

APP-UNTERSTÜTZTE OPTIMIERUNG VON SPÜLPROZESSEN

Bei Färbungen von Baumwolle mit Reaktivfarbstoffen hat der Spülprozess zum Erreichen eines guten Echtheitsniveaus den weitaus grössten Anteil am Wasser- und Energieverbrauch sowie an der Prozessdauer. Die Optimierung des Spülprozesses wirkt sich daher am effektivsten auf den Ressourcenverbrauch und die Prozessdauer aus. Das Berechnungsprogramm „BEZAKTIV Soaping Advisor“ ermöglicht eine Vorausberechnung der Echtheitsnote, wodurch der optimale Spülprozess gefunden und angewendet werden kann.

In vielen Ländern dieser Erde herrscht Wassermangel aufgrund der klimatischen Bedingungen. Vor allem in diesen Ländern stellt der zunehmende Frischwasserverbrauch der Industrie ein Problem dar und die Textilindustrie hat daran einen grossen Anteil. Insbesondere die Färbung von Baumwolle mit Reaktivfarbstoffen verbraucht sehr viel Wasser.

Insbesondere die Färbung von Baumwolle mit Reaktivfarbstoffen ist für den hohen Wasserverbrauch in der Textilindustrie mitverantwortlich. Dies ist dem Ausspülen von unreaktivem Farbstoffhydrolysat geschuldet, das für ein von den Konsumenten gefordertes Echtheitsniveau notwendig ist. Dieser Spülprozess stellt immer einen Kompromiss zwischen einem möglichst guten Nassechtheitsniveau und einer möglichst geringen Anzahl von Spülbädern dar. Kurz gesagt gilt für das Spülen: So viel wie nötig, so wenig wie möglich. Leider ist der optimale Spülprozess für jede Rezeptur individuell, weshalb die üblichen Standardempfehlungen für Spülprozesse nicht weiterhelfen. In der Produktion wird häufig so lange gespült, bis die Flotte fast farblos ist. Das hat zur Folge, dass praktisch immer mehr als notwendig gespült wird. Ausserdem können so keine Alternativszenarien durchgespielt werden, also zum Beispiel wie sich eine geänderte Spültemperatur oder ein anderes Flottenverhältnis auf die Echtheit auswirken würden. Nur mit einer Vorausberechnung der Echtheitsnote für verschiedene Spülszenarien ist es möglich, den optimalen Spülprozess zu finden.

Eine Vorausberechnung der Echtheitsnote basiert im Grunde auf drei Informationen:

- ▶ 1. Hydrolysatkonzentration auf der Ware nach dem Färben
- ▶ 2. Hydrolysatgleichgewicht zwischen Baumwolle und Flotte
- ▶ 3. Korrelation zwischen Resthydrolysatkonzentration und Echtheitsniveau

Diese wenigen essenziellen Informationen sind jedoch von einer Vielzahl von Faktoren abhängig und erfordern entsprechend viele Messungen im Labor, um mathematische Modelle aufstellen zu können, die eine Interpolation und



damit eine möglichst genaue Vorhersage für beliebige Färbe- und Spülbedingungen ermöglichen.

Hydrolysatkonzentration auf der Ware nach dem Färben

Das Färben ist massgebend für das spätere Spülen. Denn hier entscheidet sich, wie viel Farbstoffhydrolysat entsteht und auf der Faser verbleibt. Für eine geringe Hydrolysatkonzentration auf der Baumwolle nach dem Färben ist

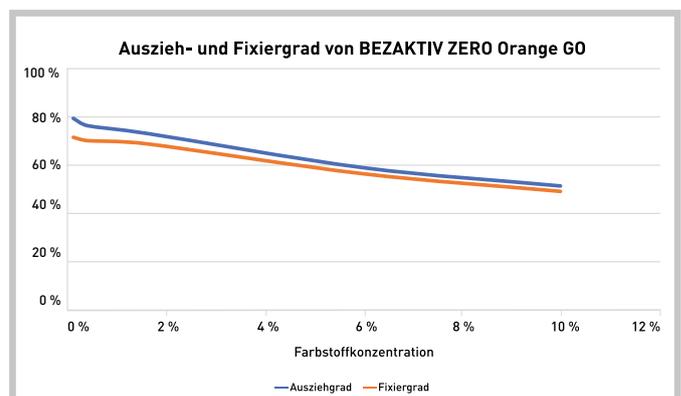


Abb. 1: Eine geringe Differenz zwischen Auszieh- und Fixiergrad ist vorteilhaft für den Spülprozess.

weniger die absolute Höhe des Fixiergrades als eine möglichst geringe Differenz zwischen Auszieh- und Fixiergrad entscheidend. In Abb. 1 ist beispielhaft ein Farbstoff dargestellt, bei dem selbst bei dunklen Färbungen eine sehr geringe Hydrolysatkonzentration auf der Faser zurückbleibt.

Hydrolysatgleichgewicht zwischen Baumwolle und Spülflotte

Diesen Parameter nach einer Färbung zu bestimmen, wäre experimentell sehr aufwändig. Für die Gleichgewichtslage ist es allerdings unerheblich, ob sie sich aus dem Ablösen des Hydrolysats von der Faser oder aus dem Aufziehen des Hydrolysats auf die Faser ergibt. Deshalb lässt sich die Gleichgewichtskonstante wesentlich einfacher ermitteln, indem zunächst der Farbstoff hydrolysiert und dann durch photometrische Messung der Flottenabsorption das Aufziehen des Hydrolysats auf die ungefärbte Baumwolle quantifiziert wird, sobald sich das Gleichgewicht eingestellt hat. Für die Gleichgewichtslage spielen die Hydrolysatkonzentration, die Flottentemperatur und der Salzgehalt der Flotte eine grosse Rolle.

In Abb. 2 und 3 sind zwei Farbstoff-beispiele dargestellt, die sehr unterschiedliche Gleichgewichtskonstanten aufweisen. Bei einer Hydrolysatkonzentration von 0,05 % bezogen auf Baumwolle befinden sich bei dem sehr gut auswaschbaren BEZAKTIV ZERO Orange GO bei einem Salzgehalt von 4 g/l und einer Spültemperatur von 40 °C ca. 85 % Hydrolysat in der Flotte. Nur 15 % bleiben auf der Baumwolle. Dagegen werden bei dem hochsubstantiven Hydrolysat von BEZAKTIV Orange S-RL 150 unter den gleichen Bedingungen nur 20 % Hydrolysat ausgewaschen und 80 % haften weiterhin an der Baumwolle.

An dem zweiten Beispiel (Abb. 3) ist eindrücklich zu sehen, wie stark das Auswaschen eines hochsubstantiven Hydrolysats – wie das von BEZAKTIV Orange S-RL 150 – von der Salzkonzentration und der Spültemperatur abhängig ist. Dagegen liegt bei BEZAKTIV ZERO Orange GO die Auswaschbarkeit insgesamt auf einem so hohen Niveau, dass der Salzgehalt und die Spültemperatur nur noch eine untergeordnete Rolle spielen (Abb. 2).

Korrelation zwischen Resthydrolysatkonzentration und Echtheitsniveau

Die Hydrolysate von zwei verschiedenen Farbstoffen führen in der gleichen Konzentration nicht immer zu der gleichen Echtheitsnote in der Wasserechtheit nach DIN EN ISO 105-E01. Um hier die entsprechende Korrelation herzustellen, kann Hydrolysat in verschiedenen Konzentrationen auf Baumwolle aufgeklotzt und die resultierende Echtheitsnote bestimmt werden. In Abb. 4 ist dargestellt, wie die verbleibenden Restkonzentrationen an Hydrolysat von BEZAKTIV

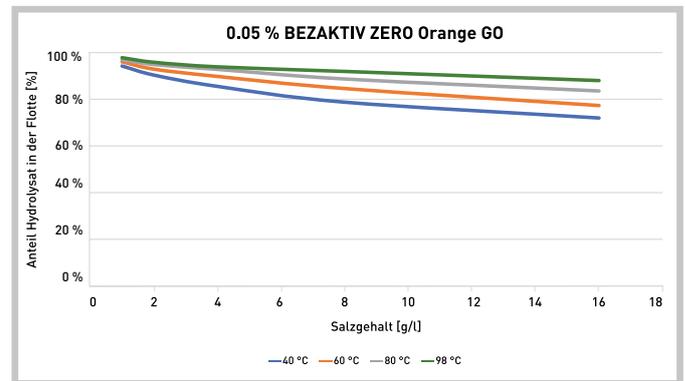


Abb. 2: Auswascheffizienz bei einem Farbstoffhydrolysat mit niedriger Substantivität.

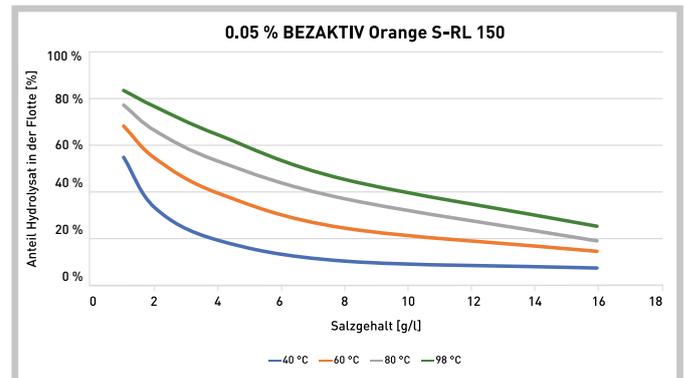


Abb. 3: Auswascheffizienz bei einem Farbstoffhydrolysat mit hoher Substantivität.

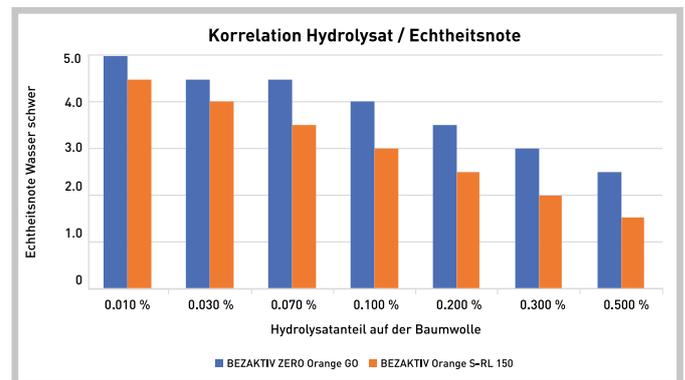


Abb. 4: Zusammenhang zwischen der Konzentration an Resthydrolysat und der Echtheitsnote.

ZERO Orange GO und BEZAKTIV Orange S-RL 150 mit den Echtheitsnoten korrelieren. Aus dieser Korrelation kann dann mathematisch die Echtheitsnote für eine beliebige Resthydrolysatkonzentration auf der Faser ermittelt werden.

Flottenübertrag

Die oben aufgeführten Daten wurden für das gesamte BEZAKTIV-Sortiment bestimmt und bilden die Grundlage für den BEZAKTIV Soaping Advisor. Daneben gibt es jedoch eine weitere wichtige Grösse, die der Anwender selbst ermitteln muss, und zwar den Flottenübertrag (Carry-over). Dieser ist von der Aufmachungsform der Baumwolle abhängig und muss daher für jeden zu färbenden Artikel zumindest näherungsweise mit Vorversuchen im Labor bestimmt werden. Der Flottenübertrag wirkt sich unmittelbar auf die Verdünnung von Hydrolysat und Salz aus und hat damit vor allem bei einem kleinen Flottenverhältnis einen erheblichen Einfluss auf das Auswaschen des Hydrolysats. In Tab. 1 ist anhand der Salzkonzentrationen aufgezeigt, wie stark sich der Flottenübertrag bei einem Flottenverhältnis von 1:6 auf die Verdünnung auswirkt.

Die geringere Salzverdünnung bei einem höheren Flottenübertrag wirkt sich indirekt zusätzlich negativ auf das Auswaschen des Hydrolysats aus, indem sie die Substantivität des Hydrolysats erhöht und damit die Effektivität des Auswaschens verschlechtert. Besonders stark ausgeprägt ist dies bei einem Hydrolysat mit hoher Substantivität wie in Abb. 3 ersichtlich.

	Flotten- übertrag	150 %	200 %	300 %
Salz- konzentration	Färbebad	60 g/l	60 g/l	60 g/l
	1. Spülbad	15 g/l	20 g/l	30 g/l
	2. Spülbad	3,8 g/l	6,7 g/l	15 g/l
	3. Spülbad	0,9 g/l	2,2 g/l	7,5 g/l
	4. Spülbad	0,2 g/l	0,7 g/l	3,8 g/l
	5. Spülbad	0,06 g/l	0,25 g/l	1,88 g/l

Tab. 1: Flottenverdünnung bei verschiedenen Werten für den Flottenübertrag.

BEZAKTIV Soaping Advisor

Das Programm ist in vier Seiten gegliedert. Auf Seite 1 erfolgt die Farbstoffauswahl und Eingabe der wesentlichen Daten für den Färbeprozess. Auf Seite 2 werden die Farbstoff- und die empfohlenen Chemikalienmengen angezeigt. Auf Seite 3 müssen zunächst der Flottenübertrag und das Flottenverhältnis für die Spülbäder eingegeben werden. Anschliessend können bis zu sechs Spülbäder aktiviert und für jedes die Temperatur gewählt werden. Neben jedem aktivierten Spülbad wird die zu erwartende Echtheitsnote nach DIN EN ISO 105-E01 angezeigt. Die Eingaben und Berechnungen lassen sich auf Seite 4 als PDF-Datei exportieren.

Abb. 5: Berechnungsbeispiel mit einem Flottenverhältnis von 1:8.

Optimierung der Spülprozesse

Mit Hilfe des Programms können nun sehr einfach verschiedene Spülvarianten simuliert und miteinander verglichen werden. Der Spülprozess lässt sich mit den Parametern Flottenverhältnis, Temperatur und Anzahl der Spülbäder so optimieren, dass er dem Anwender je nach Auslastung und Kostenstruktur des Betriebes die grössten Vorteile in Bezug auf den Wasserverbrauch, den Energiebedarf oder die Prozessdauer bietet. Die Optimierungsmöglichkeit soll an einem konkreten Beispiel veranschaulicht werden. Bei einer 2,5 %igen Färbung mit BEZAKTIV Orange S-RL 150 mit einem Flottenübertrag von 250 % und einem Flottenverhältnis von 1:8 in den Spülbädern sind sechs Spülbäder erforderlich, um eine Echtheitsnote von 4–5 zu erreichen. Siehe Abb. 5.

Wird das Flottenverhältnis in den Spülbädern dagegen auf 1:10 erhöht, wie in Abb. 6 dargestellt, können zwei Spülbäder eingespart werden, wodurch der Wasserverbrauch auf den gesamten Färbeprozess bezogen von 41 l/kg Baumwolle auf 38 l/kg sinkt. Trotz des etwas höheren Flottenverhältnisses verringert sich der Wasserverbrauch und verkürzt sich der Prozess um circa 45 Minuten.

Genauso einfach und schnell lässt sich auch ermitteln, ob etwa durch eine Temperaturerhöhung ein Spülbad eingespart werden kann, ohne sich sichtbar auf das Echtheitsniveau auszuwirken. Der grosse Vorteil des BEZAKTIV Soaping Advisors besteht darin, dass für jede individuelle Färberezeptur in Sekundenschnelle Alternativen für den betrieblichen Standard-Spülprozess evaluiert werden können. Daher bietet das Programm für jeden Betrieb eine denkbar einfache Möglichkeit, seine Produktion ressourcenschonender und kosteneffizienter zu gestalten. Die Einsparungen an Wasser, Energie und Zeit können enorm sein – und das ohne jeden Investitionsaufwand. In puncto Nachhaltigkeit gibt es kaum eine wegweisendere Lösung als einen individuell perfekt auf die Partie abgestimmten Prozess. Dieser ist mit dem BEZAKTIV Soaping Advisor ein gutes Stück näher gerückt, welcher so auch dazu beiträgt, die textile Produktion insgesamt «grüner» zu machen. Damit unterstreicht die CHT Gruppe ihren Fokus auf innovative Lösungen für mehr Nachhaltigkeit.

Die CHT Textile Dyes App ist sowohl im App Store als auch im Google Play Store kostenlos erhältlich.

Prozessdaten > Chemikalien > Spülbäder > Export

Flottenübertrag %

Flottenverhältnis Spülbäder 1:

Spülbäder

Nr.	aktiv	Temperatur [°C]				Echtheit
1.	nein <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/>	40	<input checked="" type="radio"/> 60	80	98	<input type="text" value="< 3"/>
2.	nein <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/>	40	60	<input checked="" type="radio"/> 80	98	<input type="text" value="< 3"/>
3.	nein <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/>	40	60	80	<input checked="" type="radio"/> 98	pH! <input type="text" value="4"/>
4.	nein <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/>	40	<input checked="" type="radio"/> 60	80	98	<input type="text" value="4.5"/>
5.	<input type="radio"/> nein <input checked="" type="radio"/> ja	40	60	80	98	<input type="text"/>
6.	<input type="radio"/> nein <input checked="" type="radio"/> ja	40	60	80	98	<input type="text"/>

Wasserverbrauch l/kg

<< zurück weiter >>

Abb. 6: Einsparungspotenzial durch Erhöhung des Flottenverhältnisses auf 1:10.