

Abschlußbericht

zum Forschungsprojekt

„Entwicklung eines Moduls zur Fest-Flüssig-Trennung von
Problemabwasser auf Basis von Edelstahlmembranen“

Förderkennzeichen: Az. 01088

Durchgeführt von:

Firma
Altenburger Electronic GmbH
Schloßweg 5

77960 Seelbach

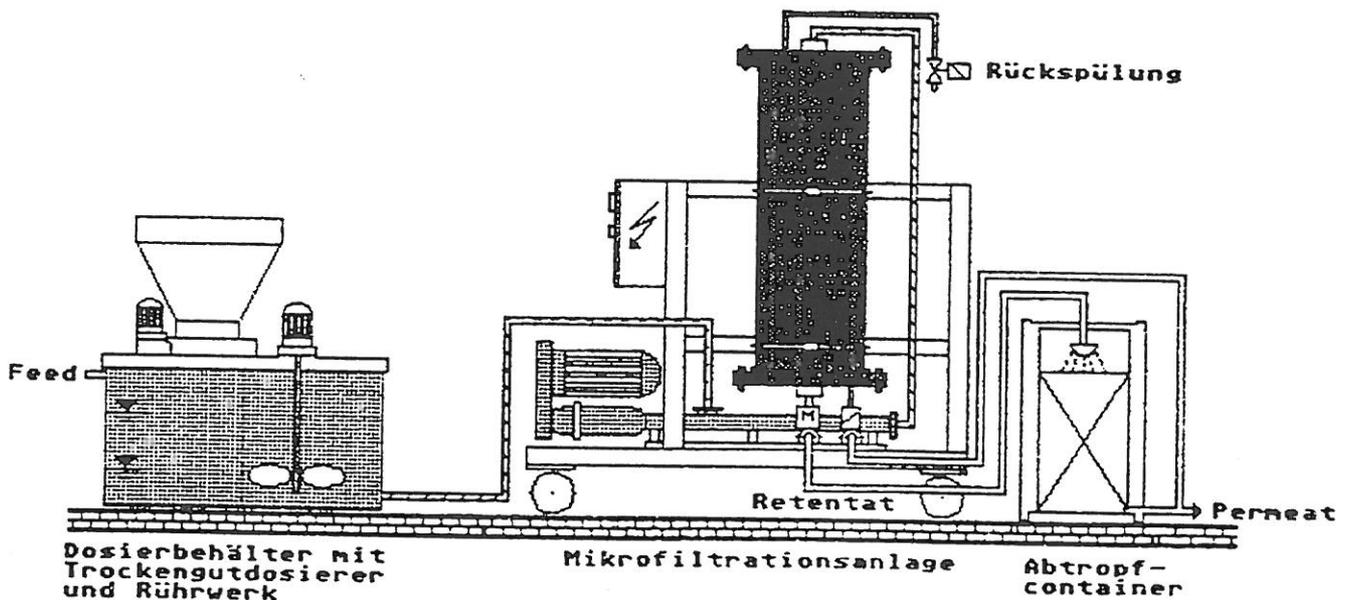
Projektleiter: Herr Hans-G. Siegfried

1. Ausgangssituation / Zielstellung

Prozeßabwasser aus Pkw-, Lkw-, Waggon- und Container-Waschanlagen bereiten aufgrund der enthaltenen Verunreinigungen bzw. Schadstoffe Entsorgungsprobleme. Zwar dürfen die Abwasser in die örtliche Kanalisation eingeleitet werden, es erfolgt jedoch eine ständige Kontrolle und Verschärfung der Grenzwerte, so daß Betreiber von bestehenden Anlagen Lösungen zur geeigneten Aufbereitung des Abwassers suchen.

Die Ausgangssituation vor Beginn des Projektes bei der Prozeßführung von Waschanlagen ist im nachfolgenden Bild dargestellt.

Abbildung 1 Stand der Technik der Prozeßführung von Waschanlagen vor Projektbeginn



Das Abwasser der Waschanlagen ist nach dem Waschvorgang je nach Anwendungsfall mit Bestandteilen wie Wachs, Tensiden, Proteinen, Schwermetallen, Sand, Farbe, Gummi und Bremsabrieb belastet.

Bei diesen Waschanlagen fallen je nach Größe der Anlage zwischen 0,5 und 8,0 m³/h Abwasser an, die in die örtliche Kläranlage eingeleitet werden. Die Verordnung für Indirekteinleiter ist von Betreibern entsprechender Anlagen einzuhalten. Das einmal im Prozeß geführte Wasser ist auch nach Zugabe von Frischwasser nicht erneut einsetzbar, da sich Rückstände vom getrockneten Schmutzwasser an der Oberfläche von Karossen feststellen lassen, die von diesem Überstand stammen. Waschanlagen verbrauchen somit enorme Mengen Frischwasser.

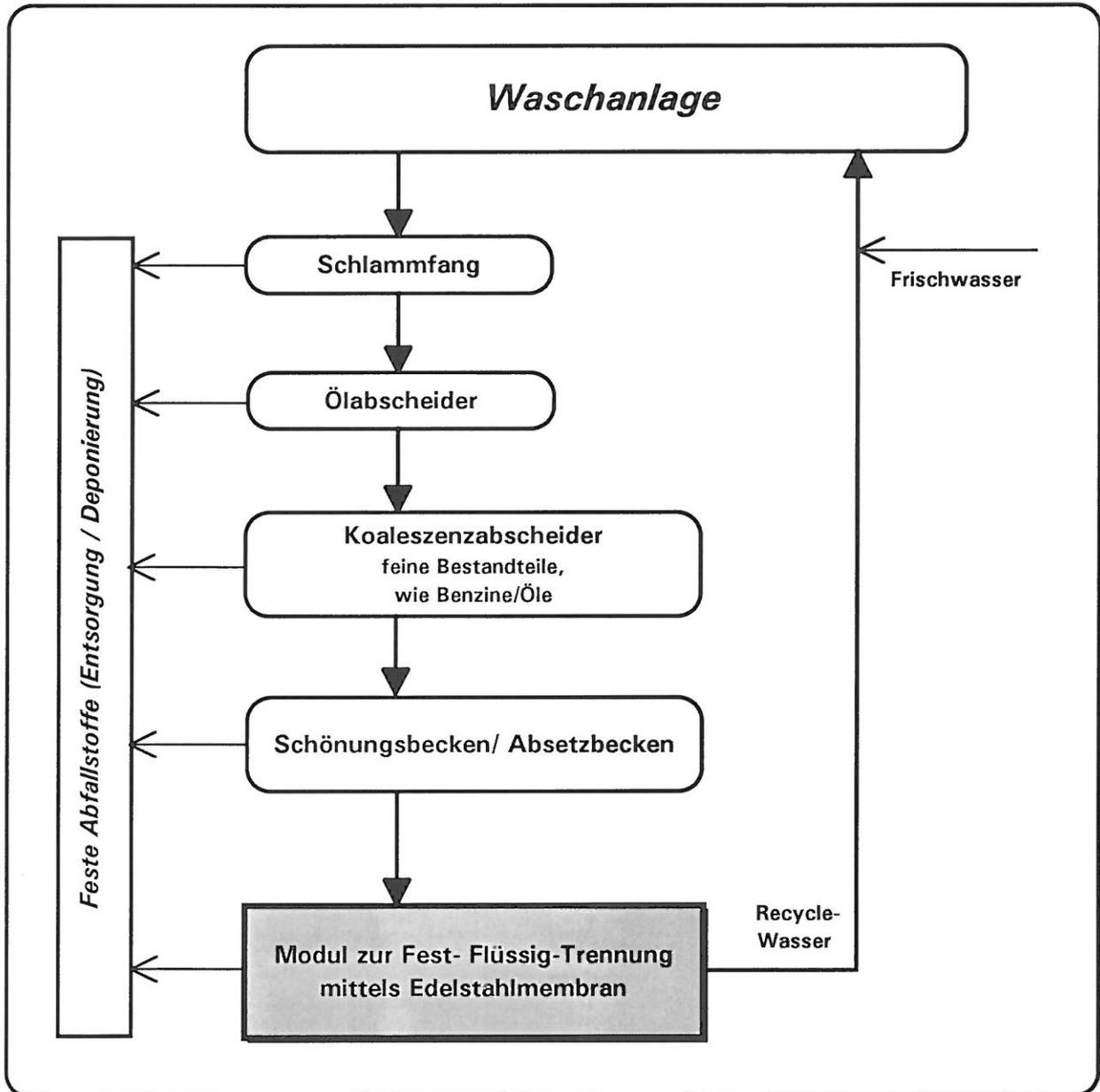
Als Lösungsansätze zur Wasseraufbereitung (Fest-Flüssig-Trennung) war der Einsatz von Mikro- oder Ultrafiltrationsanlagen mit Membranen aus Polymeren, Glas, Keramik oder gesinterten Metallen bekannt, die jedoch bei der Fest-Flüssig-Trennung zur alsbaldigen Verstopfung der Poren neigen. Rückspülungen führen nur zu einer graduellen Freispülung.

Das Ziel bestand in der Entwicklung eines speziellen Moduls auf Basis von Edelstahlmembranen zur Reinigung von Abwasser aus Waschanlagen sowie der Erprobung und Optimierung einer Pilotanlage in beispielhaften Anwendungen. Hierbei sollte eine qualitativ hochwertige Fest-Flüssig-Trennung mit einem Trübungswert von unter 1 TE/F (entspricht dem Vergleichswert von Trinkwasser) erreicht werden, um das gereinigte Abwasser erneut dem Prozeß zuzuführen und so neben Abwasser auch den Einsatz von Frischwasser zu reduzieren.

Das Entwicklungsvorhaben umfaßte neben dem Aufbau einer geeigneten Filtrationsstufe mit Edelstahlmembranen auch die Auswahl von Trennungshilfsmitteln, die auf die Membranen abgestimmt sind, sowie die Durchführung von Filtrationstest zur Beurteilung der Recyclingqualitäten und Verfahrens-/Membranoptimierung im Interesse optimaler Filtrationsergebnisse.

Die geplante Prozeßführung bei Einsatz der zu entwickelnden Fest-Flüssig-Trennung zur Wasseraufbereitung ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 2: Vor Projektbeginn geplante Prozeßführung zur Abwasseraufbereitung



2. Durchgeführte Projektarbeiten

2.1. Vorgehensweise / aufgetretene Probleme

Der Projektablauf ist entsprechend dem Arbeitsplan in den nachfolgenden Gliederungspunkten ausführlich beschrieben.

Zusammenfassend konnte auf Basis speziell entwickelter Edelstahlmembranen ein Prototyp eines Filtrationsmoduls aufgebaut werden, das zunächst in Funktionstests seine Wirkungsweise nachwies. Anschließend erfolgte die Erprobung an zwei Kraftfahrzeug-Waschanlagen.

Hierbei zeigte sich, daß eine Aufarbeitung der Abwasser in der beabsichtigten Qualität möglich ist, so daß eine Reduzierung des Abwassers sowie durch Kreislaufführung des aufbereiteten Wassers eine erhebliche Einsparung von Frischwasser erreicht wird.

Einer breiten Umsetzung dieser Technik im Bereich Kfz-Waschanlagen stehen jedoch Probleme entgegen:

Da die Abwasser aus Kfz-Waschanlagen im Vergleich zu denen aus anderen gewerblichen oder häuslichen Bereichen relativ gering belastet sind, benötigen Betreiber von Kläranlagen diese um den ständig sinkenden Frischwasseranteil in den Kläranlagen auszugleichen. Viele Kläranlagen haben bereits Probleme mit der Prozeßführung aufgrund zu geringer Frischwasseranteile. Dies führt dazu, daß Abwasser aus Kfz-Anlagen problemlos auch in großen - nach gegenwärtigem Stand der Technik nicht notwendigen - Mengen eingeleitet werden kann und Auflagen, die in diesem Bereich vor Projektbeginn erwartet wurden, nicht erteilt wurden. Da die Wasser- und Abwasserkosten im Vergleich zu den Investitions- und Anlagenkosten gering sind, ist derzeit der Einsatz des entwickelten Filtrationsmoduls in Standard-Kfz-Waschanlagen wirtschaftlich uninteressant.

Aus diesem Grund wurden für eine Vermarktung interessantere Anwendungsfelder im Bereich von Container- und Behälterwaschanlagen identifiziert. Ein entsprechen-

der Anwendungsfall wurde bei der Aufbereitung des Abwassers aus der Reinigung von Farbbehältern (wasserlösliche Farbstoffe) in Farbfabriken gefunden. Da bisher eine spezielle Entsorgung (Sonderabfall aufgrund enthaltener Farbpigmente) mit erheblichen Kosten durchzuführen ist, sind Anlagenbetreiber an einer Aufbereitungstechnik interessiert. Der Nachweis des Einsatzes der entwickelten Anlagentechnik zur Fest-Flüssig-Trennung konnte während einer Verlängerung des Projektes erbracht werden. Zusätzliche Anwendungsfelder wurden in der Container- und Lkw-Wäsche von Sondertransporten (z.B. Öl, Kohlenwasserstoffe, Fette, Chemikalien und Farben) ermittelt.

Weitere Ausführungen zu vorgesehenen Einsatzbereichen und möglichen Übertragungen des Ergebnisses auf weitere Anwendungen sind in Pkt. 4 dieses Berichtes enthalten.

2.2. Darstellung der Arbeiten und erzielten Ergebnisse

2.2.1. AP1: Aufbau einer Filterstufe mit Edelmetallmembranen

Zunächst war die Filterstufe auf Basis von Mikrofiltrationsmembranen aus Edelmetall zu entwickeln und aufzubauen. Das Filtrationsmodul zur Aufbereitung von Abwasser aus Waschanlagen basiert auf speziellen Edelmetallmembranen, die bei kleinsten Dimensionen höchste Leistungen zur Erfüllung der geforderten Reinigungsqualität ermöglichen.

Hierzu waren die Edelmetallmembranen oberflächenseitig zu modifizieren, so daß zum einen die Adhäsionskräfte weitgehend reduziert werden können und zum anderen der Abtransport des Permeats aus der Stabilisatorschicht durch die Bildung feinsten Kanäle erleichtert wird. Gegenüber glatten Membranen konnte mit oberflächenseitig modifizierten Membranen eine Verdreifachung der Leistung nachgewiesen werden. Zur Oberflächenmodifizierung der Membranen waren verschiedene Lösungsansätze wie beispielsweise Glas- und Sandstrahlen sowie mechanische Oberflächenmodifizierungen zu untersuchen. Die besten Eigenschaften wurden mit speziellen Oberflächenprägungen erreicht.

Ein weiterer Vorteil dieser Oberflächenmodifizierung besteht darin, daß kein hochglanzpoliertes Ausgangsmaterial verwendet werden muß, sondern eine Standardqualität eingesetzt werden kann, wie sie von Edelstahlwerken als Norm geliefert wird. Hierdurch waren Kostenreduzierungen, Verkürzungen der Lieferzeiten und kleinere Einzelchargen möglich. Gleichzeitig konnte der Werkzeugverschleiß durch den ausgewählten Stahl vermindert werden.

In Versuchen wurde nachgewiesen, daß sich die Standfestigkeit der Membran durch diese Maßnahmen nicht verringert. Bei den durchgeführten Filtrationsversuchen traten keine Membranausfälle auf. Bis zur Auswahl der geeigneten Membranen wurden ca. 200 unterschiedlich modifizierte Membranen eingesetzt.

Neben der Membran war das gesamte Filtrationsmodul sowie die Filteranlage zu entwickeln. Die Anlage besteht nunmehr aus folgenden Komponenten:

- 1 Mikrofiltrationsmodul mit Edelstahlmembran
- 1 Filtrationspumpe
- 1 Permeat-Vorratsbehälter
- 1 Stabilisator-Vorlage
- 1 Filterstation
- 1 Retentat-Abstreifstation für die Edelstahlmembran
- 1 Absaugstation zur Feinreinigung der Edelstahlmembran
- 1 Druckbehälter
- 1 pneumatische Lineareinheit zur vertikalen Membranbewegung
- 1 elektronische Dreheinheit zum Umsetzen der Membran in die verschiedenen Stationen
- 1 Stabilisatorbehälter mit Drehstrom-Rührwerk
- 1 Druck-Meßstation für:
 - ♦ Druckspülung
 - ♦ Hubzylinder
 - ♦ Abstreif-Zylinder
- 1 Prozeßsteuerung für die Funktionen:
 - ♦ Membranbelegung mit Stabilisator
 - ♦ Filtrationsdauer
 - ♦ Trocknungszeit
 - ♦ Betriebsablauf AUTOMATIK

♦ Betriebsablauf MANUELL

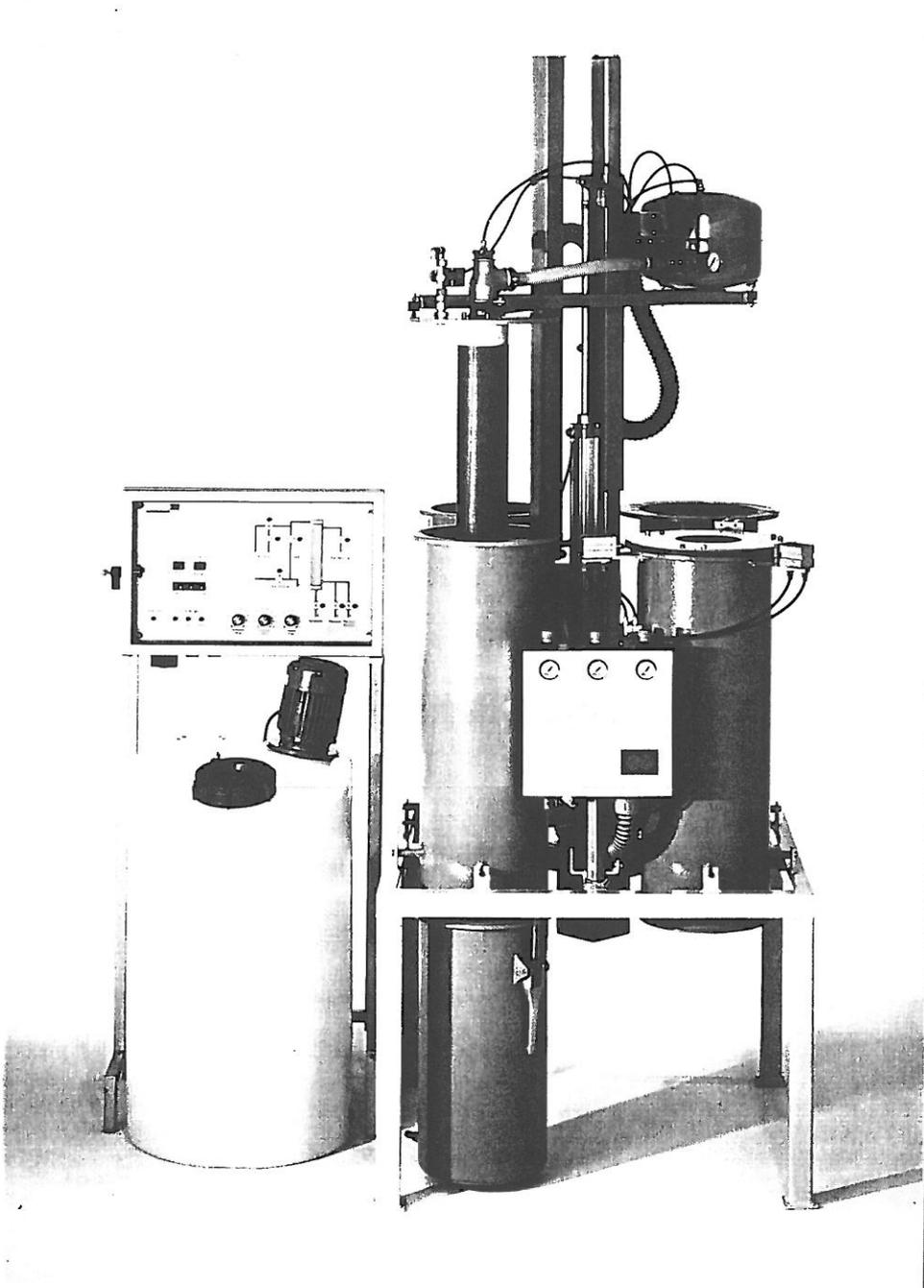
- Membranbelegung
- Filtration
- Vorreinigung
- Vakuumrückspülung

♦ Überwachungs- und Alarmfunktionen:

- Druckluft
- Stabilisatorniveau
- Feedniveau
- allgemeine Störung (Zylinder, Endschalter, Vakuum)

Abbildung 3: Foto des entwickelten Prototyps zur Fest-Flüssig-Trennung

- ♦ Display
 - Membranbelegung
 - Filtration
 - Vorreinigung
 - Vakuumrückspülung
 - aktuelle Ventilfunktionen
- ♦ Gesamtanlage EIN/AUS



Als Ergebnis der Arbeiten unter diesem Abschnitt, stand ein Funktionsmuster des Filtrationsmoduls für die Versuchsarbeiten zur Verfügung, das in ersten Tests in unserem Labor seine Funktionstüchtigkeit nachwies.

2.2.2. AP2: Auswahl von Trennungshilfsmitteln

Ziel der Arbeiten unter diesem Abschnitt war die Auswahl von Trennungshilfsmitteln, die auf die Membran und das Filtrat abzustimmen waren.

Hierzu wurden zahlreiche Mischungen, die bezüglich Korngröße und Zusammensetzung variiert wurden (ca. 50 Mischungen), getestet. Die durchgeführten Versuche zeigten, daß als Stabilisatormaterial eine Mischung aus extrem feiner Kieselgur und feinen sowie mittelfeinen Zellulosefasern besonders günstig ist. Diese Mischung wurde im Verlauf zahlreicher Tests optimiert.

Die Aufgabe der Zellulosebestandteile ist es, feinste Feststoffpartikel, einschließlich der eingesetzten Kieselgur, zurückzuhalten, während die Kieselgur zum Auffangen schleimiger Substanzen, Öle, Fette und Proteine dient.

In den anschließend durchgeführten Testreihen konnte die geforderte Transparenz des Materials nachgewiesen werden. Güte und Menge des Permeats entsprachen den Anforderungen. Neben dem Stabilisatormaterial handelte es sich um umweltseitig unbedenkliche Stoffe, die in der Natur vorkommen und kostengünstig sowie in nahezu unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen. Das Material wird zum Teil aus anderweitig kaum verwertbaren Stoffen, wie zum Beispiel Abfallholz, gewonnen.

Es wurden folgende Filterhilfsmittel eingehend untersucht:

- ♦ Kieselguren im Größenbereich von 5 - 20 µm bis zu 300 - 500 µm
- ♦ Kieselgele in engen Toleranzbereichen
- ♦ Ligninfreie und ligninhaltige Cellulosen sowie aktivierte Cellulosen
- ♦ Zeolithe der verschiedensten Art

2.2.3. AP3: Filtrationstests

Diese Filtrationstests zur Überprüfung und Auswahl der Membranen (Oberflächenmodifizierung) sowie Bewertung verschiedener Trennungshilfsmittel erfolgten auf dem unter AP1 aufgebauten Prototypen im Labor sowie an Autowaschanlagen in Bexbach und Lahr. Diese Anlagen wiesen unterschiedliche Waschwasserbedingungen auf und waren außerdem unterschiedlich dimensioniert. Während die Waschanlage in Lahr 1 m³ pro Stunde Abwasser erzeugte, traten im Bexbach 1,5 m³ pro Stunde auf.

Bei den durchgeführten Filtrationstests zeigte sich, daß die Anforderungen von Betrieb zu Betrieb stark differieren. So wurde teilweise ein Recycling und der Einschluß von Wachsen und Tensiden gefordert, während in anderen Fällen Wachse und Tenside weitgehend eliminiert werden mußten. Dies hatte Einfluß auf die Anlagen- und Verfahrensauslegung.

Während der Tests ergab sich das Ziel, das Wasser statt nach der 3. Stufe des an Waschanlagen üblichen 3-Kammersystems bereits in der 1. Stufe (Schlammfang) zu filtern, um den Aufwand für die Zwischenstufen einzusparen. Labormäßig wurden hierzu bereits erste Tests durchgeführt, die aber noch nicht auf den Praxiseinsatz übertragen werden konnten.

Zusätzliche Filtrationstests ergaben sich beim Einsatz des Prototypen zur Aufbereitung von Waschwasser aus der Containerreinigung (Farbbehälter). Hier bestand die Anforderung, daß sämtliche im Abwasser enthaltenen Farbpigmente (Anteil ca. 3-Gew.-%) aus einer Abwassermenge von ca. 3 m³ pro Stunde herausgefiltert werden mußten.

Die durchgeführten Filtrationstests verliefen durchweg erfolgreich und dienten der Optimierung des entwickelten Prototypen. Beispielsweise konnte als Ergebnis der Fest-Flüssig-Trennung des Abwassers der Farb-Containerreinigung gezeigt werden, daß eine Trennung in festen, als Sonderabfall zu entsorgenden Anteil sowie in wiederverwendbares bzw. ableitbares Prozeßwasser/Waschwasser möglich ist und nicht wie bisher sämtliche Abwasser als Sonderabfall zu behandeln sind.

2.2.4. AP4: Analysen

Die Analysen wurden ausschließlich unternehmensintern mit vorhandener Analysetechnik durchgeführt. Hierbei wurden vor allem Trübungswerte bestimmt und Feststoffanteile ermittelt.

Bei der Auswahl des Stabilisatormaterials zeigte sich, daß dieses sowohl gegenüber Tensiden als auch gegenüber Wachsen teilweise adsorbtiv ist, d.h. die im Feed enthaltenen Wachs- und Tensidbestandteile werden nicht vollständig recycelt. Analysen ergaben, daß bis zu 30 % der vorgenannten Bestandteile zurückgehalten werden. Dies wird im allgemeinen nicht beanstandet bzw. ist sogar erwünscht. Hinsichtlich der wichtigen Parameter (Trübungswert und Eliminierung von Schadstoffen) wurden die Forderungen an recycelfähiges Waschwasser erfüllt.

Das „Nachschärfen“ mit Reinigungsmitteln und Wachsen stellt kein Problem dar. Durch eine Mikrofiltration oder Ultrafiltration können allerdings keine Salze eliminiert werden. Es muß daher insbesondere in Zeiten hoher Salzbelastung eine Umkehr-Osmose oder Entionisierungs-Anlage zusätzlich angeschlossen werden, die mit dem vorgereinigten Wasser aus der Mikrofiltration beschickt wird und daher folglich nur gering belastetes Wasser gereinigt werden muß, wodurch eine lange Standzeit erreicht wird.

Die Versuche/Analysen zeigten abschließend, daß einer „Abwasserfreien Wasch/Reinigungsanlage“ somit auch bei hoher Salzbelastung oder Belastungen durch andere Lösungsmittel nichts im Wege steht.

2.2.5. AP5: Optimierung der Filtrationsmodule

Eines der Ziele bestand darin, mit einer Membranstufe die Filtration zu erfüllen, um so den Aufwand an Rohren, Ventilen, Rückspülkapazität und Energieeintrag auf das äußerste Minimum zu reduzieren. Ferner war darauf zu achten, daß keine Aggregate eingesetzt werden, die durch abrasive Inhaltsstoffe des Abwassers beschädigt werden können. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn bei Pumpen mit Rotoren oder Statoren gearbeitet wird und die Rückspülung mit Druckluft erfolgt, die mit hoher Geschwindigkeit das Retentat ausbläst.

Nachdem zu Beginn des Projektes zwei Membranstufen aufgebaut werden mußten, gelang es nach Auswertung der durchgeführten Versuche und der folgenden Optimierungsarbeiten die geforderte Leistung mit nur einer Membran zu erfüllen, die ursprünglich vorgesehene Exzenter-Schneckenpumpen durch Schlauchpumpen zu ersetzen und die Rückspülung mit Wasser anstatt mit Druckluft durchzuführen. Hierdurch konnte der Verschleiß erheblich reduziert werden. Membranabriebe traten nicht auf, da nur im gepulsten Deadend-Verfahren gefiltert wird und daher abrasive Stoffe auf der Membran kaum bewegt werden.

Das Verfahren läßt zudem geringe Filtrationsdrücke zu (max. 2 bar), so daß auch an dieser Stelle der Energieeintrag minimiert werden konnte. Bei den bisher auch in Dauerbelastung durchgeführten Versuchsreihen konnte kein Verschleiß oder Beschädigungen an den Filtrationsmodulen beobachtet werden.

Die durchgeführten Optimierungsarbeiten dienten auch der Erzielung eines höheren Trockenanteils des Retentats, der von anfänglich 10 % auf schließlich 30 % im Retentat erhöht werden konnte. Dies gelang vor allem durch spezielle Trocknung mittels auf das Retentat geleiteten Luftstrom. Optimierungsarbeiten ergaben sich vor allem aus der Ermittlung der geeignetsten Luftstromführung.

Ein weiteres Beispiel für die durchgeführten Optimierungsarbeiten ist die Ermittlung des geeignetsten Verfahrens zur Retentatabstreifung von Membranen. Hier wurden verschiedene Lösungsansätze untersucht, wie beispielsweise der Einsatz aufblasbarer Gummiwulste, Weich- und Hart-PVC-Teile. Die Wirksamkeit dieser Lösungsansätze war insbesondere hinsichtlich folgender Anforderungen zu prüfen:

- Abstreifqualität
- Vermeiden eines Hereindrückens bzw. Zurückdrückens des Retentates in die/von der Membran
- Vermeidung einer Zerstörung bzw. Beschädigung der Membranen.

Die besten Abstreifresultate wurden schließlich mit Hart-PVC erreicht, das automatisch in einem Intervall von ca. 40 min Abstreifvorgänge durchführt. Diese Reinigungsintervalle waren ebenfalls in Versuchsreihen zu ermitteln.

Die optimale Lösung der „Abstreifer“ ist auch auf eine geeignete konstruktive Lösung (z.B. Abschrägungen des Abstreifers) ersichtlich.

Diese Arbeiten wurden im Rahmen einer Verlängerung der Projektlaufzeit durchgeführt, da sie sich erst während der Versuchsdurchführung als Aufgabenstellung ergaben.

2.2.6 AP6: Tests im Produktionsmaßstab

Tests im Produktionsmaßstab zur Untersuchung der Anlage unter Praxisbedingungen wurden begleitend zu den vorgenannten Entwicklungsschritten durchgeführt und erfolgten bezogen auf Autowaschanlagen in Bexbach/Saar sowie Lahr/Schwarzwald. Die Versuche zur Trennung der Abwasser aus der Reinigung von Farbbehältern erfolgte für die Firma CSM/Bretten.

Die durchgeführten Tests sowie anschließende Analysen waren die Grundlage für die Erreichung der Entwicklungsergebnisse und wurden in die Anlagenoptimierung einbezogen.

Ziel dieser Arbeiten war nicht die endgültige Aufbereitung von Farbstoffabwässern, da letztendlich auch gelöste Farbstoffe zu eliminieren waren. Ziel der Arbeiten war die Entfernung von Pigmenten und Schmutzbestandteilen. Erst danach war eine Endbehandlung, z.B. durch Umkehr-Osmose möglich. Die entfernten Pigmente und Schmutzstoffe hätten Osmose-Membranen irreversibel verstopft.

2.2.7. AP7: Prozeßsteuerung

Zur Steuerung des Chargen- und Online-Betriebes wurde eine spezielle Prozeßsteuerung entwickelt und aufgebaut. Hierbei wurde auf die Umsetzung eines auch von ungelerntem Personal zu bedienenden Steuerungskonzeptes geachtet. Dieses ermöglicht zum einen die Verfolgung des Ablaufes einzelner Filtrationsvorgänge sowie das Erkennen von Störungen und gestattet erforderliche Prozeßumstellungen auf einfachste Weise.

Serienmäßig erhältliche speicherprogrammierbare Steuerungen waren hierfür nicht geeignet, da ihre Umprogrammierung nicht von angeleitetem Personal an Reinigungsstraßen durchgeführt werden kann.

Die von uns entwickelte Prozeßsteuerung ermöglicht die Umstellung von Arbeitsschritten an der konzipierten Prozeßsteuerung ausschließlich über Taster und Potentiometer. Eine Umstellung auf manuellen Betrieb ist möglich. Desweiteren ist ein äußerer Schutz der Anlage, z.B. gegen Spritzwasser und Chemikalien gewährleistet.

Abgesehen von den speziell entwickelten Steuerplatinen wurden zum Aufbau der Steuerung ausschließlich handelsübliche Bauelemente eingesetzt. In den durchgeführten Tests bewies die Anlage ihre Funktionstüchtigkeit vollautomatisch im 24-Stunden-Betrieb.

3. Erreichtes Ergebnis

Als Ergebnis der Entwicklungsarbeiten konnte ein Filtrationsmodul zur Fest-/Flüssig-Trennung von Problemabwasser aus Waschanlagen entwickelt werden. Diese wies in Versuchsreihen sowohl zur Aufbereitung von Waschabwasser aus PKW-Waschanlagen als auch aus der Farbbehälter-Reinigung seine Funktionsfähigkeit nach.

Es konnte der Nachweis erbracht werden, daß das gereinigte Wasser keine abfiltrierbaren Stoffe (trübungsfrei) mehr beinhaltet.

Das Filtrationsmodul ist ca. 2 m³ groß und in Bild 3 (siehe Pkt. 2.2.1) dargestellt.

Der Preis für ein Filtrationsmodul beträgt ca. 46.000,00 DM.

Eine Betriebskostenrechnung ist in Punkt 5 enthalten.

Ziele der nun beginnenden Vermarktung (1. Vorstellung des Prototyps auf der ENT-SORGA-Messe im März 1996) sind in Punkt 4 beschrieben.

Der Einsatz ist für die Aufbereitung von Abwasser zwischen 1 m³ pro Stunde und 3 m³ pro Stunde technisch nachgewiesen worden. Durch Einsatz des Filtrationsmoduls kann über 90 % der Flüssigphase recycelt werden und wieder dem Prozeß zugeführt werden. Außerdem wird im Retentat der Feststoffanteil mit 30 % deutlich erhöht.

Funktionstests zeigten, daß der Einsatz in PKW-Waschanlagen zur Zeit durch fehlenden Zwang der Betreiber und Einhaltung gesetzlicher Vorschriften der Indirekteileiterverordnung und der sich hieraus ergebenden Wirtschaftlichkeitsrechnung nicht sinnvoll ist. Ein wirtschaftlich sinnvoller Einsatz ist dort gegeben, wo entsprechende Grenzwerte nicht eingehalten werden können und daher eine Aufbereitung der Abwasser sinnvoll ist (siehe auch Pkt. 4).

Dieses ist beispielsweise bei der Reinigung von Abwassern aus Farblaschanlagen der Fall. Bei einer Pilotanwendung konnte, wie bereits dargestellt, nachgewiesen werden, daß sämtliche problematische Farbpigmente aus dem Abwasser entfernt werden. In Deutschland existieren ca. 200 ähnliche Waschlätze v.a. in Farbfabriken, so daß sich hieraus die Vermarktungsstrategie der entwickelten Anlage ergibt.

4. Übertragbarkeit des Ergebnisses auf andere Anwendungen

Dem Einsatz bzw. der wirtschaftlichen Nutzung des Prototypen in der Aufbereitung von Abwässern aus Autowaschanlagen stehen folgende Probleme entgegen:

- Vorschriften oder Gesetze zum Recycling des Waschwassers wurden nicht erlassen
- Der weit überwiegende Teil der Kläranlagen ist ausreichend dimensioniert oder sogar überdimensioniert. Die Kommunen sind auf Einnahmen aus Wasser- und Abwassergebühren dringend angewiesen. Sie haben kein Interesse am Abwasserrecycling. Im Gegenteil, Großverbraucher an Wasser und somit Großlieferanten von Abwasser sind erwünscht.
- Der Wettbewerb der Entsorgungsbetriebe nimmt zu. Die Entsorgungskosten der anfallenden Schlämme stagnieren.
- Gleichzeitig nimmt der Wettbewerb der Autowaschbetriebe zu. Auch hier stagnieren die Preise bei insbesondere steigenden Fremdleistungs- und Personalkosten.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Wäsche von Großfahrzeugen und Containern. Hier ist der Verschmutzungsgrad in aller Regel deutlich höher als bei Personenkraftwagen und vor allem durch die Reststoffe aus dem Ladegut häufig zusätzlich belastet. Weiterhin ist der Wasserverbrauch deutlich höher und somit ein Anreiz zum Wasserrecycling größer. Schließlich kann es in Abhängigkeit vom Reinigungsobjekt behördliche Auflagen zur Abwasserreinigung geben.

Aus diesen Gründen wurde das Projekt in Richtung Großobjektwäsche (LKW, Container, Baustellenfahrzeuge, Feuerwehr- und Katastrophenschutz) hinsichtlich einer Verwertung ausgeweitet. Hierdurch war die Erhöhung der Kapazität der Einzelanlage entsprechend notwendig sowie die Ausdehnung der Vertriebsmaßnahmen in Richtung dieser Einsatzbereiche notwendig. Künftig wird somit die Verwertung im Schwerpunkt „Reinigung von Nutzfahrzeug- und Containerwäschen“ liegen. Das Ziel besteht darin, pro Jahr 70 - 80 Aufbereitungs/Filtrationsmodule von der entwickelten Anlage zu vermarkten.

Eine Übertragung ist für Abwasser aus Anlagen, die Öl, Benzin, Schmierstoffe und feste Bestandteile enthalten, gegeben. Dies ist beispielsweise auch in Containerwäsche für diverse Anwendungen möglich.

Zusätzlich können Fleischereiabwässer, die stark organisch belastet sind, aufbereitet werden.

5. Wirtschaftlichkeit und Umweltbilanz des entwickelten Filtrationsmoduls

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Altenburger Filtrationsanlage für verschmutztes KFZ-Waschwasser:

1. Anlagenkapazität

1.1. Verfügbarkeit der Anlage

| | |
|------------------------|-----|
| Produktionsmenge | 300 |
| Produktionsstunden/Tag | 6 |

1.2. Leistung der Anlage

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 300 Tage x 6 Stunden | 1.800 h/a |
| 2 m ³ /h x 1.800 h/a = | 3.600 m ³ /a |
| Ausbeute der Anlage | 99% |
| (bezogen auf den Flüssiganteil) | |

2. Energie- und Sachkosten

Für den Betrieb der Anlage wird ausschließlich Wechselstrom benötigt.

Annahmen:

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Preis je Kw/h | 0,25 DM |
| Energiebedarf der Anlage (Kw/h) | 0,8 |
| Produktionsstunden/Jahr | 1.800 |
| <u>Energiekosten/Jahr:</u> | <u>360,00 DM</u> |

Die Sachkosten umfassen das notwendige Stabilisatormaterial.

| | |
|---|---------------------------|
| Durchschnittspreis Stabilisator (DM/kg) | DM 2,80 |
| Benötigte Menge/h (Gramm) | 200 |
| Produktionsstunden/Jahr | 1.800 |
| <u>Stabilisatorkosten/Jahr</u> | <u>1.008,00 DM</u> |

3. Sonstige Betriebskosten

| | |
|--|---------------------------|
| Ersatzteile | 300,00 DM |
| Anlagenbetreuung (72 h/Jahr á 50,00) | 3.600,00 DM |
| <u>Sonstige Betriebskosten/Jahr</u> | <u>3.900,00 DM</u> |

4. Kalkulatorische Kosten/Jahr

| | |
|--|---------------------|
| Abschreibung (5 gleiche Jahresraten auf DM 60.000,00 Gesamtinvestition) | 12.000,00 DM |
| 7% kalkulatorische Kosten auf den jeweiligen Jahres-Restwert = Ø | 2.520,00 DM |
| Kalkulatorische Kosten/Jahr | 14.520,00 DM |

5. Kosten der Restentsorgung

Das zu entsorgende Retentat ist fahrfest. Der Wirkungsgrad der Anlage, bezogen auf die Flüssigkomponente, ist 99%.

Bei 3.600 m³/a Altwaschmittel verbleibt ein zu entsorgendes Volumen von 36 m³ + 360 kg Stabilisator.

Gesamte Entsorgungsmenge = ca. 37 m³/a

Bei Ablagerung auf Hausmülldeponien

entstehen Kosten in Höhe von 60,00 DM/m³

Kosten für die Restentsorgung/Jahr 2.220,00 DM

JÄHRLICHE GESAMTKOSTEN (DM)

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| ♦ Energie- und Sachkosten | ca. 2.000,00 DM |
| ♦ Sonstige Betriebskosten | 3.900,00 DM |
| ♦ Kalkulatorische Kosten | 14.520,00 DM |
| ♦ Kosten für Restentsorgung | <u>2.220,00 DM</u> |
| Gesamtkosten: | <u>22.640,00 DM</u> |

JÄHRLICHE EINSPARUNGEN

Recycling-Verluste durch Ausbeuteminderung,

Verdunstung und Verschleppung = ca 20%

von 3.600 m³/a = 720 m³/a.

In den Waschprozeß zurückgeführt werden

2.880 m³. Bei einem Preis von DM 5,50/m³

Frischwasser ergeben sich Einsparungen

von 2.880 x DM 5,50 15.840,00 DM

Daraus ergibt sich eine Unterdeckung = /a 6.800,00 DM

In der einfachen Wagenwäsche (PKW) amortisiert sich die Anlage kurzfristig nicht, solange das Abwasser im bisherigen Verfahren und zu den bisherigen Kosten eingeleitet werden kann.

Die Situation würde sich ändern, wenn das ab Oktober 1996 inkrafttretende Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz auch gegenüber PKW-Waschanlagen wirksam würde.

Wesentlich anders sind die Amortisationszeiten bei LKW-, Container- und Tankwagenwäschen mit hoch belasteten Abwässern aus Transportgütern. Der Vertrieb der Filteranlagen wird sich daher auf diese Bereiche konzentrieren.

6. Zusammenarbeit mit Projektpartnern

Im Projekt wurde sehr eng mit Anwendern zusammengearbeitet, um die entwickelten Prototypen zu erproben und zu optimieren. Die Zusammenarbeit erfolgte hier mit den Firmen Cleanpark in Bexbach/Saar sowie Cityclean Lahr/Schwarzwald und der Firma CSM, Bretten.

7. Veröffentlichung und Schutzrechtanmeldungen

Schutzrechte wurden nicht angemeldet. Veröffentlichungen in Fachzeitschriften werden vorbereitet. Der Prototyp wurde erstmals auf der Entsorga 96 präsentiert.

8. *Verfahrensfließbilderzeichnungen, Fotos*

- siehe Bericht