

## Benninger ist gerüstet für den Carbon Footprint

Jürgen Ströhle  
 Gerhard Schramek  
 Benninger AG, Uzwil, Schweiz

**Textile Produkte, die auf Benninger Anlagen veredelt werden, haben eine hervorragende Umweltverträglichkeit. Es wurde für verschiedenste Produkte der Carbon- und Wasser-Fussabdruck evaluiert und ein allgemein gültiges Rechnungsmodell erstellt. Besonders herausstechend ist der geringe Wasserverbrauch der Benninger Textilveredlungsanlagen für Maschenwaren und Gewebe. Daraus resultiert der geringe Energieverbrauch und die äquivalente CO<sub>2</sub> Emission. Sehr gute Ergebnisse zeigen sich auch beim Verbrauch von Chemikalien. Der exakte und kontrollierte Chemikalienverbrauch wirkt sich lohnend für die Umwelt aus.**

Als Carbon-Fussabdruck (Carbon Footprint) wird die gesamte Emission an Treibhausgasen für ein Produkt verstanden und als CO<sub>2</sub> Emission in Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilogramm Textil angegeben. Der Wasser-Fussabdruck (Water Footprint) ist das Pendant zum Carbon Footprint und wird meist in Liter Wasser pro Kilogramm Textilien angegeben. Innerhalb eines textilen Produktlebenszyklus sind verschiedenste Emittenten beteiligt. Bei Baumwolle nimmt deren Bewässerung den Grossteil des Gesamtwasserverbrauchs innerhalb des Lebenszyklus ein. Die Erzeugung von Chemiefasern führt dagegen zu höheren CO<sub>2</sub> Emissionen. Der tägliche Wasserverbrauch, die Haushaltswäsche und selbst die Entsorgung von gebrauchten Textilien benötigen und verschmutzen Wasser und führen zu einem CO<sub>2</sub> Ausstoss. Solche Emissionen sind innerhalb einer Lebenszyklusbetrachtung von immenser Bedeutung und können in Abb. 1 anhand einer Fallstudie für ein gefärbtes T-Shirt betrachtet werden. Benninger hat sich im Rahmen einer eigenen Studie jedoch auf den beeinflussbaren Teil, nämlich den Nassveredlungsprozess, beschränkt.

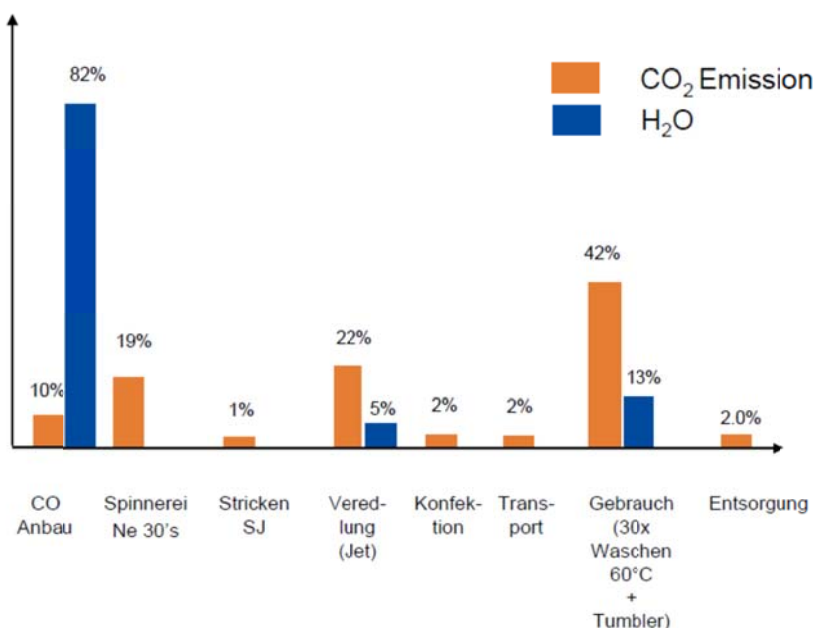


Abb. 1: Lebenszyklusbetrachtung für ein T-Shirt (100% Baumwolle)

## CO<sub>2</sub> Verbraucher innerhalb des Textilveredlungsprozesses

Die CO<sub>2</sub> Emission wird direkt durch die Energieverbraucher und indirekt durch die verwendeten Betriebs- und Hilfsstoffe (Chemikalien, Schmierstoffe etc.) verursacht.

### Energieverbraucher für die Veredlung von Baumwolle und Baumwollmischungen

Prozess / Verbraucher	Vorwiegend verwendete Energieart	CO <sub>2</sub> Emission
Sengen	Gas	gering
Waschen / Heizenergie	Dampf	hoch
Dämpfen / Reaktionsklima	Dampf	mittel
Trocknen / Verdampfungsenergie	Gas / Kohle / Dampf	hoch
Warentransport	Elektrizität	gering
Klimatechnik / Abluft	Elektrizität	gering
Chemikalien	-----	gering

Tabelle 1: Energieverbraucher für die Veredlung von Baumwolle und Baumwollmischungen

In der Abb. 2 ist die Aufteilung der CO<sub>2</sub> Emission für einen klassischen Textilveredlungsablauf für einen Baumwollhosenstoff dargestellt. Innerhalb der Prozessschritte sind die einzelnen CO<sub>2</sub> Emissionen durchwegs homogen verteilt. Betrachtet man die Verursacher, kann festgestellt werden, dass etwa 50% für das Trocknen und 30% für das Waschen und Dämpfen benötigt werden. Die restlichen 20% müssen für den Chemikalieneinsatz, das Gas für den Sengprozess und die elektrische Energie bilanziert werden. Diese Aufteilung widerspiegelt einen voll kontinuierlichen Veredlungsprozess. Bei der klassischen Veredlung von Maschenware nach dem Ausziehverfahren wird die Aufteilung nach Verursacher mit 60% für das Heizen des Wassers (bis zu 90 l/kg) dominiert.

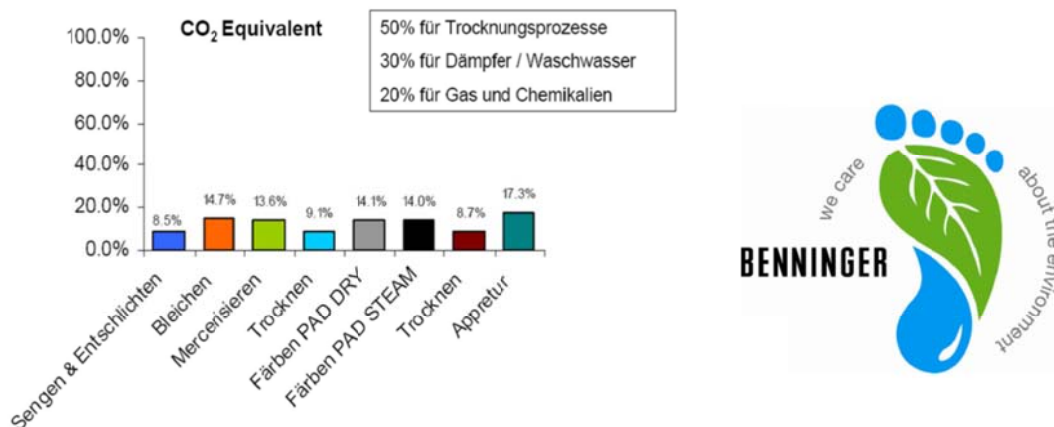


Abb. 2: Aufteilung der CO<sub>2</sub> Emissionen für Veredlungsprozesse am Beispiel eines CO Hosenstoffs

## Regionale Unterschiede

Die Untersuchung zur Erstellung der Carbon und Water Footprints in der Textilveredlungsindustrie haben deutlich regionale Unterschiede aufgezeigt. Die CO<sub>2</sub> Emission hängt stark vom verwendeten Energieträger ab. Dies betrifft sowohl die Beheizung von Trocknungsanlagen als auch die Dampferzeugung. Während in Europa mehrheitlich Gas und Leichtöl als Energieträger zum Einsatz kommen, wird in Asien meist auf Kohle zurückgegriffen. Bei gleichem Energiewert entspricht beispielsweise die CO<sub>2</sub> Emission bei Erdgas nur etwa 50% derjenigen von Kohle. Während in Europa in der Mehrzahl der Fälle moderne Boilersysteme zum Einsatz kommen, wird in Asien überwiegend auf einfache

Systeme mit einer um ca. 25% geringeren Energieausnutzung ausgewichen. CO<sub>2</sub> Emissionen bei der Stromerzeugung - in der Spinnerei von höherer Bedeutung als in der Textilveredlung (Anteil am Energieverbrauch < 5%) – weisen grosse regionale Unterschiede auf. Die Gewinnung von elektrischer Energie aus Wasserkraftwerken wirkt sich auf die CO<sub>2</sub> Bilanz besser aus als bei kalorischen Kraftwerken. Die westliche EU und Südamerika, vor allem Brasilien, schneiden besser ab als Süd- und ostasiatische Länder, der Nahe Osten und teilweise Osteuropa.

## CO<sub>2</sub> Emissions-Optimierungen

### 1. Optimierung von bestehenden textilen Abläufen auf deren Umweltverträglichkeit

Benninger verfügt über ein Spezialistenteam, welches jederzeit in der Lage ist, textile Produktionsabläufe und verwendete Maschinen und Apparate zu analysieren, zu optimieren und entsprechende Carbon und Water Footprints zu erstellen. Benninger hat in Anlehnung an das Fishbone Konzept des japanischen Qualitätsexperten Kauro Ishikawa ein 5M Konzept für die Bewertung der Umweltverträglichkeit einer textilen Produktion entwickelt. Dabei werden die Verfahren und Abläufe (Methoden), Maschinen, Chemikalien und Hilfsstoffe (Material), die Massenbilanz und der ökologische Umgang des Personals (Man) zur Umweltrelevanz unabhängig bewertet und optimiert.

### 2. Eliminierung von Zwischentrocknungsprozessen

Eine gute Möglichkeit besteht darin, den Mercerisierprozess nach dem sogenannten Nass/Nass-Verfahren ohne vorgehende Zwischentrocknung auszuführen. Dazu wird der Mercerisieranlage nach dem abwasserbeheizten Vornetzrog eine Hochleistungsentwässerung vorgesetzt. Die Laugenkonzentration wird mittels moderner Sensorik und Laugenmanagementprogramm ständig überwacht und konstant gehalten. Die Amortisation einer solchen Anlagenerweiterung ist weniger als ein Jahr.

Beim KKV Färbeprozess erfolgt die Fixierung des Reaktivfarbstoffs durch eine Verweilung bei Raumtemperatur. Moderne KKV Färbezentren mit kontrollierten Färbebedingungen sowie Weiterentwicklungen von Farbstoffen machen dieses Verfahren für Zellulosefasern für Gewebe und Maschenwaren weltweit fast uneingeschränkt einsetzbar. Die Einsparung liegt nicht nur darin, dass die Farbstofffixierung bei Raumtemperatur stattfindet, sondern eliminiert den Zwischentrocknungsprozess nach dem Farbstoffauftrag auf einer Hotflue. Herzstück einer KKV Färbestation ist der Foulard. Der Benninger Küsters DyePad verfügt weltweit als einziger Färbefoulard über die originale S-Walzenteknik. Dadurch ist es möglich, artikelspezifische Korrekturprofile für den Farbstoffauftrag zu fahren. Somit wird dieses Verfahren sowohl in ökologischer, ökonomischer als auch in qualitativer Hinsicht zum Benchmark.

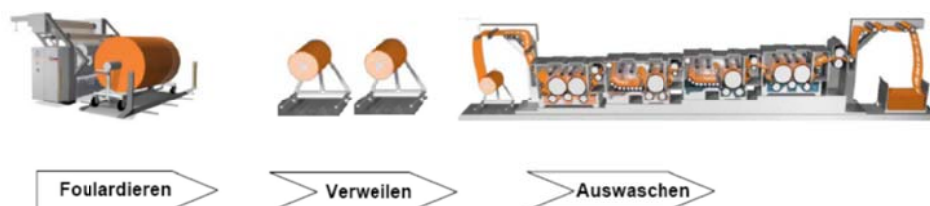


Abb. 3: KKV Färbeprozess

### 3. Geringer Frischwasserverbrauch aufgrund hoher Waschleistung

Bereits längst bekannte Waschstudien belegen, dass mittels Gegenstromwäsche und guter Flottentrennung der Wasserverbrauch enorm gesenkt werden kann. Die Gegenstromwäsche gehört heute schon zum Stand der Technik und bedarf keiner weiteren Erklärung. Die intensive Flottentrennung von Washkammer zu Washkammer ist allerdings trotz erheblich verbesserter Waschleistung immer noch bei kaum einem Maschinenbauer erhältlich. Der Mehrpreis und die maschinenbauliche Komplexität solcher Waschabteile werden oft überbewertet. Eine ganzheitliche Kostenbetrachtung zeigt, dass dieser Aufwand mehr als gerechtfertigt ist. Bei konsequenter Flottentrennung wird weniger Schmutzfracht in die nächste Washkammer getragen. Bei einer gleichen Washzone bedeutet dies, dass mit Flottentrennung und 4 l/kg Washwasser das gleiche Washergebnis erzielt wird wie mit 10 l/kg ohne Flottentrennung (Abb. 4). Benninger vertraut beim Waschen seit Jahren auf das EXTRACTA Washprinzip. Zwischen den einzelnen Washkammern wird mittels pneumatisch angespressten Walzen die Flottentrennung erzielt (Abb. 5). Neben enormen Wassereinsparungen wirkt sich ein niedriger Wasserverbrauch sehr positiv auf den Energiehaushalt aus. Der Energiebedarf zum Aufheizen von Washwasser nimmt bei Geweben ca. 30% und bei Masche ca. 40% in Anspruch. Grund genug, hoch effiziente Washsysteme zum Einsatz zu bringen und gleichzeitig die CO<sub>2</sub> Emissionen zu senken.

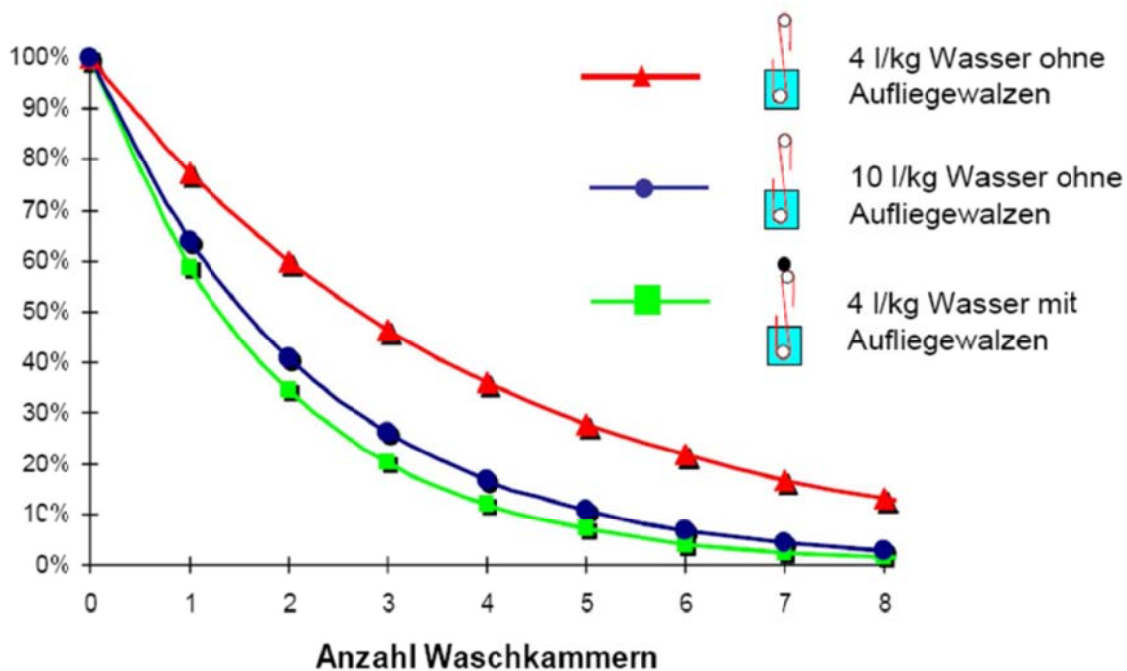


Abb. 4: Auswaschkurven mit unterschiedlichen Wassermengen und Waschprinzipien

Die neue Benninger Washkurve ist nun noch effizienter hinsichtlich des Ressourceneinsatzes. Besondere Beachtung wurde den sehr niedrigen Unterhalts- und Wartungskosten geschenkt.

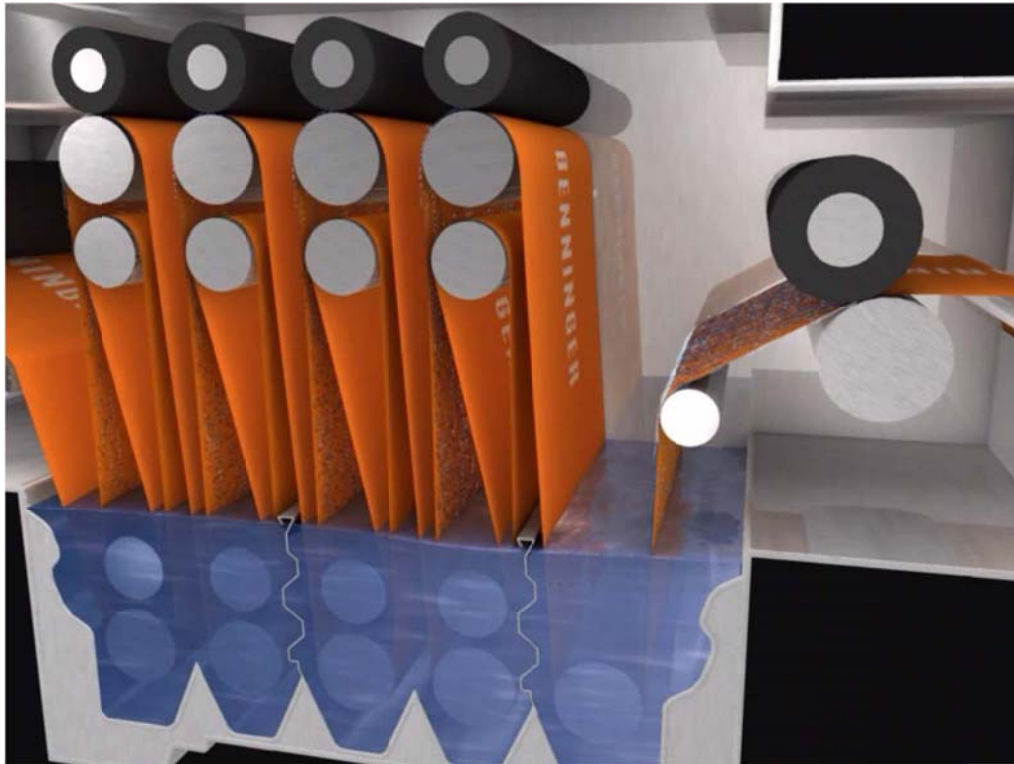


Abb. 5: EXTRACTION, Flottentrennung zwischen Waschkammern

#### 4. Recycling von Wertstoffen

Die bekannteste Anwendung ist die Rückgewinnung von Wärmeenergie aus heissem Abwasser. Sogenannte Wasser/Wasser-Wärmetauscher kommen hier zum Einsatz. Besonders effizient kann dieses Verfahren auf den kontinuierlich arbeitenden Benninger Anlagen eingesetzt werden. „Just in Time“ wird das benötigte Frischwasser im Gegenstromprinzip durch das überlaufende Abwasser aufgeheizt. Das Abwasser wird gleichzeitig gekühlt, was gemäss geltenden Einleitungsvorschriften ansonsten anderweitig erfolgen müsste. Die Amortisation von integrierten Wärmetauschern bei Benninger Anlagen ist kleiner als sechs Monate.

Eine neue Möglichkeit der Wertstoffrückgewinnung wird mit dem Abwasserrecycling durch Filtrationstechniken eröffnet. Moderne Chemikalien und temperaturresistente Keramik-Membrane ermöglichen mehr und mehr einen Einsatz in der Textilindustrie. Benninger ist seit 2008 erfolgreich in diesem Gebiet tätig. Eine Recyclingrate von bis zu 90% der anfallenden Abwassermenge wirkt sich nicht nur auf die Ökobilanz aus. Die gereinigten Abwässer können in allen Bereichen der textilen Fertigung genutzt werden. Obwohl Membranfiltrationsanlagen elektrisch betrieben werden, wird die Gesamtenergiebilanz und somit der Carbon Footprint um etwa 12% gesenkt. Unter entsprechenden Vorzeichen ist heute bereits ein abwasserfreier Textilbetrieb (sogenanntes Zero Discharge) möglich.

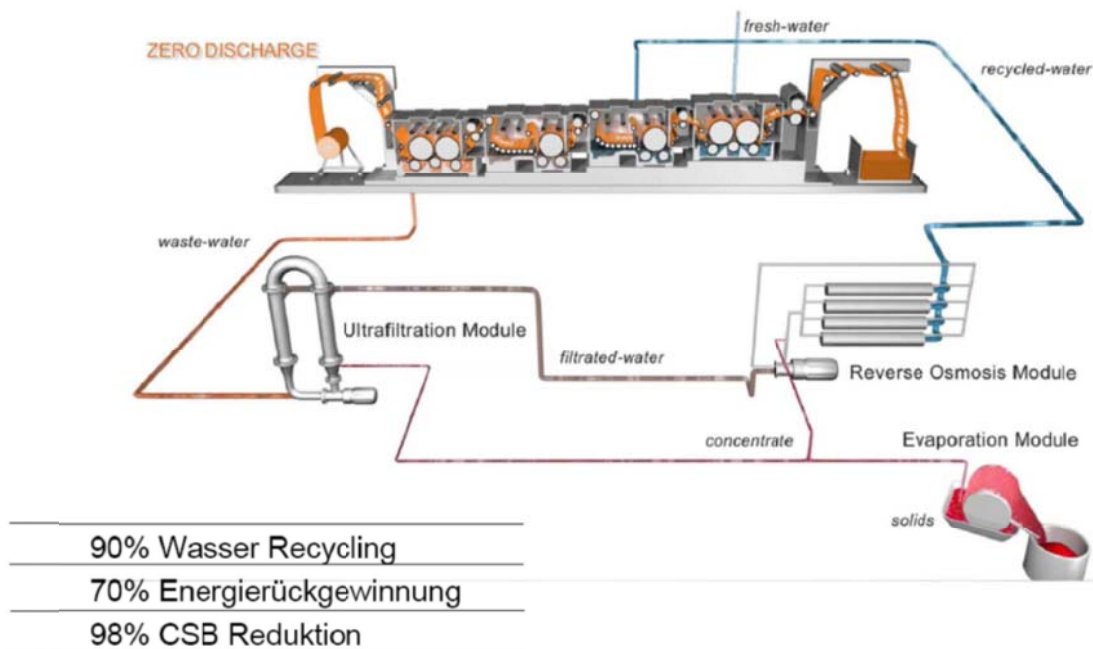


Abb. 6: Zweistufige Membranfiltrationsanlage zur Rückgewinnung von Wasser und Energie

## 5. Fallstudien

Obwohl die Veredlung von klassischen Geweben nach dem Kontinuumverfahren in vielen Fällen noch enormes Einsparungspotential beim Wasser- und Energieverbrauch birgt (einige Möglichkeiten wurden in diesem Bericht bereits vorgestellt), wird dies im Folgenden nicht als Fallstudie behandelt. Es wurden bewusst Beispiele gewählt, welche dem interessierten Leser neue Verfahren und Prozessrouten vorstellt.

### Ablöse der Ausziehfärberei durch Kontinuum-Prozesse

Die Veredlung von Maschenware nach dem Ausziehverfahren in Jetfärbemaschinen erfordert trotz enormer Anstrengungen der Maschinenbauer, das Flottenverhältnis zu reduzieren, immer noch grosse Wasser- und somit auch Energiemengen. Dagegen bietet das kontinuierliche offen-breite Veredeln neben den Qualitätsvorteilen vor allem Einsparungen an Wasser und Energie. Die CO<sub>2</sub> Emission kann bei kontinuierlicher Fahrweise im Gegensatz zum Ausziehprozess mit einem Flottenverhältnis von 1:7 um fast 2/3 reduziert werden. Die von Benninger angebotenen TRIKOFLEX Bleich- und Waschanlagen sowie der Benninger Küsters DyePad sind für eine solche Anwendung bestens geeignet.

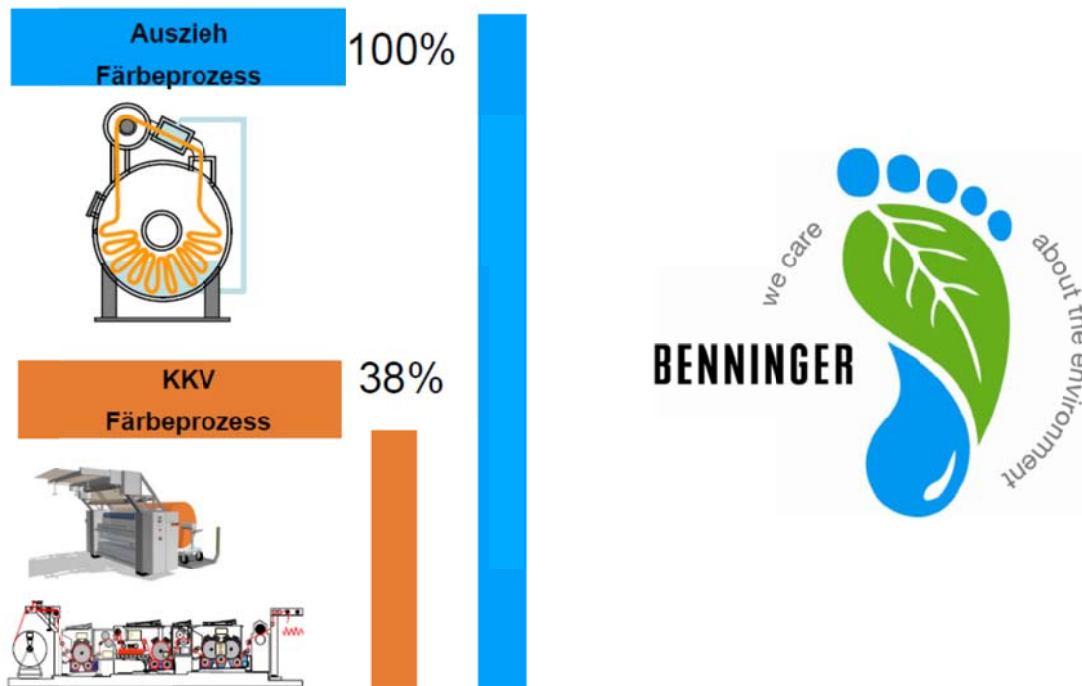


Abb. 7: Carbon Footprint (CO<sub>2</sub> Emissionen) für klassische und kontinuierliche Veredlung von Maschenware

Die Vorteile des Färbens von Frottee nach dem kontinuierlichen Verfahren folgen dem gleichen Gesetz wie der Maschenware. Auch hier wurde die Ablöse bereits global eingeleitet. Grosse, international führende Frotteehersteller haben bereits in Benninger Anlagen investiert und profitieren nun nicht nur von den geringen Verbrauchszahlen, sondern können stolz von CO<sub>2</sub> Emissionsreduktionen von mehr als 50% berichten.

**Kontinuierliches Veredeln von Frottee**

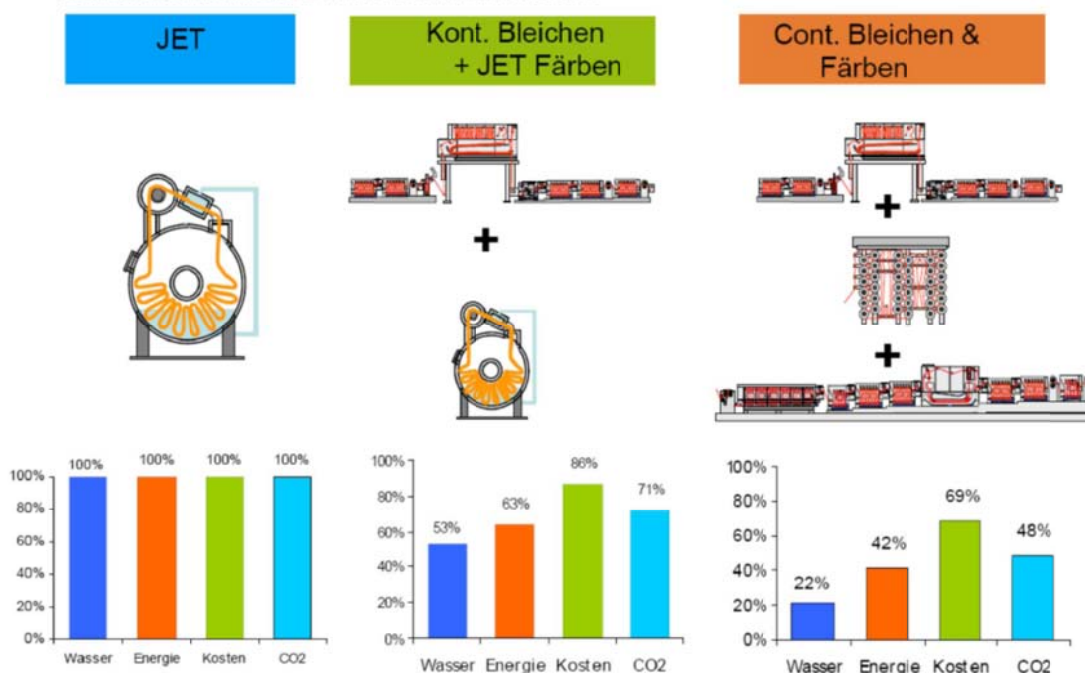


Abb. 8: Energie- und Wassereinsparungen durch kontinuierliche Veredlung von Frottee

### **Abwasserfreier Textilbetrieb**

Das Kyoto Protokoll legt verbindliche Ziele und Zeitpläne für die Emission der Treibhausgase fest. Auch die Textilindustrie kann hier ihren Beitrag leisten. Einer exakten Analyse der Verbraucher folgt eine Optimierung von Wasser- und Energieverbräuchen. Das kontinuierliche Färben und Veredeln von Textilien bietet hier Hand. Die Ablöse vom Ausziehverfahren wird nötig sein. Benninger verfügt nicht nur über das Know-how, Carbon und Water Footprints für verschiedenste Veredlungsrouten und Prozesse festzulegen, sondern bietet Maschinen mit einem besonders effizienten Umgang mit Wasser und Energie an. Ein ganz besonderes Highlight ist die Rückgewinnung von Wasser und Energie aus Benninger Anlagen, mit denen ein Ausbau bis zum abwasserfreien Textilbetrieb möglich ist.

### **Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte:**

Jürgen Ströhle  
CTO  
Benninger AG  
9240 Uzwil, Schweiz  
T +41 71 955 86 03  
F +41 71 955 86 91  
[juergen.stroehle@benningergroup.com](mailto:juergen.stroehle@benningergroup.com)  
[www.benningergroup.com](http://www.benningergroup.com)

Gerhard Schramek  
Technology TF  
Benninger AG  
9240 Uzwil, Schweiz  
T +41 71 955 86 21  
F +41 71 955 86 91  
[gerhard.schramek@benningergroup.com](mailto:gerhard.schramek@benningergroup.com)  
[www.benningergroup.com](http://www.benningergroup.com)