

Umweltschutz durch Abwasserrecycling und Wärmerückgewinnung in der Textilveredlung

Jürgen Ströhle, Benninger AG Uzwil (CH)

Die Textilveredlung kommt nur schwer vom Image des Emissionsverursachers weg. Es gibt jedoch Möglichkeiten, die Schwierigkeiten von nasschemischen Verfahren drastisch zu reduzieren. Der Bericht beschreibt die zunehmende, globale Problematik im Bereich der Wasser- und Energiepolitik und zeigt anhand einer Fallstudie auf, dass ein abwasserfreier Textilveredlungsbetrieb möglich ist.

Textilveredler gehören in der Textilbranche zu den Hauptverursachern von Emissionen. Benninger bietet, als Lieferant moderner, energie- und wassersparender Hochleistungsveredlungsmaschinen, ein neues Lieferprogramm für einen ressourcenschonenden Umgang mit Wasser und Energie an. Das Kernstück dieses Lieferprogramms sind Membrananlagen, die das Recycling von Wasser und Wertstoffen sowie die Abwärmenutzung ermöglichen (Abbildung 1: Zero Discharge)

Globale Wasser- und Energieverknappung

Wasser wird in Zukunft ein knapper und damit wertvoller Rohstoff. Die Nachfrage nach dem kostbaren Nass wächst mehr als doppelt so schnell wie die Weltbevölkerung. In den letzten 100 Jahren hat sich die Weltbevölkerung verdreifacht und der Wasserverbrauch versieben facht. Dadurch hat sich die verfügbare Wassermenge seit 1970 pro Kopf um 40% verringert.

Für die Produktion eines Baumwollhemds werden 2.500 – 3.000 l Wasser benötigt. Der grösste Anteil entfällt auf den Anbau der Baumwolle. An zweiter Stelle folgt der Nassveredlungsprozess. In der Textilveredlungsindustrie sind schon die ersten Auswirkungen der Wasserverknappungs- und Abwasserproblematik spürbar. So wurden in China und Indien an neue Unternehmen keine Betriebsbewilligungen vergeben, da die Bereiche Wasserbedarf und Abwasser nach Ansicht der Behörden nicht überzeugend gelöst werden konnten. In Europa stehen Unternehmen aus diesen Gründen vor der Schliessung. Textilzentren in Asien berichten von schnell schwindenden Grundwasserreservoirs und stark versalztem Grundwasser. Viele Unternehmen stehen dadurch vor einem existentiellen Problem.

Ganzheitliche Lösungen

Die weltweite Textilindustrie steht vor einer neuen Herausforderung: Die globale Energie- und Wasserverknappung verlangt nach ökologischen Produktionsverfahren. Benninger verliess bereits Mitte der 90-er Jahre den Weg des klassischen Maschinenbauers und etablierte sich als erfolgreicher Lieferant für textile Nassveredlungsprozesse von Gewebe und Maschenwaren. Nun werden zum ersten Mal ganzheitliche Lösungen unter dem Begriff „Ressourcenmanagement“ für die Textilveredlungsindustrie angeboten. Diese Lösungen ermöglichen eine nachhaltige, ökologisch und ethisch vertretbare Textilproduktion. Darin enthalten sind der schonende Umgang mit Wasser, Energie und Chemikalien.

Als Ergänzung zu den Textilveredlungsanlagen für Gewebe und Maschenware können auch die passenden Membrananlagen geliefert werden. Diese sind mit verschiedenen Funktionen ausgestattet, die folgende Prozesse erlauben:

- a.) Wasser von prozessbedingten Verschmutzungen zu trennen und zu recyceln. Die Verschmutzungen werden so stark konzentriert, dass keine flüssigen Abfallstoffe anfallen (ZERO DISCHARGE). Das Abwasser wird zu mindestens 80 % wieder als Prozesswasser verwendet.
- b.) Wertstoffe aus dem Abwasser zurückzugewinnen und im Prozess wiederzuverwenden (z.B. Schlichte, Lauge etc.)
- c.) Thermische Energie zurückzugewinnen

Abbildung 2 zeigt eine Anlage zur Ultrafiltration in der Textilindustrie.

Membranfiltrationssystem

Die mehrstufige Membrananlage besteht im Wesentlichen aus einer Ultrafiltration (Abb.1) mit einer nachgeschalteten Umkehrosmose. Die Ultrafiltration ist mit einer speziellen Keramikmembran ausgerüstet. Mit dieser Membran werden bei Temperaturen bis 95 °C partikuläre und langkettige, organische Abwasserinhaltsstoffe zurückgehalten. In der nachfolgenden Umkehrosmosemembran werden die gelösten Farbstoffe und Salze nahezu vollständig vom Wasser abgetrennt. Anschliessend kann das so aufbereitete Prozessabwasser wieder direkt in allen Bereichen der Textilveredlung eingesetzt werden, ohne die Qualität des Endproduktes negativ zu beeinträchtigen.

Das in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie schon lange verwendete Verfahren kommt nun durch den Einsatz rückspülfähiger, chemikalien- und temperaturbeständiger Keramikmembranen auch in der Textilindustrie zur Anwendung. Textile Abwässer können nun dauerhaft und betriebssicher filtriert werden. Durch die Ultrafiltration ist es möglich, die Umkehrosmose wirksam vor Verschmutzungen zu schützen und somit deren Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Die Rückgewinnungsrate einer Kombination aus Ultrafiltration und Umkehrosmose beträgt mehr als 80 % des behandelten Rohabwassers. Das recycelte Prozessabwasser ist nach der Aufbereitung mit der Membrananlage farblos und kann je nach Produktionsbedingungen CSB-Werte von ca. 100 bis 300 mg/l und eine Leitfähigkeit von ca. 100 µS/cm haben.

Für eine optimale Funktionsweise wurde das Design der Membrananlagen auf die Zusammensetzung der Textilabwässer und Frachten abgestimmt (Tabelle 1).

Zu Beginn des Ressourcenmanagements steht immer die Optimierung der textilen Prozesse. In der Textilveredlung gibt es nach wie vor viele Ansatzpunkte, dazu zählen beispielsweise:

- Kontinuierliches Färben statt die obsoletere Ausziehfärberei
- Hochleistungswaschaggregate statt einfacher Waschaggregate
- Optimierung der Flottenströme mit Gegenstrom- und Teilstrom- Wasserführung
- Verschmutzungsabhängige Frischwasserzuführung.

Erst nach der Prozessoptimierung folgt die Erstellung der Massenbilanz, die als Basis für das Design einer Membrananlage dient. Abbildung 3 zeigt schematisch einen modernen Textilveredlungsbetrieb (ZERO DISCHARGE mit den Volumenströmen nach der Integration einer Membrananlage.

Tabelle 1: Typologie von textilen Abwässern

	Vorbehandlung	Färberei	Druckerei
Temperatur [°C]	80 – 90	40 / 60 /95	60 / 95
CSB	5000 – 25'000 mg O ₂ /l	1'000-3'000 mg O ₂ /l	2'000-15'000 mg O ₂ /l
Andere	Schlichten Natronlauge Wasch- &Netzmittel Salze aus Erdalkalimetallen Organische Verschmutzungen	Gelöste Farbstoffe (Reaktiv, Direkt, Säure) Farbstoffpigmente (Küpen-, Dispersions-, Pigmentfarbstoffe)	Gelöste Farbstoffe (Reaktiv, Direkt, Säure) Farbstoffpigmente (Küpen-, Dispersions-, Pigmentfarbstoffe) Verdicker, Salze, Wasch & Netzmittel

Abwasserfreier Textilveredlungsbetrieb

Wie zeigt sich heute ein traditioneller Veredlungsbetrieb in einer Fallstudie und was für Ergebnisse wurden durch die Modernisierung erzielt? Hier die wichtigsten Resultate der untersuchten Bereiche:

Entschlichten

Entschlichtungsabwässer haben eine extrem hohe CSB-Fracht. Gleichzeitig kann durch Einsatz wasserlöslicher Schlichten die Wertstoffrückgewinnung realisiert werden. Dafür ist eine Ultrafiltrationsanlage mit temperatur- und chemikalienbeständigen Keramikmembranen notwendig. Die Ergebnisse lassen sich sehen:

- Wasserrecycling: 85 – 90%
- Schlichtererecycling: 75 – 85%
- Wärmerückgewinnung: 70%

Bleichen und Abkochen

Abwässer aus einer Baumwollbleiche haben aufgrund organischer Baumwollbegleitsubstanzen einen hohen CSB Wert, gleichzeitig sind sie mehrheitlich gelb gefärbt. Der Einsatz einer Ultrafiltration mit nachgeschalteter Umkehrosiose ist zur Entfernung der Farbigkeit notwendig. Das Konzentrat ist nicht wieder verwendbar und wird weiter aufkonzentriert und zu Feststoffen verarbeitet oder verbrannt. Auch hier sind die Ergebnisse enorm:

- Wasserrecycling: 80 – 90%
- Wärmerückgewinnung: 70%

Mercerisieren

Beim Mercerisieren fällt stark laugenhaltiges Waschwasser mit einer Natronlaugekonzentration von ca. 60 g/l an. Durch Ultrafiltration wird die Natronlauge im Waschwasser zuerst gereinigt, dann aufkonzentriert und das Volumen reduziert. Anschliessend erfolgt nach der klassischen

Laugeneindampfmethode das Aufkonzentrieren der Natronlauge auf 35 – 42 °Be. Somit ist der Wiedereinsatz der Natronlauge in der Mercerisieranlage möglich. Da die klassische Laugeneindampfmethode sehr energieintensiv ist, bewährt sich das vorgängige Aufkonzentrieren des Waschwassers durch Ultrafiltration. Auch nach diesem Schritt sind die Einsparungen beträchtlich:

- Laugenrecycling 75 – 80%
- Wasserrecycling 80 – 85%
- Wärmerückgewinnung: 70 %

Färberei

Färbereiabwässer sind stark farbig und elektrolythaltig. Deshalb ist eine Kombination aus Ultrafiltration und Umkehrosmose notwendig. Abbildung 3 zeigt die Färbereiabwässer, die in Membrananlagen behandelt wurden. Auch hier zeigen sich herausragende Ergebnisse:

- Wasserrecycling: 80 – 90%
- Wärmerückgewinnung: 70%

Abbildung 4 zeigt, wie Färbereiabwasser in Membrananlagen behandelt wird (1. Waschwasser, 2 Filtrat Ultrafiltration, 3. Permeat Umkehrosmose, 4. Frischwasser (Vergleich)).

Aufbereitung der Konzentrate

Die aus Membrananlagen anfallenden Konzentrate sind wie erwähnt nur im Bereich des Schlichterrecyclings und der Natronlaugenrückgewinnung wieder einsetzbar. In allen anderen Fällen sind die Konzentrate hoch kontaminierte Flotten. Ein Einleiten dieser Konzentrate in Flüsse oder Seen ist nicht möglich. Für einen abwasserfreien Betrieb (ZERO DISCHARGE) müssen die Konzentrate eingedickt und verfestigt werden. Die eingedickten Konzentrate können z.B. durch Verdampfertechnik oder durch Verbrennung weiter verfestigt werden.

Die Lösungsansätze für Veredlungsbetriebe von Maschenware basieren auf dem gleichen Prinzip wie bei einer Gewebeveredlung (keine Entschlichtung). Der Nachholbedarf in der Maschenwarenveredlung ist höher. Vor allem deshalb, weil die Betriebe häufig im Ausziehverfahren in Jets oder Softflow-Maschinen arbeiten. Der damit verbundene Wasser- und Energieverbrauch ist 3 - 5 Mal höher als mit einer modernen, offen-breiten Veredlung.

Betriebskosten

Membranfiltrationsanlagen arbeiten vollautomatisch. Alle relevanten Betriebsparameter wie z.B. Temperatur, Durchflussrate, Betriebsdruck etc. werden durch SPS geregelt. Rückspülvorgänge und Reinigungsprozesse werden automatisch gestartet.

Die eingesetzten Keramikmembranen liegen in der Erstinvestition höher als Polymermembranen. Dank ihrer hohen Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit liegt deren Lebensdauer zwischen 5 - 10 Jahre (Anm. Van Cleve /D > 8 Jahre). Bei

der Umkehrosmose werden klassische Polymermembranen eingesetzt, die eine Lebensdauer von 2 - 3 Jahren haben. Die Betriebskosten für eine zweistufige Membrananlage liegen bei ca. 0.60 EUR/m³ und beinhalten sowohl die Investitionskosten als auch die laufenden Kosten der Anlage. Die Amortisationszeit einer Membrananlage für textile Abwässer liegt zwischen 2 - 3 Jahren bei Wasserrecycling und Wärmerückgewinnung. Wird zusätzlich noch Schlichte- und/oder Natronlaugenrückgewinnung betrieben, liegt die Amortisationszeit bei 1 - 2 Jahren.

Die ständig steigenden Energiekosten sowie die Wasserverknappung, werden in Zukunft die Amortisationszeit jedoch massiv verkürzen.

Lösungen für den passiven und aktiven Emissionsschutz

Vom Image der Emissionsverursacher kommt die Textilveredlung kaum weg. Die Substitution der nasschemischen Verfahren durch physikalische Methoden wird auch langfristig nicht möglich sein. Grund genug, sich nach Möglichkeiten zur Emissionsreduzierung umzusehen. Was bieten sich nun für Lösungen im passiven und aktiven Emissionsschutz?

Passive Möglichkeiten sind

- Prozessumstellung, z.B. kontinuierliches Färben anstatt JET Behandlungen
- Optimierung bestehender Prozesse und Rezepturen
- Einsatz hocheffizienter Wasch- und Veredlungstechnologien.

Zu den aktiven Möglichkeiten gehören die Wasser-, Energie- und Wertstoffrückgewinnung aus den Abwässern von Nassveredlungsanlagen durch die Filtrationstechnik. Die eingesetzten Keramikmembranen für die Ultrafiltration gewährleisten erstmals einen betriebssicheren Dauerbetrieb für die Behandlung von Textilveredelungsabwässern. Gleichzeitig schützen sie die nachfolgende Umkehrosmose, die der Filtration von gelösten Farbstoffen und Elektrolyten dient. Neben der Rückführung von Wasser, Energie und Wertstoffen, ist durch Einsatz einer Verdunster- und Verdampferanlage ein abwasserfreier Betrieb von Textilveredlungsbetrieben möglich.

Benninger AG
9240 Uzwil / Schweiz
Tel. +41 71 955 85 85
E-mail benswiss@benningergroup.com

Fotos sind erhältlich bei: ursi.hasler@benningergroup.com