehende Außerbetriebnahme der Anlage durch der Uni Can Tho



### **Braunwasserbehandlung mit Biogasreaktor**

- Juni 2005: Kick-off Meeting in Vietnam
- Okt. 2005: Vorstellung der Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojekts während der Teilnahme an der Messe "H<sub>2</sub>O Vietnam 2005"
- Jan. 2006: Schulung von Herrn Ty (vietnamesischer Mitarbeiter, zuständig für die De-Sa/R-Module)
- Jan. 2006: Projektbesprechung in Berching; Teilnehmer: Projektkoordination (Uni Bonn) und HUBER
- März 2006: Lieferung des 2-stufigen mesophilen Biogasreaktor (2M-BioR)
- *März – Aug. 2006: Begleitende Untersuchungen mit Braunwasser am Standort Berching*
- April 2006: Projektbesprechung in Bonn; Teilnehmer: alle deutschen Kooperationspartner z.B. Uni Bonn, HUBER
- Juni 2006: Transport und Montage durch Herrn Sangl (HUBER-Diplomand) sowie durch HUBER-Monteur
- Aug. 2006: Inbetriebnahme durch Herrn Schwarz (HUBER-Student)
- Aug.-Okt. 2006: Schulungen und Know-How-Transfer durch Herrn Schwarz (HUBER-Student)
- *Aug. 2006 – Jan. 2007: Durchführung vergleichender Testversuche am Standort Berching*
- Juli 2007: Optimierung der Anlage in Abstimmung mit Herrn Kilmlavane (Uni Can Tho)
- Okt. 2007: Schulung eines vietnamesischen Studenten durch Frau Nuber (Uni Bonn)
- April – Okt. 2008: Durchführung von Untersuchungsreihen durch Herrn Ottenheim (Diplomand-Uni Bonn)

### **Grauwasseraufbereitung mit Membranfiltration**

- Juni 2005: Kick-off Meeting in Vietnam
- Okt. 2005: Vorstellung der Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojekts während der Teilnahme an der Messe "H<sub>2</sub>O Vietnam 2005"
- Jan. 2006: Schulung von Herrn Ty (vietnamesischer Mitarbeiter, zuständig für die De-Sa/R-Module)
- Jan. 2006: Projektbesprechung in Berching; Teilnehmer: Projektkoordination (Uni Bonn) und HUBER
- März 2006: Lieferung der Aggregate- und Filtrationseinheit (MCB6)
- April 2006: Projektbesprechung in Bonn; Teilnehmer: alle deutschen Kooperationspartner z.B. Uni Bonn, HUBER
- Juni – Juli 2006: Transport und Montage durch Herrn Sangl (HUBER-Diplomand) sowie durch HUBER-Monteur
- Aug. 2006: Inbetriebnahme durch Herrn Schwarz (HUBER-Student)
- Aug.-Okt. 2006: Schulungen und Know-How-Transfer durch Herrn Schwarz (HUBER-Student)
- Juli 2007: Instandsetzung der Anlage durch Frau Schlapp (HUBER-Mitarbeiterin) in Abstimmung mit Herrn Hoang (Uni Can Tho)

- Okt. 2007: Konstruktive und verfahrenstechnische Optimierung der Anlagentechnik durch Herrn Köhler (HUBER-Diplomand) in Zusammenarbeit mit der Uni Can Tho
- Okt. 2007: Vor-Ort-Besuch durch Frau Dr. Paris
- Okt. 2007: Inbetriebnahme durch Herrn Köhler
- Okt.– Dez. 2007: Durchführung von Untersuchungsreihen durch Herrn Köhler
- Dez. 2007: Know-How-Transfer durch Herrn Köhler
- Jan. 2008: Vorübergehende Außerbetriebnahme der Anlage durch Herrn Köhler in Abstimmung mit HUBER und der Uni Can Tho (Herr Hoang)
- März 2008: Besprechung der Ergebnisse in Berching; Teilnehmer: Frau Antonini (Uni Bonn), Frau Dr. Paris; Frau Schlapp und Herr Köhler (HUBER)

### **MeChem-System mit Feinstsiebung (RoMesh) und Kompaktor (Ro 7)**

- Juni 2005: Kick-off Meeting in Vietnam
- Okt. 2005 Vorstellung der Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojekts während der Teilnahme an der Messe "H<sub>2</sub>O Vietnam 2005"
- Jan. 2006 Projektbesprechung in Berching; Teilnehmer: Projektkoordination (Uni Bonn) und HUBER
- April 2006: Projektbesprechung in Bonn; Teilnehmer: alle deutschen Kooperationspartner z.B. Uni Bonn, HUBER
- Juli 2007: Treffen von HUBER (Herr Heindl und Frau Schlapp) mit Frau Long (Southern Institute of Water Resources Research), um die Möglichkeit einer Kooperation zu eruieren
- Dez. 2007: Zuwendungsbescheid für Aufstockung
- Jan. – Jun. 2008: Vorbereitung und Abschluss des Kooperationsvertrags zwischen der Hans Huber AG, der Huber Technology Asia-Pacific Pte Ltd, der Ba Ria Vung Tau Urban Sewerage and Drainage Company und des Southern Institute of Water Resources Research
- März 2008: Unterstützung der Baumaßnahmen in Long Hai durch Herrn Heindl während eines Vor-Ort- Besuchs
- März – Mai 2008: Aufbau und Testbetrieb der Anlage auf der KA Neumarkt
- April 2008: Aktive Teilnahme am SANSED Workshop in Can Tho durch Herrn Meyer (HUBER-Praktikant)
- April 2008: Klärung der weiteren Vorgehensweise zwischen Herrn Meyer und Frau Long und Besuch des aktuellen Bauvorhabens am Aufstellungsort
- Juni 2008: Lieferung der Komponenten vom MeChem-System
- Juli 2008: Besuch von Frau. Long in Berching (Besichtigung verschiedener Aufbereitungsanlagen, Besprechung der ersten Ergebnisse mit der MeChem-Anlage)
- Juli – August 2008: Transport und Montage durch Herrn Meyer sowie durch HUBER-Monteur
- Aug. 2008: Inbetriebnahme durch Herrn Meyer in Kooperation mit den vietnamesischen Partnern
- Aug.- Sep. 2008: Betrieb der Anlage durch Herrn Meyer zusammen mit den vietnamesischen Betreibern
- Sep. 2008: Schulung an der Anlage durch Herrn Meyer

#### **4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

##### 4.1. Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden,

Nicht zutreffend, da die Verfahren beim Industriepartner selbst weiterentwickelt wurden.

##### 4.2. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste,

Die im Rahmen des Projekts verwendeten Literaturquellen sind im Abschnitt „II Eingehende Darstellung“ des Schlussberichts unter dem Kapitel „Erzielte Ergebnisse“ aufgeführt.

## **5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Die Installation und Optimierung der DeSa/R-Komponenten erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Universität Bonn und den vietnamesischen Kooperationspartnern. Im Rahmen einer weiteren Kooperation mit der Ba Ria Vung Tau Urban Sewerage and Drainage Company und dem Southern Institut of Water Resources Research wurde das MeChem-System in Long Hai Beach aufgestellt und an die örtlichen Randbedingungen angepasst.