

## Galvanikbäder mit der Sonne aufkonzentrieren

Ein österreichischer Hersteller von Tür- und Fensterbeschlägen erprobt erstmals eine vielversprechende Technologie: mit Hilfe der Membrandestillation soll im Galvanik-Prozess der Verbrauch von Wasser und Chemikalien drastisch gesenkt werden. Die Energie dafür soll aus der Wärmerückgewinnung und Sonnenkollektoren stammen. Pro Jahr soll ein sechsstelliger Betrag eingespart werden.

Mit einer Kombination aus dem Einsatz von Solarenergie und industrieller Abwärme sowie der Nutzung eines innovativen Verfahrens zur Wasseraufbereitung könnte das Industrieunternehmen Roto Frank Austria jedes Jahr einen sechsstelligen Betrag sparen. Das zumindest legt die Kalkulation nahe, die das Unternehmen und das ACR-Institut AEE INTEC auf Grundlage von Labor- und Technikumsversuchen erstellt haben. Ab Januar 2018 testeten AEE INTEC und Roto Frank Austria das Verfahren zur Wasseraufbereitung, die Membrandestillation, in einer Pilotanlage im realen Betrieb.

Roto Frank Austria produziert unter anderem Beschläge und Verriegelungssysteme für die Roto-Gruppe. Zu den wichtigsten Prozessen bei Roto Frank Austria gehört das Beizen von Oberflächen, also die Vorbereitung der Oberflächen für das Galvanisieren. Dabei durchlaufen die Beschläge eine Reihe von Bädern mit verschiedenen chemischen Zusammensetzungen. Damit keine Chemikalien von einem Becken ins nächste verschleppt werden, gibt es zwischen jedem Aktivbad mehrere Spülstufen. Dabei wird das Spülbad mit der Zeit immer weiter verschmutzt.

Wirtschaftliche Verfahren, um die Konzentration in den Bädern wieder zu erhöhen, gab es bisher nicht. Technisch wäre dies zwar möglich, zum Beispiel mit Umkehrosmose, verschiedenen Filtrationstechniken oder Verdampfungsprozessen. Doch diese Verfahren benötigen so viel Energie, dass sie sich nicht lohnen. Jahr für Jahr muss Roto Frank deshalb einige tausend Liter Galvanikflüssigkeit aus dem Passivierungsbad entsorgen und ersetzen. Das kostet den Betrieb einen sechsstelligen Betrag im Jahr.

### Industrie-Anwendung für Membrandestillation

Entsprechend groß ist das Potenzial für neue, effiziente Technologien wie die Membrandestillation. Sie wird in der Meerwasserentsalzung bereits eingesetzt, wurde aber für den Einsatz in der industriellen Wasseraufbereitung bisher kaum erforscht. Die Membrandestillation funktioniert ähnlich wie eine Regenjacke mit Goretex-Membran: Auf einer Seite der Membran befindet sich die Flüssigkeit, die aufkonzentriert werden soll. Die Membran ist undurchlässig für Wasser, lässt aber Wasserdampf passieren. Sorgt man nun dafür, dass die Seite mit der zu konzentrierenden Flüssigkeit deutlich wärmer ist als die andere Seite, verdampft auf der wärmeren Seite mehr Wasser als auf der kälteren. Der Paritaldampfdruck des Wasserdampfes ist dort also höher. Das sorgt dafür, dass mehr Dampfmoleküle von der wärmeren Seite auf die kältere Seite diffundieren.

Das sogenannte Permeat, das sich auf der kälteren Seite der Membran sammelt, ist reines Wasser. Zurück bleibt auf der Primärseite die aufkonzentrierte Flüssigkeit.

## Effizientere Ressourcennutzung

Im Technikum hat das Team von AEE INTEC bei einer Temperatur von 80°C auf der Primärseite und 20°C auf der Permeatseite eine stündliche Abtrennung von 6,4 Liter Wasser pro Quadratmeter Membranfläche erzielt. Die relativ niedrige Temperatur von 80°C hat den Vorteil, dass sich ein Großteil der benötigten Energie aus der Abwärme der Bäder gewinnen lässt. Fehlende Wärme kann bei diesem Temperaturniveau mit hoher Effizienz aus Sonnenkollektoren bezogen werden. Somit ist die Membrandestillation nicht nur ein Beitrag zur effizienteren Ressourcennutzung, sondern auch ein neues Anwendungsfeld für solare Prozesswärme.

Es wurden verschiedenen Membranen und Destillationsmodule getestet. Die genannten Ergebnisse wurden mit einem Modul der Freiburger Firma SolarSpring erzielt, die sich auf solare Wasserreinigung spezialisiert hat. In dem verwendeten Modul ist eine Membran von Gore verbaut. Indem die Membran zu Spiralen aufgerollt wird, lässt sich auf einer Grundfläche von 1,5 m<sup>2</sup> ein Modul mit einer Durchfluss-Kapazität von 200 Litern pro Stunde unterbringen. Indem man mehrere Module parallel verschaltet, kann man auch höhere Kapazitäten erreichen. Die Pilotanlage bei Roto Frank Austria soll einen Durchfluss von etwa 1000 l/h haben.

## Frischwasserbedarf um 93 Prozent senken

Auf diesem Weg ließ sich die Flüssigkeit im Technikum so stark konzentrieren, dass diese wieder im Passivierungsbad eingesetzt werden kann. Dafür muss die Konzentration von Chrom und Cobalt bei mindestens 1 500 beziehungsweise 600 mg pro Liter liegen. Im Versuch gelang es, die Chrom-Konzentration von 203 auf 2442 mg/l und die Cobalt-Konzentration von 76 auf 1244 mg/l zu erhöhen. Zugleich darf die Konzentration von Eisen und Zink nicht zu groß werden, denn diese Elemente wirken als Inhibitoren. Sie werden bei der Reaktion der Galvanik-Flüssigkeit mit den behandelten Metallen frei und reichern sich mit der Zeit in den Bädern an. Bei den Versuchen im Technikum blieben Eisen und Zink innerhalb des gewünschten Rahmens.

Legt man diese Ergebnisse zugrunde, kann man davon ausgehen, dass sich mit der Integration der Membrandestillation in den Prozess der Bedarf an Passivierungsflüssigkeit um 60 Prozent und der Frischwasserbedarf um 93 Prozent senken lassen. Der Wärmebedarf für die Membrandestillation ließe sich zu 42 Prozent durch Abwärme aus dem Prozess decken. Die Passivierungsflüssigkeiten könnte damit auf 72°C aufgeheizt werden. Der verbleibende Energiebedarf, um die Flüssigkeit auf 80°C zu erwärmen, könnte zum Beispiel mit Solarwärme gedeckt werden. In der Praxis soll das im nächsten Schritt umgesetzt werden, wenn die Langzeittests abgeschlossen sind und die Anlage im Originalmaßstab in den Prozess integriert wird.

Der Langzeit-Test bei Roto Frank soll zeigen, ob die Ergebnisse auch in der Praxis realistisch sind. Ein Knackpunkt ist dabei noch die Haltbarkeit der Membran im Dauerkontakt mit den Chemikalien. Dabei sind vor allem zwei Prozesse zu beobachten: „Fouling“ und „Wetting“, also die Bildung einer Deckschicht auf der Membran und das Durchnässen der Membran. Fouling würde dazu führen,

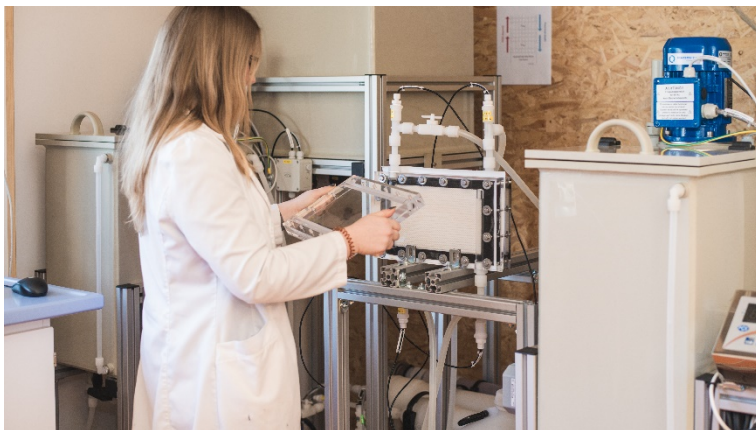
dass sich die Poren der Membran zusetzen. Um das zu verhindern, müsste diese regelmäßig gereinigt werden. Das ist möglich, bedeutet aber zusätzlichen Aufwand. Wetting heißt, dass die Membran mit der Zeit ihre Hydrophobizität verliert, also gewissermaßen durchnässt – z.B., wie es auch mit Regenjacken im Laufe der Jahre geschieht. Dann dringt Flüssigkeit in die Poren ein und die Membran wird durchlässig.

Im Technikum wurden diese beiden Prozesse bereits evaluiert. In diesem Zeitraum waren die Effekte gering und damit unkritisch. Langzeiterfahrungen fehlen aber noch. Die Pilotanlage bei Roto Frank soll zunächst noch etwas kleiner sein als eine Anlage, die für den Dauerbetrieb gedacht ist. Eine „Real-Scale“-Anlage soll dann anschließend gebaut werden.

## Viel Potenzial für Industriebetriebe

Wenn die Prozessintegration erfolgreich ist, erschließt sich ein immenses Potenzial: Das eingangs genannte Einsparungspotenzial bei Roto Frank bezieht sich allein auf die Passivierung. Die Membrantechnologie könnte aber auch in anderen Prozessschritten eingesetzt werden. Allein in Österreich gibt es 266 Betriebe, die in der Oberflächenveredelung tätig sind. In Deutschland sind 2000 Firmen in der Galvanotechnik aktiv.

Firmen wie Roto Frank, die primär zu einer anderen Branche gehören, sind in dieser Statistik noch gar nicht mitgezählt. In der EU gibt es rund 22 000 Betriebe, in denen die Membrandestillation zur Rückgewinnung von Rohstoffen eingesetzt werden könnte. Nicht nur das Einsparpotenzial ist also beträchtlich, sondern auch die Zahl der Firmen, die von der Membrandestillation profitieren könnten. Bei einer Marktdurchdringung von 0,25 % in den ersten fünf Jahren sind das 55 neue Anlagen in dieser Zeit – für die solare Prozesswärme ein durchaus relevanter neuer Markt.



*Im Technikum wurden bereits verschiedene Membranen und Destillationsmodule erprobt. Die Membrandestillation wird seit Anfang Januar 2018 in einer Pilotanlage im realen Betrieb getestet.*

*Foto: Martin Schienbauer / AEE INTEC*



*In der Galvanikstraße von Roto Frank sollen die Membranmodule helfen, Chemikalien im Wert eines sechsstelligen Betrages einzusparen.*

*Foto: Roto Frank GmbH / AEE INTEC*