

Nachhaltige Fertigteilveredlung von Jeans & Freizeitbekleidung

- Traditionelle, klassische Verfahren
- Stand der Technik
- Neue maschinelle und verfahrenstechnische Konzepte
- Entwicklungsprojekte

Dipl. Ing. (FH) Peter Maier
Lilienweiß GmbH
Textile Dienstleistungen

Die Lilienweiß GmbH – Textile Dienstleistungen

Ein **Familienunternehmen in der 3. Generation** mit 15 Mitarbeitern in Remshalden bei Stuttgart

- 1926 Gründung als klassischer Wäschereibetrieb
- 1972 wurde mit der **Veredlung von Jeans / Fertigteilen** begonnen
- 1996 ausschließlicher Veredlungsbetrieb für Jeans und Freizeitbekleidung
- 2001 **Beratung und Seminare**
 - **Bekleidungsunternehmen**
 - Fertigteilveredlung
 - Denim-Herstellung
 - Textilchemische und –maschinen Industrie
- 2007 ... Modernisierung des Produktionsbetriebes & Erweiterung des Dienstleistungsportfolios
 - **Farbmanagement** individuelle Konzepte, technische Standards, Digitalisierung
 - **Textile Prüfungen** Fokus auf Gebrauchsechtheiten & Entwicklungen, Reparaturen
 - **Reparaturen** Echtheitsverbesserung, Flecken & Vergilbung, Näharbeiten
 - **Aufbereitung** hochwertige DOB & HAKA, Leder
 - **Entwicklungen** Nachhaltigkeit und Ressourcen schonende Fertigteilveredlung und Gewebeerstellung, z.B. mit Tonello, WEKO, DyStar
- 2017 Kooperation mit Dr. Bock Industries AG
- Aktuell **Investition in Produktion** und **Farbmanagement** - Aufbau eines physischen Farbachivs

Nachhaltigkeit – „Sustainability“

„Nachhaltigkeit ist die **Nutzung eines Systems in einer Weise, dass dieses System in seinen wesentlichen Eigenschaften erhalten bleibt** und sein Bestand auf natürliche Weise nachwachsen kann.“ – Quelle: Wikipedia

- Gleichstellung umweltpolitischer Ziele mit ökonomischen und sozialen Entwicklungszielen.
- Steht im Gegensatz zu Verschwendung und kurzfristiger Plünderung von Ressourcen.

Nachhaltige Entwicklung – „Sustainable Development“

„**Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden**“, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen“ – Quelle: Brundtland Kommission 1987

- Jede Generation darf nur die „Zinsen“ - den Zuwachs entsprechend der natürlichen Regenerationsrate nutzen - , während der Kapitalstock weder von der jetzigen, noch von zukünftigen Generationen angegriffen wird.
- Bezieht sich auf soziale, ökonomische und ökologische Aspekte.
- Nachhaltige Entwicklung stellt einen Kompromiss / eine Konsensformel dar, um Zielkonflikte zwischen Entwicklung und Umweltschutz in Einklang zu bringen.

CO₂-Fußabdruck

Der **CO₂-Fußabdruck**, auch **Product Carbon-Footprint „PCF“** genannt, ist ein **Maß für den Gesamtbetrag von Kohlenstoffdioxid-Emissionen** (gemessen in g CO₂ eq.), der über die Lebensstadien eines Produkts entsteht.

Der **Produktlebenszyklus umfasst die gesamte Wertschöpfungskette**:

- Herstellung, Gewinnung und Transport der Rohstoffe und Vorprodukte
- Produktion und Distribution
- Nutzung
- Entsorgung / Recycling

Produkt	Bemerkung	g CO ₂ eq.
Orangensaft	1000 mL, aus Konzentrat	1.000
Öko Jeans	aus Bio-Baumwolle, in Europa produziert	4.000
T-Shirt	aus Baumwolle in Asien produziert	8.000
Leuchtstofflampe	20 W, 1.000 Stunden Gebrauch	12.000
Butter	1000 g	22.000
Konventionelle Jeans	aus Baumwolle, in Asien produziert	25.000
Steak	600 g, Argentinien	25.000
PKW-Fahrt	< 1.400 cm ³ , Dieseldieselkraftstoff, Distanz 500 km	94.000

Lebenszyklusanalyse

Eine **Lebenszyklusanalyse**, auch **Ökobilanz** oder **Life Cycle Assessment „LCA“** genannt, ist eine **umfangreiche systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten** während des gesamten Lebensweges - „von der Wiege bis zur Bahre“ – „*from cradle to grave*“.

- Eine vollständige Ökobilanz umfasst:
- Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen
 - Sachbilanz
 - Wirkungsabschätzung und
 - Auswertung

Mediale Präsenz

- „Jeans sind in Ihrer Herstellung das wohl schmutzigste Kleidungsstück überhaupt“ und „die Jeansproduktion bringt Menschen um, denn die Hosen werden sandgestrahlt, damit sie alt aussehen“ – Quelle: SWR2 Impuls
- „Eine konventionelle Stone-Washed Jeans benötigt für Bewässerung der Baumwolle, Herstellung und Wäsche 6.000 Liter Wasser.“ – Quelle Internet
- Aufgrund der medialen Präsenz – Beiträge über die Herstellungsbedingungen und Veredlungsverfahren – **nimmt die Jeans eine Schlüsselposition im Öko-Marketing** von Bekleidungsunternehmen ein.

Eingeschränkt nutzbare Substanzen

- Multinationale Bekleidungsunternehmen und Textilverbände erstellen **Listen eingeschränkt nutzbarer Substanzen „RSL“ = Restricted Substances List.**
- Die mit der Einhaltung verbundenen **Prüfkosten** sind **immens.**

Ökolabels

- Es haben sich eine Vielzahl von **Ökolabels** entwickelt. Diese sind dem Kunden / Endverbraucher größtenteils unbekannt.
- Die Zertifizierung ist zeitaufwendig und häufig mit sehr hohen Kosten verbunden.

Denim-Herstellung und Fertigteilveredlung heute

Anforderungen an Veredlungsunternehmen und modische Entwicklungen

- Das Bekleidungsunternehmen / der Kunde fordert aufgrund modischer Entwicklungen eine **Vielzahl an Bearbeitungstechniken und Verfahren**.
- Durch modische, authentische und qualitativ einwandfreie Waschungen & Färbungen wird eine deutliche **Wertsteigerung** des Endproduktes erzielt.
- In den Fertigteilveredlungsbetrieben werden nicht mehr nur Jeans stone-gewaschen und gebleicht, sondern in aufwendigen, teils **manuellen Verfahren** bearbeitet.

Herausforderungen für die Veredlungsbetriebe

- Die Techniken, die in den vergangenen Jahren für Jeanswear entwickelt wurden – **Used-Effekte, waschbeständige 3D-Effekte, spezielle Überfärbe- und Bleichtechniken** – werden heute auch **auf Freizeitbekleidung appliziert**.
- Unter dem **hohen Preisdruck** bei gleichzeitig überproportional stark gestiegenen Kosten für Wasser, Chemikalien und Löhnen **fehlt** den Veredlungsbetrieben häufig das **Kapital, um in moderne Maschinen und Technologie zu investieren**.



Denim-Herstellung und Fertigteilveredlung heute - Ökologie

- Die Textilveredlung ist eine sehr **wasser-** und **energieintensive Industrie:**

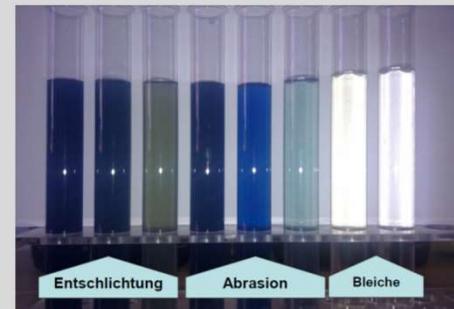
Wasserverbrauch für die Herstellung einer Jeans (500 g)

Baumwollanbau 2.500 bis 11.500 L
konventionell, je nach Region

Denim-Herstellung 20 bis 100 L

Fertigteilveredlung 20 bis 250 L

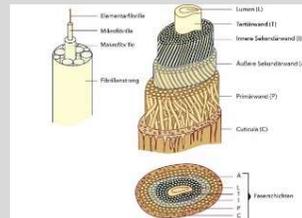
- Textilhilfsmittel und Farbstoffe belasten das Abwasser und sind teilweise schwer abbaubar.
- Textile Abwässer müssen aufwendigen und **kostenintensiven Klärprozessen** unterzogen werden.
- Hoher Bedarf an **maschineller und verfahrenstechnischer Optimierung** und der **Entwicklung Ressourcen schonender Prozesse.**



Baumwolle als wichtigste Faser für Jeans

Baumwolle ist die mit Abstand **wichtigste Faser** in der Herstellung von Jeans

- Im Jahr 2016 wurden annähernd 30 Mio. Tonnen Baumwolle auf einer Fläche von ca. 40 Mio. Hektar angebaut.
- Die **Anbaufläche steht nicht für die Nahrungsmittelherstellung zur Verfügung.**
- Zur **Bewässerung** der Felder werden 6 % des global zur Verfügung stehenden Süßwassers eingesetzt.
- Der **konventionelle Anbau** von Baumwolle in Monokulturen – **belastet das Grundwasser** – Dünge- und Pflanzenschutzmittelrückstände.
- Etwa 10 % der globalen Baumwollproduktion werden für die Herstellung von Jeans verwendet.



Alternative **Biobaumwolle – „Organic Cotton“**

- Nicht genetisch modifiziertes Saatgut.
- Verzicht auf synthetische Dünge-, Pflanzenschutz- und Entlaubungsmittel.
- Keine künstliche Bewässerung.
- Fairer Handel.
- Der **Anteil an Biobaumwolle beträgt zur Zeit ca. 1,5 % der Gesamtanbaufläche.**



Celluloseregeneratfasern & Faserrecycling

Celluloseregeneratfasern

- Höherer Ertrag auf vergleichbarer Anbaufläche
- Deutlich geringerer Wasserverbrauch
- Keine Gewässerverunreinigung durch Düngung / Pflanzenschutzmittel
- Geringere CO₂-Emission im Vergleich zur PES-Faserherstellung
- Gewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen

Leinen & Flachs

Fasern aus recycelten Materialien

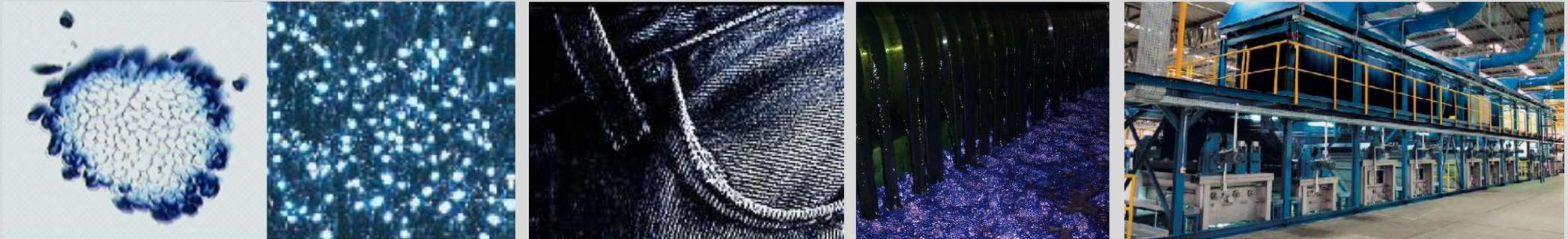
- **Polyester**, aus PET-Flaschen, noch überwiegend für technische Textilien
- **Baumwolle, Viskose & Tencel[®]**, aus Abfällen der Gewebeerstellung oder getragener Kleidung
- Neue Fasern – z.B. Seawool[®]

Faser	Anbaufläche / 1000 kg Faser	Wasserverbrauch / kg Faser
Baumwolle	ca. 1,0 Hektar	5.500 bis 25.000 L
Viskose	0,3 bis 0,7 Hektar	350 – 450 L
TENCEL [®]	ca. 0,25 Hektar	ca. 250 L

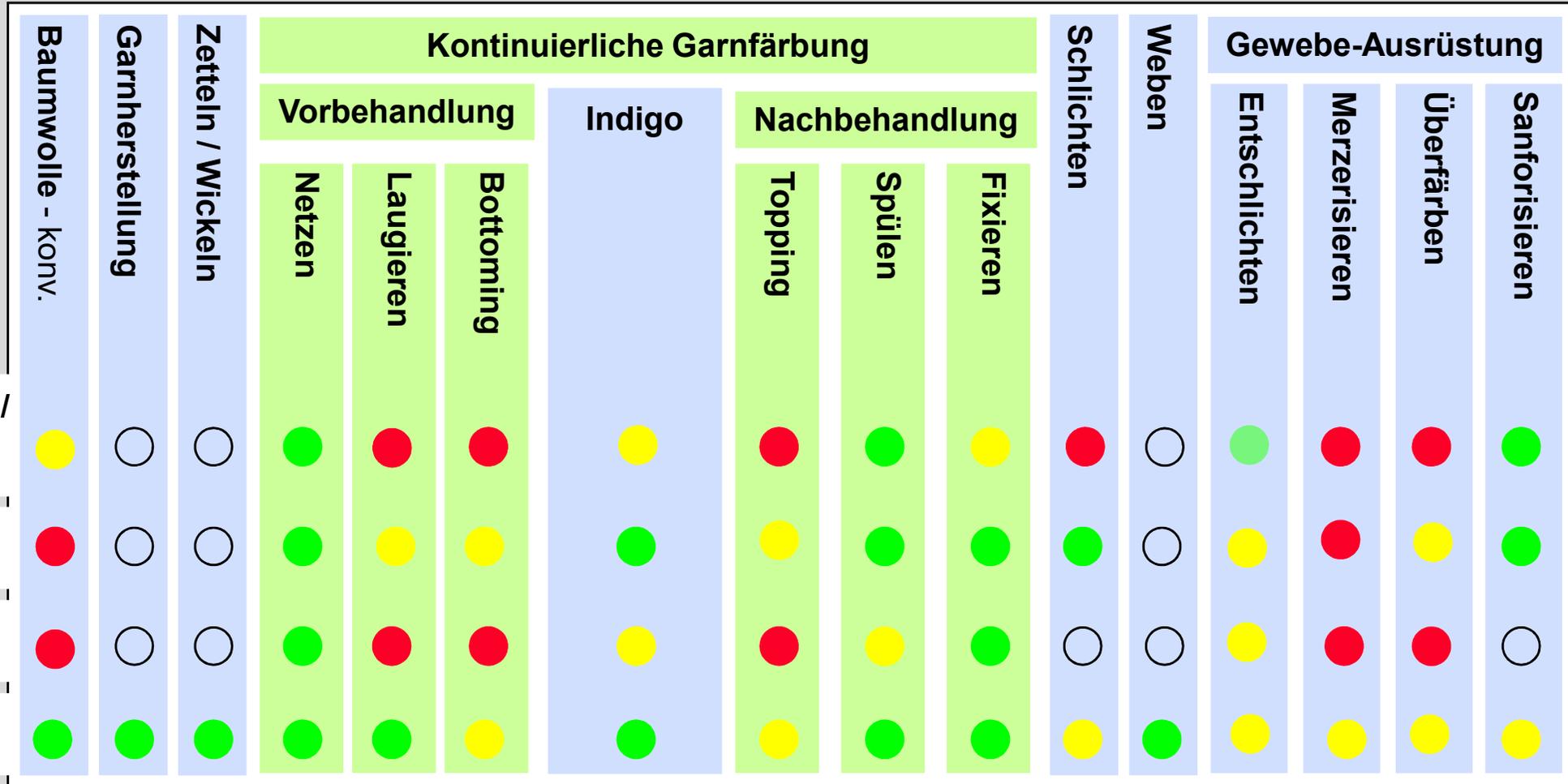


Die kontinuierliche Garnfärbung – Voraussetzung für Wash-Down & Used-Effekte

- Indigo wird aufgrund seiner **verhältnismäßig geringen Substantivität** in mehreren – üblicherweise 4 bis 10 – Tauchzügen oder „Dips“ gefärbt.
- Dabei resultiert die für Denim typische **Ring- oder Mantelfärbung**, welche Grundvoraussetzung für viele Effekte und für das typische Wash-Down-Verhalten verantwortlich ist.
- Traditionell wird der blaue, wasserunlösliche und nicht färbbare Indigo mittels Natriumdithionit und Natriumhydroxid in seine **wasserlösliche, färberische, gelbe Leukoform überführt – Stammküpe**.
- Aufgrund modischer Anforderungen werden Kettgarne heute nicht nur mit Indigo gefärbt, sondern mit Schwarz oder Buntfarbstoffen vor- oder überfärbt – **Bottoming & Topping**.
- Die wichtigste Farbstoffklasse für das Bottoming & Topping sind **Schwefelfarbstoffe**.



Ökologische Bewertung des Herstellungsprozesses von Denim



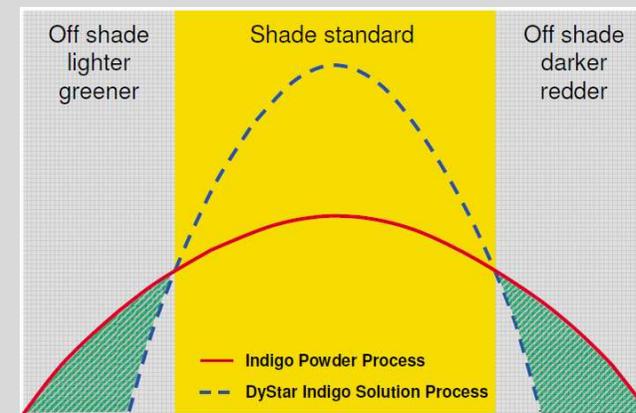
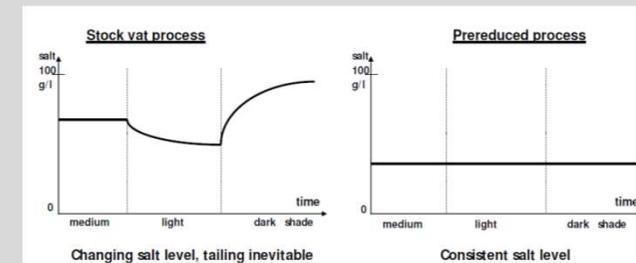
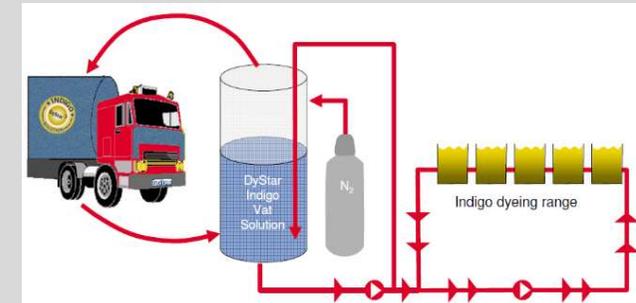
○ kein Umwelteinfluss ● geringer Umwelteinfluss ● moderater Umwelteinfluss ● signifikanter Umwelteinfluss

Industrielle Färbemethoden für Indigo

1. Traditionelle Färbemethode mit **Stammküpe**.
2. Stand der Technik – das Färben mit **vorreduziertem Indigo**.
 - Üblicherweise wird die Indigofärbung bei **Raumtemperatur** durchgeführt und die **Färbebäder recycelt**.
 - Die drei wichtigsten chemischen Hilfsmittel in der Indigofärbung sind der **Farbstoff** (Indigo), das **Reduktionsmittel** (Natriumdithionit) & **Alkali** (Natronlauge).
 - Vorreduzierter Indigo wird durch eine **katalytische Hydrierung** in die wasserlösliche, aktive Form überführt. Der Katalysator wird recycelt.
 - Das Färben mit vorreduziertem Indigo resultiert gegenüber dem Färben mit einer Stammküpe in deutlichen Einsparungen hinsichtlich der eingesetzten chemischen Hilfsmittel:

Natriumdithionit	– bis zu 70%
Natronlauge	– bis zu 70%
Indigo	– helle & mittlere Nuancen, 5 bis 10 % – dunkle Nuancen, bis zu 20 %

Durch die Verwendung von vorreduziertem Indigo wird eine **deutliche Qualitätsverbesserung** erzielt und die **Färbeprozesskosten reduziert**.



Quelle: DyStar GmbH

Das Färben mit Schwefelfarbstoffen – Stand der Technik

- **Schwefelfarbstoffe** sind die **wichtigste Farbstoffklasse** für das Bottoming und Topping sowie für das Färben von Black-Denim.

- Die kritischen Parameter unter ökologischen Aspekten sind:

Farbstoff	Sulfidgehalt, Farbigkeit des Abwassers
Reduktionsmittel	Beeinträchtigung der Abwasserklärung – CSB, BSB
Alkali	Natriumhydroxid, Neutralisation erforderlich
Thermische Energie	Färbetemperatur 70 bis 80 °C
Wasserverbrauch	Nachbehandlung – Ausspülen von nicht fixierten Farbstoff, Chemische Oxidation, Fixierung

- In weniger modernen Denim-Betrieben, v.a. in Asien, werden traditionelle, pulverförmige Schwefelfarbstoffe mit **Natriumsulfid** reduziert und gefärbt. Dieses Färbeverfahren **belastet das Abwasser stark**.

- Den Stand der Technik stellen **vorreduzierte Schwefelfarbstoffe** mit reduziertem Sulfidgehalt dar – z.B. Diresul RDT Farbstoffe (Archroma).

- In modernen Färbereien wird als Reduktionsmittel für Schwefelfarbstoffe **Dextrose / Glukose** verwendet und die **Färbebäder werden recycelt**.

- Durch **chemische Weiterentwicklung der Farbstoffe, maschinelle und verfahrenstechnischer Optimierung** sowie das **Recycling von Färbebädern**, ist die **Ökobilanz der Schwefelfärbung deutlich verbessert worden**.



Färbeverfahren für Schwefelfarbstoffe unter ökologischen Aspekten

Färbeprozess	Klassisch		„Advanced Denim“ 	
			Pad/Ox	Pad/Sizing/Ox
Geeignet für kurze Metragen	Nein	Nein	Ja	Ja
Geeignet für alle Farbtiefen	Ja	Ja	(Ja)	Nicht für dunkle
Besondere Hilfsmittel erforderlich				
Farbstoffe	Pulver, nicht reduziert	Flüssig, vorreduziert	Diresul RDT & Diresul Indi... RDT Farbstoffe flüssig, vorreduziert	
Sulfidgehalt der Farbstofflösung	hoch	gering	gering	
Reduktionsmittel	Natriumsulfid	Glukose	Glukose	
Wasserverbrauch ¹⁾	12 – 16 L/kg	10 – 12 L/kg	2 – 3 L/kg	< 1 L/kg
Abwasserbelastung ²⁾	●	●	●	●
Energieverbrauch	●	●	●	●

¹⁾ Ohne Vorbehandlung, mit Nachbehandlung – Spülprozesse & Oxidation

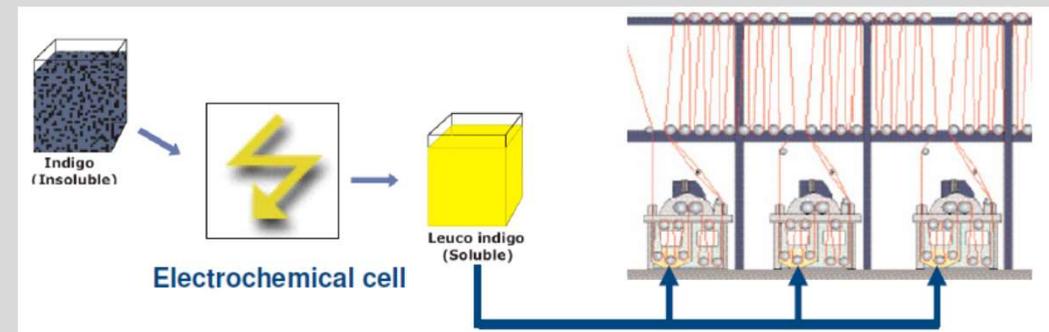
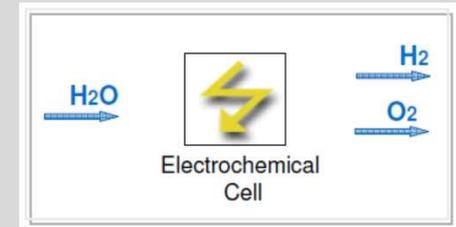
²⁾ bezogen auf BSB, CSB, Alkalität

○ kein Umwelteinfluss ● geringer Umwelteinfluss ● moderater Umwelteinfluss ● signifikanter Umwelteinfluss

Die Zukunft des Färbens mit Indigo und Schwefelfarbstoffen

Elektrochemisches Färben und Farbstoff-Recycling

- Die Farbstoffe werden **elektrochemisch reduziert anstatt mit chemischen Reduktionsmitteln** wie z.B. Natriumdithionit, Natriumsulfid oder Glukose.
- Die Elektrizität kann **aus erneuerbarer Energie** gewonnen werden.
- **Chemische Reduktionsmittel werden nicht mehr benötigt.**
- Schwefelfarbstoffe können direkt elektrochemisch reduziert werden.
- Indigo und Küpenfarbstoffe werden mittels Katalysator (DyStar/Archroma) oder direkt (RedElec) reduziert.
- **Denim Hersteller untersuchen die Rückgewinnung von Indigo und Schwefelfarbstoffen** aus dem Abwasser der Färberei und der Ausrüstung. Das **recycelte Abwasser kann als Prozesswasser wieder verwendet werden.**
- Zur Zeit sind die **elektrochemischen Zellen** für die Reduktion von Farbstoffen sowie die **Nanofiltration für das Recycling** von Farbstoffen und **Prozesswasser noch verhältnismäßig teuer.**
Die Amortisation liegt bei über 10 Jahren.



Denim – Gewebe-Ausrüstung

Nachdem in den vergangenen Jahren sehr viele Entwicklungen **ihren Ursprung im Bereich von Färbungen und der Fertigteilveredlung** hatten, steht **heute die Gewebe-Ausrüstung im Vordergrund**.

Es wurde sowohl in Anlagen, als auch in die Entwicklung neuer Verfahren investiert.

Dieser **Trend wird sich** in den nächsten Kollektionen **fortsetzen**.

Ausrüstungseffekte für Denim-Gewebe

- **„Flat“ oder „Ammonia“** Denim-Gewebe mit Glanz und flacher Optik ohne Kontrast
- **„Coated“** beschichtete Gewebe
- **„Resin“ Finish** mit Kunstharzen und / oder Acryldispersionen ausgerüstete Denim-Qualitäten
- **„Over-Dyed“** überfärbte Denim-Gewebe
- **„Raw“** natürlicher Griff und unbehandelte Optik
- **„Emerized“ oder „Calandered“** Schmirgeln & Kalandern – angenehmer Griff oder Glanz

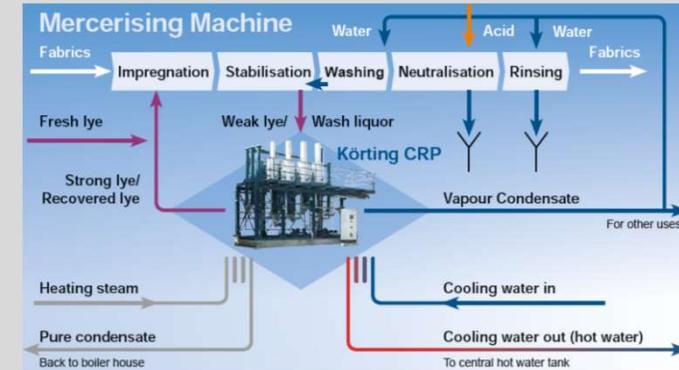
Denim-Gewebe Ausrüstung – Mercerisation „Flat Finish“

- Die Gewebe-Mercerisation ist mittlerweile eine **Standard-ausrüstung** für Denim-Gewebe.
- Es entstehen **Glanz, natürlicher weicher Griff** und eine „flache“ **Optik** nach dem Wash-Down.
- Zwei Verfahren:

Mercerisation mit Ammoniak	< 10 %
Mercerisation mit Natronlauge	> 90 %
- Bei der Mercerisation mit **Ammoniak** wird das Alkali verfahrenstechnisch **fast vollständig recycelt**.
- Bei der Mercerisation mit **Natriumhydroxid** wird die Lauge in den Spülprozessen ausgewaschen und **belastet das Abwasser stark**.
- Der **Verbrauch** an **Natriumhydroxid** in einer Mercerisieranlage beträgt ca. **3,0 bis 6,0 t/d**.
- Das Abwasser kann nicht direkt in eine Kläranlage eingeleitet werden. Zur **Neutralisation** des Abwassers werden zusätzlich **2,0 bis 4,0 t/d Salzsäure** verbraucht.
- **Einsparpotential durch Laugenrückgewinnung / Recycling**

Recycling von Natriumhydroxid	500.000,- €/a
Nicht benötigte Salzsäure	400.000,- €/a

Warmes enthärtetes Betriebswasser durch Wärmerückgewinnung.



Quelle: Körting AG

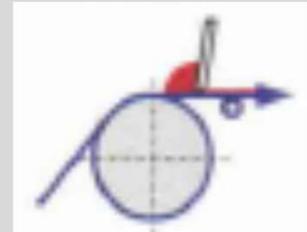
Beschichtung von Denim-Geweben

Beschichtete Gewebe sind in jeder Kollektion enthalten und aufgrund der **Vielfalt an erzielbaren Effekten** ein wichtiger Bereich für weitere Entwicklungen.

- **Überfärben** mit Indigo, Pigmenten oder Schwefelfarbstoffen
- **Griffliche Veränderungen & Glanz**
z.B. Leder-Finish, Paper-Touch, Silk-Touch, permanente Weichheit
- **Veränderung des Wash-Down-Verhaltens** – flache Optik
- **Farbstoff-Fixierung**

Beschichtungsanlagen sind **Minimalauftragssysteme** und Beschichtungseffekte unter ökologischen Aspekten vorteilhaft.

Offene Rakel

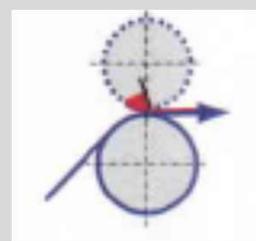
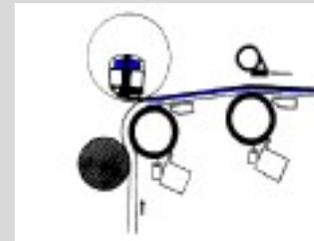


Rollrakel

Luftrakel

Geschlossene Rakel

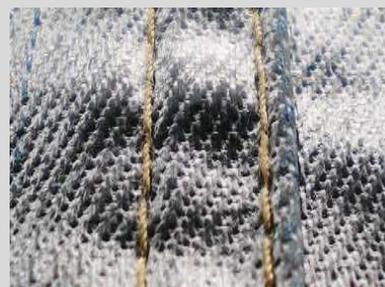
Schablone / Druck



Indigo Coat



Reverse Dyed



Glossy Finish



Inverse Denim

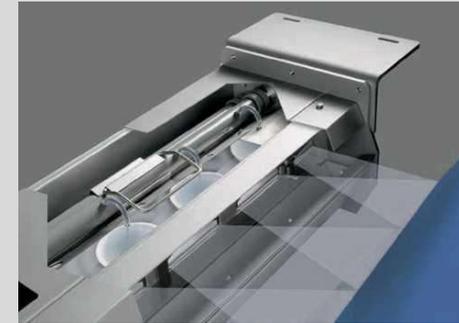


Glitter Coating

Entwicklungsprojekt – Ausrüstungseffekte mittels Sprühauftrag

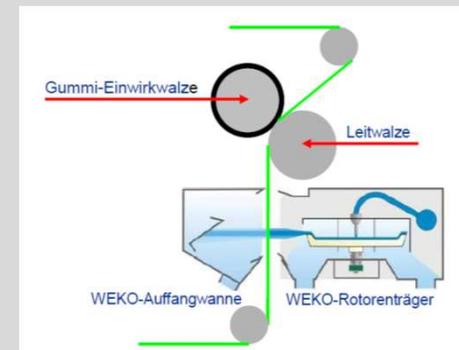
Prinzip:

- Der **Produktauftrag** erfolgt **durch Sprühteller, sog. Rotoren**.
- Die Rotoren drehen mit hoher Geschwindigkeit und werden mittels einer kontinuierlich arbeitenden Versorgungseinheit mit Auftragslösung versorgt.
- Die **Rotorenteller erzeugen einen gleichmäßigen Strom feinsten Mikrotröpfchen**.



Einsatz / Verwendung:

- Stand der Technik Feuchtigkeitsregulierung nach dem Spannrahmen
- **Entwicklungsprojekt** Auftrag von Weichgriffmittel an Sanforanlagen



Vergleich Produktauftrag:

Auftragssystem	Flottenaufnahme	Produktaufnahme	Wasseraufnahme
Foulard / Tauchtrog - klassisch	ca. 70 %	1 bis 15 %	700 g/kg
Sprühauftrag	5 bis 20 %	bis zu 90 %	50 – 200 g/kg

Vorteile:

- **Geringerer Energieverbrauch** – Reduzierung um bis zu 70 %
- **Höhere Maschinengeschwindigkeit** – theoretisch bis 150 %
- **Geringerer Produktverbrauch** bei vergleichbaren Effekten – 40 bis 70 %

Quelle: WEKO

Fertigteilveredlung – Maschinelle Ansätze & Energiemanagement

- Durch den Einsatz **moderner Trommelwasch- und Färbemaschinen** resultiert ein deutlich geringer Verbrauch an Roh- und Hilfsstoffen:

Wasser	bis zu 60 %
Textilhilfsmittel & Grundchemikalien	bis zu 40 %
Farbstoffe	bis zu 10 %
Thermische Energie	bis zu 60 %

- **Abwasser- und Abluftwärmerückgewinnung** ermöglichen eine Energieeinsparung von bis zu 30%.

- Klärung des Abwassers mittels geeigneter Verfahren ermöglicht teilweises **Recycling des Betriebswassers**.

Sedimentation von Schlamm / Bimsstein
Neutralisation / pH-Wert-Regulierung
Teilentfärbung durch Flockung und Ausfällung

Akzeptable Investitions-
und Betriebskosten
Rentabel

Feinfiltration / Ultrafiltration
Vollständige Entfärbung durch Ozonolyse
Entsalzung durch Osmose

Noch hohe Investitions- und
Betriebskosten
Noch nicht rentabel



Ökologischer Vergleich von Waschmaschinen – „Barrel“ vs. „Drum“

Bezeichnung	„Belly“- / „Barrel“-Waschmaschine	„Drum“- / Trommelwaschmaschine
		
Preis	10.000,- bis 15000,- €	60.000 bis 90.000,- €
Technische Eigenschaften		
Prozesskontrolle	manuell	automatisch
Zugabe von Hilfsmitteln	manuell	automatisch
Trommeldrehgeschwindigkeit	konstant	frei einstellbar
Effizienz von Spülprozessen	gering	hoch
Reproduzierbarkeit der Wascheffekte	schwierig	gut
Flexibilität	gering	hoch
Flottenverhältnis	1:10 bis 1:20	1:6 bis 1:10
Beispiel – Enzym-Bleach, Beladung 100 kg Jeans		
Wasserverbrauch	165 L/kg	70 L/kg
Chemikalien und Hilfsmittel	22,1 kg	13,2 kg
Thermische Energie		

- 60 %
- 40 %
- 60 %

Wasch- und Färbeverfahren – Beurteilung unter ökologischen Aspekten

Das größte Potential zur Minimierung der Umweltbelastung liegt im:

- **Stone-Wash-Prozess**
- **Bleichen**
- **Färbeverfahren**

	Waschen				Bleichen				Färbeverfahren ²⁾						
	Rinse- & Soft Wäsche	Garment Wäsche	Enzymwäsche	Stone Wäsche	Hypochlorit	Permanganat	Glukose	Ozon - klassisch	Direkt / Substantiv	Säure / Metallkomplex	Reaktiv	Pigment	Schwefel	Old - / Antik-Dye	Cold-Dye ³⁾
Hilfsmittel / Farbstoffe	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wasserverbrauch in [L/kg] ¹⁾	10	30	60	70	40	40	60	20	60	60	120	70	80	80	40
Abwasserbelastung	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Energieverbrauch	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

○ kein Umwelteinfluss ● geringer Umwelteinfluss ● moderater Umwelteinfluss ● signifikanter Umwelteinfluss

¹⁾ Flottenverhältnis 1:10;

²⁾ inklusive Vorbehandlung;

³⁾ Recycling der Färbeflotte

Bleichen von Jeanswear

- Beim Bleichen werden Indigo und / oder Schwefelfarbstoffe lokal oder flächig entfernt oder zerstört.
- Das Bleichen **dient nicht mehr nur dem Aufhellen**. Dem Veredlungsbetrieb stehen heute eine **Vielzahl an Bleichmittel** zur Verfügung.
- Durch die Wahl des Bleichmittels kann die Farbe / Nuance beeinflusst werden.

Bleichverfahren

Oxidativ Zerstörung des Farbstoffs

Reduktiv Überführen der Farbstoffe in die wasserlösliche Form und Ausspülen

Bleichmittel	Chemische Formel	Chemische Reaktion	Marktanteil
Hypochlorit	NaOCl	Oxidativ	ca. 70 %
Permanganat	K/NaMnO ₄		ca. 20 %
Persulfate	K ₂ /Na ₂ S ₂ O ₈		< 3 %
Enzyme	Oxidoreductase		< 2 %
Ozon	O ₃		< 1 %
Peroxoverbindungen	...-O-O-...		< 2 %
Glukose	C ₆ H ₁₂ O ₆	Reduktiv	< 3 %
Sulfinsäuren	R-S(O)OH		< 1%

- **Hypochlorit** ist aufgrund **globaler Verfügbarkeit**, des **niedrigen Preises** und dem vergleichsweise **einfachen Bleichverfahren** das mit Abstand **wichtigste Bleichmittel**.
- **Natürliche, kontrastreiche Nuancen** sind durch die Verwendung von **Permanganat, Oxidoreductase** oder organischen Peroxyden erzielbar.
- Das **Bleichen mit Dextrose / Glukose, „Zucker“** ist unter ökologischer Betrachtung **nicht empfehlenswert** – Alkalität, BSB & CSB, energetischer Aufwand, Wasserverbrauch.

Bleichen mit Ozon – Traditionelles Verfahren

Ozon wird heute überwiegend **in geschlossenen Tumble-Trocknern** appliziert.

Die Jeans werden üblicherweise **nach dem Trocknen am Ende des Veredelungsprozesses** mit Ozon behandelt.

Vorteile gegenüber klassischen Bleichmitteln und –verfahren:

- **neue, interessante Effekte.**
- **Used-Effekte** werden **verstärkt und authentischer**, natürlicher.
- deutliche **Reduzierung von Backstaining.**

Nachteile

- **Gefahr von Faserschädigung bei starker Aufhellung / Bleiche** – Ozon ist ein sehr starkes Oxidationsmittel und zerstört neben dem Farbstoff auch die Fasern / Baumwolle.
- Ozon hat in der Gasphase ein relativ geringeres Oxidationspotential = geringe Bleichwirkung.
- Die **Effekte** sind **nicht waschbeständig.**
- **Zusätzlicher Neutralisationsprozess** erforderlich, dadurch nur **geringe Wasserersparnis.**
- **Bei unvollständiger Neutralisation** resultiert ein **unangenehmer Geruch** der behandelten Teile - auch nach längerer Lagerung und **Vergilbungsgefahr.**

Bleichen mit Ozon – nach dem EcoOxidizer Verfahren

Das patentierte EcoOxidizer Verfahren wurde von der Prominent Dosiertechnik GmbH, Tonello srl und der Lilienweiß GmbH entwickelt.

Das Verfahren wird von **Tonello srl** unter dem Namen „Ecofree“ vermarktet.

Prinzip:

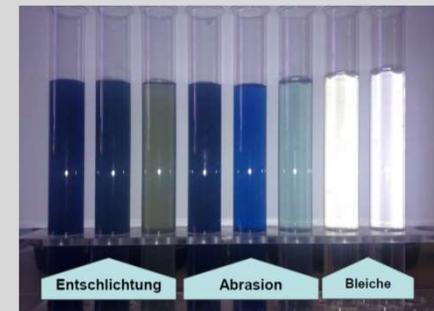
- **Ozon** wird über statische Mischer **in Wasser fein dispergiert, stabilisiert** und in eine geschlossene Waschtrommel überführt.
- Die **Spülprozesse** werden **durch eine Reinigungsstufe mit Ozon ersetzt**.
- Die **Vorwäsche und die abrasive Stufe** werden **einbadig** durchgeführt.
- Das **Bleichen** und Weichmachen ggf. in separaten Bädern.

Vorteile:

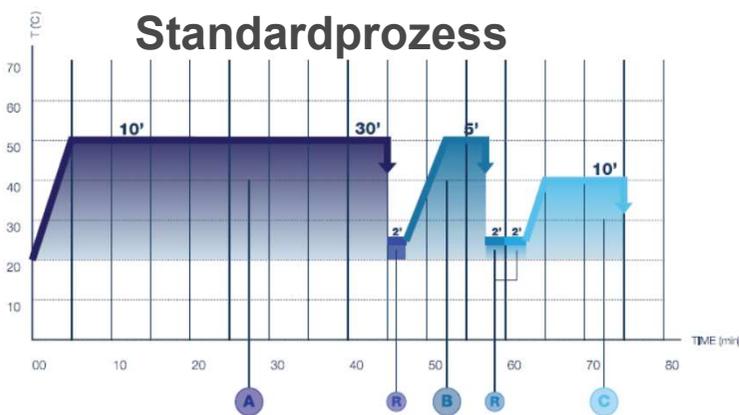
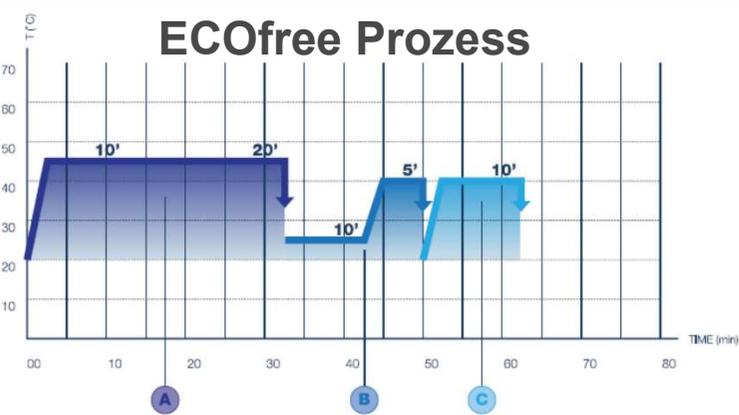
- Verfahren kann in allen **Wasch- & Bleichprozessen** eingesetzt werden.
- Einsparung **50 bis 75% Wasser**
bis zu 80 % Chemikalien & chem. Hilfsmittel
bis zu 80 % thermische Energie
- **Reduzierung der Abwasserbelastung** – qualitativ, farbloses Abwasser
- **Kein Backstaining** auf den Jeans
- **Bis zu 20 % kürzere Prozessdauer**



Quelle: Tonello srl



Bleichen mit Ozon – nach dem EcoOxidizer Verfahren

	Bäder	Wasserverbrauch	Prozessdauer
<p>Haushaltswäsche, 60 °C, ohne Vorwäsche Standard Haushaltswaschmaschine Moderne Haushaltswaschmaschine</p>		<p>20 L/kg 10 L/kg</p>	
<p>Standardprozess</p>  <p> <ul style="list-style-type: none"> A Desizing Enzyme wash R Rinsing B Soaping R Rinsing R Rinsing C Softener </p>	6	30 L/kg	80 Minuten
<p>ECOfree Prozess</p>  <p> <ul style="list-style-type: none"> A Desizing Enzyme wash B ECOFREE bath cleaning Neutralizing C Softener </p>	3	<p>15 L/kg</p> <p>- 50 %</p>	<p>65 Minuten</p> <p>- 20 %</p>

Minimalauftragssystem für Wasch- und Färbeprozesse

Eigenschaften / Prinzip

- **Luft, Wasser, chemische Hilfsmittel und / oder Farbstoffe** werden vermengt, in sehr kleine, sog. **“Nano-Bläschen”** **verwandelt** und auf die Fertigteile in der **sich drehenden Wasch- / Färbetrommel gesprüht**.
- Bestehende Trommelwasch- und Färbemaschinen können mit diesen Systemen ausgerüstet werden. Es muss nicht in neue Maschinen investiert werden.
- **Vielfalt an applizierbaren Produkten und modischen Effekten**
 - Kunstharze & Acryldispersionen – Resin-Finish & permanente 3D-Effekte
 - **Weichgriffmittel**
 - Farbfixiermittel
 - Funktionelle Ausrüstungen – z.B. wasserabweisend, Easy-Care-Ausrüstung
 - Spezielle Färbefeffekte – z.B. Cold-Dye, Spray-Dye
- Einsparungen
 - **Wasser** – es kann bei sehr kurzem Flottenverhältnis gearbeitet werden – 1:1
 - **Energie** – bis zu 80 % weniger Trocknungsenergie erforderlich
 - **Chem. Hilfsmittel** – geringer Verbrauch, oberflächlichen Auftrag, bis zu 50 %
 - **Zeit** – kurze und einfache Prozesse
- Anbieter – z.B. Tonello srl. – **“Core”**, Jeanologia – **“E-Flow”**



Optimierung von Trocknungsprozessen – Ökologie & Qualität

Bei der **Trocknung** der Fertigteile am Ende der Veredlungsprozesse wird häufig ein **Vielfaches der Energie der Wasch- und Färbeprozesse verbraucht**.

Trocknungsprozesse in Tumble-Trocknern **werden** üblicherweise indirekt – mittels **Messung / Regelung der Zu- und Ablufttemperatur** gesteuert.

Dabei ist die **tatsächliche Temperatur der Fertigteile** nicht steuerbar bzw. kontrollierbar.

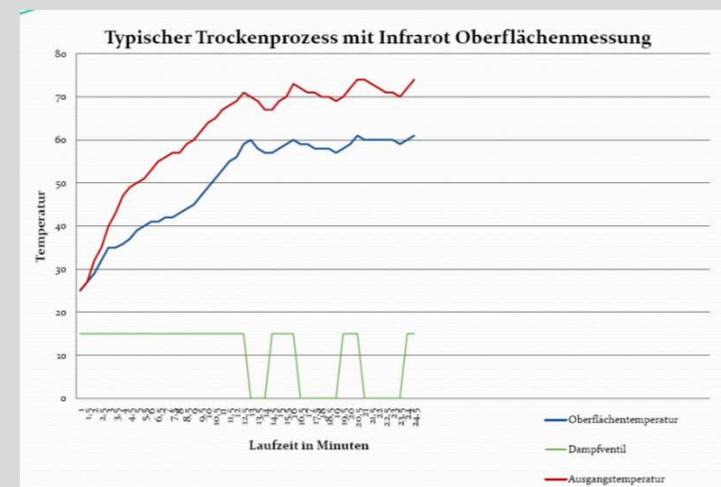
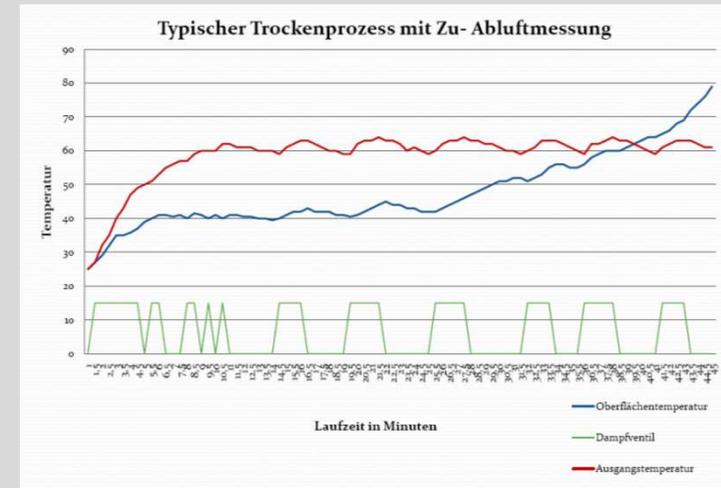
Es resultieren:

- **Hoher Energieverbrauch** bei Übertrocknung
- **Maßhaltigkeitsprobleme** durch Schwankungen in der Trocknungstemperatur oder unvollständige Trocknung.

Lösungsansatz:

Berührungslose Temperaturmessung und –regelung mittels online **Wärmestahlungsmessung** während der Trocknung.

- Reduzierung der Trockenzeit bis zu 30 %
- Senkung des Energieverbrauchs bis zu 25 %
- Deutlich gleichmäßigere Einlaufwerte Stretchqualitäten!



Quelle: Tonello srl

Used-Effekte

Prinzip:

Durch mechanischen Abrieb und / oder chemische Zerstörung werden Farbstoff und Fasern von der Gewebeoberfläche entfernt.

Mechanische Methoden:

- Schmirgeln – manuell
- Bürsten - manuell und automatisch
- Sandstrahlen - manuell

Chemische Methoden:

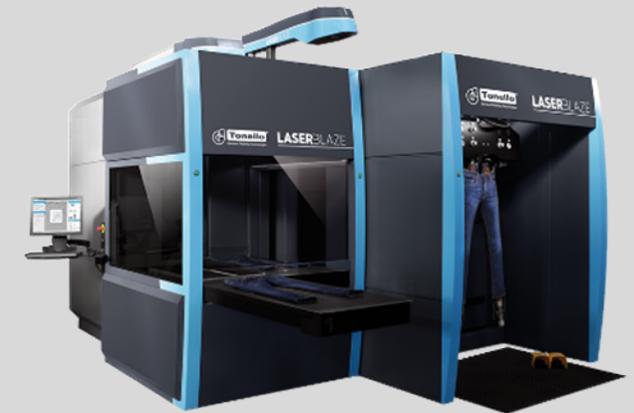
- Sprühen von Bleichmittellösung – manuell und automatisch
- Farbstoffsublimation und –zerstörung mittels Laser - automatisch



Laser – Used-Effekte & Bilder / Dessins

Prinzip: Durch die Zuführung von Wärmeenergie **sublimieren / verdampfen** die Farbstoffe

- Die Lasergravur ist **geeignet für Indigo** und **ausgewählte Schwefel- und Direktfarbstoffe**.
- Um die Vorteile der Lasertechnologie nutzen zu können, ist **im Umgang mit Grafik-Software erfahrenes Personal erforderlich**.
- Die **Reproduzierbarkeit** der Effekte ist **sehr gut**. Die erzielten **Used-Effekte** sind **weniger authentisch**.
- Die Lasergravur von Used-Effekten verursacht in vielen Produktionsländern **höhere Stückkosten** als manuelles Schmirgeln und Sprühen.
- Mittels Laser lassen sich auch **Bilder, druckähnliche Dessins** erzielen – „Color- / Farblaser“
- **Synthesefasern** wie PES, PA oder Lycra **können** bei der Laserbehandlung **schmelzen**.



Laser – Used-Effekte & Bilder / Dessins



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Danksagung

Herrn Rudi Breier – Textilchemie Dr. Petry GmbH / Deutschland

Herrn Günther Widler – DyStar Textilfarben GmbH / Deutschland

Herrn Albert Llort & Nuria Estape – Archroma / Spanien

Frau Alice Tonello – Tonello srl. / Italien

Herr Thomas Laissle – WEKO Weitmann & Konrad GmbH / Deutschland

Herrn Bernd Plankenhorn – Benninger AG / Schweiz

