



Dipl.-Ing. Werner Rupprich
MICRODYN-NADIR GmbH

Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen mit Wickelmodulen

Bei der Ultrafiltration von Abwässern werden nach wie vor überwiegend Keramikmembranen oder Rohrmodule auf Polymerbasis eingesetzt, obwohl die Wickelmodultechnologie eine kostengünstigere Alternative darstellt. In diesem Vortrag wird auf diese Technologie, ihre Vorteile sowie die Voraussetzungen für ihren erfolgreichen Einsatz eingegangen. Am Beispiel der Öl-/Wasser-Emulsionstrennung werden die Einsatzmöglichkeiten der Ultrafiltration, sowie der Einfluss der Membranpolymere auf die Leistungs- und Reinigungsfähigkeit der Module diskutiert. Verschiedene Beispiele aus der Praxis belegen die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit der Ultrafiltration bei Einsatz von Wickelmodulen zur Aufarbeitung ölhaltiger Abwässer. Ein Ausblick auf weitere Anwendungen wird den Vortrag abschließen.

1. Einleitung / Problemstellung

Die zunehmende Verschärfung der Abwassergesetzgebung und die damit verbundenen steigenden Entsorgungskosten für flüssige Abfälle erfordern Trenntechniken, die eine effiziente und kostengünstige Aufarbeitung von Abwässern ermöglichen. Membranverfahren und unter ihnen insbesondere auch die Ultrafiltration haben sich auf diesem Gebiet als Schlüsseltechnologie etabliert, da

- aufgrund der rein physikalischen Trennung keine Chemikalien benötigt werden und
- die Möglichkeit zur Konzeption von Anlagen besteht, die auch bei geringen Abwassermengen wirtschaftlich arbeiten und somit
- die Aufarbeitung der Abwässer dezentral am Ort ihrer Entstehung eingesetzt werden können, wodurch die Möglichkeit eines produktionsintegrierten Einsatzes gegeben ist.

Neben der Aufbereitung von Abwässern wird die Ultrafiltration in den unterschiedlichsten Bereichen erfolgreich auch zur Aufkonzentrierung, Rückgewinnung und Isolation von Wertstoffkomponenten eingesetzt. Typische Anwendungsgebiete sind unter anderem:

- Recycling von Wasserlack und Elektrotauchlack



- Rückgewinnung von Schlichte
- Entsalzung von Prozess- und Produktströmen
- Aufarbeitung von Molke
- Wein- und Saftfiltration
- Wirkstoffisolation in der Biotechnologie
- Abtrennung von Mikroorganismen aus biologisch behandeltem Abwasser
- Oberflächenwasserfiltration und Keimfiltration von Reinstwasser.

Zur Realisierung einer Ultrafiltrationsanlage stehen dem Anlagenbauer und Betreiber inzwischen eine Fülle unterschiedlicher Membran- und Modultypen zur Verfügung. Bei der Aufarbeitung von Elektrotauchlacken, in der pharmazeutischen Produktion, der Biotechnologie sowie der Lebensmittelindustrie gehören UF-Wickelmodule zum Stand der Technik. Bei der Ultrafiltration von Abwässern hingegen werden nach wie vor überwiegend Keramikmembranen oder Rohr- und Plattenmodule auf Polymerbasis eingesetzt, obwohl die Wickelmodultechnologie eine kostengünstige Alternative darstellt. Dies wird im Folgenden am Beispiel der Aufarbeitung von Öl-/Wasser-Emulsionen und ölhaltiger Abwässer aufgezeigt.

2. Stand der Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen

Aus vielen Bereichen der Industrie fallen jährlich Millionen m³ ölhaltiger Abwässer an, die gemäß Wasserhaushaltsgesetz vor der Einleitung nach dem Stand der Technik aufbereitet oder entsorgt werden müssen. Allein die jährlich in der metallverarbeitenden Industrie als Schleif-, Bohr- und Schneidölemulsionen eingesetzten Kühlschmierstoffe von 30.000 t/a verursachen Abwassermengen in Höhe von 700.000 t/a. Neben diesen, mit 3-10 Gew.-% Ölanteil relativ hochkonzentrierten Öl/Wasser-Emulsionen entsteht zusätzlich noch ein Vielfaches an ölhaltigen Abwässern mit Ölgehalten <1% aus nachgeschalteten Entfettungsbädern, Auto- und Tankwaschanlagen, Werkstätten etc.

Da die Entsorgung solcher Abwässer besonders dann, wenn der Ölgehalt sehr gering ist, einen wesentlichen Kostenfaktor für die Unternehmen darstellt, werden verschiedene Aufbereitungsverfahren eingesetzt,

- die entweder die zu entsorgende Menge reduzieren oder
- die, sofern es sich bei den Öl/Wasser-Emulsionen um ölverunreinigte Prozesslösungen handelt, durch Abtrennung der Öle die Nutzungsdauer der Spülwässer verlängern.



Während instabile Öl/Wasser-Emulsionen leicht gebrochen und ebenso wie frei flotierende Öle in einem Ölabscheider abgescummt werden können, erfordern stabile Öl/Wasser-Emulsionen aufwendigere Aufbereitungsverfahren. Diese lassen sich grob unterteilen in:

- chemische Verfahren anorganische Spaltnittel (Salze, Säuren)
 organische Spaltnittel (tertiäre und quaternäre Amine)
- physikalische Verfahren
 thermische Verfahren
 Membranverfahren
 Flotation
 Elektrokoagulation

Die frühere Praxis der Emulsionsspaltung durch Zusammenführung von sauren Beizbädern mit den meist alkalischen, ölbeladenen Waschlösungen oder die chemische Behandlung von Öl/Wasser-Emulsionen durch Zugabe von anorganischen Spaltnitteln entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

Eine abwasser- und abfallfreie Entsorgung ist nur mit physikalischen bzw. chemisch-physikalischen Verfahrenskombinationen möglich (Abb.1 und 2 /2, 3/).

Die Ultrafiltration wird bei nahezu allen existierenden Verfahrenskombinationen zur direkten Aufkonzentrierung der Öl-Wasser-Emulsion oder zur Aufarbeitung der Spaltwasserphase eingesetzt. Hierdurch ist eine zuverlässige Einhaltung der in den Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschriften (z.B. Anhang 40 und 49) festgelegten Abwasser-Grenzwerte von < 10 bzw. 20 mg Kwst/ℓ bzw. eine Rückführung der ölfreien Spüllösungen in den Prozess realisierbar.

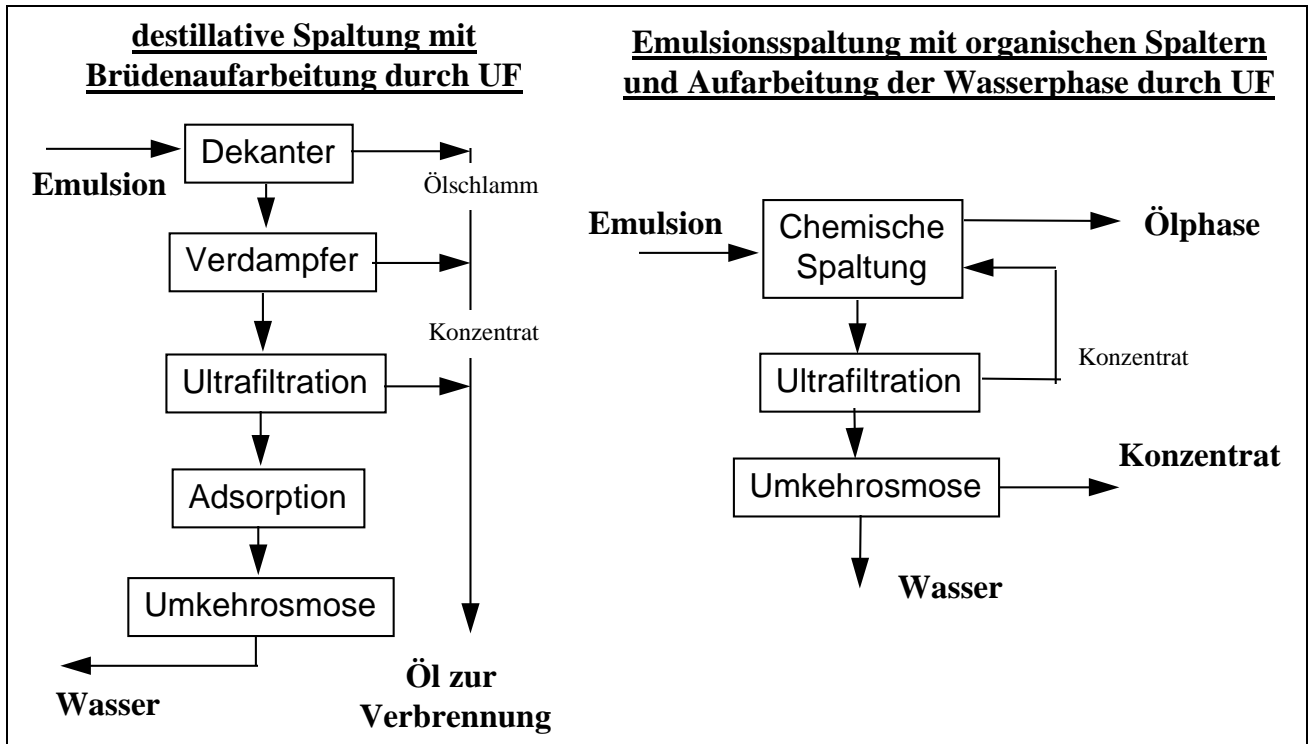


Abb. 1: thermische und chemische Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen /2, 3/

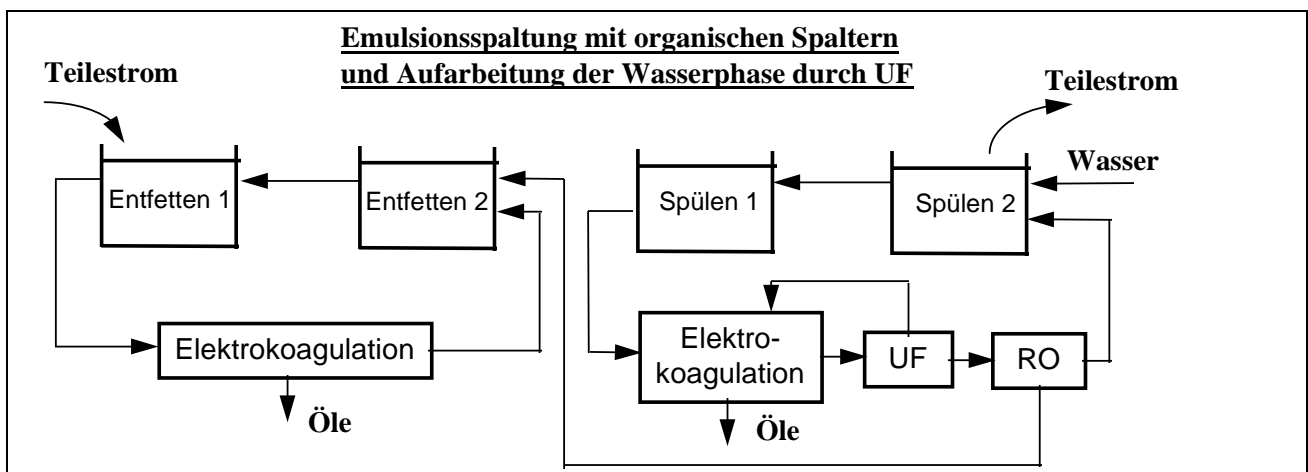


Abb. 2: physikalische Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen /2/



In den Fällen, in denen gering ölbelastete Prozesslösungen oder Abwässer anfallen (Standzeitverlängerung von Entfettungsbädern, Aufarbeitung von Kompressorenkondensat, Abwässer in Auto-Waschanlagen), kann die Ultrafiltration als alleiniger Verfahrensschritt zur Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen genutzt werden.

Die Öl/Wasser-Emulsion wird dann aus einem Vorlagetank direkt in eine Ultrafiltrationsanlage geführt. Durch die Druckdifferenz zwischen Feed- und Permeatseite passiert das ölfreie Permeat die Membran, während die emulgierten Öle auf der Feedseite zurückgehalten werden. Grundsätzlich ist keine Spaltung der Öl/Wasser-Emulsionen mit Hilfe der Ultrafiltration möglich. Die Ultrafiltration dient dazu, die Öl/Wasser-Emulsion zu entwässern. Hierdurch verringert sich das Volumen der Feedlösung bei gleichzeitigem Konzentrationsanstieg des emulgierten Öls. Nur bei instabilen Emulsionen, wie z.B. bei Kompressorenkondensaten, tritt durch die Konzentrationserhöhung eine freie Ölphase auf, die dann mit Hilfe eines Skimmers aus dem Vorlagetank entfernt werden kann.

Die zur Zeit im Bereich der Öl/wasser-Emulsionstrennung am häufigsten eingesetzten Membranmodultypen sind

- Module mit Keramikmembranen
- 1/2"-Mehrröhrmodule mit Polymermembranen
- 1"-Röhrmodule mit Polymermembranen
- Hohlfasermodule mit Polymermembranen

Den Vorteilen der Keramikmodule, wie höhere thermische und chemische Beständigkeit sowie längere Lebensdauer, (diese können zwischenzeitlich auch von Polymermembranen realisiert werden), stehen dabei im Vergleich zu Polymermembranen hohe Investitionskosten gegenüber. Darüber hinaus sind Keramikmembranen mit niedriger Trenngrenze nur bedingt verfügbar.

Im Vergleich zu den etablierten Membranmodultypen zeichnen sich Wickelmodule durch deutlich geringere Investitionskosten und eine höhere Packungsdichte aus. Ein weiterer Vorteil ist, dass Wickelmodule aufgrund der niedrigen erforderlichen Überströmung mit deutlich geringerem Energieaufwand zu betreiben sind.

Kriterium	Einheit	Keramikmembran	Polymermembran	
		<i>Rohre, Monolith, Mehrkanal</i>	<i>Rohrmodule Ø 12-25 mm</i>	<i>Wickelmodule 4", 8"</i>
Strömungs- geschwindigkeit	[m/s]	3 - 5	3 - 5	1 - 2
Überströmung	[m ³ /m ² h]	7 - 25	15 - 90	1-2
typ. Permeatfluss bei 5 Gew.-% KSS Δp= 3 bar	[l/m ² h]	150	75	75
spez. Modulkosten (inkl. Druckrohr)	[DM/m ²]	2000 - 4500	2000 - 6000	350 -650
Packungsdichte	[m ² /m ³]	50 - 800	25 - 80	300 -1000

Tab.1: Typische Daten von UF-Modulen für die Trennung von Öl/Wasser-Emulsionen

3. Wickelmodultechnologie in der UF

An ein Membranmodul werden im Allgemeinen folgende Anforderungen gestellt:

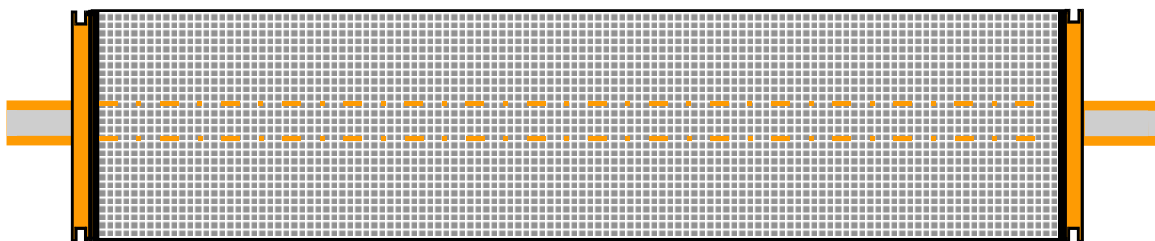
- hohe Permeatleistung
- hohe Selektivität
- geringe Foulingneigung
- chemische und biologische Resistenz
- ausreichende Temperaturstabilität
- hohe Standzeit
- gutes Reinigungsvermögen
- geringe Kosten
- optimale Hydrodynamik
- hohe Packungsdichte

Diese Faktoren, welche letztlich über die Eignung eines Membranmoduls im konkreten Einsatzfall entscheiden, werden durch die verwendeten Materialien und das Design von Membran und Modulsystem bestimmt.

Im Bereich der Ultrafiltration bieten heute verschiedene Hersteller Module für Spezialanwendungen an, deren Eigenschaften durch Zusammenstellung spezieller Materialien und

konstruktiver Details für einen Anwendungsbereich abgestimmt werden. Abb. 3 zeigt die Möglichkeiten der Spira-Cel[®]-Module im Industriedesign¹.

SPIRA-CEL[®]- Module



Industriedesign

- verschiedene, permanent hydrophile Polymermembranen (NADIR[®] Cellulose, Polyethersulfon, Polysulfon)
- Design 2,4" x 40" / 4" x 40" / 8" x 40"
- verschiedene Spacer (31/ 44 / 80 mil sowie Parallel und Diamand)
- modifizierte Verklebungen für hohe Temperaturen, pH= 1-14 und Lösungsmittel
- verschiedene ATD-Ausführungen, mit/ohne Dichtung

Abb. 3: Spira-Cel[®] - Module für die Aufarbeitung von industriellen Prozesslösungen

Zur Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen werden SPIRA-CEL[®]-Wickelmodule im Industriedesign eingesetzt. Je nach Größe der Anwendung finden dabei die Modulgrößen 2,4"X40" (1,6m²), 4"X40" (5,5m²) und 8"X40" (22m²) Verwendung.

Wegen der mit der Aufkonzentrierung verbundenen Viskositätserhöhung der Emulsion und des Festigkeitsverlustes der Spacermaterialien bei höherer Temperatur kommen ausschließlich 44 mil-Spacer (entspricht einer Feedkanalhöhe von d=1,02mm) zum Einsatz. Für diesen Spacertyp ist eine Vorfiltration von 50-75µm ausreichend und die erforderliche Überströmung liegt je nach Modulgröße zwischen 2 und 25m³/h.

¹ Neben dem Industriedesign wird auch ein Sanitärdesign angeboten, welches vor allem im Bereich der Lebensmitteltechnik, der Biotechnologie und der pharmazeutischen Produktion eingesetzt wird.



Für den erfolgreichen Einsatz der Wickelmodultechnologie im Bereich der Öl/Wasser-Emulsionen ist neben der Gewährleistung einer ausreichenden Vorfiltration die Auswahl des richtigen Membranpolymers mit der geeigneten Trenngrenze entscheidend. Tab.2 zeigt die verfügbaren NADIR[®]-Ultrafiltrationsmembranen mit ihren Eigenschaften.

Für die Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen haben sich die hydrophilen Regenerat-cellulose- sowie die Polyether- und Polysulfonmembranen mit einer Trenngrenze von 30-100 kDa bewährt. Bei den letzteren beiden Typen wird die permanente Hydrophilie durch die Einvernetzung eines sehr hydrophilen Copolymers erreicht.

NADIR[®]-Polyether- und Polysulfonmembranen werden wegen ihrer hohen pH-Stabilität (0 bis 14) und ihrer hohen Temperaturfestigkeit (9 bis 95°C) dann bei Öl/Wasser-Emulsionen eingesetzt, wenn die Filtration unter Bedingungen durchgeführt werden soll, die diese hohe Stabilität erfordern. Zu diesen Anwendungen gehört unter anderen die Standzeitverlängerung von Entfettungsbädern.

Bezeichnung	Reg. Cellulose C	Polyethersulfon PES-H / P	Polysulfon PS-H
Trenngrenze [kDa]	10 30 / 100	4 / 5 / 10 / 20 30 / 50 / 150	100
Hydrophilie	↑	↗	↑
Lösungsmittel- stabilität	↗	→	→
pH-Stabilität	↗ 1-11	↑ 0-14	↑ 1-14
Temperatur- bereich	bis 55°C	bis 95°C	bis 95°C
Fouling- potential	sehr gering ↓	mittel →	sehr gering ↓
typische Anwendungen	Öl/Wasser- Emulsionen Elektro- tauchlack	Öl-Wasser- Emulsionen Wasserfiltration Lebensmittel	Öl-Wasser- Emulsionen Lebensmittel Abwasser

Tab.2: Eigenschaften von NADIR®-Ultrafiltrationsmembranen

Die Hydrophilie der Membran hat entscheidenden Einfluss auf das Fouling- und Deckschichtverhalten der Membran und damit auf die dauerhafte Permeatleistung und die Reinigungseignung. Die Hydrophilie einer Membran charakterisiert ihre chemische Affinität zu der polaren Komponente Wasser und ist damit ein Maß für das Adsorptionsvermögen der Membran für hydrophobe (fouling- und deckschichtbildende) Stoffe.

Je hydrophiler eine Membran ist, desto niedriger ist daher ihre Neigung zur Deckschichtbildung und desto höher und konstanter ist ihre Permeatleistung. Zur Bestimmung der Hydrophilie einer Membran wird bei der NADIR FILTRATION GmbH das Proteinsorptionsvermögen herangezogen (Tab.3).

Der Wert I_p/I_p^0 entspricht dem Verhältnis aus den Reinwasserflüssen nach und vor der Proteinadsorption. Zur Proteinadsorption werden die Membranen für 16 h in eine wässrige Lösung aus 1 Gew.-% BSA eingelegt.

Aus Tabelle 3 wird deutlich, dass neben der Hydrophilie des Membranpolymers auch die Trenngrenze der Membran einen Einfluss auf die Membranbelegung hat. Im Wesentlichen ist aber zu erkennen, dass die Regeneratcellulosemembranen gegenüber den Polysulfon- und Polyethersulfonmembranen eine höhere Hydrophilie aufweisen, obwohl letztere durch Copolymere permanent hydrophilisiert sind. Im Bereich der Öl/wasser-Emulsionen werden daher bevorzugt Regeneratcellulosemembranen eingesetzt.

Nr	Typ	I_p/I_p^0
.		
1	C005F	1,06
2	C010F	1,05
3	C030F	1,01
4	UF-PES-4/PP100	0,95
5	UF-PES-30H/PP100	0,87
6	UF-PES-20/PP100	0,69
7	UF-PES-50H/PP100	0,66
8	UF-PS-100H	0,60

Tab.3: Proteinadsorptionsvermögen verschiedener NADIR[®]-Membranen.

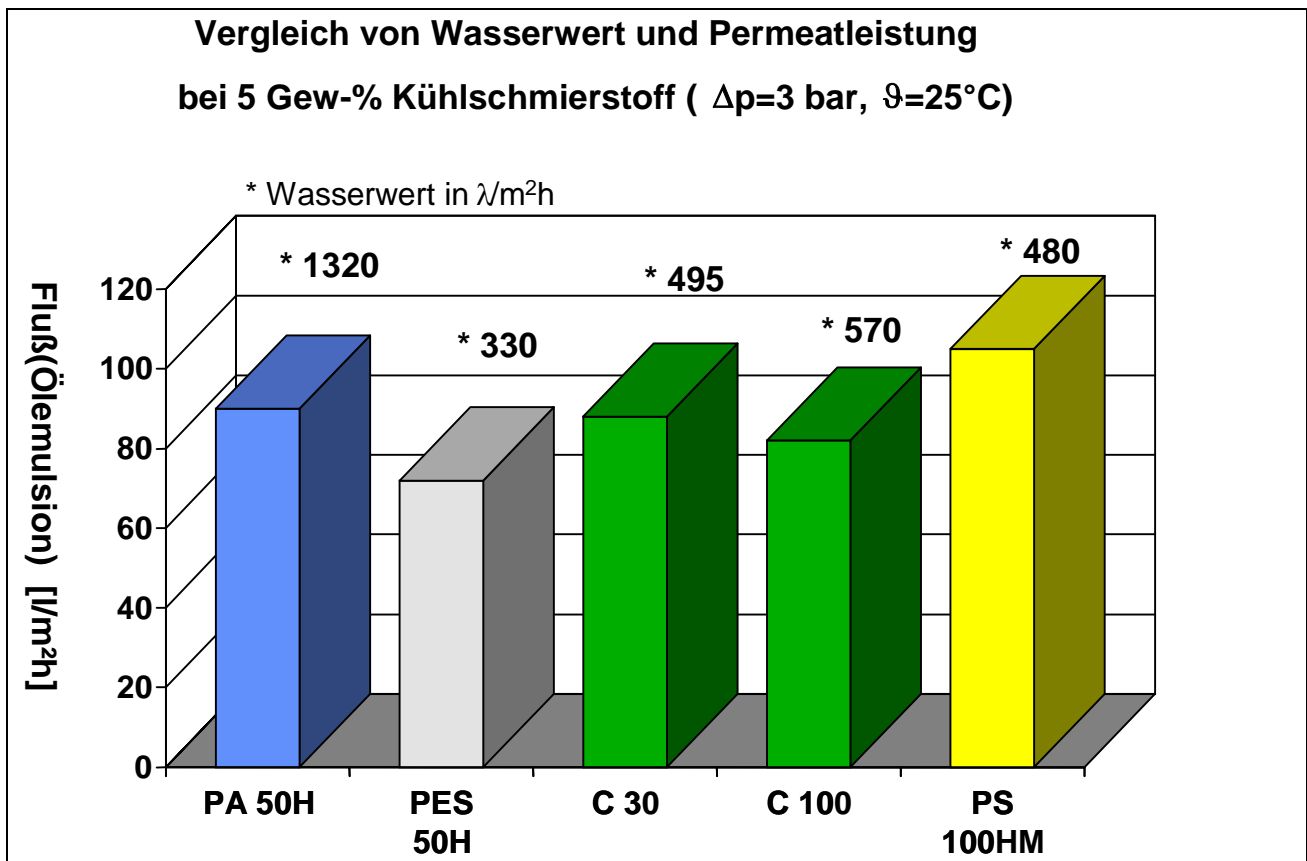


Abb. 4: Vergleich der Wasserwerte mit den Permeatflüssen einer 5 Gew.-%igen Kühlschmieremulsion für verschiedene NADIR[®]-Membranen

Abb.4 zeigt, dass weder der Wasserfluss noch die Trenngrenze einer Membran eine Aussage über ihre Permeatleistung bei der Aufarbeitung von Öl/Wasseremulsionen erlaubt. Trotz des höheren Wasserflusses der C100- und PA50H-Membranen ergab die C100 eine deutlich niedrigere und die PA50H keine wesentlich höhere Permeatleistung bei der Filtration eines 5%igen Kühlschmierstoffes als die C30.

Die chemische Affinität und damit die Hydrophilie einer Membran haben auch entscheidenden Einfluss auf ihre Reinigungseignung. So genügt in der Praxis für die Reinigung der sehr hydrophilen Regeneratcellulosemembranen die Verwendung eines Neutralreinigers wie ULTRASIL[®] 53 oder ULTRAPERME[®] 053, die trotz des niedrigen pH-Werts von ca. 8 in 10-20 Minuten bei 30°C eine vollständige Reinigung ermöglichen. Für die hydrophilisierten



Polyethersulfon- und Polysulfonmembranen müssen höhere pH-Werte realisiert werden. Hier reicht in den meisten Fällen eine Reinigung mit ULTRASIL[®]11 bzw. ULTRAPER[®]M 10 von 30 bis maximal 45 Minuten bei 40-50°C zur vollständigen Belagentfernung von der Membran.

4. Anwendungsbeispiele

Im Folgenden werden Erfahrungen mit SPIRA-CEL[®]-Wickelmodulen bei der Aufarbeitung von Öl/Wasser-Emulsionen dargestellt.

4.1. Recycling von Autowaschwasser

Bei AUTOSERVIZI MERIDIDIONALI in Neapel ist eine Ultrafiltrationsanlage zum Recycling von Autowaschwasser installiert, die von der Firma INTRADE mit SPIRA-CEL[®]-Wickelmodulen realisiert wurde. Die bestehende chemisch-physikalische Aufarbeitung wurde aufgrund des Chemikalienbedarfs und des hohen Betreuungsaufwandes durch eine vollautomatische UF-Anlage ersetzt. Nach der Entfernung der emulgierten Öle und der Schmutzstoffe kann die gereinigte Waschlauge erneut eingesetzt werden.

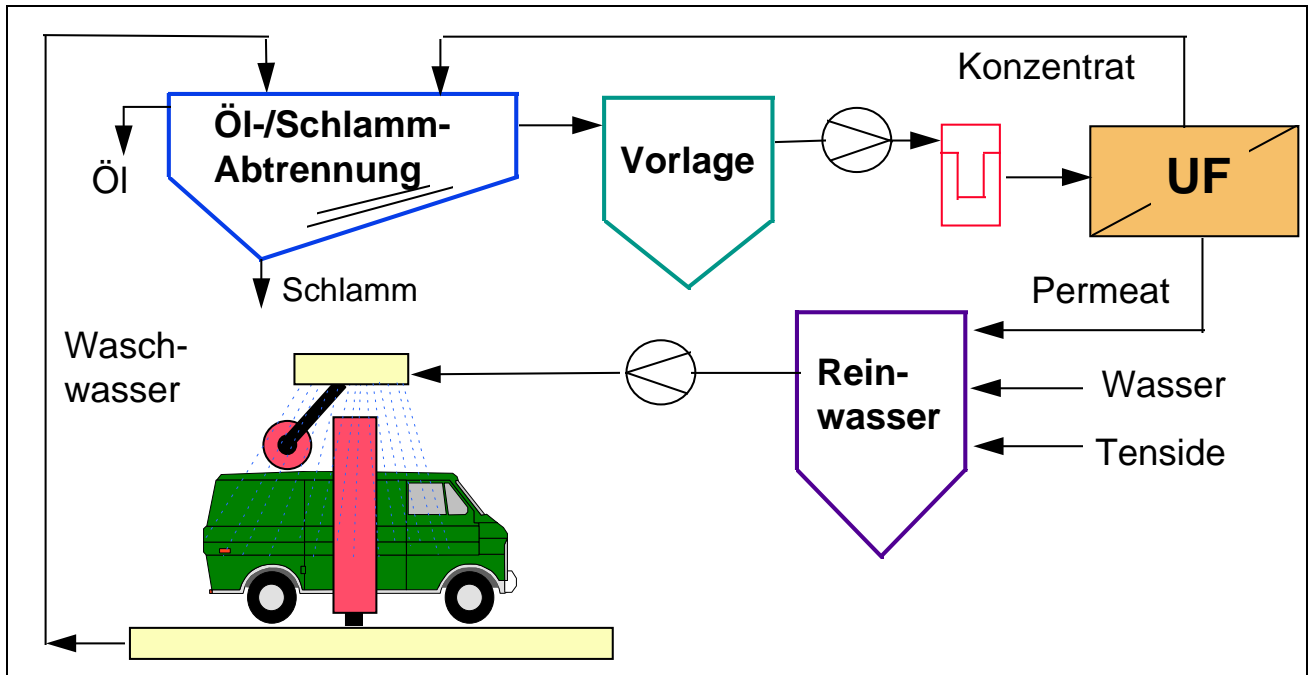


Abb. 5: Schema der UF-Anlage zur Aufbereitung von Autowaschwasser in Neapel.

In dieser Anlage werden zwei 4"X40"-Wickelmodule der Membran C100F mit einem 44 mil Spacer eingesetzt, dies entspricht ca. 55 1"-Rohrmodulen, die häufig für diese Anwendung eingesetzt werden. Die Module werden parallel bei einem Eingangsdruck von 3 bar betrieben. Die benötigte Überströmung beträgt 6 m³/h pro Modul. Die Anlage ist seit 10 Monaten erfolgreich in Betrieb. Nach dieser Zeit ist der Fluss bei 36,5 l/m²h stabil, eine Reinigung erfolgt nur alle drei Wochen mit neutralen Detergentien. Bei Verwendung von Wachsen wurde kein negativer Einfluss auf das Leistungsverhalten festgestellt. Der Grund hierfür ist in der hohen Hydrophilie des verwendeten Membranpolymers zu sehen.

Durch den Einbau der Ultrafiltrationsanlage wurde eine Wasserersparnis von 80% realisiert. Die Amortisationszeit beträgt ca. 2 Jahre.

4.2. Kreislaufführung von Waschlagen aus einer Elektromaschineninstandsetzung

Abb.6 zeigt den schematischen Aufbau einer kombinierten UF/RO-Anlage, die wahlweise zur Aufarbeitung (Entsorgung) oder zum Recycling von alkalischen Waschwässern aus der Instandsetzung eines Elektromaschinenbau-Unternehmens eingesetzt werden kann.

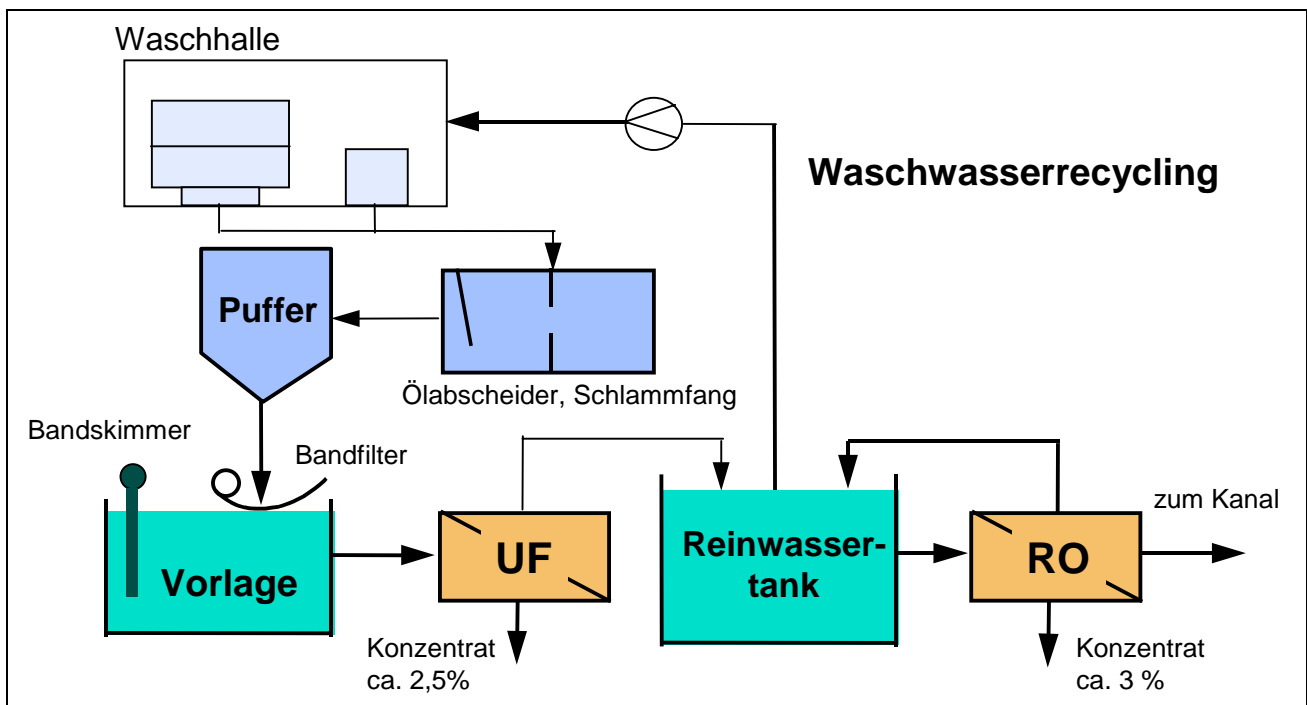


Abb. 6: Schema der Waschwasserrecycling-Anlage.

Aus der Waschhalle, in der das Abwasser aus einer Waschmaschine und bei der Hochdruckreinigung von Metallteilen anfällt, wird das ölbeladene und verschmutzte Abwasser in einen unterflurigen Ölabscheider/Schlammfang geführt. Von dort wird es über einen Bandfilter in den Vorlagetank der Ultrafiltration gepumpt. Frei aufschwimmendes Öl wird abgskimmt. Das Permeat der Ultrafiltration gelangt in den Reinwassertank, von dem saubere Waschlösung entnommen wird. Die Umkehrosmose wird im Bypass aus dem Reinwassertank gespeist. Sie reinigt kontinuierlich einen Teilstrom des Waschwassers nach und trägt auf diese Weise gelöste Schadstoffe aus dem System aus.

Die Konzentrate werden entsorgt. Im Entsorgungsmodus wird das Wasser nicht in den Reinwassertank zurückgeführt, sondern nach einer pH-Wert-Einstellung in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet.

Tab.4 zeigt die Reduktion der Schadstoffe nach der Ultrafiltration und der Umkehrosmose von drei unterschiedlichen Chargen, da die Zusammensetzung des Zulaufs Schwankungen unterliegt.

[mg/l]	Zulauf Ultrafiltration			Permeat UF			Permeat RO		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
CSB	2595	21449	8835	373	2181	4319	111	212	840
AOX	-	-	2,5	-	-	0	-	-	0
KW	128	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-
Ammonium	0,04	-	137	0,06	0,14	1,1	>0,01	0,28	0,8
Phosphat	21,1	-	512	7,12	366,7	347	<0,05	0,1	4
Nitrit	0,003	-	0,21	0,14	<0,05	0,16	<0,025	<0,05	0,05
Sulfat	-	-	71	2250	-	108	<100	-	5,55
Aluminium	1,81	16,2	<0,1	0,019	0,03	0,81	<0,01	<0,006	<0,01
Barium	0,9	3,92	<0,1	<0,01	0,03	1,28	<0,001	<0,02	<0,01
Blei	9,46	91,3	29,5	0,033	2,57	15,4	<0,004	<0,06	<0,006
Cadmium	0,015	<0,05	-	0,003	<0,02	-	<0,002	<0,02	-
Chrom	0,15	0,65	<0,1	<0,001	0,13	<0,02	<0,001	<0,02	<0,02
Eisen	9,38	92,2	31	0,031	2,57	15,7	<0,002	0,01	0,01
Kupfer	0,88	11,4	<0,1	<0,001	<0,002	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,021	<0,2	<0,2	0,011	0,11	0,11	<0,004	<0,04	<0,004
Zink	2,74	34,5	8,93	0,097	0,07	3,61	<0,001	<0,02	<0,002

Tab.4: Zusammensetzung der Waschlösungen und der UF-/RO-Permeate

Es wird deutlich, dass nach der Ultrafiltration in allen Fällen eine weitgehende Reduktion des CSB-Werts erreicht wird und der gesetzliche Grenzwert der Kohlenwasserstoffkonzentration deutlich unterschritten wird. Darüber hinaus tritt zum Teil auch bei den Schwermetallen und Ammonium eine Reduzierung ein, diese reicht hier jedoch nicht aus, um die gesetzlichen Anforderungen für eine Einleitung zu erfüllen. Die nachgeschaltete Umkehrosmose senkt die Schadstoffbelastung aus dem UF-Permeat zuverlässig unter die gesetzlichen Grenzwerte ab. In diesem Fall übt die Ultrafiltration die Funktion einer Vorfil-

tration für die RO-Stufe aus. Dadurch wurde die Standzeit der RO-Membran um den Faktor 3 verlängert.

Die durchschnittliche Permeatleistung der UF-Stufe beträgt ca. 400l/h. Eingesetzt werden 2 Module des Typs WY-C030F-4040C mit 44 mil-Spacer und einer Membranfläche von insgesamt 11m², die parallel mit je 6m³/h bei einem Eingangsdruck von 3bar angeströmt werden. Die Reinigung der Membran erfolgt problemlos mit Neutralreiniger.

Mit Hilfe dieser Anlage wurde eine Kreislaufführung des Washwassers über 6 Monate realisiert und die zu entsorgende Abwassermenge um 94% reduziert

4.3. Standzeitverlängerung eines Entfettungsbades

FRATELLI MARIANI ist ein Hersteller von Edelstahlnetzen, die zu Edelstahlfiltern weiterverarbeitet werden. Die Filter werden unter Verwendung von Schneidölemulsionen gestanzt und anschließend in einem Entfettungsbad gereinigt. Abb.7 zeigt die dort eingesetzte Ultrafiltrationsanlage zur Standzeitverlängerung des Entfettungsbades, die von der Firma ASSISTECO gebaut wurde.

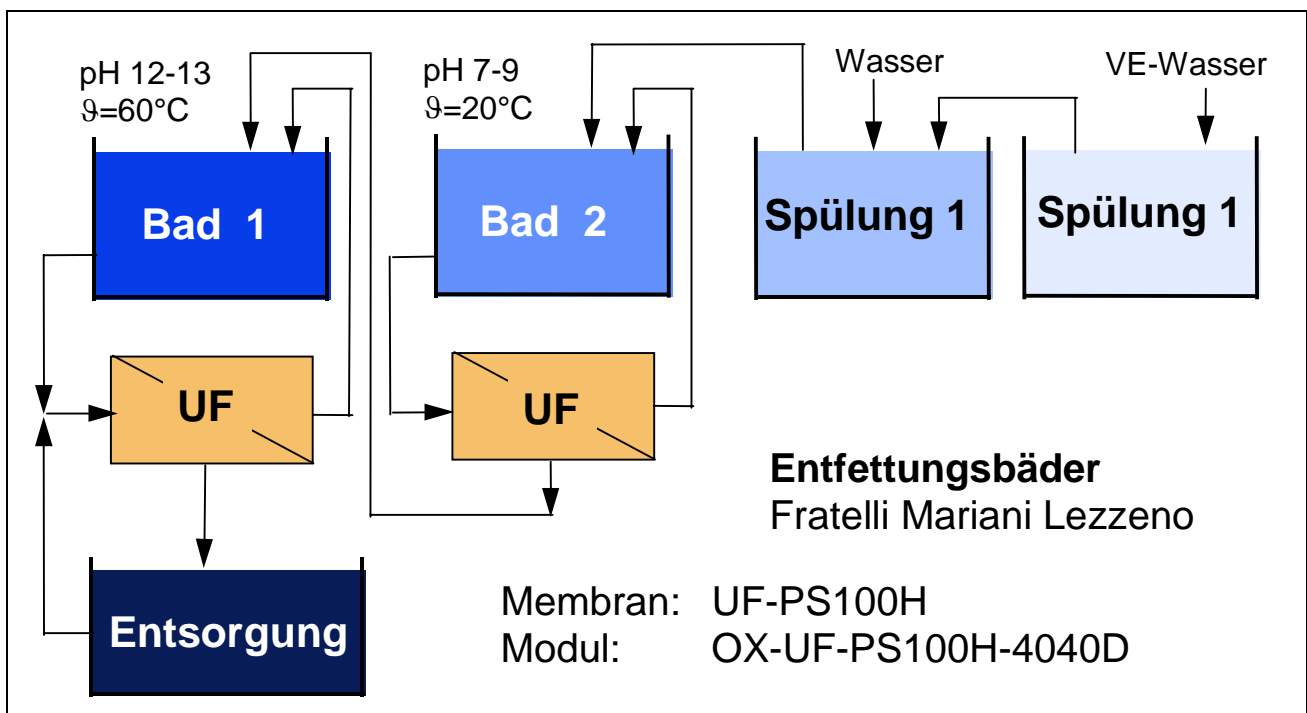


Abb. 7: Schema der UF-Anlage zur Aufbereitung von Autowaschwasser in Neapel.



Aufgrund des hohen pH-Werts von 12-13 und der Temperatur von 60°C im ersten Bad, dem eigentlichen Entfettungsbad, wird in dieser Anwendung eine NADIR®-UF-PS100H eingesetzt. Um beide UF-Einheiten mit dem gleichen Modultyp auszustatten, wurde die UF-PS100H auch im Bad 2 verwendet, obwohl hier auch eine hydrophilere C100 oder C30 denkbar wäre. Die Modulgröße beträgt 4"X40". Die Betriebsbedingungen betragen Eingangsdruck 3 bar und 6 m³/h Überströmung pro Modul.

Beim Bad 1 wird das Permeat, welches einen hohen Anteil an freien Tensiden enthält, in das Entfettungsbad zurückgeführt. Die im Retentat verbleibenden Verunreinigungen und Öle werden im Kreislauf über den Vorlagebehälter so weit aufkonzentriert, dass sie als andicker Schlamm entsorgt werden können.

Im Bad 2 werden verschleppte Verunreinigungen über die Ultrafiltration ausgetragen und durch Rückführung des Retentats ins Bad 1 zurückgeführt. Die Anlage läuft 24 Stunden pro Tag. Eine Reinigung der Membranen wird einmal pro Woche durchgeführt.

Durch den Einsatz der Ultrafiltration wurden die Abwassermengen um 98% reduziert, wodurch sich die jährlich anfallenden Entsorgungskosten von 105.000 DM/a auf 1785 DM/a verringerten. Zusätzlich wurde eine Einsparung an Tensiden und Badzusatzstoffen von ca. 70% erreicht. Die Amortisationszeit der Anlage betrug 1 Jahr.

5. Zusammenfassung

Die Ultrafiltration ist ein effizientes Verfahren zum Recycling ölhaltiger Waschlösungen, zur Standzeitverlängerung von Spülbädern sowie zur Volumenminimierung zu entsorgender Öl/Wasser-Emulsionen bei gleichzeitiger Einhaltung der gesetzlichen Abwassergrenzwerte. Dabei kann die Ultrafiltration sowohl allein als auch in Kombination mit anderen Aufarbeitungsschritten eingesetzt werden.

Die Verwendung von Wickelmodulen stellt für die Ultrafiltration von Öl/Wasser-Emulsionen eine sinnvolle und kostengünstige Alternative zu den bisher eingesetzten Membranmodultypen dar. Ihre Vorteile liegen insbesondere in den vergleichsweise geringen Investitionskosten, den hohen Packungsdichten sowie den günstigen Betriebskosten. Diese Eigenschaften ermöglichen einen wirtschaftlichen Einsatz der UF auch für kleine Abwassermengen.

Entscheidend für den problemlosen Einsatz der Module sind die Auswahl eines Membranpolymers mit hoher Hydrophilie sowie eine sorgfältige, auf die Anwendung bezogene Auswahl des Moduldesigns.



6. Literatur

- /1/ Ultrafiltration zur Aufbereitung von Abwässern aus der metallverarbeitenden Industrie
WLB Wasser, Luft und Boden 6/1995, S.39-41
- /2/ K. Bosse
Abwasserfreie und abfallminimierte Entsorgung von gebrauchten Kühlschmierstoffen
WAP WasserAbwasserpraxis, 1/1994, S.14-17
- /3/ R. Sedelies, U. Müller, B. Spei
Kombinationsverfahren zur Emulsionsspaltung
WLB Wasser, Luft und Boden, 9/1989, S.19-24
- /4/ Anwendungstechnische Firmennotiz Nr. 1/96