



AZ 23860/02

**Entwicklung eines einfachen Membranfiltrations-
gerätes zur Aufbereitung von Trinkwasser aus
Oberflächenwasser für kleine Personengruppen
in Notsituationen (2. Phase)**

Abschlussbericht zum 31.03.2011

Projektleitung:

Univ. Prof. Dr.-Ing. F.-B. Frechen

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG UND VORBEMERKUNGEN	1
1.1	Zum DBU-Vorhaben Az 23860/02.....	1
1.2	Nutzung von parallelen, nicht von der DBU geförderten Arbeiten für das DBU-Projekt Az 23860/02.....	2
2	KICK-OFF-WORKSHOP AM 08.06.2010.....	5
3	BEDARFSANALYSE UND RISIKOABSCHÄTZUNG	7
3.1	Bedarfsanalyse.....	7
3.2	Risikoabschätzung	10
4	OPTIMIERUNGEN AN DER PILOTANLAGE / ENTWICKLUNG UND BAU DER KLEINSERIE.....	15
4.1	Arbeitsschwerpunkte.....	15
4.1.1	Gehäuse.....	15
4.1.2	Membrandämmung	22
4.1.3	Behälterdurchführung / Anschlusset / Permeathahn	23
4.1.4	Membranmodul	27
4.1.5	Piktogramme	27
5	MEMBRANTESTS UNTER EXTREMBEDINGUNGEN UND WEITERGEHENDE TESTS	31
5.1	Arbeitsschwerpunkte.....	31
5.1.1	Versuche zum Einfluss einer diskontinuierlichen Betriebsweise auf die hydraulische Leistungsfähigkeit.....	31
5.1.2	Versuche mit hoher Feststoffbelastung	37
5.1.3	Einfluss der Betriebsweise auf den Keimrückhalt / Einfluss sehr hoher Keimbelastungen.....	39
5.1.4	Einfluss von Membranbeschädigungen auf den Keimrückhalt	46
5.1.5	Einfluss extremer Witterungseinflüsse.....	47
5.1.6	Versuche zum Rückhalt problematischer Stoffe und Viren.....	49
5.1.7	Versuche zur Integration einer einfachen, stromlosen Chlorung des Permeats	51
5.2	Schlussfolgerungen.....	53
6	ENTWICKLUNG TESTPROGRAMM KLEINSERIE	56
6.1	Versuche im Inland	56

	Seite
6.2 Feldtest in aktuellen Einsatzgebieten	57
7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	59
ANHANG.....	61
1 BERICHT KICK-OFF-WORKSHOP AM 08.06.2010	62
2 VARIANTEN BEHÄLTERDURCHFÜHRUNG UND MEMBRANANSCHLUSS	84
3 KONSTRUKTIONSZEICHNUNGEN UND ENTWÜRFE.....	93
4 DATENBLÄTTER PE-SCHAUM	101
5 MESSDATEN DER VERSUCHSREIHEN.....	103
➔ Labor des Fachgebiets Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kassel	
➔ Staatl. anerkanntes Laboratorium zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Kassel	
➔ GBA Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH	
➔ SGS Institut Fresenius	
➔ Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit, Universitätsklinikum Bonn, Prof. Dr.med. M. Exner	

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Bestellte und ausgelieferte Wasserrucksäcke 03/10 – 03/11	8
Abbildung 2: Einsatzländer der ausgelieferten Wasserrucksäcke	9
Abbildung 3: Erzielbare Reduktionsleistungen verschiedener Wasseraufbereitungsverfahren für pathogene Organismen nach WHO Guidelines for Drinking-water Quality, 3 rd Edition, 2008	11
Abbildung 4: Reduzierte Cholera-Fälle durch Sari-Filter	13
Abbildung 5: Sari-Filtration	13
Abbildung 6: Erste Weiterentwicklung PE-hangeschweißt	16
Abbildung 7: Zweite Weiterentwicklung, Entwürfe mit Sicken.....	16
Abbildung 8: Zwischenentwurf 1, Einsatz in Pakistan.....	17
Abbildung 9: Zwischenentwurf 2 PE/Edelstahl, Einsatz in Pakistan	18
Abbildung 10: Entwürfe der Projektpartner zur Umsetzung des Rotomoulding- Werkzeuges	19
Abbildung 11: Erstes Musterhäuse für die Kleinserie, 12/2010	20
Abbildung 12: Aktueller Entwurf Kleinserie Wasserrucksack (mit Bodenablass).....	21
Abbildung 13: Membrandämmung.....	22
Abbildung 14: Varianten Behälterdurchführung / Anschlusset	24
Abbildung 15: Plattenabstände Membranmodul FM6 (links) u. FM10 (rechts)	27
Abbildung 16: Versuchsgruppe an einem Dorfteich in Indien	28
Abbildung 17: Versuchsgruppe in einem indischen Dorf	29
Abbildung 18: Piktogramme alt (oben) u. modifiziert (unten)	30
Abbildung 19: Diskontinuierliche Betriebsweise Versuchsreihe 1	32
Abbildung 20: Versuchsstand am Klärwerk Kassel 09/2010.....	33
Abbildung 21: Diskontinuierliche Betriebsweise Versuchsreihe Klärwerk Kassel	33
Abbildung 22: Versuchsstand am Gewässer „Ahna“	35
Abbildung 23: Flux der unterschiedlich beschickten FM10 Module	36
Abbildung 24: Versuche mit hoher Feststoffbelastung	37
Abbildung 25: Verschlämmung der Membran und des Gehäuses.....	38

Seite

Abbildung 26: Versuchsstand zur Untersuchung des Einflusses der Betriebsweise auf den Keimrückhalt / Untersuchung hoher Keimbelastungen.....	39
Abbildung 27: Coliforme im Rohwasser und Permeat der Wasserrucksäcke P5/P6	42
Abbildung 28: Versuchsstand Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“	43
Abbildung 29: Membranmodul im Trockenschrank und angebackene Deckschicht	47
Abbildung 30: Eingefrorenes Membranmodul und eingefrorener Versuchsstand.....	48
Abbildung 31: Einfache Chlorschleuse	52

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Anschlussset Variante 2	25
Tabelle 2: Anschlussset Variante 9	26
Tabelle 3: Betriebsparameter Versuche am Gewässer 11/2010	35
Tabelle 4: Ergebnisse Keimrückhalt Versuche am Gewässer „Ahna“	36
Tabelle 5: Ergebnisse der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ Wasserrucksäcke P1 bis P4.....	40
Tabelle 6: Ergebnisse der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ Wasserrucksäcke P5 und P6	41
Tabelle 7: Log-Stufen Reduktion in der Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“.....	43
Tabelle 8: Anhand der Ergebnisse des SGS Institut Fresenius ermittelte Log-Stufen Reduktion für Wasserrucksack P1 Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“	44
Tabelle 9: Ergebnisse des Versuchs „Feststoffreies Wasser“	46
Tabelle 10: Ergebnisse des Vergleichs einer beschädigten / unbeschädigten Membran ..	47
Tabelle 11: Ergebnisse einer Stichprobe nach Einfrieren der Membranmodule	49
Tabelle 12: Schwermetall- und AOX-Rückhalt zweier Wasserrucksäcke	50
Tabelle 13: Ergebnisse zum Rückhalt von Viren (Coliphagen).....	51

1 VERANLASSUNG UND VORBEMERKUNGEN

1.1 Zum DBU-Vorhaben Az 23860/02

Zum Projekt „Entwicklung eines einfachen Membranfiltrationsgerätes zur Aufbereitung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser für kleine Personengruppen in Notsituationen (2. Phase)“ (AZ 23860/02) wurde im Oktober 2009 ein Projektantrag bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) vorgelegt.

Ursprünglich war dieser Antrag **AZ 23860/02 aus Oktober 2009** auf eine Gesamtlaufzeit von **18 Monaten** angelegt worden.

Unmittelbar vor der Entscheidung über diesen Antrag wurde eine Aufteilung der Förder-summe und damit auch des Gesamtumfanges auf zwei Teile zu je 9 Monaten angeregt, die mit Datum 08.02.2010 bei der DBU eingereicht wurde.

Im März 2010 erfolgte die Bewilligung des ersten Teils, der nunmehr das Aktenzeichen AZ 23860/02 trägt. Seit der Bewilligung im März 2010 bezeichnet also das Az 23860/02 ein Projekt von 9 Monaten (erster Teil des unter demselben Aktenzeichen beantragten Gesamtprojektes, Laufzeit 18 Monate).

Der zweite Teil des ursprünglichen Projektes mit AZ 23860/02 aus Oktober 2009 wird derzeit in überarbeiteter Form unter dem AZ 23860/04 bei der DBU beantragt.

Die Teilung hat Auswirkungen auf das Arbeitsprogramm, das in dem bewilligten Projekt AZ 23860/02 (9 Monate) abgearbeitet wurde und Gegenstand dieses Abschlussberichts ist. So ist z.B. der Arbeitsschritt „Entwicklung Testprogramm Kleinserie“ in dem bewilligten Projekt AZ 23860/02 (9 Monate) enthalten und somit Gegenstand des hier vorgelegten Abschlussberichtes.

Die „Durchführung Testprogramm Kleinserie“ jedoch war ursprünglich innerhalb des Gesamtprojektes von 18 Monaten in der zweiten Hälfte vorgesehen. Sie kam also bisher planmäßig nicht zur Ausführung, ist aber Gegenstand des Projektantrags AZ 23860/04.

Hiermit wird der Abschlussbericht zum Projekt „Entwicklung eines einfachen Membranfiltrationsgerätes zur Aufbereitung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser für kleine Personengruppen in Notsituationen (2. Phase)“ (AZ 23860/02), also des **bewilligten, ersten Teils des Antrages Az 23860/02 aus Oktober 2009**, vorgelegt (9 Monate). Bei der Bewertung dieses Berichts ist die Teilung des ursprünglichen Antrages wie oben erläutert zu beachten.

1.2 Nutzung von parallelen, **nicht von der DBU geförderten** Arbeiten für das DBU-Projekt Az 23860/02

Leider bleibt unsere Welt nicht von Naturkatastrophen verschont. Bereits aus den in den Jahren 2007 bis 2009, also **vor** Bewilligung des Projektes Az 23860/02 im März 2010, durchgeführten, **vom Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft (FG SWW) finanzierten Versuchen** war bekannt, dass die hier eingesetzte Systematik äußerst positive Auswirkungen hat. Die entsprechenden Auswertungen wurden in den Antrag Az 23860/02 aus Oktober 2009 mit eingearbeitet.

Es erschien und erscheint daher aus humanitären Gründen nicht möglich, Hilfsbedürftigen nicht mindestens provisorisch zu helfen, auch wenn die dringend nötigen Arbeiten und Tests im Rahmen des Projektes Az 23860/02 (9 Monate) sowie des derzeit beantragten Projektes Az 23860/04 (9 Monate) noch nicht erledigt worden waren bzw. sind.

So wurde das FG SWW bereits anlässlich des Erdbebens in Haiti am 13.02.2010 angefragt, ob Geräte zur Verfügung stünden. Dies war nicht der Fall, weshalb das FG SWW aus Eigenmitteln zwei provisorische Geräte fertigte. Diese kamen dann letztlich ab dem 07.03.2010 in Chile nach dem dortigen schweren Erdbeben zum Einsatz, also bereits vor Projektbeginn des Projektes Az 23860/02 (9 Monate); hierüber ist im Kick-off-Workshop zum Projekt am 08.06.2010 berichtet worden, siehe Anhang zu diesem Abschlussbericht.

3 Monate nach Beginn des Projektes Az 23860/02 (9 Monate) wurde dem massiven Drängen verschiedener Hilfsorganisationen nachgegeben, und es wurden einige weitere Provisorien ausgereicht, zunächst vor allem nach Pakistan.

Diese Aktivitäten sind bezüglich Abwicklung und Finanzierung völlig unabhängig vom geförderten und durchgeführten DBU-Projekt Az 23860/02. Die Finanzierung erfolgte ausschließlich durch die Hilfsorganisationen bzw. die Nachfragenden. Zu den Nachfragenden bzw. den betreuenden Organisationen vor Ort zählen:

- ➔ action medeor e.V.
- ➔ Caribbean Environmental Health Institute (CEHI)
- ➔ Christoffel-Blindenmission Deutschland e.V.
- ➔ DBU über terre des hommes
- ➔ Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
- ➔ Generalkonsul der SR Vietnam Trang
- ➔ GTZ (heute GIZ)
- ➔ HELP Hilfe zur Selbsthilfe e.V.
- ➔ Hess. Landesregierung, Staatsminister Hahn

- ➔ Hess. Landesregierung, Staatsminister Posch
- ➔ Hilfswerk der Deutschen Lions e.V.
- ➔ Humanity Care Stiftung e.V.
- ➔ International Medical Corps
- ➔ Kinderhilfe Cusco Peru e.V.
- ➔ Kinderhilfswerk Stiftung Global-Care
- ➔ Landratsamt Aschaffenburg Hr. Mauler
- ➔ Lions Clubs (mehrere)
- ➔ medico international e.V.
- ➔ NGO's (verschiedene)
- ➔ Privatspender (siehe u.a. oben)
- ➔ Rotary-Clubs (mehrere)
- ➔ SOLWODI Deutschland e.V.
- ➔ Spenden Kasseler Bürger
- ➔ terre des hommes Deutschland e.V.
- ➔ TzuChi Foundation, Taiwan
- ➔ Unsere kleine Brüder und Schwestern Gemeinnütziges Kinderhilfswerk
- ➔ World University Service Deutschland e.V.

Die ersten dieser Provisorien waren handgefertigt (z.T. aus Edelstahl genietet etc.). Nachdem ein Privatspender 100 Stück angefordert hatte, wurde zur provisorischen Gehäuseproduktion ein Werkzeug erstellt, **auch dieses ohne jede Quersubventionierung aus DBU-Mitteln, sondern ebenfalls ausschließlich finanziert durch die Hilfsorganisationen.**

Nachdem bisher etwa 330 provisorische Geräte (nachfolgend: „Provisorien“) durch verschiedene Hilfsorganisationen in den dringend notwendigen humanitären Praxiseinsatz gebracht wurden, muss festgehalten werden, dass dies für das bisherige Projekt Az 23860/02 (9 Monate), über das hier berichtet wird, und auch für die Durchführung des derzeit beantragten Projektes Az 23860/04 **erhebliche Vorteile** hat.

Zum einen wurden im Zuge des Baus der Provisorien Erfahrungen gesammelt, die die Arbeiten im Projekt positiv befruchtet haben.

Zum anderen ergibt sich durch den – Anfang 2010 gar nicht absehbaren – bereits existierenden Einsatz in der Praxis eine wesentlich bessere Möglichkeit, Praxistests

- ➔ an verschiedenen Standorten
- ➔ nach verschieden langer Einsatzdauer
- ➔ bei unterschiedlichen
 - klimatischen Rahmenbedingungen,

- kulturellen Rahmenbedingungen
- technischen Rahmenbedingungen (Rohwasser etc.)
- situativen Rahmenbedingungen (direkte Katastrophe, Schulen, ...)
- soziologischen Rahmenbedingungen

zu testen. Dies wäre in dieser Breite ansonsten nicht möglich gewesen.

Insgesamt ist also festzuhalten, dass dem Projekt, zu dem hiermit der Abschlussbericht vorgelegt wird, neben den Fördermitteln der DBU Werte Dritter zugeflossen sind aus

- ➔ den Eigenmitteln des FG SWW und
- ➔ den Aktivitäten, die im Zusammenhang mit dem Einsatz der Provisorien, vollständig von Dritten finanziert, stehen.

Damit dies im Bericht deutlich wird, sind entsprechende Passagen, die **nicht** aus DBU-Projektmitteln, sondern von den benannten Dritten ermöglicht wurden, entsprechend markiert.

2 KICK-OFF-WORKSHOP AM 08.06.2010

Auf eine detaillierte Beschreibung der Arbeitsergebnisse des Kick-Off-Workshops am 08. Juni 2010 in Kassel wird an dieser Stelle verzichtet und auf den vorliegenden Bericht vom 06.07.2010 „Ergebnisse des Kick-Off-Workshops am 08. Juni 2010 in Kassel“ verwiesen, der im Anhang beigefügt ist. Im Folgenden werden lediglich die Kernpunkte der Ergebnisse aufgelistet.

Logistik

- ➔ Das Projekt zielt **ausschließlich** auf die Weiterentwicklung des Wasserrucksacks **als Katastrophenhilfsmittel** zur Überbrückung des Zeitraums vom Eintreten einer Katastrophe bis zur Wiederherstellung einer geordneten Wasserversorgung. Die Option, den Wasserrucksack als **Dauerversorgung** für entlegene Dörfer etc. zu nutzen, wird **in diesem Projekt nicht verfolgt**.
- ➔ Eine Kooperation bzw. Kombination des Wasserrucksacks mit der durch den Rotary-Club entwickelten und vertriebenen „Shelter-Box“ wird angestrebt. Sondierende Gespräche werden innerhalb der Projektlaufzeit geführt.
- ➔ Der Wasserrucksack wird als **Einweg-Produkt** konzipiert, das heißt, dass kein aufwendiges Ortungssystem und keine Rückhollogistik erforderlich sind. Der Wasserruck verbleibt nach Beendigung einer Notsituation am Einsatzort und kann dort ggf. weiterbenutzt werden. Ggf. können dann auch Benutzer für die Verrichtung kleinere Wartungsarbeiten geschult werden.
- ➔ Der Wasserrucksack sollte ins Portfolio der Hilfsorganisationen aufgenommen werden und in die zentralen Logistikzentren der Hilfsorganisationen eingelagert werden (z.B. DRK Berlin-Schönefeld; THW Mainz-Weisenau). Zudem sollten zentrale Lager in allen Erdteilen errichtet werden. Dieses Konzept sollte noch weiter herunter gebrochen werden auf besonders gefährdete Gebiete. **Der Bedarf kann vorerst nicht abgeschätzt werden, da kein Vertreter einer Hilfsorganisation am Workshop „Logistik“ teilnahm.**
- ➔ Das Konzept der **Piktogramme** wird als **sinnvoll** erachtet. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserrucksack anhand der Piktogramme von ungeschulten Personen bedient werden kann. Die Piktogramme sind vor einer Modifikation einem Praxistest zu unterziehen (Konfrontationstests im In- und Ausland, Bestandteil des 2. Projektteils). Ggf. ist ein **5. Piktogramm** zu ergänzen, welches die Notwendigkeit des **Vollfüllens des Wasserrucksacks** veranschaulicht.
- ➔ Eine realitätsnahe Erprobung des Wasserrucksacks im Einsatzszenario muss in Kooperation und enger Abstimmung mit den Hilfsorganisationen geschehen. Hier werden noch Partner für die Praxistests gesucht. Leider konnten im Rahmen des Workshops in Folge der geringen Teilnahme von Vertretern der Hilfsorganisationen noch keine konkreten Testprojekte oder Gebiete identifiziert werden.

Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit

- ➔ Das Gehäuse des Wasserrucksacks sollte möglichst **klein, robust, leicht und einfach zu bedienen sein** und **nach Möglichkeit nicht vom Benutzer zu öffnen** sein.
- ➔ Die Gefahren einer mögliche **Nitritbildung** aufgrund anaerober Verhältnisse im sich am Gehäuseboden angesammelten Schlamm sollten untersucht werden.
- ➔ Als Fertigungsverfahren für das Gehäuse der Kleinserie/ ersten Serie wird das **Rotomoulding-Verfahren** gewählt. Als Werkstoff wird **PE (Polyethylen)** gewählt.
- ➔ Als Schutz der Membran vor Beschädigungen in Folge von Stößen und Vibrationen wird ein **die Membran umschließendes „Dämmungs-Rack“** gewählt. Dieses Dämmungs-Rack kann z.B. aus **PE-Schaum** gefertigt werden.
- ➔ Als **Gehäuseabdeckung** wird eine **einfache, über dem maximalen Wasserstand im Gehäuse befindliche Abdeckung** gewählt.
- ➔ Die Behälterdurchführung sowie der Zapfhahn für das Reinwasser sollten **möglichst einfach gestaltet** sein und **nicht von außen entfernbar oder abschraubbar** sein dürfen.

3 BEDARFSANALYSE UND RISIKOABSCHÄTZUNG

3.1 Bedarfsanalyse

Schwere Naturkatastrophen wie Erdbeben, Überflutungen und Wirbelstürme fordern häufig nicht nur viele Menschenleben, sondern führen vielfach auch zu einer vollständigen Zerstörung der vorhandenen Infrastruktur. Die Beeinträchtigung der Daseinsvorsorge oder deren gänzliche Aussetzung kostet nach einer Naturkatastrophe meist weitere Menschenleben und erschwert das Schicksal der Überlebenden zusätzlich. Die dringlichste Aufgabe der Nothilfe nach Naturkatastrophen besteht somit in der schnellstmöglichen Wiederherstellung der Grundversorgung mit Trinkwasser, um die Ausbreitung von Krankheiten zu verhindern. Verunreinigtes Trinkwasser führt zu Durchfallerkrankungen, fieberhaften Infekten bis hin zu Epidemien.

Um die Trinkwasserversorgung nach einer Naturkatastrophe schnellstmöglich wiederherzustellen, werden mobile Trinkwasserwerke eingesetzt. Diese zeichnen sich meist durch einen hohen Technisierungsgrad, hohen Personal-, Zusatzstoff- und Energiebedarf aus und dienen im Allgemeinen der Versorgung größerer Menschenmengen im Bereich mehrerer tausend Personen (Köster und Baumgarten 2005; Merkl 2000).

Diese an sich gute und nicht zu verändernde Nothilfe weist allerdings zwei Nachteile auf:

- ➔ Zum einen vergehen vom Eintreten eines Notfalls bis zur Inbetriebnahme dieser Anlagen üblicherweise mehrere Tage.
- ➔ Zum Zweiten können entlegene Gebiete damit nur sehr schwer (Wassertransport von den zentralen Anlagen in das Umfeld) oder gar nicht versorgt werden, da oben beschriebene Anlagen mangels Auslastung oder schlechter Zugänglichkeit (Flughäfen und ausreichende Straßen) der betroffenen Gebiete nicht aufgestellt werden können. Wenn in diesen Fällen ein Wassertransport in das Umland logistisch nur schwer zu organisieren oder gar nicht zu realisieren ist, wird für das betroffene Umfeld zu wenig oder gar keine Hilfe gegeben sein.

Dies führt dazu, dass den Menschen in entlegenen Gebieten (Streusiedlungen etc.) nicht gezielt / gar nicht geholfen werden kann. **Die vorhandenen Hilfsmöglichkeiten (oben beschriebene mobile Trinkwasserwerke) müssen also strukturell durch ein neuartiges Hilfsmittel ergänzt werden.**

Die heute auf dem Markt befindlichen kleinen mobilen Anlagen, die grundsätzlich zur Versorgung entlegener Gebiete geeignet wären, **können jedoch nur kleine Gruppen bis maximal 20 Personen versorgen** (Reise-/Expeditionsfilter, Tropffilter).

Während der Projektbearbeitung wurde der Bedarf an einfachen Wasseraufbereitungsanlagen insbesondere durch die Flutkatastrophe im August 2010 in Pakistan offensichtlich. Das FG SWW wurde durch Anfragen vieler Hilfsorganisationen förmlich überhäuft. Insgesamt sind seit dem am 06.07.2010 stattgefundenen Kick-Off-Meeting in Kassel derzeit 328 Wasserrucksäcke in 15 Länder geschickt worden. Das bedeutete, dass über 60.000 Menschen trinkbares Wasser mit Hilfe des entwickelten Wasserrucksacks selbst filtern können. Die Haupteinsatzländer derzeit sind Haiti (über 160 Stück), Pakistan (129 Stück) und Vietnam.

Die folgenden Grafiken veranschaulichen die seit Projektbeginn im Juni 2010 exponentiell gestiegenen Anzahl ausgelieferter provisorischer Wasserrucksäcke und die Verteilung in den jeweiligen Einsatzländern.

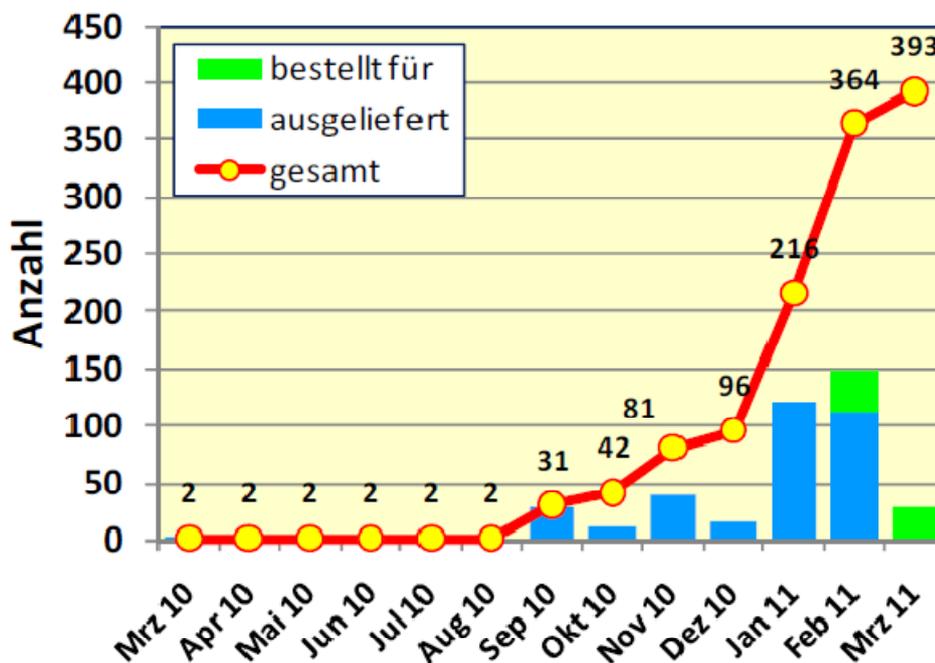


Abbildung 1: Bestellte und ausgelieferte Wasserrucksäcke 03/10 – 03/11

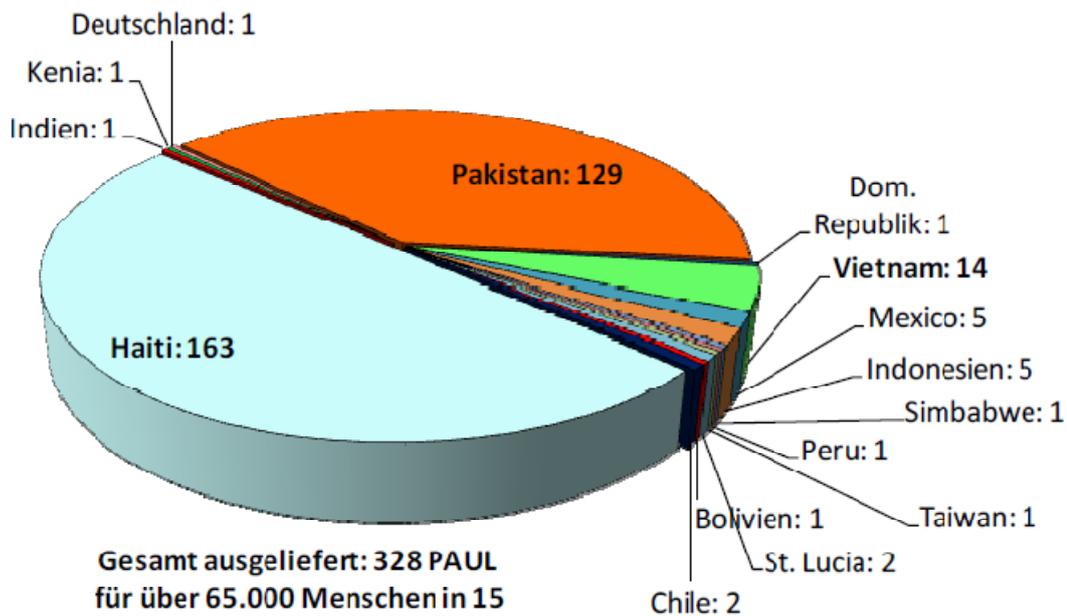


Abbildung 2: Einsatzländer der ausgelieferten Wasserrucksäcke

Auch wenn grundsätzlich nicht von einer weiteren exponentielle Steigerung der bestellten und ausgelieferten Wasserrucksäcke ausgegangen werden kann, schätzen die Projektbeteiligten die sich in kommender Zeit ergebenden Bestellungen auf ca. 150 Wasserrucksäcke pro Monat. Diese Einschätzung erscheint vor dem Hintergrund der positiven Erfahrungen und Rückmeldungen verschiedener Hilfsorganisationen und Stiftungen (z.B. Humanity Care, HDL, HELP, medico international, Kinderhilfswerk Global Care, GIZ, terre des hommes, Unsere kleinen Brüder und Schwestern, SOLWODI, LCIF etc.) und einem sich daraufhin vergrößernden Bekanntheitsgrad sehr realistisch.

Herr Oberstleutnant Klaus Wolf, der deutsche Militärattaché in Islamabad, schreibt uns aus dem Einsatz in Pakistan:

„Nach unseren Erfahrungen mit diesem Gerät kann ich nur voller Überzeugung sagen, dass diese kleinen dezentralen Lösungen, die zudem ohne Wartung auskommen und leicht zu handhaben sind, für den größten Teil der ländlichen Gebiete geeignet ist. (...) Die Menschen waren sehr dankbar und der Bedarf nach diesen Geräten ist riesig. Mir ist keine andere Alternative bekannt, die derart effektiv arbeitet. Wenn das DRK eine bessere Lösung hat, dann würden wir selbige natürlich auch gerne nutzen, aber ich habe seit meinen 2 1/2 Jahren in Pakistan nichts dergleichen gesehen.“

Ob das eines Tages serienreife, fertige Gerät in seiner Leistung den Kunden befriedigt, dürfte sich an dessen Ansprüchen orientieren. Wichtig ist dabei sicher, den Einsatzfall, für den es konzipiert wurde, mit dem vom Kunden angedachten Einsatzfall abzugleichen, um Fehleinschätzungen zu vermeiden. Zieht man die Erfahrungen der bisherigen „Kunden“

heran, die – **außerhalb des DBU-Projektes Az 23860/02** – Provisorien erhalten haben, so scheint es so, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis offensichtlich akzeptiert wird, wie der Umstand belegt, dass viele „Kunden“ nach erstmaligem Entscheid zur Beschaffung des Provisoriums erneute Nachfrage artikulieren.

3.2 Risikoabschätzung

Für die Risikoabschätzung gilt, dass die Herausgabe von Provisorien – ursprünglich nicht vorgesehen und nicht vorhersehbar – sich im Nachhinein als sehr positiv auswirkt. Insbesondere eine Risikoabschätzung auf der Basis von nur sehr wenigen Geräten und/oder nur sehr kurzer Einsatzzeit ist üblicherweise von mehr theoretischem Wert und mit extrem großen Prognoseunsicherheiten behaftet.

In der durch die Herausgabe von Provisorien entstandenen Situation kann auf eine große Grundgesamtheit zugegriffen werden, die zudem – gegen Ende beantragten Projektes Az 23860/04 – teilweise eine bereits über einjährige Einsatzdauer aufweist. Dies erlaubt eine belastbare Prognose.

Da zudem bisher ausschließlich ungetestete Provisorien im Real-Einsatz sind, wird eine darauf fußende Risikoabschätzung wegen des im Zuge des hier beantragten Projektes Az 23860/04 zu gewinnenden Entwicklungsfortschritts in jedem Fall auf der sicheren Seite liegen.

Eine umfassend basierte Risikoabschätzung ist erst nach Durchführung des beantragten Projektes Az 23860/04 möglich. Nachfolgend wird eine vorläufige Abschätzung, basierend auf den im Projekt Az 23860/02 gewonnenen Daten und Erkenntnissen, gegeben.

Zur Frage möglicher Keimdurchbrüche bei verschiedenen Aufbereitungsverfahren sei zunächst die nachfolgende Tabelle der WHO Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd Edition, 2008, zitiert, siehe Abbildung 3. Die hier eingesetzte Ultrafiltration wird dort mit einem Keimrückhalt LRV von in der Praxis 3, im Maximum 6 bewertet. In den bisher durchgeführten Test hat sich erwiesen, dass das beim Wasserrucksack verwendete Membranmodul stets oberhalb der Baseline-Reduktion nach WHO liegt.

- ➔ Im Bereich sehr hoher Keimbelastungen von 10^6 bis 10^8 MPN/100 mL wird ein effektiver Rückhalt erzielt, der die Ausgangskonzentration bis zu > 6 Log-Stufen reduziert, das heißt 99,9999 % der Keime werden zurückgehalten.

- ☞ Unter worst-case Bedingungen, das heißt bei hoher Keimbelastung und feststoff-freiem Wasser, ist immer noch von einer Reduktion für den Indikatororganismus *E.Coli* von 3,4 Log-Stufen (99,96 % Reduktion) auszugehen.

Aufbereitungsverfahren		Pathogene Gruppe	Baseline Reduktion (LRV)	Maximale Reduktion (LRV)
Filtration	Membranfiltration	Bakterien	MF:2; UF, NF, UO:3	MF:4; UF, NF, UO:6
		Virus	MF:0; UF, NF, UO:3	MF:4; UF, NF, UO:6
		Protozoen	MF:2; UF, NF, UO:3	MF:6; UF, NF, UO:6
	Keramikfilter und Kohleblockfilter	Bakterien	2	6
		Virus	1	4
		Protozoen	4	6
	Faser und Gewebefilter (z.B. Saristofffilter)	Bakterien	1	2
		Virus	0	0
		Protozoen	0	1
	Granularfilter (z.B. Schnellfilter, Kieselgur, Kohlefilter, etc.)	Bakterien	1	4+
		Virus	1	4+
		Protozoen	1	4+
UV Strahlung	Sonnenstrahlung (Sodis)	Bakterien	3	5+
		Virus	2	4+
		Protozoen	2	4+
	UV Lampe	Bakterien	3	5+
		Virus	2	5+
		Protozoen	3	5+
Chemical Desinfektion mit freiem Chlor	Bakterien	3	6	
	Virus	3	6	
	Protozoen	3	5	
	Cryptosporidien	0	1	
Themische Behandlung	Bakterien	6	9+	
	Virus	6	9+	
	Protozoen	6	9+	

Source: WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd. Edition, 2008, Tab. 7.6a (umgestellt)

These reductions are based on the results of studies reported in the scientific literature. Two categories of effectiveness are reported: baseline reductions and maximum reductions. Baseline reductions are those typically expected in actual field practice when done by relatively unskilled persons who apply the treatment to raw waters of average and varying quality in developing countries and where there are minimum facilities or supporting instruments to optimize treatment conditions and practices. Maximum reductions are those possible when treatment is optimized by skilled operators who are supported with instrumentation and other tools to maintain the highest level of performance in waters of predictable and unchanging quality (e.g., a test water seeded with known concentrations of specific microbes).

Abbildung 3: Erzielbare Reduktionsleistungen verschiedener Wasseraufbereitungsverfahren für pathogene Organismen nach WHO Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd Edition, 2008

Es bleibt in diesem Zusammenhang aber auch festzuhalten, dass Stillstandszeiten nach Filtration von extrem hoch belastetem Rohwasser zu einer reinwasserseitigen Akkumulation von *Coliformen* und teilweise von *Intestinalen Enterokokken* führen kann, was teilweise zu extrem hohen Konzentrationen im Permeat nach Wiederinbetriebnahme des Wasserrucksacks führt. Diese Akkumulation scheint jedoch reversibel zu sein und durch das Spülen mit Trinkwasser bzw. durch gering belastetes Wasser zu beseitigen sein. Nach Stillstandszeiten ist somit bei Wiederinbetriebnahme zunächst eine noch zu definierende

Menge an Permeat zunächst zu verwerfen, bevor es getrunken werden sollte. **Hier müssen sich dringend weitere Untersuchungen anschließen.**

Zu einer möglichen Membranbeschädigung bleibt zu sagen, dass eine geringfügige Membranbeschädigung durch kleinere Risse in der Membran (simuliert wurden zwei 1cm Risse auf zwei Platten) nur direkt nach Inbetriebnahme zu einer erhöhten Keimbelastung im Permeat führt. Bereits nach 20L Filtrationsmenge ist gegenüber einer vollständig intakten Membran kein signifikanter Unterschied mehr zu beobachten. Es ist davon auszugehen, dass sich kleine Risse und Beschädigungen durch angelagerte Feststoffe zusetzen und somit kein ungefiltertes Rohwasser mehr auf die Reinwasserseite gelangt. Das Risiko geringfügiger Beschädigungen ist somit als gering einzustufen. **Trotzdem müssen weitere Untersuchungen in diesem Bereich folgen.**

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass es nicht möglich ist, irgendwelche „Zertifikate“ für das gefilterte Wasser zu geben. Dies ist allein schon darin begründet, dass keinerlei Kontrolle darüber herrscht, welches Rohwasser verwendet wird.

Zudem passieren echt gelöste Inhaltsstoffe wie z.B. Nitrat, Schwermetalle und viele andere die Membran unverändert.

Jedes Trinkwasserwerk überprüft permanent die Rohwasserqualität. Trinkwasserwerke werden nur dann errichtet, wenn eine für das Rohwasser geeignete Aufbereitungstechnik zur Verfügung steht. Erinnerung sei daran, dass in Deutschland in der Vergangenheit etliche Trinkwassergewinnungen aufgegeben werden mussten, weil infolge Überdüngung die Nitratwerte im Rohwasser zu hoch wurden.

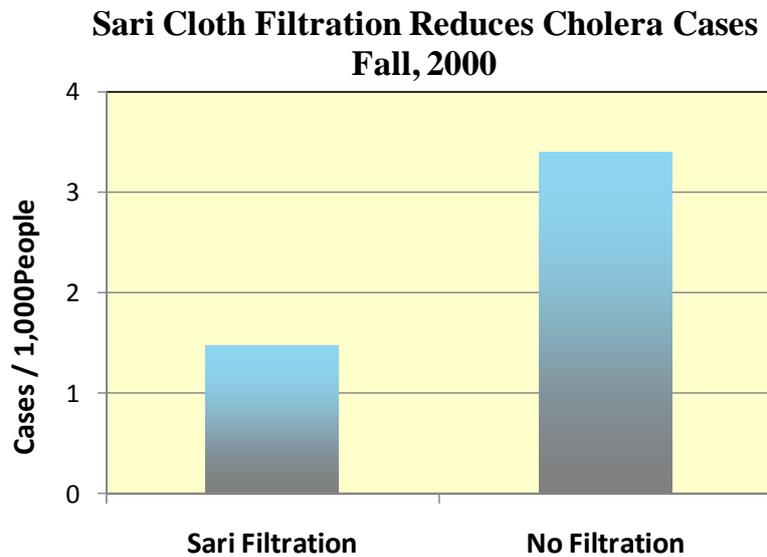
In dem typischen Einsatzszenario, für das das Gerät genutzt werden soll, nämlich in ländlichen Gebieten in Katastrophensituationen, ist eine Kontrolle des Rohwassers unmöglich. Zudem gäbe es in solchen Situationen auch gar keine Ausweichmöglichkeit.

Generell gilt, dass jedes Rohwasser durch das Gerät verbessert wird. Diesen Vorteil den notleidenden Überlebenden im Katastrophenfall vorzuenthalten, nur weil keine Zertifikate/Garantien gegeben werden können, ist inhuman.

In solchen Einsatzfällen im ländlichen Raum bei Katastrophen ist das beherrschende Problem das der Hygiene (siehe Cholera). Hier hilft das Gerät mit log-Reduktionsraten (LRV), die in der Größenordnung von **mindestens 3 bis über 6 Log-Stufen** liegen.

Frau Prof. Rita Colwell, Preisträgerin des „**Stockholm Water Prize 2010**“, hat den Preis insbesondere erhalten für den von ihr propagierten sog. "**Sari-Filter**": Sie bringt Inderinnen bei, Wasser durch einen mehrfach übereinandergelegten Sari zu filtern. Resultat: 57%

weniger Cholera-Fälle, da die Bakterien gern an riesigen Partikeln hängen, die im Sari hängen bleiben, siehe Grafik.



Quelle: Dr. Rita R. Colwell: A Voyage of Discovery: *Cholera, Climate and Complexity*
http://www.nsf.gov/news/speeches/colwell/rc01_anatlesson/sld017.htm (slide 36)

Abbildung 4: Reduzierte Cholera-Fälle durch Sari-Filter



Quelle: Dr. Rita R. Colwell: A Voyage of Discovery: *Cholera, Climate and Complexity*
http://www.nsf.gov/news/speeches/colwell/rc01_anatlesson/sld017.htm (slide 35)

Abbildung 5: Sari-Filtration

Die „Lochweite“ eines solchen einfachen Gewebefilters dürfte nach hiesiger Schätzung bei etwa 0,2 mm liegen, also 200 µm. Ein Cholera-Bakterium ist 2 µm lang und 0,3 µm im

Durchmesser, passt also ohne weiteres durch die Maschen hindurch – es sei denn, es haftet an einem „riesigen“ Partikel und bleibt daher mit diesem im Sari hängen.

Dies erklärt beides:

- ➔ warum 53% weniger Cholerafälle zu beobachten sind, und auch,
- ➔ warum immer noch 47% der Menschen an Cholera erkranken.

Dennoch ist auch eine solche – verglichen mit dem Membranfiltrationsgerät sehr einfache, dafür aber auch äußerst kostengünstige – Lösung zu begrüßen. Das Membranfiltrationsgerät wird aber, so darf bereits jetzt geschätzt werden, zu einer deutlich besseren Reduktion der Cholera-Fälle – sicher über **99,9%**, siehe LRV weiter oben – führen.

4 OPTIMIERUNGEN AN DER PILOTANLAGE / ENTWICKLUNG UND BAU DER KLEINSERIE

4.1 Arbeitsschwerpunkte

Zentrale Arbeitsschwerpunkte innerhalb dieses Arbeitsschrittes waren Optimierungen am Gehäuse der Pilotanlage und an dem eingesetzten Membranmodul. Hierbei sollte zum einen ein Gehäuse entwickelt werden, welches sich möglichst durch kleine Abmessungen, geringes Gewicht und größtmögliche Robustheit auszeichnet, dabei jedoch gleichzeitig eine ausreichende hydrostatische Druckhöhe gewährleistet. Das in diesem Arbeitsschritt weiterzuentwickelnde Gehäuse sollte letztendlich als Vorstufe für ein serienreifes und industriell in großer Stückzahl zu produzierendes Gehäuse dienen. Zum anderen sollte die Membranfläche des einzusetzenden Membranmoduls erhöht werden, um damit einen möglichst großen hydraulischen Durchfluss zu erreichen. Weitere zentrale Arbeitsschwerpunkte waren die Entwicklung einer Vorrichtung zum Schutz des Membranmoduls vor Beschädigungen infolge von Stößen und Vibrationen sowie die Weiterentwicklung der Behälterdurchführung und des Permeathahns, so dass diese nicht von außen vom Behälter gelöst und entfernt werden können.

4.1.1 Gehäuse

Aufgrund der Forderung nach einem möglichst kleinen und leichten Gehäuse wurde in einem ersten Entwicklungsschritt eine handgeschweißte PE-Variante erstellt, die mit einer Gesamthöhe von etwa 80 cm und einer Wandstärke von 2-3 mm den gestellten Anforderungen gerecht wurde. Es zeigte sich jedoch, dass aufgrund des reduzierten Wasserüberstandes über der Membran die hydraulische Leistungsfähigkeit deutlich reduziert war und es aufgrund der geringen Wandstärke nach dem Befüllen des Behälters zu starken Ausbeulungen kam, die Anlass zum Zweifel an der Festigkeit der Konstruktion gaben. Es bestand vor allem vor dem Hintergrund des realen Einsatzszenarios und möglicher hoher Belastungen durch Stöße oder Umfallen die Befürchtung, der Behälter könne leicht auseinanderbrechen. Diese erste, weiterentwickelte Gehäusevariante ist in Abbildung 6 dargestellt.

Weitere Entwürfe, die durch das Platzieren von Sicken erhöhte Steifigkeit erzeugen sollten, jedoch von der Gesamthöhe des Gehäuses mit der ersten Variante identisch waren, wurden aufgrund des bereits bekannten Problems des geringen Wasserüberstandes verworfen. Zwei dieser Entwürfe sind in Abbildung 7 dargestellt. Bei diesen Entwürfen wurden zwei unterschiedliche Strategien verfolgt. Bei der rechts im Bild dargestellten Variante wurden insgesamt größere Behälterabmessungen in Kauf genommen, dabei aber Griffmulden und der Bereich des Permeathahns im Gehäuse versenkt. Bei der links dargestell-

ten Variante wurden die Grundabmessungen des Behälters minimiert, dabei jedoch Griffe und der Bereich des Permeathahns nach außen versetzt.



Abbildung 6: Erste Weiterentwicklung PE-hangeschweiß

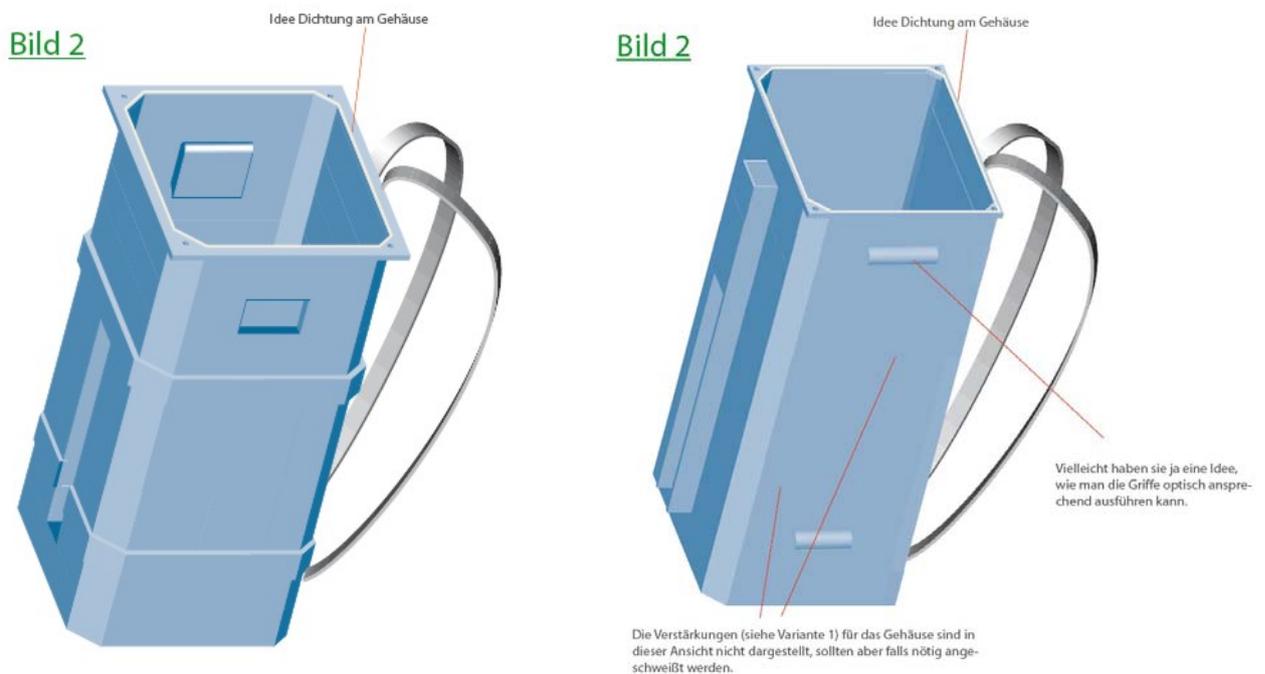


Abbildung 7: Zweite Weiterentwicklung, Entwürfe mit Sicken

Weitere **eigenfinanzierte Gehäuseentwürfe** entstanden in der Folge. Insbesondere durch die Flutkatastrophe in Pakistan und der sich häufenden Anfragen verschiedener Hilfsorganisationen nach dem Wasserrucksack wurden Mitte des Jahres 2010 noch weitere Zwischenentwürfe des Gehäuses umgesetzt, um den kurzfristigen Bedarf zu decken. Hierbei konnten in der Kürze der Zeit nicht immer alle Anforderungen (möglichst kleines Gehäuse etc.) eingehalten werden. Ein erster umgesetzter Zwischenentwurf ist in Abbildung 8 dargestellt. Bei dieser Behältervariante wurde der Fokus auf die Stabilität (Wahl einer hohen Wandstärke) und einen hohen Wasserüberstand über der Membran gelegt. Die Tragbarkeit und damit ein geringes Gewicht spielten bei dieser Variante nur eine untergeordnete Rolle. Fünf dieser Wasserrucksackvariante wurden mit Hilfe der Humanity Care Stiftung und dem Rotary Club am 1. September 2010 nach Pakistan verbracht und sind dort als eher stationäre Lösung in von der Flut betroffenen Dörfern im Einsatz.



Abbildung 8: Zwischenentwurf 1, Einsatz in Pakistan

Aufgrund der nicht abreißen Anfragen mussten weitere Behälter gefertigt werden und diese anhand der Erfahrungen mit der oben abgebildeten Variante (Zwischenentwurf 1) angepasst werden. Diese Anpassungen umfassten vor allen Dingen eine Reduzierung der Behältergrundfläche, eine Reduzierung der Wandstärke sowie Veränderungen am oberen Ende des Gehäuse, insbesondere des Vorsiebes. Diese – im Folgenden als Zwischenentwurf 2 bezeichnete Behälterausführung – wurde sowohl aus handgeschweißtem PE, als auch testhalber aus Edelstahl ausgeführt. Die Entscheidung, eine Edelstahlvariante zu fertigen, erwuchs hauptsächlich aus Materialengpässen heraus, da zu diesem Zeitpunkt zunächst keine PE-Rohmaterial verfügbar war, jedoch für die Fluthilfe in Pakistan dringend

Wasserrucksäcke benötigt wurden. Aufgrund des hohen Gewichtes der Edelstahlvariante wurde auf Tragegurte verzichtet und lediglich seitliche Tragegriffe an den Behälter angebracht. Die PE-Variante des Zwischenentwurfs 2 wurde dagegen aufgrund des gegenüber der Edelstahlvariante deutlich reduzierten Gewichtes (nur noch ca. 20 kg mit Membran) mit Tragegurten versehen und erfüllt damit wieder das im Kick-Off-Workshop definierte Anforderungsprofil. Im Gegensatz zum Zwischenentwurf 1 befindet sich das Vorsieb nun nicht mehr abgekrägt an der Behälteroberseite, sondern wird gerade in den Behälter montiert, so dass der Einfüllvorgang erleichtert wird.

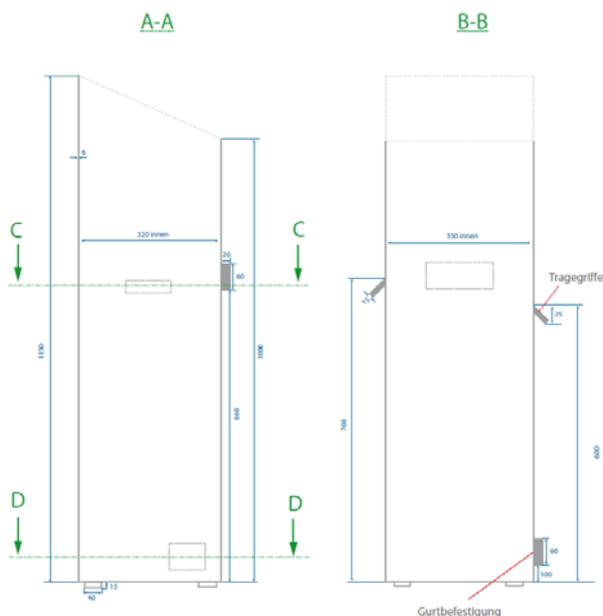


Abbildung 9: Zwischenentwurf 2 PE/Edelstahl, Einsatz in Pakistan

Parallel zu den provisorischen Zwischenentwürfen, die vor allem durch die Fluthilfe für Pakistan notwendig wurden, wurde die Entwicklung und Konstruktion eines serienreifen Gehäuses vorangetrieben. Wie bereits im Kick-Off-Workshop festgelegt, wurde als Produktionsverfahren das Rotomoulding-Verfahren gewählt. Dieses führt zwar zu erhöhten Stückkosten, zeichnet sich jedoch durch deutlich geringere Werkzeugkosten (z.B. gegenüber Spritzgusswerkzeug) aus. Zudem lässt sich das Werkzeug wesentlich einfacher modifizieren, was insbesondere für sich noch in der Entwicklung befindliche Produkte vorteilhaft ist.

Die Entwürfe für das Rotomoulding-Werkzeug und damit das Aussehen der Kleinserie wurde intensiv zwischen den Projektpartnern diskutiert und immer wieder angepasst, um letztendlich eine für den Anwendungsfall optimierte Gehäuseform zu erhalten. Einige Entwürfe während der Entwicklungsphase sind in Abbildung 10 veranschaulicht.

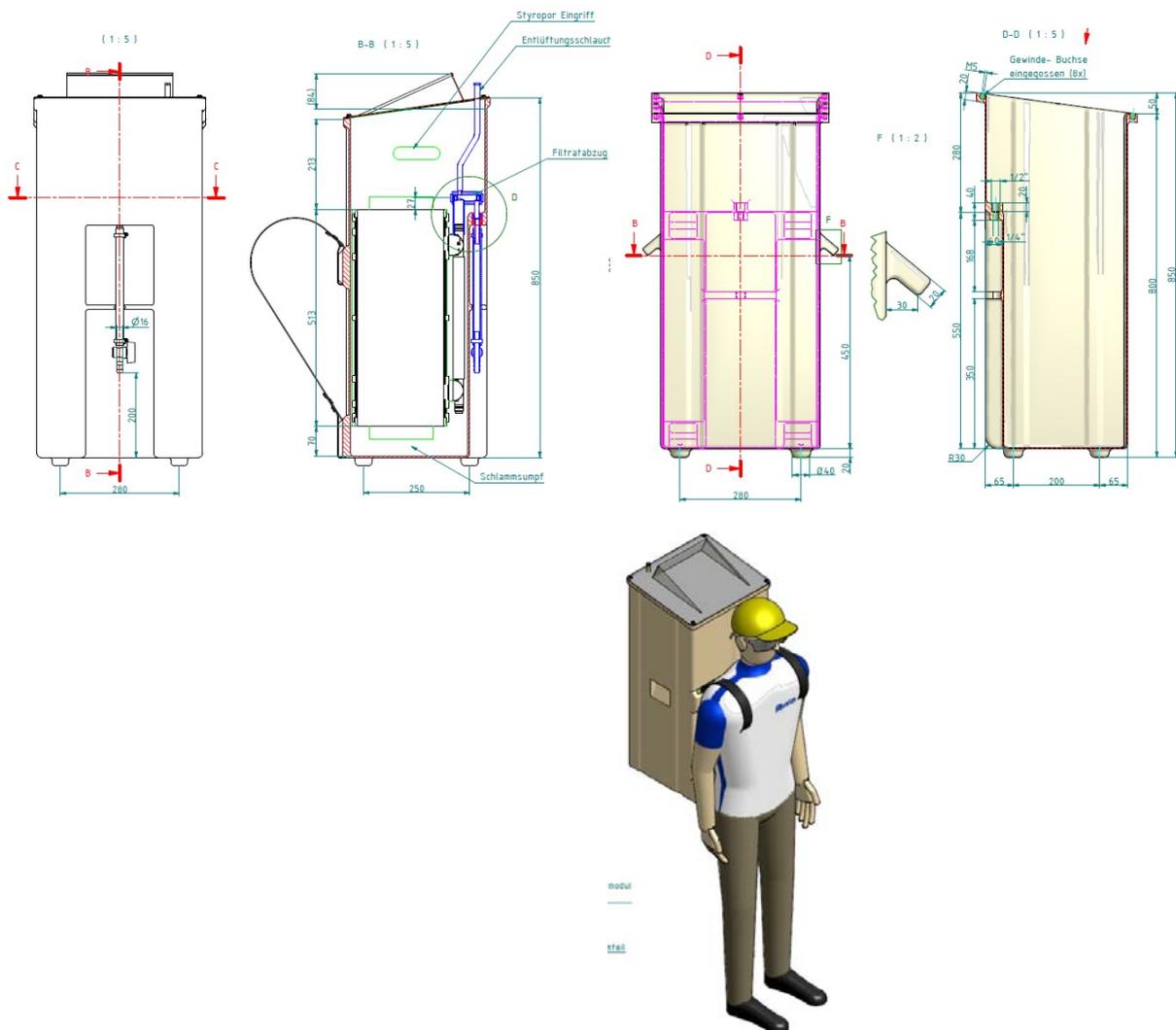


Abbildung 10: Entwürfe der Projektpartner zur Umsetzung des Rotomoulding-Werkzeuges

Nach Einigung der Projektpartner auf einen Konstruktionsentwurf wurde der Werkzeugbau in Auftrag gegeben. Seit 12/2010 liegt ein erstes Mustergehäuse vor.



Abbildung 11: Erstes Mustergehäuse für die Kleinserie, 12/2010

Das im Rotomoulding-Verfahren hergestellte Gehäuse mit verschiedenen Quer- und Längssicken zeichnet sich durch eine hohe Steifigkeit aus, d.h. es ist auch im vollgefüllten Zustand formstabil. Zudem wurde ein zweigeteilter Aufbau gewählt, bei dem das Sieb fester Bestandteil des abnehmbaren Behälterdeckels ist. Nach Einsetzen des Membranmoduls wird der Behälterdeckel aufgesetzt.

Fraglich war, wie der Behälterdeckel mit dem Behälter verbunden und wie er abgedichtet wird. Daher wurden in dem zweiten Mustergehäuse, übergeben am 24.02.2011, Gewinde in das Gehäuse eingelegt, so dass der Behälterdeckel nun mit 4 Schrauben mit dem Gehäuse verbunden wird. Die Abdichtung erfolgt durch eine Runddichtung.

Dieser Entwurf erfuhr noch eine weitere Anpassung dergestalt, dass ein Bodenablass integriert wird. Dies hat den Vorteil, dass sich angesammelter Schlamm leichter aus dem Gehäuse entfernen lässt.

Der aktuelle Entwurf für die Kleinserie ist in Abbildung 12 dargestellt. Die Kleinserie von 40 Exemplaren ist bis Ende März 2011 produziert.

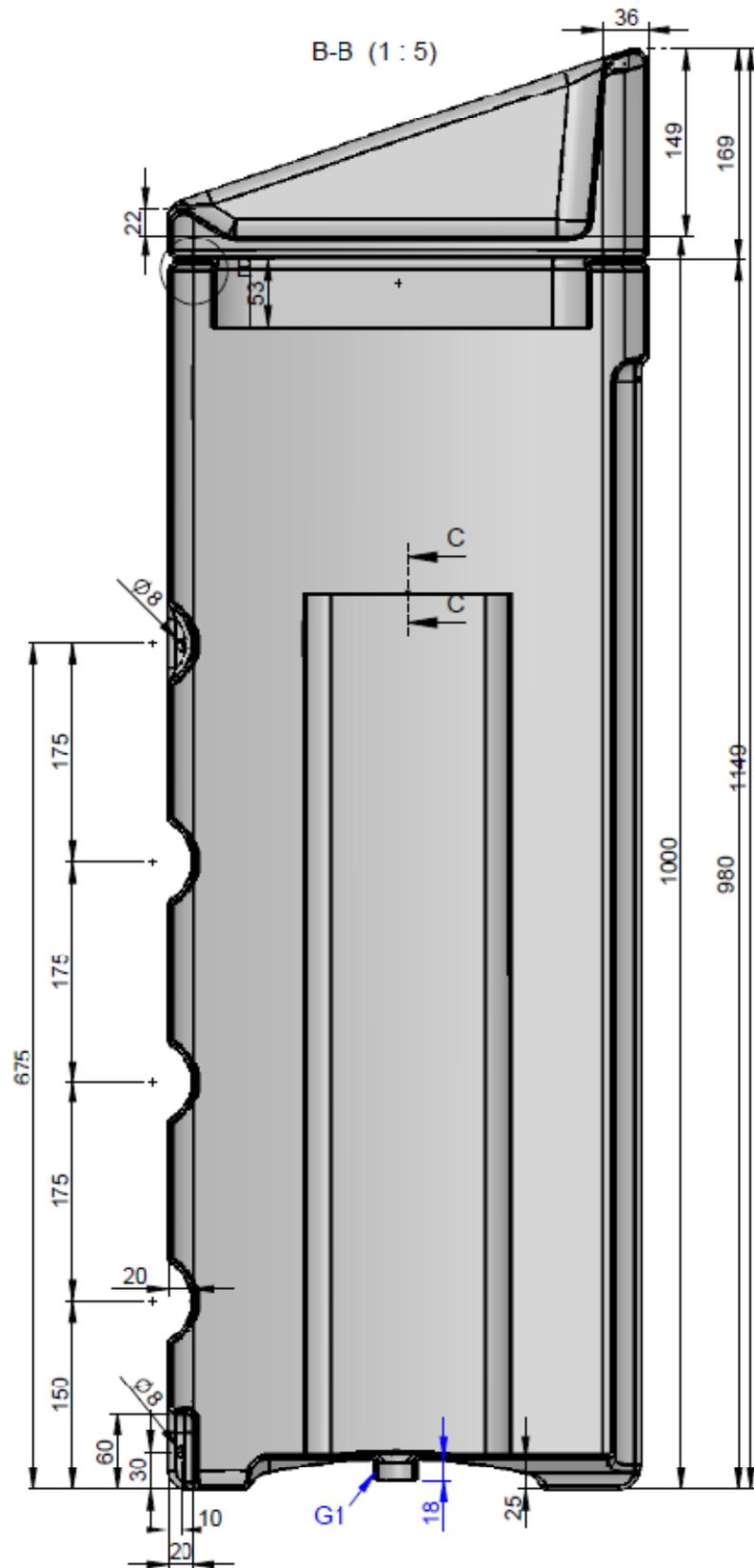


Abbildung 12: Aktueller Entwurf Kleinserie Wasserrucksack (mit Bodenablass)

4.1.2 Membrandämmung

Das Membranmodul als verfahrenstechnischer Kern des Wasserrucksacks muss vor Beschädigungen infolge von Stößen und Vibrationen im Gehäuse durch eine Dämmung / Dämpfung geschützt werden. Im Kick-Off-Workshop wurde die Umsetzung der Dämmung als so genanntes „Dämmungs-Rack“ festgelegt, welches das Membranmodul wie eine Art Käfig umschließt. Von dieser Variante wurde im Laufe des Projektes geringfügig abgewichen und vier passgenaue Schaumstoffteile konstruiert, die die Membran an den vier Kanten sowie an den Ecken gegen Stöße schützt. Hierbei mussten die Teile jeweils an die Behälterform angepasst werden, um jeweils optimale Passgenauigkeit zu gewährleisten, siehe Abbildung 13.

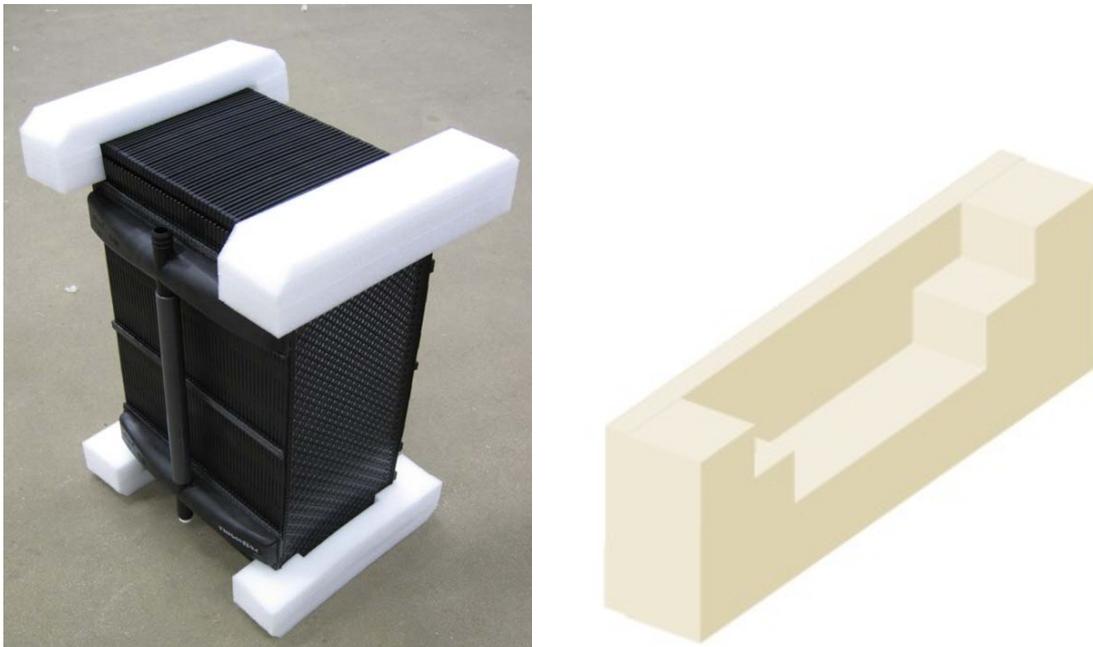


Abbildung 13: Membrandämmung

Bezüglich der Materialwahl für die Dämmung galten folgende Anforderungen:

- ➔ Elastisches Verformungsverhalten, damit die Dämmung nach Belastung funktionsfähig bleibt und das Membranmodul weiterhin fixiert und vor Stößen schützt.
- ➔ Ungiftig und im Idealfall trinkwassergeeignet oder lebensmittelecht
- ➔ Wasserbeständig
- ➔ Keine Form- und Dämmverhaltensänderung unter Wasser, da die Dämmung sowohl im nassen als auch im trockenen Zustand wirksam sein soll
- ➔ Kostengünstig in der Anschaffung und Bearbeitung

Als Materialien wurden Styrodur, verschiedenen PE-Schäume und Moosgummi in Erwägung gezogen. Da sich Styrodur in Tests als zu plastisch verformbar und leicht zerstörbar sowie Moosgummi als sehr schwer und nicht geruchsneutral herausgestellt hatten, fiel die Entscheidung auf die Verwendung von PE-Schaum.

PE- Schäume gibt es in verschiedenen Raumgewichten, Farben und Porencharakteristika. Vernetzte PE-Schäume haben hervorragende Dämmungseigenschaften, sind aber aufgrund des chemischen Vernetzungsprozesses nicht geruchs- und geschmacksneutral und kommen daher für eine Verwendung im Wasserrucksack nicht in Frage. Eine gute Alternative stellen unvernetzte PE-Schäume mit einem Raumgewicht von ca. 30 Kg/m³ dar. Der PE-Schaum mit dem Handelsnamen Plastazote® LD 33 LC ist konform mit den europäischen Lebensmittelkontaktlinien und ist daher für einen Einsatz im Wasserrucksack geeignet.

Dieser PE-Schaum ist kostengünstig und leicht zu bearbeiten. Er kann gefräst, geschnitten (Säge, Wasserstrahl, Handschnitt mit Messer) und unter Umständen auch in eine den speziellen Wünschen angepasste Form geschäumt werden.

4.1.3 Behälterdurchführung / Anschlusset / Permeathahn

Zentraler Punkt bei der Entwicklung einer Behälterdurchführung sowie eines Permeathahns war die Umsetzung der Forderung, dass diese Teile nicht durch den Benutzer vom Gerät gelöst oder entfernt werden können. Für die Zwischenvariante 2 wurde noch ein Flanshsystem verbaut, welches noch durch drei Schrauben an der Außenseite gesichert wurde. Hierbei wurden jedoch Sicherheits-Torx-Schrauben verwendet, die nur mit Spezialwerkzeug zu öffnen sind. Eine Weiterentwicklung stellt ein Edelstahlflanshsystem mit aufgesetztem Messingwinkel dar, welches von innen befestigt wird und somit nicht mehr von außen zu lösen ist. Messingwinkel und Permeathahn werden dabei verklebt. Aufgrund des hohen Gewichts und des Preises wurde jedoch eine weitere PE-Variante entwickelt, bei der Behälterdurchführung und Permeathahn eine Einheit bilden und mit Hilfe eines PE-Flansches, drei Stehbolzen und Kontermuttern befestigt werden. Das Membranmodul wird mittels eines Aufsteckwinkels sowie eines kurzen Schlauchstücks und einer Tülle mit Überwurfmutter an die Behälterdurchführung angeschlossen. Behälterdurchführung und die beschriebenen Teile zum Anschluss der Membran bilden zusammen das so genannte „Anschlusset“. Die beiden nicht von außen zu lösenden Varianten der Behälterdurchführung sowie das entwickelte Anschlusset sind in Abbildung 14 dargestellt.



Abbildung 14: Varianten Behälterdurchführung / Anschlusset

Letztendlich wurden 9 verschiedene Anschlussvarianten entwickelt und getestet. Beispielfähig sind an dieser Stelle nur die Stücklisten der zweiten und neunten Variante dargestellt, da hier der Entwicklungsfortschritt und die Materialeinsparung besonders deutlich wird. Zusätzlich sind auch die sich während der Konstruktion und des Testens der Anschlussvariante ermittelten Vor- und Nachteile aufgelistet. Die vollständigen Stücklisten aller Anschlussvarianten findet sich im Anhang.

Tabelle 1: Anschlussset Variante 2

Menge	Bauteilname	Spezifikation
0,1	Anschluss Membranablaufstutzen	PVC Gewebe Natur 19 mm
2	Befestigung Anschluss Membranablaufstutzen	Schelle Stahl 20-32 mm Schlitz
1	Winkeltülle	Messing 19mm 1/2" AG
1	Reduzierung auf 13 mm Schlauch Verbindungsschlauch	Tülle Messing 1/2" IG, 13 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,5 m	Verbindungsschlauch	PVC Gewebe blau 13 mm
1	Winkel nach unten	Messingtülle 3/8" AG
1	Winkel zur Behälterdurchführung	Winkel Messing, 3/8" IG AG
1	Flansch innen vorn	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 8 mm, 1 x Ø 33 mm, 3 x Sackbohrung M6, 3 x Ø 6,6 mm
2	Dichtung zwischen Flanschen und Gehäuse	2 mm, 49x92 mm
1	Flansch außen	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 5 mm, 3 x Ø 6.6 mm, Ø 21,5 mm
1	Dichtung	Hart-PVC bzw. Nylon
1	Behälterdurchführung	Schott Messing, 3/8" IG, 1/2" AG
3	Scheiben Flansch außen	Hart PVC bzw. PA
3	Schrauben Flansch außen	Torx Pin M6 Edelstahl 25 mm
1	Winkel zwischen Kugelhahn und Flansch	Sonderanfertigung Messing, 3/8" IG konisch, 1/2" IG
1	Kugelhahn Ablauf	Messing verchromt, TW, 3/8" IG AG konisch
1	Tülle Ablaufschlauch	Kunststoff 3/8" AG konisch
1	Schelle Ablaufschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

- Vorteile gegenüber Vorgänger:**
- ➔ Kugelhahn von außen nicht lösbar
 - ➔ Außenflansch durch spezielle Sonderschrauben gesichert. Montage nur mit Spezialwerkzeug
 - ➔ 13 mm Verbindungsschlauch verbessert die Entlüftung der Membran, daher höherer Durchfluss
 - ➔ Ablaufschlauch nicht mehr durchsichtig
- Nachteile:**
- ➔ Komplizierter Zusammenbau, da sehr viele Bauteile
 - ➔ Die vielen Bauteile vergrößern die Gefahr von einer Kontamination der Reinwasserleitung von Rohwasser durch falschen Zusammenbau.
 - ➔ Überstehendes Metall bei Schlitzschlauchschellen birgt Verletzungsgefahr.

Tabelle 2: Anschlusset Variante 9

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	Sonderanfertigung Winkel mit Tülle 13 mm
0,2 m	Verbindungsschlauch	TW undurchsichtig
1	Verbindung Schlauch Behälterdurchführung	Überwurfmutter 1"
1	Flansch innen	PVC 5 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Dichtung	EPDM 4 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Kugelhahn, Hahn oben	PE Flansch Ø 80 mm, 30 mm, Stutzen AG 1" mit Dichtring, Kugelhahn mit Dichtmittel
3	Befestigung Kugelhahn	Gewindestange V2A, 45 mm, M10
3	Befestigung Kugelhahn	Mutter V2A, M10
1	Anschluss Ablaufschlauch an Kugelhahn	PE, 13 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile: ➔ Innenflansch aus PVC 5 mm ist steif genug, um Unebenheiten auszugleichen. System kann kein Rohwasser mehr verlieren.

Nachteile: bislang noch nicht untersucht

4.1.4 Membranmodul

Die Fa. Martin Systems AG hat im Rahmen des Projektes ihr Membranmodul FM6 modifiziert und durch die Realisierung eines reduzierten Plattenabstandes die aktive Filterfläche von etwa 6 m² auf 9,5 m² (FM10) erhöhen und dabei die Abmessungen des Moduls beibehalten können. Durch Einsatz des FM10-Moduls kann somit die hydraulische Leistungsfähigkeit des Wasserrucksacks deutlich gesteigert werden. Der verringerte Plattenabstand im Vergleich von FM6 und FM10 ist in Abbildung 15 dargestellt.

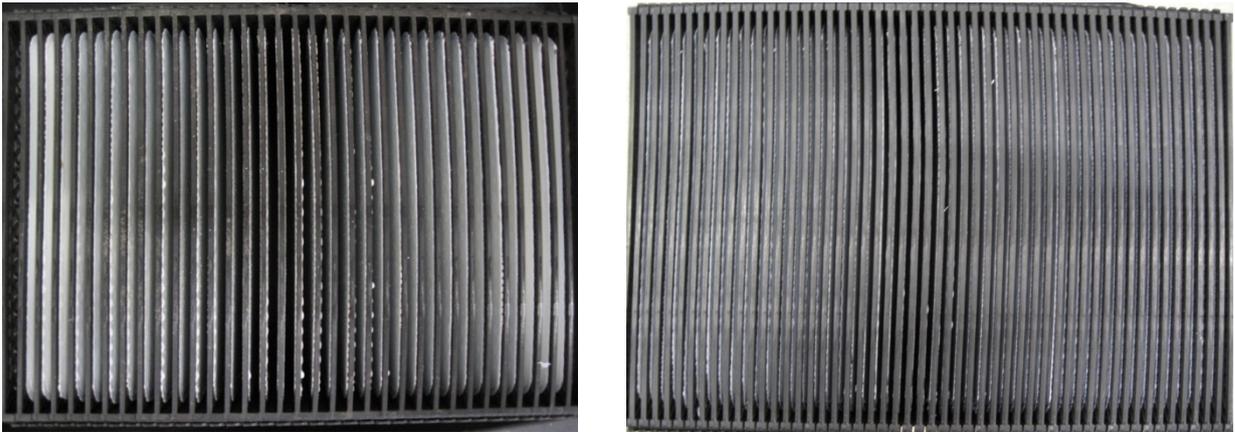


Abbildung 15: Plattenabstände Membranmodul FM6 (links) u. FM10 (rechts)

4.1.5 Piktogramme

Die Teilnehmer des Kick-Off-Workshops erachteten das Konzept der Piktogramme als sinnvoll. Es bestand Konsens, dass anhand der vier vorhandenen Piktogramme auch ungeschulten Personen die Bedienung des Wasserrucksacks ermöglicht wird. Die Ergänzung eines 5. Piktogramms, welches die Notwendigkeit des Vollfüllens des Wasserrucksacks vor Inbetriebnahme veranschaulichen sollte, wurde gegebenenfalls als sinnvoll erachtet. Konfrontationstests im In- und Ausland, die insbesondere Bestandteil des Projektes AZ23860/04 sein sollen, werden hier weitere Erkenntnisse bringen.

Das FG SWW hat bereits in der laufenden Projektphase erste Tests selber durchgeführt bzw. anhand von Erfahrungsberichten im Zusammenhang der nach Pakistan verbrachten Geräte Erkenntnisse sammeln können.

Durch einen Mitarbeiter des FG SWW wurden in Indien erste Konfrontationstests durchgeführt. Der Wasserrucksack wurde hierzu verschiedenen Personengruppen aus unterschiedlichen sozialen Schichten und Altersklassen sowie mit unterschiedlichem Bildungsniveau im wahrsten Sinne des Wortes „vorgestellt“. Auf dem Wasserrucksack waren nur

die Piktogramme und keine weiteren schriftlichen Anweisungen angebracht. Die potenziellen Anwender wurden aufgefordert, den Wasserrucksack nach eigenem Ermessen zu benutzen. Ein Großteil der in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellten Versuchspersonen waren Analphabeten. Es wurden die Reaktionen und der Umgang mit dem für die Personen fremden Gerät beobachtet, dokumentiert und analysiert. In einer Kurzbewertung der Tests kann die Einsatztauglichkeit des Wasserrucksacks bestätigt werden. Alle getesteten Personengruppen erkannten den Zweck des Wasserrucksacks und wendeten diesen richtig an. Die Piktogramme wurden ohne jegliche zusätzliche Erklärungen von allen Menschen richtig verstanden und interpretiert. Wie bereits im Kick-Off-Workshop befürchtet, ist aus den momentan vorhandenen vier Piktogrammen die Notwendigkeit des Vollfüllens nicht ersichtlich, so dass während der Testreihe provisorische Ergänzungen vorgenommen wurden. Dabei wurde knapp unterhalb des Siebes eine Markierung von außen auf den Behälter aufgebracht und diese Markierung ebenfalls in das Piktogramm eingezeichnet. Die Notwendigkeit des Vollfüllens wurde daraufhin schneller durch die Benutzer erkannt.



Abbildung 16: Versuchsgruppe an einem Dorfteich in Indien



Abbildung 17: Versuchsgruppe in einem indischen Dorf

Aus den Erfahrungsberichten, die das FG SWW aus Pakistan erhalten hat, lässt sich ebenfalls ableiten, dass die Notwendigkeit des Vollfüllens aus den bisherigen Piktogrammen nicht bzw. nur unzureichend deutlich wird. In einem durch die Humanity Care Stiftung übersandten Erfahrungsbericht heißt es:

„Wo immer es zeitlich möglich war, haben wir eine Demonstration durchgeführt, wie der Filter zu nutzen ist. Die Dauer vom Einfüllen des Wassers bis zur ersten Wasserentnahme wurde mit ca. 45 bis 60 Min. gemessen. Das hat die ohnehin etwas ungläubigen Nutzer etwas verunsichert. Vielleicht wäre es sinnvoll, auf den Piktogrammen noch ein Uhrensymbol abzubilden, das die Frist irgendwie kenntlich macht.“

Die hier angesprochene Zeitangabe von 45 Minuten bis 60 Minuten ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass der Wasserrucksack erst nach und nach befüllt wurde und die Benutzer nach jedem hinzugegebenen Eimer abwarteten, ob Wasser aus dem Permeathahn fließt. Tests mit den Geräten in Kassel zeigten, dass nach Vollfüllung der Geräte bereits nach weniger als 30 Sekunden Wasser aus dem Permeathahn läuft.

Die Piktogramme wurden aufgrund dieser Erfahrungen angepasst. Auf ein fünftes Piktogramm wurde verzichtet, sondern das Vollfüllen des Behälters anhand des Wasserstandes im Behälter veranschaulicht. Dieser schimmert insbesondere bei trübem Wasser durch den Behälter und ist für den Nutzer erkennbar. Die alten sowie die anhand der ersten Tests und Erfahrungsberichte modifizierten Piktogramme sind in Abbildung 18 dargestellt.

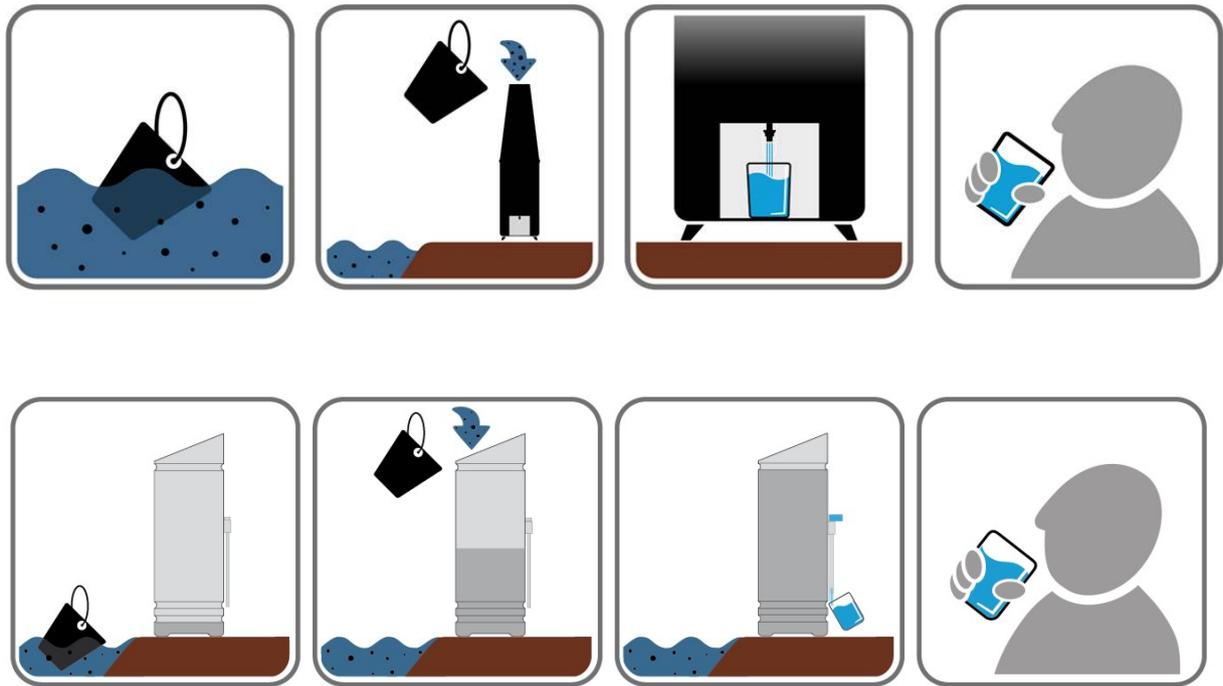


Abbildung 18: Piktogramme alt (oben) u. modifiziert (unten)

5 MEMBRANTESTS UNTER EXTREMBEDINGUNGEN UND WEITERGEHENDE TESTS

5.1 Arbeitsschwerpunkte

Im Rahmen des Projektes AZ23860/02 wurden die folgenden Membrantests durchgeführt:

- ➔ Versuche mit hoher Feststoffbelastung / Keimbelastung
- ➔ Versuche mit unterschiedlicher Betriebsweise
 - Diskontinuierliche Betriebsweise
 - Diskontinuierliche Betriebsweise mit Schwallbeschickung
- ➔ Einfluss der Betriebsweise auf den Keimrückhalt
- ➔ Simulation extremer Witterungseinflüsse (hydraulische und stoffliche Leistungsfähigkeit bei niedrigen Temperaturen, Einfrieren / Trocknen der Membran)
- ➔ Integration einer Möglichkeit zur automatisierten, stromlosen Chlorung des Permeatablaufs
- ➔ Versuche mit problematischen Rohwässern
- ➔ Rückhalt von Viren

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der jeweils durchgeführten Versuchsreihen präsentiert. Weitergehende Auswertungen und Darstellung sowie die Rohdaten befinden sich im Anhang des Berichts.

5.1.1 Versuche zum Einfluss einer diskontinuierlichen Betriebsweise auf die hydraulische Leistungsfähigkeit

Verschiedene Versuchsreihen zum Einfluss eines dem realen Einsatzszenario entsprechenden diskontinuierlichen Betriebs des Wasserrucksacks wurden durchgeführt.

5.1.1.1 Versuche in der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Wasserbau und Umwelttechnik

In einer ersten Versuchsreihe wurde ein Versuchsstand in der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Wasserbau und Umwelttechnik errichtet, um den Einfluss kurzer Filtrationspausen auf die hydraulische Leistungsfähigkeit zu untersuchen. Dabei wurde ein Magnetventil hinter dem Permeathahn installiert, welches durch eine Zeitschaltuhr mit Zufallsfunktion gesteuert wurde. Dabei wurden Zyklus- und Pausenzeiten im Bereich von 20 Minuten bis 80 Minuten eingestellt. Das Modul wurde kontinuierlich beschickt und dauerhaft ein Transmembrandruck (TMP) von ca. 80 mbar gewährleistet. In Pausenzeiten blieb das Modul voll eingestaut. Bei dem untersuchten Membranmodul handelte es sich um ein FM6-

Modul mit nominaler Porenweite von 100 nm (Membran UP150). Das Rohwasser wurde künstlich angemischt und bestand aus Trinkwasser und Bodenaushub.

Durchfluss sowie die Trübung des Rohwassers wurden kontinuierlich aufgezeichnet. Das Ergebnis der Versuchsreihe ist in Abbildung 19 dargestellt.

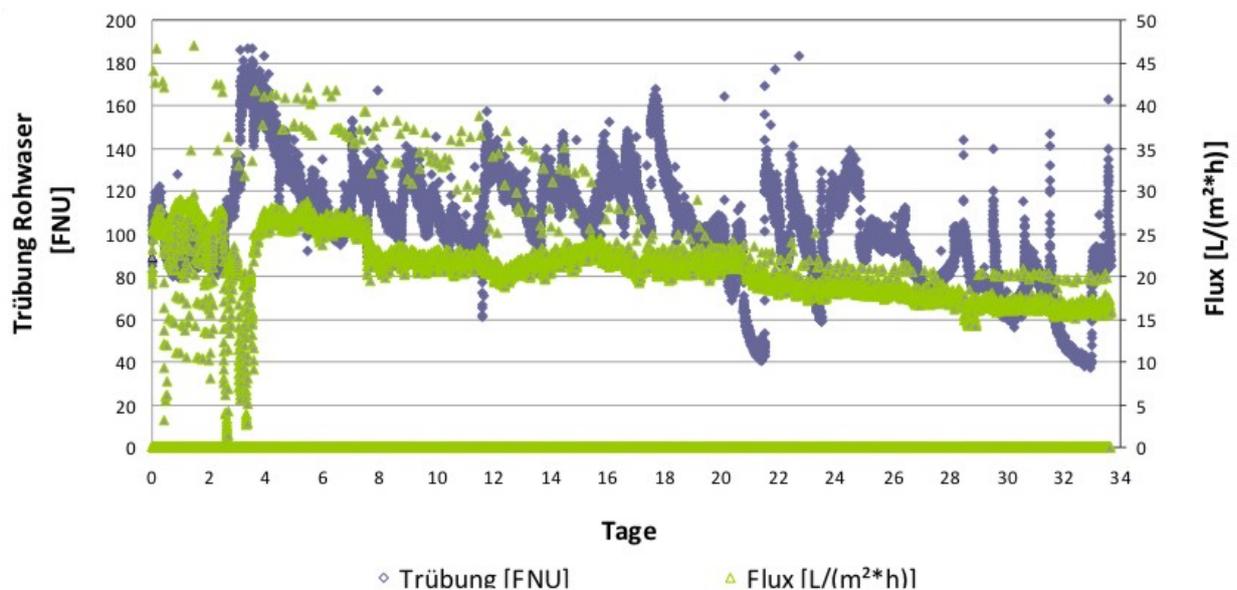


Abbildung 19: Diskontinuierliche Betriebsweise Versuchsreihe 1

Im Ergebnis der Versuche zeigt sich, dass sich der Flux von anfangs 25 L/(m²·h) über 34 Tage lediglich auf einen Wert von 15 L/(m²·h) verringert. In kontinuierlichen Versuchen wurde bislang eine deutlich schnellere Reduktion des Flux beobachtet. Hierbei ist aber die veränderte Rohwasserqualität zu berücksichtigen, da in den bisherigen kontinuierlichen Versuchen mit „echtem“ Oberflächenwasser gearbeitet wurde, was eventuell durch gelöste organische Verbindungen oder kolloidale Stoffe eine deutlich schnellere Verblockung der Membran herbeiführt.

5.1.1.2 Versuche am Klärwerk Kassel

Zur Untersuchung des Einflusses einer schwallartigen Beschickung des Wasserrucksacks und eines zwischenzeitlichen Leerlaufens des Membranmoduls wurde eine Versuchsreihe auf dem Klärwerk Kassel durchgeführt. Dabei wurde als Rohwasser geklärtes Abwasser aus dem Ablauf des Nachklärbeckens verwendet. Ein FM6 Modul wurde dabei mit einer eigens entwickelten Vorrichtung über ca. 12 Stunden pro Tag schwallartig in bestimmten Intervallen, ähnlich der Befüllung mit einem Eimer, beschickt. Während der nächtlichen Stillstandszeiten lief der Behälter leer, d.h. das Membranmodul war nicht eingestaut. Auf

ein Vorsieb wurde in dieser Versuchsreihe verzichtet, um einen möglichen Abreinigungseffekt der Deckschicht durch den Wasserschwall zu maximieren. Abbildung 20 zeigt den Versuchsstand auf dem Klärwerk Kassel. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen veranschaulicht Abbildung 21.



Abbildung 20: Versuchsstand am Klärwerk Kassel 09/2010

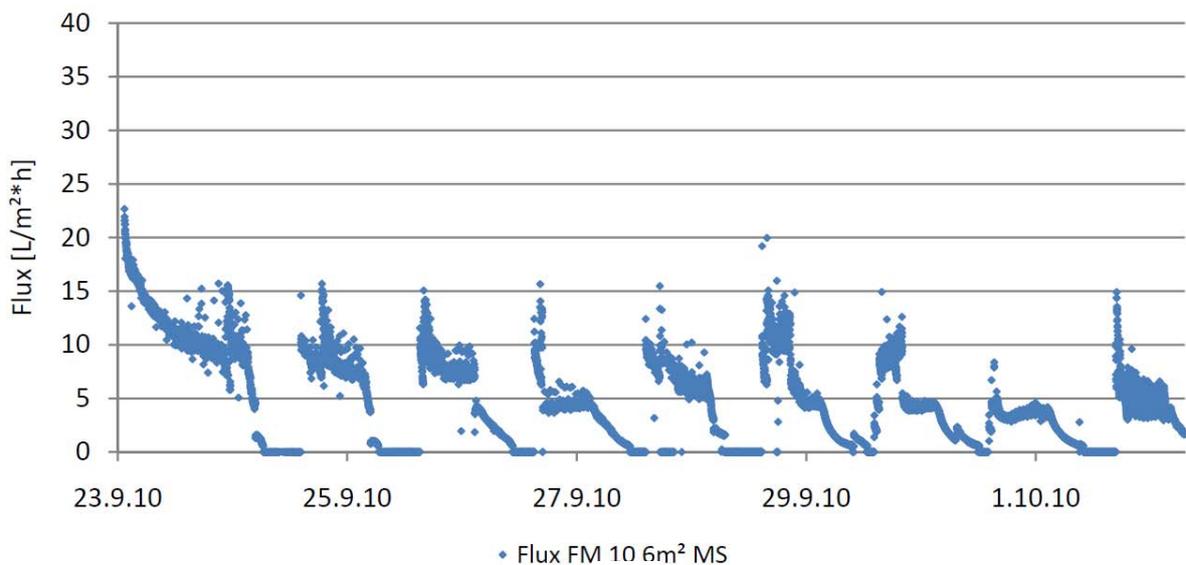


Abbildung 21: Diskontinuierliche Betriebsweise Versuchsreihe Klärwerk Kassel

Es ist eine rasche Reduktion des Flux von knapp 22 L/(m²·h) auf ca 7 L/(m²·h) festzustellen. Zudem schwankt der Flux stark während des Tagesverlaufs. Es fällt auf, dass sich der

Flux nach dem nächtlichen Stillstand der Membran deutlich erholt. So konnte der Flux auf 15 L/m²*h angehoben werden, obwohl dieser am Vortag schon auf die genannten 7 L/m²*h abgefallen war.

Die Erholung des Flux nach der nächtlichen Pause kann mit die Schwallwirkung des Wassers auf die Membran begründet werden. Im Vergleich zur dauerhaften Beschickung des Moduls im Tagesverlauf, bei dem Wasser ständig in den gefüllten Behälter gefördert wird, kann der Schwall seine Wirkung zu Tagesbeginn voll entfalten und einen Teil der Deckschicht von der Membranoberfläche entfernen.

5.1.1.3 Versuche am Gewässer „Ahna“

In dieser Versuchsreihe wurden zwei Membranmodule des Typs FM10 (1) (nominale Porenweite 100nm, Filtrationsfläche 9,5m²) in unterschiedlicher Betriebsweise getestet. Zusätzlich wurde ein FM6 Modul mit feinerer Membran (nominale Porenweite ca. 20nm) getestet. Ziel war es vor allen Dingen einen realitätsnahen Betrieb des Wasserrucksacks abzubilden und den Einfluss von schwankenden Wasserständen und nächtlicher Filtrationspausen auf die hydraulische und stoffliche Leistungsfähigkeit zu untersuchen. Dabei wurde bei einer der getesteten Membranmodule eine automatisierte Schwallbeschickung umgesetzt, die eine Befüllung des Wasserrucksacks mittels Eimern simulierte. Zusätzlich wurde eine Zeitschaltung integriert, um die Stillstandszeit über Nacht zu simulieren. Mit Hilfe zweier Schaltpunkte wurde ein schwankender Wasserstand im Gehäuse realisiert. Dabei wurde angenommen, dass der reale Nutzer den Wasserrucksack nach und nach mit Eimern vollfüllt und erst wieder mit der Neubefüllung beginnt, wenn der Durchfluss am Permeathahn merklich abnimmt, d.h. der Wasserstand bis etwa auf die Mitte des Membranmoduls abgesunken ist. Im Gegensatz zu den Versuchen am Klärwerk Kassel wurde in dieser Versuchsreihe mit einem Vorsieb gearbeitet. Das heißt, der Wasserschwall traf zunächst auf das Vorsieb.

Das zweite FM10 (2) Modul wurde mit einer herkömmlichen Beschickungspumpe befüllt. Ebenfalls wurden zwei Schaltpunkte integriert, so dass ein schwankender Wasserstand realisiert wurde. Dabei fiel der Wasserstand jedoch nie unter die Membranoberkante, d.h. die Membran war zu jedem Zeitpunkt voll eingestaut und mit Wasser benetzt. Auf eine Stillstandszeit über Nacht wurde verzichtet.

Das FM6 Modul mit feinerer Porenweite (Membran UP020, Trenngrenze 20kDa) wurde parallel getestet, um eine allgemeine Aussage zur hydraulischen und stofflichen Leistungsfähigkeit dieser speziellen Membran zu erhalten und die generelle Eignung für den Wasserrucksack zu überprüfen. Die folgende Tabelle 3 listet die Betriebsparameter der drei zu untersuchenden Module während der Versuchsphase im November 2010 auf.

Tabelle 3: Betriebsparameter Versuche am Gewässer 11/2010

Modul	Beschickung	Betriebszeit pro Tag	TMP [mbar]	Rohwasser	Temperatur
FM 10 (1)	Schwallbeschickung durch Sieb	7 bis 20 Uhr (13h/d)	20 – 75	Oberflächenwasser mit Mischwasseranteilen (Bach „Ahna“)	2 °C bis 6 °C
FM 10 (2)	Beschickungspumpe (kein Schwall)	Kontinuierlich (24h/d)	40 – 75	Oberflächenwasser mit Mischwasseranteilen (Bach „Ahna“)	2 °C bis 6 °C
FM 6 UP020	Beschickungspumpe (kein Schwall)	Kontinuierlich (24h/d)	75	Oberflächenwasser mit Mischwasseranteilen (Bach „Ahna“)	2 °C bis 6 °C



Abbildung 22: Versuchsstand am Gewässer „Ahna“

In der folgenden Abbildung 23 ist der Flux der Membranmodule FM10 (1) u d FM10 (2) über den Versuchszeitraum dargestellt. Bei den in blau dargestellten Werten handelt es sich um das mit nächtlichen Pausen schwallbeschickte Module FM 10 (1) und bei den in rosa abgebildeten Werten um das ohne Schwallwirkung beschickte Modul ohne nächtliche Stillstandszeiten FM10 (2).

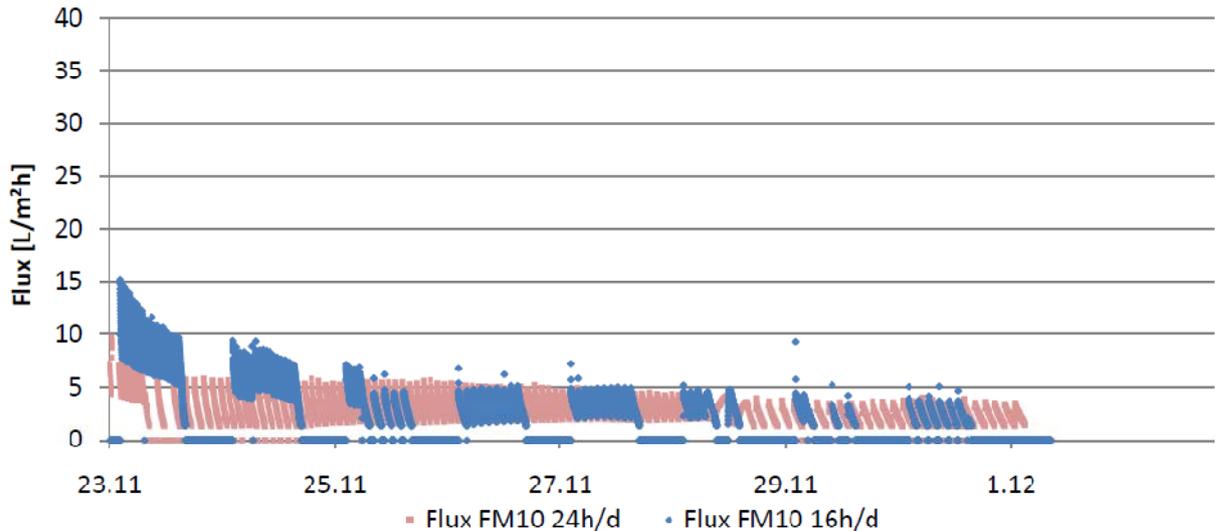


Abbildung 23: Flux der unterschiedlich beschickten FM10 Module

Es ist zu erkennen, dass trotz gleicher Module und (nahezu) gleicher Testbedingungen der Anfangsflux beider Module unterschiedlich war. Dieser lag mit maximal 15 L/(m²·h) im Vergleich früherer Versuchsreihen deutlich geringer. Es ist zu beobachten, dass der Flux des Moduls FM10 (1), welches über Nacht nicht beschickt wurde, bei morgendlicher Wiederinbetriebnahme nicht über dem Wert der vorabendlichen Außerbetriebnahme lag. Das heißt, es fand im Gegensatz zur Versuchsreihe am Klärwerk Kassel keine Erhöhung des Flux infolge der Stillstandszeit und des bei Wiederinbetriebnahme auf die Membran prallenden Schwallts statt. Der Flux beider Module pendelte sich unabhängig von der Beschickungsart (nächtliche Pausen oder nicht) auf einem Niveau zwischen 1,8 L/(m²·d) und 4 L/(m²·h) ein. Hierbei ist zu beachten, dass die Versuche bei extrem niedrigen Temperaturen durchgeführt wurden. Werden die ermittelten Flux-Werte bei maximalem Wasserstand und damit maximalem TMP auf 20°C umgerechnet, so ergeben sich Werte im Bereich von 5 L/(m²·h) wie in den dem Projekt vorausgegangen Untersuchungen.

Neben der hydraulischen Leistungsfähigkeit wurde auch der Keimrückhalt in dieser Versuchsreihe bestimmt, der in folgender Tabelle veranschaulicht ist.

Tabelle 4: Ergebnisse Keimrückhalt Versuche am Gewässer „Ahna“

	Einheit	E.Coli	Coliforme	Int. Enterokokken
Rohwasser Ø	MPN/100mL	34.705	29.511	2.480
Permeat FM 10 (1) Ø	MPN/100mL	1,0	3,4	0,7
Permeat FM 10 (2) Ø	-	0,2	16,7	0,3
Permeat FM 6 UP020 Ø	MPN/100mL	0,2	1,0	0,2

Anzahl n der Messwerte je Modul: Rohwasser n = 6; Permeat n = 6

5.1.2 Versuche mit hoher Feststoffbelastung

Zur Untersuchung des Einflusses einer kontinuierlich hohen Feststoffbelastung auf die hydraulische Leistungsfähigkeit wurde synthetisches Rohwasser bestehend aus Trinkwasser und Erdaushub angemischt und die Parameter Trübung und Durchfluss kontinuierlich aufgezeichnet. Der Wasserrucksack wurde kontinuierlich mit diesem Rohwasser mittels einer Beschickungspumpe befüllt, so dass sich ein konstanter Wasserstand einstellte und ein Transmembrandruck von ca. 80 mbar (voll eingestautes Gehäuse) gewährleistet wurde. Die Versuche wurden mit dem im Projekt AZ 23860/01 entwickelten Pilotgehäuse durchgeführt, welches eine **Pralplatte** über der Membran besitzt, so dass das in den Wasserrucksack eingefüllte Wasser zunächst durch zwei Abstromkanäle in den unteren Bereich des Gehäuses geleitet wird und dann die Membran von unten anströmt. Bei dem eingesetzten Membranmodul handelte es sich um ein 6m²-Modul (FM6) mit einer nominalen Porenweite von 100 nm.

In einer ersten zwölf-tägigen Versuchsphase wurden Trübungen des Rohwassers im Bereich 100 FNU bis 500 FNU eingestellt. Der Flux sank in dieser Zeit von anfangs ca. 60 L/(m²·h) auf etwa 10 L/(m²·h) ab. In vorausgegangen Untersuchungen mit realem Oberflächenwasser wurde ein Wert von 10 L/(m²·h) bereits nach 2 bis 3 Tagen erreicht.

Nach einer 10-tägigen Filtrationspause wurde die Feststoffbelastung des Rohwassers erhöht und Trübungen von 400 FNU bis 1.000 FNU erreicht. Der Flux erreichte nach Wiederinbetriebnahme zunächst wieder einen Wert von 17 L/(m²·h), sank dann in den folgenden Tagen auf einen Wert von < 2,5 L/(m²·h), bis der Flux mit dem verwendeten Durchflussmesser nicht mehr messbar war. Nach Beendigung der Messphase konnte eine vollständige Verschammung des Gehäuses festgestellt werden (siehe Abbildung 25).

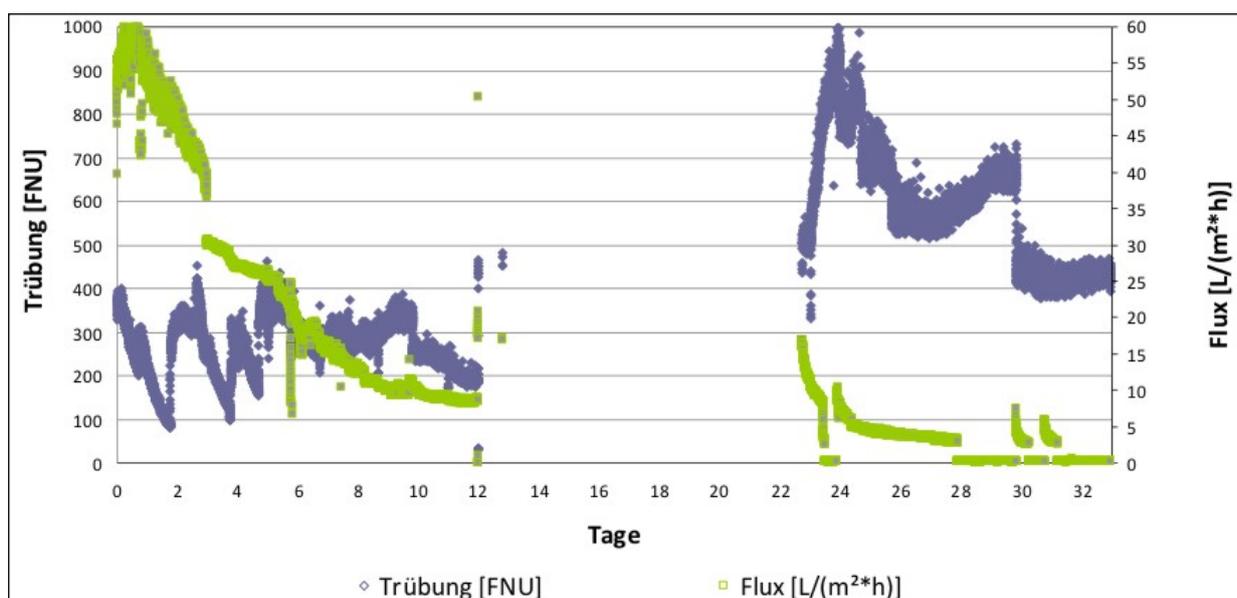


Abbildung 24: Versuche mit hoher Feststoffbelastung

Nach Beendigung der Versuchsreihe wurde mit Hilfe eines unter dem Gehäuse befindlichen Ablasshahns das Wasser aus dem Gehäuse abgelassen und das Gehäuse geöffnet. Eine massive Feststoffablagerung auf der Prallplatte wurde sichtbar (siehe Abbildung 25 rechts). Nach Entfernung der Prallplatte und Begutachtung der Membran und des unteren Gehäuseteils war auch hier eine Verschlämzung festzustellen, die nahezu das gesamte Gehäuseunterteil ausfüllte. Auch die Zwischenräume der Membran erschienen als vollständig mit Schlamm gefüllt. Das Gehäuseunterteil wurde daraufhin gewogen und ein Wert von 112 kg (feucht) ermittelt (abzüglich 33 kg Leergewicht Membran + Gehäuse). Der Trockensubstanzgehalt des im Gehäuse befindlichen Schlamms wurde nicht ermittelt, so dass eine genaue Quantifizierung der im Gehäuse befindlichen Feststoffe nicht möglich war.



Abbildung 25: Verschlämzung der Membran und des Gehäuses

Als Fazit dieser Tests kann festgehalten werden, dass eine massive Verschlämzung des Gehäuses zu einem kompletten Erliegen der Filtration führen kann. Die in den bisherigen Langzeitversuchen ermittelten Minimalwerte im Bereich von 4 L/(m²·h) bis 5 L/(m²·h) werden somit unterschritten. Zur Aufrechterhaltung des Minimal-Flux muss somit bei hoher Feststoffbelastung und langer Standzeit der sich im Gehäuse angesammelte Schlamm periodisch entfernt werden, z.B. durch Umdrehen und ggf. Spülung des Gehäuses.

5.1.3 Einfluss der Betriebsweise auf den Keimrückhalt / Einfluss sehr hoher Keimbelastungen

Zur Untersuchung des Einflusses der Betriebsweise und des Einflusses sehr hoher Keimbelastungen des Rohwasser auf die Keimrückhaltefähigkeit des Wasserrucksacks wurden weitere Versuchsreihen in der Versuchshalle der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Wasserbau und Umwelttechnik durchgeführt.

5.1.3.1 Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“

In der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ wurden insgesamt 6 Wasserrucksäcke (P1–P6) mit FM10 Modulen getestet (9,5m² Filtrationsfläche, Membran UP150). Als Rohwasser wurde Oberflächenwasser aus dem Bach „Ahna“ versetzt mit Rohabwasseranteilen vom Klärwerk Kassel eingesetzt. Die Betriebsweise wurde dem realen Einsatzfall angepasst. Die Befüllung erfolgte manuell mit Eimern während der Tagstunden. Übernacht wurde weder befüllt noch filtriert. Die Wasserrucksäcke P1 und P2 filterten ca. 450 L/d, die Wasserrucksäcke P3 und P4 jeweils ca. 120 L/d. Die Wasserrucksäcke P5/P6 filterten lediglich 30 L/d und wurden mit gegenüber den Wasserrucksäcken P1 bis P4 mit erhöhter Keimbelastung betrieben, die durch höhere Abwasseranteile im Rohwasser erreicht wurden. Das Gehäuse von P6 wurde im Gegensatz zu P5 nach der Filtration jeweils ausgespült und die Membran mit Trinkwasser gespült.



Abbildung 26: Versuchsstand zur Untersuchung des Einflusses der Betriebsweise auf den Keimrückhalt / Untersuchung hoher Keimbelastungen

Die folgenden Fragestellungen standen im Fokus des Interesses dieser Versuchsreihe:

- ➔ Gibt es einen positiven/negativen Effekt der sich aufbauenden Deckschicht in Bezug auf den Keimrückhalt, d.h. verbessert/verschlechtert sich der Keimrückhalt mit zunehmender filtrierter Wassermenge (Vergleich P1/P2 mit P3/P4)
- ➔ Welchen Einfluss haben schwankende Rohwasserkonzentrationen in Bezug auf den Keimrückhalt?
- ➔ Kommt es zu einer inneren Verkeimung des Moduls bei kurzen Stillstandzeiten / bei langen Stillstandszeiten und wenn ja; ist diese reversibel/irreversibel?
- ➔ Hat das Ausspülen des Gehäuses einen positiven / negativen Effekt auf die Reinigungsleistung?

Insgesamt wurden zunächst sieben, nur durch ein Wochenende getrennte Messtage durchgeführt, nach einer Stillstandszeit von 2 Wochen daraufhin nochmals ein einzelner Messtag. An jedem Messtag (mit Ausnahme des ersten Messtags) wurde vor Beginn der Filtration eine Permeatprobe gezogen. Diese Probe charakterisiert das noch vom jeweiligen Vortag reinwasserseitig anstehende Permeat und kann Aufschluss über eventuelle Wachstums- oder Absterbeprozesse der gegebenenfalls am Vortag durch die Membran gelangten Organismen liefern. Nach Vollenfüllung der Wasserrucksäcke wurde jeweils eine Rohwasserprobe pro Wasserrucksack gezogen und nach einer Filtrationsmenge von 60 Litern die korrespondierende Permeatprobe. Die Analyse der Proben erfolgte durch das Labor des FG SWW mittels Colilert®-18/Quantitray und Enterolert-E™/Quantitray.

Folgende Tabelle 5 stellt die während der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ ermittelten Ergebnisse zum Keimrückhalt der Wasserrucksäcke P1 bis P4 zusammen. Analysewerte mit dem Ergebnis < 1 MPN/100 mL wurden bei der Berechnung der Log-Stufen-Reduktion mit 1 interpretiert.

Tabelle 5: Ergebnisse der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ Wasserrucksäcke P1 bis P4

	Einheit	P1/P2 (Filtration von 450 L/d)			P3/P4 (Filtration von 120 L/d)		
		E.Coli	Coliform.	I.E.	E.Coli	Coliform.	I.E.
∅ Rohwasser	MPN/100mL	258.000	378.000	173.000	190.000	389.000	44.205
∅ Permeat	MPN/100mL	1	5	1	6	21	3
∅ Median LRV	-	4,2	4,6	3,5	3,9	4,4	3,4

Anzahl n der Messwerte: Rohwasser n = 8; Permeate n = 8

Die in dieser Versuchsreihe ermittelten Log-Stufen Reduktionen liegen für *E.Coli* im Bereich von 3,9 bis 4,2, für *Coliforme* bei 4,4 bis 4,6 und für *Intestinale Enterokokken* bei 3,4

bis 3,5. Hierbei wurde zur Ermittlung der Log-Stufen-Reduktionen für P1/P2 und P3/P4 der Mittelwerte der Mediane der einzelnen Wasserrucksäcke verwendet. Eine einfache arithmetische Mittelwertbildung würde die Leistungsfähigkeit unterschätzen, da teilweise aufgrund geringer Rohwasserkonzentrationen im Bereich von 10^2 MPN/100 mL auch nur Reduktionen von 2 Log-Stufen erreichbar waren. Ein signifikanter Unterschied in der Leistungsfähigkeit zwischen den Wasserrucksäcken P1/P2 und P3/4 ist nicht zu erkennen.

Die Ergebnisse zum Keimrückhalt der Wasserrucksäcke P5 (Filtration von 30 L/d, sehr hohe Keimbelastung, keine Spülung vor Stillstandszeiten) und P6 (Filtration von 30 L/d, sehr hohe Keimbelastung, Spülung des Gehäuses und der Membran mit Trinkwasser vor Stillstandszeiten) sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Ergebnisse der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ Wasserrucksäcke P5 und P6

	Einheit	P5 (Filtration von 30 L/d) Keine Spülung			P6 (Filtration von 30 L/d) Spülung vor Stillstandszeiten		
		E.Coli	Coliforme	I.E.	E.Coli	Coliforme	I.E.
∅ Rohwasser	MPN/100mL	843.000	1.379.000	115.000	502.000	984.000	105.000
∅ Permeat	MPN/100mL	12	¹⁾	235	26	71	51
∅ LRV	-	4,9	¹⁾	2,9	4,8	4,9	3,3

Anzahl n der Messwerte: Rohwasser n = 8; Permeate n = 8

¹⁾ Bewertung nicht möglich aufgrund zu geringer Verdünnung der Permeatproben bei der Analyse

Die Log-Stufen Reduktionen der sehr hoch belasteten Wasserrucksäcke P5 und P6 erreichten für *E.Coli* sehr hohe Werte im Bereich von 4,8 bis 4,9. Während Wasserrucksack P6 mit einem Wert von 4,9 eine sehr hohe Log-Stufen Reduktion für *Coliforme* erreicht, ist eine Bewertung für P5 nicht möglich. Dies ist dadurch begründet, dass bei Wasserrucksack P5 in den Versuchstagen 4 bis 7 hohe Konzentrationen > 2.400 MPN/100 mL im Permeat gemessen wurden. Eine genau Quantifizierung der Konzentration war aufgrund fehlender Verdünnungen nicht mehr möglich.

Die folgende Abbildung 27 veranschaulicht das beobachtete Phänomen der hohen Konzentrationen an *Coliformen* im Permeat von P5. Hinweis: Werte > 2.400 MPN/100 mL sind vereinfachend als 2.400 MPN/100 mL dargestellt, da der genau Wert nicht bekannt ist.

Da das Phänomen der dauerhaft hohen Konzentrationen an *Coliformen* im Permeat nur in P5 auftrat und die Rohwässer ähnliche Konzentrationsniveaus aufwiesen, ist ein positiver Einfluss der praktizierten Trinkwasser-Spülung bei P6 sehr wahrscheinlich. Da letztendlich ein Defekt der Membran oder der Anschlussgarnitur bei P5 nicht vollständig ausgeschlos-

sen werden konnten, wurden weitere Tests mit extremer Keimbelastung als sinnvoll und notwendig erachtet.

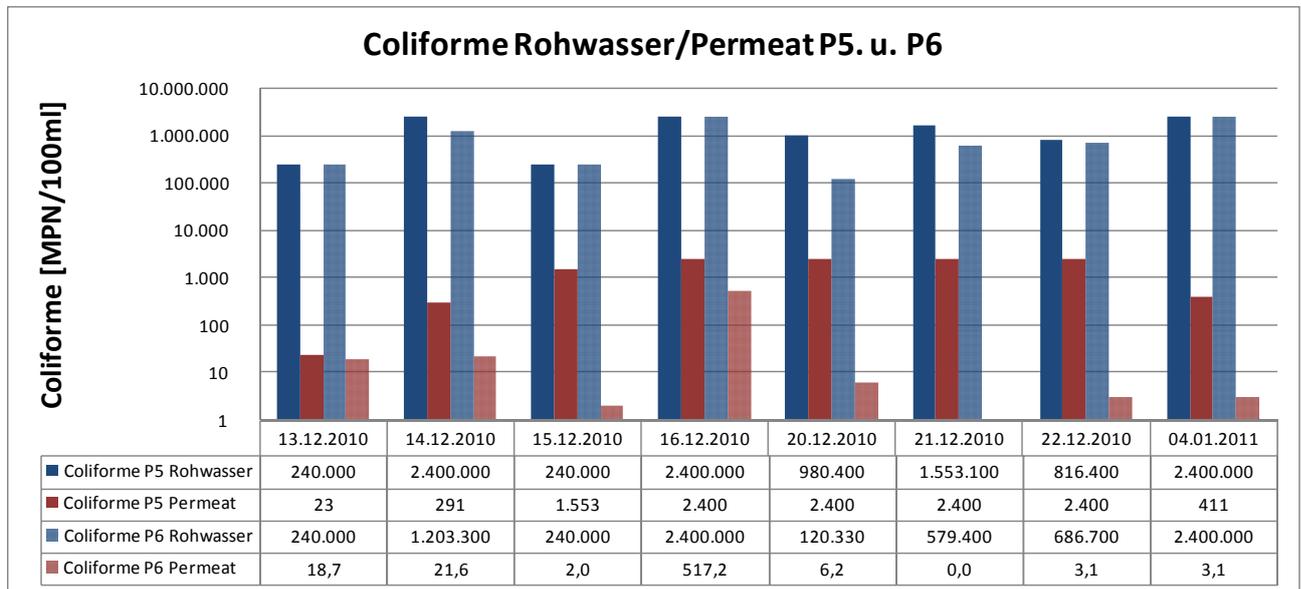


Abbildung 27: Coliforme im Rohwasser und Permeat der Wasserrucksäcke P5/P6

5.1.3.2 Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse aus der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ und möglicher Hinweise auf ein Durchbrechen bzw. reinwasserseitiges Wachstums von *Coliformen* bei extrem hoher Keimbelastung im Rohwasser wurden weitergehende Versuche durchgeführt. In diese Versuche wurden auch externe Labors eingebunden.

Erneut wurden in dieser Versuchsreihe die im Projekt entwickelten FM10 Module (9,5m² Filtrationsfläche, Membran UP150) untersucht. Zusätzlich wurde ein FM6 Modul (6 m² Filtrationsfläche, Membran UP020) mit einer niedrigeren Trenngrenze (20 kDa) eingesetzt, um die generelle Eignung dieses Moduls für den Wasserrucksack zu untersuchen. Als Rohwasser wurde erneut Trinkwasser mit Abwasseranteilen (Ablauf Vorklärung Klärwerk Kassel) verwendet, jedoch in einem bislang noch nie eingestellten Mischungsverhältnis von 1:1, so dass extrem hohe Keimgehalte zu erwarten waren. Um einen zusätzlichen Einflussfaktor in die Untersuchungen einzubinden, wurden das Rohwasser für zwei Wasserrucksäcke zusätzlich mit Bodenaushub angereichert, um eine erhöhte Feststoffbelastung zu erreichen. Es sollte untersucht werden, ob sich infolge der höheren Feststoffbelastung eventuell eine vermehrte Adsorption der Bakterien an die Partikel ergibt und damit letztendlich ein erhöhter Keimrückhalt festgestellt werden kann. Die Feststoffkonzentrationen lagen beim Rohwasser ohne Bodenaushub-Dosierung bei 18 mg/L bis 45 mg/L (Trübung 9 FNU bis 30 FNU) und bei dem mit Bodenaushub angereicherten Wasser bei 45 mg/L bis

273 mg/L (Trübung 30 FNU bis 175 FNU). Die Probenahme erfolgte in dieser Versuchsreihe angepasst zur filtrierten Wassermenge. Dabei wurden Proben nach 50L, 200L, 700L, 1.200L und 1.700L gezogen.



Abbildung 28: Versuchsstand Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zum Keimrückhalt veranschaulicht die folgende Tabelle 7. Bei der Darstellung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich die erreichte durchschnittliche Log-Stufen Reduktion der verschiedenen Wasserrucksäcke dargestellt.

Tabelle 7: Log-Stufen Reduktion in der Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“

Wasserrucksack	Rohwasser	LRV E.Coli	LRV Coliforme	LRV I.E.
P1	TW + AVK (1:1)	6,2	5,6	5,0
P2	TW + AVK (1:1)	5,6	5,2	4,8
P3	TW + AVK (1:1) + Bodenaushub	5,6	4,9	4,9
P4	TW + AVK (1:1) + Bodenaushub	5,3	4,7	4,6
P5	TW + AVK (1:1)	5,5	4,5	4,2

Begleitend zu den im Labor FG SWW durchgeführten Analysen wurden die Rohwasser- und Permeatproben des Wasserrucksacks P1 durch das SGS Institut Fresenius untersucht. Die Log-Stufen Reduktion, die sich aus den Ergebnissen der Analyse (Laborberichte siehe Anhang) der Rohwasser- und Permeatproben nach Filtration von 50 L, 200 L, 700 L und 1.200 L ergeben, sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Anhand der Ergebnisse des SGS Institut Fresenius ermittelte Log-Stufen Reduktion für Wasserrucksack P1 Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“

Filtrierte Menge	LRV E.Coli	LRV Coliforme	LRV I.E.
50 L	5,3	5,5	5,6
200 L	6,4	6,4	5,4
700 L	5,7	5,5	5,0
1.200 L	5,4	5,4	4,4

Es wird deutlich, dass in dieser Versuchsreihe mit Log-Stufen Reduktionen von > 6 für E.coli die bislang höchsten Reduktionen gemessen wurden. Auch mit durchgehend hohen Reduktionsleistungen im Bereich von knapp 5 Log-Stufen für Coliforme und Intestinale Enterokokken wurde ein sehr gutes Ergebnis erzielt. Die durch das SGS Institut Fresenius analysierten Proben verifizieren diese Werte.

Beim Vergleich der Wasserrucksäcke P1/P2 (Rohwasser TW + AVK ohne Bodenaushub) und P3/P4 (Rohwasser TW + AVK mit Bodenaushub) sind höhere Log-Stufen Reduktionen bei P1/P2 festzustellen. Im Weiteren ist festzuhalten, dass der Wasserrucksack P5 mit der eigentlich feineren Membran (UP020, 20kDa Trenngrenze) im Vergleich der UP150 Membran keinen verbesserten Rückhalt erzielt. Im Gegenteil, der Rückhalt ist geringer.

Es bleibt weiterhin festzuhalten, dass sich bei den Wasserrucksäcken P2, P3 und P4, ähnlich wie in der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ bei Wasserrucksack P5 beobachtet, ein Rückgang der Reduktionsleistung in Bezug auf *Coliforme* zu beobachten war und somit erhöhte Konzentrationen an *Coliformen* nach einer Stillstandszeit im Permeat nachweisen ließen. Die Erhöhung der Konzentration an *Coliformen* im Permeat wird insbesondere im Vergleich der Proben nach 1.200 L und 1.700 L deutlich. Zwischen diesen Proben lag eine Stillstandszeit von ca. 17 Stunden. Hier wurden zum Beispiel bei P4 in der Permeatprobe nach 1.200 L noch 345 MPN/100 mL gemessen, während in der Probe nach 1.700 L knapp 1.112.000 MPN/100 mL bestimmt wurden. Die Konzentration der korrespondierenden Rohwasserproben lag auf gleichem Niveau, so dass höchstwahrscheinlich von einer reinwasserseitigen Akkumulation von *Coliformen* in diesem Fall ausgegangen werden kann. Bei den *Intestinalen Enterokokken* ist ebenfalls ein Anstieg im Vergleich

der Permeatproben nach 1.200L und 1.700L zu verzeichnen, der jedoch deutlich geringer ausfällt als bei den *Coliformen*. *E.Coli* verzeichnen dagegen keinen Anstieg.

Um den Einfluss von Stillstandszeiten zu untersuchen, schlossen sich weitere Versuche an, bei denen innerhalb einer Zeitspanne von acht Tagen Permeatproben der voran genannten Wasserrucksäcke P2, P3 und P4 gezogen und diese auf die Indikatororganismen untersucht wurden. Die Wasserrucksäcke wurden dabei am ersten Tag mit Rohwasser befüllt und eine Filtration bzw. ein Öffnen des Permeathahns erfolgte nur für die Probenahme. Proben wurden an den Tagen 1, 5, 6, 7 und 8 gezogen. Tendenziell wurden ähnliche Beobachtungen wie in den voran genannten Untersuchungen gemacht, d.h. es kam anfänglich zu hohen Konzentrationen an *Coliformen* im Permeat, die sich jedoch mit zunehmender Stand zu reduzieren scheinten. Eine detaillierte Auswertung und Bewertung ist aufgrund einer zu geringen Anzahl an Messwerten und nicht definierter Versuchsbedingungen zu diesem Zeitpunkt nicht möglich. Hier müssen sich weitere Versuchsreihen anschließen Ein Zwischenzeitlich durchgeführter Versuch zur Spülung der Wasserrucksäcke mit Trinkwasser, um zu untersuchen, ob die beobachtete reinwasserseitige Akkumulation von *Coliformen* reversibel ist, lässt darauf schließen, dass eine signifikante Reduktion erreicht werden kann. Hier ergibt sich ebenso weiterer Forschungsbedarf.

5.1.3.3 Versuch „Feststofffreies Wasser“

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Wasserrucksacks in Bezug auf die Keimrückhaltefähigkeit bei feststofffreiem Rohwasser wurden externe Untersuchungen durch die GBA Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH durchgeführt. Bei dieser Untersuchung wurde ein Wasserrucksack (FM10 Modul, Membran UP150) zunächst mit 50 L Trinkwasser befüllt und daraufhin definierte Keimsuspensionen der Mikroorganismen *E.Coli*, Salmonellen, Enterokokken, *Vibrio parahämolyticus* und *Pseudomonas aeruginosa* zu pipettiert. Daraufhin wurde der Wasserrucksack vollständig mit Trinkwasser aufgefüllt und mit der Filtration begonnen. Die ersten 35 L des Permeats wurden verworfen und daraufhin eine Permeatprobe von 1 L entnommen, die auf die oben genannten Mikroorganismen untersucht wurde. Die ermittelten Rohwasser- und Permeatkonzentrationen sowie die berechneten Log-Stufen Reduktionen sind in dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse des Versuchs „Feststoffreies Wasser“

Organismen	Verfahren	Einheit	Rohwasser	Permeat	LRV
E.Coli	ISO 16649-2	KBE/100mL	3.800.000	1.600	3,4
Salmonellen	ISO 6579	KBE/100mL	35.000.000	14.600	3,4
Enterokokken	CATC-Agar	KBE/100mL	2.400.000	4.200	2,8
Pseudomonanden	Cetrimid-Agar	KBE/100mL	7.100.000	800	3,9
V. parahaemolyticus	ISO-TS 21872-1	KBE/100mL	7.900.000	< 100	>4,9 ¹⁾

¹⁾ für LRV-Berechnung Wert < 100 als 100 interpretiert

Im Zusammenhang dieses Versuchs bleibt festzuhalten, dass die gewählten Versuchsbedingungen einem worst-case Szenario entsprachen. Das Fehlen jeglicher Feststoffe bei gleichzeitiger extrem hoher Keimbelastung ist für realen Rohwasser sehr unwahrscheinlich. Trotz dieser schwierigen Bedingungen konnten hohe Log-Stufen Reduktionen von 2,8 bis 3,9 erzielt werden. Besonders positiv sticht die Reduktionsleistung für *Vibrio parahä-molyticus* mit einem Wert von über 4,9 heraus. Es handelt sich hierbei um eine humanpathogene Spezies der Gattung *Vibrio* ähnlich dem Choleraerreger *Vibrio cholerae*.

5.1.4 Einfluss von Membranbeschädigungen auf den Keimrückhalt

Zur Untersuchung des Einflusses von Membranbeschädigungen wurde ein mit zwei Einzeldefekten präpariertes Membranmodul FM10 (2 x 1cm Riß in der Membran auf zwei unterschiedlichen Platten des Moduls) in einen Wasserruck eingebaut (Modul 1). Um die Auswirkungen dieser Beschädigungen zu untersuchen wurde ein fabrikneues Membranmodul FM10 als Referenz in einen zweiten Wasserrucksack (Modul 2) eingebaut und mit dem gleichen Rohwasser beschickt, welches aus Trinkwasser mit Rohabwasseranteilen (Zulauf Vorklärung Klärwerk Kassel) bestand. Vereinfachend wurde nur zu Beginn des Versuchs eine Rohwasserprobe aus der Rohwasservorlage gezogen. Die Permeate wurden direkt nach Filtrationsbeginn, nach 20 L, 50L, 200L und 500 L beprobt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 veranschaulicht.

Es zeigt sich, dass signifikante Unterschiede in Bezug auf die Indikatororganismen in den Permeatproben zwischen dem beschädigten und dem unbeschädigten Modul nur in der ersten Probe direkt bei Filtrationsbeginn erkennbar. Danach befinden sich die Konzentrationen auf einem vergleichbaren Niveau, wobei das beschädigte Membranmodul nach einer Filtrationsmenge von 500 L sogar ein leicht besseres Ergebnis erzielt als die unbeschädigte.

Tabelle 10: Ergebnisse des Vergleichs einer beschädigten / unbeschädigten Membran

		Modul 1 mit 2 Defekten präpariert			Modul 2 fabrikneu, intakt		
		E.Coli	Coliforme	I.E.	E.Coli	Coliforme	I.E.
Rohwasser	MPN/100 mL	760.000	5.900.000	61.000	760.000	5.900.000	61.000
Beginn	MPN/100 mL	13.000	130.000	<1	164	829	<1
nach 20 L	MPN/100 mL	111	676	6,3	23,1	129	4,1
nach 50 L	MPN/100 mL	62	107	8,6	12,2	51	1,0
nach 200 L	MPN/100 mL	20,9	285	1,0	18,1	20	1,0
nach 500 L	MPN/100 mL	1,0	11,0	<1	3,0	21	1,0

5.1.5 Einfluss extremer Witterungseinflüsse

5.1.5.1 Austrocknen des Membranmoduls

Zur Simulation des Austrocknens eines Membranmoduls wurde zunächst ein Wasserrucksack mit einem FM6 Modul (Membran UP150) ausgestattet und dieser mit feststoffbelastetem Rohwasser (Trinkwasser mit Bodenaushub) beschickt. Nach einer Filtrationsdauer von ca. 9 Stunden wurde das Modul ausgebaut und bei Temperaturen zwischen 40°C und 50°C in einem Trockenschrank über 4 Tage getrocknet. Danach erfolgte der Wiedereinbau und die Wiedereinbetriebnahme. Dabei war festzustellen, dass kein Permeat mehr floss. Auch nach längerem Einweichen des Membranmoduls über einen Tag konnte kein Permeat gewonnen werden. Abbildung 29 zeigt das Membranmodul im Trockenschrank und die sich auf der Membranoberfläche angebackene Deckschicht.



Abbildung 29: Membranmodul im Trockenschrank und angebackene Deckschicht

Ein ähnlicher Trocknungsversuch wurde mit einem fabrikneuen Modul FM10 durchgeführt, welches jedoch ohne jeglichen vorherigen Wasserkontakt im Trockenschrank über 4 Tage

bei 40°C bis 50°C getrocknet wurde. Nach der Trocknungsphase und dem Einbau in einen Wasserrucksack wurde eine Filtration mit Trinkwasser gestartet. Hierbei konnte zunächst ebenfalls kein Permeat gewonnen werden. Nach einer Wässerung von einem Tag konnte dann wieder ein Ausfluss beobachtet werden. Durch das Auslitern des Permeats konnte ein Flux von ca. 44 L/(m²·h) festgestellt werden. Daraufhin wurde der Keimrückhalt getestet, in dem der Wasserrucksack zur Hälfte mit Trinkwasser und zur Hälfte mit Rohabwasser (Zulauf Vorklärung Klärwerk Kassel) gefüllt wurde. Dabei war ein plötzliches Absinken des Flux auf nur noch 2 L/(m²·h) zu verzeichnen. Die sich aus der untersuchten Rohwasser und Permeatprobe ermittelten Log-Stufen Reduktionen lagen für E.Coli auf einem niedrigen Niveau von nur 2 deutlich unter den bisher ermittelten Werten, so dass höchstwahrscheinlich von einer Beschädigung des Moduls durch den Trocknungsvorgang ausgegangen werden muss.

5.1.5.2 Einfrieren des Membranmoduls

Witterungsbedingt musste der Versuch am Gewässer „Ahna“ aufgrund von extremer Kälte abgebrochen werden. Die Temperatur im Teststand sank unter 0°C, wodurch das Wasser in den Behältern mit den Membranmodulen anfang zu gefrieren. Auch wenn die Behälter und Membranmodule nicht komplett durchgefroren waren, sind diese, wie in Abbildung 30 zu erkennen ist, von der Eisbildung direkt betroffen gewesen.



Abbildung 30: Eingefrorenes Membranmodul und eingefrorener Versuchsstand

Nach dem Ausbau der drei Module aus dem eingefrorenen Versuchstand wurden sie in der Versuchshalle der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Wasserbau und Umwelttechnik wieder in Betrieb genommen, um den Keimrückhalt nach dem eingetretenen Einfrieren zu untersuchen und um damit Hinweise auf eine eventuelle Beschädigung zu erlangen. Dabei wurde Oberflächenwasser des Bachs „Ahna“ mit geringen Anteilen an Rohabwasser (Zu-

lauf Vorklärung Klärwerk Kassel) versetzt und durch die drei Module filtriert und daraufhin eine Stichprobe des Permeats genommen. Die Ergebnisse der FM10 Module (1) und (2) sind im Folgenden zusammengestellt.

Tabelle 11: Ergebnisse einer Stichprobe nach Einfrieren der Membranmodule

		FM10 (1)			FM10 (2)		
		E.Coli	Coliforme	I.E.	E.Coli	Coliforme	I.E.
Rohwasser	MPN/100 mL	49.000	> 240.000	26.000	49.000	> 240.000	26.000
Permeat	MPN/100 mL	< 1	< 1	< 1	< 1	1,0	2,0

Es zeigte sich, dass lediglich bei FM10 (2) für die Indikatororganismen *Coliforme* und *Intestinale Enterokokken* 1 bzw. 2 MPN/100 mL nachgewiesen werden konnten.

5.1.6 Versuche zum Rückhalt problematischer Stoffe und Viren

5.1.6.1 Rückhalt von Schwermetallen und AOX

Im Rahmen des Projektes wurden orientierende Versuche zum Rückhalt problematischer Stoffe und Viren durchgeführt, um Aussagen zur Rückhaltung dieser durch den Wasserrucksack abschätzen zu können.

Als problematische Stoffe wurden in diesen Versuchen vor allem Schwermetalle und AOX (als Summenparameter für Umweltgifte wie Dioxine oder Pestizide) untersucht. Hierbei wurden zwei der bereits in der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ eingesetzten Wasserrucksäcke ausgewählt, die mit Rohwasser und einer definierten Schmermetall/AOX-Lösung beaufschlagt wurden. Dabei wurden die Wasserrucksäcke P1 und P6 ausgewählt. Dies war dadurch begründet, dass beide in der vorausgegangenen Versuchsreihe völlig unterschiedlich betrieben wurden und somit der Einfluss der Deckschicht auf den Membranen der eingesetzten Module (P1 = ausgeprägte Deckschicht; P6 = keine Deckschicht, weil vor Versuch mit NaOCl (200ppm) gereinigt) untersucht werden sollte. Als Rohwasser wurde ein Gemisch aus Trinkwasser, Rohabwasser und die angesprochene Schmermetall/AOX-Lösung verwendet. Die Konzentration der angesetzten Schmermetalllösung orientierte sich an der Abwassersatzung der Stadt Kassel, so dass in jedem Fall die Grenzwerte der deutschen Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) für die jeweiligen Schwermetalle im Rohwasser deutlich überschritten werden. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

Tabelle 12: Schwermetall- und AOX-Rückhalt zweier Wasserrucksäcke

Stoff/ Parameter	Einheit	Rohwasser	Grenzwert laut TrinkwV 2001	Permeat P1	Permeat P6
Hg	µg/L	27	1	<0,2	<0,2
Ar	µg/L	51	10	5,5	4,6
Pb	µg/L	69	10	< 2,5	< 2,5
Cd	µg/L	29	5	0,11	1,3
Cu	µg/L	500	2.000	7	390
Ni	µg/L	330	20	13	24
Cr	µg/L	230	50	27	25
Zn	µg/L	1.600	-	34	84
AOX	µg/L	< 50	-	< 50	140

Im Ergebnis zeigt sich, dass maßgebliche Reduktionen für alle Stoffe erreicht wurden und die ermittelten Konzentrationen in den Permeaten sogar weitestgehend die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung unterschreiten. Die höhere AOX-Konzentration bei P6 ist höchstwahrscheinlich auf die zuvor durchgeführte Chlorung des Membranmoduls zurückzuführen. Dabei sind scheinbar über den Parameter AOX erfassbare Beiprodukte entstanden.

5.1.6.2 Rückhalt von Viren

Zur Untersuchung des Rückhalts von Viren wurden orientierende Versuche durchgeführt. Zur Quantifizierung wurde mit somatischen Coliphagen gearbeitet, die als Indikatoren für (human-)pathogene Viren in der Fachwelt in der Diskussion stehen. Hierzu ein Auszug aus dem Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2006 - 49:1059–1062:

„Als [...] Alternative bietet sich die Untersuchung auf Coliphagen an. Phagen sind Viren, die Bakterien befallen; im Falle der Coliphagen dient E. coli als Wirtszelle. Phagen sind humanpathogenen Viren in Größe und Struktur ähnlicher als Bakterien und auch daher potenziell die besseren Indikatoren. Epidemiologische Studien haben einen Zusammenhang zwischen der Konzentration an Coliphagen in Badegewässern und (durch Viren ausgelösten) Durchfallerkrankungen gezeigt.“

In diesen Versuchen wurden 4 Wasserrucksäcke mit FM10 Modulen (Membran UP150) aus der Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ (P1, P2, P5, P6) mit einem Gemisch aus Oberflächenwasser, Rohabwasser und Belebtschlamm des Klärwerks Kassel beaufschlagt, um eine möglichst hohe Konzentration an Coliphagen im Rohwasser zu erzielen.

Während der Filtration dieses Rohwassers wurde jeweils eine Permeatprobe pro Wasser-rucksack gezogen und durch das Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit des Uni-versitätsklinikums Bonn auf Coliphagen untersucht. Zusätzlich wurde eine korrespondie-rende Rohwasserprobe zur Quantifizierung der sich ergebenden Reduktionsleistung ana-lysiert. Die Ergebnisse sind in dargestellt

Tabelle 13: Ergebnisse zum Rückhalt von Viren (Coliphagen)

	Verfahren	Einheit	Meßwert	LRV
Rohwasser	ISO 10705 Teil 2	PBE/100 mL	21.519	-
P1	ISO 10705 Teil 2	PBE/100 mL	0	>4,3
P2	ISO 10705 Teil 2	PBE/100 mL	0	>4,3
P5	ISO 10705 Teil 2	PBE/100 mL	4	3,7
P6	ISO 10705 Teil 2	PBE/100 mL	0	> 4,3

PBE = Plaque bildende Einheiten (Maß für die Anzahl infektiöser Viruspartikel)

Es konnte in den Versuchen zum Rückhalt von Viren (Coliphagen) Log-Stufen Reduktio-nen im Bereich von 3,7 bis > 4,3 ermittelt werden.

5.1.7 Versuche zur Integration einer einfachen, stromlosen Chlorung des Permeats

Zur Integration einer einfachen, automatisierten und stromlosen Chlorung wurden Vorver-suche mit einer eigens entwickelten Chlorschleuse durchgeführt. Diese ersten orientieren-den Versuche sollte Erkenntnisse zur generellen Machbarkeit einer solchen Vorrichtung erbringen, die es erlauben würde einen Depoteffekt im gefilterten Wasser gegen eine mögliche Wiederverkeimung zu gewährleisten. Die entwickelte Chlorschleuse ist in Abbil-dung 31 dargestellt.



Abbildung 31: Einfache Chlorschleuse

Das Konzept der Chlorschleuse sieht vor, dass eine/ mehrere Chlortabletten innerhalb des Rohrstückes platziert werden. Das Rohrstück ist an beiden Enden mit kleinen Siebbleche versehen, die das Ausschwemmen größerer, ungelöster Chlortabletten-Partikel verhindern sollen. Das Permeat fließt durch die Chlorschleuse und löst beim Umspülen der Tablette(n) Chlor, welches dann als freies Chlor im Wasser vorhanden ist und noch eventuell im Wasser befindliche Mikroorganismen abtöten bzw. eine Wiederverkeimung z.B. durch verunreinigte Gefäße verhindern soll. Tests wurden mit CaOCl_2 - (schnelllöslich) und Trichlorisocyanursäure-Tabletten (langsam löslich) durchgeführt.

Es wurde ein Dosierungsversuch durchgeführt, bei dem Trinkwasser gefiltert wurde und die sich ergebende Chlorkonzentration nach Durchlaufen der Chlorschleuse im Permeat bestimmt wurde. Der Durchfluss wurde dabei auf 60 L/h eingestellt. Hierbei zeigte sich, dass bei CaOCl_2 -Tabletten eine zu erwartende schnelle Auflösung eintritt, die dazu führt, dass die Tablette bereits nach wenigen Litern verbraucht ist. Zudosiermengen im Bereich von 0,156 mgCl_2/L bis 6,45 mgCl_2/L konnten gemessen werden. Bei Trichlorisocyanursäure-Tabletten wurde zwar eine geringe Auflösungsgeschwindigkeit beobachtet, die vermuten lässt, dass die Tablette erst nach einer Filtrationsmenge von ca. 1.000 L aufgezehrt sein würde, jedoch wurden permanent sehr hohe Zudosiermengen von ca. 9 mgCl_2/L gemessen. Zum Vergleich sei hier die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001 genannt, welche eine maximale Zudosiermenge in besonderen Fällen, in denen die Desinfektion nicht anders sichergestellt werden kann, eine maximale zulässige Zugabe von 6 mgCl_2/L vorsieht. Dabei ist Trichlorisocyanursäure zudem nicht als zulässiges Desinfektionsmittel angegeben.

5.2 Schlussfolgerungen

- Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Membranmodule und damit des Wasserrucksacks kann durch Versuche mit realem Oberflächenwasser ermittelt werden. Vor allem die in Oberflächenwässern befindlichen gelösten organischen Stoffe (z.B. EPS) bewirken maßgeblich das Membranfouling und damit eine Reduktion der hydraulischen Leistungsfähigkeit mit fortschreitender Filtrationsdauer.
- Ein auf ein nicht mit Wasser eingestautes Membranmodul treffender Wasserschwall bewirkt (z.B. erzeugt durch das Befüllen mittels Eimern) eine Abreinigung der sich auf der Membran gebildeten Deckschicht und kann damit nach Stillstandszeiten zeitweise die hydraulische Leistungsfähigkeit erhöhen. Wird der Wasserschwall jedoch durch das Vorsieb gebrochen und in seiner Intensität abgeschwächt, ist dieser Effekt nicht zu beobachten. Ein Verzicht auf das Vorsieb und damit die Nutzung des Spüleffektes durch die schwallartige Befüllung kommt jedoch für den realen Einsatzfall nicht in Frage, da dem Schutz der Membran vor Grobstoffen, die die Integrität der Membran gefährden, absolute Priorität eingeräumt werden muss.
- Der in vorausgegangenen Versuchen ermittelte Minimalflux von ca. 5 L/(m²·h) kann auch für den diskontinuierlichen Betrieb angesetzt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei geringer Rohwassertemperatur auch deutlich geringere Werte erzielt werden, so dass ein Wasserrucksack in kälteren Einsatzgebieten deutlich weniger Menschen versorgen kann und somit in entsprechenden Regionen mehr Wasserrucksäcke zum Einsatz gebracht werden müssten.
- Ist der Wasserrucksack hohen Feststoffkonzentrationen im Rohwasser ausgesetzt kommt es nach längerer Filtrationsdauer durch den Rückhalt der Feststoffpartikel durch das Membranmodul zu einer Akkumulation dieser im Gehäuse und damit zu einer zunehmenden Verschlämzung. Bei vollständiger Verschlämzung tritt dann kein Wasser mehr an die Membran und der Permeatfluss kommt zum Erliegen. Als Gegenmaßnahme muss der sich angesammelte Schlamm aus dem Gehäuse entfernt werden, entweder durch ein Umdrehen des Wasserrucksacks oder durch den integrierten Behälterauslass an der Unterseite.
- Bei moderaten Keimbelastungen im Rohwasser von 10³ MPN/100 mL bis 10⁴ MPN/100 mL für die Indikatororganismen *E.Coli*, *Coliforme* und *Intestinale Enterokokken* wie sie in Mischwasser belasteten Oberflächengewässern vorzufinden sind, reduziert der Wasserrucksack die Belastung auf ein geringes Niveau, dass in vielen Fällen den mikrobiologischen Anforderungen der deutschen Trinkwasserverordnung entspricht. Im Bereich dieser Rohwasserkonzentrationen und der sich erge-

benden geringen Konzentrationen im Permeat sind **keine** negativen Auswirkungen kurzer Stillstandszeiten zu erwarten (z.B. permeatseitige Verkeimung).

- ➔ Im Bereich sehr hoher Keimbelastungen von 10^6 bis 10^8 MPN/100 mL wird ein effektiver Rückhalt erzielt, der die Ausgangskonzentration bis zu > 6 Log-Stufen reduziert, das heißt 99,9999 % der Keime werden zurückgehalten.
- ➔ Unter worst-case Bedingungen, das heißt bei hoher Keimbelastung und feststofffreiem Wasser, ist immer noch von einer Reduktion für den Indikatororganismus *E. Coli* von 3,4 Log-Stufen (99,96 % Reduktion) auszugehen.
- ➔ Der Wasserrucksack mit dem eingesetzten Membranmodul liegt über dem von der WHO 2008 in den „Guidelines für Drinking-Water Quality 3rd Edition“ für Ultrafiltration angegebenen „Baseline“ Log-Stufen Reduktion für Bakterien von 3 und überschreitet teilweise die maximale Reduktion von 6 Log-Stufen.
- ➔ Für *Vibrio parahaemolyticus*, eine Vibrionen Spezies ähnlich dem Cholera-Erreger, wurde unter diesen Bedingungen ein Rückhalt von $> 4,9$ Log-Stufen erzielt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass der Wasserrucksack ein effektives Hilfsmittel zur Verhinderung wasserinduzierter Cholera-Infektionen sein kann.
- ➔ Es kann weder ein positiver noch negativer Effekt der sich mit zunehmender Filtrationsmenge auf der Membran ausbildenden Deckschicht in Bezug auf den Keimrückhalt bestätigt werden.
- ➔ Stillstandszeiten nach Filtration von extrem hoch belastetem Rohwasser können zu einer reinwasserseitigen Akkumulation von *Coliformen* und teilweise von *Intestinalen Enterokokken* führen, was teilweise zu extrem hohen Konzentrationen im Permeat nach Wiederinbetriebnahme des Wasserrucksacks führt. Diese Akkumulation scheint jedoch reversibel zu sein und durch das Spülen mit Trinkwasser bzw. durch gering belastetes Wasser zu beseitigen sein. Nach Stillstandszeiten ist somit bei Wiederinbetriebnahme zunächst eine noch zu definierende Menge an Permeat zunächst zu verwerfen, bevor es getrunken werden sollte. **Hier müssen sich dringend weitere Untersuchungen anschließen!**
- ➔ Eine geringfügige Membranbeschädigung durch kleinere Risse in der Membran (simuliert wurden zwei 1cm Risse auf zwei Platten) führt nur direkt nach Inbetriebnahme zu einer erhöhten Keimbelastung im Permeat. Bereits nach 20L Filtrationsmenge ist gegenüber einer vollständig intakten Membran kein signifikanter Unterschied mehr zu beobachten. Es ist davon auszugehen, dass sich kleine Risse und Beschädigungen durch angelagerte Feststoffe zusetzen und somit kein ungefilter-

tes Rohwasser mehr auf die Reinwasserseite gelangt. Das Risiko geringfügiger Beschädigungen ist somit als gering einzustufen. Trotzdem müssen weitere Untersuchungen in diesem Bereich folgen!

- ➔ Ein Austrocknen des Membranmoduls infolge großer Wärmeeinwirkung sowohl im fabrikneuen Zustand als auch im wasserbenetzten Zustand muss auf jeden Fall verhindert werden. Das bedeutet, dass die Lagerorte von neuen Wasserrucksäcken nicht unter direkter Sonneneinstrahlung stehen sollten und eine ausreichende Luftfeuchtigkeit gewährleistet sein sollte. Ist der Wasserrucksack einmal benutzt, sollte bei der Lagerung eine geringe Menge Wasser im Gehäuse verbleiben, damit sich eine wasserdampfgesättigte oder zumindest hohe Luftfeuchtigkeit im Gehäuse einstellt, die ein Austrocknen verhindert. Auch wenn in den Versuchen kein negativer Einfluss des teilweisen Einfrierens des Membranmoduls festgestellt werden konnte, ist ein Durchfrieren des Moduls in jeden Fall zu verhindern, da dies mit aller Wahrscheinlichkeit zur Zerstörung des Moduls führen würde.
- ➔ Auch wenn theoretisch die Trenngrenze der verwendeten Membran (150 kDa) nicht ausreichend ist den Rückhalt von Schwermetallen zu gewährleisten, so ist doch mit einer signifikanten Reduktion der Schwermetallgehalte zu rechnen, da Schwermetalle zu einem mehr oder weniger großen Teil an Partikel adsorbiert oder in ihnen gebunden sind, so dass sich durch den Rückhalt dieser Partikel auch ein Rückhalt der Schwermetalle ergibt.
- ➔ Die orientierenden Versuche zum Rückhalt von Coliphagen und der ermittelten Reduktionsleistungen von 3,7 bzw. > 4,3 Log-Stufen lassen den Schluss zu, dass der Wasserrucksack mit dem eingesetzten Membranmodul auch das Risiko durch Viren verursachter Krankheiten maßgeblich reduziert.
- ➔ Eine einfache, stromlose, automatisierte und unbeaufsichtigte Chlordosierung kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht sicher umgesetzt werden. Diese Bemühungen sind bei einer Weiterentwicklung des Wasserrucksacks zu einer stationären Lösung weiter zu betreiben, jedoch nicht in diesem Projekt oder dem beantragten Folgeprojekt AZ23860/04.

6 ENTWICKLUNG TESTPROGRAMM KLEINSERIE

6.1 Versuche im Inland

Das Testprogramm, durchzuführen im Zuge des beantragten Projektes Az 23860/04 (9 Monate) für die im Zuge des hier berichteten Projektes Az 23860/02 (9 Monate) erstellte Kleinserie, umfasst folgende Aspekte:

- ➔ Hydraulische Leistungsfähigkeit, insbesondere im Langzeittest
- ➔ Leistungsfähigkeit bzgl. Rückhalt von Bakterien und Viren, insbesondere im Langzeittest
- ➔ Betriebsweisen, z.B. Teilfüllung/Vollfüllung
- ➔ Betriebsdauer, z.B. kontinuierlicher Betrieb, Betrieb nur tagsüber, Filtrationspausen
- ➔ Reinigungs- und Wartungsintervalle
- ➔ Prozessstabilität in Bezug auf folgende Aspekte:
 - Rohwasserqualität
 - Extreme Witterungseinflüsse
 - Membran-Fouling und -Scaling
 - Lagerung
 - diskontinuierlicher Betrieb und längerer Nichtbetrieb
 - Trockenfallen der Membran
 - Fehlbetrieb
- ➔ Verkeimung der Reinwasserseite durch Bakterienwachstum bzw. Deckschichtbildung innerhalb des Membranmoduls oder der Armaturen
- ➔ Maßnahmen zur Verhinderung bzw. Beseitigung einer Verkeimung der Reinwasserseite aus betrieblicher Sicht
- ➔ Leistungsfähigkeit bzgl. Rückhalt von problematischen Inhaltsstoffen
- ➔ **Feedseitige Aufkonzentrierung von Bakterien und zurückgehaltenen Stoffen**
- ➔ Entsorgung der zurückgehaltenen Stoffe

Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die bisherigen Versuche vornehmlich in der kalten Jahreszeit durchgeführt wurden. Entsprechende Untersuchungen in der warmen Jahreszeit sind noch durchzuführen.

6.2 Feldtest in aktuellen Einsatzgebieten

Das System „Wasserrucksack“ hat sich als technisch realisierbar und äußerst sinnvoll herausgestellt, um im Katastrophenfall Menschenleben zu retten. Da der Wasserrucksack im Einsatzgebiet zumeist von fachfremden Personen bzw. Personengruppen in unterschiedlichsten Teilen der Welt betrieben werden soll, sind zur erfolgreichen Verwendung seitens der Nutzer(-gruppen) folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- ➔ Erkennen des Verwendungszwecks des Wasserrucksacks
- ➔ Erkennen der Betriebsweise des Gerätes
- ➔ Anwendung des Gerätes
- ➔ Akzeptanz und Verwendung des Gerätes

Ob diese Voraussetzungen im Einsatz einwandfrei erfüllt werden können, soll anhand von mehreren Feldtests mit der Kleinserie im Ausland ermittelt werden. Probleme im Erkennen des Verwendungszwecks, der Betriebsweise und in der Anwendung werden dokumentiert und daraus Änderungsvorschläge ermittelt. Diese fließen in das Design der Großserie ein. Im Fokus steht hier zum Einen das aus vier Piktogrammen bestehende Handbuch des Wasserrucksacks und zum Anderen die Funktionalität und Anwenderfreundlichkeit des Gesamtsystems.

Das Testprogramm, durchzuführen im Zuge des beantragten Projektes Az 23860/04 (9 Monate) für die im Zuge des hier berichteten Projektes Az 23860/02 (9 Monate) erstellte Kleinserie, wird ergänzt durch die **umfassenden Möglichkeiten**, die sich ergeben, da bereits so viele **Provisorien im Einsatz** sind.

Erste Erfahrungsberichte aus den Einsatzgebieten sind inzwischen angefertigt. Dabei kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Provisorien sehr gut von der notleidenden Bevölkerung angenommen und verwendet wurden. Vielerorts dienten sie noch heute als einzige Möglichkeit der Wasserbehandlung.

So sind neben den Tests an der Kleinserie auch umfassende Praxistests

- ➔ an verschiedenen Standorten
- ➔ nach verschieden langer Einsatzdauer
- ➔ bei unterschiedlichen
 - klimatischen Rahmenbedingungen,
 - kulturellen Rahmenbedingungen
 - technischen Rahmenbedingungen (Rohwasser etc.)
 - situativen Rahmenbedingungen (direkte Katastrophe, Schulen, ...)

- soziologischen Rahmenbedingungen

möglich. Folgende Aspekte sind zu bearbeiten:

- ➔ Im Zuge der Feldtest müssen Untersuchungen hinsichtlich der stofflichen Leistungsfähigkeit (hygienische Parameter) der Anlage durchgeführt werden. Hierfür hat das FG SWW bereits geeignete Methoden und Geräte identifiziert (sog. Dip-Slides, Fa. Merck, QuantiTray, Fa. IDEXX). Diese Geräte zeichnen sich durch eine einfache Probenvorbereitung und Bedienbarkeit aus und benötigen, im Falle der Dip-Slides, keine Fremdenergie (vorausgesetzt sind hohe Außentemperaturen im Bereich von 30°C). Daher eignen sich diese Methoden gut für den Feldeinsatz.
- ➔ Weiterentwicklung der Piktogramme
- ➔ Weiterentwicklung der Kurzanleitung
- ➔ Motivation zur Nutzung der Anlage, Psychologie, Gruppendynamik
- ➔ Transport
- ➔ Ermittlung möglicher Rohwasserbelastungen im Einsatzfall (Entwicklungsländer, Katastrophenfälle)
- ➔ Verhinderung einer Überschätzung des Leistungsvermögens der Anlage
- ➔ Verhinderung einer falschen Bedienung der Anlage

Diese Feldtests werden von der Fa. Martin System AG in Kolumbien und vom FG SWW in Pakistan, Vietnam, Haiti, Zimbabwe, Indien und Indonesien durchgeführt.

7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Projektziele der ersten Projektphase des Forschungsprojektes AZ 23860/02 „Entwicklung eines einfachen Membranfiltrationsgerätes zur Aufbereitung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser für kleine Personengruppen in Notsituationen (2. Phase)“ (9 Monate) wurden innerhalb des Zeitplans erreicht. Wichtige erreichte Meilensteine in diesem Projekt sind im Folgenden aufgelistet:

- ☑ Optimierung an der Pilotanlage, Entwicklung und Bau von Zwischenversionen
- ☑ Erste Tests und Erfahrungen mit den ausgereichten Provisorien unter Realbedingungen
- ☑ Umsetzung der Erkenntnisse im Weiterentwicklungsprozess (siehe z.B. Piktogramme)
- ☑ Durchführung umfassender Membrantests im Hinblick auf hydraulische und stoffliche Parameter
- ☑ Optimierung des Membranmoduls hinsichtlich der hydraulischen Leistungsfähigkeit bei gleichen Aussenabmessungen
- ☑ Konstruktion und Bau eines Rotomoulding-Werkzeuges
- ☑ Grundkonzept zum Test der Kleinserie
- ☑ Auswertung verschiedener Testreihen der Membrantests
- ☑ Optimierungen am Rotomoulding-Werkzeug, Bau der Kleinserie mit Hilfe des Werkzeugs
- ☑ Erstellung des Testprogramms mit der Kleinserie und an den ausgereichten Provisorien

Die erzielten Arbeitsergebnisse der ersten Projektphase machen deutlich, dass der Wasserrucksack eine wichtige Ergänzung zu den vorhandenen Notwasserversorgungssystemen werden kann.

Insbesondere die Ausreichung von durch verschiedene Hilfsorganisationen angeforderten und finanzierten Provisorien während der Zeit, in der das Projekt Az 23860/02 (9 Monate) bearbeitet wurde, hat dazu geführt, dass bereits erste Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz vorliegen. Diese Erfahrungen haben das Projekt umfassend positiv beeinflusst, ohne dass eine Querfinanzierung stattfand. Das Projekt hat also von dem externen Mitteleinsatz (FG SWW, Hilfsorganisationen und Spender) erheblich profitiert.

Der nun durchzuführende logische zweite Schritt im Entwicklungsprozess besteht in der Durchführung des beantragten Projekts AZ23860/04, insbesondere der hier bereits geplanten umfassenden Feldtests. Hierdurch soll letztlich die Feldtauglichkeit unter Realbedingungen erreicht werden.

So wird es dann am Ende des Projektes AZ23860/04 möglich sein, mit dem Wasserrucksack ein neues, angepasstes Erste-Hilfe-Tool für die Notwasserversorgung von Kleingruppen zu präsentieren.

Kassel / Sonneberg 13.03.2011



Prof. Dr.-Ing. F.-B. Frechen
FG SWW, Universität Kassel



Dipl.-Ing. Martin
Martin Systems AG

Anhang

1 BERICHT KICK-OFF-WORKSHOP AM 08.06.2010

VERANLASSUNG

Das Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kassel hat in einem vorausgegangen durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes (AZ 23860/01) den Prototyp eines einfachen Membranfiltrationsgerätes zur Aufbereitung von verunreinigtem Oberflächenwasser, den „Wasserrucksack bzw. WaterBackpack“ entwickelt und gebaut. Zur Weiterentwicklung dieses Prototyps zur Serienreife wurde in Kooperation mit dem Membranhersteller Martin Systems AG im Februar 2009 ein weiterer Antrag zur Projektförderung bei der DBU gestellt. Im Zuge der gutachterlichen Beurteilung des Vorhabens wurden die Antragsteller darauf hingewiesen, dass die geplante und notwendige Einbindung von Hilfsorganisation und Stakeholdern aus dem Bereich der humanitären Hilfe nicht explizit im Arbeitsprogramm aufgeführt ist. Aufgrund dieses gutachterlichen Hinweises wurden der Arbeits- und Zeitplan in der aktualisierten Antragsfassung überarbeitet und ergänzt. Dabei wurden die Arbeitsschritte „Kick-Off-Workshop“ und „Bedarfsanalyse und Risikoabschätzung“ eingefügt.

Ziel dieser Arbeitsschritte war es, die relevanten Entscheidungsträger aus dem Bereich der humanitären Hilfe bereits zu Beginn des Projektes in den Weiterentwicklungsprozess einzubinden und damit Anforderungen, Hinweise und Erfahrungen der Hilfsorganisationen optimal einarbeiten zu können. Hierfür wurde unmittelbar nach Bewilligung des Vorhabens mit der Organisation des so genannten Kick-Off-Workshops begonnen, mit dem Ziel, möglichst viele Organisationen und Entscheidungsträger für das Thema zu interessieren und somit zu einer Teilnahme an der Auftaktveranstaltung zu bewegen. Insgesamt wurden rund 480 Personen und Organisationen für den 8. Juni 2010 nach Kassel eingeladen. Das Programm des Kick-Off-Workshops unterteilte sich in einen Vortragsblock am Vormittag und in zwei parallel ablaufende Workshops am Nachmittag mit den Themen „Logistik“ und „Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit“. Neben der hessischen Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Frau Eva Kühne-Hörmann, referierten u.a. Vertreter von UNICEF, Ärzte ohne Grenzen, der GTZ und des THW über Wasseraufbereitung in Katastrophenfällen und Entwicklungsländern. Im vorliegenden Bericht werden die Vorträge der Veranstaltung kurz zusammengefasst und insbesondere die Ergebnisse der beiden Workshops dargelegt, welche nun in den Weiterentwicklungsprozess und die erste Kleinserie einfließen werden.

PROGRAMM DES KICK-OFF WORKSHOPS

Programm-Flyer

In folgender Abbildung ist der mit den Einladungen verschickte Programm-Flyer des Kick-Off-Workshops am 8. Juni 2010 dargestellt.

Kick-Off Workshop WaterBackpack

Dienstag 8. Juni 2010, Gießhaus
 Universität Kassel, Mönchebergstr. 5




Programm

Beginn 11:00 Uhr

- Begrüßung
Prof. Dr.-Ing. Martin Löwenz - *Vizepräsident der Universität Kassel*
- Projektvorstellung
Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen - *Universität Kassel*
- Der WaterBackpack in Chile - Erste Betriebsfahrten
Joachim Vogdt - *Ingenieria Alemana S.A. (IASA)*
- Wasseraufbereitung in Katastrophenfällen
Torben Marx - *Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)*
- Wasserversorgung durch UNICEF in Notsituationen am Beispiel von Haiti
Gabriele Oberbauer-Gambel - *UNICEF Arbeitsgruppe Kassel*
- Wasserversorgung während einer Choleraepidemie
Sebastian Dietrich - *Ärzte ohne Grenzen e.V.*
- Fördermöglichkeiten der DBU im wassertechnischen Bereich
Franz-Peter Heidenreich - *Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)*
- Potentiale für innovative Wassertechnologien in Entwicklungsländern - Risiken und Chancen
Stefan Opitz - *Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ)*

Mittagspause mit Imbiss 13:00 - 14:00 Uhr

- Grußwort der hessischen Ministerin für Wissenschaft und Kunst
Staatsministerin Eva Kühne-Hörmann
- Im Anschluss ab 14:15 Uhr
- Workshops A (Logistik) und B (Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit)

Ende der Workshops 16:00 Uhr

Im Anschluss

- Abschlussdiskussion im Gießhaus

Ende ca. 16:30 Uhr

www.waterbackpack.org



Workshop A: Logistik
 14:15 Uhr, Senatssaal

Workshop A befasst sich mit allen Fragen rund um die Logistik. Wie kann der WaterBackpack im Katastrophenfall schnell ins Einsatzgebiet gebracht werden? Wie und wo werden sie gelagert? Wie groß ist der Bedarf weltweit? Kann der WaterBackpack ins Portfolio der Hilfsorganisationen aufgenommen werden?

Workshop B: Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit
 14:15 Uhr, Gießhaus

Workshop B befasst sich mit allen Aspekten der Materialwahl, der Konstruktion und der Leistungsfähigkeit des WaterBackpacks.

Veranstaltungsort und Anreise

Das ehemalige Gießhaus der Firma Henschel - Baudenkmal aus der Zeit der Frühindustrialisierung und Veranstaltungsraum der Universität Kassel



Mit dem Auto:
 Am Universitätsstandort Holländischer Platz die Parkplätze in der Henschelstr., Moritzstr. oder Mönchebergstr. benutzen.

Mit der Bahn:
 Vom ICE-Bahnhof Kassel Wilhelmshöhe mit der Straßenbahn Linie 1 „Holländische Straße“ bis zur Haltestelle „Holländischer Platz“.



Telefon: 0561 - 804-2869
 Fax: 0561 - 804-3642
 shww@uni-kassel.de

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft - Universität Kassel
 Leiter: Prof. Dr.-Ing. F.-B. Frechen
 www.uni-kassel.de/fb14/shww



Programm-Flyer Kick-Off-Workshop

VORTRÄGE

Begrüßung durch Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz (Vizepräsident der Universität Kassel)

Der Kick-Off-Workshop wurde vom Vizepräsidenten der Universität Kassel Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz eröffnet. In seiner Einführungsrede begrüßte Prof. Lawerenz die Referenten der verschiedenen Organisationen und die rund 50 Teilnehmer im Gießhaus der Universität Kassel und würdigte zugleich das Engagement von Prof. Frechen und des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft für dieses humanitäre Projekt. Das Wasserrucksack-Projekt, so Prof. Lawerenz, könne als Beispiel für erfolgreiche universitäre Forschung bezeichnet werden, indem zunächst eine Idee entwickelt wird, das System im Labormaßstab getestet wird und letztendlich über das Prototypen-Stadium das serienreife Produkt entsteht.



Grußwort Vizepräsident Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz

Projektvorstellung durch Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen (Leiter des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft)



Projektvorstellung Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen

Prof. Frechen fasste in seinem Vortrag die Entwicklungen im Zusammenhang des Wasserrucksacks von der ersten Idee bis zum aktuellen Forschungsvorhaben zusammen. Er stellte heraus, dass die heute in der Notfallhilfe eingesetzten mobilen Trinkwasserwerke auf die Versorgung großer Personengruppen an zentralen Orten bzw. Städten abzielen. Dabei werden Menschen in abgelegenen Gebieten und kleinen Dörfern (< 1.000 EW) meist nicht von der Hilfe erreicht. Prof. Frechen stellte weiterhin Anforderungen an eine einfache Wasseraufbereitungsanlage für abgelegene Gebiete dar und präsentierte die Lösungsansätze, die der Wasserrucksack bietet. Weiterhin zeigte er Ergebnisse von Langzeit-Versuchsreihen mit dem Wasserrucksack und machte deutlich, dass ein Wasserrucksack in der Lage ist, sowohl qualitativ (Keimrückhalt) als auch quantitativ (hydraulische Leistungsfähigkeit) eine Personengruppe bis 200 Menschen über Monate mit trinkbarem Wasser zu versorgen. Darüber hinaus stellte Prof. Frechen auch die ersten Feldtests im In- und Ausland vor, bei denen der Wasserrucksack zum einen nach dem Erdbeben im März 2010 in Chile zum Einsatz kam und zum anderen mit Unterstützung des THW in Gelnhaar (Stadt Ortenberg) in der Wetterau getestet wurde.

Der WaterBackpack in Chile – Erste Betriebserfahrungen; Dipl.-Ing. Joachim Vogdt (Ingenieria Alemana)



Vortrag Dipl.-Ing. Joachim Vogdt (Ingenieria Alemana)

Das Ingenieurbüro Ingenieria Alemana aus Chile ist der erste Anwender des Wasserrucksacks. Während des verheerenden Erdbebens Ende Februar 2010 befand sich der Geschäftsführer Joachim Vogdt in Deutschland. Aufgrund eines durch das BMBF in Santiago de Chile organisierten Innovationsforums im Jahr 2009 bestand bereits Kontakt zum FG SWW. Spontan fragte Herr Vogdt nach, ob das FG SWW Wasserrucksäcke einsatzbereit habe, die er mit nach Chile nehmen könne. Zu dieser Zeit hatte das FG SWW zwei provisorische Wasserrucksäcke gebaut, die ursprünglich für den Einsatz in Haiti gedacht waren, jedoch aufgrund logistischer Probleme letztendlich nicht dorthin transportiert werden konnten. So gelangten die zwei provisorischen Wasserrucksäcke als Sondergepäck von Herrn Vogdt nach Chile.

Herr Vogdt berichtete in seinem Vortrag zunächst über das Ausmaß des Erdbebens am 27.02.2010 und den tektonischen Hintergrund der in Chile immer wieder auftretenden Erdbeben. Insbesondere ging er auf die Auswirkungen der im Zusammenhang des Erdbebens ausgelösten Tsunami-Flutwelle ein, die im Ort Pelluhue starke Zerstörungen verursachte und auch große Teile der Trinkwasserversorgung beeinträchtigte. In Pelluhue wurde auch ein provisorischer Wasserrucksack eingesetzt. Aufgrund der großen Zerstörung im Ortskern wurden Behelfsunterkünfte auf den umliegenden Hügeln eingerichtet und zur Aufbereitung des zur Verfügung stehenden Rohwassers ein provisorischer Wasserrucksack aufgestellt. Neben dem von der Tsunami-Flutwelle zerstörten Pelluhue waren auch nördlicher gelegene Gebiete stark vom Erdbeben betroffen. So bestanden in einer Schule im Ort Alhue Zweifel, ob das vor Ort zur Verfügung stehende Trinkwasser nach dem Erdbeben unbedenklich verwendet werden könne. Als Sicherheitsmaßnahme wurde hier der zweite provisorische Wasserrucksack zur Filtration des Trinkwassers verwendet. Nach-

dem sich jedoch die Situation an der Schule als unbedenklich herausgestellt hatte, wurde auch der zweite Wasserrucksack aufgrund der immer noch angespannten Versorgungslage nach Pelluhue transportiert. Insgesamt zeigten die ersten Betriebserfahrungen, dass die beiden provisorischen Wasserrucksäcke die bakterielle Belastung (Coliforme) des Rohwassers von 50 cfu/100ml unter die Nachweisgrenze im Permeat senken konnten und zu Beginn mit der eingesetzten 6m²-Membran in den ersten Betriebstagen 85 L/h (Flux von ca. 14 L/(m²*h)) Rohwasser aufbereitet werden konnte.

Herr Vogdt fasste die ersten Betriebserfahrungen wie folgt zusammen:

- Der Wasserrucksack senkt die bakterielle Belastung (in Bezug auf Coliforme) unter die Nachweisgrenze.
- Der Wasserrucksack besitzt für Brunnen- und Zisternenwasser eine hohe Durchsatzleistung und ist einfach zu handhaben, zu reinigen und zu transportieren.
- Um einen maximalen Durchsatz zu garantieren sollte sowohl ein Vorlagebehälter, als auch ein Filtratspeicher vorhanden sein; für diesen Speicher müsste allerdings eine Chlorung vorgesehen werden.

Zusätzlich formulierte Herr Vogdt die folgenden Empfehlungen:

- Nicht in allen Ländern, bzw. bei allen Katastrophenfällen ist der Zustand der lokalen Straßen das wichtigste Versorgungshindernis, im Falle Chiles wohl eher die Schäden an der zentralen Infrastruktur (Flughäfen, Hauptverkehrswege) und damit die schnelle Bereitstellung größerer Mengen von Hilfsgütern seitens Zentralregierung und Ausland (Hubschrauberabwurf, stapelbare Variante).
- Der Wasserruck muss auf das Portfolio der vorhandenen Organisationen (Katastrophenschutz, Gesundheitsdienste, freiwillige Feuerwehr) abgestimmt und eingebunden sein.
- Der Pilot-Filter „Wasserrucksack“ scheint in seiner jetzigen Form auch für die ländliche Wasserversorgung geeignet, z.B. auch Schulen oder Krankenstationen (< 100 EW).

Trinkwasseraufbereitung – Das THW im Ausland; Frank Biedenkapp (THW Landesverband Hessen / Rheinland-Pfalz / Saarland)



Vortrag Frank Biedenkapp (THW)

Herr Biedenkapp berichtete in seinem Vortrag zunächst über den gesetzlichen Auftrag und die Organisationsstruktur des THW. Weiterer Schwerpunkt des Vortrages war die Vorstellung der verschiedenen Spezialeinheiten innerhalb des THW, darunter die SEEWA (Schnell Einsatz Einheit Wasser Ausland) die maßgeblich für die Trinkwasseraufbereitung in Katastrophenfällen zuständig ist und in drei Standorten in Deutschland ansässig ist (Blaubeuren, Göttingen, Itzehoe). Im Rahmen der Vorstellung der SEEWA präsentierte Herr Biedenkapp die Einsatzbereiche im Ausland sowie die eingesetzten Anlagen. Hierbei wurde eine Anschwemmfiltration mit Vorflockung zur Vorbehandlung (6.000 L/h) und eine Umkehrosmoseanlage zur Meerwasserentsalzung (500 L/h) vorgestellt. Weiterhin berichtete Herr Biedenkapp über eine neue modulare Anlage, die sich aus Vorfiltration, Ultrafiltration, UV-Bestrahlung und Nachchlorungseinheit zusammenstellen lässt.

Wasserversorgung durch UNICEF in Notsituationen (am Bsp. von Haiti); Gabriele Oberbrunner-Gimbel (Unicef Arbeitsgruppe Kassel)



Vortrag Gabriele Oberbrunner-Gimbel (Unicef)

Frau Oberbrunner-Gimbel berichtete in ihrem Vortrag zunächst über die Rolle von Unicef in Notsituationen und stellte in diesem Zusammenhang statistische Daten vor. Unicef leistete demnach in den Jahren 2005 bis 2007 alleine 276 größere und kleinere Hilfseinsätze in 92 Ländern, wovon 25% dieser Einsätze in langfristigen Krisengebieten stattfanden und 75% Reaktionen auf akute Krisen waren. In 50% der Fälle waren diese akuten Krisen Naturkatastrophen, wobei dieser Anteil eine steigende Tendenz aufweist. Frau Oberbrunner-Gimbel stellte daneben auch die Aufgaben und den Leistungsbereich von Unicef in der Katastrophenhilfe vor, der das Vorhalten von Materiallagern, das Training und den Aufbau von Versorgungsketten, die Koordination zwischen Regierungen und NGO's, die Unterhaltung von Supply-Hubs in Kopenhagen und Dubai sowie das Setzen von Standards für Maßnahmen und Hilfsgüter umfasst. Danach wurden die Hilfsleistungen von Unicef im Rahmen des Erdbebens in Haiti im Januar 2010 thematisiert und insbesondere der Bereich Wasser/Hygiene hervorgehoben. Frau Oberbrunner-Gimbel berichtete, dass nach dem Erdbeben die komplette Trinkwasserversorgung in Port-au-Prince zusammengebrochen war und Unicef diesem Versorgungsengpass mit Wassertanklastfahrzeugen begegnete, die täglich rund 800.000 Menschen versorgen konnten. Zusätzlich fokussierte Unicef seine Hilfe auf die Versorgung von Kinderheimen und Krankenhäusern. Frau Oberbrunner-Gimbel stellte einzelne Projekte in diesem Zusammenhang vor und betonte abschließend noch, wie wichtig die ganzheitliche Betrachtung von Trinkwasserversorgung und Hygienemaßnahmen (provisorische Waschelegenheiten und Toiletten) während einer Notsituationen ist, um einerseits das Überleben der Betroffenen zu sichern, das Ausbreiten von Krankheiten zu verhindern und die Menschenwürde der Betroffenen zu wahren.

Wasserversorgung während einer Choleraepidemie; Sebastian Dietrich (Ärzte ohne Grenzen e.V.)

Cholera in Simbabwe 2008/2009



Titelfolie Vortrag Sebastian Dietrich (Ärzte ohne Grenzen)

Herr Dietrich ging in seinem Vortrag auf die Anforderungen und Erschwernisse einer Wasserversorgung während einer Choleraepidemie ein und berichtete von den Erfahrungen der letzten schweren Epidemie in Simbabwe in den Jahren 2008/09. Die Cholera ist eine schwere, bakterielle Infektionskrankheit, die durch eine leichte Übertragbarkeit durch Wasser oder direkten Kontakt (Hände) gekennzeichnet ist. Die Inkubationszeit liegt bei 2 bis 3 Tagen. Das Krankheitsbild ist meist ein schwerer Brechdurchfall mit einem Flüssigkeitsverlust mit bis zu 20 Litern pro Tag. Die Sterblichkeit von betroffenen Menschen ist besonders hoch. Herr Dietrich zeigte Impressionen aus einem Feldlazarett zur Behandlung cholerakrankender Menschen in Simbabwe, erklärte die Behandlungsstrategie und erläuterte die Erfordernisse hinsichtlich der Hygiene, die sich aus der leichten Übertragbarkeit der Krankheit ergeben. Danach stellte Herr Dietrich das Konzept der Ärzte ohne Grenzen zur Prävention von Choleraausbrüchen vor, dass vor allem auf die Bereitstellung von sicherem Wasser abzielt. Die Herstellung von sicherem Wasser geschieht durch die so genannte „bucket chlorination“, der Dosierung einer 1%igen-Chlorlösung in den jeweiligen Wassereimer/-kanister an der Zapfstelle durch einen eingewiesenen „Chlorinator“. Ein Chlorinator kann etwa 2 Kanister à 20 Liter pro Minute chloren und somit etwa 2.400 Liter/Stunde sicheres Wasser herstellen, welches für 120 bis 240 Personen ausreicht. Die Ausbildung und Überwachung der Chlorinatoren erfolgt durch Supervisor, die jeweils etwa 30 Chlorinatoren betreuen. Zu den Vorteilen der bucket chlorination zählte Herr Dietrich die hohe Qualität des Wassers, die Sicherheit der Methode, die hohe Flächendeckung bei kommunalen Wasserstellen, die leichte Expansion des Konzeptes sowie vor allen Dingen die Sicherheit vor einer möglichen Rekontamination. Als Nachteile zählte er den hohen Personal- und Überwachungsbedarf und die hohen Kosten des Konzeptes auf. Des Weiter-

ren handelt es sich bei der bucket chlorination um ein zeitaufwendiges Verfahren, da das chlorierte Wasser erst nach einer Kontaktzeit von ca. 30 Minuten zu verwenden sei. Darüber hinaus sei das Verfahren nicht flächendeckend für Oberflächenwasser einsetzbar, weil die Chlorung mit steigender Trübung des Rohwassers immer unwirksamer werde. Abschließend diskutierte Herr Dietrich noch das Konzept des Wasserrucksacks, wobei er insbesondere die einfache Bedienung, die Wartungsfreiheit, die Eignung für trübes Rohwasser und die Möglichkeit der sofortigen Verwendung des Wassers als Vorteile hervorhob. Herr Dietrich führte jedoch auch an, dass eine mögliche Wiederverkeimung des aufbereiteten Wassers nach Abfüllung in verschiedene Behältnisse (z.T. verschmutzt) eine Schwachstelle des Wasserrucksacks sei.

Fördermöglichkeiten der DBU im wassertechnischen Bereich; Dipl.-Ing. Franz-Peter Heidenreich (DBU)

Entwicklung eines einfachen Membranfiltrationsgerätes zur Aufbereitung von Trinkwasser aus Oberflächenwässern für kleine Personengruppen in Notsituationen (2. Phase)

Auftaktveranstaltung der Universität Kassel am 08. Mai 2010
Dipl.-Ing. Franz-Peter Heidenreich, DBU



DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Vortrag Dipl.-Ing. Franz-Peter Heidenreich (DBU)

Herr Heidenreich referierte in seinem Vortrag zunächst über die Struktur, das Leitbild und die Organisation der DBU und stellte anschließend geförderte Projekte aus dem Wasserbereich vor, zu denen u.a. ein Projekt zur abwasserfreien Papierproduktion, ein Projekt zur Entfärbung von Industrieabwässern sowie ein Projekt zur wassersparenden Kalksandsteinproduktion zählten. Darüber hinaus stellte Herr Heidenreich auch zwei Projekte aus dem Bereich der mobilen Wasseraufbereitung bzw. dezentralen Wasseraufbereitung vor. Abschließend gab Herr Heidenreich noch einen Überblick über Fördermöglichkeiten im Rahmen des Promotionsstipendien-Programmes der DBU.

Potentiale für innovative Wassertechnologien; Dipl.-Volksw. Stefan Opitz (GTZ)**Vortrag Dipl.-Volksw. Stefan Opitz (GTZ)**

Den abschließenden Vortrag des Vormittagsprogramms hielt Herr Stefan Opitz von der Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) zum Thema „Potentiale für innovative Wassertechnologien – Risiken und Chancen“. Herr Opitz stellte einleitend die Arbeit der GTZ vor und leitete dann zur Wassersituation in der Welt über, wobei er insbesondere auf die katastrophale Lage der Menschen ohne Zugang zu sicherem Wasser und sanitärer Grundversorgung einging. Des Weiteren unterstrich Opitz die Rolle von Wasser als limitierendem Faktor der wirtschaftlichen Entwicklung und Katalysator in Konfliktsituationen in der Welt. Als Kernaspekt seines Vortrages formulierte Herr Opitz die Frage, was geschehen müsse, damit technologische Anwendungen langfristig, nachhaltig und ökonomisch erfolgreich in ausgewählten Märkten von Entwicklungs- und Schwellenländern eingeführt werden können. Anschließend präsentierte Herr Opitz die folgenden 7 Thesen zur Lösung der oben beschriebenen Frage.

- ➔ Wir sollten nicht nur über Export von Technologien sprechen, sondern müssen über Technologiekooperationen entlang des gesamten Technologieentwicklungspfadens reden
- ➔ Wir brauchen eine verstärkte Zusammenarbeit mit Innovationsakteuren in Schwellen- und Ankerländern und nationale Dialoge
- ➔ Wir müssen den Aufbau lokaler Märkte und lokaler Wertschöpfungsketten unterstützen
- ➔ Lokale Kapazitäten und Know-how zu innovativen Technologien sind für den langfristigen Erfolg entscheidend
- ➔ Es bedarf der gesellschaftlichen und sozialen Akzeptanz für Neue Technologien
- ➔ Große Marktopportunitäten schlummern meist am “Bottom of the Pyramid” (BoP)

- ➔ Die Kooperation mit der Privatwirtschaft ist entscheidend in der Technologiekooperation

Grußwort; Eva Kühne-Hörmann (Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst)

Im Vorlauf zu den Workshop-Veranstaltungen des Nachmittags hielt die hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Frau Eva Kühne-Hörmann, ein Grußwort. Sie würdigte das Wasserrucksack-Projekt als Beispiel innovativer, universitärer Forschungs- und Entwicklungsarbeit und wünschte den Workshopteilnehmern einen erfolgreichen Verlauf der sich anschließenden zwei Workshops.



Grußwort Wissenschaftsministerin Eva-Kühne Hörmann



Prof. Frechen im Gespräch mit Frau Kühne-Hörmann u. Prof. Lawerenz

ERGEBNISSE DER WORKSHOPS

Workshop A „Logistik“

Der Workshop A hatte zum Ziel, sich mit allen Fragen rund um die Logistik des Wasserrucksacks zu beschäftigen. Insbesondere sollten Anforderungen der Hilfsorganisationen an die Lagerung, Transport und Distribution des Wasserrucksacks diskutiert werden, um diese Anforderungen in den Weiterentwicklungsprozess einarbeiten zu können. Unter den 6 Teilnehmern des Workshops A befand sich jedoch bedauerlicherweise kein Vertreter einer Hilfsorganisation, so dass sich teilweise offene Fragen ergaben, die nicht abschließend im Workshop diskutiert werden konnten.

Zu Beginn wurden zunächst Fragen, die sich aus dem Brainstorming in der Vorbereitungsphase des Workshops ergaben, als Diskussionsanstoß präsentiert. Die Fragen lauteten:

- ➔ Wie sehen die Anforderungen der Hilfsorganisationen an eine mobile Wasseraufbereitungsanlage aus?
- ➔ Wie groß ist der Bedarf (weltweit)?
- ➔ Wo werden die Wasserrucksäcke gelagert?
- ➔ Distribution im Einsatzfall?
- ➔ Selbsthilfe – Sind die Piktogramme verständlich?
- ➔ Wie lässt sich der Wasserrucksack realitätsnah testen?

Allgemeine Feststellungen und Anregungen

Es wurde festgestellt, dass prinzipiell zwei konzeptionelle Ansätze für den Einsatz des Wasserrucksacks existieren. Zum einen existiert der schon immer verfolgte Einsatzzweck „Katastrophenfall“, der auf eine Erstversorgung von kleinen Personengruppen mit trinkbarem Wasser direkt nach Eintreten einer Notsituation abzielt. Zum anderen eignet sich der Wasserrucksack, ggf. nach Modifikationen, regelmäßiger Wartung, modularem Aufbau etc., auch für eine stationäre Dauerversorgung kleinerer Dörfer. **Einvernehmlich wurde sich im Workshop darauf verständigt, dass ausschließlich der Einsatzzweck „Katastrophenfall“ im Fokus des Projektes stehen sollte und somit auch alle Entwicklungen und Optimierungen in diese Richtung zu lenken sind.**

Weiterhin wurde durch einen Workshopteilnehmer das Konzept der sog. „Shelter-Box“ vorgestellt, welches ein Nothilfeset für 10 Personen beinhaltet und durch einen Rotary-Club in England zusammengestellt wird. Eine Shelter-Box wiegt ca. 58 kg und kostet 750€. Der Shelter-Box sind aber lediglich Chlortabletten beigelegt, jedoch kein Gerät für eine kontinuierliche Wasseraufbereitung. Es wurde im Rahmen des Workshops vorge-

schlagen den WaterBackpack und die Shelter-Box zu einem „Shelter-Pack“ zu kombinieren und zum Beispiel jeweils 6 Shelter-Boxes mit einem WaterBackpack im Katastrophenfall zu verteilen. Diese Idee der Kombination soll im Anschluss an den Workshop mit Hilfe der guten Kontakte zu verschiedenen Rotary-Clubs weiterverfolgt werden.

Lagerung, Distribution und Rückholung

Einvernehmlich wurde im Workshop konstatiert, dass der WaterBackpack als Hilfsmittel im Katastrophenfall ein **Einweg-Produkt** sein muss, d.h. dass es findet kein aufwendiger Rücktransport statt. Damit entfallen neben eines noch zu entwickelnden oder zu identifizierenden Ortungssystem auch aufwendige Logistikstrukturen oder Wartungseinrichtungen. Durch einen Verbleib bei den betroffenen Menschen kann sich gegebenenfalls ein geordneter Betrieb auf Dauer einstellen, in dem ausgewählte Personen aus dem Kreis der Nutzer nachträglich geschult werden.

Für die Lagerung der Wasserrucksäcke bieten sich die großen **Logistikzentren der Hilfsorganisationen** an (z.B. DRK Berlin-Schönefeld, THW Mainz-Weisenau etc.). Dies setzt voraus, dass der Wasserrucksack ins Portfolio der Hilfsorganisationen aufgenommen wird. Darüber hinaus sollten weltweit **zentrale Lager in allen Erdteilen** geschaffen werden. Dieses Konzept der zentralen Lager sollte sinnvoller Weise **noch weiter herunter gebrochen werden auf bekanntermaßen gefährdete Gebiete** (z.B. besonders erdbebengefährdete Regionen wie Chile). In diese Lager sollten dann eine **ausreichende und bedarfsgerechte Anzahl** an Wasserrucksäcken eingelagert werden. Zur präziseren Definition von „ausreichend“ und „bedarfsgerecht“ müssen weitere Gespräche mit den Hilfsorganisationen geführt werden. Hierzu kann zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund der fehlenden Teilnahme von Vertretern und Logistikexperten der Hilfsorganisationen keine Aussage getroffen werden.

Piktogramme – Hilfe zur Selbsthilfe

Im Zuge der Diskussion bezüglich der Piktogramme ergaben sich verschiedene Fragen. Insbesondere die Fragen, ob die Piktogramme für alle Kulturen verständlich seien und ob angepasste Piktogramme je nach Einsatzort erforderlich sind, wurden aufgeworfen. Die Teilnehmer waren sich jedoch einig, dass die bestehenden Piktogramme zunächst einem **Praxistest** unterzogen werden müssen (folgt im 2. Projektteil), bevor eventuelle Veränderungen/Verbesserungen umgesetzt werden können. Lediglich ein **5. Piktogramm**, welches das **Vollfüllen des Wasserrucksacks** beschreibt und welches zwischen dem bestehenden zweiten und dritten Piktogramm integriert werden könnte, wird als sinnvoll angesehen.

Test des Wasserrucksacks im Einsatzszenario

Ein **realitätsnaher Test** des Wasserrucksack zum einen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit im realen Einsatzszenario als auch hinsichtlich der Verständlichkeit der Piktogramme,

muss **in enger Abstimmung mit den kooperierenden Hilfsorganisationen** vollzogen werden. Erster Schritt werden hierfür auch „**Konfrontationstests**“ im Inland sein (Schulklassen, Fußgängerzone etc.), bei denen unvorbereitete und uneingewiesene Personen den Wasserrucksack erkennen, verstehen und bedienen sollen.

Workshop B „Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit“

Der Workshop B hatte zur Aufgabe, sich mit allen Belangen rund um die Themen Material, Konstruktion und Leistungsfähigkeit des Wasserrucksacks zu beschäftigen. Vor allem sollte im Dialog mit den Teilnehmern erarbeitet werden, wie sich die Forderungen nach einem möglichst kleinen, robusten, leichten und einfach zu bedienenden Gehäuses umsetzen lassen, welches dazu nach Möglichkeit nicht vom Benutzer zu öffnen sein sollte. Unter den 12 Workshopteilnehmern befanden sich neben Fachgebietsmitarbeitern Vertreter des Projektpartners Martin Systems AG, der IWAO (International Water Aid Organization), ein Vertreter der HessenAgentur und der DBU sowie weitere interessierte Personen (Vertreter von Fachbehörden und Ingenieurbüros).

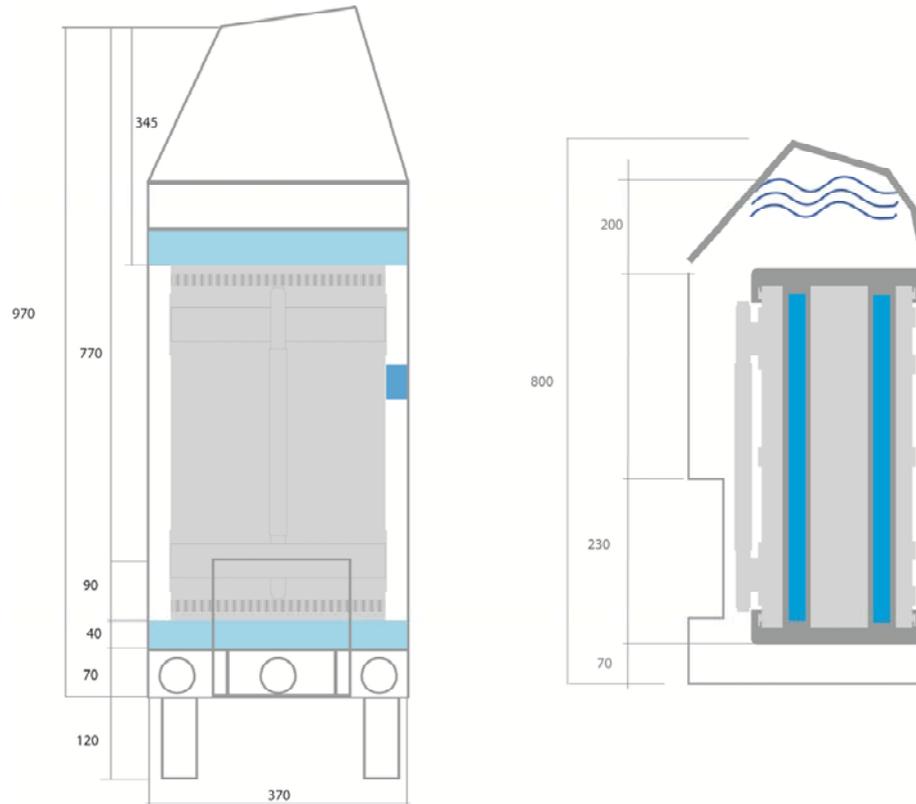
Allgemeine Feststellungen und Anregungen

Die Workshopteilnehmer waren sich einig, dass prinzipiell das Konzept eines möglichst **kleinen, robusten, leichten und einfach zu bedienenden Gehäuses** verfolgt werden sollte, welches dazu **nach Möglichkeit nicht vom Benutzer zu öffnen** sein sollte. Hierbei sollten die Hilfsorganisationen die Qualitätsanforderungen sowie die Anforderungen an Gewicht und Abmessungen definieren.

Ein Workshopteilnehmer äußerte sich kritisch über die Betriebsweise des Wasserrucksacks, bei der sich nach und nach Schlamm am Gehäuseboden sammelt. Dabei wird befürchtet, dass sich beim Einstellen anaerober Verhältnisse eine **Nitritbildung** ergeben könnte und dieses dann durch den Benutzer über das Reinwasser aufgenommen werden könnte. Untersuchungen hierzu lassen sich leicht in die noch anstehenden Versuchsreihen integrieren.

Abmessungen, Herstellung und Material

Die folgende Abbildung zeigt links die Zeichnung des ersten Prototyps und rechts eine vorläufige Schemazeichnung eines weiterentwickelten Konstruktionskonzeptes des Wasserrucksacks. Hierbei wurde versucht einerseits das Gehäuse optimal an die Membran anzupassen als auch einen noch ausreichenden Wasserüberstand zur Einstellung des notwendigen Transmembrandrucks zu gewährleisten.



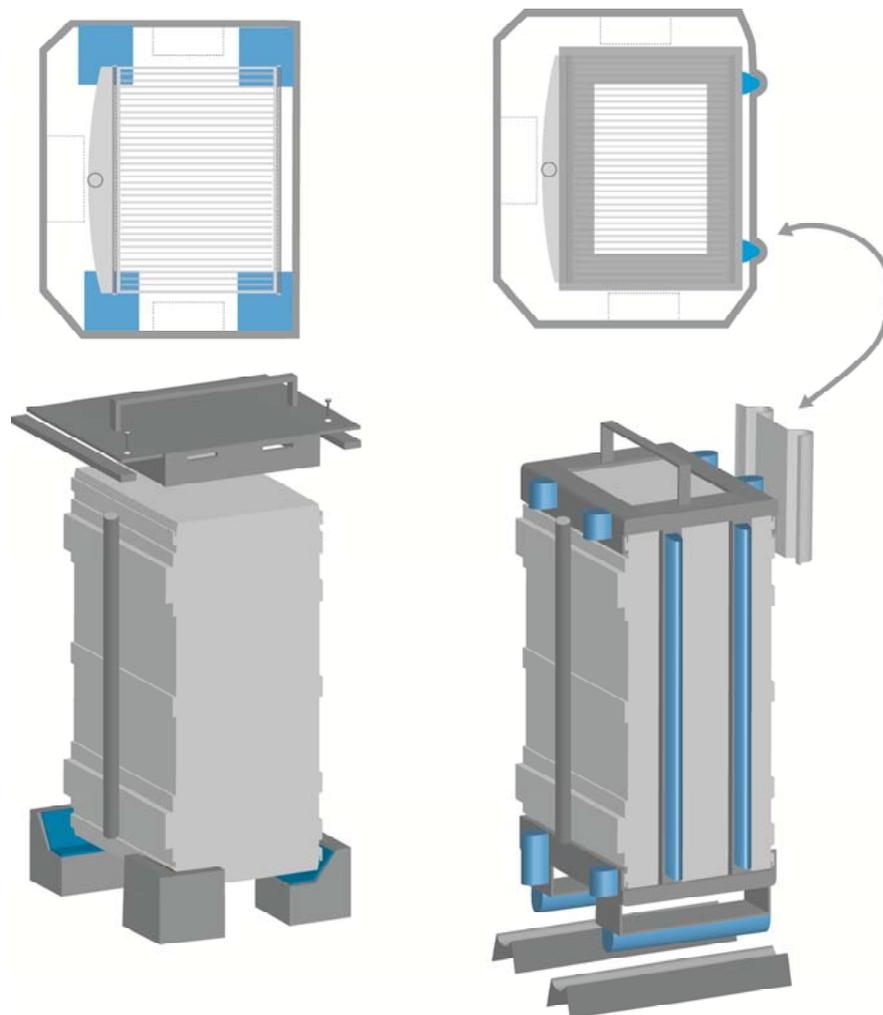
Prototyp (links) , erstes weiterentwickeltes Konstruktionskonzept (rechts)

Als Werkstoff für das Gehäuse sollte aufgrund des Preises als auch im Hinblick auf die Verarbeitung des Materials PE (Polyethylen) verwendet werden. Mögliche Fertigungsverfahren sind das Spritzgussverfahren und das so genannte Rotomolding. Das Spritzgussverfahren ermöglicht sehr günstige Stückpreise, jedoch ergeben sich sehr hohe Werkzeugkosten. Gerade im Hinblick auf den Schritt vom Prototypen zum Serienprodukt und damit verbundener Änderungen während des Optimierungsprozesses, erscheint das Spritzgussverfahren aufgrund des teuren und aufwendigen Werkzeugbaus daher unpassend. Beim Rotomolding-Verfahren dagegen ist der Werkzeugbau deutlich günstiger und auch eine Modifikation des Werkzeuges ist einfach und kostengünstig umzusetzen. Die höheren Stückkosten als auch die langsamere Produktionsgeschwindigkeit gegenüber dem Spritzgussverfahren können daher in Kauf genommen werden. **Für die Kleinserie wird somit ein PE-Gehäuse, gefertigt im Rotomolding-Verfahren, gewählt.**

Dämmung und Handling

Prinzipiell existieren zwei Ansätze, die Membran im Gehäuse vor Stößen o.ä. zu schützen. Das Dämmungsmaterial kann fest im Gehäuse integriert werden. Der Vorteil dieser Variante ist der geringere bauliche Aufwand, wobei als Nachteil das schwierigere Handling beim Einsetzen der Membran ins Gehäuse genannt werden muss. Der zweite Ansatz zur Dämmung der Membran ist ein sog. „Dämmungs-Rack“, welches die Membran umgibt und mit der Membran aus dem Gehäuse gehoben werden kann. Vorteil einer solchen Kon-

struktionsart ist der Schutz der Membran auch außerhalb des Gehäuses (z.B. während einer Reinigung) sowie das einfachere Einsetzen der Membran ins Gehäuse und darüber hinaus eventuell die Möglichkeit der Nutzung der Membran auch in anderen Gehäusen. Als Nachteil dieser Variante ist der höhere bauliche Aufwand zu nennen. Die folgende Abbildung zeigt die Dämmungsvarianten (links Dämmung im Gehäuse; rechts Dämmungs-Rack).

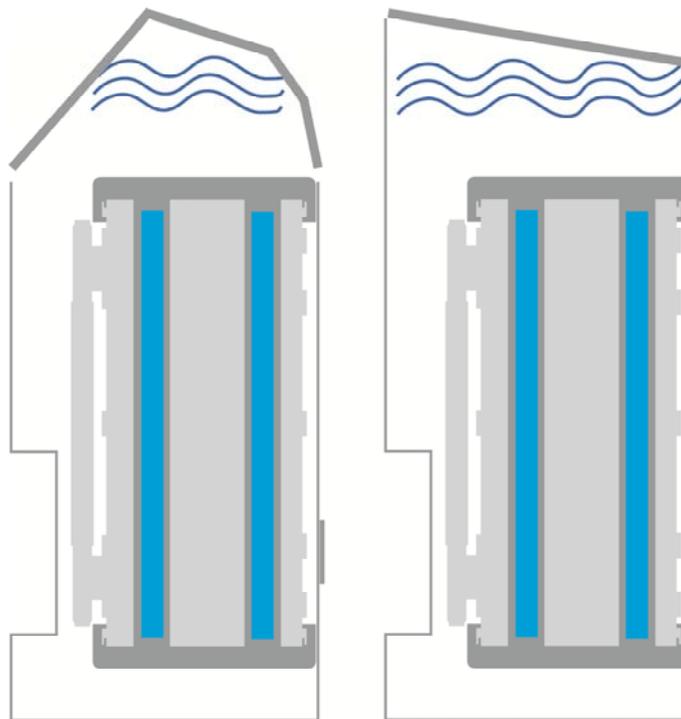


Dämmungsvarianten für die Membran

Auch wenn sich kein eindeutiges Votum für eine der beiden Varianten im Workshop ausmachen ließ, wird vom FG SWW und dem Projektpartner die Variante des Dämmungs-Racks favorisiert. Das Dämmungs-Rack muss dabei nicht zwingend ein Kunststoffkorsett erhalten, sondern kann auch beispielsweise aus flexiblem PE-Schaum gefertigt werden. **Die Dämmungsvariante mit Dämmungs-Rack wird im Projekt weiterverfolgt.**

Gehäuseabdeckung

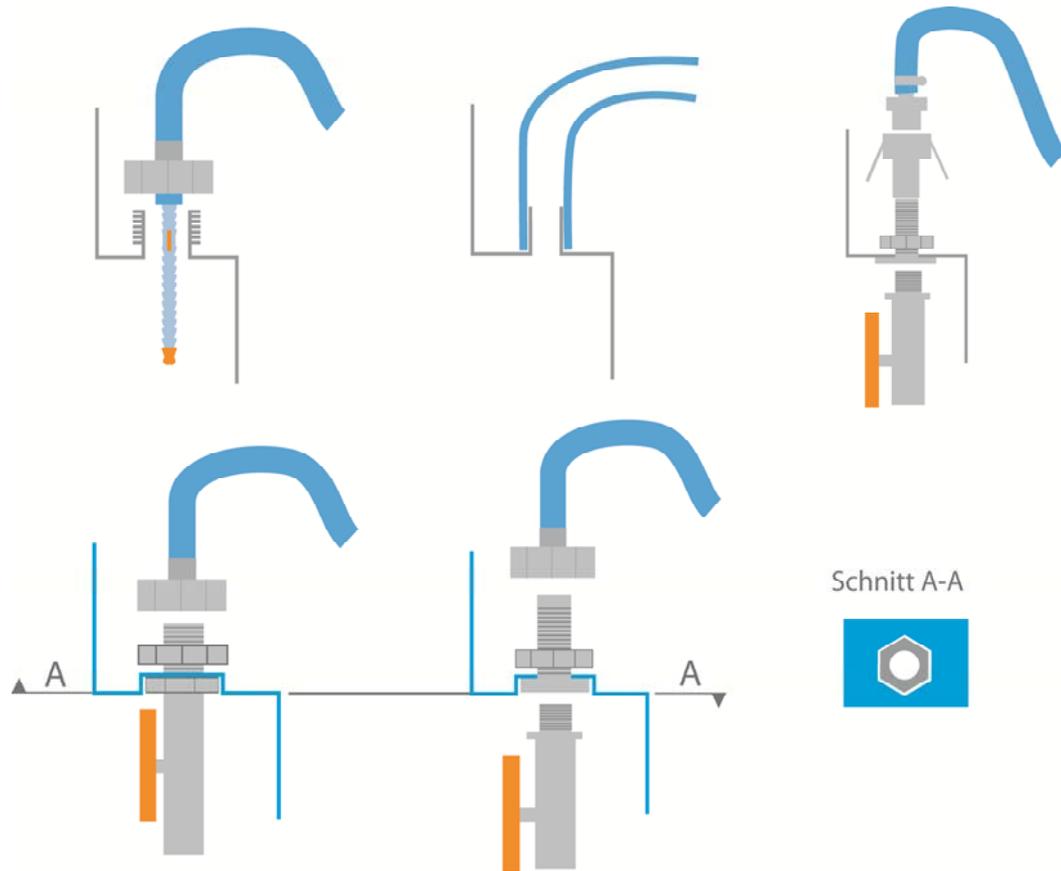
Wie bei der Dämmung der Membran existieren auch für die Gehäuseabdeckung zwei Varianten. Zum einen lässt sich die Gehäuseabdeckung oberhalb des maximalen Wasserstandes anbringen, was insgesamt zu einem etwas vergrößerten Gehäuse führt aber keine Dichtigkeitsprobleme verursacht. Zum anderen kann eine Deckelkonstruktion gewählt werden, wobei die Verbindung zwischen Deckelkonstruktion und Gehäuse unterhalb des maximalen Wasserstandes liegt. Dies hat den Vorteil höherer Gestaltungsfreiheit für das Gehäuse. Zudem wirkt das Gehäuse dadurch kleiner und schlanker. Außerdem ließe sich ein modularer Aufbau realisieren, bei dem beispielsweise zwei Gehäuse übereinander gestapelt werden könnten, um somit im Falle einer Dauerversorgung eine größere Rohwasservorlage zu erhalten. Als großer Nachteil steht demgegenüber aber ein mögliches Dichtigkeitsproblem an der Verbindungsstelle Deckel-Gehäuse. Aufgrund dieses gravierenden Nachteils entschieden sich die Workshopteilnehmer für **Gehäuseabdeckung über dem maximalen Wasserstand**. Die beiden Varianten sind in folgender Abbildung dargestellt. Die favorisierte Variante ist rechts abgebildet.



Varianten der Gehäuseabdeckung

Behälterdurchführung

Als Ergebnis der Diskussion zur Frage, wie sich das Reinwasser nach außen führen lässt, wurde die Forderung gestellt, dass die Durchführung des Schlauchs der Membran durch die Gehäusewandung und der Zapfhahn für das Reinwasser **möglichst einfach gestaltet** sein sollte und **nicht von außen entfernbar oder abschraubbar** sein dürfe. Die in der folgenden Abbildung dargestellten Varianten wurden diskutiert.



Mögliche Behälterdurchführungen

ZUSAMMENFASSUNG

Der am 8. Juni 2010 an der Universität Kassel veranstaltete Kick-Off-Workshop lieferte folgende Ergebnisse:

Logistik

- ➔ Das Projekt zielt **ausschließlich** auf die Weiterentwicklung des Wasserrucksacks **als Katastrophenhilfsmittel** zur Überbrückung des Zeitraums vom Eintreten einer Katastrophe bis zur Wiederherstellung einer geordneten Wasserversorgung. Die Option, den Wasserrucksack als **Dauerversorgung** für entlegene Dörfer etc. zu nutzen, wird **in diesem Projekt nicht verfolgt**.
- ➔ Eine Kooperation bzw. Kombination des Wasserrucksacks mit der durch den Rotary-Club entwickelten und vertriebenen „Shelter-Box“ wird angestrebt. Sondierende Gespräche werden innerhalb der Projektlaufzeit geführt.
- ➔ Der Wasserrucksack wird als **Einweg-Produkt** konzipiert. Ein aufwendiges Ortungssystem und eine Rückhollogistik sind nicht erforderlich. Der Wasserrucksack verbleibt nach Beendigung einer Notsituation am Einsatzort und kann dort ggf. weiter benutzt werden. Ggf. können dann auch Benutzer für die Verrichtung kleinerer Wartungsarbeiten geschult werden.
- ➔ Der Wasserrucksack sollte ins Portfolio der Hilfsorganisationen aufgenommen werden und in den zentralen Logistikzentren der Hilfsorganisationen eingelagert werden (z.B. DRK Berlin-Schönefeld; THW Mainz-Weisenau). Zudem sollten zentrale Lager in allen Erdteilen errichtet werden. Dieses Konzept sollte noch weiter auf bekanntermaßen besonders gefährdete Gebiete (Beispiel: Chile) herunter gebrochen werden. **Der Bedarf kann vorerst nicht abgeschätzt werden, da kein Vertreter einer Hilfsorganisation am Workshop „Logistik“ teilnahm.**
- ➔ Das Konzept der **Piktogramme** wird als **sinnvoll** erachtet. Es wird davon ausgegangen, dass der Wasserrucksack anhand der Piktogramme von ungeschulten Personen bedient werden kann. Die Piktogramme sind vor einer Modifikation einem Praxistest zu unterziehen (Konfrontationstests im In- und Ausland, Bestandteil des 2. Projektteils). Ggf. ist ein **5. Piktogramm** zu ergänzen, welches die Notwendigkeit des **Vollfüllens des Wasserrucksacks** veranschaulicht.
- ➔ Eine realitätsnahe Erprobung des Wasserrucksacks im Einsatzszenario muss in Kooperation und enger Abstimmung mit den Hilfsorganisationen geschehen. Hier werden noch Partner für die Praxistests gesucht. Leider konnten im Rahmen des Workshops in Folge der geringen Teilnahme von Vertretern der Hilfsorganisationen noch keine konkreten Testprojekte oder Gebiete identifiziert werden.

Material, Konstruktion, Leistungsfähigkeit

- ➔ Das Gehäuse des Wasserrucksacks sollte möglichst **klein, robust, leicht und einfach zu bedienen sein** und **nach Möglichkeit nicht vom Benutzer zu öffnen** sein.
- ➔ Die Gefahren einer möglichen **Nitritbildung** aufgrund anaerober Verhältnisse im sich am Gehäuseboden angesammelten Schlamm sollten untersucht werden.
- ➔ Als Fertigungsverfahren für das Gehäuse der Kleinserie / ersten Serie wird das **Rotomolding-Verfahren** gewählt. Als Werkstoff wird **PE (Polyethylen)** gewählt.
- ➔ Als Schutz der Membran vor Beschädigungen in Folge von Stößen und Vibrationen wird ein **die Membran umschließendes „Dämmungs-Rack“** gewählt. Dieses Dämmungs-Rack kann z.B. aus **PE-Schaum** gefertigt werden.
- ➔ Als **Gehäuseabdeckung** wird eine **einfache, über dem maximalen Wasserstand im Gehäuse befindliche Abdeckung** gewählt.
- ➔ Die Behälterdurchführung sowie der Zapfhahn für das Reinwasser sollten **möglichst einfach gestaltet** sein und **nicht von außen entfernbar oder abschraubbar** sein dürfen.

2 VARIANTEN BEHÄLTERDURCHFÜHRUNG UND MEMBRANANSCHLUSS

Anschlussset Variante 1

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	PVC Gewebes Schlauch 19 mm
2	Befestigung Anschluss Membranablaufstutzen	Gelenkbolzenschelle Edelstahl
1	Winkeltülle	Messing 19mm 1/2" AG
1	Verbindungsschlauch	PVC Gewebes Schlauch 19 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Gelenkbolzenschelle Edelstahl
1	Behälterdurchführung	Schottverschraubung Messing 1/2"IG
1	Kugelhahn Auslauf	Messing vernickelt 1/2" IG/AG
1	Tülle Auslauf	Messing 19 mm 1/2" AG
0,2 m	Schlauch Auslauf	PVC Gewebe Natur, 19 mm

Vorteile:

- ➔ handelsübliche Bauteile
- ➔ schnell verfügbar
- ➔ Ablaufschlauch ist lichtdurchlässig, Gefahr von Algenbildung

Nachteile:

- ➔ Kugelhahn von außen lösbar, daher Undichtigkeiten möglich
- ➔ Luftblasenbildung im 19mm Verbindungsschlauch vergrößert den Widerstand, daher geringer Durchfluss
- ➔ Entlüftung des Membranmoduls nicht vollständig

Anschlussset Variante 2

Menge	Bauteilname	Spezifikation
0,1	Anschluss Membranablaufstutzen	PVC Gewebe Natur 19 mm
2	Befestigung Anschluss Membranablaufstutzen	Schelle Stahl 20-32 mm Schlitz
1	Winkeltülle	Messing 19mm 1/2" AG
1	Reduzierung auf 13 mm Schlauch Verbindungsschlauch	Tülle Messing 1/2" IG, 13 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,5 m	Verbindungsschlauch	PVC Gewebe blau 13 mm
1	Winkel nach unten	Messingtülle 3/8" AG
1	Winkel zur Behälterdurchführung	Winkel Messing, 3/8" IG AG
1	Flansch innen vorn	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 8 mm, 1 x Ø 33 mm, 3 x Sackbohrung M6, 3 x Ø 6,6 mm
2	Dichtung zwischen Flanschen und Gehäuse	2 mm, 49x92 mm
1	Flansch außen	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 5 mm, 3 x Ø 6.6 mm, Ø 21,5 mm
1	Dichtung	Hart-PVC bzw. Nylon
1	Behälterdurchführung	Schott Messing, 3/8" IG, 1/2" AG
3	Scheiben Flansch außen	Hart PVC bzw. PA
3	Schrauben Flansch außen	Torx Pin M6 Edelstahl 25 mm
1	Winkel zwischen Kugelhahn und Flansch	Sonderanfertigung Messing, 3/8" IG konisch, 1/2" IG
1	Kugelhahn Ablauf	Messing verchromt, TW, 3/8" IG AG konisch
1	Tülle Ablaufschlauch	Kunststoff 3/8" AG konisch
1	Schelle Ablaufschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

- Vorteile gegenüber Vorgänger:**
- ➔ Kugelhahn von außen nicht lösbar
 - ➔ Außenflansch durch spezielle Sonderschrauben gesichert. Montage nur mit Spezialwerkzeug
 - ➔ 13 mm Verbindungsschlauch verbessert die Entlüftung der Membran, daher höherer Durchfluss
 - ➔ Ablaufschlauch nicht mehr durchsichtig
- Nachteile:**
- ➔ Komplizierter Zusammenbau, da sehr viele Bauteile
 - ➔ Die vielen Bauteile vergrößern die Gefahr von einer Kontamination der Reinwasserleitung von Rohwasser durch falschen Zusammenbau.
 - ➔ Überstehendes Metall bei Schlitzschlauchschellen birgt Verletzungsgefahr.

Anschlussset Variante 3

Menge	Bauteilname	Spezifikation
0,1 m	Anschluss Membranablaufstutzen	PVC Gewebe natur 19 mm
2	Befestigung Anschluss Membranablaufstutzen	Klemm A2, 26,5-30
1	Winkeltülle	Messing 19mm 1/2" AG
1	Reduzierung auf 13 mm Schlauch Verbindungsschlauch	Tülle Messing 1/2" IG, 13 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,5 m	Verbindungsschlauch	PVC Gewebe blau 13 mm
1	Flansch innen vorn	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 8 mm, 1 x Ø 33 mm, 3 x Sackbohrung M6, 3 x Ø 6,6 mm
2	Dichtung zwischen Flanschen und Gehäuse	2 mm, 49x92 mm
1	Flansch außen	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 5 mm, 3 x Ø 6.6 mm, Ø 21,5 mm
1	Dichtung	Hart-PVC bzw. Nylon
1	Behälterdurchführung	Tülle Messing, 1/2" AG, 13 mm
3	Scheiben Flansch außen	Hart PVC bzw. PA
3	Schrauben Flansch außen	Torx Pin M6 Edelstahl 25 mm
1	Winkel zwischen Kugelhahn und Flansch	Sonderanfertigung Messing, 3/8" IG konisch, 1/2" IG
1	Kugelhahn Ablauf	Messing verchromt, TW, 3/8" IG AG konisch
1	Tülle Ablaufschlauch	Kunststoff 3/8" AG konisch
1	Schelle Ablaufschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile zum Vorgänger: ➔ Keine Verletzungsgefahr durch Schlauchschellen

Nachteile: ➔ Immernoch komplizierter Zusammenbau und Kontaminationsgefahr durch falschen Zusammenbau, da sehr viele Bauteile

Anschlussset Variante 4

Menge	Bauteilname	Spezifikation
0,1 m	Anschluss Membranablaufstutzen	PA, weiß
1	Anschluss Verbindungsschlauch	Tülle Messing 3/8" AG, 13 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,5 m	Verbindungsschlauch	PVC Gewebe blau 13 mm
1	Flansch innen vorn	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 8 mm, 1 x Ø 33 mm, 3 x Sackbohrung M6, 3 x Ø 6,6 mm
2	Dichtung zwischen Flanschen und Gehäuse	2 mm, 49x92 mm
1	Flansch außen	Sonderanfertigung V2A Ø 100 mm, 5 mm, 3 x Ø 6.6 mm, Ø 21,5 mm
1	Dichtung	Hart-PVC bzw. Nylon
1	Behälterdurchführung	Tülle Messing, 1/2" AG, 13 mm
3	Scheiben Flansch außen	Hart PVC bzw. PA
3	Schrauben Flansch außen	Torx Pin M6 Edelstahl 25 mm
1	Winkel zwischen Kugelhahn und Flansch	Sonderanfertigung Messing, 3/8" IG konisch, 1/2" IG
1	Kugelhahn Ablauf	Messing verchromt, TW, 3/8" IG AG konisch
1	Tülle Ablaufschlauch	Kunststoff 3/8" AG konisch
1	Schelle Ablaufschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile zum Vorgänger:

- ➔ Weniger Bauteile
- ➔ Zusammenbau ist durch Membranstutzen aus PA vereinfacht

Nachteile:

- ➔ Immer noch komplizierter Zusammenbau und Kontaminationsgefahr durch falschen Zusammenbau, da sehr viele Bauteile

Anschlusset Variante 5

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	PA, weiß
1	Anschluss Verbindungsschlauch	Messing 3/8" AG, 13 mm
2	Befestigung Verbindungsschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,5 m	Verbindungsschlauch	PVC Gewebe blau 13 mm
1	Flansch innen vorn	V2A Ø 80 mm, 8 mm, 1 x Ø 40 mm, 3 x Ø 6,6 mm
2	Dichtung zwischen Flanschen und Gehäuse	2 mm, 40x80 mm, EPDM TW
3	Gewindebolzen eingeklebt in Flansch außen	A2, M6, 25 mm
1	Flansch außen	V2A Ø 80 mm, 5 mm, 3 x Sackbohrung M6, Ø 21,5 mm
1	Dichtung Schott	Hart-PVC bzw. Nylon
1	Tülle als Schott	Messing, 1/2" AG, 13 mm
1	Winkel zwischen Kugelhahn und Flansch	Messing, 3/8" IG konisch, 1/2" IG
1	Kugelhahn Ablauf	Messing verchromt, TW, 3/8" IG AG konisch
1	Tülle Ablaufschlauch	Kunststoff 3/8" AG konisch
1	Schelle Ablaufschlauch	Klemm A2, 18,8-21 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

- Vorteile**
- ➔ Weniger Bauteile
- zum Vor-**
- ➔ Flansche sind kleiner, daher kostengünstiger und leichter
- gänger:**
- Nachteile:**
- ➔ Immer noch komplizierter Zusammenbau und Kontaminationsgefahr durch falschen Zusammenbau, da sehr viele Bauteile

Anschlussset Variante 6

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	Sonderanfertigung Winkel mit Tülle 13 mm
0,2 m	Verbindungsschlauch	TW undurchsichtig
1	Verbindung Schlauch Behälter- durchführung	Überwurfmutter 1"
1	Flansch innen	PE 3 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Dichtung	EPDM 4 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Kugelhahn, Hahn rechts	PE Flansch Ø 80 mm, 30 mm, Stutzen AG 1" mit Dichtring
3	Befestigung Kugelhahn	Gewindestange PE, 45 mm, M10
3	Befestigung Kugelhahn	Mutter PA, M10
1	Anschluss Ablaufschlauch an Kugelhahn	PE, 13 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

**Vorteile
zum Vor-
gänger:**

- ➔ Weniger Bauteile
- ➔ Einfacher Zusammenbau, Gefahr einer Kontamination durch falschen Zusammenbau minimiert
- ➔ Kugelhahn, Außenflansch und Behälterdurchführung sind ein Bauteil.

Nachteile:

- ➔ Kunststoff Gewindestangen und -Muttern bauen nicht genug Druck auf.
- ➔ Gewindestangen können sich unter Umständen beim Zusammenbau lösen.
- ➔ Kugelhahn am Hahn nicht dicht. Verliert Reinwasser.

Anschlussset Variante 7

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	Sonderanfertigung Winkel mit Tülle 13 mm
0,2 m	Verbindungsschlauch	TW undurchsichtig
1	Verbindung Schlauch Behälter- durchführung	Überwurfmutter 1"
1	Flansch innen	PE 3 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Dichtung	EPDM 4 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Kugelhahn, Hahn rechts	PE Flansch Ø 80 mm, 30 mm, Stutzen AG 1" mit Dichtring, Kugelhahn mit Dichtmittel
3	Befestigung Kugelhahn	Gewindestange PE, 45 mm, M10
3	Befestigung Kugelhahn	Mutter PA, M10
1	Anschluss Ablaufschlauch an Kugelhahn	PE, 13 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile ➔ Einfacher Zusammenbau
zum Vor- ➔ Ein Bauteil für Kugelhahn, Flansch und Behälterdurchführung, wenig Bauteile,
gänger: Risiko durch fehlerhaften Zusammenbau minimiert.

Nachteile: ➔ Kunststoff -Gewindestangen und -Muttern bauen nicht genug Druck auf. Even-
 tuell können leichte Undichtigkeiten auftreten.

Anschlussset Variante 8

Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	Sonderanfertigung Winkel mit Tülle 13 mm
0,2 m	Verbindungsschlauch	TW undurchsichtig
1	Verbindung Schlauch Behälterdurchführung	Überwurfmutter 1"
1	Flansch innen	PE 3 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Dichtung	EPDM 4 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Kugelhahn, Hahn oben	PE Flansch Ø 80 mm, 30 mm, Stutzen AG 1" mit Dichtring, Kugelhahn mit Dichtmittel und zusätzlicher Dichtung
3	Befestigung Kugelhahn	Gewindestange V2A, 45 mm, M10
3	Befestigung Kugelhahn	Mutter V2A, M10
1	Anschluss Ablaufschlauch an Kugelhahn	PE, 13 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile zum Vorgänger: ➔ Kugelhahn durch zusätzliche Dichtung dicht.

Nachteile: ➔ Innenflansch aus PE nicht steif genug. Unebenheiten am Gehäuse können daher nicht ausgeglichen werden. Gerät verliert unter Umständen tropfenweise Rohwasser an der Außendichtung.

Anschlussset Variante 9

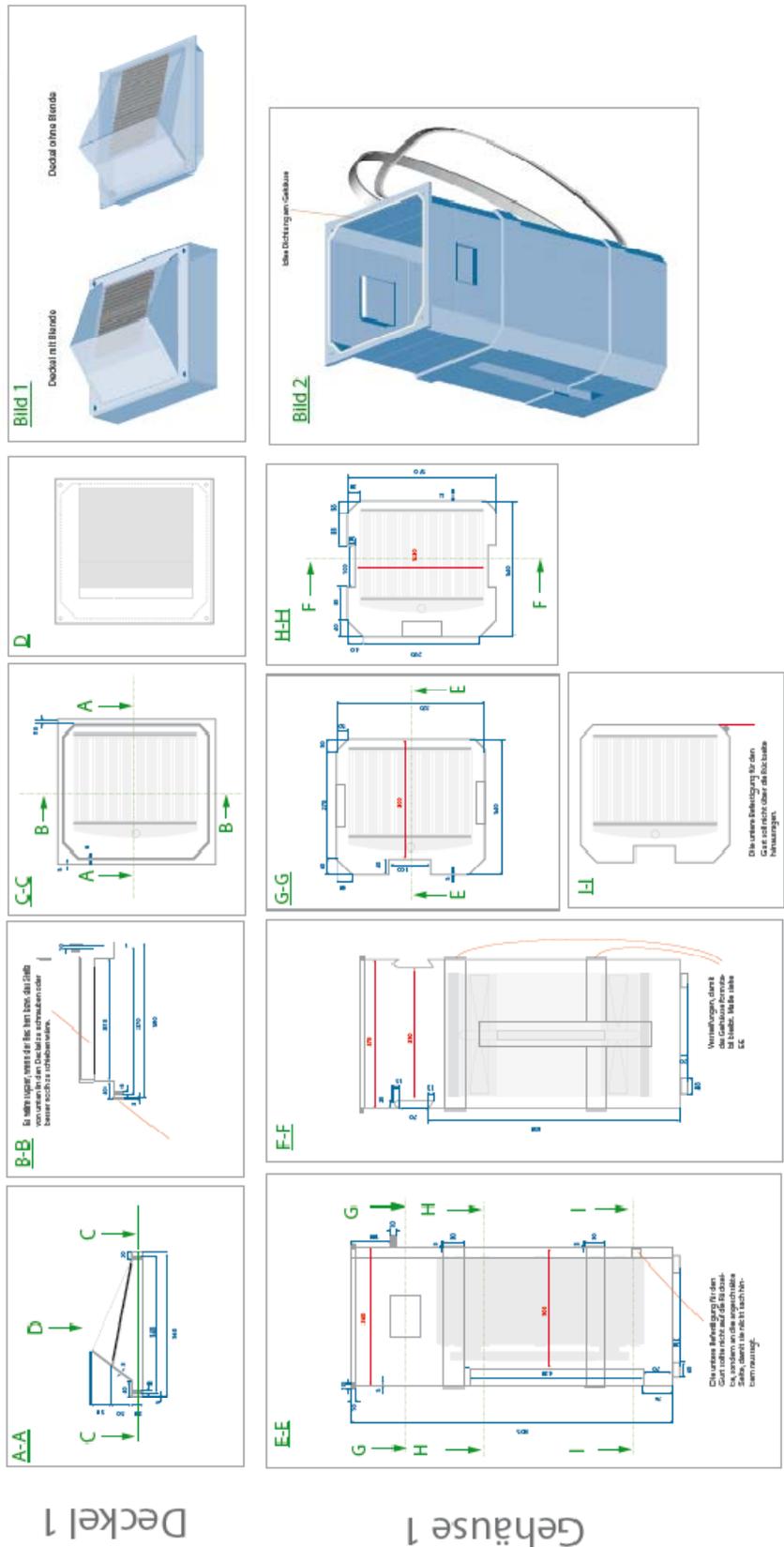
Menge	Bauteilname	Spezifikation
1	Anschluss Membranablaufstutzen	Sonderanfertigung Winkel mit Tülle 13 mm
0,2 m	Verbindungsschlauch	TW undurchsichtig
1	Verbindung Schlauch Behälterdurchführung	Überwurfmutter 1"
1	Flansch innen	PVC 5 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Dichtung	EPDM 4 mm, Ø 80 mm, 3 x Ø 10,2 mm Löcher
1	Kugelhahn, Hahn oben	PE Flansch Ø 80 mm, 30 mm, Stutzen AG 1" mit Dichtring, Kugelhahn mit Dichtmittel
3	Befestigung Kugelhahn	Gewindestange V2A, 45 mm, M10
3	Befestigung Kugelhahn	Mutter V2A, M10
1	Anschluss Ablaufschlauch an Kugelhahn	PE, 13 mm
0,2 m	Ablaufschlauch	TW blau 13 mm

Vorteile: ➡ Innenflansch aus PVC 5 mm ist steif genug, um Unebenheiten auszugleichen. System kann kein Rohwasser mehr verlieren.

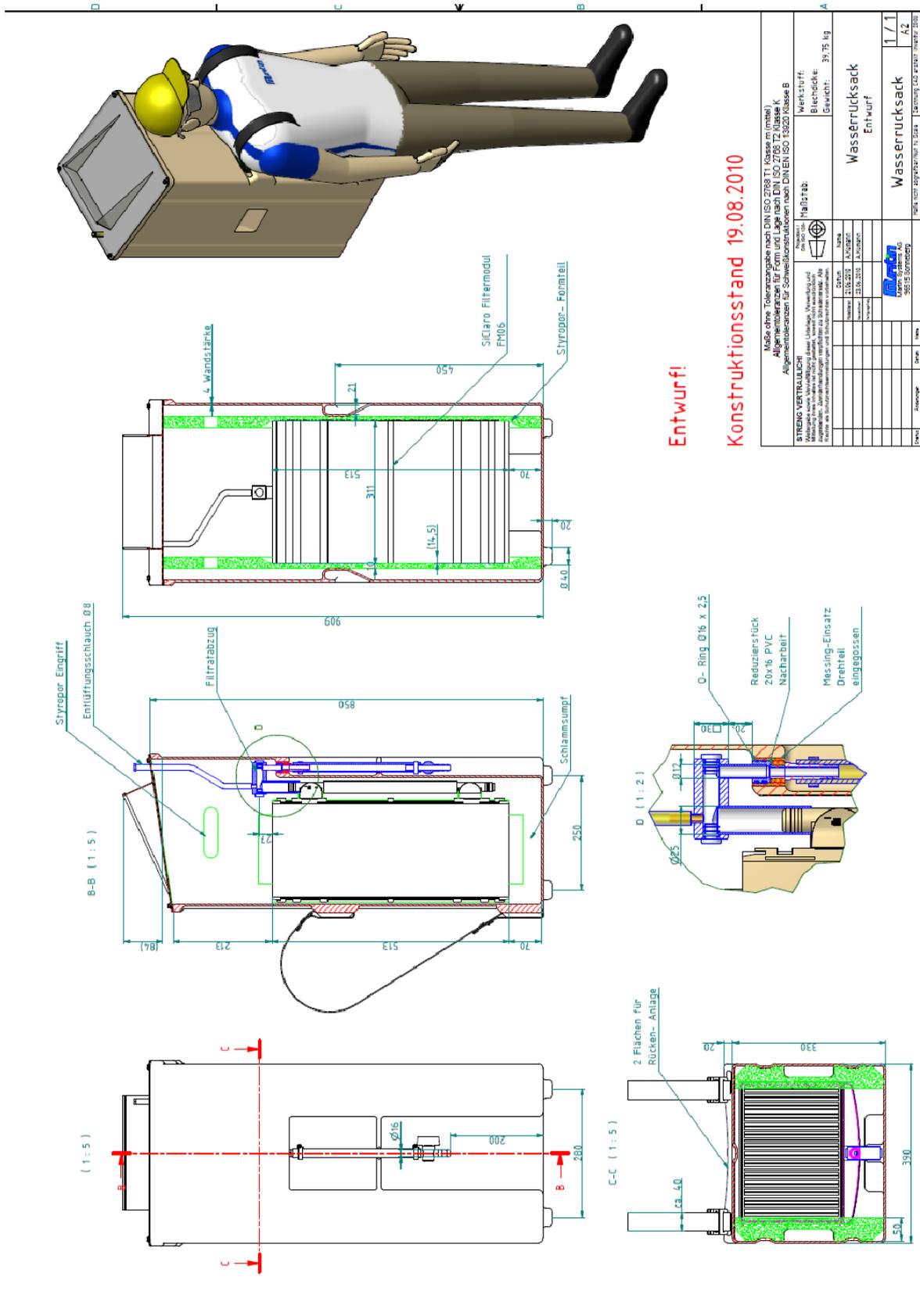
Nachteile: noch nicht untersucht

3 KONSTRUKTIONSZEICHNUNGEN UND ENTWÜRFE

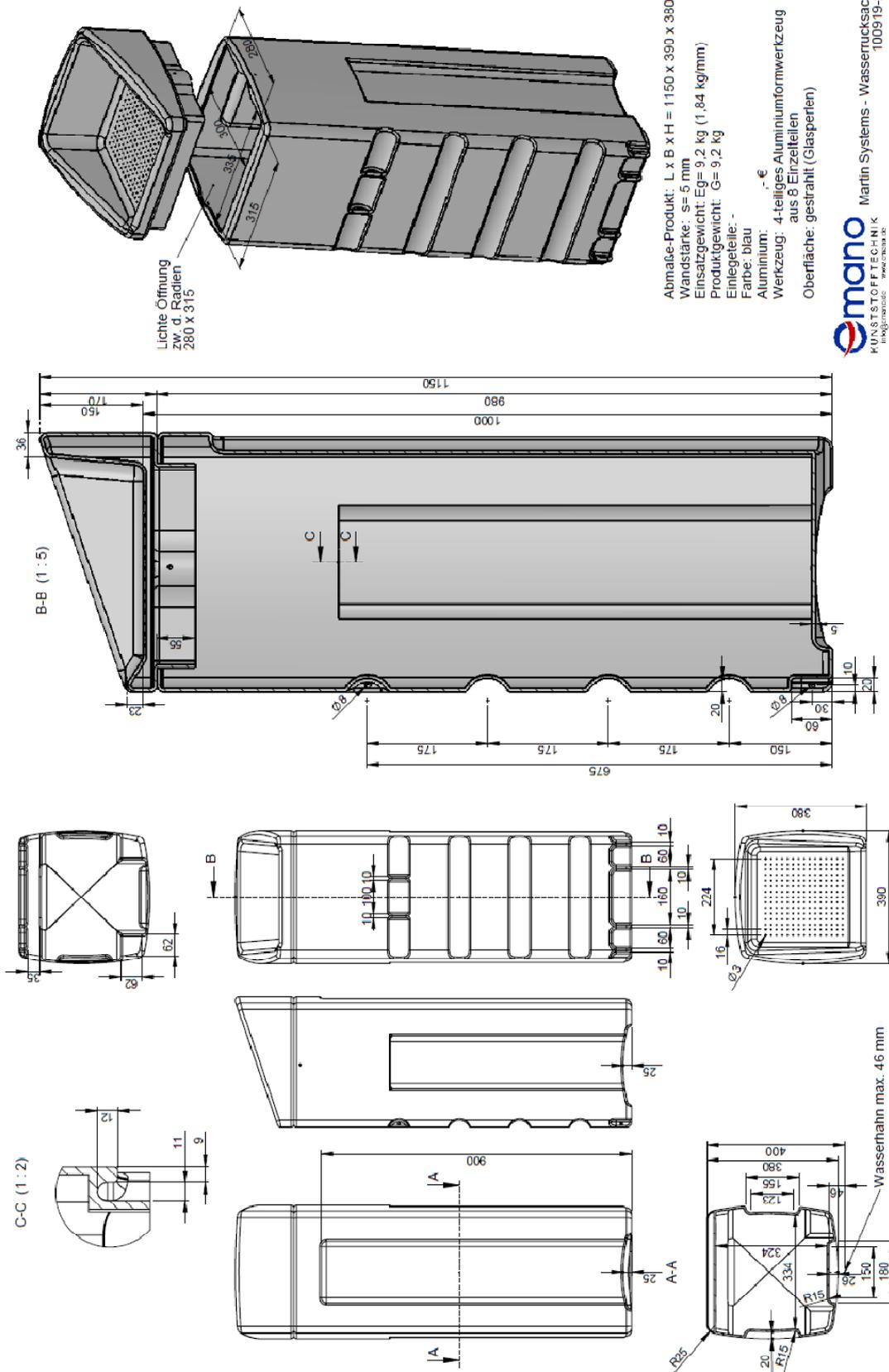
Zwischenentwurf Variante 1



Zwischenentwurf 19.08.2010



Vorläufiger Entwurf für Kleinserie – Rotomoulding Werkzeug

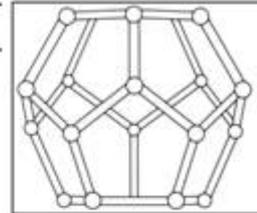


4 DATENBLÄTTER PE-SCHAUM

Zotefoams plc

Technische Informationsblatt – TIS 27

Konformität mit
Lebensmittelkontaktrichtlinien



EINLEITUNG

Lebensmittelkontaktrichtlinien werden häufig als eine allgemeine Reinheitsnorm angesehen, wodurch Lebensmittelkontakt geeignete Qualitäten für Anwendungen gefordert werden, in denen Reinheit von Bedeutung ist, auch wenn das Material nicht direkt mit Lebensmitteln in Kontakt kommt. Während die meisten Länder ihre eigenen Richtlinien für Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, haben, verwenden andere lang bestehende Systeme wie zum Beispiel die FDA Richtlinien der USA.

Zotefoams Schaumstoffe sind umfangreichen Testprogrammen unterzogen worden um die Konformität mit den Lebensmittelkontaktrichtlinien der Europäischen Union und den amerikanischen FDA Richtlinien nachzuweisen. Diese beiden Regelwerke verwenden unterschiedliche Methoden zur Bestimmung welche Gegenständen für den Lebensmittelkontakt geeignet sind und welche ungeeignet sind. Aufgrund dieser unterschiedlichen Methoden kann nicht angenommen werden, dass ein Material, welches den EU Richtlinien entspricht, auch den FDA Richtlinien entspricht und umgekehrt. Desweiteren sollte beachtet werden, dass alle Prüfungen für Schaumstoffplatten gelten, wie sie von Zotefoams hergestellt werden und weitere Tests an Endprodukten erforderlich sind.

EUROPÄISCHE (EU) LEBENSMITTELKONTAKTRICHTLINIEN

Die Anforderungen für Kunststoffe, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen sind in den entsprechenden EU Richtlinien^{1,2} ausgeführt. Diese Richtlinien bestehen aus einer Kombination von Definitionen für geeignete Kunststoffe mit den jeweiligen Testanforderungen und Extraktionsgrenzwerten, die sicherstellen, dass das Material unter den Bedingungen der Anwendung nicht schädlich ist. Diese Tests beziehen sich somit hauptsächlich auf das Endprodukt.

Zotefoams Produkte werden am wahrscheinlichsten als Verpackungsmaterial zur Lagerung und zum Transport von Lebensmitteln bei Raumtemperatur verwendet. Für diese Anwendung wurden die folgenden Bedingungen für die Prüfung der Schaumstoffe ausgewählt: Allgemeine Migration in 3% Essigsäure, 10% Ethanolösung und Olivenöl ("fettige Lebensmittel" Simulant) nach 10 Tagen bei 40 °C. Desweiteren wurden Tests zur Migration der Farbstoffe und, soweit Grenzwerte vorhanden, der Monomere durchgeführt.

¹ Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG

² Richtlinie 2008/39/EG der Kommission vom 6. März 2008 zur Änderung der Richtlinie 2002/72/EG über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen.



April 2009

Die folgenden Produktpaletten und Farben entsprechen den EU Lebensmittelkontakt Richtlinien:

QUALITÄT	RAUMGEWICHT	FARBE
Plastazote [®] LD	Alle Raumgewichte bis 70 kg/m ³	WE, BK, BE, GN, PK, RD, YW
Plastazote [®] MP	Alle Raumgewichte bis 45 kg/m ³	WE, BK, BE
Plastazote [®] HD	Alle Raumgewichte bis 115 kg/m ³	WE, BK
Evazote [®] VA	Alle Raumgewichte bis 80 kg/m ³	WE

US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA) RICHTLINIEN

Material, das mit Lebensmitteln als Verpackung oder Dichtung in Produktionsanlagen in Kontakt kommt, gilt nach den FDA Richtlinien als "indirekter Lebensmittelzusatzstoff"³. Die amerikanischen Richtlinien enthalten Definitionen von zugelassenen "indirekten Lebensmittelzusatzstoffen", die manchmal als "positive Liste" bezeichnet werden. Der Hersteller hat die Pflicht nachzuweisen, dass sein Material der Definition entspricht.

Zotefoams hat seine Rezepturen in Zusammenarbeit mit Hauptzulieferern mit der "positiven Liste" verglichen und nach Diskussion mit der FDA Produkte nach vereinbarten Testmethoden geprüft um die Daten für die Bewertung zu erhalten.

Die folgenden Produktpaletten und Farben sind mit den FDA Richtlinien konform:

QUALITÄT	RAUMGEWICHT	FARBE	FDA 21 CFR
Plastazote [®] LD	Alle Raumgewichte bis 70 kg/m ³	WE, BE, PK	177.1520
Plastazote [®] HD	Alle Raumgewichte bis 115 kg/m ³	WE	177.1520
Evazote [®] VA	Alle Raumgewichte bis 80 kg/m ³	WE, BE	177.1350
Supazote [®] EM	Alle Raumgewichte bis 26 kg/m ³	WE	177.1340
ZOTEK [®] F	Alle Raumgewichte bis 30 kg/m ³	WE	177.2600
ZOTEK [®] F HT	Alle Raumgewichte bis 75 kg/m ³	WE	177.2600

ZOTEFOAMS ÜBERNIMMT KEINE ÜBER DIE VERKAUFSBEDINGUNGEN HINAUSGEHENDE AUSDRÜCKLICHE ODER IMPLIZITE GARANTIE UND SCHLIESST HIERMIT AUSDRÜCKLICH JEDE IMPLIZITE GARANTIE ÜBER DIE VERKÄUFLICHKEIT DER HIERIN BESCHRIEBENEN WAREN, MATERIALIEN ODER PRODUKTE UND IHRE EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS.

Zotefoams plc
 675 Mitcham Road
 Croydon
 CR9 3AL
 United Kingdom
 Telephone: +44 (0) 20 8664 1600
 Telefax: +44 (0) 20 8664 1616

Zotefoams Inc.
 55 Precision Drive
 Walton, Kentucky,
 41094
 USA
 Telephone: +1 859 371 4046
 Freephone: (800) 362-8358 (US Only)
 Telefax: +1 859 371 4734



ISO 9001:2000
 FM 01870



ISO 14001
 EMS 36270

PLASTAZOTE[®], EVAZOTE[®], SUPAZOTE[®] and PROPOZOTE[®] are registered trade marks of Zotefoams plc.

³ Anforderungen für diese Materialien sind unter Rubrik 21 "Food and Drugs" des Kodes der Föderativen Richtlinien (21 CFR) zu finden



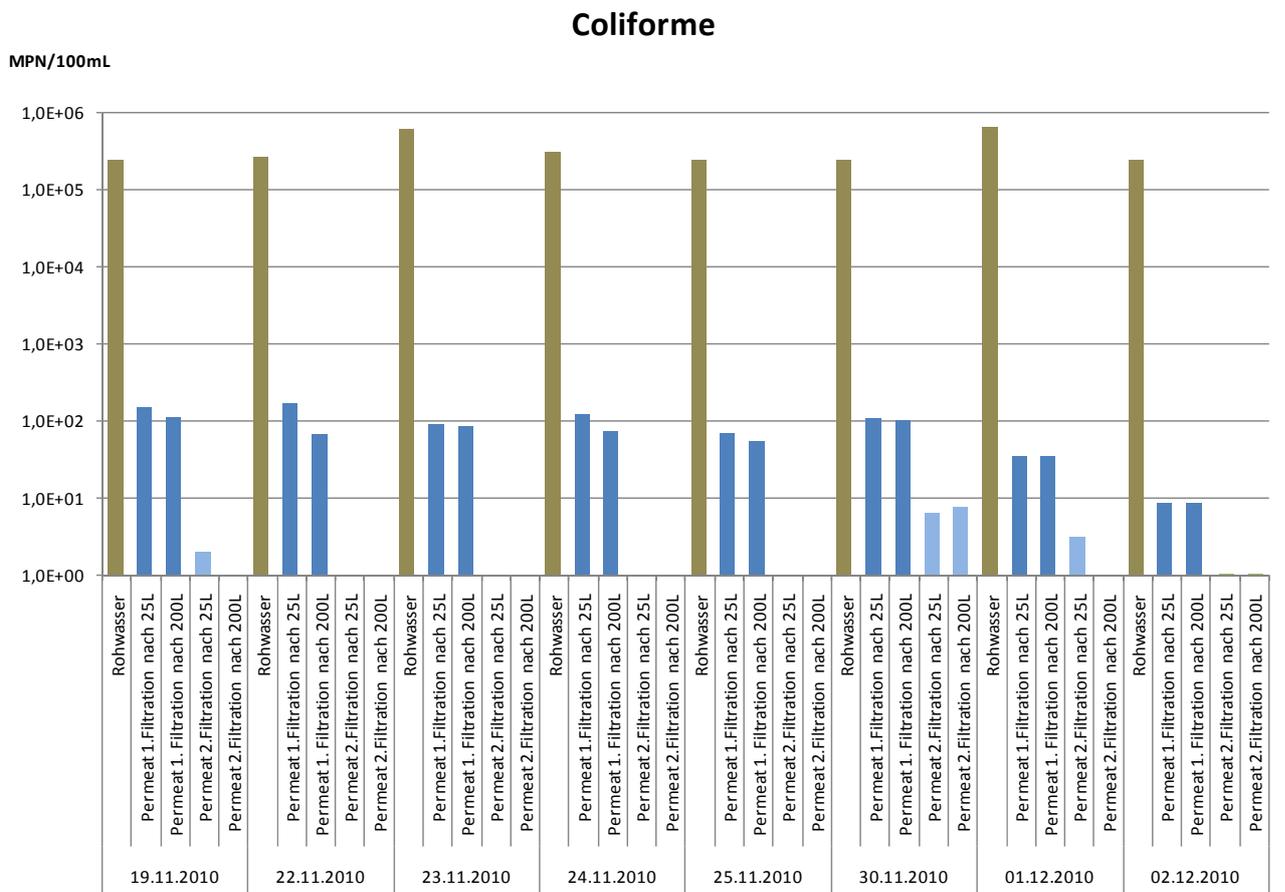
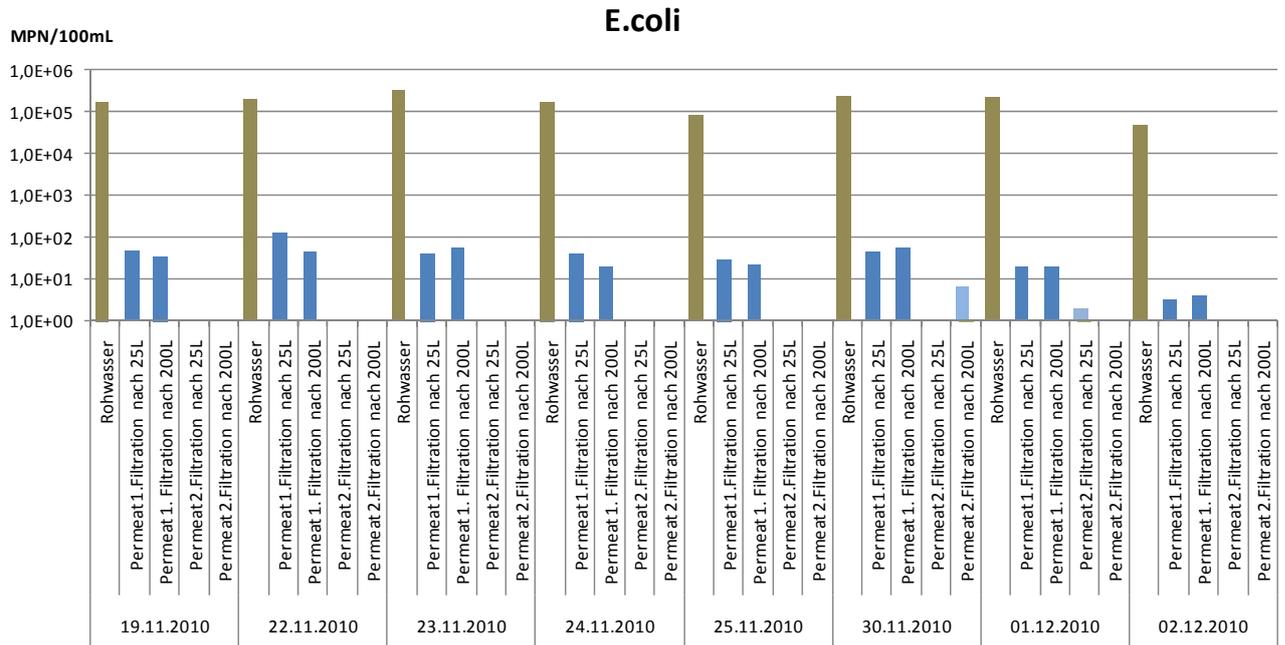
April 2009

5 MESSDATEN DER VERSUCHSREIHEN

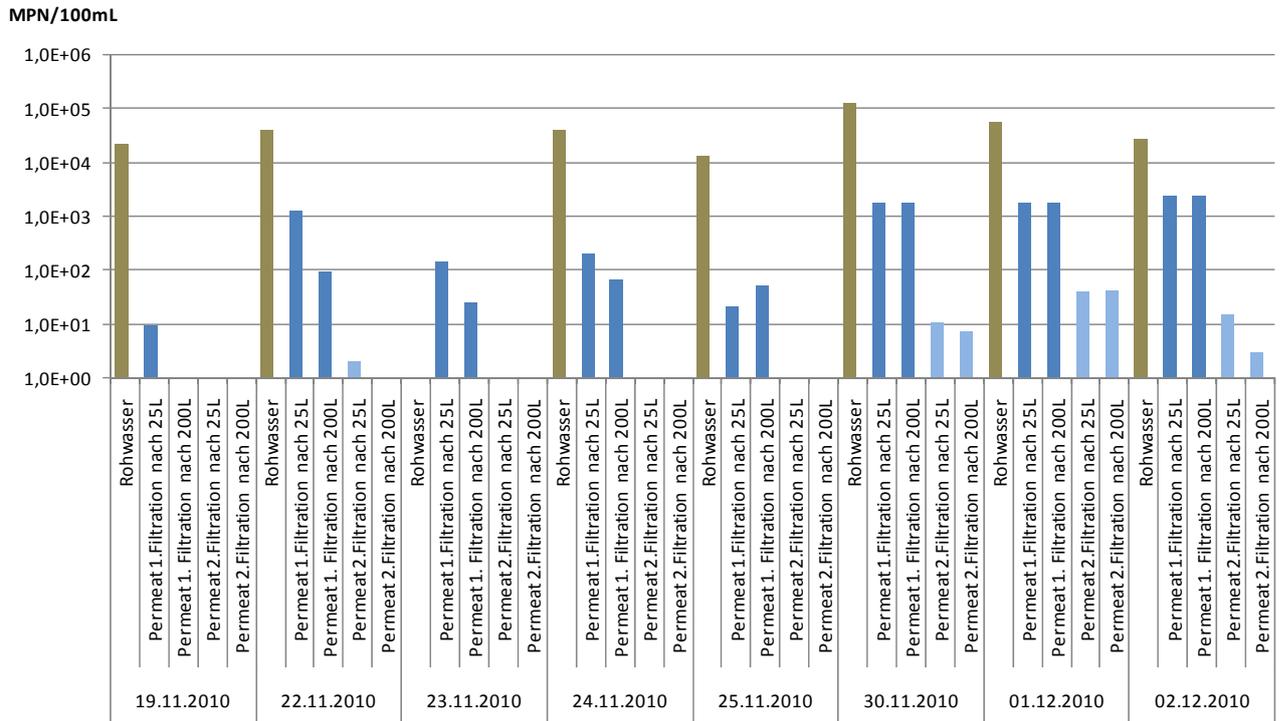
Versuchsreihe „Hygiene November 2010“ Rohdaten

		E.coli [MPN/100mL]	Coliform [MPN/100mL]	Fäkalstreptokokken [MPN/100mL]
19.11.2010	Rohwasser	1,7E+05	2,4E+05	2,1E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	5,0E+01	1,5E+02	9,8E+00
	Permeat 1. Filtration nach 200L	3,5E+01	1,1E+02	1,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 25L	<1,0E+00	2,0E+00	<1,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	<1,0E+00
22.11.2010	Rohwasser	2,0E+05	2,6E+05	3,9E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	1,2E+02	1,7E+02	1,3E+03
	Permeat 1. Filtration nach 200L	4,3E+01	6,6E+01	9,3E+01
	Permeat 2.Filtration nach 25L	<1,0E+00	<1,0E+00	2,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	<1,0E+00
23.11.2010	Rohwasser	3,3E+05	6,0E+05	
	Permeat 1.Filtration nach 25L	3,9E+01	9,1E+01	1,5E+02
	Permeat 1. Filtration nach 200L	5,6E+01	8,4E+01	2,5E+01
	Permeat 2.Filtration nach 25L	<1,0E+00	<1,0E+00	<1,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	<1,0E+00
24.11.2010	Rohwasser	1,7E+05	3,1E+05	3,9E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	3,9E+01	1,2E+02	2,1E+02
	Permeat 1. Filtration nach 200L	2,0E+01	7,1E+01	6,8E+01
	Permeat 2.Filtration nach 25L	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 200L	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
25.11.2010	Rohwasser	8,7E+04	2,4E+05	1,3E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	3,0E+01	6,8E+01	2,1E+01
	Permeat 1. Filtration nach 200L	2,2E+01	5,5E+01	5,3E+01
	Permeat 2.Filtration nach 25L	1,0E+00	1,0E+00	<1,0E+00
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	<1,0E+00
30.11.2010	Rohwasser	2,4E+05	2,4E+05	1,3E+05
	Permeat 1.Filtration nach 25L	4,3E+01	1,1E+02	1,7E+03
	Permeat 1. Filtration nach 200L	5,4E+01	1,0E+02	1,7E+03
	Permeat 2.Filtration nach 25L	1,0E+00	6,3E+00	1,1E+01
	Permeat 2.Filtration nach 200L	6,3E+00	7,5E+00	7,3E+00
01.12.2010	Rohwasser	2,1E+05	6,5E+05	5,5E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	2,0E+01	3,5E+01	1,7E+03
	Permeat 1. Filtration nach 200L	2,0E+01	3,5E+01	1,7E+03
	Permeat 2.Filtration nach 25L	2,0E+00	3,1E+00	4,1E+01
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	4,3E+01
02.12.2010	Rohwasser	4,9E+04	2,4E+05	2,6E+04
	Permeat 1.Filtration nach 25L	3,1E+00	8,6E+00	2,4E+03
	Permeat 1. Filtration nach 200L	4,1E+00	8,6E+00	2,4E+03
	Permeat 2.Filtration nach 25L	<1,0E+00	<1,0E+00	1,6E+01
	Permeat 2.Filtration nach 200L	<1,0E+00	<1,0E+00	3,0E+00

Versuchsreihe „Hygiene November 2010“ Diagramme



Fäkalstreptokokken



Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“

P1 (Filtration ca. 450l/d)												
Datum	E. Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red			
13.12.2010	5.120	0	100,0000%	3,7	24.810	0	100,0000%	4,4	2.750	0	100,0000%	3,4
14.12.2010	0	0	100,0000%	4,7	850	3	99,6353%	2,4	100	2	98,0000%	1,7
15.12.2010	46.110	0	100,0000%	5,3	240.000	1	99,9996%	5,4	14.500	0	100,0000%	4,2
16.12.2010	2.400.000	13	99,9995%	2,0	2.400.000	58	99,9976%	4,6	2.400.000	6	99,9997%	5,6
20.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	20.640	3	99,9850%	3,8	100	5	94,8000%	1,3
21.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	18.600	0	100,0000%	4,3	2.400	0	100,0000%	3,4
22.12.2010	104.620	1	99,9990%	5,0	241.960	1	99,9996%	5,4	15.150	0	100,0000%	4,2
04.01.2011	17.850	0	100,0000%	4,3	41.060	0	100,0000%	4,6	1.080	2	99,8148%	2,7
P2 (Filtration ca. 450l/d)												
Datum	E. Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red			
13.12.2010	4.710	0	100,0000%	3,7	18.600	0	100,0000%	4,3	3.090	0	100,0000%	3,5
14.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	1.990	3	99,8442%	2,8	100	0	100,0000%	2,0
15.12.2010	46.110	0	100,0000%	4,7	240.000	0	100,0000%	5,4	14.500	0	100,0000%	4,2
16.12.2010	1.299.700	4	99,9997%	5,5	2.400.000	8	99,9997%	5,5	290.900	3	99,9989%	5,0
20.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	36.540	0	100,0000%	4,6	410	0	100,0000%	2,6
21.12.2010	410	0	100,0000%	2,6	17.890	0	100,0000%	4,3	1.986	0	100,0000%	3,3
22.12.2010	155.310	0	100,0000%	5,2	240.000	0	100,0000%	5,4	21.430	0	100,0000%	4,3
04.01.2011	41.060	0	100,0000%	4,6	104.620	0	100,0000%	5,0	3.880	0	100,0000%	3,6
P3 (Filtration ca. 120l/d)												
Datum	E. Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red			
13.12.2010	3.930	0	100,0000%	3,6	22.470	0	100,0000%	4,4	2.620	0	100,0000%	3,4
14.12.2010	520	0	100,0000%	2,7	111.990	6	99,9944%	4,2	410	1	99,7561%	2,6
15.12.2010	46.110	0	100,0000%	4,7	240.000	2	99,9992%	5,1	14.500	0	100,0000%	4,2
16.12.2010	1.299.700	9	99,9993%	5,2	2.400.000	112	99,9953%	4,3	365.400	6	99,9983%	4,8
20.12.2010	200	0	100,0000%	2,3	72.700	2	99,9972%	4,6	200	1	99,5000%	2,3
21.12.2010	200	0	100,0000%	2,3	17.890	0	100,0000%	4,3	1.986	1	99,9497%	3,3
22.12.2010	104.620	0	100,0000%	5,0	241.960	0	100,0000%	5,4	20.980	1	99,9952%	4,3
04.01.2011	13.140	0	100,0000%	4,1	36.540	0	100,0000%	4,6	1.610	1	99,9379%	3,2
P4 (Filtration ca. 120l/d)												
Datum	E. Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red	Roh	Perm 2	log-Red			
13.12.2010	4.710	0	100,0000%	3,7	17.220	0	100,0000%	4,2	2.280	1	99,9561%	3,4
14.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	72.700	4	99,9944%	4,2	310	0	100,0000%	2,5
15.12.2010	46.110	0	100,0000%	4,7	240.000	6	99,9974%	4,6	14.500	0	100,0000%	4,2
16.12.2010	1.299.700	87	99,9933%	4,2	2.400.000	205	99,9915%	4,1	261.300	36	99,9863%	3,9
20.12.2010	310	0	100,0000%	2,5	38.730	0	100,0000%	4,6	100	1	99,0000%	2,0
21.12.2010	100	0	100,0000%	2,0	10.140	0	100,0000%	4,0	2.400	0	100,0000%	3,4
22.12.2010	198.630	2	99,9990%	5,0	240.000	2	99,9992%	5,1	14.810	0	100,0000%	4,2
04.01.2011	29.090	0	100,0000%	4,5	57.940	0	100,0000%	4,8	3.880	0	100,0000%	3,6

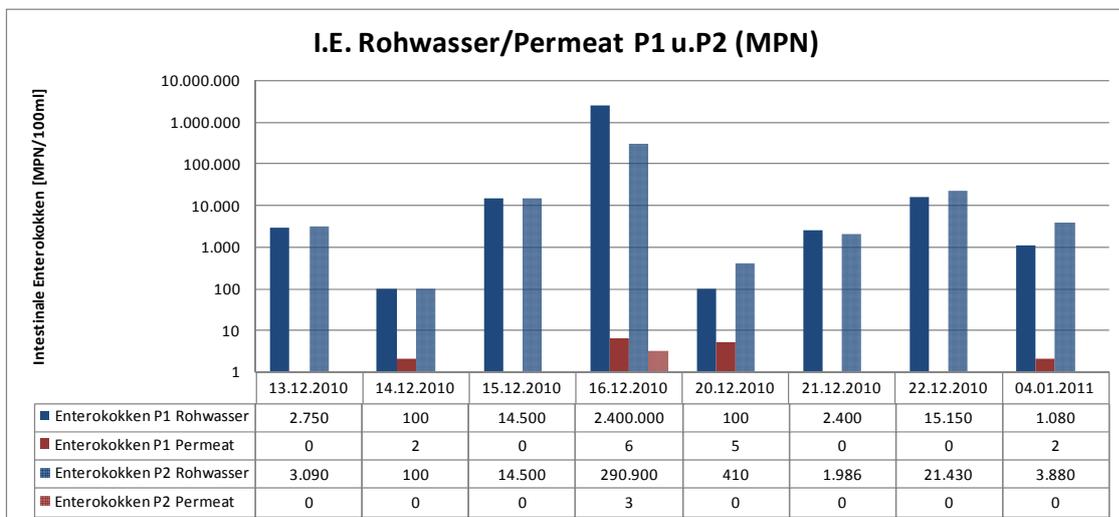
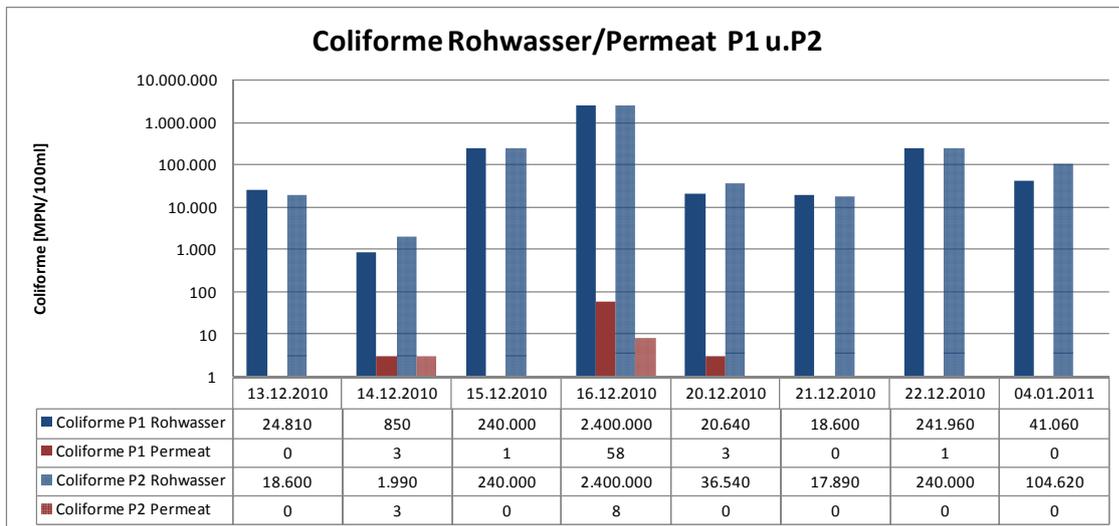
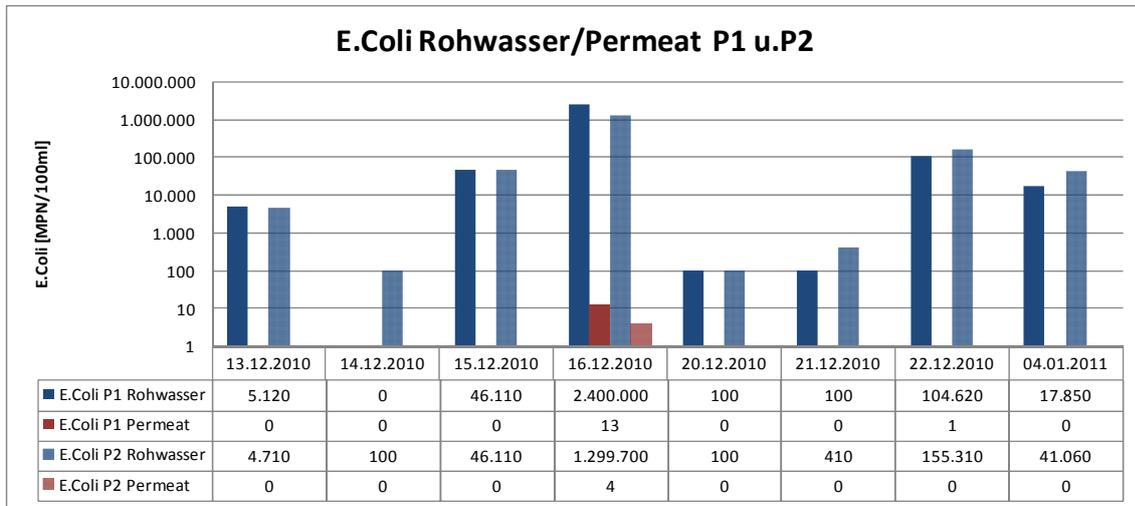
P5 (Filtration ca. 30l/d)

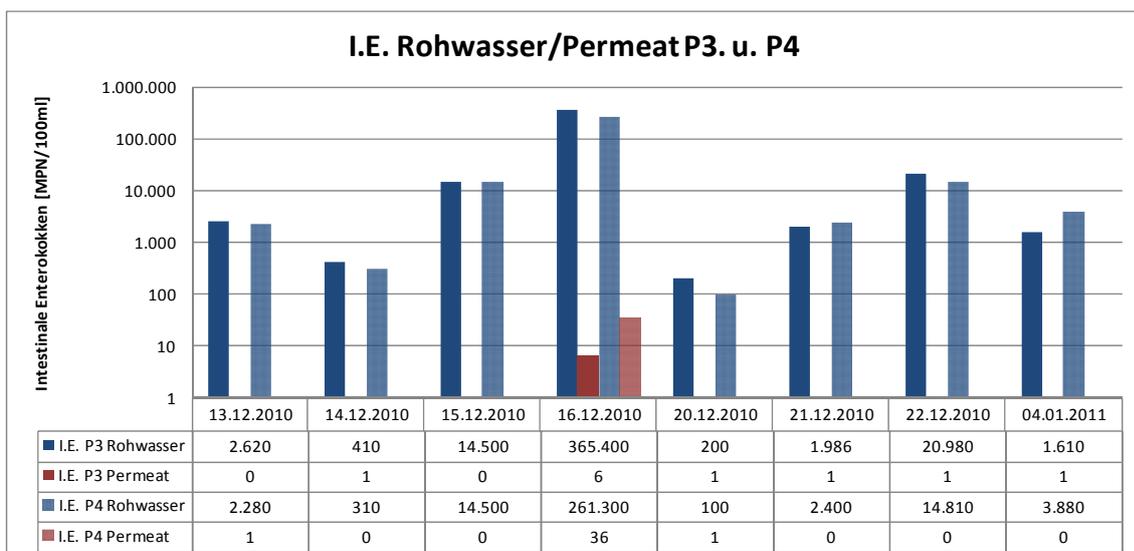
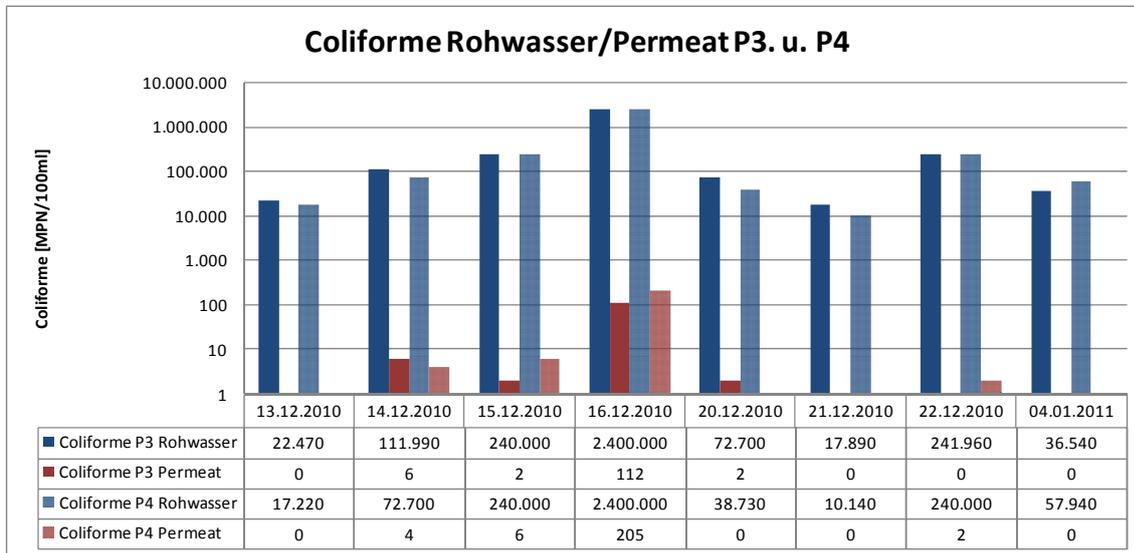
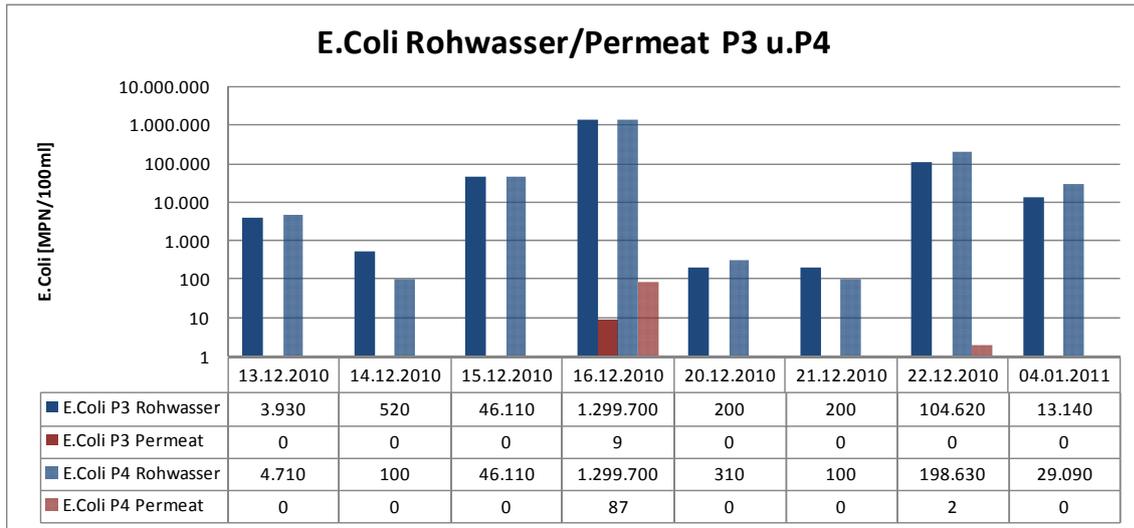
Datum	E.Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red
13.12.2010	240.000	12,1	99,9950%	4,3	240.000	23	99,9904%	4,0	111.990	1	99,9991%	5,0
14.12.2010	2.400.000	16,0	99,9993%	5,2	2.400.000	291	99,9879%	3,9	8.820	34	99,6134%	2,4
15.12.2010	111.990	24,6	99,9780%	3,7	240.000	1.553	99,3529%	2,2	2.950	436	85,2203%	0,8
16.12.2010	2.400.000	41,4	99,9983%	4,8	2.400.000	>2400			445.200	816	99,8167%	2,7
20.12.2010	114.500	0,0	100,0000%	5,1	980.400	>2400			56.500	98	99,8264%	2,8
21.12.2010	129.600	0,0	100,0000%	5,1	1.553.100	>2400			105.000	6	99,9940%	4,2
22.12.2010	146.700	1,0	99,9993%	5,2	816.400	>2400			52.900	436	99,1758%	2,1
04.01.2011	1.203.300	2,0	99,9998%	5,8	2.400.000	411	99,9829%	3,8	133.300	51	99,9616%	3,4

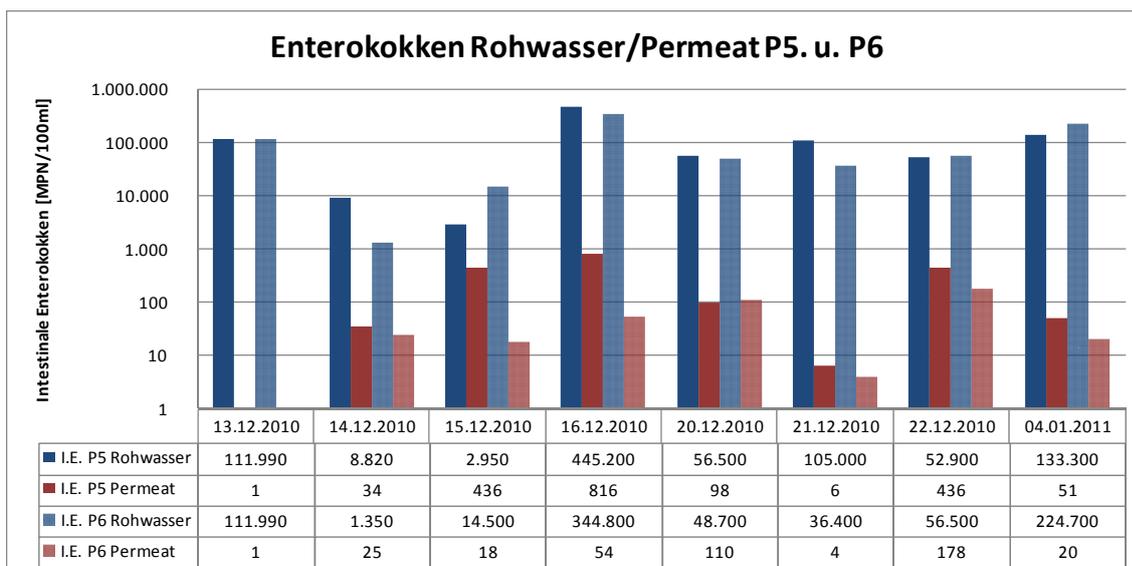
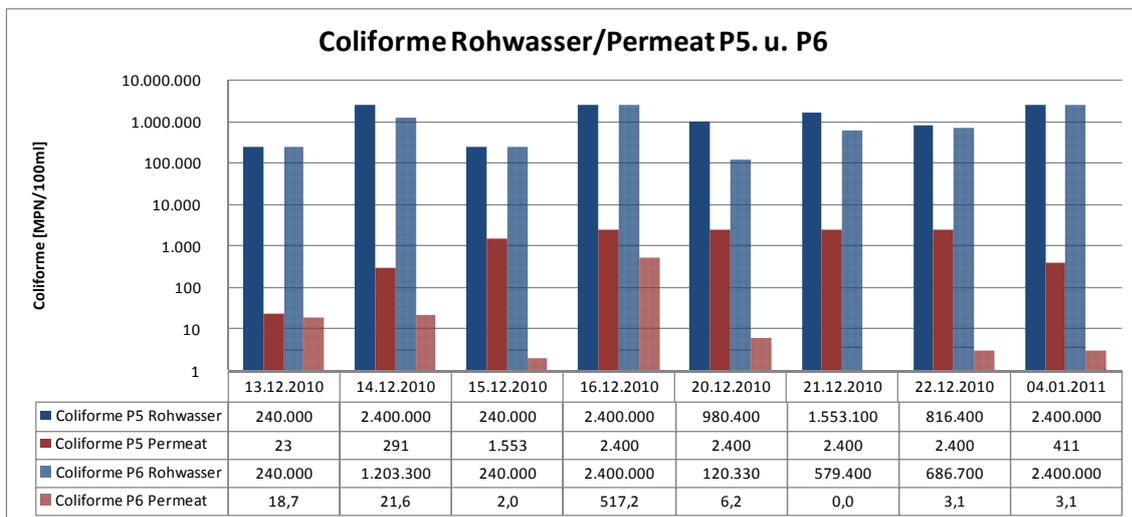
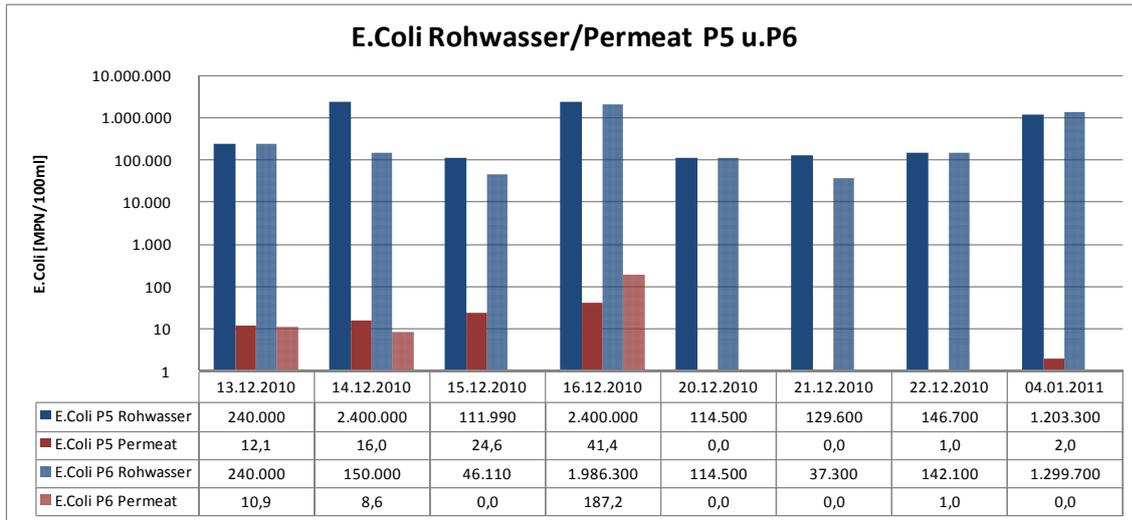
P6 (Filtration ca. 30l/d)

Datum	E.Coli [MPN/100ml]			Coliforme [MPN/100ml]			I.E. MPN [MPN/100ml]					
	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red	Roh	Perm 2	Reduktion	log-Red
13.12.2010	240.000	10,9	99,9955%	4,3	240.000	18,7	99,9922%	4,1	111.990	1	99,9991%	5,0
14.12.2010	150.000	8,6	99,9943%	4,2	1.203.300	21,6	99,9982%	4,7	1.350	25	98,1704%	1,7
15.12.2010	46.110	0,0	100,0000%	4,7	240.000	2,0	99,9992%	5,1	14.500	18	99,8738%	2,9
16.12.2010	1.986.300	187,2	99,9906%	4,0	2.400.000	517,2	99,9785%	3,7	344.800	54	99,9844%	3,8
20.12.2010	114.500	0,0	100,0000%	5,1	120.330	6,2	99,9948%	4,3	48.700	110	99,7741%	2,6
21.12.2010	37.300	0,0	100,0000%	4,6	579.400	0,0	100,0000%	5,8	36.400	4	99,9887%	3,9
22.12.2010	142.100	1,0	99,9993%	5,2	686.700	3,1	99,9995%	5,3	56.500	178	99,6858%	2,5
04.01.2011	1.299.700	0,0	100,0000%	6,1	2.400.000	3,1	99,9999%	5,9	224.700	20	99,9911%	4,1

Versuchsreihe „Hygiene Dezember 2010“ Diagramme







Versuchsreihe „Hygiene Februar 2011“ Rohdaten

Datum Probenahme	Probe	Probenahme	e.coli MPN/100 ml	coliforme MPN/100 ml	I.E. MPN/100 ml	Trübung NFU	TS mg/l	Probe	Probenahme	e.coli cfu/100 ml	coliforme cfu/100 ml	I.E. cfu/100 ml	Trübung NFU	TS mg/l
09.02.2011	Roh 1	nach 50 L	1,4E+07	1,9E+07	1,9E+05	28,6	39,5	Permeat 1	nach 50 L	2,0	12,2	1,0	0,08	<1
09.02.2011		nach 200 L	1,7E+06	7,9E+06	1,7E+05	28,2	34,5		nach 200 L	<1	1	<1	0,11	<1
09.02.2011		nach 700 L	2,9E+06	2,5E+07	1,1E+05	18,4	33,0		nach 700 L	1,0	22,8	<1	0,07	<1
11.02.2011		nach 1200 L	2,5E+06	1,5E+07	2,0E+05	20,1	21,6		nach 1200 L	59,1	686,7	3,1	0,41	<1
12.02.2011		nach 1700 L	3,9E+06	1,2E+07	1,5E+05	13,8	23,2		nach 1700 L	<1	344,8	4,1		
09.02.2011	Roh 2	nach 50 L	2,3E+07	2,5E+07	2,0E+05	29,4	34,5	Permeat 2	nach 50 L	3,1	14,6	2,0	0,17	<1
09.02.2011		nach 200 L	1,5E+06	5,5E+06	1,5E+05	29,4	44,5		nach 200 L	27,5	156,8	3,0	0,08	<1
09.02.2011		nach 700 L	1,0E+06	1,2E+07	7,5E+04	19,9	29,5		nach 700 L	<1	4,1	<1	0,07	<1
11.02.2011		nach 1200 L	3,4E+06	2,6E+07	3,1E+05	21,6	23,2		nach 1200 L	22,6	160,7	2,0	0,50	<1
12.02.2011		nach 1700 L	1,4E+06	9,4E+06	1,1E+05	14,9	23,2		nach 1700 L	13,5	>2419,6	9,8	0,73	<1
09.02.2011	Roh 3	nach 50 L	1,0E+07	1,7E+07	2,8E+05	65,5	94,5	Permeat 3	nach 50 L	17,3	49,5	4,1	0,11	<1
09.02.2011		nach 200 L	1,6E+06	7,3E+06	2,4E+05	61,6	94,7		nach 200 L	<1	4,1	<1	0,03	<1
09.02.2011		nach 700 L	1,9E+06	2,7E+07	2,2E+05	31,0	60,0		nach 700 L	2,0	19,9	<1	0,08	<1
11.02.2011		nach 1200 L	2,8E+06	2,6E+07	3,3E+05	43,9	49,2		nach 1200 L	6,3	218,7	3,1	0,48	<1
14.02.2011		nach 1700 L	9,8E+04	1,3E+06	4,0E+05	175,0	273,0		nach 1700 L	3,1	26900	27,9	0,18	<1
09.02.2011	Roh 4	nach 50 L	1,0E+08	3,6E+07	1,9E+05	67,7	118,0	Permeat 4	nach 50 L	8,6	23,1	4,1	0,19	<1
09.02.2011		nach 200 L	1,4E+06	7,9E+06	2,5E+05	61,6	91,3		nach 200 L	7,4	15,8	<1	0,08	<1
09.02.2011		nach 700 L	1,4E+06	2,2E+07	2,5E+05	30,4	44,7		nach 700 L	7,4	88,0	1,0	0,12	<1
11.02.2011		nach 1200 L	4,1E+06	3,1E+07	4,5E+05	55,4	66,4		nach 1200 L	27,2	344,8	2,0	0,50	<1
14.02.2011		nach 1700 L	1,7E+05	2,0E+07	3,1E+05	174,0	220,0		nach 1700 L	29,5	1119900	2613	7,56	<1
09.02.2011	Roh 5	nach 50 L	1,4E+06	1,2E+07	1,6E+05	29,8	41,5	Permeat 5	nach 50 L	4,3	10,9	2,0	0,04	<1
09.02.2011		nach 200 L	1,8E+06	4,5E+06	2,1E+05	29,9	37,0		nach 200 L	4,1	25,9	2,0	0,12	<1
10.02.2011		nach 700 L	1,9E+06	1,5E+07	3,0E+05	21,3	25,5		nach 700 L	4,1	38,9	<1	0,08	<1
12.02.2011		nach 1200 L	1,6E+06	1,6E+07	8,5E+04	15,0	23,6		nach 1200 L	2,0	202,5	47,3	0,24	<1
15.02.2011		nach 1700 L	7,4E+04	6,3E+05	7,4E+04	8,7	18,0		nach 1700 L	1	72385	261	0,01	<1

AZ 23860/02 – Abschlussbericht

Spülung mit Trinkwasser

Datum	Probe	Probenahme	e.coli cfu/100 ml	coliforme cfu/100 ml	I.E. cfu/100 ml	Trübung NFU
17.02.2011	Permeat 2	nach 0 L	40,8	1,25E+07	648,8	0,37
		nach 20 L	1,0	9,20E+04	5,1	0,06
		nach 50 L	<1	1,45E+04	60,2	0,03
		nach 200 L	<1	3,42E+03	3,1	0,06
	Permeat 3	nach 0 L	107,6	3,00E+05	209	3,26
		nach 20 L	4,1	6,17E+03	3,1	0,05
		nach 50 L	14,2	1,66E+03	204,6	0,04
		nach 200 L	6,0	595,0	29,2	0,02

Einfluss Membranbeschädigung

Probe	Probenahme	e.coli cfu/100 ml	coliforme cfu/100 ml	I.E. cfu/100 ml	Trübung NFU	TS mg/l
Permeat 6 Modul 1 2 x Einzeldefekt	nach 0 L	1,3E+04	1,3E+05	<1	1,61	4,7
	nach 20 L	111	676	6,3	0,19	<1
	nach 50 L	62	107	8,6	0,11	<1
	nach 200 L	20,9	285	1,0	0,04	<1
	nach 500 L	1,0	11,0	<1	0,09	<1
Permeat 7 Modul 2	nach 0 L	164	829	<1	0,95	n.a.
	nach 20 L	23,1	129	4,1	0,22	n.a.
	nach 50 L	12,2	51	1,0	0,08	n.a.
	nach 200 L	18,1	20	1,0	0,05	n.a.
	nach 500 L	3,0	21	1,0	0,09	n.a.

Versuche zu Stillstandszeiten

Probe	Probenahme	E.coli cfu/100 ml	Coliforme cfu/100 ml	I.E. cfu/100 ml	Trübung NFU	TS mg/l
Permeat 2	24.02.2011	1	1,4E+04	528	20,1	<1
	28.02.2011	<1	4,8E+03	45	0,05	n.a.
	01.03.2011	<1	4,8E+03	1,4E+03	0,08	n.a.
	02.03.2011	<1	2,9E+03	613	0,14	n.a.
	03.03.2011	<1	2,5E+03	41	0,04	n.a.
Permeat 3	24.02.2011	<1	4,0E+04	1,5E+03	0,25	n.a.
	28.02.2011	11	6,8E+03	320	7,16	n.a.
	01.03.2011	6	5,6E+03	1,8E+03	12,7	n.a.
	02.03.2011	2	2,6E+03	6,5E+03	5,21	n.a.
	03.03.2011	1	3,2E+03	945	12,1	n.a.
Permeat 4	24.02.2011	<1	550	7,4	0,15	n.a.
	28.02.2011	<1	15	4,1	0,01	n.a.
	01.03.2011	<1	29	10	0,01	n.a.
	02.03.2011	<1	8	10	0,03	n.a.
	03.03.2011	1	49	15	0,02	n.a.

Externe Untersuchungen – Versuche feststofffreies Wasser

GBA GESELLSCHAFT FÜR BIOANALYTIK HAMBURG MBH
GESCHÄFTSBEREICH: LEBENSMITTELANALYTIK
STANDORT: HAMBURG



AKS Akkreditierung: AKS-PL-20216
Verzeichnis: www.aks-hannover.de
IVG

Ansprechpartner:
Heike Schlechte/ Katharina Ramcke
Tel.: +49(0)40 / 79 71 72 -30/- 43
Fax: +49(0)40 / 79 71 72 - 27
E-mail: h.schlechte@gba-hamburg.de
k.ramcke@gba-hamburg.de

Wasserrucksack PAUL

Probenbezeichnung	:	Wasserrucksack
Kennzeichnung	:	Potable Aqua Unit for Life
Verpackung	:	Kunststoff
Bruttogewicht / Volumen	:	ca. 20 kg
Probentransport	:	per Post
Eingang	:	07.01.2011
Probenahme	:	durch den Einsender
Prüfbeginn / -ende	:	26.01.2011 / 29.01.2011

Versuchsdurchführung

Voruntersuchung des Wasserrucksacks:

- Überprüfung des Wasser-Fassungsvermögens von PAUL durch Füllen mit Trinkwasser (Nach dem Füllen mit ca. 50 L Wasser war der Membranfilter im Rucksack vollständig mit Wasser bedeckt und nach ca. 65 L ließ sich das erste Wasser aus dem Hahn entnehmen). Fassungsvermögen = ca. 100 L.
- Überprüfung des maximalen Wasserauslaufs (Nach der maximalen Befüllung des Wasserrucksacks, ließ sich ein Volumen von ca. 40 L aus dem Hahn entnehmen. Ca. 50 L Wasser verblieben im Wasserrucksack. Der Wasserspiegel ließ sich nicht weiter senken!).

Erstellung einer Keimsuspension:

- Gitterausstrich und Bebrütung von folgenden Mikroorganismen:
Salmonellen (CASO-Agar)
Escherichia coli (CASO-Agar)
Enterokokken (CASO-Agar)
Vibrio parahämolyticus (MARINE-Agar)
Pseudomonas aeruginosa (CASO-Agar)



- Schlammung der einzelnen Ausstriche mit 10 ml sterilem Kochsalzpeptonwasser und Überführung in Reagenzgläser, wobei üblicherweise in 1 ml der Suspension Keimgehalte von 10^9 erreicht werden.
- Da der Wasserrucksack ein Fassungsvermögen von ca. 100 L hat, wurden jeweils 1 mL der verschiedenen „Keimsuspensionen“ zu 100 L Wasser im Wasserrucksack gemischt. Pro Mikroorganismus sollte der Keimgehalt je mL Rohwasser im Wasserrucksack damit einen ungefähren Keimgehalt von ca. 10^4 KBE/mL aufweisen.
- Ermittlung des genauen Keimgehaltes vom Rohwasser und Filtrat:

Versuchsordnung:

- Zu einem vorgelegten Wasservolumen von 50 L wurden von jedem Mikroorganismus je 1 mL der Keimsuspension pipettiert
- Der Wasserrucksack wurde bis zur Markierung mit Wasser befüllt
- Es wurden 35 L aus dem Hahn entnommen und verworfen
- Anschließend wurde ein Liter für die mikrobielle Untersuchung abgefüllt

Mikrobiologische Untersuchung des Filtrats aus den Dezimalverdünnungen (Tab. 1) und für die Bestimmung evtl. geringer Keimgehalte nach Membranfiltration von 100 mL (Tab. 2):

Untersuchungsergebnisse:

Tab. 1: Ergebnisse mittels Koloniezählverfahren

	Rohwasser	Filtrat	Einheit	Verfahren
E. coli	$3,8 \cdot 10^4$	16	KBE/mL	ISO 16649-2
Salmonellen	$3,5 \cdot 10^5$	146	KBE/mL	ISO 6579
Enterokokken	$2,4 \cdot 10^4$	42	KBE/mL	CATC-Agar, 24h-37°C, 24h- 20°C
Pseudomonaden	$7,1 \cdot 10^4$	8	KBE/mL	Cetrimid-Agar, 48h, 37°C,
V. parahaemolyticus	$7,9 \cdot 10^4$	<1	KBE/mL	ISO-TS 21872-1

Tab. 2: Ergebnisse mittels Membranfiltrationsverfahren

	Filtrat	Einheit	Verfahren
E. coli	positiv	KBE/mL	Colilert-18
Salmonellen	positiv	KBE/mL	ISO 6579
Enterokokken	positiv	KBE/mL	ISO 7899-2
Pseudomonaden	positiv	KBE/mL	DIN EN ISO 16266
V. parahaemolyticus	positiv	KBE/mL	ISO-TS 21872-1

Externe Untersuchungen – Begleitende Untersuchungen „Versuchsreihe Februar 2011“ durch SGS Institut Fresenius



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Rudolf-Wissell-Straße 28a 37079 Göttingen

Universität Kassel
 FB 14
 FG Siedlungswasserwirtschaft
 z. H. Herrn Exler
 Technik III/2, Raum 3121
 Kurt-Walters-Straße 3

 34125 Kassel

**Prüfbericht zum
 Auftrag Nr. 1879474
 Kunden Nr. 10089588**

Herr Lutz Alburg
 Telefon 0551/52203-15
 Fax 0551/52203-88

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Rudolf-Wissell-Straße 28a
 37079 Göttingen

Göttingen, den 17.02.2011

Ihr Auftrag/Projekt: Versuch
 Ihr Bestellzeichen: 4828 / 09.02.2011
 Ihr Bestelldatum: 09.02.2011

Prüfzeitraum von 09.02.2011 bis 17.02.2011
 erste laufende Probenummer 110079588
 Probeneingang am 09.02.2011

Sehr geehrter Herr Exler,

heute übersenden wir Ihnen den Prüfbericht zum oben genannten Projekt.

Für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS

Lutz Alburg
 Customer Service

Mohamed El Hamdaoui
 Customer Service

Seite 1 von 11

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
 Im Meiser 14
 32232 Tannusstein
 Postfach 1261
 85220 Tannusstein

+49 5128 744-0
 Fax -9890
 info@institut-fresenius.de
 www.institut-fresenius.de

Geschäftsführung
 Vincent Fuman
 Aufsichtsratsvorsitzender
 Dirk Heilmans
 Ust.-Id.Nr.: DE81165451

HRB: 21043 Amtsgericht Wiesbaden, Außenstelle Bad Schwalbach
 Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben.
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und
 Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise
 Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen
 Genehmigung



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 2 von 11
17.02.2011

Probe 110079588 Probenmatrix Wasser
Vorlage 1
09.02.2011

Eingangsdatum: 09.02.2011 Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungsgrenze	Methode
-----------	---------	----------	-------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	2,4 * 10 ⁵		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	3,4 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	3,5 * 10 ⁶		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 3 von 11
17.02.2011

Probe 110079589 Probenmatrix Wasser
Vorlage 2
09.02.2011
1:1 (AGK : TW)

Eingangsdatum: 09.02.2011 Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungsgrenze	Methode
-----------	---------	----------	-------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	3,1 * 10 ⁵		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	3,1 * 10 ⁵		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	3,5 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 4 von 11
17.02.2011

Probe 110079590 **Probenmatrix:** Wasser
P 1
09.02.2011
50 l / Roh

Eingangsdatum: 09.02.2011 **Eingangsart:** von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1,2 * 10 ⁶		SO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	3,1 * 10 ⁶		SO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	3,7 * 10 ⁵		SO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 5 von 11
17.02.2011

Probe 110079591 **Probenmatrix:** Wasser
Weise Roh
09.02.2011
50 l

Eingangsdatum: 09.02.2011 **Eingangsart:** von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	2,3 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2,6 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	3,3 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 6 von 11
17.02.2011

Probe 110079592 Probenmatrix Wasser
P 1
09.02.2011
200 l Roh

Eingangsdatum: 09.02.2011 Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungsgrenze	Methode
-----------	---------	----------	-------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	2,3 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2,6 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	2,5 * 10 ⁵		ISO 7896-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 7 von 11
17.02.2011

Probe 110079593 Probenmatrix Wasser
Weise Roh
09.02.2011
200 l

Eingangsdatum: 09.02.2011 Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungsgrenze	Methode
-----------	---------	----------	-------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	2,4 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2,7 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	3,5 * 10 ⁵		ISO 7896-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 8 von 11
17.02.2011

Probe P 1 09.02.2011 50 l Permeat	110079594	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	09.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	6		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	9		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 9 von 11
17.02.2011

Probe Weise 09.02.2011 50 l Permeat	110079595	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	09.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	3		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	3		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	2		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 10 von 11
17.02.2011

Probe 110079596 **Probenmatrix** Wasser
P 1
09.02.2011
200 l Permeat
Eingangsdatum: 09.02.2011 **Eingangsart:** von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	1		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1879474

Seite 11 von 11
17.02.2011

Probe 110079597 **Probenmatrix** Wasser
Weise
09.02.2011
200 l Permeat
Eingangsdatum: 09.02.2011 **Eingangsart:** von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	0		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	0		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, Rudolf-Wissell-Straße 28a, 37079 Göttingen

Universität Kassel
 FB 14
 FG Siedlungswasserwirtschaft
 z. H. Herrn Exler
 Technik III/2, Raum 3121
 Kurt-Wolters-Straße 3

 34125 Kassel

**Prüfbericht zum
 Auftrag Nr. 1880775
 Kunden Nr. 10089588**

Herr Lutz Alburg
 Telefon 0551/52203-15
 Fax 0551/52203-88

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Rudolf-Wissell-Straße 28a
 37079 Göttingen

Göttingen, den 17.02.2011

Ihr Auftrag/Projekt: Versuch II, Tag
 Ihr Bestellzeichen: 48428 / 09.02.2011
 Ihr Bestelldatum: 10.02.2011

Prüfzeitraum von 10.02.2011 bis 17.02.2011
 erste laufende Probenummer 110082209
 Probeneingang am 10.02.2011

Sehr geehrter Herr Exler,

heute übersenden wir Ihnen den Prüfbericht zum oben genannten Projekt.

Für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS

Lutz Alburg
 Customer Service

Mohamed El Hamdaoui
 Customer Service

Seite 1 von 7

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
 Im Maisel 14
 65232 Taunusstein
 Postfach 1261
 65220 Taunusstein

+49 6128 744-0
 Fax -9990
 info@institut-fresenius.de
 www.institut-fresenius.de

Geschäftsführung
 Vincent Fumad
 Aufsichtsratsvorsitzender
 Dirk Heilmann
 Ust.-IdNr.: DE811165451

HRB: 21543 Amtsgericht Wiesbaden, Außenstelle Bad Schwalbach
 Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben.
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und
 Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise
 Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen
 Genehmigung



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 2 von 7
17.02.2011

Probe 110082209
Vorlage 1.2
neu am 10.02.2011

Probenmatrix Wasser

Eingangsdatum: 10.02.2011

Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	3,9 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	3,9 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	2,5 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 3 von 7
17.02.2011

Probe 110082210
Vorlage 2.2
neu am 10.02.2011

Probenmatrix Wasser

Eingangsdatum: 10.02.2011

Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1,3 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	1,3 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	2,0 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 4 von 7
17.02.2011

Probe Weise 09.02.2011 Roh 700 l	110082211	Probenmatrix:	Wasser
Eingangsdatum:	10.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1,3 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	1,7 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	1,1 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 5 von 7
17.02.2011

Probe P 1 09.02.2011 700 l Roh	110082212	Probenmatrix:	Wasser
Eingangsdatum:	10.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1,6 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2,2 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	9,1 * 10 ⁴		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 6 von 7
17.02.2011

Probe 110082213
P 1
09.02.2011
700 l Permeat

Probenmatrix: Wasser

Eingangsdatum: 10.02.2011

Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	3		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	7		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1880775

Seite 7 von 7
17.02.2011

Probe 110082214
Weise
09.02.2011
700 l Permeat

Probenmatrix: Wasser

Eingangsdatum: 10.02.2011

Eingangsart: von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	1		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2



600 INSTITUT FRESENIUS GmbH Rudolf-Wissell-Straße 28a 37079 Göttingen

Universität Kassel
 FB 14
 FG Siedlungswasserwirtschaft
 z. H. Herrn Exler
 Technik III/2, Raum 3121
 Kurt-Wollers-Straße 3

34125 Kassel

**Prüfbericht zum
 Auftrag Nr. 1881488
 Kunden Nr. 10089588**

Herr Lutz Alburg
 Telefon 0551/52203-15
 Fax 0551/52203-88

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Rudolf-Wissell-Straße 28a
 37079 Göttingen

Göttingen, den 17.02.2011

Ihr Auftrag/Projekt: Versuch III, Tag
 Ihr Bestellzeichen: 48428 / 09.02.2011
 Ihr Bestelldatum: 11.02.2011

Prüfzeitraum von 11.02.2011 bis 17.02.2011
 erste laufende Probenummer 110083672
 Probeneingang am 11.02.2011

Sehr geehrter Herr Exler,

heute übersenden wir Ihnen den Prüfbericht zum oben genannten Projekt.

Für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS

Lutz Alburg
 Customer Service

Mohamed El Hamdaoui
 Customer Service

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
 Im Masel 14
 95212 Taunusstein
 Postfach 1261
 55290 Taunusstein

+49 6128 744-0
 Fax -9890
 info@institut-fresenius.de
 www.institut-fresenius.de

Geschäftsführung
 Vincent Fumari
 Aufsichtsratsvorsitzender
 Dirk Heilmann
 Ust-IDNr. DE811165451

Seite 1 von 5

HRB. 21543 Amtsgericht Wiesbaden, Außenstelle Bad Schwalbach
 Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben.
 Die Vervielfältigung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und
 Gutachten zu Vertriebszwecken sowie datenausgangswise
 Verwendung in sonstiger Form bedürfen unserer schriftlichen
 Genehmigung.



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1881488

Seite 2 von 5
17.02.2011

Probe P 1 10.02.2011 1200 l Roh	110083672	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	11.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	2,8 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	2,8 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	2,5 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1881488

Seite 3 von 5
17.02.2011

Probe Weise Roh 09.02.2011 1200 l	110083673	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	11.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

spezifische Keime

Escherichia coli	KBE/100 ml	4,7 * 10 ⁵		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	1,9 * 10 ⁶		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	1,5 * 10 ⁵		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1881488

Seite 4 von 5
17.02.2011

Probe P 1 10.02.2011 1200 l Permeat	110084351	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	11.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
spezifische Keime				
Escherichia coli	KBE/100 ml	12		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	12		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	9		ISO 7899-2



Versuch
Bestellung: 48428 / 09.02.2011

Prüfbericht zum
Auftrag Nr. 1881488

Seite 5 von 5
17.02.2011

Probe Weise 09.02.2011 1200 l Permeat	110084352	Probenmatrix	Wasser
Eingangsdatum:	11.02.2011	Eingangsart:	von Ihnen gebracht

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode
spezifische Keime				
Escherichia coli	KBE/100 ml	0		ISO 9308-1
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	1		ISO 9308-1
Enterokokken	KBE/100ml	0		ISO 7899-2

Externe Untersuchungen – Schwermetalle / AOX

Kasseler Entwässerungsbetrieb 34112 Kassel

Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler
Kurt-Wolters-Str. 3
34125 Kassel

**Laboratorium zur Wasser-, Abwasser-
und Schlammuntersuchung; staatl. anerkannt**

Gartenstr. 90 34125 Kassel
Telefon (0561) 987 - 6620
Telefax (0561) 87 36 00

Kassel, den 17.01.11

Prüfbericht 2011-00141

Auftraggeber: **Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler**

12586

Auftragsnummer: 47480 vom 07.01.11
Probenbezeichnung: **Rohwasser**
Probennehmer: Herr Exler
Probenentnahmeart:
Probenentnahme: 10.01.11
Probeneingang: 10.01.11
Prüfzeitraum: 10.01.11 - 17.01.11

Farbe:
Geruch:
Trübung:
Schaumbildung:
Schwimmstoffe:

Probennummer: **2011-00141-1**

Analyse	Messwert	Bestimmungs- grenze	Einheit	Analysen- vorschrift	Bemerkungen
Arsen	51	1	µg/L	EN ISO 11885	
Cadmium	29	0,1	µg/L	EN ISO 5961	
Chrom	230	1,0	µg/L	EN 1233	
Kupfer	500	2,0	µg/L	DIN 38406-E7-2	
Nickel	330	2,0	µg/L	DIN 38406-E11-2	
Blei	69	2,5	µg/L	DIN 38406-E6-2	
Zink	1600	25	µg/L	DIN 38406-E8-2	
Quecksilber	27	0,2	µg/L	EN 1483	
AOX	<50	20	µg/L	DIN EN ISO 9562	

Bemerkungen:

Form: PRÜFB03

(*) die Analyse wurde im Auftrag des KEB extern vergeben

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung des Kasseler Entwässerungsbetriebes nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

(Unterschrift Labor)

Kasseler Entwässerungsbetrieb 34112 Kassel

Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler
Kurt-Wolters-Str. 3
34125 Kassel

**Laboratorium zur Wasser-, Abwasser-
und Schlammuntersuchung; statfl. anerkannt**
Gartenstr. 90 34125 Kassel
Telefon (0561) 987 - 6620
Telefax (0561) 87 36 00

Kassel, den 17.01.11

Prüfbericht 2011-00141

Auftraggeber: **Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler** 12550

Auftragsnummer: 47480 vom 07.01.11

Probenbezeichnung: **Permeat P1**

Probennehmer: Herr Exler Farbe:

Probenentnahmeart: Geruch:

Probenentnahme: 10.01.11 Trübung:

Probeneingang: 10.01.11 Schaumbildung:

Prüfzeitraum: 10.01.11 - 17.01.11 Schwimmstoffe:

Probennummer: **2011-00141-2**

Analyse	Messwert	Bestimmungs- grenze	Einheit	Analysen- vorschrift	Bemerkungen
Arsen	5,5	1	µg/L	EN ISO 11885	
Cadmium	0,11	0,1	µg/L	EN ISO 5961	
Chrom	27	1,0	µg/L	EN 1233	
Kupfer	7,0	2,0	µg/L	DIN 38406-E7-2	
Nickel	13	2,0	µg/L	DIN 38406-E11-2	
Blei	<2,5	2,5	µg/L	DIN 38406-F6-2	
Zink	34	25	µg/L	DIN 38406-E8-2	
Quecksilber	<0,2	0,2	µg/L	EN 1483	
AOX	<50	20	µg/L	DIN EN ISO 9562	

Bemerkungen: Form: PRÜFBE03

(*) die Analyse wurde im Auftrag des KEB extern vergeben

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung des Kasseler Entwässerungsbetriebes nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

(Unterschrift Labor)

Kasseler Entwässerungsbetrieb 34112 Kassel

Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler
Kurt-Wolters-Str. 3
34125 Kassel

**Laboratorium zur Wasser-, Abwasser-
und Schlammuntersuchung; staatl. anerkannt**

Gartenstr. 90 34125 Kassel
Telefon (0561) 987 - 6620
Telefax (0561) 87 36 00

Kassel, den 17.01.11

Prüfbericht 2011-00141

Auftraggeber: **Universität Kassel FG SWW z.Hd. Herrn Exler**

12558

Auftragsnummer: 47480 vom 07.01.11
Probenbezeichnung: **Permeat P2**
Probennehmer: Herr Exler
Probenentnahmeart:
Probenentnahme: 10.01.11
Probeneingang: 10.01.11
Prüfzeitraum: 10.01.11 - 17.01.11

Farbe:
Geruch:
Trübung:
Schaumbildung:
Schwimmstoffe:

Probennummer: **2011-00141-3**

Analyse	Messwert	Bestimmungs- grenze	Einheit	Analysen- vorschrift	Bemerkungen
Arsen	4,6	1	µg/L	EN ISO 11886	
Cadmium	1,3	0,1	µg/L	EN ISO 5961	
Chrom	25	1,0	µg/L	EN 1233	
Kupfer	390	2,0	µg/L	DIN 38406-E7-2	
Nickel	24	2,0	µg/L	DIN 38406-E11-2	
Blei	<2,5	2,5	µg/L	DIN 38406-E6-2	
Zink	84	25	µg/L	DIN 38406-E8-2	
Quecksilber	<0,2	0,2	µg/L	EN 1483	
AOX	140	20	µg/L	DIN EN ISO 9562	

Bemerkungen:

Form: PRÜF000

(*) die Analyse wurde im Auftrag des KCD extern vergeben

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung des Kasseler Entwässerungsbetriebes nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

(Unterschrift Labor)

Externe Untersuchungen – Coliphagen

EINGEGANGEN 09. Feb. 2011

UNIVERSITÄTSKLINIKUM BONN

ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS
Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit

Direktor: Prof. Dr. med. M. Exner

Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit
Sigmund-Freud-Straße 25; D-53105 Bonn

Herr Harald Exler
Universität Kassel
FG Siedlungswasserwirtschaft
Kurt-Wolters-Straße 3
34125 Kassel

universitäts
klinikumbonn

Sachbearbeiterin:
Fr. Breaz
Tel.: +49 (0228) 2871-5526
FAX: +49 (0228) 2871-6763
lucia.breaz@ukb.uni-bonn.de
www.meb.uni-bonn.de/hygiene/

AKS Akkreditierung: AKS-PL-205 12
Verzeichnis: www.aks-hannover.de
Staatliche Akkreditierungsstelle Hannover

Sammelbefundung	
Nummer:	25008
Befundungsdatum:	04. Feb. 11
Kostenstelle:	974830

Betrifft: Coliphagen-Ergebnisse Überprüfung Wasser-Rucksack
Bereich: Projekt

Probennummer:	W00828/11		
Probenstelle:	Mit Abwasser vermishtes Oberflächenwasser		
	Rohwasser 1		
Probentyp:	ROH: Rohwasser	Entnahmetechnik:	
Entnahme am:	17.01.2011	durch: EINSENDER	EDV-Nr.:

Einzelparameter

Mikrobiologie (Projektbereich)

Beschreibung	Meßwert	Einheit	Verfahren
(PM) E. coli-Phagen	19682	PBE/100 mL	ISO 10705 Teil 2

Probennummer:	W00829/11		
Probenstelle:	Mit Abwasser vermishtes Oberflächenwasser		
	Rohwasser 2		
Probentyp:	ROH: Rohwasser	Entnahmetechnik:	
Entnahme am:	17.01.2011	durch: EINSENDER	EDV-Nr.:

Einzelparameter

Mikrobiologie (Projektbereich)

Beschreibung	Meßwert	Einheit	Verfahren
(PM) E. coli-Phagen	23355	PBE/100 mL	ISO 10705 Teil 2

Die Beurteilung bezieht sich ausschließlich auf die Beschaffenheit der untersuchten Probe. Aus rechtlichen Gründen gilt nur der schriftliche und unterschriebene Befund.

Freitag, 4. Februar 2011

Seite 1 von 3

(Fortsetzung Sammelbefunds-Nr: 25008)

Mikrobiologie (Projektbereich)

Beschreibung	Meßwert	Einheit	Verfahren
--------------	---------	---------	-----------

Hygienisch-medizinische Beurteilung

Coliphagen konnten nur in einer der Filtrat-Proben in einem Untersuchungsvolumen von 100 mL mittels Direktansatz nachgewiesen werden. Damit ergibt sich aus den Ergebnissen eine Reduktion der Phagen-Konzentration durch den Filter-Rucksack von 4 Logarithmen-Stufen.

Mit freundlichen Grüßen,

Prof. Dr. med. M. Exner
 Direktor des Instituts für Hygiene
 und öffentliche Gesundheit
 der Universität Bonn


 Dr. rer. nat. Chr. Koch
 Fachgebietsleitung
 Rohwasser und
 Umweltparasitologie

Die Beurteilung bezieht sich ausschließlich auf die Beschaffenheit der untersuchten Probe. Aus rechtlichen Gründen gilt nur der schriftliche und unterschriebene Befund

Freitag, 4. Februar 2011

Seite 3 von 3