

DOSSIER

Jenseits von Kaliumpermanganat: Perspektiven für ein verantwortungsvolleres Denim-Finishing

Inhaltsverzeichnis

- 1** Warum Denim-Finishing neu gedacht werden muss
- 2** Der „perfekte“ Look hat seinen Preis
- 3** PP-frei ist kein Selbstzweck: Alternativen allein genügen nicht
- 4** Prozessinnovation statt Produktversprechen – vom Einzelstoff zur Systemlösung
- 5** Zwischen Labor, Laundry und globaler Produktionsdynamik
- 6** Nachhaltiges Denim-Finishing zwischen Anspruch und Realität
- 7** Effizientere Prozesse sind Teil der Verantwortung
- 8** Innovation ist kein Plug-and-Play – über Hürden, Skalierung und neue Anwendungspraxis
- 9** Der Markt der Alternativen und seine Grauzonen
- 10** Denim-Finishing vor dem nächsten Entwicklungsschritt

Intro

1 Warum Denim Finishing neu gedacht werden muss

Das Finishing von Denim steht exemplarisch für die strukturellen Herausforderungen der Textilindustrie: kurze „Fast Fashion“ Kollektionszyklen, rasche Trendwechsel und hohe gestalterische Anforderungen treffen auf ressourcenintensive Prozesse, komplexe Chemie, globale, stark fragmentierte Lieferketten und wachsende Anforderungen hinsichtlich ökonomisch wie ökologisch nachhaltigerer Prozesse.

Im Unterschied zu vielen anderen Segmenten der Textilproduktion entsteht ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung bei Denim erst nach der Konfektion. Waschungen, Used-Looks, Bleicheffekte, Abriebspuren und Farbverläufe sowie weitere manuelle oder digitale Veredelungen definieren nicht nur die Optik, sondern auch die Marktposition eines Produkts. Gleichzeitig ist genau diese Phase im Produktionsprozess mit erheblichen Umwelt- und Arbeitsschutzrisiken verbunden. Aktuelle Analysen zeigen, dass vor allem im Garment Finishing besonders häufig ressourcenintensive Verfahren zum Einsatz kommen – sowohl im Hinblick auf Wasser- und Energieverbrauch als auch auf den Einsatz von Chemikalien und die Belastung von Arbeitskräften.

Ein prominentes Beispiel ist Kaliumpermanganat (KMnO_4), kurz PP (Engl. Potassium permanganate), das seit Jahrzehnten für lokale Bleicheffekte auf Denim-Produkten genutzt wird. Die Substanz ist technisch leistungsfähig, günstig und in der Praxis etabliert – aber deren Verwendung zugleich mit erheblichen Risiken verbunden. Nach europäischer Gefahreinstufung¹ über die CLP-Systematik der ECHA (European Chemical Agency) wird Kaliumpermanganat seit 2018 als sogenannte CMR-Substanz gelistet (Carcinogenic, Mutagenic and Reprotoxic). Es wird demnach mit oxidierenden Eigenschaften, akuter Toxizität, Reproduktionstoxizität sowie hoher Gefährdung für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung in Verbindung gebracht. Besonders kritisch ist der Einsatz dort, wo PP nicht nur in geschlossenen Systemen eingesetzt wird, sondern als Spray-Applikation in Produktionsumgebungen auftritt und Beschäftigte potenziell mit Aerosolen oder Rückständen in Kontakt kommen².

¹ CLH report – proposal for harmonised Classification and Labelling, Substance name: Potassium Permanganate: <https://echa.europa.eu/documents/10162/918f2e45-9a49-4f78-af2b-63a5a3c9e508>

² <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-permanganate>

Die Dimension des Themas ist erheblich. Bei konservativ geschätzten 5,5 Millionen hergestellten Jeans pro Tag weltweit und einem angenommenen Anteil von rund 70 Prozent KMnO_4 -Spray-Bleiche ergibt sich ein geschätzter Einsatz von rund 269.000 Litern KMnO_4 -Lösung täglich. Bei einer durchschnittlichen PP-Konzentration von zwei Prozent entspricht das etwa 5,4 Tonnen Kaliumpermanganat pro Tag – oder knapp 2.000 Tonnen pro Jahr. Diese Zahlen machen deutlich, dass PP kein Nischenthema ist, sondern ein beispielhafter Hebel für die Frage, wie sich Finishing-Prozesse so weiterentwickeln lassen, dass sie sowohl industriellen Anforderungen als auch steigenden regulatorischen und gesellschaftlichen Erwartungen gerecht werden.

Ziel dieses Dossiers ist es daher, den Status quo des Denim-Finishings einzuordnen, die Notwendigkeit technologischer Weiterentwicklung zu analysieren und unterschiedliche Lösungsansätze – einschließlich neuer Technologien und systemischer Innovationen – differenziert zu bewerten.

2 Der „perfekte“ Look hat seinen Preis

Die industrielle Denim-Veredelung hat sich über Jahrzehnte hinweg entlang klarer Effizienzlogiken entwickelt. Verfahren mussten vor allem eines leisten: reproduzierbare Ergebnisse bei hoher Prozessgeschwindigkeit und möglichst geringen Kosten. Im Kontext von gängigen Bleichverfahren hat sich Kaliumpermanganat als zentraler Bestandteil und wirkungsvollstes Werkzeug etabliert. Insbesondere im Spray-Verfahren ermöglicht es schnelle, gezielte Aufhellungen und charakteristische Used-Effekte, die für viele Denim-Produkte bis heute prägend sind.

Die Verbreitung dieses Verfahrens ist eng mit seinen praktischen Eigenschaften verbunden. Die chemische Reaktion ist stark, die Ergebnisse sind visuell eindeutig, und die Anwendung lässt sich vergleichsweise robust in industrielle Abläufe integrieren. In einer global fragmentierten Produktionslandschaft, in der Prozesse unter unterschiedlichsten Bedingungen funktionieren müssen, ist genau diese Robustheit ein entscheidender Faktor.

Gleichzeitig ist das Finishing – unabhängig vom konkreten Verfahren – einer der ressourcenintensivsten Schritte in der gesamten textilen Wertschöpfung. Wasserverbrauch, Energieeinsatz und der Umgang mit Chemikalien spielen hier eine zentrale Rolle. Studien³ zeigen, dass die Umweltwirkungen von Denim-Produkten in erheblichem Maße durch diese

³ Innovations and Challenges in Denim Finishing 2024 Report: <https://www.jeanologia.com/wp-content/uploads/2025/03/Innovations%20and%20Challenges%20in%20Denim%20Finishing%20-%202024%20Report.pdf>

Phase bestimmt werden. Besonders deutlich wird dies im Bereich der chemischen Belastung. Während beim Energie- und Wasserverbrauch in den vergangenen Jahren teilweise deutliche Fortschritte erzielt wurden, bleibt die Reduktion chemischer Auswirkungen eine der größten Herausforderungen.

Aus Arbeitsschutzperspektive ist insbesondere die Sprühapplikation kritisch. Das Einatmen gesprühter PP-haltiger Lösungen birgt erhebliche Risiken für die Atemwege von Beschäftigten. Im EIM-System (Environmental Impact Measurement) wird PP-Blasting deshalb mit dem niedrigsten möglichen Worker-Impact-Score (WIS) in der gesamten Textilindustrie bewertet. Der WIS ist eine Kennzahl, die misst, wie stark sich die Arbeitsbedingungen eines Unternehmens oder einer Lieferkette konkret auf das Wohlbefinden, die Rechte und die Lebensqualität der beschäftigten Arbeiterinnen und Arbeiter in der Textilbranche auswirken. Eine niedrigst mögliche Bewertung bedeutet also, dass das PP-Blasting so eingeschätzt wird, dass es einen besonders ungünstigen Einfluss auf die Arbeitenden hat. Damit wird deutlich: Die Debatte über PP-freie Verfahren ist keine rein technische Frage, sondern betrifft weltweit den Gesundheitsschutz, Abwasserbelastung und die Glaubwürdigkeit nachhaltiger Produktionsstrategien.

3 PP-frei ist kein Selbstzweck: Alternativen allein genügen nicht

Trotz dieser Herausforderungen ist die Denim-Branche bislang nur begrenzt von etablierten Verfahren abgerückt. Dabei sind die Gründe dafür weniger technologischer als struktureller Natur:

- Prozessrobustheit: etablierte Verfahren sind wenig sensitiv
- Erfahrung: Produktionsmitarbeiter sind mit den Abläufen vertraut
- Designanforderungen: visuelle Ergebnisse sind standardisiert
- Kostenlogik: kurzfristige Kosten dominieren Entscheidungen
- Lokale Produktionsbedingungen erlauben die unkomplizierte Verwendung von Kaliumpermanganat

Denim ist darüber hinaus ein durch und durch designgetriebenes Produkt. Selbst geringe Abweichungen im Farbton oder in der Oberflächenwirkung können dazu führen, dass neue Verfahren nicht akzeptiert werden – unabhängig von ihren technischen oder ökologischen Vorteilen.

Weitere, teils gegenläufige Dynamiken erhöhen die Herausforderungen im Denim-Finishing zusätzlich. Auf der einen Seite stehen regulatorische Entwicklungen, insbesondere in Europa, die eine stärkere Standardisierung und Nachweisbarkeit von Umweltauswirkungen einfordern. Initiativen wie der European Green Deal und strengere sowie erweiterte ESG-Berichtspflichten erhöhen den Druck auf Unternehmen, ihre Prozesse transparenter und datenbasiert darzustellen. Auf der anderen Seite wirken marktseitige Faktoren. Marken und Händler sehen sich zunehmend mit Erwartungen konfrontiert, die über klassische Qualitäts- und Preisparameter hinausgehen. Nachhaltigkeit wird zu einem Differenzierungsmerkmal, gleichzeitig aber auch zu einem Risiko, wenn Aussagen nicht belastbar sind.

Diese Entwicklungen treffen auf eine Branche, die global organisiert ist, und in der Veränderungen selten linear verlaufen. Während in einigen Ländern regulatorischer Druck ein zentraler Treiber ist, entstehen in anderen Märkten Veränderungen eher indirekt oder aus einer wirtschaftlichen Abhängigkeit heraus – etwa durch Anforderungen internationaler Marken und Buyer-Nationen oder durch spezifische lokale Rahmenbedingungen in den Produktionsabläufen.

Auffällig dabei ist, dass viele der derzeit verfügbaren Alternativen zum bestehenden Finishing-Verfahren mit Kaliumpermanganat nur begrenzte Fortschritte darstellen. In zahlreichen Fällen wird eine problematische Substanz einfach durch eine andere problematische ersetzt, ohne die zugrunde liegende Prozesslogik grundlegend zu verändern. Das Ergebnis sind so genannte „False Improvements“, also Lösungen, die zwar formal als „besser“ gelten, in der Praxis jedoch nur begrenzte oder gar keine Verbesserungen bringen.

Diese Beobachtung verweist auf ein tieferliegendes Problem: Die eigentliche Herausforderung im Denim-Finishing liegt nicht in der Suche nach Ersatzstoffen, sondern in der Transformation ganzer Prozesssysteme.

4 Prozessinnovation statt Produktversprechen – vom Einzelstoff zur Systemlösung

PP ist nicht nur ein einzelner Prozessbaustein, sondern Teil einer eingespielten Produktionslogik: Sprühen, Reaktion, Neutralisation, Auswaschen. Wer PP ersetzen will, muss daher mehr leisten als die Bereitstellung eines neuen Wirkstoffs. Eine tragfähige Alternative muss in bestehende Prozessketten integrierbar sein, vergleichbare visuelle Ergebnisse ermöglichen und zugleich die mit PP verbundenen Risiken deutlich reduzieren. Gleichzeitig darf jegliche Veränderung das Denim-Finishing zwar gern verbilligen, jedoch niemals den Prozess verteuern. Das lässt der enorme Preisdruck in der Industrie nicht zu.

Ein vielversprechendes Beispiel sind enzymbasierte Verfahren, die zunehmend als Alternative zu klassischen oxidativen Prozessen diskutiert werden. Im Unterschied zu traditionellen Methoden, bei denen die Wirkung durch starke chemische Eingriffe erzielt wird, basiert die enzymatische Bleiche auf einer gezielten, kontrollierten Reaktionskette. Der Farbstoff wird nicht „abgebaut“, sondern selektiv verändert. Entsprechende Systeme erwirken den gewünschten Bleich-Effekt durch ein mehrstufiges präzises Zusammenspiel aus einer gezielten Vorbehandlung des Materials (Primer), einer definierten Spray-Applikation (Enzym) und anschließender enzymatischer Reaktion auf dem Kleidungsstück, die unmittelbar sichtbar wird.

Der wesentliche Unterschied zum klassischen PP-Verfahren liegt damit nicht nur im eingesetzten Wirkstoff, sondern in der gesamten Prozessarchitektur. Während PP als starkes Oxidationsmittel direkt wirkt und anschließend neutralisiert werden muss, kombinieren diese innovativen Verfahren chemische Vorbehandlungen mit enzymatischen Reaktionen. Diese Logik unterscheidet sich grundlegend von klassischen Ansätzen, bei denen ein einzelnes Produkt die Hauptwirkung entfaltet. Es macht das Verfahren an sich zwar anspruchsvoller, eröffnet aber zugleich neue Möglichkeiten der Prozesskontrolle und eine präzisere Steuerung der Ergebnisse. Diese wiederum bedeutet eine potenziell deutlich geringere Belastung von Umwelt und Arbeitskräften.

Diese Entwicklung verändert auch die Rolle der beteiligten Akteure. Anbieter treten zunehmend nicht mehr nur als Lieferanten von Chemikalien auf, sondern als Partner in der Prozessgestaltung. Know-how, Anwendungstechnik und Prozessbegleitung werden zu integralen Bestandteilen der Lösung.

Vor diesem Hintergrund lohnt sich ein kurzer technischer Vergleich der verschiedenen Bleich- und Effektverfahren. So bleibt Natriumhypochlorit ein verbreitetes Mittel für All-over-Bleichen, weil es stark wirkt, günstig ist und den typischen hellblauen Farbton erzeugen kann. Kaliumpermanganat wird vor allem für lokale Spray-Bleichen eingesetzt, weil es stark, günstig und einfach zu handhaben ist. Wasserstoffperoxid hat andere Einsatzfelder, etwa bei schwefelschwarzen Jeans oder zur Farbtonverschiebung. Ozon wiederum kann für All-over-Bleichen in Ozonmaschinen eingesetzt werden, erzeugt aber teilweise gräulichere Farbtöne und ist nicht ohne Weiteres für alle lokalen Effekte geeignet.

Die Übersicht zeigt: Es gibt nicht „die eine“ Alternative, die alle bestehenden Verfahren vollständig ersetzt. Vielmehr entstehen unterschiedliche technologische Pfade für unterschiedliche Prozessanforderungen. Innovative Systemlösungen wie enzymatische Bleichverfahren sind in diesem Zusammenhang vor allem deshalb interessant, weil sie mehrere

Anwendungsmöglichkeiten adressieren und den Übergang von einer klassischen Chemikalienlogik zu einem stärker integrierten Prozesssystem markieren.

Der relevante Vorteil liegt dabei neben dem vollständigen Verzicht auf Kaliumpermanganat, ergo dem vermiedenen CMR-Risiko, in der Kombination aus geringerer problematischer Chemie, präzise kontrollierter Reaktion und potenziell vereinfachter Prozessführung. Darüber hinaus ist bei den verfügbaren Systemen teilweise keine Neutralisierung mit Metabisulfit oder ein Zwischentrocknen erforderlich, so dass der gesamte Chemikalieneintrag und Energieverbrauch im Finishing-Prozess niedriger ausfallen können. Es wird außerdem von überzeugenden Benefits für die Materialqualität bei einem neuen Verfahren auf dem Markt berichtet: So wären zum Beispiel laut Herstellerangaben von CHT kein Festigkeitsverlust oder Schaden an Elasthanfasern festzustellen, Nebeneffekte wie das Yellowing seien beim neuen Bleichverfahren OrganIQ Seek nicht aufgetreten und die Lösung sei angenehm geruchsneutral.

5 Zwischen Labor, Laundry und globaler Produktionsdynamik

Um die Bedeutung PP-freier Verfahren richtig einzuordnen, lohnt ein Blick auf die Größenordnung des internationalen Denim-Marktes. Schätzungen zufolge liegt die weltweite Jeansherstellung bei rund 5,5 bis 6 Millionen Jeans pro Tag. Nordamerika bleibt demnach mit rund 36 Prozent des globalen Konsums der wichtigste Verbrauchermarkt, gefolgt von Europa inklusive Türkei mit 28 Prozent. Während Europa und Japan langfristig eher stagnieren, werden China, der indische Subkontinent und Südostasien als Wachstumsmärkte eingeordnet.

Die Produktionsseite ist noch stärker konzentriert. Rund 67 Prozent der Jeansproduktion entfallen auf Asien, 30 Prozent auf Amerika und nur etwa 3 Prozent auf Europa und Nordafrika. Innerhalb der asiatischen Produktionsländer sticht Bangladesch mit 29 Prozent, Vietnam/Kambodscha/Indonesien/Thailand mit zusammen 17 Prozent heraus, Pakistan mit 16 Prozent, Mexiko mit 12 Prozent und Brasilien mit 9 Prozent.

Veränderungen im Denim-Finishing sind demnach nicht nur eine technische, sondern auch eine Frage der globalen Marktdynamik. Regulatorischer Druck entsteht häufig in den Konsummärkten und typischen Buyer-Nationen – insbesondere Europa und Nordamerika –, während die praktische Umsetzung in größtenteils asiatischen Produktionsregionen erfolgt, die unter ganz anderen Kosten-, Know-how- und Investitionsbedingungen arbeiten. Genau daraus ergibt sich ein zentrales Spannungsfeld: Marken und Regulierer fordern zunehmend bessere Prozesse, die Implementierung muss jedoch in den global verteilten Produktionsrealitäten funktionieren.

Ein weiterer Trend ist die zunehmende Integration von Technologien, die ursprünglich nur als Ergänzung gedacht waren. Verfahren wie Laser oder Ozon werden heute nicht mehr nur punktuell eingesetzt, sondern zunehmend als Bestandteil ganzheitlicher Prozessketten betrachtet. Dennoch sind diese neuen Technologien nicht einfach deckungsgleich mit traditionellen Verfahren. Beispiel Laser-Technologie: Während manuelle Scrapes authentischer und individueller wirken, sind Lasereffekte reproduzierbarer, können aber visuell unschärfer erscheinen und teilweise zusätzliche Reinigungsschritte oder Booster benötigen. Außerdem sind Laser-Maschinen unvergleichlich teuer (Investitionshürde) – vor allem, wenn man zusätzlich bedenkt, dass eine Laser-Behandlung lokale Spray-Bleiche nur teilweise ersetzen kann.

Damit wird deutlich: Die Zukunft des Denim-Finishings liegt wahrscheinlich nicht in einer einzigen Technologie, sondern in intelligent kombinierten Prozessketten. Laser, Ozon, enzymatische Systeme, wasserarme Verfahren, Nebulisation, Schaumapplikationen und optimierte Waschprozesse können je nach Produkthanforderung unterschiedliche Beiträge leisten. Entscheidend ist, ob sie zu einer messbaren Reduktion von Umwelt- und Arbeitsschutzelastungen führen – und ob sie in der industriellen Praxis skalierbar sind.

6 Nachhaltiges Denim-Finishing zwischen Anspruch und Realität

Nachhaltigkeit ist im Denim-Finishing nicht nur eine Frage der besseren Technologie, sondern auch eine Frage der Glaubwürdigkeit. Gerade dort, wo problematische Verfahren unter wachsendem Druck stehen, entstehen Märkte für Alternativen – und mit ihnen neue kommunikative Grauzonen. „PP-free“, „eco“, „sustainable“ oder „responsible“ klingen zunächst nach Fortschritt. Entscheidend ist jedoch, was tatsächlich hinter diesen Begriffen steht: ein verändertes Verfahren, eine messbare Reduktion von Risiken – oder lediglich eine neue Verpackung für bekannte Chemie.

Ein besonders sensibler Punkt ist die Vermarktung vermeintlicher Alternativen zu Kaliumpermanganat. Aus dem internationalen Marktumfeld sind Fälle bekannt, in denen Produkte als Alternative beworben werden, obwohl sie weiterhin auf Kaliumpermanganat basieren – etwa in verdünnter Form oder unter anderer Produktbezeichnung. Für eine Branche, die glaubwürdiger und transparenter werden will, ist das höchst problematisch. Denn wenn ein Produkt als Fortschritt erscheint, tatsächlich aber weiterhin demselben kritischen Wirkprinzip folgt, wird die Nachhaltigkeitsdebatte nicht gelöst, sondern verschleiert.

Diese Grauzone ist besonders relevant, weil formale Konformität nicht automatisch gleichbedeutend mit einem verantwortungsvolleren Verfahren ist. So ist Kaliumpermanganat nach wie vor nicht grundsätzlich von einer ZDHC-Zertifizierung (Zero Discharge of Hazardous Chemicals) ausgeschlossen. PP-haltige Produkte erhalten unter bestimmten Bedingungen weiterhin Zertifizierungen oder positive Bewertungen im EIM-System.

Zertifizierungen, Positivlisten oder Bewertungssysteme können zwar Orientierung geben, ersetzen aber nicht die fachliche Prüfung, welche Stoffe tatsächlich eingesetzt werden, wie sie appliziert werden und welche Risiken im Produktionsprozess entstehen. Gerade bei Kaliumpermanganat zeigt sich, dass ein Verfahren nicht allein deshalb unproblematisch wird, weil es formal in bestimmten Bewertungssystemen abbildbar bleibt oder unter einer anderen kommerziellen Bezeichnung auftritt.

Wird Kaliumpermanganat lediglich verdünnt, umformuliert oder durch eine andere problematische Chemie ersetzt, bleibt der Fortschritt begrenzt. Verantwortungsvolle Innovation beginnt dort, wo der Prozess selbst überprüfbar verändert wird: in der Chemie, in der Anwendung, im Arbeitsschutz, in der Abwasserrelevanz, in der Prozessführung und in der industriellen Skalierbarkeit.

Vor diesem Hintergrund sollte Nachhaltigkeit im Denim-Finishing nicht als Claim, sondern als Prüfprinzip verstanden werden. Wer ein Verfahren als verantwortungsvoller positioniert, muss zeigen können, worin die Verbesserung konkret besteht:

- Geht es um den Wegfall eines kritischen Stoffes?
- Um geringere Exposition für Beschäftigte?
- Um weniger problematische Abwasserströme?
- Um weniger Neutralisationschemie?
- Um bessere Materialschonung?
- Oder um eine langfristig tragfähige Lösung statt eines Übergangseffekts?

Für Marken, Produzenten und Chemieanbieter wird genau diese Transparenz zunehmend entscheidend. Je stärker regulatorischer und öffentlicher Druck wächst, desto weniger reicht es aus, eine Lösung als „PP-frei“ zu bezeichnen. Die eigentliche Frage lautet also: Ist sie auch nachweislich besser?

7 Effizientere Prozesse sind Teil der Verantwortung

Die Einführung neuer Verfahren im Denim-Finishing ist immer auch eine wirtschaftliche Entscheidung. Neben den direkten Kosten spielen dabei Faktoren wie Prozessstabilität, Skalierbarkeit und Implementierungsaufwand eine zentrale Rolle.

Systemische Lösungen wie enzymatische Bleichverfahren bringen häufig höhere Anforderungen an die Prozessführung mit sich. Sie erfordern Schulungen, Anpassungen und eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Gleichzeitig bieten sie Potenziale für Effizienzgewinne, etwa durch reduzierte Prozessschritte oder geringeren Ressourceneinsatz.

Die wirtschaftliche Bewertung solcher Verfahren ist daher komplex. Kurzfristige Mehrkosten können langfristigen Einsparungen gegenüberstehen, während immaterielle Faktoren wie Risikominimierung oder Reputationsgewinne zunehmend an Bedeutung und Marktrelevanz gewinnen.

8 Innovation ist kein Plug-and-Play – über Hürden, Skalierung und neue Anwendungspraxis

Trotz der beschriebenen Fortschritte bleiben zentrale Herausforderungen bestehen. Viele neue Verfahren sind sensibler als etablierte Prozesse und erfordern ein höheres Maß an Kontrolle und Know-how. Dies kann insbesondere in Produktionsumgebungen mit begrenzten Ressourcen eine Hürde darstellen.

Ein weiterer kritischer Faktor ist die Akzeptanz auf Design- und Markenseite. Selbst geringfügige Unterschiede in Farbwirkung oder Oberflächenstruktur können dazu führen, dass alternative Verfahren, trotz ihres nachgewiesenen positiven Impacts auf Arbeitsschutz und Umwelt, nicht eingesetzt oder gar bewusst abgelehnt werden. In diesem Sinne sind Designer und Marken nicht nur Nachfrager, sondern aktive Gatekeeper für technologische Innovation, die es zu überzeugen gilt.

Diese Dynamik verdeutlicht, dass technologische Lösungen allein nicht ausreichen. Sie müssen in bestehende Marktlogiken integriert werden – oder diese aktiv verändern.

9 Der Markt der Alternativen und seine Grauzonen

Das Spektrum an Alternativen im Denim-Finishing ist breit, reicht jedoch von inkrementellen Verbesserungen bis hin zu grundlegenden Systemveränderungen.

Die bereits erwähnte Lasertechnologie wird in der internationalen Öffentlichkeit häufig als besonders fortschrittliche Lösung wahrgenommen. Sie ist im Denim-Finishing vor allem dort relevant, wo manuelle Abriebarbeiten, Whisker, Sitzfalten oder lokale Used-Effekte reproduzierbarer und arbeitsschutzfreundlicher erzeugt werden sollen. Sie kann klassische Handarbeit teilweise ersetzen und den Worker Impact reduzieren, weil gefährliche oder ergonomisch belastende manuelle Techniken entfallen. Dennoch ist Laser keine vollständige Alternative zu chemischen Bleichprozessen: Lokale Spray-Bleiche kann häufig nur teilweise ersetzt werden, und je nach gewünschtem Look sind nachgelagerte Wasch-, Reinigungs- oder Booster-Schritte erforderlich. Auch ästhetisch gibt es Grenzen, da Lasereffekte zwar sehr reproduzierbar, aber nicht immer so individuell und „authentisch“ wirken wie manuelle Bearbeitung. Deshalb wird diese Technologie von Experten eher als wichtigen Baustein zur Digitalisierung manueller Techniken eingestuft – nicht als alleinige Lösung für alle PP-relevanten Anwendungen.

Auch im Bereich der Chemie existiert eine Vielzahl von Alternativen. Deren Qualität variiert erheblich, und nicht jede Lösung führt automatisch zu einer Reduktion der Umweltbelastung. Entscheidend ist, ob diese alternativen Verfahren die zugrunde liegende Prozesslogik verändern oder lediglich bestehende Ansätze modifizieren. Eine relevante chemische Alternative ist Ozon, das sich für bestimmte Bleich- und Reinigungsschritte etabliert hat. Es kann Indigo aufhellen, Backstaining reduzieren und nach der Reaktion wieder zu Sauerstoff zerfallen, wodurch keine vergleichbaren Rückstände wie bei klassischer Bleichchemie entstehen. Studien⁴ verweisen auf mögliche Vorteile durch geringeren Wasser- und Energiebedarf, zeigen aber auch, dass Prozessparameter wie Feuchte, Behandlungsdauer und pH-Wert entscheidend für das finale Farbergebnis und die Materialeigenschaften sind. Auch der „Innovations and Challenges in Denim Finishing: 2024 Report“⁵ ordnet Ozon als etablierte Technologie ein, insbesondere für All-over-Bleichen und Backstaining-Kontrolle. Gleichzeitig wird deutlich, dass Ozon vor allem in entsprechend ausgestatteten Maschinen und für spezifische Prozessziele funktioniert. Für lokale Spray-Effekte oder sehr präzise Vintage-Looks ersetzt Ozon das PP-Verfahren jedoch nicht automatisch vollständig, sondern bleibt eher ein Baustein in kombinierten Prozessketten.

Eine besonders relevante Weiterentwicklung innerhalb der PP-freien Verfahren sind enzymatische Bleichsysteme. Anders als klassische oxidative Alternativen setzen sie nicht

⁴ Eco-Friendly Ozone Process for Denim Garments as an Alternative to Conventional Bleaching: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12221-024-00589-2>

⁵ Innovations and Challenges in Denim Finishing 2024 Report: <https://www.jeanologia.com/wp-content/uploads/2025/03/Innovations%20and%20Challenges%20in%20Denim%20Finishing%20-%202024%20Report.pdf>

lediglich auf den Austausch eines Wirkstoffs, sondern auf eine abgestimmte Prozesslogik: Vorbehandlung, definierte Applikation und enzymatische Bleichreaktion müssen gezielt zusammenspielen. Beim OrganIQ-Seek-System beispielsweise wird das Kleidungsstück dafür zunächst mit einem Primer vorbehandelt – etwa durch Tauchen mit anschließender Hydroextraktion auf rund 80 Prozent Restfeuchte oder alternativ per Spray-Applikation. Anschließend wird das Enzym auf die feuchte Ware aufgetragen; der Bleicheffekt setzt unmittelbar sichtbar ein, obwohl beide Flüssigkeiten transparent sind.

Der Vorteil solcher Systeme liegt darin, dass sie lokale Bleicheffekte ermöglichen, ohne auf Kaliumpermanganat zurückzugreifen, und zugleich einen kontrollierteren Prozessansatz verfolgen als viele rein chemische Ersatzlösungen. Damit adressieren sie zentrale Schwachstellen herkömmlicher Verfahren – etwa kritische Chemikalien, mögliche Neutralisationsschritte, Belastungen im Abwasser sowie Fragen von Materialschonung und Arbeitssicherheit.

Allerdings macht gerade dieses Zusammenspiel enzymatische Bleichverfahren auch **anspruchsvoller etwas anspruchsvoller**. Sie sind weniger tolerant gegenüber Abweichungen als etablierte PP-Prozesse und erfordern absolut saubere Prozessbedingungen, da PP-Reste in einer Produktionsanlage die enzymatische Reaktion beeinträchtigen können. Auch das Verhältnis von Primer, Restfeuchte, Sprühapplikation und enzymatischer Reaktion muss präzise beherrscht werden. Der Fortschritt liegt also nicht allein in der Chemie, sondern in der Fähigkeit, den gesamten Prozess stabil zu steuern.

Dennoch erscheinen enzymatische Bleichsysteme derzeit als einer der vielversprechendsten Entwicklungspfade für ein verantwortungsvolleres Denim-Finishing: nicht als Universallösung für alle Anwendungen, aber als qualitativer Schritt weg von bloßer Substitution und hin zu kontrollierteren, prozessintegrierten Verfahren.

10 Denim-Finishing vor dem nächsten Entwicklungsschritt

Die Transformation des Denim-Finishings ist Teil eines umfassenderen Wandels innerhalb der Textilindustrie. Regulatorische Anforderungen, steigende Erwartungen an Transparenz und die Notwendigkeit effizienterer Ressourcennutzung treiben diesen Wandel voran.

Gleichzeitig zeigt sich, dass Fortschritt in diesem Bereich selten linear verläuft. Technologische Innovation, Marktanforderungen und regulatorische Entwicklungen greifen ineinander und erzeugen ein komplexes Spannungsfeld. Die zentrale Herausforderung besteht darin, Lösungen

zu entwickeln, die nicht nur technisch funktionieren, sondern auch unter realen Produktionsbedingungen, in globalen Lieferketten und gegenüber den Anforderungen von Marken, Handel und Regulierung bestehen können.

Systemische Ansätze, die Chemie, Prozess und Anwendung integrieren, bieten hierfür eine vielversprechende Perspektive. Denn die Zukunft des Denim-Finishings wird nicht allein durch einzelne Technologien geprägt, sondern durch die Fähigkeit, komplexe Prozesse kontrollierter, transparenter und kontinuierlich verbesserbar zu gestalten.

Damit verändert sich auch die Frage, woran „besserer“ Denim künftig gemessen wird. Lange standen vor allem Rohstoffe und Materialien im Mittelpunkt der Nachhaltigkeitsdebatte – etwa Bio-Baumwolle, recycelte Fasern oder alternative Materialmischungen. Zunehmend rückt jedoch auch der Herstellprozess selbst in den Fokus: Welche Chemikalien wurden eingesetzt? Wie wurden Arbeiterinnen und Arbeiter geschützt? Welche Abwasser- und Umweltwirkungen entstehen im Finishing? Und wie glaubwürdig lassen sich Verbesserungen entlang der Lieferkette nachweisen?

Diese Perspektive wird nicht nur für Regulierung und Markenführung wichtiger, sondern zunehmend auch für Handel und Endverbraucher. Während die chemische Belastung von Textilien in der Nutzung bereits seit Jahren öffentlich diskutiert wird, gewinnt auch die Belastung der Menschen, die an der Herstellung beteiligt sind, an Sichtbarkeit. Damit verschiebt sich Nachhaltigkeit im Denim-Segment von einer reinen Materialfrage hin zu einer umfassenderen Prozess- und Verantwortungsperspektive.

Langfristig werden sich daher vor allem jene Ansätze durchsetzen, die technologische Leistungsfähigkeit, industrielle Umsetzbarkeit und glaubwürdige Entlastung von Menschen und Umwelt miteinander verbinden. Der nächste Entwicklungsschritt im Denim-Finishing liegt nicht in einem einzelnen Verfahren, sondern in einem neuen Maßstab: Fortschritt muss sichtbar, messbar und verantwortbar werden.