



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Eva-Maria Listmann

Nachhaltigkeit in der Bekleidungsirtschaft am
Beispiel der Jeansproduktion

Bachelorthesis

eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung
im Studiengang Bekleidung – Technik und Management
am Department Design
der Fakultät Design, Medien und Information
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dipl.-Ing. Patrick Kugler
Zweitgutachterin: Prof. Dipl.-Ing. Ulrike Schempp

Abgegeben am 24.02.2020

Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis	IV
II	Tabellenverzeichnis	V
1	Einleitung	1
2	Bedeutung der Nachhaltigkeit	3
3	Die Jeans – ein beliebtes Kleidungsstück	4
3.1	Die Entwicklung der Jeans - von der Arbeiterhose aus Amerika zum modischen Kleidungsstück weltweit	4
3.2	Merkmale einer Jeans	6
3.2.1	Flächengebilde	6
3.2.2	Gewebebindung	7
3.2.3	Zusammensetzungen mit anderen Fasern	7
4	Herkömmliche Verfahren zur Herstellung einer Jeans	8
4.1	Rohstoffgewinnung	9
4.1.1	Baumwollanbau	9
4.1.2	Baumwollernte	11
4.1.3	Eigenschaften der Baumwolle	12
4.1.4	Chemiefasern aus nicht-nachwachsenden Rohstoffen	12
4.2	Spinnen	13
4.3	Garnfärbung	14
4.4	Schlichten und Entschlichten	17
4.5	Weben	18
4.6	Merzerisieren	19
4.7	Krumpfen	19
4.8	Konfektionierung und Accessoires	20
4.9	Endbehandlung	21
4.9.1	Waschen und Bleichen	22
4.9.2	Partielle Used-Verfahren	25
4.9.3	Überfärben	26
4.10	Nachbehandlung	27
4.11	Entsorgung	27
5	Mögliche alternative Verfahren zur Herstellung einer ökologisch nachhaltigen Jeans	28
5.1	Ökologische Rohstoffgewinnung	28
5.1.1	Ökologischer Baumwollanbau	29
5.1.1.1	BCI- Better Cotton Initiative	30

5.1.1.2 CMIA - Cotton made in Africa Initiative	31
5.1.1.3 Auswahl des geeigneten Standards.....	32
5.1.2 Alternative Fasern.....	33
5.1.2.1 Polyester	34
5.1.2.2 Sorona-Stretchfaser – eine Alternative zu Elastan	35
5.1.2.3 Lycra.....	36
5.1.2.4 Regenerierte Zellulosefasern	37
5.1.2.5 Bastfasern	38
5.1.2.5.1 Hanf	39
5.1.2.5.2 Brennnessel.....	40
5.1.2.5.3 Re:newcell Baumwolle.....	41
5.2 Spinnen.....	42
5.3 Ökologische Garnfärbung.....	42
5.3.1 Alternativen für den Farbstoff Indigo.....	43
5.3.2 Vorreduziertes Indigo	44
5.3.3 Verwendung alternativer Reduktionsmittel.....	45
5.3.4 Färben mit Mikroben	46
5.3.5 Natürliches Indigo	46
5.4 Ökologisches Weben	47
5.5 Ökologisches Schlichten und Entschlichten.....	47
5.6 Ökologisches Merzerisieren	48
5.7 Krumpfen.....	49
5.8 Ökologische Konfektionierung und Accessoires	49
5.9 Ökologische Endbehandlung	53
5.9.1 Ökologisches Waschen und Bleichen	53
5.9.1.1 NoStone®-Verfahren.....	54
5.9.1.2 Enzymtechnologie	54
5.9.1.3 Lasertechnologie.....	55
5.9.1.4 Ozontechnologie.....	56
5.9.2 Ökologische partielle Used-Verfahren	56
5.9.3 Ökologisches Überfärben	57
5.9.4 E-Flow	58
5.9.5 Verbote nach „The Jeans Redesign Guidelines“	59
5.9.6 Messung der Umweltbelastung	59
6 Lebenszyklus einer Jeans.....	62
6.1 Haltbarkeit	62
6.2 Entsorgung.....	63
6.3 Recycling einer Jeans	65
6.4 Recyclingtechnologien	70
7 Rechtliche Vorgaben und Ökosiegel.....	71
7.1 Verordnungen	71
7.2 Zertifizierungen	72
7.2.1 GOTS.....	73

7.2.2 Oeko-Tex®	74
7.2.3 Bluesign	76
8 Zusammenfassung	77
Literaturverzeichnis	80

I Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Levi's Jeans.....	4
Abbildung 2: Goldgräber in Jeanshosen.....	5
Abbildung 3: Globale Warenkette der Jeans	8
Abbildung 4: Reife Baumwollkapsel	11
Abbildung 5 Chemische Reaktion des Indigo	15
Abbildung 6: Used Effekte mit verschiedenen Veredlungsverfahren	22
Abbildung 7: Gedrucktes Etikett von MUD Jeans	52
Abbildung 8: Jacron Patches von Nudie Jeans	52
Abbildung 9: Jeansbehandlung mit NoStone-Verfahren von Tonnelo	54
Abbildung 10: Jeanologia Lasertechnologie	55
Abbildung 11: E-Flow Technologie von Jeanologia.....	59
Abbildung 12: Klassifizierung der Prozesse	60
Abbildung 13: Environmental Software Measuring.....	61
Abbildung 14: Environmental Software Measuring 1.....	61
Abbildung 15: Schaubild Abfallhierarchie.....	64
Abbildung 16: Schaubild Kreislaufwirtschaft	66
Abbildung 17: Das Leasingkonzept von MUD Jeans	70
Abbildung 18: RFID Technologie Gerry Weber	71
Abbildung 19: GOTS Logo	74
Abbildung 20: Oeko-Tex Standard Etikett.....	75
Abbildung 21:Bluesign Logo	76

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zutaten einer Standard 5-pocket-Jeans.....	21
---	----

1 Einleitung

Die Textil- und Bekleidungsindustrie ist eine der wichtigsten Konsumgüterbranchen Deutschlands. Seit Anfang der 70er Jahre ist allerdings ein Wandel in der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie festzustellen: Mit steigender internationaler Konkurrenz, vor allem durch die Schwellen- und Entwicklungsländer, wurde die konventionelle Textil- und Bekleidungsfertigung mehr und mehr in Billiglohnländer verlagert, während Produktentwicklung und Produktmanagement im Inland verbleiben. Die Branche ist stark von der Marktglobalisierung geprägt, was sich unter anderem darin zeigt, dass ein großer Teil der unter deutschem Label gekauften Bekleidung aus Billiglohnländern wie zum Beispiel China, die Türkei und Bangladesch importiert wurden. ¹

Durch die globale Vernetzung hat die Mode einen schnelleren Rhythmus bekommen, denn vom Entwurf bis zur Auslieferung vergehen manchmal nicht einmal zwei Wochen. Die Unternehmen setzen auf Billigpreise, um die Kunden zum Kauf anzuregen. Doch die Komplexität der Globalisierung macht der Modebranche zu schaffen. Am deutlichsten ist dies an den ökologischen und sozialen Problemen zu erkennen, gilt doch die Textilindustrie als eine der umweltschädlichsten Industrien überhaupt. Das Modell der schnellen Mode geht zu Lasten der Menschen in den Produktionsländern, wo teilweise zu unwürdigen Arbeitsbedingungen mit Löhnen unterhalb des Existenzminimums gearbeitet wird und zudem die Umwelt in den verschiedenen Prozessstufen der Herstellung sehr starken Belastungen ausgesetzt ist. ²

Doch die Begriffe „Nachhaltigkeit“ und „gesellschaftliche Verantwortung“ sind in der breiten Öffentlichkeit angekommen, längst ein Gesprächsthema und auch in den Unternehmen der Textil- und Bekleidungsindustrie zentrale Schlüsselbegriffe geworden, wenn es um die Diskussion von Wirtschaft und Ökologie geht. Die Unternehmen werden vermehrt mit Nachhaltigkeitsansprüchen konfrontiert. Begriffe wie nachhaltige Mode, grüne Mode, eco-faire Mode oder Slow Fashion beherrschen die Modewelt, wobei der Konsument erwartet, dass niedrige Preise und hohe Qualität weiter gewährleistet werden. ³

¹ <https://www.bpb.de/apuz/198384/wirtschaftsmacht-modeindustrie-alles-bleibt-anders?p=all>, 23.12.2014, Carolin Neugebauer, aufgerufen am 7.12.2019

² <http://bagsandstyle.de/blog/uploads/files/fb-textilien-globalisierung-nachhaltigkeit-schmidt-0510.pdf>, Nachhaltigkeit und Globalisierung am Beispiel Textilien, Eva Schmidt, Mai 2010, aufgerufen am 7.12.2019

³ Jana Kern und Alex Vogt, Future. Fashion. Economics., 2016, Seite 6-7

Wenn man von „Nachhaltigkeit“ in der Bekleidungsindustrie spricht, wird meistens nur die ökologische und soziale Lage betrachtet. Darüber hinaus spielt aber auch die Transparenz der Unternehmen eine wichtige Rolle. Transparenz ist erforderlich, um Probleme in der Branche offen zu legen und dem Kunden relevante Markt und Produktinformationen zu geben. Nachhaltigkeit ist ein komplexes Thema, welches sich auf den gesamten Produktzyklus bezieht, vom Anbau des Rohstoffes bis zur Entsorgung durch den Endverbraucher.⁴

Die Bekleidungsindustrie muss nachhaltiger werden, das heißt, dass die Herausforderung darin bestehen muss, geeignete Maßnahmen für eine umweltbewusste Fertigung zu ergreifen und sich intensiv für entsprechende Forschungsarbeiten zu engagieren. Dabei sollten dem biologischen Anbau von Naturfasern, dem Recycling von Materialien zu neuen Fasern und Stoffen sowie der Vermeidung schädlicher Chemikalien in der Produktion besonderes Augenmerk zukommen.

Doch wie sieht es mit dem meist gekauften und beliebten Kleidungsstück, welches strapazierfähig, bequem und fast für alle Anlässe geeignet ist, aus: der Jeans. Wie nachhaltig ist die konventionelle Produktion einer Jeans?!

Klar ist, dass vor allem bei der Herstellung der Jeans sehr viel Wasser und Energie benötigt wird, und jede Menge Chemikalien eingesetzt werden, um die besondere Optik wie zum Beispiel den „Used-Look“ zu erhalten. Einige Unternehmen sind daran interessiert, die Belastungen zu reduzieren und versuchen bereits, die Prozesse, zum Beispiel beim Jeans-Finishing, mit Hilfe von neuen Technologien zu verbessern und den Verbrauch von Wasser, Energie und Chemikalien zu reduzieren.

Diese Arbeit befasst sich im ersten Teil mit den verschiedenen Herstellungsverfahren einer herkömmlich produzierten Jeans, von dem konventionellen Anbau des Rohstoffes über die Garnherstellung und die textile Flächenerzeugung bis hin zur Konfektionierung und die Entsorgung durch den Endverbraucher. Im Weiteren werden mögliche alternative Verfahren zur Herstellung einer nachhaltig produzierten Jeans aufgezeigt sowie neue Verfahren in der Textilveredlung dargestellt. Mit Blick auf die Problematik, die mit der Entsorgung am Ende der Lebensdauer einer Jeans gegeben ist, wird auf den Aspekt des Recyclings eingegangen. Abschließend werden noch verschiedene Ökosiegel betrachtet.

⁴ Ellen Köhler und Magdalena Schaffrin, Fashion Made Fair, modern-innovativ-nachhaltig, 2016, S. 7

2 Bedeutung der Nachhaltigkeit

Der Begriff der Nachhaltigkeit hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt und ist zu einem Leitbild für politisches, wirtschaftliches und ökologisches Handeln geworden.

Zunächst wird der Begriff der Nachhaltigkeit, wie er in dieser Arbeit verstanden wird, definiert. Die bekannteste Definition, welche bis heute am weitesten verbreitet und anerkannt ist, und somit als klassische Definition von Nachhaltigkeit betrachtet werden kann, ist die Definition der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung in dem Bericht, den die Vereinten Nationen 1987 mit dem Titel „Our Common Future“ veröffentlicht haben, auch kurz Brundtland-Bericht genannt: „Eine nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, welche den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“⁵ Hierbei kann der Begriff „nachhaltige Entwicklung“ gleichbedeutend mit dem Begriff „Nachhaltigkeit“ verstanden werden.⁶ Die Veröffentlichung des Brundtland-Berichts gilt als der Beginn des weltweiten Diskurses über nachhaltige Entwicklung. Laut dieser Definition wird Nachhaltigkeit als eine Art Entwicklung beschrieben, die sowohl auf die Gegenwart als auch auf die Zukunft ausgerichtet ist. Sie lässt allerdings unterschiedliche Interpretationen zu, weshalb mittlerweile zahlreiche Begriffsdefinitionen kursieren. Aus ökonomischer ebenso wie aus ökologischer Sicht beinhalten die meisten Definitionen die umsichtige Verwendung von Gütern und die Sicherung ihres Fortbestandes. Zusammengefasst kann Nachhaltigkeit somit als eine Form des ökologischen und ökonomischen Handelns verstanden werden, welches den gegenwärtigen und zukünftigen Generationen vergleichbare oder bessere Lebensbedingungen sichern soll.⁷

Auch die Textil- und Bekleidungsindustrie wird immer wieder aufgefordert, nachhaltige Geschäftsmodelle zu entwickeln. Führende Unternehmen setzen sich für fair und nachhaltig produzierte Kleidung ein und bauen ihr Engagement für eine nachhaltige Lieferkette aus.

In dieser Arbeit werden die ökonomischen und sozialen Aspekte des Begriffs Nachhaltigkeit vernachlässigt, und lediglich ökologische Gesichtspunkte beleuchtet.

⁵ Zitat.: Jürgen Weber, Johannes Georg, Robert Janke und Simone Mack, Nachhaltigkeit und Controlling, 1. Auflage, 2011, S.14

⁶ Vgl.: Jürgen Weber, Johannes Georg, Robert Janke und Simone Mack, Nachhaltigkeit und Controlling, 1. Auflage, 2011, S.14

⁷ Vgl.: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.html , 13.11.2015

3 Die Jeans – ein beliebtes Kleidungsstück

Die Jeans hat sich weltweit als ein wichtiger Bestandteil der Mode etabliert und dürfte heute das fast meistgetragene Kleidungsstück sein. Aufgrund der vielfältigen und teilweise sehr aufwendigen Ausstattungen der Jeans hat ihre konventionelle Fertigung einen großen Anteil an der Umweltbelastung durch die Textilbranche.



Abbildung 1: Levi's Jeans⁸

3.1 Die Entwicklung der Jeans - von der Arbeiterhose aus Amerika zum modischen Kleidungsstück weltweit

Ihren Ursprung hat die Jeans in den Vereinigten Staaten. Levis ist nicht nur eine weltbekannte Jeansmarke, sondern auch der Name des Erfinders des berühmten Kleidungsstücks. Levi Strauss, ein Auswanderer aus Bayern, eröffnete 1853 einen Textilgroßhandel in San Francisco und führte dann 3 Jahre später mit seinen Halbbrüdern unter der Firma Levi Strauss einen Großhandel mit Textilimporten.⁹

Der Beginn der Jeans ist jedoch laut Patentamt auf das Jahr 1873, als Levi Strauss und der Schneider Jacob Davis sich die Hosenerfindung patentieren ließen, zurückzuführen. Zu Zeiten des Goldrausches in Kalifornien kauften viele Goldgräber, welche strapazierfähige Kleidung brauchten, bei Levi ein und ihm wurde schnell klar, was hart arbeitende Menschen brauchen: Kleidung, die alles mitmacht, stabil und widerstandsfähig ist.¹⁰ Der Schneider Jacob Davis, der damals noch ein Kunde von Levi Strauss war, hatte eine Lösung für das häufige Ausreißen der beanspruchten Taschenecken gefunden: Kupfernieten, die zur Sicherung von

⁸ Quelle: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/levi-strauss-jeans-hersteller-strebt-zurueck-an-die-boerse-a-1253104.html>, aufgerufen am 13.12.2019

⁹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 14

¹⁰ Vgl.: <https://www.jeans-trends.net/geschichte-erfinder.php>, aufgerufen am 13.12.2019

Pferdegesschirr verwendet wurden. Strauss und Davis teilten ihr Wissen und wurden Geschäftspartner. Die ersten Levi-Jeanshosen (engl. waist overalls) wurden zunächst als Arbeitshose über der eigentlichen Kleidung getragen.¹¹

Die ersten Jeanshosen wurden aus den Materialien Segeltuch und Denim gefertigt. Nachdem die Nachfrage nach Segeltuchstoffen zurückging, wurde vermehrt die strapazierfähige Baumwolle eingesetzt, und man konzentrierte sich verstärkt auf die verschiedenen Denimarten.

Als Markenzeichen wurden die Hosen in einem Indigo blauen Farbton gefärbt und mit orangefarbenen Nähten verziert. Die Arbeiterhose hatte eine bequeme Passform, die Taschenecken wurden mit Nieten verstärkt, sie mussten lange halten und durften nicht zwicken und kneifen.



Abbildung 2: Goldgräber in Jeanshosen¹²

Um 1930 wurden die zweckmäßigen Hosenträger durch modische Gürtel abgelöst. Dies war der Beginn der modischen Entwicklung der Jeans, denn nun trug auch die Jugend Amerikas die ehemalige Arbeiterhose.¹³

¹¹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 14

¹² Quelle: <https://www.tagesanzeiger.ch/Die-Archaeologin-bei-Levi-Strauss/story/16567959>, Erstellt: 31.12.2012, 11:41 Uhr, aufgerufen am 13.12.19, Walter Niederberger

¹³ Vgl.: URL: <https://www.jeans-trends.net/geschichte-erfinder.php>, aufgerufen am 13.12.2019

Im Zweiten Weltkrieg brachten die amerikanischen Soldaten die Jeans nach Europa, und nach anfänglichen Schwierigkeiten konnte sich die Jeans auch in Deutschland durchsetzen, vor allem die bekannten Filmgrößen steigerten den Erfolg. Kurz nach dem Krieg wurden auch die ersten Jeans in Europa hergestellt. Einer dieser Hersteller existiert heute noch unter dem Namen „Mustang“.

Auch in anderen europäischen Ländern entwickelten sich die bis heute bekannten Jeanslabels wie zum Beispiel: „Lios“ aus Spanien, „Big Star“ aus der Schweiz oder „Diesel“ aus Italien.¹⁴

3.2 Merkmale einer Jeans

Die bis heute als Standardtyp erhaltene 5-pocket-Jeans von Levis aus dem Jahr 1901 beispielsweise besteht aus insgesamt 22 Schnittteilen. In einer Näherei werden die Schnittteile und Zutaten in etwa 100 Arbeitsschritten zu einer Jeanshose gefertigt.

Die ursprüngliche Jeanshose besitzt folgende Gestaltungsmerkmale: Sie hat einen relativ weiten und geradlinigen Schnitt, besitzt einen angesetzten Bund mit fünf Gürtelschlaufen, ist entweder mit Knopf- oder mit Reißverschlussleiste ausgestattet, auf der vorderen Seite der Hose sind drei Taschen angebracht, zwei mit gerundeten Tascheneingriffen und eine mit Kupfernieten, an der Hinter Hose verläuft eine schräge Passe, und es sind zwei aufgesetzte Taschen angebracht, auf denen Doppelsteppbögen zu sehen sind, die Schrittnaht wird als Kappnaht gearbeitet. Typisch für die Jeans sind die doppelt abgesteppten Nähte sowie die ockerfarbenen Riegel. Der rückwärtige Bund ist mit einem Lederetikett versehen.¹⁵

3.2.1 Flächengebilde

Ein Gewebe ist ein textiles Flächengebilde, welches aus mindestens zwei Fadensystemen, den längslaufenden Kettfäden und den querlaufenden Schussfäden besteht. Eine Jeans wird aus „Blue Denim“ hergestellt, ein blaufarbener, körperbindiger 100%iger Baumwollstoff, für den charakteristisch die auffälligen Diagonalstreifen sind. Das Gewebe setzt sich aus einem indigofarbenen Kettfaden und einem rohweißen Schussfaden zusammen. Auf dem Markt gibt

¹⁴ Vgl.: <https://www.jeans-trends.net/geschichte-erfinder.php>, aufgerufen am 13.12.2019

¹⁵ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 43

es Stoffe mit der Bezeichnung Denim, welche jedoch mit anderen Kettfarben oder aus Chemiefasern produziert wurden.¹⁶

Folgende Parameter zeichnen ein Gewebe aus: Die Garnfeinheit, die Fadendichte, jeweils von Kette und Schuss, sowie deren Bindung. Diese Parameter werden für das Flächengewicht des Materials benötigt, denn danach richtet sich der Preis des Produkts. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass bei gewaschenen Stoffen wie bei Jeans die Schrumpfwerte für Kette und Schuss miteinberechnet werden müssen, um ein korrektes Warengewicht zu erhalten.¹⁷

3.2.2 Gewebebindung

Unter der Gewebebindung versteht man den Wechsel der gegenseitigen Über- und Unterführung von Kett- und Schussfäden beim Weben. Hergestellt wird der Denim-Stoff mit der Kettkörperbindung, eine der Grundbindungsarten. Hierbei wird entweder eine 2/1 Bindung oder eine 3/1 Bindung angewendet. Auf der rechten Wareenseite sind beim Kettkörper die blauen Kettfäden sichtbar, wird der Stoff auf die linke Wareenseite gewendet, erkennt man die weißen Schussfäden. Handelt es sich um einen Schusskörper, ist hauptsächlich der Schuss von rechts sichtbar. Bei der 2/1 Körperbindung entsteht eine Flottierung über zwei Kett- oder Schussfäden hinweg. Die 3/1 Körperbindung beschreibt drei Ketthebungen und eine darauffolgende Kettsenkung. Der Fadenverbund ist bei der 3/1 Bindung durch die längere Flottierung des Kettfadens sehr viel lockerer, weshalb für eine gute Gewebestabilität eine höhere Fadendichte benötigt wird. Wenn die Flottierung von rechts versetzt ist, also der Grat von links unten nach rechts oben verläuft, weist die Bindung einen Z-Grat auf, der S-Grat hingegen weist nach links oben.¹⁸

3.2.3 Zusammensetzungen mit anderen Fasern

Vor allem in der Damenoberbekleidung haben sich durch die modischen Trends, wie zum Beispiel figurbetonte, Jeans Zusammensetzungen mit Elastan durchgesetzt. Bei Jeans beträgt der Elastananteil zwischen 1 % und 4%. Vorwiegend wird das Elastangarn als Schussfaden in Form eines Corespun eingetragen. Das bedeutet, dass der Faden aus einem Kernfaden, dem

¹⁶ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe Grundstufe und Fachstufen, 14. Auflage, 2011, Seite 146

¹⁷ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 27

¹⁸ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 27

Elastangarn, besteht, der von einem Baumwollfaden, dem Mantelfaden, umwunden wird. Es gibt jedoch auch Verbindungen mit Polyester oder mit Viskoseanteil.¹⁹

4 Herkömmliche Verfahren zur Herstellung einer Jeans

Für die Herstellung einer echten Jeans wird der textile Rohstoff Baumwolle eingesetzt. Um den Tragekomfort zu verbessern, haben sich vorwiegend in der Damenbekleidung auch Jeansstoffe in Verbindung mit anderen Fasern durchgesetzt. Von der Rohstoffgewinnung bis hin zum Endprodukt ist eine Vielzahl an Produktionsstufen erforderlich, um die gewünschten modischen Trends zu erzielen. In dem folgenden Kapitel wird auf die herkömmlichen Verfahren zur Herstellung einer Jeans eingegangen und dargestellt, welche Umweltbelastungen in den verschiedenen Produktionsstufen verursacht werden.

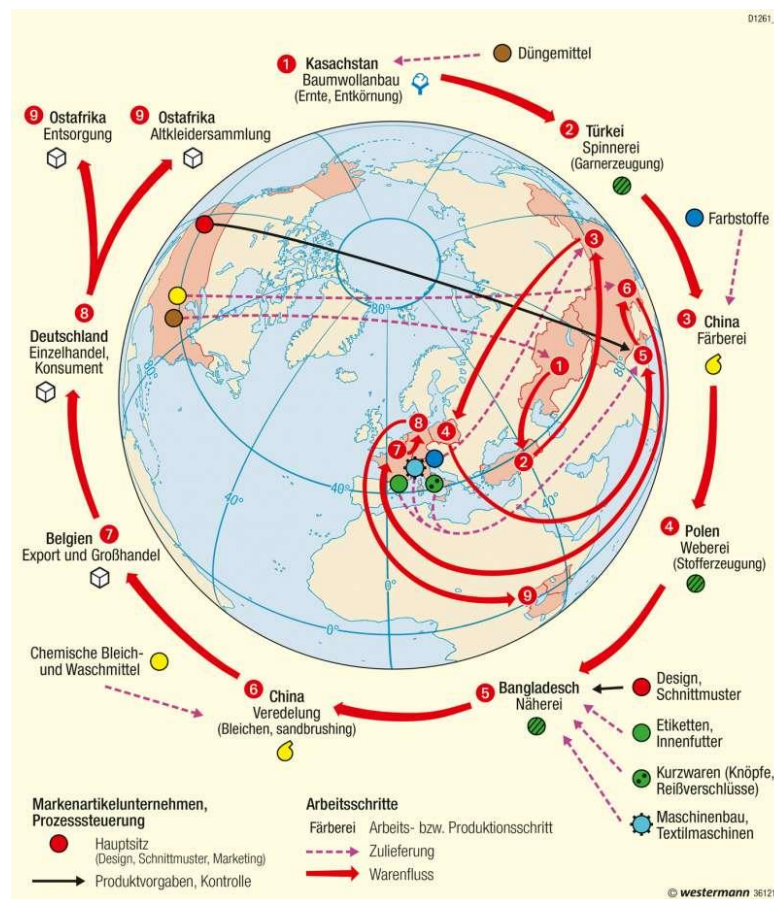


Abbildung 3: Globale Warenkette der Jeans²⁰

¹⁹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1. Auflage, 2013, S. 37

²⁰ Quelle: <https://diercke.westermann.de/content/globale-warenketten-am-beispiel-jeans-978-3-14-100800-5-271-4-1>, aufgerufen am 14.12.2019

4.1 Rohstoffgewinnung

Zur Herstellung einer Jeans wird der textile Rohstoff Baumwolle benötigt. Um bestimmte Passformen wie beispielsweise „slim fit“ oder „skinny“ zu erreichen, wird die Baumwolle zu einem geringen Anteil mit Chemiefasern, vor allem Elastan, gemischt.

4.1.1 Baumwollanbau

Die Baumwolle gehört zu den Malvengewächsen, welche strauchartige, gelbblühende Pflanzen sind und je nach Art, Boden, Klima und Sorte 0,25 bis 2 Meter hoch werden können. Die Hauptanbaugebiete sind Indien, USA, China, Kasachstan, Usbekistan und Pakistan. Sie liefern heute ungefähr 78% der weltweit benötigten Baumwolle.²¹

Für den Baumwollanbau sind gute Böden, Sonne und viel Feuchtigkeit während der Wachstumsphase entscheidend. Aus diesem Grund braucht man entweder entsprechende Niederschläge oder künstliche Bewässerungsmöglichkeiten. Die künstliche Bewässerung verursacht durch den enormen Wasserverbrauch erhebliche Umweltprobleme. Für die Herstellung von 1 Kilogramm Rohbaumwolle werden insgesamt ungefähr 27000 Liter Wasser gebraucht. Das bedeutet, dass für eine Jeans mit einem Gewicht von 700 Gramm innerhalb der Produktion circa 18000 Liter Wasser benötigt werden. Dies entspricht in etwa dem Inhalt von 135 Badewannen.²²

Beim konventionellen Anbau der Baumwolle kommt noch ein weiteres Umweltproblem hinzu. Von der Saatgutausbringung bis zur Ernte wird die Pflanze kontinuierlich mit Pflanzenschutzmitteln bespritzt. Denn durch die Anbauweise von Monokulturen und die enge Bepflanzung ist die Baumwolle sehr anfällig für Schädlinge.²³

Durch den Einsatz von Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden wird die Umwelt stark belastet: Reduzierung des Fischbestandes in angrenzenden Gewässern, Gefährdung der Vögel, Pestizidwerte im Trinkwasser, Gefährdung des Grundwassers. Außerdem werden die Schädlinge zunehmend resistent mit der Folge, dass immer stärkere Gifte eingesetzt werden. Bei den Plantagearbeitern treten oft Vergiftungserscheinungen durch unsachgemäße Anwendung der Chemikalien auf. Allerdings lösen sich die Pestizide durch die späteren

²¹ http://www.umweltbildung-bremen.de/uploads/ff_thema3_870.pdf, Die Reise (m)einer Jeans, aufgerufen am 15.12.2019

²² Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 22

²³ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 22-23

Behandlungsprozesse und stellen für den Träger des Baumwollprodukts keine Gefahr mehr dar.²⁴

Edith Piegsa fasst die ökologisch bedenklichen Punkte des konventionellen Baumwollanbaus folgendermaßen zusammen:

„Energieverbrauch:

- großflächiger Anbau von Baumwolle, v.a. in den USA und den Nachfolgestaaten der UDSSR ist mit einem erheblichen Energieverbrauch verbunden

- Einsatz von Pflanzenschutzmittel:

Baumwollpflanzen werden in sehr starkem Maße von verschiedenen Schädlingen (Blattläuse, Blattwürmer, Kapselwürmer, -raupen und -käfer) heimgesucht. Zum Schutz der Pflanzen werden Insektizide, Herbizide und andere Agrochemikalien eingesetzt; so dass etwa 11% der weltweit eingesetzten Pestizide und 24% der Insektizide in der Baumwollproduktion verwendet werden

- Wasserverbrauch:

Baumwolle kann je nach Niederschlagsmenge in Trockenkulturen oder unter künstlicher Bewässerung angebaut werden. Höhere Erträge und bessere Qualitäten werden i.d.R. in Trockengebieten mit künstlicher Bewässerung (über 60% der Baumwolle) erzielt. Die dabei benötigten Wassermengen können je nach Region in Konflikt mit anderen Nutzungen stehen; ein besonders dramatisches Beispiel ist das allmähliche Verschwinden des Aralsees, der im Jahre 2015 nicht mehr existieren wird.

- Abwasser:

Die ins Wasser eingetragenen Dünge- und Pflanzenschutzmittel tragen zur Bodenbelastung und Abwasserbelastung bei. Beispiele sind v.a. die Versalzung von Böden, Desertifizierung und Fischsterben.

- Humantoxizität:

Die Ausbringung der Agrochemikalien, v.a. in Entwicklungsländern, ist mit einer Reihe von Gesundheitsgefährdungen verbunden.“²⁵

Inzwischen gibt es Pflanzungen von genveränderten Baumwollsaamen (Bt Cotton = Biotech Baumwolle), welche zunächst immun gegen den Befall der Schädlinge sind. Jedoch benötigt

²⁴ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 22-23

²⁵ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 6

genveränderte Baumwolle dreimal mehr Wasser als herkömmliche Baumwollarten. Außerdem ist das Saatgut teuer und lässt sich nicht nachzüchten. Zudem sind nach einigen Jahren andere Schädlinggruppen aufgetreten, wodurch der Einsatz von Insektiziden wieder anstieg und andere Probleme hinzukamen.²⁶

4.1.2 Baumwollernte

Von der Aussaat bis zur Ernte verstreichen 175-225 Tage. Einige Tage nach der Aussaat sprießt der Keimling und die Pflanze entwickelt sich in drei Wochen bis zur Blüte. Aus dem Fruchtknoten in der Blüte entwickeln sich fünf bis zehn erbsengroße Samen, aus deren Oberhaut 1200 bis 7000 schlauchförmige, sehr dünne Samenhaare wachsen. Die Kapsel springt etwa fünfzig Tage nach der Blüte auf. Zur Herstellung der Naturfaser werden die Samenhaare, die aus der Samenkapsel hervortreten, verwendet.²⁷



Abbildung 4: Reife Baumwollkapsel²⁸

In großen Anbaugeländen mit konventionellem Baumwollanbau kommen Erntemaschinen zum Einsatz. Um die Qualität der maschinellen Ernte zu verbessern, werden die Pflanzen meist vom Flugzeug aus mit Entlaubungsmitteln benetzt, wodurch die Blätter und Blüten welken und von den Pflanzen abgeworfen werden. Dadurch können die noch grünen Kapseln

²⁶ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 22-23

²⁷ Vgl.: http://www.umweltbildung-bremen.de/uploads/ff_thema3_870.pdf, Die Reise (m)einer Jeans, aufgerufen am 15.12.2019

²⁸ Quelle: https://www.baunetzwissen.de/imgs/6/8/8/2/1/7/Cotton_field_kv16-1d4295d21612a5bf.jpg, aufgerufen am 15.12.2019

nachreifen. Auch Verunreinigungen der Samenhaare halten sich so in Grenzen.²⁹ In Gebieten mit kleineren Anbauflächen wird, wie zum Beispiel auch beim biologischen Anbau, die Baumwolle nach wie vor mit der Hand gepflückt, wodurch sich die Qualität der Baumwolle erhöht, denn es werden nur reife geöffnete Kapseln gepflückt. Die geerntete Baumwolle wird getrocknet, gereinigt, und maschinell entkörnt. Die für den Transport zu Ballen gepressten Samenhaare kommen zur Weiterverarbeitung in eine Spinnerei, wo sie zunächst gewaschen werden.³⁰

4.1.3 Eigenschaften der Baumwolle

Entscheidende Qualitätsmerkmale der Baumwolle sind die Länge der Fasern, auch Stapellänge genannt, die Feinheit, Reinheit, Festigkeit, Farbigkeit und die Faserreife. Die Farben der Baumwollfaser reichen von weiß über gelblich bis hin zu dunkelbraun. Die Stapellängen können je nach Sorte und klimatischen Bedingungen zwischen 10 bis 52 Millimeter variieren. Ab 14 Millimeter sind die Fasern verspinnbar, alles, was darunterfällt, wird als Linters bezeichnet und weiterverarbeitet zu reiner Cellulose, um dann für die Herstellung von Acetat- und Cuprofasern eingesetzt zu werden. Je länger die Fasern sind, desto reißfester und feiner ist die Baumwolle.³¹

4.1.4 Chemiefasern aus nicht-nachwachsenden Rohstoffen

„Synthetische Chemiefasern machen mit 59% den Großteil an der Weltfaserproduktion aus. Obwohl für Ihre Herstellung weniger als ein Prozent des fossilen Rohstoffs Rohöl benötigt werden, besteht ihre Problematik zum Teil auch in der Endlichkeit der Ressourcen.“³²

Die Chemiefasern sind heute zur Deckung des Weltfaserbedarfs notwendig. Bei den Zellulose- und Eiweißchemiefasern werden die Fäden aus den natürlich vorhandenen polymeren Rohstoffen Zellulose oder tierischem beziehungsweise pflanzlichem Eiweiß künstlich gebildet. Bei Chemiefasern aus synthetischen Polymeren wird nicht nur der Faden künstlich hergestellt, sondern auch der polymere Rohstoff, die Fasersubstanz, künstlich produziert. Die Herstellung der polymeren Fasersubstanz wird in aufwändigen Verfahren unter großem Energie- und Wassereinsatz durchgeführt. Dabei geht man von geeigneten

²⁹ Vgl.: http://www.oeko-fair.de/index.php/cat/797/title/Konventioneller_Baumwollanbaudl., aufgerufen am 19.12.2019

³⁰ Vgl.: URL: http://www.umweltbildung-bremen.de/uploads/ff_thema3_870.pdf, aufgerufen am 19.12.2019

³¹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 23

³² Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 12

monomeren Substanzen, die im Erdöl, Erdgas und der Kohle vorkommen, aus. Bei den chemischen Prozessen bilden die Moleküle eines monomeren Stoffes sich zu Kettenmolekülen und schließen sich zu einem polymeren Stoff zusammen.³³

Mit Hilfe von drei Reaktionsarten erfolgt die Kettenbildung:

Polykondensation: Polykondensatfasern (zum Beispiel Polyamid 66, Polyester)

Polyaddition: Polyadditionsfasern (zum Beispiel Elastan)

Polymerisation: Polymerisat Fasern (zum Beispiel Polyacryl, Polyamid6)

Aus der gewonnenen Fasersubstanz wird in einem zweiten Schritt die Faser hergestellt.

Die entstandene Fasersubstanz liegt als Schnitzel, Granulat oder Pulver vor. Damit die Fasern ersponnen werden können, wird die Substanz zuvor, je nach Art, durch Auflösen in einem geeigneten Lösungsmittel oder durch Schmelzen erreicht. Zu den wichtigsten synthetischen Fasern zählen die Stoffe Polyester, Polyamid, Polyacryl oder Elastan. Oft werden die Fasern mit Baumwolle gemischt wie bei der Herstellung von Jeans.³⁴

4.2 Spinnen

Die gewonnenen Spinnfasergarne werden aus stapellangen Fasern durch den mechanischen Vorgang des Spinnens hergestellt. Die Fasern verschiedener Herkunft werden zu Beginn des Spinnprozesses gemischt, um die gewünschte Qualität zu erreichen. Qualitätsmerkmale der Baumwollfasern sind Farbe und Sauberkeit sowie die Stapellänge, wobei eine längere Faser für bessere Qualität steht. Weitere Parameter für die Fasereigenschaft sind die „Micronaire“, die ein Maßstab für die Feinheit der Faser darstellt, und die Zugfestigkeit der Faser.³⁵

Beim Spinnen werden die Fasern enormer Reibung ausgesetzt. Deshalb werden spezielle Hilfsmittel eingesetzt, um die Garnqualität zu sichern. Die Faserhilfsmittel bestehen aus Spinnpräparationen, welche die Reibung steuern. Nach dem Spinnvorgang werden die Hilfsmittel wieder abgewaschen und gelangen so in das Abwasser.³⁶

Für die Herstellung der Garne können verschiedene Spinnverfahren angewendet werden. Übliche Verfahren sind zum einen das Ringspinnverfahren und zum anderen das

³³ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe, Auflage 14, 2011, Seite 58-59

³⁴ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe, Auflage 14, 2011, Seite 59-60

³⁵ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green, Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 71

³⁶ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 15

Rotorspinnverfahren. Das am weitesten verbreitete Verfahren ist das Ringspinnverfahren. Die Baumwollfasern werden zunächst zu einem Vorgarn gesponnen. Dabei wird das Faserband gestreckt und gleichzeitig gedreht. Der Ringläufer kreist dabei um eine Spindel und das Garn wird auf eine Hülse, das sogenannte Kops, gewickelt. Im Anschluss werden die umwickelten Kopse auf größere Spulen umwickelt. Für das Ringspinnverfahren eignen sich die kurzen Fasern der Baumwolle nicht. Da bei diesem Verfahren demzufolge nur längere Fasern verwendet werden können, ist die Qualität der entstandenen Garne höher als bei den anderen Verfahren. Die Garne sind gleichmäßiger, reißfester und feiner.³⁷

Im Vergleich zu dem Ringspinnverfahren ist das Rotor- oder Open-End-Spinnen problemloser. Allerdings ist die Garnqualität der entstandenen Garne gröber und nicht so reißfest. Die Arbeitsschritte des Vorspinnens entfallen, und die Baumwolle wird direkt der Maschine zugeführt. Die Baumwolle wird in einzelne Fasern getrennt und von einem Luftstrom in eine Trommel gezogen. Dabei werden die Fasern an die Trommel gedrückt und gleiten in eine Rille, wo sie gesammelt und später in eine Drehachse kommen. Dort formieren sich die Fasern zu einem Garn, das direkt auf Kreuzspulen gewickelt wird. Die Umwicklung über die kleinen Spulen der Kops entfällt, wodurch der Prozess einfacher und kostengünstiger als das Ringspinnverfahren wird.³⁸

Für die Herstellung von Jeans reicht eine Stapellänge von ca. 2,5 cm aus. Denim für hochwertige Jeans wird aus etwas längeren Fasern (ca. 2,9 cm), die im Ringspinnverfahren versponnen werden, hergestellt. Sowohl die Faserlänge als auch das Spinnverfahren haben wesentlichen Einfluss auf die Optik und Haptik der fertigen Jeans.³⁹

4.3 Garnfärbung

Die Textilindustrie ist weltweit der größte Abnehmer der Farbstoffindustrie. Neben den eigentlichen Farbstoffen werden für den Vorgang des Färbens weitere Färbereihilfsmittel wie Farbstofflösemittel, hydrotrope Mittel, Dispergier Mittel, Schutzkolloide, Netzmittel, Egalisier Mittel, Färbebeschleuniger und Nachbehandlungsmittel benötigt. Jeder Rohstoff

³⁷ <https://www.naturawalk.de/blog/baumwolle/776-garn-aus-baumwolle-herstellung>, 19.3.2012, aufgerufen am 20.12.2019

³⁸ Vgl.: <https://www.naturawalk.de/blog/baumwolle/776-garn-aus-baumwolle-herstellung>, 19.03.2012, aufgerufen am 20.12.2019

³⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green, Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 71

besitzt sowohl physikalisch als auch chemisch einen anderen Faseraufbau, deshalb ist die Liste der auf die Faserstoffe abgestimmten Farbstoffklassen lang.⁴⁰

Faktoren der Anfärbarkeit von Faserstoffen sind:

- „allgemeiner chemischer Aufbau, Wechselwirkung mit Faserstoff, Anziehungskräfte
- Chemisches Reaktionsvermögen (funktionelle Gruppen)
- Physikalisches Verhalten im wässrigen Medium (hydrophil, hydrophob)
- Feinstruktur und Morphologie (kristalline bzw. amorphe Bereiche, Kern-Mantel-Strukturen)
- Technische Aufmachung und Vorbehandlung (Fixiergrad, Verstreckung, Texturierung, Garndrehung, Zwirn, Gewebedichte, Maschenware).“⁴¹

Die Jeans hat einen tiefen Blauton und wird mit dem Farbstoff Indigo gefärbt. Der älteste Küpenfarbstoff Indigo wird hauptsächlich von den Farbenfabriken synthetisch hergestellt und als Indigotin bezeichnet. Der Farbstoff ist in Wasser, sauren und alkalischen Flotten unlöslich und wird durch die Reduktion in eine wasserlösliche Form gebracht. Zur Reduktion wird vor allem Natriumhydrogensulfit verwendet.⁴² Die sich bildende Verbindung wird von der Faser aufgenommen und verwandelt sich bei der Einwirkung des Luftsauerstoffs in den Farbstoff zurück.⁴³ Die folgende Abbildung stellt die chemische Reaktion des Indigos dar.

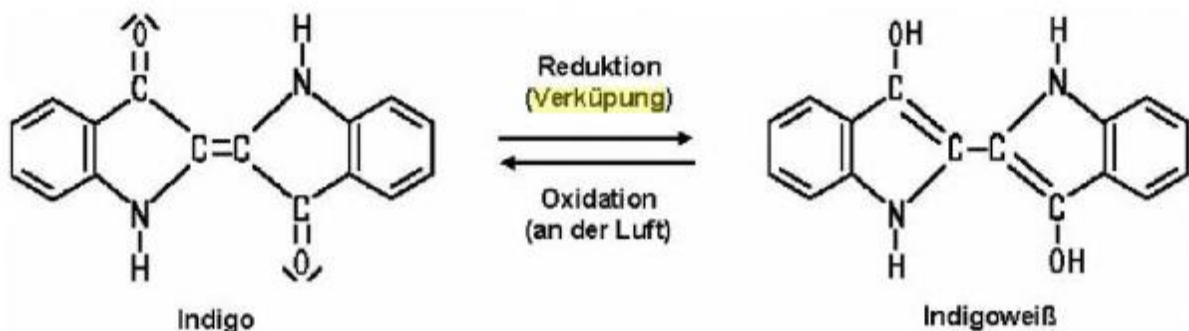


Abbildung 5 Chemische Reaktion des Indigo⁴⁴

„Beim Jeansstoff werden ausschließlich die Kettgarne gefärbt, die Schussfäden bleiben hingegen weiß. Man spricht deshalb von einer Kettgarnfärbung (engl. Warp yarn dyeing), für die es zwei verschiedene Verfahren gibt.“⁴⁵

⁴⁰ Vgl.: Dr. Ing. Katrin Prinz, Skript: Textilveredlung, Färberei, 2015, Seite 8

⁴¹ Zitat: Dr. Ing. Katrin Prinz, Skript: Textilveredlung, Färberei, 2015, Seite 8

⁴² Vgl.: Roshan Paul, Denim: Manufacture, Finishing and Applications, 2015, Seite 50-51

⁴³ Vgl.: J. Erxleben, Handbuch der textilen-Veredlung, 1. Auflage, Seite 132

⁴⁴ Quelle Abbildung: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 53

Bei der Breitfärbung werden die gesamten Kettfäden auf einer Walze nebeneinander angeordnet. Damit der Farbstoff gleichmäßig eindringen kann, wird das Garn, bevor es in eine Reihe von Färbebädern getaucht wird, mit Natronlauge behandelt, um natürliche Verunreinigungen wie Staub und Fett zu entfernen. Zudem wird ein Netzmittel aufgetragen. Der Kettbaum wird anschließend in mehrere hintereinander folgende Färbebäder getaucht. Die Oxidation des Farbstoffes an der Faser erfolgt beim Auftauchen. Die Breitfärbung verläuft relativ schnell, da alle Kettfäden nebeneinander angeordnet sind.⁴⁶

Bei dem Verfahren der Kabelfärbung werden die Kettgarne im Kabel beziehungsweise im Strang gefärbt. Dabei liegen 300 bis 400 Fäden in einer Bündelung neben- und auch übereinander. Das Kabel wird durch die Färbebäder gezogen. Durch die überlagerten Garne im Stranginneren benötigt die Oxidation der Farbe auf das Garn mehr Zeit als beim Färbeprozess des Breitfärbens. Auf Grund des direkten Kontaktes zu den Nachbargarnen besteht die Gefahr von Kettfaden Streifen.⁴⁷ Das Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Produktivität und geringen Fadenverlust aus, allerdings weist es eine geringere Flexibilität bei der Erstellung von Farbtönen auf.⁴⁸

Färben ist ein Wasser- und Chemikalien intensiver Vorgang, der durch den hohen Wasserverbrauch und die Abwasserverschmutzung eine starke Belastung der Umwelt darstellt. Um bei der Jeans den gewünschten Blauton zu erzielen, können bis zu 12 Farbbäder erforderlich sein. Dabei ist eine konstante Überwachung der Temperatur, des pH-Werts und der Konzentration der eingesetzten Chemikalien notwendig. Nach dem Färbeprozess wird der überschüssige Farbstoff mit Hilfe von Wasserbädern entfernt, und die Chemikalien auf dem Garn werden neutralisiert.⁴⁹

⁴⁵ Zitat Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 51

⁴⁶ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 52

⁴⁷ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 52

⁴⁸ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 72

⁴⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 72

4.4. Schlichten und Entschlichten

Um den Jeansstoff weben zu können, müssen die gefärbten Kettgarne mit einem Schutzfilm, der sogenannten Schlichte, behandelt werden. Besonders die Kettfäden (Faden in Längsrichtung), welche beim Weben das aktive Fadensystem darstellen, werden während des Webvorgangs hohen mechanischen Belastungen wie Reiben, Ziehen und Biegen ausgesetzt. Das Schussgarn ist beim Weben das passive Fadensystem und unterliegt somit geringeren Beanspruchungen. Deshalb muss das Schussgarn nicht geschlichtet werden. Die Kettgarne werden mit Schlichtemittel, vorwiegend aus Stärke bestehend, behandelt. Hierbei werden die abstehenden Fasern verklebt, die Garne insgesamt geglättet und widerstandsfähiger gemacht.⁵⁰

Beim Vorgang des Schlichtens in der Maschine wird das Schlichtemittel in Wasser gelöst und durch das Eintauchen in die Schlichteflotte auf die parallel liegenden Kettfäden aufgebracht. Dabei ist zu beachten, dass die Garne nicht aneinanderkleben, damit der spätere Webprozess nicht gestört wird. Die überschüssige Schlichte wird über Walzen abgequetscht und durch die nachfolgende Trocknung verdampft der Wasseranteil.⁵¹

Nach dem Weben wird das Schlichtemittel aus dem Gewebe entfernt, da ansonsten der Stoff für die Weiterverarbeitung zu hart bliebe. Für das Entschlichten gibt es verschiedene Methoden wie zum Beispiel das hydrolytische Verfahren mit Säuren oder das oxidative mit Persulfaten. Bei der Verwendung von Stärkeschlichten wird die enzymatische Entschlichtung eingesetzt.⁵²

„Bei den meisten Jeans werden die Hosen je nach Art des Schlichterohstoffs und der Modifizierung mittels Enzymen (α -Amylasen), oder aber nur mittels heißem Wasser und gängigen Waschhilfsmitteln behandelt. Bei der Raw-Denim-Jeans hingegen, die meist noch geschlichtet konfektioniert wird, erhält die Hose als Entschlichtung eine 1-stündige Verseifung durch Zugabe von Soda. [...] Jeder Entschlichtungsvorgang, muss unter Berücksichtigung der biologischen Abbaubarkeit, CSB- (= chem. Sauerstoffbedarf) und AOX-Werte (= adsorbierbare Halogenverbindungen) im Abwasser vorgenommen werden.“⁵³

⁵⁰ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 54-55

⁵¹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 54-55

⁵² Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 20-21

⁵³ Zitat: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 56

Besonders hervorzuheben ist, dass fast die Hälfte der Abwasserfrachten der Textilbetriebe durch das Schlichten entstehen.⁵⁴

4.5 Weben

Eine Jeans besteht aus einem Gewebe in Kettkörperbindung mit blauen Kett- und weißen Schussfäden. Dieses Gewebe wird als Denim bezeichnet. Der Begriff „Denim“ ist eine amerikanische verkürzte Form der französischen Bezeichnung Serge de Nimes (Gewebe aus Nimes). Ein Gewebe wird von drei Parametern bestimmt: Die Garnfeinheit, die Fadendichte, jeweils von Kette und Schuss, und deren Bindung, also die Anordnung der beiden Fadensysteme. Das Jeansgewebe hat die bereits in Abschnitt 3,2,2 beschriebene Kettkörperbindung mit einer 2/1- oder auch 3/1 Bindung.

Das Weben des Jeansstoffs erfolgt überwiegend auf Hochleistungsmaschinen mit Greifer-, Projektil- oder Luftdüseneintragssystemen.⁵⁵ Die Funktionsweise der genannten Systeme lässt sich kurz wie folgt beschreiben:

Die Greiferwebstuhlmaschine besitzt ein ineinandergreifendes Schusseintragssystem. Hierbei fängt der Greifer Kopf das Fadenende von der Fadenspule und transportiert es durch das Webfach. In der Mitte des Gewebes wird der Faden an den gegenüberliegenden zweiten Greifer übertragen. Bei diesem Prozess wird der Schusseintrag zu jedem Zeitpunkt kontrolliert.⁵⁶

Bei dem Projektileintragssystem erfolgt der Schusseintrag, indem der Schussfaden im Projektil eingeklemmt wird und durch das Webfach geschossen wird. Danach wird der Faden wieder festgespannt und an der äußeren Schusspule abgeschnitten.⁵⁷

Beim Luftstrahlweben wird der Schussfaden mit Hilfe eines Luftstrahls mit hohem Druck durch das Webfach transportiert. Die im Webfach befindlichen Sekundärstrahlen unterstützen

⁵⁴ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 20

⁵⁵ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1. Auflage, 2013, S. 56-57

⁵⁶ Vgl.: Denim Manufacture Finishing and Applications, Roshan Paul, 2015, S.171

⁵⁷ Vgl.: Denim Manufacture Finishing and Applications, Roshan Paul, 2015, S.171

den Hauptstrahl beim Transport des Fadens. Diese Maschinen haben im Vergleich zu den zuvor genannten die höchste Eintragsleistung (ca.2500 m/min, Stand 2016).⁵⁸

Wesentlich ist, dass bei den genannten Webmaschinen der Schussfaden von großen Spulen neben der Webmaschine abgezogen wird und dass somit durch die fortlaufende Schussfadenzuführung ohne Unterbrechung gewebt werden kann.⁵⁹

4.6 Merzerisieren

Im Anschluss an das Weben und Entschlichten kann bei einem Jeansstoff der Vorgang der Merzerisation erfolgen. Dieser Prozess erhöht die Scheuer- und Reißfestigkeit und verbessert die Farbaufnahme. Der Vorgang wird auch als Stückmercerisation bezeichnet, da im Gegensatz zu anderen Gewebearten, bei denen die Merzerisation schon vor dem Weben erfolgt, der Prozess bei Jeans nach dem Weben durchgeführt wird.

Um den besonderen Glanz durch die Merzerisation wahrnehmen zu können, muss die Gewebeoberfläche gesengt werden. Dabei werden die abstehenden Faserenden mit einer offenen Gasflamme abgebrannt.⁶⁰ Das gesengte Baumwollgewebe wird kurzzeitig (ca. 30 bis 60 Sek.) mit kalter Natronlauge getränkt. Dadurch schrumpft die Baumwolle zusammen und wird durch gleichzeitiges oder anschließendes Strecken unter Spannung auf ihre ursprüngliche Länge gebracht. Anschließend wird das Gewebe durch die Behandlung mit Essigsäure neutralisiert, da ansonsten die Ware durch die hochkonzentrierte Lauge zerstört werden würde. Die ökologische Problematik bei der Merzerisation liegt auch hier bei dem hohen Wasserverbrauch und der gravierenden Abwasserbelastung durch die Natronlauge, obwohl heute 60% der Merzerisierlauge recycelt werden.⁶¹

4.7 Krumpfen

Der Veredlungsprozess „Krumpfen“ wird angewendet, um bei einem Baumwollgewebe das nachträgliche Einlaufen zu verhindern. Ohne Vorbehandlung kann der Stoff beim ersten Waschvorgang bis zu 10% einlaufen und die Form verändern. Dies wird durch die

⁵⁸ Vgl.: Denim Manufacture Finishing and Applications, Roshan Paul, 2015, S.172

⁵⁹ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe, Grundstufe und Fachstufen, 2011, S.96

⁶⁰ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 58

⁶¹ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 22-23

Vorwegnahme des Schrumpfens mit Hilfe von mechanischen Verfahren und ohne chemische Hilfsmittel erreicht. Bei dem speziellen patentierten Sanfor-Verfahren erfolgt dies, indem der Stoff bei feuchter Hitze in einer Krumpfmachine behandelt wird. Dabei wird der Stoff gegen einen Zylinder gepresst und ein gezieltes Einlaufen herbeigeführt. Durch dieses Verfahren werden die Einlaufwerte deutlich reduziert und das Gewebe erhält zusätzlich einen weicheren Griff.⁶²

Das Sanfor-Verfahren ist ein überwiegend mechanisches Verfahren und daher ein umweltfreundliches Stauchverfahren. Außerdem garantiert das patentierte Ausrüstungsverfahren, dass die Ware nicht mehr als 1% einläuft.⁶³

4.8 Konfektionierung und Accessoires

Der Bereich der Konfektion beinhaltet die Arbeitsschritte Zuschnitt, Nähen und Bügeln. Auf Zuschneidetischen werden die Stofflagen ausgelegt und die Einzelteile der Jeans von automatischen Cuttern ausgeschnitten. Danach wird der Oberstoff in der Näherei mit Knöpfen, Nieten, Reißverschlüssen und Nähgarn zusammengefügt. Aufgrund der geringen Produktions- und Lohnkosten erfolgt die Konfektion hauptsächlich im Ausland, insbesondere in asiatischen Ländern, zum Beispiel China, Bangladesh und Türkei. Zu den Unternehmen mit deutscher Produktion zählen Trigema, Seidensticker und teilweise Boss. Die Probleme der Konfektion liegen mit Blick auf die Arbeitsbedingungen in sozialen Aspekten sowie im Ressourcen- und Materialverbrauch.⁶⁴

Für die Herstellung einer Jeans wird neben Denim auch Material wie Garn, Knöpfe und Nieten benötigt. In der folgenden Tabelle sind die Zutaten und Mengenangaben für eine 5-pocket-Jeans zusammengefasst:

⁶² Vgl.: Kirsten Diekamp und Werner Koch, Eco Fashion, Top-Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, S. 151

⁶³ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1. Auflage, 2013, S. 59

⁶⁴ Vgl.: <https://www.bpb.de/apuz/198384/wirtschaftsmacht-modeindustrie-alles-bleibt-anders?p=all>, 23.12.2014, Carolin Neugebauer, aufgerufen am 2.1.2020

Tabelle 1: Zutaten einer Standard 5-pocket-Jeans⁶⁵

Zutaten	Menge
Stoff bei 1,50 m Warenbreite	1,30 m
Garn	300 m
Jeansknöpfe	4 Stück
Nieten	6 Stück
Lederimitat-Etikett	1 Stück

Die Befestigungselemente aus Metall werden in verschiedenen Ausführungen angeboten, welche hauptsächlich auf den Grundmaterialien Kupfer, Messing und Edelstahl basieren. Für deren Oberflächenbehandlung werden ökologisch sehr bedenkliche Verfahren wie Galvanisieren angewendet.

4.9 Endbehandlung

Um der fertig konfektionierten Jeans ein individuelles Aussehen zu verleihen, durchläuft der Stoff verschiedene Veredelungsverfahren. Die angewandten Verfahren können in zwei Gruppen unterteilt werden: In Waschverfahren und in Verfahren, die gezielt partielle Veränderungen der Oberfläche mit Hilfe von Chemikalien, Mechanik oder Lasereinsatz bewirken. Oft werden auch Kombinationen aus den unterschiedlichen Behandlungen angewendet.⁶⁶

⁶⁵ Quelle: In Anlehnung an: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 41

⁶⁶ Vgl.: <https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>, 2019, aufgerufen am 6.1.2020

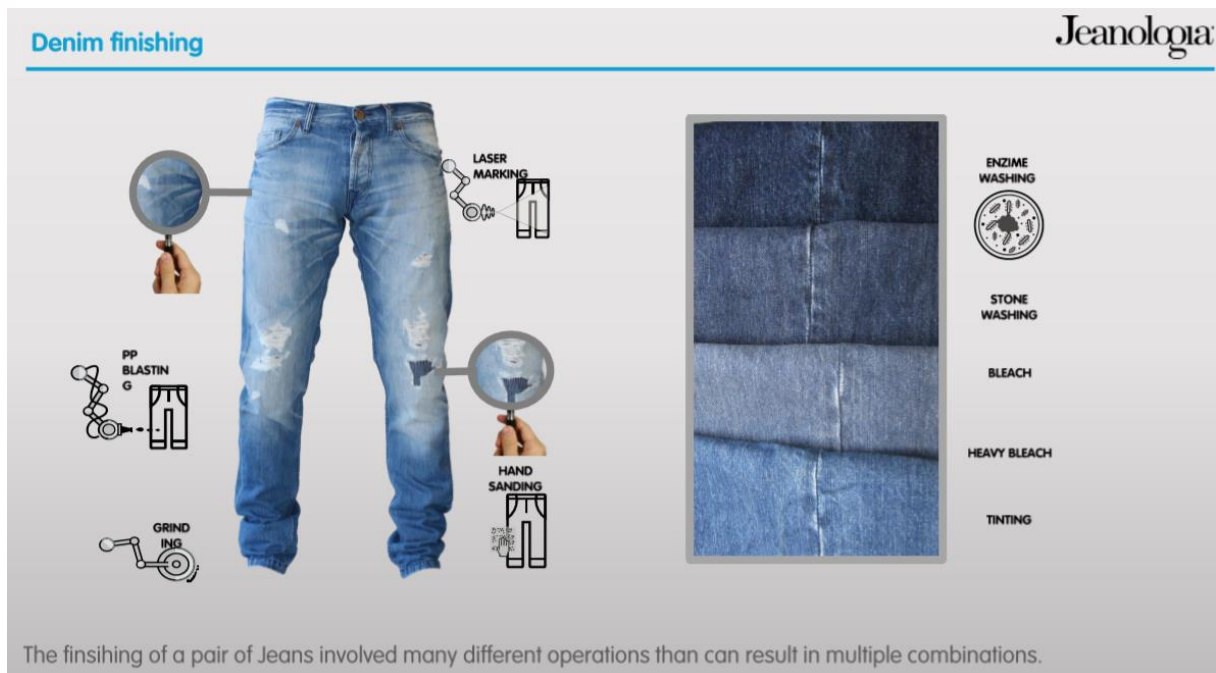


Abbildung 6: Used Effekte mit verschiedenen Veredelungsverfahren⁶⁷

4.9.1 Waschen und Bleichen

Die erste Wäsche erfolgt bei dem Prozess des Entschlichtens zur Entfernung des Schlichtemittels. Ohne weitere Waschungen entsteht ein Raw-Denim-Jeansprodukt, eine Jeanshose ohne Gebrauchsspuren und ohne weitere Behandlungsprozesse wie zum Beispiel Bleichen, Extremwaschungen oder Used-Details.⁶⁸

Mit Hilfe von bestimmten Waschverfahren werden verschiedene Used-Looks, das heißt Veränderungen der Farbe und des Materials, dergestalt erzeugt, dass sich der Indigoton löst oder sich der Griff ändert. Zu den gängigsten Waschverfahren gehören das Rinse Washed, das Soft Washed, das Stone Washed, das Enzyme Washed und das Bleichen.⁶⁹ Es erfolgen Waschgänge, zum Beispiel mit Bimssteinen aus Lava (engl. Stone washed) in Kombination mit Enzymen (engl. Enzym washed) und / oder bleichenden Chemikalien (engl. bleach washed), entsprechend der gewünschten Optik.⁷⁰

⁶⁷ Quelle Abbildung: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden.

⁶⁸ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 60

⁶⁹ Vgl.: <https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>, 2019, aufgerufen am 6.1.2020

⁷⁰ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 60

Bei den Jeanswaschverfahren ist die Intensität des jeweiligen Wascheffekts vom Waschprozess, von der Grundqualität und dem Warengewicht abhängig. Maschinen, die für den Waschprozess eingesetzt werden, sind die Hohltrommelmaschine und die Mehrkammermaschine. Mit der Hohltrommelmaschine erreicht man eine bessere Flottenzirkulation als mit der Mehrkammermaschine.⁷¹

Für die zuvor genannten Jeansausrüstungen sind folgende Arbeitsvorgänge durchzuführen beziehungsweise Empfehlungen zu beachten:

- „ - Vortoppen der Teile, um konfektions-, transport- oder lagerungsbedingte Falten zu Glätten
- Waschen der Teile auf links
- hohes Flotten- und/oder geringes Beladungsverhältnis (1:10 oder 1:15),
- Weichmacher bereits der Vorwäsche zusetzen
- Metallteile (Knöpfe, Besätze u.Ä.), die Katalytschäden hervorrufen können, sind erst nach dem Waschen anzubringen (ebenso Lederembleme)
- schnelles Entschlichten durch Zusetzen hochwirksamer Enzyme, u.a. bei hohen Temperaturen
- hellere Farbtöne können durch Zusatz von Chlorbleichlauge erzielt werden (für Overdyed-Artikel und elastische Denims nur begrenzt geeignet); Chlorbleichlauge 1:10 mit Wasser verdünnen und der Vorwäsche zusetzen. Beim Hauptwaschgang muss mit Antichlor (Natriumthiosulfat) neutralisiert werden.“⁷²

Je nach gewünschter Farbtiefe beziehungsweise des angestrebten Used Looks werden folgende Waschverfahren angewendet:

- Das sogenannten Rinse Washed-Verfahren, wobei es sich um ein einfaches Waschverfahren handelt. Es werden hier weder Chemikalien noch andere Hilfsmittel

⁷¹ Vgl.:

<https://books.google.de/books?id=1HV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false>, Thomas Meyer zur Capellen, Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016, aufgerufen am 6.1.2020

⁷² Zitat:

<https://books.google.de/books?id=1HV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false>, Thomas Meyer zur Capellen, Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016, aufgerufen am 6.1.2020

eingesetzt. Die Farbe der Jeans bleibt unverändert, nur der Griff des Gewebes wird leicht verändert.⁷³

- Das Soft Wash Verfahren, das angewendet wird, wenn die Jeans ein nicht so stark gebrauchtes Aussehen erhalten soll. Dabei wird die Jeans mit einem sanften, relativ kurzen Vorwaschen unter Zusatz von Weichspülern behandelt. Die Ware erhält einen weichen und vollen Griff, und der Farbton bleibt relativ dunkel.⁷⁴
- Das Stone Wash Verfahren, welches die klassische Waschmethode für Denim ist. Bei diesem Verfahren wird der Waschgang mit Bimssteinen durchgeführt. Dadurch erhält der Stoff eine ausgebleichene Optik und den typischen Abrieb an den Kanten und Nähten. Für den Vorgang werden die Bimssteine mit der Jeans in einer Maschine gewaschen. Durch die zugesetzten Steine erfolgt ein Abrieb an der Jeansoberfläche, sodass die Farbpigmente, welche an der Oberfläche der Kettgarne haften, mit der Zeit durch die rauen Steine und die Waschmechanik mit den äußeren Baumwollfasern entfernt werden. Die Dauer des Waschgangs beträgt ca. 45-90 Minuten, die Steine reiben dabei fast vollständig auf. Ein Beispiel des Waschprozesses kann folgendermaßen aussehen: „Entschlichten; kalt spülen; 30-minütiges Stonen bei 60°C unter Zugabe von 1%igem Enzym; kalt spülen; 10-minütiges Waschen bei 60°C unter Zugabe von Waschmittel; 15-minütiges Weichmachen bei 40° C.“⁷⁵ Ein großes Problem hinsichtlich der Umwelt ist hierbei der enorme Lavaschlamm, welcher beim Waschen durch die Abnutzung der Steine entsteht. Dies stellt ein großes Entsorgungsproblem dar.⁷⁶

Das Verfahren des Bleichens wird angewendet, um die Jeans aufzuhellen und farblich zu veredeln. Dabei gilt: Je länger das Bad im Bleichmittel verbleibt, desto heller wird der Blauton der Jeans. Gängige Verfahren sind das Bleichen mit Chemikalien wie Hypochlorit und / oder Permanganat.⁷⁷

⁷³ Vgl.: <https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>, 2019, aufgerufen am 6.1.2020

⁷⁴ Vgl.: <https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>, 2019, aufgerufen am 6.1.2020

⁷⁵ Zitat:

<https://books.google.de/books?id=1HV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false>, Thomas Meyer zur Capellen, Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016

⁷⁶ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 60

⁷⁷ Vgl.: <https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>, 2019, aufgerufen am 6.1.2020

In der Praxis werden oft mechanische und chemische Methoden kombiniert, um reduziertere oder stärkere Effekte zu bekommen. So gibt es zusätzlich erweiterte Formen wie zum Beispiel die Stone-washed Type. Es wird bei der Stone-Wäsche durch den Einsatz von Chemikalien ein verstärkter Used-Look erreicht, ohne die Ware stundenlang zu waschen. Indem der Stone-Wäsche Essigsäure zugegeben wird, kann der pH-Wert auf 5,5-6,0 gebracht werden. Danach wird eine Chemikalie, ein hochwertiges Enzym, welches bei pH-neutralem Wert wirkt, dazugegeben. Dadurch wird ein leichter Abrieb der Farbe mittels der Steine möglich.⁷⁸

Um den sogenannten Moon-washed-Effekt zu erzielen, wird die Jeans mit in Bleichmitteln wie zum Beispiel Kaliumpermanganat getränkten Bimssteinen mehrere Stunden gewaschen. Die Steine wirken trocken auf die Jeans ein, anschließend wird Wasser dazu gefüllt. Die Jeans erhalten eine kraterähnliche Optik, je nach Größe der Steine. Da dies die günstigere Methode gegenüber der Stoned-washed-Methode ist, wird sie überwiegend für Billigproduktionen eingesetzt. Nach der Behandlung wird die Jeans mit Fixier- und Weichmitteln gespült.⁷⁹

Beim Curing wird eine Knitteroptik erzeugt. Hierfür wird die Jeans mit Kunstharzen besprüht. Danach wird sie durch „Backen“ in speziellen Öfen ausgehärtet, um die gewünschten Falten dauerhaft zu fixieren.⁸⁰

4.9.2 Partielle Used-Verfahren

Es gibt neben den Waschverfahren noch die Möglichkeit, die Jeans nur partiell zu veredeln. Ziel dieser Used-Verfahren ist es, authentische Used Looks zu erzeugen wie zum Beispiel Bewegungs- und Sitzfalten oder spezielle Musterungen. Diese Verfahren können vor oder auch nach der Wäsche, je nach gewünschter Optik, erfolgen. Hierfür kommen unterschiedliche Werkzeuge und Maschinen zum Einsatz.

Mit Hilfe von Schmirgel- und Bürstetechniken werden detailreiche Used Looks erreicht. Dabei werden die Farbstoffe und Faser mechanisch von der Denimoberfläche abgerieben. Mit körnigem Schleifpapier können feinere Tragespuren eingearbeitet werden, während mit dem

⁷⁸ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 60

⁷⁹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 62

⁸⁰ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 62

manuellen Bürsten eher gröbere und größere Flächen des Indigo-Farbstoffes auf der Oberfläche entfernt werden.

Typische Effekte sind die aufgehellten Gesäßtaschen oder das Catface auch Buffies genannt, querverlaufende, helle Fältchen im vorderen Taschenbereich, welche die natürlichen Sitzfalten optisch unterstreichen sollen. Auch hierfür gibt es verschiedene Methoden, um die gewünschte Optik zu erhalten. Entweder werden die Muster durch Schmirgeln, vor der eigentlichen Jeanswäsche erzeugt oder die stark eingebügelten Falten werden mit Kaliumpermanganat besprüht.

Ein weiterer bekannter Effekt ist der Sandstrahl-Effekt. Die Jeans werden an bestimmten Stellen wie zum Beispiel auf dem Oberschenkel oder am Gesäß mit Quarzsand bestrahlt. Durch das Bestrahlen mit dem Quarzsand lösen sich die Farbpigmente und es entsteht eine hellere Optik auf der Oberfläche. Diese besonders stark in Kritik geratene Methode hat schwere gesundheitliche Folgen für die Arbeiter und kann die Krankheit Staublauge (Silikose) hervorrufen.⁸¹

4.9.3 Überfärben

Nach den Wasch- und Bleichvorgängen gibt es die Möglichkeit, die Hosen zu überfärben, um somit das Angebot an Farbvarianten zu erweitern. Hierbei werden blaue oder schwarze Jeans mit anderen Farben überfärbt. Der Vorgang ist bekannt unter den englischen Begriffen „black overdyed“ oder „blue overdyed“. Die Überfärbung schwächt die zuvor erzeugten blau weißen Kontraste ab, und die Used- und Bleicheffekte treten optisch in den Hintergrund. Für das Überfärben werden Farbstoffe wie Pigment-, Reaktiv-, Schwefel- und Direktfarbstoffe verwendet. Es sollte darauf geachtet werden, dass keine Farbstoffrückstände auf der Oberfläche haften bleiben, da ansonsten durch Verkrustung des Gewebes und Abgabe von Farbstoffen beim Tragen ein unkomfortables Trageempfinden bis hin zu Hautirritationen entstehen könnte. Durch Verseifung mit Soda kann überschüssiger Farbstoff reduziert werden.⁸²

⁸¹ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 65-66

⁸² Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 71

4.10 Nachbehandlung

Nach den aufwendigen Bleich-, Stonen-, Using- oder Färbeprozessen werden die bearbeiteten Jeanshosen nachbehandelt. Die Jeans werden ausgespült und gereinigt, sodass sämtliche chemischen Rückstände und Farbstoffe ausgewaschen werden und der pH-Wert neutralisiert wird.

Um die Hosen nach der Wäsche wieder in Form zu bringen, erfolgt das sogenannte Fitting. Hierbei wird der Stoff unter Dampf gestreckt, um das gewünschte Ursprungsmaß zu erlangen. Da die Einlaufwerte je nach Art und Dauer der Behandlung variieren, müssen die Prozessabläufe der Nachbehandlung gut aufeinander abgestimmt werden, um die Maßvorgabe für das Endprodukt Jeanshose mit der angestrebten Passform zu erreichen.

Der sogenannte Vergilbungsprozess, der bei der Lagerung des fertigen Produktes einsetzen kann und durch die Reaktion des Indigos mit Stickoxiden und Ozon aus der Luft hervorgerufen wird, wird durch den Einsatz von Weichmachern, optischen Aufhellern oder dunklen Folienverpackungen verzögert. Durch Verwendung von Anthrachinon-Farbstoff kann das Vergilben ganz vermieden werden, jedoch ist der Farbstoff wesentlich teurer als Pigment- und Redoxfarbstoffe und kommt somit seltener zum Einsatz.⁸³

4.11 Entsorgung

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist die Entsorgung in der heutigen Zeit mit Recycling gleichzusetzen, das heißt Rückführung von Abfällen in den Stoffkreislauf. Durch Recycling können Unmengen an Wasser, Energie und Ressourcen eingespart werden. Über eine Million Tonnen Bekleidung werden jährlich entsorgt. „Verwertet werden Textilien auf dem Gebraucht- oder Second-Hand-Markt (48%), worunter sich einerseits vor allem der Export der Kleidung ins Ausland vorwiegend nach Osteuropa, Afrika oder Südamerika und andererseits der profitreiche Verkauf der Kleidung aus mehreren Gründen (1-2%) vorzustellen ist und das Recycling der Textilien zu neuen Produkten (29%), zu Putz- und Polierlappen oder als Rohstoff für Vliesstoff-, Papier und Pappenindustrie (17%).“⁸⁴ Falls die

⁸³ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1. Auflage, 2013, S. 72

⁸⁴ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 42

Kleidung in keinem der erwähnten Bereiche verwertet werden kann, wird sie auf der Mülldeponie durch biologische Verwertung oder als alternative Energiequelle genutzt.⁸⁵

5 Mögliche alternative Verfahren zur Herstellung einer ökologisch nachhaltigen Jeans

Wie aus den vorangehenden Kapiteln bereits hervorgeht, ist die Herstellung einer Jeans von der Rohstoffgewinnung über die verschiedenen Produktionsstufen bis hin zum Endprodukt ein für die Umwelt enorm belastender Prozess. Die folgenden Kapitel zeigen verschiedene Ansätze auf, wie eine Jeans unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit umweltverträglich produziert werden kann.

Bereits bei der Auswahl der Baumwolle gibt es Alternativen, die unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit anzuführen sind. Im Folgenden werden der Biobaumwollanbau und zwei von etlichen Organisationen und Initiativen, die mit unterschiedlichen Schwerpunkten ihrer Standards für einen ökologisch und ökonomisch sowie sozial verträglichen Baumwollanbau eintreten, betrachtet.

Weiterhin stellt sich die Frage nach alternativen Faseroptionen für Denim, die ökologisch verträglich sind und gleichzeitig, vor allem auch hinsichtlich der Einhaltung von Lieferzeiten, für die Kollektionen in Betracht kommen.

Es werden neue Technologien bei den Ausrüstungs- und Veredlungsprozessen, welche umweltfreundlichere beziehungsweise giftfreie Verfahren versprechen, vorgestellt.

Außerdem werden die wichtigsten Zertifikate betrachtet. Auf dem Markt gibt es bereits einige grüne Jeanslabels, welche mit ökologischen Kriterien ihre Produkte auf dem Markt bewerben.

5.1 Ökologische Rohstoffgewinnung

Zur Herstellung einer ökologisch nachhaltigen Jeans wird der textile Rohstoff Baumwolle benötigt. Bei der Gewinnung von ökologischer Baumwolle wird vor allem auf die intensive Verwendung von Chemikalien verzichtet.

⁸⁵ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 42

5.1.1 Ökologischer Baumwollanbau

Der ökologische Baumwollanbau unterliegt strengen Standards. Diese verbieten den Einsatz von chemischen Pestiziden und Düngemitteln sowie den Verzicht auf gentechnisch verändertes Saatgut. Beim Anbau der Biobaumwolle ist es wichtig, Maßnahmen zu ergreifen, die den Befall der Pflanzen durch Schädlinge verhindern. Der Bio-Landwirt greift hierzu auf natürliche Praktiken, unter Verzicht auf chemische Pestizide, zurück. Man folgt beim Biobaumwollanbau einem dreijährigen Zyklus einer Fruchtfolge mit anderen Pflanzen wie zum Beispiel Mais, Erdnuss, Soja. Auf diese Weise bleibt die natürliche Bodenfruchtbarkeit erhalten, die Bodenerosion wird verringert und der Ertrag erhöht. Außerdem werden Fangkulturen eingesetzt wie zum Beispiel die Okrapflanze, eine Hibiskusart, welche den Baumwollkapselbohrer anlockt. Es werden auch Neebaumextrakte als Fraßhemmer und Insektizid verwendet. So werden auf natürliche Weise Schädlinge von der Baumwolle ferngehalten.⁸⁶

Bei der Auswahl der Baumwollsorten wird darauf geachtet, dass nur solche ausgesät werden, welche mit dem Klima und den Bodenbedingungen harmonisieren. Als Nährstofflieferanten werden statt des umweltschädlichen Kunstdüngers wie früher Kompost und Mist verwendet. Mit der althergebrachten Methode wird der Humusanteil im Boden gesteigert, das Wasser und die Nährstoffe können gebunden und bei Bedarf den Pflanzen zur Verfügung gestellt werden. Durch intelligente Wässerungsanlagen wie die Tröpfchen Bewässerung kann der bei dem konventionellen Baumwollanbau erheblich hohe Wasserverbrauch reduziert werden.⁸⁷

Die wesentlichen Merkmale des Biobaumwollanbaus fasst Edith Piegsa folgendermaßen zusammen:

- „Abwechselnde Fruchtfolge zur Belebung des Bodens
- Genunverändertes Saatgut
- Unkraut-/Schädlingsbekämpfung nach rein biologischen Methoden
- Organische Düngung
- Verzicht auf den Einsatz von Chemikalien wie Pestiziden, Herbiziden und Kunstdünger

⁸⁶ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 42-43

⁸⁷ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 61-62

- Kontrollierte Grenzwerte bezüglich Abwasser- und Abluftreinigung, sowie Staub- und Lärmgrenzen
- Manuelle Ernte (handgepflückt)
- Faire Preise und Abnahmekonditionen
- Hohe Anforderungen bei Arbeitsschutz und u.a. Verbot von Kinderarbeit.⁸⁸

Eine Umstellung vom konventionellen Baumwollanbau auf ökologischen Landbau dauert drei Jahre. Diese Zeit benötigt der Boden, bis er die Pestizide und Kunstdünger abgebaut hat, und die Baumwolle als biologisch bezeichnet werden kann.

Bei dem ökologischen Anbau der Baumwolle erfolgt die Ernte meist manuell, also handgepflückt, sodass wegen des Verzichts auf den Einsatz von Erntemaschinen, wie bereits unter Kapitel 4.1.2 beschrieben, die nötigen Entlaubungsmittel entfallen.⁸⁹

In 2018 waren nur 0,43 Prozent der weltweiten Baumwollproduktion biologisch. Dieser Anteil entspricht in Gewichtseinheiten ausgedrückt 112.488 Tonnen Fasern, die von 193.840 Bauern auf 350.033 Hektar Land in 19 Ländern angebaut wurden. Allein Indien produzierte 67 Prozent Biobaumwolle, gefolgt von China, der Türkei, Kirgisistan und den USA. Laut der Organisation Textile Exchange soll der Anteil der Biobaumwolle im Jahresvergleich um 20 bis 25 Prozent wachsen. Dies setzt voraus, dass die angeschlossenen Marken die vereinbarte Steigerung der Abnahme von Biobaumwolle auf dem Markt bis 2025 erreichen können.⁹⁰

5.1.1.1 BCI- Better Cotton Initiative

Bei der Better Cotton Initiative handelt es sich um ein Programm, welches zum Ziel hat, die nachhaltige Produktion von Baumwolle zu fördern. Diese Initiative wurde am 1. Juli 2009 von führenden Textilkonzernen wie H&M, IKEA, Marks & Spencer, Nike und Migros sowie dem WWF und vielen weiteren Umwelt- und Entwicklungsorganisationen gegründet. Mit der Teilnahme an dem internationalen Programm bekräftigen die Firmen das Interesse am Einkauf von besserer Baumwolle. Dabei liegt der Schwerpunkt im nachhaltigen Anbau von Baumwolle (Reduzierung des Wasserverbrauchs und des Pestizidmitteleinsatzes), der zum

⁸⁸ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 7

⁸⁹ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 7

⁹⁰ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 42

einen die Umwelt schont und zum anderen den Bauern ein gesichertes Einkommen bietet.⁹¹ Die Better Cotton Initiative zertifiziert keine Endprodukte, sondern setzt darauf, dass die Nachhaltigkeit der weltweiten Baumwollproduktion durch ihr Angebot von Schulungen für Baumwollbauern zu nachhaltigen Anbaumethoden gefördert werden kann. Die Kriterien für den Anbau sind umfassend, so werden die Bereiche Wasser, Boden und Habitatschutz definiert sowie die sozialen Aspekte für Landwirte eingebunden.

Bei dem Anbau der BCI-Baumwolle setzen die Baumwollbauern uralte Methoden ein wie zum Beispiel:

- Das Anlegen von Wasserrückhaltebecken, die während der Überschwemmung des Monsunregens Wassermengen speichern, so dass der Inhalt langsam in das Erdreich versickert und der Grundwasserspiegel angehoben wird.
- Selbstgemachter Kompost wird eingesetzt, um Dünger zu sparen.
- Die Samen werden in zwei Reihen eng aneinander ausgesät, umso nur in der Mitte der Pflanzenreihen zu wässern.⁹²

„Vamshi Krishna vom WWF und Anna Bexell von IKEA konnten in durchgeführten Vorprojekten in Indien und Pakistan aufzeigen, dass sich der Wasser- und Pestizideinsatz mit einfachen Mitteln um bis zu 75% reduzieren lässt und gleichzeitig das Einkommen der Bauern um 70% gesteigert werden kann.“⁹³

Zu der Thematik Gentechnik bezeichnet sich BCI als „technologieneutral“, das heißt, die Nutzung von gentechnisch verändertem Saatgut ist den Landwirten erlaubt. BCI begründet dies damit, dass heute fast dreiviertel der weltweiten Baumwolle mit gentechnischem Saatgut angebaut wird, und mit einem Verbot zu viele Landwirte von der Ausbildung ausgeschlossen würden, womit das Ziel der Organisation Better Cotton zu einem nachhaltigen Standardprodukt zu machen, verfehlt werden würde.⁹⁴

5.1.1.2 CMIA - Cotton made in Africa Initiative

Eine ähnliche Vorgehensweise wie die BCI hat die „Cotton made in Africa Initiative - CMIA“. Diese Initiative möchte eine Nachfrage-Allianz unter Handelsunternehmen nach afrikanischer Baumwolle, welche von 100000 Kleinbauern und ihren Familien in Benin,

⁹¹ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 130

⁹² Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 60

⁹³ Zitat: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 60

⁹⁴ Vgl.: <https://bettercotton.org/resources/key-facts/fact-6-genetically-modified-gm-cotton/>, aufgerufen am 19.1.2020

Burkina Faso und Sambia erzeugt wird, schaffen. Die Bauern erhalten Schulungen zum umweltschonenden Anbau von Baumwolle und gleichzeitig sichere Einkommen durch Abnahmegarantien zu normalen Weltmarktpreisen. Die Initiative verlangt einen nachhaltigen Ansatz, lässt aber einen kontrollierten Pestizideinsatz zu.

Wesentliche Merkmale des CMIA-Anbaus sind:

- Mindeststandards bei den Arbeitsbedingungen.
- Kinderarbeit ist auszuschließen,
- Die Baumwolle wird im Regelfeldbau in Fruchtfolge, beispielsweise mit Mais oder Hirse, angepflanzt.
- Zielgerichteter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.
- Das Wasser wird zu 100 Prozent ohne künstliche Bewässerung gespeist.

Marken und Händler, die CMIA-Baumwolle einsetzen, sind Jack & Jones, Aldi, Otto, Tschibo, Asos und H.I.S. Jeans.

5.1.1.3 Auswahl des geeigneten Standards

Da jeder Standard einen anderen Schwerpunkt hat, müssen die Unternehmen die Auswahl danach ausrichten, welcher Aspekt für sie am wichtigsten und geeignet ist. Der Vergleich von Standards, die ein möglichst nachhaltiges System zur Erzeugung von Baumwolle fördern, ist schwierig. Aufgrund der klimatischen Unterschiede sowie unterschiedlicher Bodenqualität in den verschiedenen geografischen Regionen sind Vergleiche der Daten über Auswirkungen der angewandten Methoden schwer. Außerdem sind die Vergleichsgrößen und Benchmarks vielschichtig und uneinheitlich. Der Baumwollexperte Mark Sumner rät, anstelle des Vergleichs nachhaltiger Standards sollten die Unternehmen einen oder mehrere Standards, je nachdem welcher/welche am besten zu ihren Prioritäten passt/passen, wählen oder alternativ eigene Forschungen durchführen und geeignete Landwirte ausfindig machen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Unternehmen „Arvind“, einer der größten Hersteller von Denim-Stoffen. Arvind arbeitet derzeit mit 4000 biologischen und BCI Landwirten zusammen, um auf diesem Weg die Produktivität zu steigern und die finanziellen Risiken zu reduzieren.⁹⁵

⁹⁵ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 46

Ein weiteres Problem der Standards ist die geringe Nachfrage nach nachhaltiger Baumwolle. Obwohl laut des „Mind the Gap-Berichts“ aus dem Jahr 2016 die Produktion von nachhaltiger Baumwolle im Jahr 2014 mit 2.173.000 Tonnen so hoch war wie noch nie, wurden nur 17 Prozent, das sind 360.000 Tonnen, von Einzelhändlern als nachhaltige Baumwolle gekauft. Die restlichen 83 Prozent wurden auf dem konventionellen Markt verkauft. Der „Mind the Gap“ Bericht folgert weiterhin, dass, wenn nach Standards produzierende Bauern ihre Ernte auf dem konventionellen Markt verkaufen müssen, ihre Mehrkosten für die Standards konforme Ernte nicht gedeckt werden können, und somit ihr Einkommen sinkt. Dies kann Folgen für die Zukunft der Standards haben, denn es besteht die Gefahr, dass die Landwirte die nachhaltige Produktion aufgeben und somit die Chancen zur Verbesserung der globalen Standards versäumt werden.⁹⁶

In einem Bericht, der auf Untersuchungen von Simon Ferrango basiert, wurden mehrere Gründe für den schleppenden Verkauf ermittelt:

- Mangelndes Bewusstsein bei den Verbrauchern,
- eine undurchsichtige Lieferkette, die es Unternehmen und Einzelhändler verbietet, direkt mit den Lieferanten in Kontakt zu treten,
- zusätzliche Kosten im Zusammenhang mit nachhaltigerer Baumwolle (zum Beispiel Prämien für Bio- und Fairtrade-Baumwolle, Lizenzgebühren bei CMIA, Landwirte-Unterstützungsbeitrag bei BCI)
- zu viele Standards und Initiativen, welche die Unternehmen und Einzelhändler verwirren.⁹⁷

5.1.2 Alternative Fasern

Angesichts der zahlreichen zuvor beschriebenen Probleme stellt sich die Frage, ob es mögliche alternative Fasern für Baumwolle gibt.

Nachfolgend werden kurz die Gewinnung und/oder die Eigenschaften einiger für die hier diskutierte Thematik relevanten Fasern dargestellt und mögliche Vor- und Nachteile angerissen.

⁹⁶ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 47

⁹⁷ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 47

5.1.2.1 Polyester

Polyester macht weit über 60 Prozent des weltweiten Fasermarktes aus. Die Chemiefaser wird vor allem wegen ihrer Leistungsmerkmale und der niedrigen Preise weit verbreitet eingesetzt. Der von der „Global Fashion Agenda“ und der „Boston Consulting Group“ zusammengestellte Bericht „Pulse of the Fashion“ riet der Bekleidungsbranche bis 2030 dreißig Prozent der Baumwolle durch Polyester zu ersetzen, umso mit einem „nachhaltigen Materialmix“ Wasser einzusparen, insbesondere, wenn mit erneuerbaren Energien gearbeitet wird. Doch diese Idee wurde von Greenpeace umgehend zurückgewiesen. Zwar ist Polyester billig, kann schnell bereitgestellt werden und ist deshalb die perfekte Faser für schnelle Modezyklen, aber Polyester stammt aus einer nicht erneuerbaren Quelle (Erdöl), die biologisch nicht abbaubar ist.⁹⁸

Neben dem Energie- und Wasserverbrauch ist ein massiver Chemikalieneinsatz für die Faserherstellung nötig. Polyester bezeichnet einen Kunststoff, der meist aus Polyethylenterephthalat besteht, bekannt unter der Abkürzung PET. Die Herstellung des Kunststoffs erfordert einen Katalysator, um die chemische Reaktion zu beschleunigen. Als Katalysator wird Antimontrioxid, ein Schwermetall, verwendet, obwohl der Stoff in der Liste maximaler Arbeitsplatzkonzentrationen gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Werte, die in einer Liste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG) als „eindeutig krebserregend ausgewiesener Arbeitsstoff“ klassifiziert ist.⁹⁹ Weiterhin problematisch ist, dass Schwermetallreste in das Abwasser gelangen, in der Kläranlage nicht geklärt werden können und sich somit auch außerhalb der Produktionsstätte gesundheitsgefährdend bei Mensch und Tier auswirken können.¹⁰⁰

Der Vorteil der Einsparungen beim Wasserverbrauch dürfte die oben genannten Nachteile des Polyesters bei weitem nicht aufwiegen, sodass die Faser Polyester als nachhaltige Alternative zur Baumwolle ausscheidet.

⁹⁸ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 51

⁹⁹ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 14

¹⁰⁰ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 51

5.1.2.2 Sorona-Stretchfaser – eine Alternative zu Elastan

Mit dem Design der Röhrenjeans wurde der Einsatz von Stretch auch bei der Produktion von Jeans unerlässlich. Elastan ist die am häufigsten verwendete Kunstfaser, die bei der Produktion einer Jeans zur Erreichung der Dehnbarkeit der Baumwolle beigemischt wird. Elastan ist ebenso wie Polyester eine Chemiefaser, deren Herstellung mithilfe von begrenzten Ressourcen wie Öl erfolgt, mit hohen Schadstoffemissionen verbunden und aufgrund der Beimischung mit anderen Fasern nicht in einem geschlossenen Kreislauf recycelbar ist. Aufgrund der beschriebenen Probleme ist es unerlässlich, auf umweltfreundlichere, biobasierte Alternativen umzusteigen, sobald diese verfügbar sind.¹⁰¹

Eine Alternative ist die von DuPont entwickelte Sorona-Stretchfaser. Mit dieser Faser sollen Spinnereien in der Lage sein, nachhaltige und vielseitige Lösungen für die Garnherstellung zu entwickeln und die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen und CO₂-Emissionen zu reduzieren. Die Faser besteht zu 37 Prozent aus pflanzlichen Stoffen, nämlich aus Maisstärke. Im Vergleich zu Konkurrenzprodukten wie Nylon 6 werden bei der Herstellung der Faser 30 % weniger Energie verbraucht und 63 % weniger Treibhausgase emittiert. Die Sorona Faser wurde von dem unabhängigen OEKO-TEX-Kennzeichnungssystem zertifiziert. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie mit anderen Fasern kompatibel ist.¹⁰²

Im Jahr 2018 gab DuPont Industrial Biosciences die Partnerschaft mit Bluesign für biobasierte Hochleistungspolymere bekannt. Bluesign ist ein Nachhaltigkeitsstandard für die Herstellung von Textilien, welcher vor allem die Aspekte der Chemikaliensicherheit berücksichtigt und strenge Kriterien für die verwendeten Chemikalien aufstellt. Bluesign Standard umfasst die gesamte Produktionskette und betrachtet auch die vorgelagerten Produktionsprozesse vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt. Dabei konzentriert sich Bluesign Standard auf die Schwerpunkte Gewässerschutz, Luftemissionenschutz, Konsumentensicherheit, Arbeitssicherheit und Ressource Produktivität.¹⁰³ Mit der Bluesign Zertifizierung bekräftigt DuPont, sich mit der Marke Sorona für eine nachhaltige textile Lieferkette einzusetzen.¹⁰⁴ Allerdings ist die Faser weder biologisch abbaubar noch kompostierbar.

¹⁰¹ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 55

¹⁰² Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 55

¹⁰³ Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top-Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 121

¹⁰⁴ Vgl.: <http://biosciences.dupont.com/news/duponttm-soronar-brand-becomes-bluesignr-system-partner-1/>, aufgerufen am 17.01.2020

Zur Erzeugung von Stretch wird die Faser mit Polyester gemischt. Diese Bi-Komponenten Faser hat eine Dehnbarkeit von 10 bis 30 Prozent.¹⁰⁵

Die Sorona Faser wird heute von bekannten Marken für die Füllung von wattierten Jacken verwendet. Sorona Stretch eignet sich zwar als nachhaltigere Alternative für Elastan in der Jeansproduktion, wird aber bislang von namhaften Marken nicht eingesetzt oder in den Materialangaben nicht mit Namen benannt, so das Ergebnis der Internetrecherche hinsichtlich der Materialangaben diverser bekannter Jeansmarken. Für Stretch-Anwendungen kann in den USA Sorona als elasterell-p, in der EU als Elastomultiester und in Asien als Polyester gelabelt werden.¹⁰⁶

5.1.2.3 Lycra

Das Unternehmen Invista, Eigentümerin der Marke Lycra, verwendet die zuvor beschriebene Faser Sorona. Lycra war ursprünglich die Marke, unter der das ebenfalls von der amerikanischen Firma DuPont entwickelte Elastan vertrieben wurde. Unter dem Namen Lycra werden Elastanfasern, die durch zusätzliche Technologien und Behandlungen auf die unterschiedlichsten Einsatzzwecke abgestimmt sind, vertrieben. Das Unternehmen wirbt mit einer neuen Version seiner LycraT400 Faser für verbesserte Nachhaltigkeit. Die neue Version, LycraT400 Faser mit EcoMade Technologie, wurde aus einer Kombination bestehend aus 50 % recycelten Materialien wie PET-Flaschen, 18 % erneuerbaren pflanzenbasierten Materialien und 32 % herkömmlichen petrochemischen Stoffen entwickelt. Die ursprünglich entwickelte Faserversion, die aus 70 % pflanzlichen und 30 % herkömmlichen petrochemischen Stoffen bestand, wird nicht angeboten, da sie keine Abnehmer findet. Die Faser LycraT400 kann mit nachhaltigen und unelastischen Fasern wie BCI Baumwolle kombiniert werden.¹⁰⁷

¹⁰⁵ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 55

¹⁰⁶ Vgl.: <https://www.snewsnet.com/people/dupont-sorona-fabric>, interview geführt von Mady Koller am 2.08.2019 zum Thema „Will DuPont's modern, more sustainable alternative dethrone spandex?“, aufgerufen am 17.01.2020

¹⁰⁷ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 56

Laut Aussage von Jean Hegedus, Global Direktor des Segments Denim der Gesellschaft Invista, findet die neue EcoMade Version starkes Interesse, und er schätzt die Zukunft hinsichtlich der Akzeptanz von LycraT400 EcoMade optimistisch ein.¹⁰⁸

5.1.2.4 Regenerierte Zellulosefasern

Für die Herstellung von regenerierten Zellulosefasern werden meist Rohstoffe wie Pinienholz, Buche, Fichte, Eukalyptus, Sträucher von Abfällen aus der Landwirtschaft, das heißt Weizen-, Mais- und Reisstroh, sowie Bambus verwendet. Mit Hilfe von Chemikalien wird die Zellulose vom Holz getrennt. Danach wird sie mit Schwefelkohlenstoff und Natronlauge gelöst. Im Anschluss wird die zähflüssige Masse durch Spinn Düsen gedrückt, gereinigt, behandelt und getrocknet. Bei der Herstellung von zellulosischen Chemiefasern ist der benötigte Energie-, Wasser- und Chemieaufwand beachtlich, auch die Belastung der Abwässer und Abluft mit extrem giftigen Chemikalien ist sehr hoch. Zu den wichtigsten regenerierten Zellulosefasern zählen Viskose, Modal und Lyocell.¹⁰⁹

Da das Lyocellverfahren im Vergleich zu den anderen regenerierten Zelluloseverfahren das umweltfreundlichere Herstellungsverfahren ist, sei im Folgenden näher darauf eingegangen. Lyocell zählt zu den Chemiefasern aus natürlichen Polymeren und wird als Zukunftsfaser bezeichnet. Die Umwandlung von Zellulose in eine Textilfaser ist ein chemisch intensiver Vorgang. Allerdings sind der Energieverbrauch und die Umweltbelastung durch die Verwendung eines verträglicheren Lösungsmittels geringer als bei der Viskoseherstellung, und es kann im Kreislaufverfahren zurückgewonnen werden.¹¹⁰

„Das Lyocell-Verfahren, das mit dem European Environmental Award 2000, Kategorie „technology for sustainable developments“ ausgezeichnet wurde, stellt die umweltfreundlichere Variante der zellulosischen Chemiefasergewinnung dar. Dabei wird reine „Holzcellulose“ in dem Lösemittel Amioxid direkt zur zähflüssigen Spinnmasse gelöst, filtriert und im Trocken-Nassspinnverfahren zu Filamenten ersponnen. Der dabei angewendete Lösehilfsstoff kann durch sein gutes Wassermischvermögen einfach aus der Faser entfernt werden, ist umweltverträglich, biologisch abbaubar und kann mit mehr als

¹⁰⁸ Vgl.: <https://www.fashiontoday.de/2018/04/lycra-zeigt-nachhaltige-stretch-innovationen-auf-der-kingpins-amsterdam/>, aufgerufen am 18.01.2020

¹⁰⁹ Vgl.: <https://help.orf.at/stories/2989506/>, aufgerufen am 18.01.2020

¹¹⁰ Vgl.: <https://help.orf.at/stories/2989506/>, aufgerufen am 18.01.2020

99,9% zurückgewonnen werden. Zusätzlich dazu, dass das bei dem Herstellungsprozess anfallende Abwasser keine Gefahr für die Umwelt darstellt, ist die Faser verrottbar.“¹¹¹

Der australische Hersteller Lenzing entwickelte ein System, mit Hilfe dessen 99 % des zur Herstellung von Lyocell verwendeten chemischen Lösungsmittels namens NNMO samt benötigtem Wasser zurückgewonnen und recycelt werden können. Lyocell als Fasergattungsnamen wird von dem Haupthersteller Lenzing unter dem Namen Tencel vertrieben. Die Faser wird hauptsächlich von Eukalyptusbäumen, welche schnell wachsen und keine Bewässerung erfordern, gewonnen.

Zudem hat Tencel auch hinsichtlich Tragekomfort und Optik Vorteile, denn die Faser verleiht dem Denim ein weiches Gefühl und einen leichten Glanz.

Des Weiteren hat das Unternehmen eine neue Faser, die von Birken gewonnen wird, auf den Markt gebracht und unter den Namen Modal Color eingeführt. Hierbei handelt es sich um eine spinngefärbte Faser, das heißt, dass die Pigmente direkt in die Fasersubstanz eingelagert sind, wodurch zum einen eine höhere Farbestabilität erlangt und zum anderen die Umweltbelastung reduziert wird. Denn die Kleidungsstücke, die mit Modal Color hergestellt werden, müssen keinen konventionellen Färbeprozess durchlaufen. Damit werden bis zu 50 % Wasser und Energie eingespart und die CO₂ Emissionen um 60 % verringert. Modal Black ist besonders für Denimproduzenten interessant, die mit der Farbbeständigkeit bei der Herstellung von schwarzen Jeans Probleme haben.¹¹²

5.1.2.5 Bastfasern

Weitere Alternativen für die Produktion einer nachhaltigen Jeans sind pflanzliche Fasern wie die Bastfasern, die wegen ihrer umweltverträglichen Produktionsbedingungen hier genannt werden. Bastfasern werden aus den Stängeln der Pflanzen gewonnen und zu Textilien verarbeitet. Dazu werden die Faserbündel durch mechanische und chemische Vorgänge von den übrigen Stängelbestandteilen (Holz, Mark, Rinde) getrennt. Zu den häufigsten Beispielen für Bastfasern gehören Flachs, Hanf, Jute, aber auch Ramie, Bambus und Brennnessel.

¹¹¹ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 10

¹¹² Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 57

5.1.2.5.1 Hanf

Eine der ältesten Kulturpflanzen des Menschen, welche keine besonderen Anforderungen an Boden und Pflege stellt, ist Hanf. Hanf könnte eine gute Alternative für Denim werden. Bis Anfang der Zwanzigerjahre des 19. Jahrhunderts war Hanf der meist verwendete Rohstoff für die Herstellung von Kleidung. Eine der ersten Jeans von Levi`s wurde aus Hanf Leinwand und nicht aus Baumwolle gemacht.¹¹³ Aufgrund ihrer Verbindungen zu den Betäubungsmitteln, wurde die Hanfindustrie von ungünstigen Gesetzen lange außer Acht gelassen. Doch die Pflanze erlebt ein Comeback und wird vor allem in Ländern Osteuropas, in Russland, in China und seit 1996, nach Änderung des Betäubungsmittelgesetzes, wieder in Deutschland angebaut.¹¹⁴ In den USA gilt Hanf als Drogenpflanze und der Anbau bleibt weiterhin verboten.

Hanf wächst sehr schnell, etwa vier Meter in drei Monaten. Zudem verträgt sich die Pflanze mit kühleren Klimazonen. Weitere Vorteile sind:

- Hanf benötigt keine künstliche Bewässerung,
- ist resistent gegen Schädlinge, somit kein Einsatz von Pestiziden,
- hat einen dreimal höheren Faserertrag als Baumwolle,
- Hanftextilien nehmen Feuchtigkeit gut auf und geben diese schnell nach außen ab,
- sind hautfreundlich und für Allergiker eine gute Alternative.¹¹⁵

Da in den Industrienationen die Ernte- und Verarbeitungstechnologien von Hanf lange nicht weiterentwickelt wurden, liegt hierin heute eine technische Herausforderung. Infolgedessen wird der größte Teil des heutigen Verbrauchs von China angebaut und verarbeitet.¹¹⁶

Zur Fasergewinnung müssen die Fasern in den Hanfstängeln zunächst aufgeschlossen werden. Ein erster Schritt ist dabei die sogenannte Röste. Das Rösten ist ein Vorgang, bei dem die Pflanzen in kaltes oder warmes Wasser getaucht beziehungsweise damit benetzt werden. Unter Einwirkung von zugesetzten Bakterien beziehungsweise Chemikalien werden die

¹¹³ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 57

¹¹⁴ <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/oelfruechte/oekologischer-hanfanbau/>, aufgerufen am 20.01.2020

¹¹⁵ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 57-58

¹¹⁶ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 58

verrottenden Stängel abgebaut. Bei der traditionellen Wasserröste erhält man die wertvollen Langfasern, welche qualitativ vergleichbar mit Maco-Baumwolle sind.¹¹⁷

Im Jahr 2005 wurde die „European Industrial Hemp Association“ gegründet. Die Organisation, ein Zusammenschluss der hanfverarbeitenden Industrie, möchte in Ländern wie England, Niederlande, Italien und Deutschland den Anbau von Hanf wiederbeleben.¹¹⁸

Eine Modemarke, welche für einen nachhaltigen Fortschritt auf Hanf setzt, ist das Label Levi`s. Dieses hat gemeinsam mit dem Label Outerknown im Jahr 2019 zwei Kollektionen hervorgebracht, die aus einer Baumwoll-Hanf-Mischung bestehen. Um aus dem verhältnismäßig rauen Material eine weichere Faser zu machen, hat Levi`s mit einem Spezialisten für Fasertechnologie zusammengearbeitet. Sie fanden eine Methode, die mit geringem Energieverbrauch und wenig chemischen Prozessen arbeitet, um das Aussehen und die Trageeigenschaften dem Baumwollstoff anzugleichen. Bei der entstandenen Kollektion wurde Hanf mit Baumwolle im Verhältnis von 31 % zu 69 % gemischt. Doch Levi`s plant, Jeans herzustellen, die aus 100 Prozent Hanf bestehen. Die Umsetzung dieses Projekts benötigt laut Levi`s noch viel Forschung.¹¹⁹

Generell lässt sich sagen, dass für die Zukunft der Hanftextilien mehr Forschung und Entwicklung erforderlich ist, um Verfahren zur Erzeugung von definierten Faserqualitäten, die den industriellen Anforderungen genügen, zu erlangen.

5.1.2.5.2 Brennessel

Die Brennessel, welche schon im Zweiten Weltkrieg in Deutschland angebaut und für Armeekleidung verwendet wurde, jedoch danach wieder in der Textilindustrie in Vergessenheit geraten ist, könnte ebenfalls zu einer alternativen Rohstoffquelle für Denimstoffe werden. Die Pflanze kann über viele Jahre ohne Nachpflanzen vom selben Feld geerntet werden und ist gegenüber Schädlingen resistent.¹²⁰

¹¹⁷ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe, Grundstufe und Fachstufen, 2011, S. 29

¹¹⁸ Vgl: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 58

¹¹⁹ Vgl.: <https://www.harpersbazaar.de/nachhaltigkeit/jeans-trend-hanf>, Lisa Riehl, 19. Oktober 2019, aufgerufen am 1.2.2020

¹²⁰ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top-Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 74

Durch Mischzüchtungen verschiedener Pflanzenarten konnten Nesselpflanzen mit hohem Faseranteil, welche stark biegsam und eine gute Spinnlänge haben, gewonnen werden und so war es möglich, in Verbindung mit neuen Spinn Techniken die frühere Problematik der schlechten Verspinnbarkeit zu lösen. Zur Fasergewinnung dient die Brennessel *Urtica dioica*. Nach der Reife der Samen werden die Stängel geschnitten und getrocknet. Danach werden sie gebrochen, um den holzigen Teil herauszutrennen. Die Fasern werden feucht versponnen.¹²¹

Die Brennessel ist eine gute Alternative zu der Baumwolle, da die Brennessel deutlich umweltschonender angebaut werden kann. Für ihren Anbau ist kaum Pestizideinsatz erforderlich, und es wird deutlich weniger Wasser als beim Baumwollanbau benötigt. Verschiedene Unternehmen wie zum Beispiel das italienische Unternehmen „Corpo Nove“ oder das niederländische „Netl“ arbeiten bereits mit Brennesselfasern. In 2004 hatte Corpo Nove eine Jeanskollektion entwickelt, welche komplett aus Brennesselfasern bestand.¹²²

5.1.2.5.3 Re:newcell Baumwolle

Recycelte Baumwolle gewinnt zunehmend an Bedeutung. Mit Textilrecycling-Prozessen wird versucht, eine effiziente Nutzung unserer Ressourcen zu schaffen. Das schwedische Unternehmen „re:newcell“ hat eine neue Technologie entwickelt, die es ermöglicht, alte Baumwollkleidung und andere aus Zellulose bestehende Textilien in den Faserzellstoff zu zerlegen. Damit können neue Kleidungsstücke zu 100 Prozent aus recyceltem Zellstoff, welcher biologisch abbaubar ist, hergestellt werden. Ein gutes Beispiel ist das mittlerweile berühmte gelbe Kleid, welches im Jahr 2014 auf dem Laufsteg der Berliner Ethical Fashion Week vorgestellt wurde. Es wurde aus zwei Paar Jeans, die mithilfe der neuen Technologie von Re:newcell recycelt wurden, hergestellt.¹²³ Re:newcell kann in der Demonstrationsanlage in Kristinehamn, Schweden, welche 2017 eröffnet wurde, pro Jahr 7000 Tonnen Zellstofffasern produzieren und so alte Textilien wieder in den Produktionskreislauf zurückführen.¹²⁴

¹²¹ Vgl.: <https://fashionunited.de/nachrichten/business/6-nachhaltige-textiloptionen-die-die-branche-veraendern-werden/2017091922926>, Simone Preuss, 19.09.2017, aufgerufen am 3.1.2020

¹²² Vgl.: <https://fashionunited.de/nachrichten/business/nachhaltige-textilinnovationen-brennesselfasern/2017081122738>, Simone Preuss, 11.08.2017, aufgerufen am 3.1.2020

¹²³ Vgl.: Paulina Szymdke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 59-60

¹²⁴ Vgl.: <https://renewcell.se/about-us/>, aufgerufen am 3.1.2020

Bei dem Recycling-Prozess wird die gebrauchte Kleidung aus Baumwolle und Viskose zerkleinert, entknöpft, entzippt entfärbt und zu einem Schlamm verarbeitet. Die Verunreinigungen und nicht zellulosehaltigen Bestandteile werden von der Aufschlammung getrennt. Im Anschluss wird die Aufschlammung getrocknet, woraus ein reiner, natürlicher Zellstoff erzeugt, in Ballen verpackt und in den Textilproduktionskreislauf zurückgeführt wird.¹²⁵

5.2 Spinnen

Die Umweltbelastung durch das Spinnen liegt neben dem Energieverbrauch, dem Staub- und Lärmproblem durch die Spinnmaschinen, vor allem bei den Hilfsmitteln, die beim Spinnen eingesetzt werden, um das Gleit- und Haftverhalten der Fasern zu optimieren. Die Spinnpräparationen verschmutzen beim Auswaschen die Abwässer.¹²⁶ Sicher gibt es in der Spinnerei über die gesamten dort ablaufenden Prozesse bis hin zu den eingesetzten Spinnmaschinen mit Blick auf eine möglichst ökologisch verträgliche Produktion Entwicklungs- und Optimierungsbedarf, aber im Rahmen der Recherchen zu dieser Arbeit wurden keine entsprechenden Ansätze, die im Zusammenhang mit der Herstellung einer nachhaltigen Jeans von besonderer Relevanz sind, gefunden.

5.3 Ökologische Garnfärbung

Die Farbe der „Blue Jeans“ wird mit dem Farbstoff Indigo erzielt. Dieser Farbstoff wird seit Jahrhunderten produziert. Früher gewann man den Farbstoff aus dem Kreuzblütengewächs Färberwaid, später hauptsächlich aus der Indigofera-Pflanze, die vor allem in Indien, China und Afrika angebaut wird.¹²⁷

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der Naturfarbstoff zunehmend von Indigo aus der chemischen Großindustrie abgelöst. Ausgangsstoff hierfür ist Anilin, welches aus Erdöl hergestellt wird. Durch Zusatz von weiteren Chemikalien wie Formaldehyd und dem entzündlichen für Gewässer gefährlichen Natriumamid entsteht schließlich Indigo.¹²⁸

¹²⁵ Vgl.: <https://renewcell.com/>, aufgerufen am 3.1.2020

¹²⁶ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 15

¹²⁷ Vgl.: <https://www.tagesspiegel.de/wissen/synthetische-biologie-gruene-jeans/20825414.html>, 8.1.2018, Roland Knauer, aufgerufen am 26.01.2020

¹²⁸ Vgl.: <https://www.tagesspiegel.de/wissen/synthetische-biologie-gruene-jeans/20825414.html>, 8.1.2018, Roland Knauer, aufgerufen am 26.01.2020

Das Baumwollgarn, welches für den Denim üblicherweise mit dem Farbstoff Indigo gefärbt wird, ist nicht wasserlöslich. Das Färben der Fasern erfordert, dass der Farbstoff in gelöster Form vorliegt. Durch Einsatz des starken Reduktionsmittels Natriumhydrosulfit wird das Indigo zu löslichem, hellgelb gefärbten „Leuko-Indigo“ umgewandelt. Damit das Indigo auf der Baumwollfaser haftet, muss der Färbeprozess 6- bis 15- mal wiederholt werden. Dabei wird das Garn, durch ein Tauchbad geführt und durch die anschließende Oxidation an der Luft wird aus dem anfänglichen Grün das gewünschte Blau. Bei dieser Produktionsstufe wird viel Energie und große Mengen an Wasser benötigt. Die Abwässer werden durch das Auswaschen stark belastet.¹²⁹

Das zunehmende Umweltbewusstsein hat Chemieunternehmen dazu bewegt, alternative Verfahren zur Färbung von Denim zu erforschen. Zu nennen sind hier Färbemethoden, die auf den Einsatz von Indigo ganz verzichten, solche, die eine schonendere Form der Reduktion des Indigos ermöglichen und Alternativen einer synthetischen Indigoproduktion. Auch die Rückkehr zum natürlichen Indigo wird in Betracht gezogen.

5.3.1 Alternativen für den Farbstoff Indigo

Das Chemieunternehmen Archroma, ein Ableger des weltweit agierenden Chemiekonzerns Clariant AG, welches sich für Innovation und Leistung in Verbindung mit Nachhaltigkeit einsetzt, hat eine umweltschonendere als die oben beschriebene Färbemethode entwickelt, das sogenannte Advanced-Denim-Pad/Sizing-Ox-Verfahren. Dieses Verfahren verzichtet auf den Einsatz von Indigo, sondern verwendet Schwefelfarbstoffe. Laut einer Broschüre des Unternehmens Clariant aus dem Jahr 2012 zeichnet sich das Verfahren hinsichtlich der nachhaltigen Jeansherstellung wie folgt aus: „Beim sogenannten Pad/Sizing-Ox-Verfahren wird statt Indigo eine neue, umwelt- freundlichere Generation von konzentrierten Schwefelfarbstoffen, wie beispielsweise Diresul® RDT, verwendet. Im ersten Arbeitsschritt wird – wie beim Indigo auch – das Farbmolekül reduziert. Hierfür wird ein Reduktionsmittel auf Zuckerbasis eingesetzt. Da Schwefelfarbstoffe chemisch anders aufgebaut sind als Indigo, verbinden sie sich sehr viel besser mit der Baumwolle. Deshalb reicht beim Advanced-Denim-Pad/SizingOx-Verfahren ein einziges Tauchbad aus, um das Garn intensiv und dauerhaft zu färben. Ein Nachspülen ist nicht länger erforderlich. Der Farbstoff wird dann mit effizienten Fixiermitteln oxidiert, damit er haftet. Im selben Tauchbad wird das Garn

¹²⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 73

gleichzeitig mithilfe von Arkofil® DEN-FIX mit einem Stärkeschutzfilm umhüllt, der es beim anschließenden, strapaziösen Webvorgang schützt. Die innovative Technologie des Advanced-Denim-Pad/Sizing-Ox-Verfahrens sorgt also für einen deutlich einfacheren und kürzeren Produktionsprozess. Das wirkt sich natürlich erheblich auf die Umweltverträglichkeit aus. Im Vergleich zur Indigofärbung spart das Advanced-Denim-Pad/Sizing-Ox-Verfahren bis zu 92 Prozent Wasser, 30 Prozent Energie und 87 Prozent Baumwollabfall. Zahlreiche Praxistests belegen diese Zahlen. Außerdem entsteht keinerlei Abwasser. Der innovative Schwefelfarbstoff Diresul RDT wurde für seine großen ökologischen Vorteile bereits mit mehreren Ökolabeln ausgezeichnet. Dazu zählen das EU Ecolabel, der Oeko-Tex® Standard 100, ein weltweit einheitliches Prüf- und Zertifizierungssystem für textile Produkte aller Verarbeitungsstufen, ebenso der Global Organic Textile Standard (GOTS), weltweit führender Standard für Naturfasern, und der bluesign®-Standard. Dieser wird für Herstellungsprozesse vergeben, die auf maximale Ressourcenproduktivität ausgerichtet sind, unter den Gesichtspunkten Umweltschutz, Gesundheit und Sicherheit.“¹³⁰

Die von Clariant dargelegten Vorteile könnten tatsächlich dafürsprechen, dass das Advanced-Denim-Pad/Sizing-Ox-Verfahren eine ökologisch verträgliche Alternative zu Indigo ist, zumal der Schwefelfarbstoff Diresul RDT durch bedeutende Zertifikate ausgezeichnet wurde.

5.3.2 Vorreduziertes Indigo

Die Umweltbelastungen durch Reduktion mittels Natriumhydrosulfit kann bei Verwendung eines synthetischen Indigos, das bereits vorreduziert wurde, vermieden werden. Bei diesem Verfahren erfolgt die Reduktion durch Hydrierung. Im Unterschied zu dem normalen synthetischen Indigo verbleibt als Abfallprodukt nur Wasser anstatt der schädlichen Sulfite. Die DyStar Group, ein Konzern, welcher als Innovationsführer für die Entwicklung von Farbstoffen und Chemikalien in der Denim-Industrie steht, bietet ein Produkt namens „DyStar Indigo Vat 40% Lösung“ an. Es handelt sich dabei um ein vorreduziertes Indigo, das durch katalytische Hydrierung hergestellt wird. Hierbei werden, zur Vermeidung einer vorzeitigen Oxidierung, nur kleine Mengen des schädlichen Natriumhydrosulfits benötigt. Da es in flüssiger Form angewendet wird, ist die Arbeitsumgebung sauberer als bei der Anwendung von pulverförmigen Chemikalien. Die „DyStar Indigo Vat 40% Lösung“ ist GOTS, Standard 100 von Öko-Tex und Bluesign zertifiziert.¹³¹

¹³⁰ Zitat: https://www.ibbnetzwerk-gmbh.com/uploads/media/Clariant_-_Advanced_Denim_Broschuere.pdf, Frühjahr 2012, aufgerufen am 30.12.2019

¹³¹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 84

5.3.3 Verwendung alternativer Reduktionsmittel

Eine weitere Möglichkeit, mit Indigo umweltfreundlicher zu färben, besteht darin, alternative Reduktionsmittel anzuwenden. Auf dem Markt gibt es synthetische Indigos, die ohne Verwendung von Hydrosulfit als Reduktionsmittel eingesetzt werden können. Stattdessen wird zum Beispiel Zucker verwendet.

Prosperity-Textile, ein Unternehmen mit Sitz in China, hat ein Konzept namens „Bio Sweet Indigo“ entwickelt, bei dem die Verwendung schädlicher Hydrosulfite minimiert wird.

Bei dem Konzept „Bio Sweet Indigo“ wird das Material in Zucker getaucht. Diese Methode spart Wasser ein und man erhält eine Vintage-Farbe, die der natürlichen Indigo-Farbe ähnelt.¹³²

Ein anderes Unternehmen, welches ebenfalls auf die für die Reduktionsprozesse benötigten gefährlichen Chemikalien verzichtet und diese durch elektrische Ströme ersetzt, ist das Schweizer Unternehmen Sedo-Engineering. Sein Produkt namens „Smart Leuco-Indigo“ wird in einem elektronischen Verfahren hergestellt. Es verbraucht laut Angaben des Unternehmens weniger Ressourcen als bisherige Verfahren und verwendet nur Indigopigmente, Natronlauge, Wasser und Elektrizität.¹³³ Den Angaben nach soll „Smart Leuco-Indigo“ im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren sechsmal weniger Energie verbrauchen und Einsparungen beim Abwassermanagement ermöglichen.

Eine weitere Innovation ist entstanden durch die Partnerschaft zwischen DyStar und der pakistanischen Fabrik Artistic Milliners. Bei dieser Innovation handelt es sich im Grunde um eine Weiterentwicklung von „DyStar 40 % vorreduziertes Indigo“, das in Kombination mit einem neu erfundenen flüssigen, organischen Mittel das Natriumhydrosulfit vollständig ersetzt. Es wird unter dem Handelsnamen „Sera Con CRDA“ vertrieben, soll biologisch abbaubar sein und keine Salze, welche für das Recycling des Abwassers schwierig sind, als Nebenprodukt erzeugen. Das Produkt wird derzeit noch weiter erforscht.¹³⁴

¹³² Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 86

¹³³ Vgl.: <https://www.smartindigo.com/dyers/>, aufgerufen am 06.02.2020

¹³⁴ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 86

5.3.4 Färben mit Mikroben

Die Forschungsgruppe von John Dueber, der an der University of California in Berkley arbeitet, forscht mit Mikroben und hat zum Ziel, ein umweltverträgliches Verfahren für die Indigoproduktion zu entwickeln. Dabei ahmen die Forscher die Prozesse, mit der die Färberwaidpflanze in ihren Blättern Indigo produziert, nach. Den Forschern ist es gelungen, den Prozess der Indigoerzeugung mithilfe der Gentechnologie auf Bakterien der Art *Escherichia coli* zu übertragen. Die veränderten Bakterien stellen ein Biomolekül, das sogenannte Indol her, das in den Mikroben zu einer Indoxyl genannten Substanz umgewandelt wird. Durch Zusatz eines Zuckermoleküls, das der Substanz mehr Stabilität geben soll, entsteht der Stoff Indikan, der sich beim Färben an das Textil heftet. Danach wird der Zucker entfernt, und das dadurch zurückgewonnene Indoxyl verwandelt sich durch die Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft direkt auf den Fasern in Indigo.¹³⁵

5.3.5 Natürliches Indigo

Unter Umweltgesichtspunkten rückt zunehmend wieder die Möglichkeit der Verwendung von natürlichem Indigo zur Färbung von Denim Stoffen in den Blickpunkt. Natürliches Indigo ist verfügbar, jedoch in geringen Mengen, weshalb es für Hersteller mit großen Produktionsmengen nicht als Alternative in Betracht kommt. Bei der Verwendung von natürlichem Indigo ist die Fermentierung notwendig. Einige Fabriken werben mit natürlichem Indigo, mischen jedoch den Grundstoff mit chemischen Reduktionsmitteln, um den Gärungsprozess zu beschleunigen. Das größte Problem bei der Verwendung von natürlichem Indigo ist der hohe Wasserverbrauch, denn für die Fermentation der Blätter werden große Bäder benötigt. Das indische Unternehmen „Colors of Nature“ zeigt jedoch, dass Wasser recycelt werden kann. Denn es ist bekannt dafür, dass es seit 1993 dasselbe Färbewasser verwendet. Zurzeit versucht das Unternehmen, einen Fermentationsprozess, der auf industrieller Ebene und nicht nur in Kleinbetrieben eingesetzt werden kann, zu entwickeln. Das Unternehmen arbeitet derzeit mit 40 Bottichen, was 19000 Litern Indigofarbstoff entspricht. Die Fässer können je nach Farbtiefe bis zu 30 Kilogramm Material pro Tag färben.¹³⁶

¹³⁵ Vgl.: <https://www.tagesspiegel.de/wissen/synthetische-biologie-gruene-jeans/20825414.html>, 8.1.2018, Roland Knauer, aufgerufen am 12.1.2020

¹³⁶ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 86

„Colors of Nature“ erklärt, dass alle von ihm eingesetzten Rohstoffe ungiftig und biologisch abbaubar sind. Zudem verfügt das Unternehmen über eine hochmoderne Wasseraufbereitungsanlage, die in der Lage ist, den in den Misch- und Absetzbecken der Anlage anfallenden Schlamm für die Wiederverwendung als Dünger und das Wasser zum Wässern der Felder aufzubereiten.¹³⁷

Das 1976 gegründete deutsche Unternehmen Hessnatur, das für die Verwendung von Naturmaterialien, für nachhaltige Produktion und soziale Arbeitsbedingungen steht, hat mit Partnern wie Living Blue in Bangladesch einen hochwertigen handgewebten Denim Stoff entwickelt, der mit natürlichem Indigo gefärbt wird. Bangladesch sei eines der wenigen Länder, das noch Indigopflanzen anbaue und eine lange Tradition mit Naturfarben habe, so Hessnatur. Das Unternehmen baut in Bangladesch eine ökologische und soziale Produktion auf und nutzt dabei die Rohstoffe, das Handwerk und die Strukturen des Landes.¹³⁸

5.4 Ökologisches Weben

Aus ökologischer Sicht könnte die Problematik des Webens, neben den vorbereitenden beziehungsweise nachbereitenden Vorgängen des Schlichtens und Entschlichtens, beim Energieverbrauch der eingesetzten Webmaschinen liegen. Bei den Webmaschinen handelt es sich um sehr große Geräte, die sehr viel Platz, also große Fabrikhallen, benötigen. Diese Hallen müssen klimatisiert sein, zumal die Maschinen auch Wärme abgeben. Von Daher ist nicht nur der Energieverbrauch der Maschinen selbst, sondern auch der Stromverbrauch, der notwendig ist, um optimale Betriebsvoraussetzungen zu schaffen, zum Beispiel Klimaanlage, zu bedenken. Hier sind Ingenieure gefragt, die effiziente Maschinen entwickeln. Es gibt eine Reihe von Herstellern, die auf diesem Gebiet Neuheiten anbieten.

5.5 Ökologisches Schlichten und Entschlichten

Um die Kettgarne vor der mechanischen Beanspruchung des Webprozesses zu schützen, wird ein Schlichtemittel auf die Kettgarne aufgebracht. Das bei der Jeans eingesetzte Schlichtemittel besteht vorwiegend aus Stärke. Dieses Schlichtemittel muss nach dem Weben vollständig vom Garn entfernt werden, da es sich störend auf die weiteren Verarbeitungsstufen auswirken kann. Dies geschieht entweder mit speziellen Enzymwäschen oder nur mittels heißem Wasser und gängigen Waschmitteln. Beim Auswaschen gelangt die

¹³⁷ Vgl.: <http://thecoloursofnature.com/products-services/onsite-dyeing/>, aufgerufen am 12.1.2020

¹³⁸ Vgl.: Ellen Köhler, Magdalena Schaffrin, Fashion Made Fair, 2016, Seite 149

Schlichte meist ohne Rückgewinnung ins Abwasser, die endgültige Beseitigung erfolgt in den Kläranlagen. Für die Naturfasern werden die stärkebasierten Schlichtemittel mit Zusätzen aus Polyacrylat, Polyvinylalkohol oder Polyester ergänzt, bei Synthesefasern besteht die Schlichte vollständig aus diesen auf nichtnachwachsenden fossilen Rohstoffen basierenden Substanzen. Es besteht die Möglichkeit der Kreislaufführung durch Schlichterückgewinnung. Allerdings setzt dies voraus, dass die bei der Entschlichtung durch Rückgewinnung separierte Schlichte auch im gleichen Betrieb zum Schlichten wiederverwendet wird. Dies ist in der heutigen Textilindustrie eher selten.¹³⁹

Daher ist die Entwicklung von biologisch abbaubaren Schlichtemitteln von besonderer Bedeutung. Das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf hat in diesem Zusammenhang an einem Projekt zur Entwicklung von biologisch abbaubaren Schlichtemitteln auf Basis von Chitosan, einem Biopolymer, welches aus Chitin gewonnen wird, geforscht. Hierfür kommt das Insektenchitin, welches in großen Mengen als Reststoff in der Futtermittelindustrie anfällt und zu hochreinem Chitosan aufgearbeitet wird, zum Einsatz. Das Chitosan ist Hauptbestandteil von Insektenhäuten und Panzern und fällt als Nebenprodukt in der Tierfutterherstellung an. Aus Chitin lässt sich durch die Abspaltung der Acetylgruppen Chitosan herstellen. Dabei ist der Übergang von Chitin zu Chitosan ein fließender Prozess. Chitosan hat die Fähigkeit zur Filmbildung, eine erhöhte Klebekraft, Viskosität und eine gute Wasserlöslichkeit. Die textiltechnologischen Tests von DITF Denkendorf, Dr. Petry und Lauffenmühle ergaben, dass sich Chitosan als Schlichtemittel eignet und eine biobasierte, natürliche Alternative gegenüber den bisherigen synthetischen Mitteln bietet.¹⁴⁰

5.6 Ökologisches Merzerisieren

Das Merzerisieren des Baumwollstoffs dient der Erhöhung der Scheuer- und Reißfestigkeit. Zudem werden durch die Behandlung eine Griffverbesserung, eine bessere Dimensionsstabilität sowie ein beständiger Glanz erreicht. Beim Merzerisieren wird der Baumwollstoff mit hochkonzentrierter Natronlauge unter hoher Zugspannung behandelt und

¹³⁹ Vgl.: https://drpetry.de/fileadmin/user_upload/Aktuelles/Schlichte_Chitosan.pdf, Dr. Petry Textile Auxiliaries, 07/2009, aufgerufen am 31.12.2019

¹⁴⁰ Vgl.: <https://www.igb.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/2019/insekten-liefern-chitin-als-grundstoff-fuer-die-textilindustrie.html>, Fraunhofer IGB, 8.5.2019, aufgerufen am 31.12.2019

anschließend mit Säure neutralisiert.¹⁴¹ Die hochkonzentrierten Restlaugen des Merzerisationsprozesses stellen die wesentliche Abwasserlast dar.

Durch den Einsatz von Laugen-Rückgewinnungsanlagen kann die anfallende Dünnlauge zurückgewonnen und wiederverwendet werden. Die Baumwolle wird hierbei in der hochkonzentrierten Natronlauge bei einer Verweilzeit von 40-50 Sekunden behandelt. Anschließend wird das Material zur Entfernung der Natronlauge ausgewaschen. Das entstandene Waschwasser wird als Schwachlauge bezeichnet und kann zwecks Rückführung durch Eindampfung konzentriert werden. Durch die Rückgewinnung wird die alkalische Belastung des Abwassers reduziert und die benötigte Menge an Säure zur Abwasserneutralisation stark minimiert.¹⁴²

5.7 Krumpfen

Das Krumpfen soll das nachträgliche Einlaufen des Baumwollgewebes durch Vorwegnahme des Schrumpfens verhindern. Das zu diesem Zweck eingesetzte Sanfor Verfahren, das bereits unter Punkt 4.7 beschrieben wurde, ist ein mechanischer Prozess, der ohne chemische Hilfsmittel erfolgt. Daher entstehen keine gesundheitlichen Schädigungen und die Umwelt wird nicht mit chemischen Hilfsmitteln belastet.¹⁴³ Die Entwicklung alternativer Verfahren erscheint nicht erforderlich.

5.8 Ökologische Konfektionierung und Accessoires

„Der Großteil der Konfektion wird heutzutage kostengünstig als passive Lohnveredlung (PLV) im Ausland durchgeführt. Die Umweltrelevanz der in dem Bereich der Konfektion durchgeführten Arbeitsgänge wie Zuschneiden, Nähen und Bügeln ist im Vergleich zu den textile Veredlungsverfahren vernachlässigbar. Viel größer als ökologische, sind in diesem Bereich die sozialen Bedenken bezogen auf die Arbeitsbedingungen in den Fabriken.“¹⁴⁴

Die Produktionsabläufe Zuschnitt, Nähen und Bügeln sollten regelmäßig auf ökologische Belastungen überprüft werden. Wichtig sind hier die Ressource Einsparung und eine optimale

¹⁴¹ Vgl.: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2273.pdf>, Dr. Harald Schönberger, Dr. Thomas Schäfer, Seite 48,03/2003, aufgerufen am 2.01.2020

¹⁴² Vgl.: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2273.pdf>, Dr. Harald Schönberger, Dr. Thomas Schäfer, Seite 221,03/2003, aufgerufen am 2.01.2020

¹⁴³ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 151

¹⁴⁴ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 30

Organisation des Zuschnitts sowie der Näh- und Bügelplätze, umso Energie, Wasser und Material einsparen zu können. Zur Ermittlung eines optimalen Stoffverbrauchs und der damit einhergehenden Reduktion des Materialverschnitts, können moderne CAD-Systeme und Zuschnittanlagen eingesetzt werden.¹⁴⁵

Nicht nur bei den Produktionsabläufen der Konfektionierung selbst gibt es Potential für eine ökologische Ausrichtung, sondern auch hinsichtlich der langen Transportwege zu den Lohnveredlern kann ein ökologischer Beitrag geleistet werden. Aus ökologischer Sicht ist es ein großes Problem, dass Waren über den Schiffsweg, eilige Lieferungen mit dem Flugzeug transportiert werden, da dies zu hohem CO₂ Ausstoß führt. „Doch trotz weiter und zeitintensiver Transportwege rechnen sich die Preise aufgrund der geringen Lohnkosten.“¹⁴⁶ Die Distanz der Lohnveredler zu vorgelagerten Produktionsstätten (beispielsweise Baumwollproduzenten, Spinnereien, Webereien,) einerseits und zu den Auftraggebern andererseits erfordert ein funktionierendes Umwelt- und Qualitätsmanagementsystem. Hier liegen Möglichkeiten für Konfektionäre, einen ökologischen Beitrag zu leisten. Außerdem können Konfektionäre bei der Auswahl der Lieferanten Nachhaltigkeitsgesichtspunkte berücksichtigen, indem sie in die Lieferkette nur Lieferanten aufnehmen, die von Umweltgutachtern geprüft und nach bestimmten Zertifizierungen validiert worden sind. Umweltmanagementsysteme wie das EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) und ISO/EN ISO 14001 können Lieferanten und Betriebe dazu verpflichten,¹⁴⁷ „eine Umwelterklärung abzugeben, in welcher umweltrelevante Tätigkeiten und Daten zur Umwelt, wie Ressourcen- und Energiebedarf, Emission, Abfälle etc. genau darstellt werden.“¹⁴⁸

Die Herstellung der Accessoires wie Nieten, Knöpfe und Patches, welche für die Jeans verwendet werden, spielen eine weitere wichtige Rolle bei der Produktion einer nachhaltigen Jeans. Vor allem die Produktion der aus Metall bestehenden Accessoires führt zu hohen Umweltbelastungen. Die verschiedenen Verfahren, die zur Behandlung der Oberflächen eingesetzt werden, zum Beispiel das Galvanisieren, Färben und Beschichten, verbrauchen

¹⁴⁵ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 30-32

¹⁴⁶ Zitat: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 89

¹⁴⁷ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 30-31

¹⁴⁸ Zitat: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 30

große Mengen an Ressourcen.¹⁴⁹ Durch den Prozess des Galvanisierens, welcher zum Schutz vor Korrosion und Abnutzung durchgeführt wird, können schwer abbaubare Metall-, Salz- und Säurerückstände in das Abwasser gelangen.¹⁵⁰

Neue Lösungswege für das Herstellen von nachhaltigen Verschlusssystemen hat das Unternehmen Prym Fashion entwickelt. Der Anbieter von Mode- und Bekleidungszubehör wirbt mit neuen Verfahren für die Oberflächenbehandlung von Verschlusssystemen. Bei den neu entwickelten Produkten handelt sich um die L.I.F.E.- (Low Impact Fastener Ensemble) zertifizierten Verschlusssysteme. Die hierfür angewendeten Oberflächenbehandlungen sollen gegenüber herkömmlichen Prozessen die Umweltbelastung senken und zugleich sicherstellen, dass Qualität und Langlebigkeit der Produkte nicht beeinträchtigt werden. Im Jahr 2019 wurden zwei neue Produkte eingeführt, ecoWhite und ecoGreen. Die ecoWhite-Druckknöpfe werden aus recyceltem Kunststoffen und die ecoGreen-Druckknöpfe aus pflanzlich erneuerbaren Ressourcen wie Kartoffelmais erzeugt, sodass diese sogar biologisch abbaubar und recycelbar sind. Laut Angaben von Prym haben bei einer Validation durch Made-by, eine gemeinnützige Organisation mit Nachhaltigkeitszielen in der Modebranche, die Herstellungsprozesse von neun L.I.F.E. zertifizierten Produkten folgende umweltrelevante Werte im Vergleich zu herkömmlichen Methoden ergeben: Der Wasserverbrauch wurde um 65%, Chemikalien um 98%, gefährliche Abfälle um 85% und Strom um 16% reduziert.¹⁵¹

Zur Denim Jeans gehört auch das typische Etikett, welches meist aus Leder besteht. Es gibt jedoch auch einige Jeanshersteller, die alternative Möglichkeiten nutzen, weil sie die Verwendung des in der Lederindustrie mit vielen Chemikalien behandelten Leders vermeiden wollen. Auch mit Blick auf den Tierschutz haben sich einige Marken gegen Lederetiketten entschieden und diese durch neue Materialien ersetzt.

Ein Beispiel ist das Label Mud Jeans. Mit seinem Geschäftsmodell ist Mud Jeans bestrebt, das Prinzip der Kreislaufwirtschaft auf die Mode zu übertragen. Mud Jeans ersetzt Lederetiketten von Jeans entweder durch direkten Aufdruck auf die Jeans oder durch schadstofffreie Papieretiketten, wodurch das Recycling der Jeans erleichtert wird.¹⁵²

¹⁴⁹ Vgl.: <https://textile-network.de/de/Fashion/Mit-L.I.F.E.-zu-mehr-Nachhaltigkeit>, Iris Schlomski, 1.07.2019, aufgerufen am 20.02.2020

¹⁵⁰ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 33

¹⁵¹ Vgl.: <http://www.prym-fashion.com/LIFE/>, aufgerufen am 20.01.2020

¹⁵² Vgl.: <https://mudjeans.eu/sustainability-materials/>, aufgerufen am 21.01.2020



Abbildung 7: Gedrucktes Etikett von MUD Jeans¹⁵³

Desweiteren hat das schwedische Label Nudie Jeans Lederetiketten durch Jacron Etiketten ersetzt. Jacron Etiketten fühlen sich fast wie Leder an, es ist ein papierähnliches Material und besteht bei Nudie Jeans aus FSC zertifizierten beschichteten Cellulose Fasern und Acrylpolymeren.¹⁵⁴ FSC ist die Abkürzung für „Forest Stewardship Council®“, welches ein internationales Zertifizierungssystem ist und für nachhaltigere Waldwirtschaft steht. Das bedeutet, dass die Wälder und Plantagen unter strengen ökologischen Prinzipien verwaltet werden und die Cellulose Faser, welche Nudie Jeans für Jacron Patches verwendet, aus nachhaltigen Quellen bezogen wird.¹⁵⁵



Abbildung 8: Jacron Patches von Nudie Jeans¹⁵⁶

¹⁵³ Quelle Abbildung: <https://mudjeans.eu/materialien/?lang=de>, aufgerufen am 21.01.2020

¹⁵⁴ Vgl.: <https://www.nudiejeans.com/de/sustainability/not-just-denim>, aufgerufen am 21.01.2020

¹⁵⁵ Vgl.: <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/verantwortungsvollere-waldnutzung/fsc-was-ist-das/>, aufgerufen am 21.01.2020

¹⁵⁶ Quelle Abbildung: <https://www.nudiejeans.com/de/sustainability/not-just-denim>, aufgerufen am 21.01.2020

Auch für die Hängeetiketten gibt es nachhaltige Lösungen wie das Unternehmen „Stitch & Trim“, ein Hersteller von Leder- und Metallprodukten aller Art, zeigt. Das Unternehmen produziert Papieretiketten, die kompostierbar sind.¹⁵⁷

5.9 Ökologische Endbehandlung

Die Denim-Herstellungs- und Veredlungstechniken werden in zwei Gruppen unterteilt:

- Die Trockenprozesse, welche Verfahren wie den Sandstrahlprozess und Bürsten zwecks Erzeugung von Schnitten und Rissen umfassen und
- die Nassverfahren, welche das Färben, Bleichen und Waschen einschließen.

Durch die ökologischen Bemühungen in der Textilindustrie konnten neue Technologien entwickelt werden, die den Fokus auf Ressource schonende Materialien, Techniken und Prozesse legen und weniger Wasser, Energie und Chemikalien verwenden.¹⁵⁸

5.9.1 Ökologisches Waschen und Bleichen

Die Behandlung der Jeans mit den verschiedenen Waschverfahren führt zu einem hohen Verbrauch an Wasser und Energie sowie massivem Chemikalieneinsatz. Besonders der Prozess des Stoned-Washed-Verfahrens hinterlässt mit dem Lavaschlamm einen ökologischen Fußabdruck. Pro Hose fallen etwa 600 Gramm Steinabrieb an, die entsorgt werden müssen. Zudem werden die Maschinen durch den Waschprozess geschädigt.¹⁵⁹

Auch die Bleach-Effekte auf Denim, bei denen Chemikalien wie Kaliumpermanganat oder Chlor verwendet werden, sind ökologisch betrachtet bedenklich.

Die Textilindustrie hat sich weiterentwickelt und bietet einige umweltfreundlichere Alternativen an, die im Folgenden beschrieben werden.

¹⁵⁷ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 64

¹⁵⁸ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 77

¹⁵⁹ Vgl.: https://www.deutschlandfunk.de/enzyme-bleichen-jeans-umweltfreundlich.697.de.html?dram:article_id=73634, von Markus Rimmel, 22.02.2005, aufgerufen am 21.01.2020

5.9.1.1 NoStone®-Verfahren

Viele Marken verwenden auch heute noch das traditionelle „Stone-Washed-Verfahren“ um den gewünschten Vintage-Look zu erzielen, jedoch gibt es mittlerweile eine ökologischere Alternative zur Erzeugung des gewünschten Effekts.¹⁶⁰

„Tonello“, ein italienisches Unternehmen, hat mit Levis Straus & Co ein mechanisches Verfahren namens „NoStone®-Technologie“ entwickelt. Bei dieser Technologie wird auf die Verwendung von Bimssteinen verzichtet. Der Vintage-Look wird mittels einer Schleiftrummel aus Edelstahl, die am Waschmaschinenzylinder befestigt ist, erreicht. Der mechanische Prozess erfüllt denselben Effekt, jedoch ohne Bimssteine. Mit dem „NoStone®-Verfahren“ wird neben den Produktemissionen der Wasserverbrauch reduziert. Die Technik erleichtert die Abwasserbehandlung, mindert die Kosten für die Entsorgung und die Maschinen werden nicht beschädigt.¹⁶¹



Abbildung 9: Jeansbehandlung mit NoStone-Verfahren von Tonello¹⁶²

5.9.1.2 Enzymtechnologie

Durch die Anwendung der sogenannten Enzymtechnologie kann ebenfalls auf die Verwendung von Bimssteinen verzichtet werden. Enzyme bestehen aus aneinander gereihten Aminosäuren und werden in der Textilveredlung als Biokatalysatoren zur Beschleunigung chemischer Reaktionen eingesetzt oder können sogar Chemikalien vollständig ersetzen.¹⁶³ Beim sogenannten Bio-Stoning wird beim Waschen der Jeans ein Enzym zugesetzt, das die Indigofarbe auflöst, sodass sie ohne Schädigung der Faser ausgespült werden kann.¹⁶⁴

¹⁶⁰ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 81

¹⁶¹ Vgl.: <https://www.tonello.com/en/product/nostone>, aufgerufen am 21.01.2020

¹⁶² Quelle Abbildung: <https://www.tonello.com/en/inspiring/nostone>, aufgerufen am 21.01.2020

¹⁶³ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 45

¹⁶⁴ Vgl.:

<https://books.google.de/books?id=IHV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ve>

Dieses Verfahren ist deutlich umweltfreundlicher als das herkömmliche Stone-Washed-Verfahren, da es Ressourcen spart, die Schlammentsorgung entfällt, das Material geschont wird und mehr Material in einer Maschine behandelt werden kann. Allerdings ist das Bio-Stonen teurer als die klassischen Verfahren. Daher wird oft eine Kombination aus Bio- Stonen (10-50%) und Stonen mit Bimssteinen angewendet.¹⁶⁵

5.9.1.3 Lasertechnologie

Die beste Alternative für schädliche Trockentechniken bietet derzeit die Lasertechnik.¹⁶⁶ Mit den von einem Lasergerät erzeugten Lichtstrahlen können auf der Oberfläche des Stoffes Muster kreiert werden, ohne dabei den Stoff zu beschädigen. Über eine passende Software können die Muster leicht reproduziert werden.

Das spanische Unternehmen „Jeanologia“ hat eine Technologie entwickelt, die ermöglicht, dass das am Computer entworfene Design der Jeans mit dem Laser direkt auf den Stoff übertragen werden kann. So können mögliche Färbungen, Waschungen und Bleach-Effekte ohne Zugabe von Chemikalien wie Bleichmittel und Kaliumpermanganat erreicht werden.¹⁶⁷



Abbildung 10: Jeanologia Lasertechnologie¹⁶⁸

[d=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false](https://raw-denim.de/jeansarten-und-jeansausruistung-jeans-finishing/aufgerufen), Thomas Meyer zur Capellen, Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016

¹⁶⁵ <http://raw-denim.de/jeansarten-und-jeansausruistung-jeans-finishing/aufgerufen> am 07.02.2020

¹⁶⁶ Vgl.: Paulina Szymdke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 77

¹⁶⁷ <https://reset.org/blog/jeanologia-ein-spanisches-startup-krempelt-die-jeans-produktion-um-03152018>, 15.03.2018, Ana Galan Herranz, aufgerufen am 13.12.2019

¹⁶⁸ Quelle Abbildung: <https://fashionunited.ch/nachrichten/mode/nachhaltigkeitsvorbild-das-tommy-hilfiger-denim-centre/2019040417887>, Huw Hughes, 4.04.2019, aufgerufen am 11.02.2020

Laut den Angaben von Jeanologia verliert der Stoff nach der Laserbehandlung nur 5 % bis 6 % an Festigkeit gegenüber 20 % bei einem herkömmlichen Ausrüstungsverfahren. Zu dem sinkt der in einem Kreislauf geführte Wasserverbrauch um 70 % von 100 Litern pro Jeans. Bei dem Chemieeinsatz können Einsparungen von 80 % erzielt werden.¹⁶⁹

5.9.1.4 Ozontechnologie

Ozon ist ein Gas, das hinsichtlich unserer Gesundheit sowohl positiv als auch negativ belegt ist. Einerseits schützt die Ozonschicht den Menschen vor den gefährlichen UV-Strahlen der Sonne und andererseits ist in Bodennähe das Ozon gesundheitsgefährdend, da es Augen, Schleimhäute und Atemwege reizt. Ozon kann aber bei Einsatz in einem kontrollierten Verfahren auch nützlich sein. Aufgrund seines hohen Oxidationspotentials kann Ozon herkömmliche Chemikalien wie Bleichmittel ersetzen. Außerdem können etwa 30 Liter Wasser pro Jeans eingespart werden. Mit Ozon ist es also möglich, auf eine umweltfreundliche und verträgliche Weise dem Stoff die gebleichte und getragene Optik zu verleihen. Ozon wird aus der Luft gewonnen, indem der Stickstoff eliminiert und der so entstandene reine Sauerstoff durch Energiezufuhr in Ozon umgewandelt wird. Da Ozon ein Gas ist, muss die Behandlung der Jeans mit Ozon in einer geschlossenen Kammer eines Trockners erfolgen.¹⁷⁰ Der Kontakt des Stoffs mit dem Ozon lässt den Stoff „altern“ und verblassen und erhält die Optik einer Jeans, die in der Sonne gebleicht wurde.¹⁷¹ Nach Angaben von Jeanologia hat die Menge des verwendeten Ozons keine negativen Auswirkungen, denn der Trockner kann die Menge des Ozons messen und gibt an, wann die Kammer wieder geöffnet werden kann. Das Ozongas zerfällt nach kurzer Zeit wieder zu Sauerstoff, nachdem es in die Atmosphäre gelangt ist.¹⁷²

5.9.2 Ökologische partielle Used-Verfahren

Neben den Used-Effekten, die durch die Wasch- und Bleichverfahren entstehen, gibt es die bereits oben beschriebenen partiellen Used-Effekte, die sich nur stellenweise auf der Hose

¹⁶⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 78

¹⁷⁰ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 80

¹⁷¹ Vgl.: <https://reset.org/blog/jeanologia-ein-spanisches-startup-krempelt-die-jeans-produktion-um-03152018>, 15.03.2018, Ana Galan Herranz, aufgerufen am 15.08.2019

¹⁷² Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 80

befinden. Diese, mit verschiedenen Werkzeugen, aber auch durch Besprühen mit Kaliumpermanganat oder durch Sandstrahlen erzeugten Effekte, können auch mit der umweltfreundlichen Lasertechnologie, bei der die Oberfläche verbrannt und somit aufgehellt wird, erreicht werden. Hauptsächlich die Fabrikarbeiter profitieren hinsichtlich ihrer Gesundheit von der Anwendung dieser Methode.¹⁷³

Des Weiteren werden intelligente Geräte entwickelt, die vor allem die Fabrikarbeiter bei der Herstellung von Denim vor gesundheitlichen Schäden durch Chemikalien und Staub schützen sollen.

„Tonello“, ein italienisches Unternehmen, entwickelte schon 1989 einen Eco-Sprühroboter der die menschliche Arbeitskraft durch eine vollautomatische Sprühkabine ersetzte. Seitdem hat „Tonello“ seine Technologien weiterentwickelt und weitere Optionen wie zum Beispiel die Wasserbürste, die unter Anwendung eines Hochdruckwassersprays anstelle des Sandstrahlens zur Aufhellung der Jeans angewendet werden kann. Diese Geräte sind jedoch nur bedingt als ökologische Alternative zu sehen, denn die gefährlichen Chemikalien werden zwar in einer geschlossenen und automatisierten Umgebung angewendet, aber die Substanzen können über die Abwasser in die Umwelt gelangen.¹⁷⁴

5.9.3 Ökologisches Überfärben

Eine weitere Behandlung der Jeans, die nach den Wasch- und Bleichprozessen erfolgen kann, ist das Überfärben oder das Tönen. Überfärben und Tönen erfolgen in der herkömmlichen Praxis im Anschluss an die Stoned-Washed-Verfahren mit dem Ziel, der Jeans einen anderen Farbton oder eine leichte Verschiebung des Indigofarbtons zu geben.

Eine Alternative zu den konventionellen Verfahren des Abtönens, bei denen viel Wasser und Chemikalien benötigt werden, ist der Einsatz von neuartigen Enzymen. Diese ermöglichen es, das Abtönen und das Stone-Washing in einem Bad durchzuführen, wodurch Wasser, Energie und der Einsatz von Chemikalien reduziert werden können.¹⁷⁵

¹⁷³ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 65-66

¹⁷⁴ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 82

¹⁷⁵ Vgl.: Sustainability in Denim, Subramanian Senthilkannan Muthu, 2017, S. 70-71

Hinsichtlich des schädlichen Überfärbens könnte Ecrú-Denim eine ökologische Variante für Jeans, die einen anderen Farbton als Indigoblau erhalten sollen, darstellen. Ecrú-Denim ist ungefärbter Denim und hat den natürlichen Farbton von Baumwolle, das heißt, der Stoff wurde noch nicht mit Indigo gefärbt. Das produzierte Kleidungsstück kann nachträglich je nach Marktbedürfnissen in verschiedenen Farben und Schattierungen gefärbt werden. Bei dieser Methode entfällt also ein umweltschädlicher Färbeprozess. Außerdem hat diese Vorgehensweise den Vorteil, dass nur das fertige Kleidungsstück gefärbt wird, und somit keine gefärbten Stoffreste verbleiben. Insgesamt können mit diesem Verfahren wiederum Wasserverbrauch, Chemikalien und die Abwasserbelastung verringert werden.¹⁷⁶

5.9.4 E-Flow

Ein weiteres neues Verfahren, welches Jeanologia entwickelt hat, ist das Verfahren namens „e-flow“, das sich dadurch auszeichnet, dass es anstelle von Wasser freie verfügbare Luft einsetzt. Mit der e-flow Technologie können etliche Veredlungseffekte erzielt werden, da sie die Übertragung von Chemikalien auf den Stoff der Jeans ermöglicht. Bei konventionellen Prozessen wird Wasser als Träger von den Chemikalien eingesetzt. Bei dem neu entwickelten Verfahren wird stattdessen Luft aus der Umgebung gewonnen und in „NanoBubbles“ umgewandelt. In den Bläschen verteilen sich Wasser und die benötigte Menge an Chemikalien und bilden die Haut der Bläschen. Die Nanoblasen werden zu Trägern der chemischen Verbindungen und verteilen die Chemikalien gleichmäßig über den Stoff, mit dem sie reagieren können, wodurch zum Beispiel ein weiches und natürliches Tragegefühl herbeigeführt werden kann.¹⁷⁷

¹⁷⁶ Vgl.: Denim: Manufacture, Finishing and Applications, Roshan Paul, 2015, S. 5

¹⁷⁷ Vgl.: <https://reset.org/blog/jeanologia-ein-spanisches-startup-krempelt-die-jeans-produktion-um-03152018>, 15.03.2018, Ana Galan Herranz, aufgerufen am 21.01.2020



Abbildung 11: E-Flow Technologie von Jeanologia¹⁷⁸

5.9.5 Verbote nach „The Jeans Redesign Guidelines“

Die Ellen MacArthur Foundation hat Richtlinien in „The Jeans Redesign Guidelines“ zusammengestellt, welche auf umfangreichen Untersuchungen zum Thema „A new textiles economy: redesigning fashion‘ s future“ basieren. Zur Entwicklung dieser Richtlinie konnte die sogenannte „Make Fashion Circular-Initiative“ der Allen MacArthur Foundation mehr als 40 Denim Experten aus Wissenschaft, Marken, Einzelhandel, Herstellern, Sammlern, Sortierern gewinnen. Teilnehmer waren beispielsweise Arvind Limited, C&A, H&M Group, Tommy Hilfiger, MUD Jeans, Lenzing, Circular System I:O.

Hinsichtlich der Veredlungsverfahren legt die Richtlinie folgende Verbote fest:

- Konventionelles Galvanisieren
- Stone Finishing
- Verwendung von Kaliumpermanganat
- Sandstrahlen,¹⁷⁹

5.9.6 Messung der Umweltbelastung

Jeanshersteller, die eine Verbesserung in Richtung nachhaltiger Produktionsabläufe, vor allem im Bereich des Finishing, anstreben, sollten Informationen über ihre individuellen

¹⁷⁸ Quelle Abbildung: <https://www.jeanologia.com/descargas/web/eflow.pdf>, aufgerufen am 7.02.2020

¹⁷⁹ Vgl.: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Jeans-Guidelines-MASTER.pdf?source=post_page----- Seite 10, aufgerufen am 07.02.2020

umweltrelevanten Daten, zum Beispiel Wasserverbrauch, Energieverbrauch, haben, um Ansatzpunkte für Weiterentwicklungen identifizieren zu können.

Das bereits oben genannte Unternehmen Jeanologia stellt mit der „Environmental Impact Measuring“ Software, kurz EIM, ein Software-Tool für die Jeansveredler bereit, womit sie bestimmte Umweltdaten mittels Benchmarking analysieren können. Auf Basis der Klassifizierung der Prozesse nach bestimmten Benchmarks für drei Stufen (low-impact, medium impact und high impact) werden vier Kategorien von Umwelteinflüssen bewertet (Schaubild 12). Das ermöglicht den Vergleich alternativer Prozesse hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit und versetzt die Unternehmen in die Lage, Optimierungen in Richtung Nachhaltigkeit vorzunehmen (Schaubild 13 und 14).¹⁸⁰

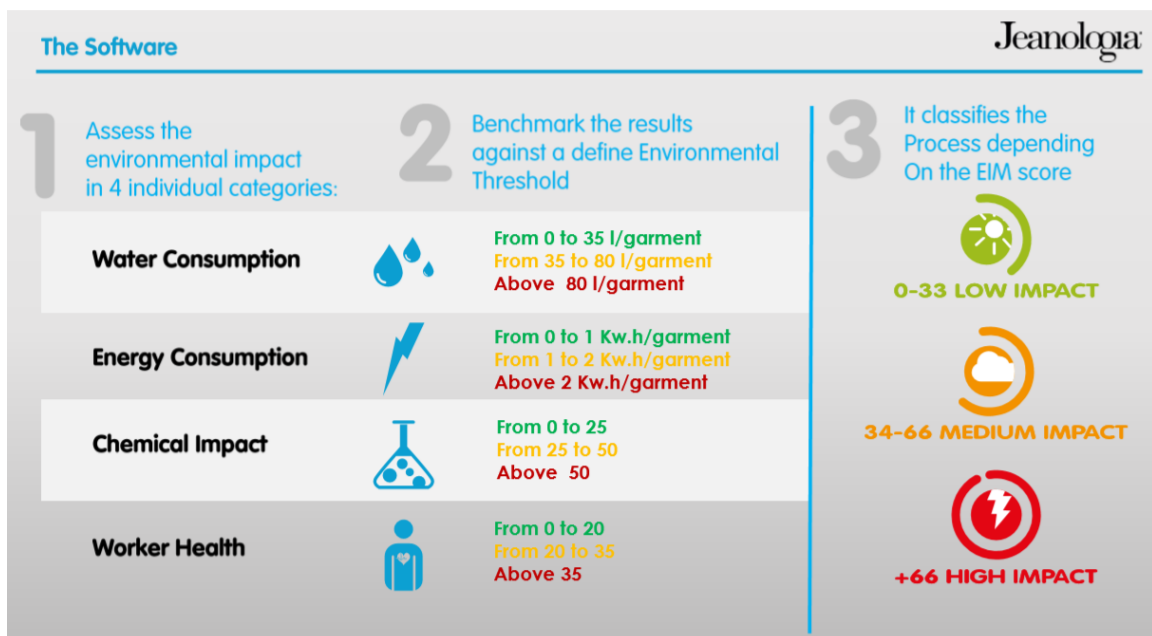


Abbildung 12: Klassifizierung der Prozesse¹⁸¹

¹⁸⁰ Vgl.: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden

¹⁸¹ Quelle: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden

Process Name	Water (l/Garment)	Energy (kwh/Garment)	Chemical (Garment)	Worker (Garment)	EIM Score	Total Time
CS-Alternative 1	53	1.57	13	20	49	7h 08' 15"
CS-Initial Process	81.9	1.85	17	25	62	7h 50' 45"
Savings	-54,55%	-18,15%	-30,77%	-25%	-26,53%	-9,92%

Abbildung 13: Environmental Software Measuring¹⁸²

Process Name	No. of garments/order	Water consumed (l)	Energy consumed (kwh)	Total Chemical (g)	EIM Score
CS-Alternative 4	12000	346,988	34,186,07	72,360	31
CS-Alternative 1	18000	320,481,9	20,079,11	108,340	27
CS-Alternative 2	7800	272,330,1	12,068,17	93,834	41
CS-Initial Process	22000	1,802,409,6	40,799,28	1,399,940	62
Total	59800	2,942,409,6	97,129,6	1,674,394	
Avg. per pc		49,2	1,6	28	

Abbildung 14: Environmental Software Measuring 1¹⁸³

Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden.

¹⁸² Quelle: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden

¹⁸³ Quelle: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden

Jeanologia nennt als Referenzen für seine EIM Software namhafte Unternehmen wie Lindex, M&S, H&M und Jack & Jones.¹⁸⁴

6 Lebenszyklus einer Jeans

Nachdem die Jeans eine aufwendige Herstellungskette durchlaufen hat, endet sie bei dem Verbraucher im Kleiderschrank und wird meist auf Grund von kurzlebigen und qualitativ niederwertigen Materialien nach kurzer Zeit entsorgt.

6.1 Haltbarkeit

Um den Wert der Jeans zu steigern und das Kleidungsstück nicht als Billig- oder Wegwerfartikel, sondern als langlebigen Produkt zu begreifen, sollten die Hersteller bereits bei der Produktplanung diese Betrachtungsweise zugrunde legen.

„The Jeans Redesign Guidelines“ der Ellen MacArthur Foundation hat sich zum Thema Haltbarkeit, wobei sie sich in erster Linie auf die dort genannte „physische Haltbarkeit (im Unterschied zu der dort genannten „emotionalen Haltbarkeit) bezieht, geäußert und definiert die „physische“ Haltbarkeit als die Fähigkeit eines Produktes, ohne übermäßige Wartung oder Reparatur bei normaler Beanspruchung während der geplanten Lebensdauer funktionsfähig zu bleiben. Die Untersuchungen zum Projekt „Redesign Jeans“ haben ergeben, dass die Bekleidungsindustrie keine einheitlichen Methoden zur Messung und zum Vergleich der Haltbarkeit anwendet. Die Unternehmen testen individuell verschiedene Faktoren wie Reiß-, Abriebfestigkeit und Farbechtheit.¹⁸⁵ Daher soll die folgende in „The Jeans Redesign Guidelines“ formulierte Richtlinie zur Haltbarkeit einen Ansatzpunkt für die Bekleidungsindustrie liefern:

„Die folgenden Maßnahmen definieren die Mindestanforderungen an die Haltbarkeit, die erfüllt werden müssen:

a. Dafür ausgelegt sein, einem Minimum an 30 Hauswäschen Stand zu halten

Jeans, die gemäß den Richtlinien hergestellt werden, halten mindestens 30 Heimwäschen stand und behalten danach ihre Fähigkeit, die üblichen Mindestanforderungen an die Haltbarkeit von Jeans des Teilnehmers zu erfüllen. Die Teilnehmer werden gebeten,

¹⁸⁴ Vgl.: Aus Unterlagen des Marketings von Jeanologia, die der Verfasserin auf Anfrage bereitgestellt wurden

¹⁸⁵ Vgl.: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Jeans-Guidelines-MASTER.pdf?source=post_page----- Seite 6, aufgerufen am 25.01.2020

Einzelheiten zu den verwendeten Tests anzugeben, z.B. Abriebfestigkeit, Maßveränderung, etc.

Weitere Erläuterungen:

- Beispiele für Testmethoden, die zur Prüfung der oben genannten Dimensionen zur Verfügung stehen, sind unter anderem ISO, AATCC, ASTM.
- b. Informationen, wie Jeans zu pflegen sind, sichtbar auf dem Kleidungsstück anbringen.**¹⁸⁶

Die Einhaltung von Pflegeanleitungen wirkt sich nicht nur auf die Lebensdauer der Jeans positiv aus, sondern kann auch zu einem sparsamen Umgang mit dem Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch beitragen.¹⁸⁷ Deshalb sollten die Produkte mit der passenden Pflegekennzeichnung versehen werden. Bei der Verwendung der Pflegekennzeichnung haben sich die Symbole von Ginetex (= Groupement International d'Etiquetage pour l'Entretien des Textiles) durchgesetzt. „Die national und international markenrechtlich geschützten Pflegesymbole sind als Hilfsmittel für die Verbraucher, den Handel und die professionelle Textilpflege (Pflegebetriebe) gedacht. Ihre Anwendung ist freiwillig. Sind Pflegezeichen bei einem textilen Artikel vorhanden - dies ist in der Regel der Fall - müssen sie die maximale zulässige Behandlungsstufe des empfindlichsten Bestandteils angeben, zutreffend und wahrheitsgetreu sein (damit keine Schäden bei der Pflege entstehen), lückenlos und in der vorgeschriebenen Reihenfolge erscheinen.“¹⁸⁸

6.2 Entsorgung

Der Durchschnittsverbraucher kauft heute (Ausgabe des Quelltextes in 2018) 60 % mehr Bekleidung und behält diese jedoch nur halb so lange wie noch vor 15 Jahren.¹⁸⁹

Das Konsumverhalten des schnellen Wechsels der Kleidungsstücke ist vor allem auch auf das Angebot der Modeindustrie, die alle zwei bis sechs Wochen neue Kollektionen auf dem Markt präsentiert, zurückzuführen. Bei den europäischen Bekleidungsunternehmen hat sich die durchschnittliche Anzahl der Kleiderkollektionen mehr als verdoppelt, von zwei im Jahr

¹⁸⁶ Zitat: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Jeans-Guidelines-MASTER.pdf?source=post_page----- Seite 7, aufgerufen am 25.01.2020, frei übersetzt von der Verfasserin

¹⁸⁷ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 36

¹⁸⁸ Zitat: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe Grundstufe und Fachstufen, 2011, S.158

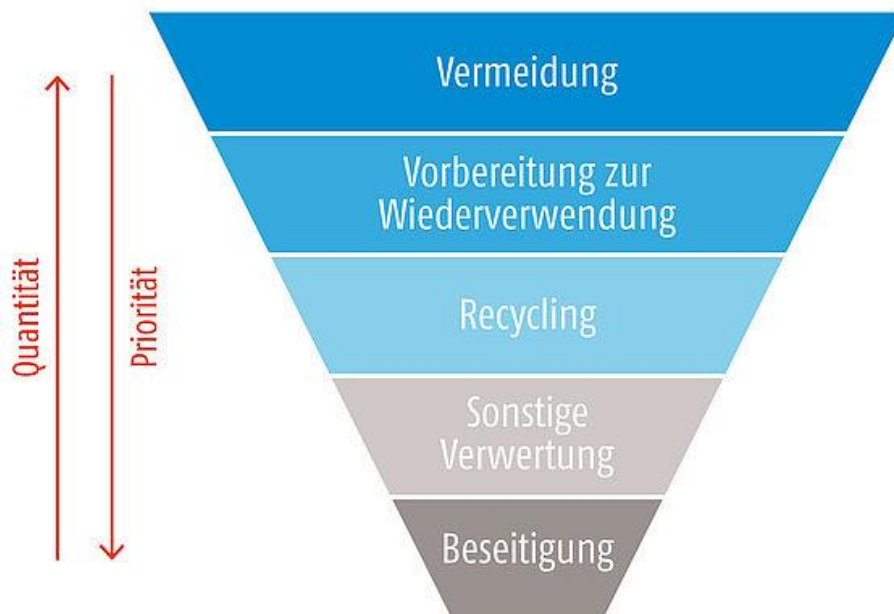
¹⁸⁹ Vgl.: Paulina Szymdke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 99

2000 auf etwa fünf im Jahr 2011. Das hat zu einem erheblichen Anstieg des Abfalls an Bekleidungsstücken geführt.¹⁹⁰

Es gibt verschiedene Umweltschutzgesetze, welche auch die Entsorgung von Bekleidungsabfällen regeln. Hier ist vor allem das „Kreislaufwirtschafts und Abfallgesetz“ zu nennen. Danach sind die Hersteller eines Produktes verpflichtet, bei deren Herstellung das Aufkommen von Abfall möglichst gering zu halten und darauf zu achten, dass die Produkte möglichst umweltschonend entsorgt werden können.¹⁹¹

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz schreibt in § 6 eine Hierarchie der Maßnahmen zur Vermeidung und Abfallbewirtschaftung vor. Die sogenannte „Abfallhierarchie“ ist in folgendem Schaubild des Verbands kommunaler Unternehmen e.V. dargestellt:

FÜNFSTUFIGE ABFALLHIERARCHIE



Quelle: eigene Grafik
© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

Abbildung 15: Schaubild Abfallhierarchie¹⁹²

¹⁹⁰ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 99

¹⁹¹ Vgl.: Fontaine, Technologie für Bekleidungsberufe Grundstufe und Fachstufen, 2011, S.329

¹⁹² Vgl.: <https://www.vku.de/themen/europa/was-bedeutet-kreislaufwirtschaft>, aufgerufen am 01.02.2020

Aus der obersten Priorität der Abfallhierarchie, die Vermeidung von Abfall, könnte man ableiten, dass die Modebranche auch in gewisser Weise gefordert ist, den häufigen Trendwechsel zu reduzieren und auf höherwertige Qualität zu setzen. Das gilt vor allem auch für die Jeans, die ursprünglich als strapazierfähiges Kleidungsstück konzipiert war.

In Deutschland werden die gebrauchten Altkleider meist im Restmüll entsorgt oder in Containern für Spenden oder für das Recycling gesammelt. Falls die Kleidung in Altkleidercontainern entsorgt wurde, kommt sie in Sortieranlagen, wo entschieden wird, wie mit der Kleidung weiterverfahren werden soll.¹⁹³ Dabei lassen sich drei Kategorien unterscheiden.

- „63 Prozent der Altkleider sind noch tragbar und werden ins Ausland verschifft. Dort erhalten Bedürftige die Kleiderspenden.
- 30 Prozent der Kleider werden in einer Recyclinganlage zu Dämmstoffen, Isolierstoffen und Industrieputzlappen verarbeitet.
- 7 Prozent der Kleider sind Restmüll und werden der Verbrennung zugeführt.“¹⁹⁴

6.3 Recycling einer Jeans

Im Gegensatz zur traditionellen linearen Wirtschaft, bei der die meisten eingesetzten Rohstoffe nach der Nutzungsdauer des Produkts wieder entsorgt, deponiert oder verbrannt werden, wird bei der Kreislaufwirtschaft darauf geachtet, die genutzten Rohstoffe in den Herstellungsprozess zurückfließen zu lassen. Dabei gilt Wiederverwendung, Reparatur, Wiederaufbereitung und Recycling in einem geschlossenen System, so dass die Produkte eine höhere Wertschätzung genießen.¹⁹⁵

¹⁹³ Vgl.: <https://www.resorti.de/blog/altkleiderentsorgung/>, 16.06.2017, aufgerufen am 28.01.2020

¹⁹⁴ Zitat: .: <https://www.resorti.de/blog/altkleiderentsorgung/>, 16.06.2017, aufgerufen am 28.01.2020

¹⁹⁵ Vgl.: <https://klardenker.kpmg.de/textile-kreislaufwirtschaft-wenn-die-jeans-sich-im-kreis-dreht/>, Christian Hell, 14.12.2018, aufgerufen am 29.01.2020

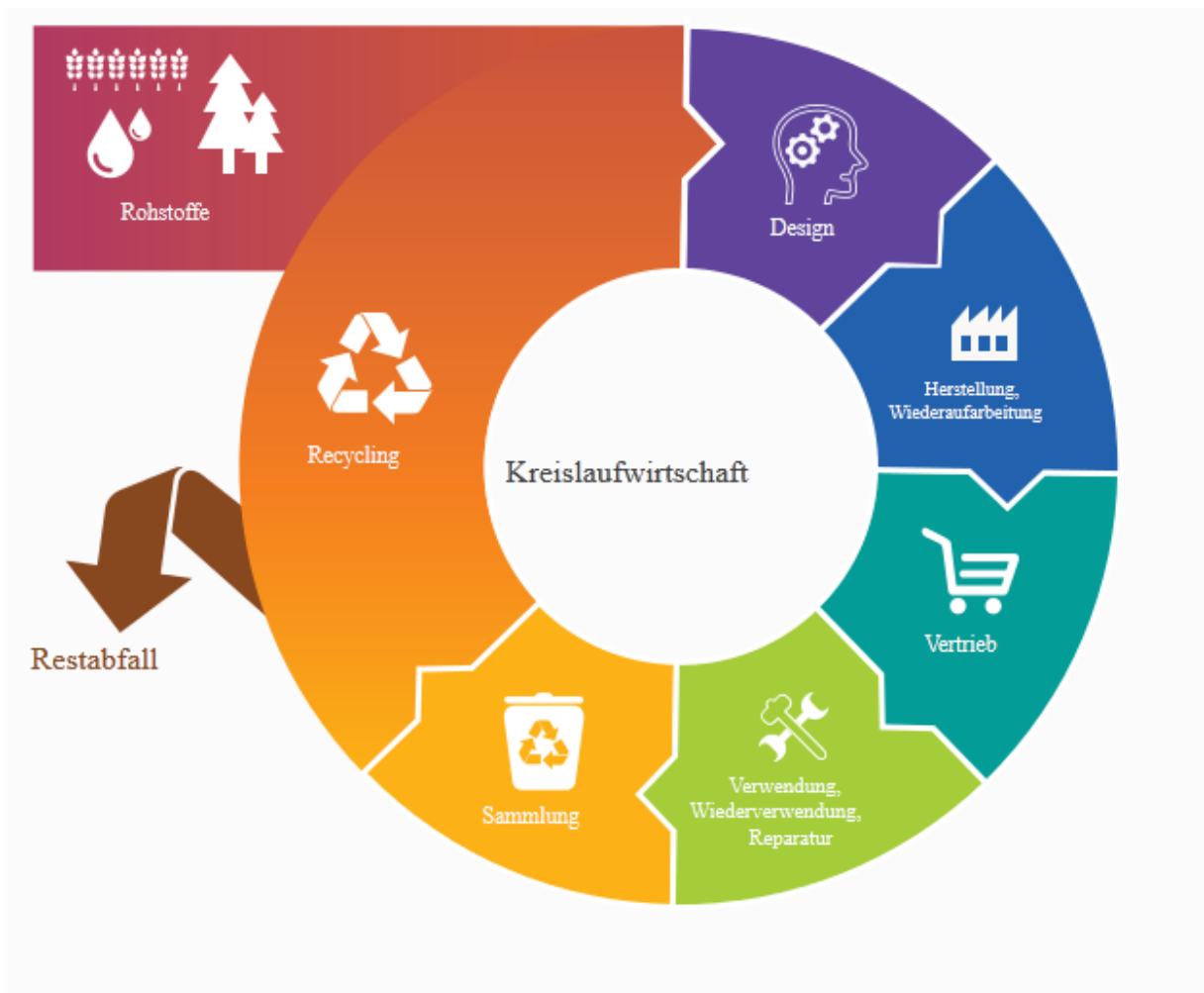


Abbildung 16: Schaubild Kreislaufwirtschaft¹⁹⁶

Unter Recycling versteht man die Fähigkeit, die Materialien von nicht wiederverwendbaren, irreparablen Produkten oder Komponenten weiter zu nutzen. Dabei lassen sich folgende Stufen unterscheiden:

- Die Wiederaufbereitung, ein Stoffrecycling, bei dem der gesamte Stoff entnommen und zu einem neuen Kleidungsstück genäht wird.
- Das Garnrecycling, wobei die Garne entwirrt und danach unzerstört für die Herstellung von Strickwaren verwendet werden.
- Das Faserrecycling. Hierbei werden die Kleidungsstücke nach Farbe und Material sortiert, danach werden die Kleider zerkleinert und wieder zu neuen Fasern verarbeitet.

¹⁹⁶ Vgl: https://www.europarl.europa.eu/austria/de/aktuell-presse/meldungen/2015_meldungen/juli_2015/pr-2015-juli-5.html aufgerufen am 28.01.2020

- Das Recycling von synthetischen Textilrohstoffen. Hier erfolgt das Recycling entweder auf dem chemischen Weg oder durch Schmelzen.¹⁹⁷

In Zusammenhang mit Recycling werden häufig die Begriffe „Downcycling“ und „Upcycling“ genannt. Beim „Downcycling“ werden aus alter, gebrauchter Kleidung Produkte von geringerer Qualität als die des ursprünglichen Produkts hergestellt wie zum Beispiel die Verwertung von Jeans zu Putzlappen. Beim „Upcycling“ entstehen Produkte von gleichem Wert, das heißt, die Produkte werden zu neuwertigen Produkten umgewandelt.¹⁹⁸

Hinsichtlich des Recyclens von Jeans wird angestrebt, Stoffe von alten Jeans zu zerlegen und die Fasern zu einem neuen Jeansstoff zu verweben, also eine Form des „Upcyclings“. Ein Problem dabei ist, dass viele Produkte nicht sortenrein sind. Zum Beispiel wird die Jeansbaumwolle mit Polyester und Elastan gemischt, was für den Recyclingprozess ungünstig ist. Weiterhin ist es schwierig, verwobene Stoffe zu zerlegen, es kostet viel Energie, die Verfahren sind teuer und oftmals ist die Qualität der rückgeführten Faser schlechter als die ursprüngliche Faser. Beim Recyclen von Baumwolle, werden die Fasern kürzer und verlieren somit an Festigkeit und Qualität. Das bedeutet, dass eine Jeans nur bis zu 30% recycelte Baumwolle enthalten kann, und die restlichen 70% durch neue Baumwollfasern ergänzt werden müssen.¹⁹⁹

Außerdem müssen Zutaten wie Kupfernieten, Lederflecken, Knöpfe und Reißverschlüsse aufwendig entfernt werden. Auch die verwendeten und im Stoff verbliebenen Chemikalien der Ausrüstung stellen ein Hindernis für das Recycling dar.

Weiterhin wird unterschieden zwischen Pre-Consumer-Abfällen und Post-Consumer-Abfällen.

Pre-Consumer-Abfälle sind Abfälle, die bei der Herstellung eines Produktes anfallen wie zum Beispiel beim Spinnen, Färben und Weben. Um schon bei der Herstellung dem Ziel der Kreislaufwirtschaft zu folgen, könnten die Materialien/Abfälle, die während der Produktion entstehen, anstatt entsorgt wiederverwendet werden und so frühzeitig in den Prozess integriert

¹⁹⁷ Vgl.: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Jeans-Guidelines-MASTER.pdf?source=post_page----- Seite 11, aufgerufen am 29.01.2020

¹⁹⁸ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 100

¹⁹⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 100

werden. Die türkische Fabrik Orta Anadolu, einer der weltweit größten Denim Hersteller, hat sich in Zusammenarbeit mit Circle Economy mit dem Problem der sogenannten „seconds“ beschäftigt. Das Unternehmen hat festgestellt, dass jährlich Millionen Meter Denim wegen kleiner Fehler als mangelhaft aussortiert und bestenfalls als „seconds“ zu einem Bruchteil seines Wertes verkauft oder als Abfall entsorgt werden. Die Fabrik arbeitet an einem digitalem Erkennungsgerät, welches die Möglichkeit bieten soll, Fehler rechtzeitig zu erkennen, sodass um den Stofffehler herumgeschnitten und die Anzahl der zu entsorgenden Meter auf ein Minimum reduziert werden kann.²⁰⁰

Andererseits gibt es verschiedene Marken, die sich darauf spezialisiert haben, Stoffabfälle und Stoffe aus Überproduktionen aufzukaufen und für ihre Kollektionen zu verwenden. Beispiele hierfür sind das britische Kinderlabel Fieldplay²⁰¹, welches aus Stoffabfällen des Kinderkleidung produziert oder das Label Urban Outfitters²⁰², das in seiner neuen Linie „Rework“ Stoffreste einsetzt.

Bei den Post-Consumer-Abfällen handelt es sich um die Produkte, die von den Verbrauchern entsorgt wurden. Hier gibt es auch einige neue Geschäftsmodelle, welche der Kreislaufwirtschaft Rechnung tragen sollen. Bei diesen Modellen werden alte, aussortierte Kleidungsstücke wiederverwendet oder weiterverarbeitet. Die Marken Re/Done aus L.A. und die italienische „It“ Marke Attico, welche sich auf Vintage-Levis Jeans spezialisiert haben, zerlegen die alten Jeans und nähen sie zu neuen Jeans zusammen.²⁰³

Das schwedische Modelabel NudieJeans nutzt alte, von Verbrauchern zurückgegebene Nudie Jeans zum einen zur Herstellung neuer Produkte wie beispielsweise Hüte und andererseits zur Reparatur von Jeans in seinen Reparaturläden. Außerdem hat Nudie in 2019 ein Projekt namens „Rebirth“ gestartet, bei dem Denim zu 20 % aus recycelten „Post-Consumer“ Jeans hergestellt wird.²⁰⁴

Einige große Marken wie Levis, H&M und Inditex haben Rücknahmeprogramme in ihren Läden, wo Verbraucher ihre alte Kleidung abgeben können, eingeführt. Dabei arbeiten sie mit

²⁰⁰ Vgl.: <https://www.circle-economy.com/insights/orta-anadolu-finding-value-in-flawed-fabrics#.WjKFb7Q-fOQ>, aufgerufen am 01.02.2020

²⁰¹ Vgl.: <https://www.fieldplay.co.uk/about>, aufgerufen am 02.02.2020

²⁰² Vgl.: <https://www.racked.com/2016/7/6/12106870/urban-outfitters-rework-collection-anti-fast-fashion>, aufgerufen am 02.02.2020

²⁰³ Vgl.: <https://www.whowhatwear.co.uk/redone-attico-collaboration>, aufgerufen am 02.02.2020

²⁰⁴ Vgl.: <https://www.nudiejeans.com/sustainability/reused-denim>, aufgerufen am 02.02.2020

dem weltweit agierenden Unternehmen I:Collect (kurz „I:CO“) zusammen, welches das „I:CO Take-Back System“, ein globales innovatives In-Store Rücknahmesystem, anbietet. Dies ist eine praktische Lösung für Modeunternehmen, die Produktverantwortung übernehmen wollen. Bei dem „I:Co Take-Back System“ wird die ausgediente Kleidung am „Point of Sale“ gesammelt und anschließend wiederverwendet oder recycelt. In Partnerbetrieben von I:CO wird jedes einzelne Kleidungsstück von Hand sortiert und nach bis zu 350 Kriterien kategorisiert. Zudem arbeitet man nach der gültigen Abfallhierarchie, das heißt, die Wiederverwendung kommt vor dem Recycling. Nach Angaben von I:CO arbeitet das Unternehmen nur mit ausgewählten und zertifizierten Sortierpartnern. Das Unternehmen legt großen Wert darauf, kontinuierlich neue Recycling-Technologien zu fördern und treibt aktiv Innovationsprojekte voran.²⁰⁵

Der Moderie H&M hat in ein weiteres wichtiges Unternehmen „Re:newcell“, investiert. Wie bereits oben unter dem Punkt Alternative Fasern angesprochen, hat Re:newcell eine Recycling-Technologie entwickelt, bei der gebrauchte Kleidungsstücke mit hohem Zellulosegehalt in ein neues, biologisch abbaubares Material recycelt werden können. Somit schließt sich der Produktionszyklus, denn die recycelten Materialien können in die Wertschöpfungskette der Textilproduktion zurückgeführt werden, und ein Kleidungsstück kann aus 100% recycelten Fasern hergestellt werden. Jedoch ist die Produktionskapazität mit 7000 Tonnen Zellstoff pro Jahr noch gering.

Auch Inditex, die Muttergesellschaft von Zara und Massimo Dutti, hat ein globales Rücknahmeprogramm eingeführt. Inditex arbeitet mit lokalen gemeinnützigen Partnern zusammen, welche die Reparaturen zum Weiterverkauf oder das Sortieren zum Recycling durchführen. Partner sind beispielsweise das Rote Kreuz, Oxfam und Caritas. Zudem plant das Unternehmen, eine strategische Partnerschaft mit dem österreichischen Zellulosefaserhersteller Lenzing einzugehen. Im Rahmen dieser Partnerschaft sollen zunächst 500 Tonnen des von Inditex erzeugten Textilabfalls zu hochwertigem Textilrohstoff verarbeitet werden.²⁰⁶

Ein weiteres unter dem Begriff Post-Consumer Recycling zu nennendes Modell verbirgt sich hinter dem Label „MUD Jeans“.

²⁰⁵ Vgl.: Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 108

²⁰⁶ Vgl.: Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green linking sustainability business and fashion, first published 2018, Seite 108

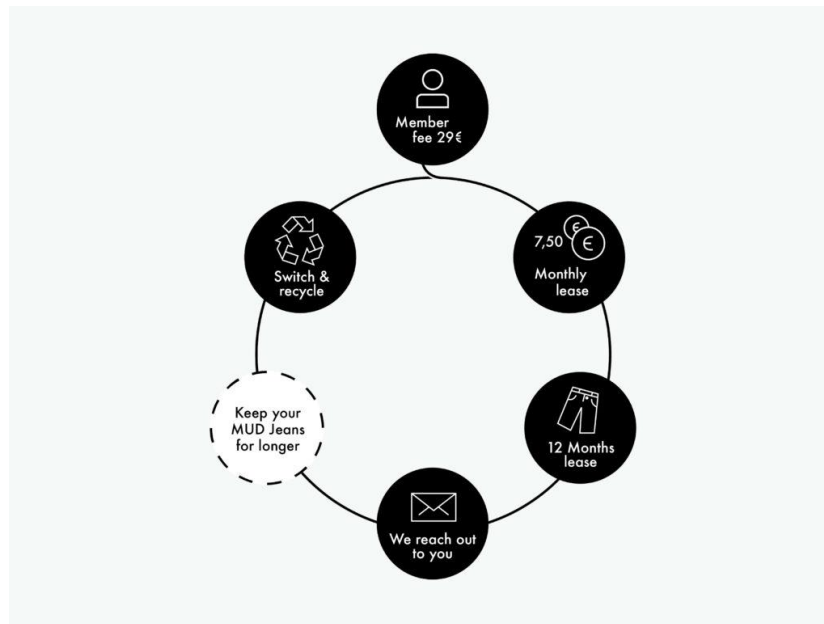


Abbildung 17: Das Leasingkonzept von MUD Jeans²⁰⁷

Der niederländische Hersteller Bert Van Son bietet seinen Kunden ein Leih- oder Leasingkonzept an. Bei diesem Konzept leiht sich der Kunde eine Jeans, anstatt sich eine neue Hose zu kaufen. Die Jeans werden nach der Rückgabe als Vintagejeans verkauft, abgetragene, kaputte Jeans werden geschreddert und zu neuem Garn recycelt, wobei allerdings aufgrund der schlechteren Qualität der recycelten Baumwolle neues Garn hinzugefügt werden muss. Werden aus dem recycelten Garn neue Jeans hergestellt, so bestehen diese noch zu einem Viertel aus recycelter Baumwolle.²⁰⁸

6.4 Recyclingtechnologien

Unternehmen, die frühzeitig in Innovationen investieren, können Kosten sparen und die Qualität verbessern. Insbesondere beim Recyceln von Textilien braucht es neue Technologien, um zum Beispiel das aufwendige Recycling mit Hand zu verbessern. So könnten neue Technologien wie die Robotertechnik zur Modernisierung der Sortierprozesse eingesetzt werden. Mithilfe dieser Technologien könnten Farben und Mischungen identifiziert und Gegenstände wie Knöpfe und Nieten schneller zerlegt werden. Außerdem könnten durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz Herstellung, Transport und das Recycling optimiert werden. Dies ist beispielsweise mit fortschrittlichen Sensoren, die über RFID bei Kleidungsstücken angewendet werden, möglich.²⁰⁹ Das sogenannte RFID steht für Radiofrequenz-Identifikation und realisiert das Lokalisieren von Objekten mittels

²⁰⁷ Quelle Abbildung: <https://mudjeans.eu/lease-a-jeans/>, aufgerufen am 02.02.2020

²⁰⁸ Vgl.: Ellen Köhrer, Magdalena Schaffrin, Fashion made fair, 2016, Seite 107

²⁰⁹ Vgl.: Paulina Szmydke-Cacciapalle, Making Jeans Green Linking Sustainability Business and Fashion, first published 2018, Seite 111

Radiowellen. Die Nottingham Trent University hat in 2015 einen 1 mm x 0,5 mm großen Chip entwickelt, der direkt in das Garn eingearbeitet und so in Kleidungsstücken eingnäht oder verwebt werden kann, ohne dass dieser für das menschliche Auge sichtbar ist.²¹⁰ Neben dem Einsatz für logistische Zwecke oder dem Diebstahlschutz können diese Chips beim Recycling das Sortieren von Altkleidern erleichtern und sogar zur Automatisierung beitragen. In Verbindung mit intelligenten Waschmaschinen könnten die Chips dem Verbraucher Warnhinweise, zum Beispiel zur Waschtemperatur, geben.²¹¹ Die Marken Gerry Weber, Levis, Peuterey oder Lemmi Fashion setzen RFID Technologie für logistische Zwecke und zum Diebstahlschutz bereits ein. Kritiker sind der Auffassung, dass diese Technologie aus datenschutzrechtlichen Gründen bedenklich sei, zumindest dann, wenn der Verbraucher nicht auf den Einsatz von RFID hingewiesen werde.²¹²



Abbildung 18: RFID Technologie Gerry Weber²¹³

7 Rechtliche Vorgaben und Ökosiegel

7.1 Verordnungen

Um die Verbraucher vor gesundheitlichen Risiken, die von der Bekleidung ausgehen können, zu schützen, gibt es Verordnungen, wonach sich die Hersteller von Kleidung richten sollen, um Produktsicherheit zu gewährleisten.

²¹⁰ Vgl.: <https://digitaler-mittelstand.de/technologie/news/rfid-chips-in-der-textilindustrie-ganz-schoen-smartekleidung-10215>, Oliver Kainz, 8.7.2015, aufgerufen am 06.11.2015

²¹¹ Vgl.: <https://www.ntu.ac.uk/about-us/news/news-articles/2015/07/garments-with-invisible-chips-to-revolutionise-clothing-industry>, aufgerufen am 02.02.2020

²¹² Vgl.: <https://www.psw-consulting.de/blog/2018/08/02/rfid-datenschutz-chancenreiche-technik-mit-gefahrenpotenzial/>, aufgerufen am 02.02.2020

²¹³ Quelle Abbildung: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?7252>, aufgerufen am 02.02.2020

Dazu zählt REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), eine EU-Chemikalienverordnung, die im Juni 2007 in Kraft trat und für alle EU-Mitgliedsländer gilt. Hierbei handelt es sich um ein Chemikaliengesetz, welches mehr Transparenz für Anbieter, Hersteller und Importeure anstrebt und einen sicheren Umgang mit gefährlichen Stoffen fordert.²¹⁴ Danach müssen alle innerhalb der EU verwendeten chemischen Stoffe, die auf den Markt gebracht werden, registriert, geprüft, zertifiziert oder beschränkt werden.²¹⁵

Des Weiteren gibt es das RAPEX (=Rapid Exchange of Information System). Dies ist ein europäisches Schnellwarnsystem, das Konsumgüter listet, welche bereits auf dem Markt zum Verkauf angeboten werden und als gesundheitsschädlich gelten. Das bietet den Herstellern die Möglichkeit, schnell Maßnahmen zu ergreifen und Rückholaktionen zu starten.²¹⁶

Auf nationaler Ebene gibt es die Chemikalien-Verbotsverordnung, aus der sich gesetzliche Anforderungen an Textilien ergeben. Hier werden bedenkliche Substanzen wie krebserregende oder allergisierende Farbstoffe und Chemikalien wie Weichmacher oder Formaldehyd gelistet.²¹⁷

7.2 Zertifizierungen

„Umweltprobleme und fehlende soziale Standards innerhalb der textilen Kette, vom Anbau der Naturfasern über Produktion bis zum Vertrieb, haben dazu geführt, dass sich in den letzten Jahren eine Vielfalt von Öko-Zertifikaten etablierte. Da für nachhaltige Textilien keine gesetzlichen Bestimmungen verfügbar sind, können Anforderungen und Zielsetzungen frei gewählt werden. Durch die Festlegung unterschiedlicher Kriterien ist es aber schwierig, einzelne Label miteinander zu vergleichen, denen zum Teil auch Transparenz und Glaubwürdigkeit fehlen.“²¹⁸

²¹⁴ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 51

²¹⁵ Vgl.: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/reach-chemikalien-reach>, aufgerufen am 30.01.2020

²¹⁶ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, S. 77

²¹⁷ Vgl.: Susanne Spilker und Thomas Meyer zur Capellen, Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen, 1.Auflage, 2013, Seite 76

²¹⁸ Zitat: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 119

Zertifizierungen sollen es dem Verbraucher ermöglichen, ökologische, hautfreundliche und sozial produzierte Produkte zu erkennen. Da die verschiedenen Ökozeichen unterschiedliche Kriterien verwenden, ist es für den Verbraucher schwierig, sich zu orientieren.²¹⁹ Neben den Zertifikaten von unabhängigen Instituten werden auch nach firmeneigenen Standards Öko-Zertifikate von Herstellern vergeben. Diese haben alle unterschiedliche Prüfparameter und verunsichern damit den Verbraucher.²²⁰

Es gibt sich zum einen staatliche Programme wie die National Organic Programme (NOP) des US Department of Agriculture (USDA) oder die Japanese Agricultural Standards (JAS). Diese sind nationale Ökostandards, welche für alle Bioprodukte gelten. Zum anderen gibt es die national unabhängigen Zertifikate wie zum Beispiel das Bluesign® Siegel, welches den gesamten Herstellungsprozess von Textilprodukten hinsichtlich umweltbelastender Substanzen prüft. Hierbei werden soziale Kriterien nicht beachtet. Bei dem Fairtrade Siegel hingegen stehen vor allem Sozial- und Umweltaspekte im Vordergrund.²²¹

Im Jahr 2008 wurde ein Textilstandard eingeführt, welcher in Zusammenarbeit mit den führenden Standard Organisationen, der englischen Soil Association, der amerikanischen Organic Trade Association (OTA) und der japanischen Japan Organic Cotton Association (JOCA) und dem Internationalen Verband der Naturtextilwirtschaft (Deutschland), entwickelt wurde. Ziel dabei war es, ein globales, einheitliches Ökosiegel zu erarbeiten.²²² Aus dieser Zusammenarbeit ist der Global Organic Textile Standard (GOTS) entstanden. Das ist ein weltweit anerkannter Standard, welcher für eine nachhaltige Herstellung von Textilien steht. Der Standard legt Anforderungen fest, die von der Gewinnung der Rohstoffe, unter Berücksichtigung von Umweltkriterien und sozialen Kriterien, bis hin zur Kennzeichnung des Endprodukts reichen.²²³

7.2.1 GOTS

Der GOTS ist ein weltweit anerkannter Standard, welcher die Bereiche Herstellung, Konfektion, Verpackung, Kennzeichnung, Handel und Vertrieb aller Textilien abdeckt und

²¹⁹ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 53

²²⁰ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 119

²²¹ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 119-120

²²² Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 120

²²³ Vgl.: <https://www.global-standard.org/de/der-standard/allgemeine-beschreibung.html>, 6.7.2018, aufgerufen am 31.01.2020

voraussetzt, dass die verwendeten Materialien aus mindestens 70 % kontrolliert biologischen Naturfasern bestehen.²²⁴

„Die wichtigsten Kriterien für die Faserproduktion sind:

- Bio-Zertifizierung der Fasern auf Grundlage anerkannter internationaler oder nationaler Bioanbaustandards (EU Bio-Verordnung (Verordnung EG Nr. 834/2007), USDA NOP oder IFOAM Family of Standards)
- Die Zertifizierung von Fasern in der Umstellungsphase von konventioneller auf Bio-Produktion ist möglich, wenn der anwendbare Bioanbaustandard diese Zertifizierung vorsieht
- Ein Textilprodukt mit der GOTS-Kennzeichnung "Bio" bzw. "kbA/kbT" muss mindestens 95% kontrolliert biologisch erzeugte Fasern enthalten, ein Produkt mit der Kennzeichnung "hergestellt aus x% kbA/kbT Fasern" mindestens 70%.²²⁵

Zudem gibt es Kriterien für den Einsatz von Hilfsmitteln bei der Produktion, die in Grenzwerten für die Abwasseraufbereitung und für Schadstoffe bestehen. Weiterhin werden soziale Aspekte wie Löhne, Arbeitszeiten und Kinderarbeit geregelt. Um die Einhaltung der Richtlinien zu gewährleisten, werden die Betriebe regelmäßig kontrolliert.²²⁶



Abbildung 19: GOTS Logo²²⁷

7.2.2 Oeko-Tex®

Oeko-Tex ist eine internationale Gemeinschaft, welche Textilsiegel und Betriebsstätten Zertifikate vergibt. Oeko-Tex Standard 100 gehört zu den weltweit bekanntesten und meist

²²⁴ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 55

²²⁵ Zitat: <https://www.global-standard.org/de/der-standard/allgemeine-beschreibung.html>, aufgerufen am 31.01.2020

²²⁶ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 120

²²⁷ Quelle Abbildung: <https://utopia.de/siegel/gots-siegel-global-organic-textile-standard/>, aufgerufen am 11.2.2020

verbreiteten Prüfzeichen für Schadstoff geprüfte Textilien und gibt dem Endverbraucher, der hautfreundliche und schadstofffreie Textilien kaufen möchte, eine Entscheidungshilfe. Das heißt, um ein Oeko-Tex Textilsiegel zu erhalten, muss das Produkt frei von gesetzlich verbotenen oder reglementierten Schadstoffen sein.²²⁸ Es werden vier verschiedene Produktklassen unterschieden:

Produktklasse I:	Artikel für Babys und Kleinkinder
Produktklasse II:	Hautnah verwendete Artikel
Produktklasse III:	Hautfern verwendete Artikel
Produktklasse IV:	Ausstattungsmaterialien

Je intensiver der Hautkontakt ist, desto strengere Anforderung müssen erfüllt werden. Die Gültigkeit für das Textilsiegel besteht für ein Jahr und kann danach, falls die Voraussetzungen weiterhin bestehen, verlängert werden.²²⁹

Bei dem Oeko-Tex Standard 1000 wird nicht das Produkt, sondern die Herstellungskette eines Textils geprüft. Um das Textilsiegel zu bekommen, müssen 30% der Gesamtproduktion eines Unternehmens nach Oeko-Tex 100 zertifiziert sein. Außerdem gibt es „Grenzwerte betreffend der Abwasser- und Abluftreinigung, des Energieeinsatzes, der Lärm- und Staubvermeidung sowie geforderte Kriterien beim Ausschluss von umweltschädigenden Hilfsmitteln und Farbstoffen, der Sicherheit am Arbeitsplatz, Verzicht auf Kinderarbeit und Einführung eines Umweltmanagement-Systems. Das Zertifikat gilt für drei Jahre.“²³⁰

Das STeP von Oeko-Tex steht für Sustainable Textile & Leather Production. „STeP hat das Ziel, umweltfreundliche Produktionsprozesse dauerhaft umzusetzen, die Arbeitssicherheit zu verbessern und sozialverträgliche Arbeitsbedingungen in Produktionsbetrieben zu fördern. Zielgruppe der STeP-Zertifizierung sind sowohl Textil- und Lederhersteller als auch Marken und Handelsunternehmen.“²³¹



Abbildung 20: Oeko-Tex Standard Etikett²³²

²²⁸ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 126

²²⁹ Vgl.: <https://www.oeko-tex.com/de/hier-beantragen/standard-100-by-oeko-tex>, aufgerufen am 31.01.2020

²³⁰ Zitat: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 126

²³¹ Zitat: <https://www.oeko-tex.com/de/unsere-standards/step-by-oeko-tex>, aufgerufen am 02.02.2020

²³² Quelle Abbildung: <https://www.hilco-business.de/textiles-wissen/oeko-tex-standard-100/>, aufgerufen am 11.2.2020

7.2.3 Bluesign

Grundidee des Standards Bluesign ist die Schaffung eines unabhängigen Standards, welcher auf die komplette Produktionskette anwendbar ist. Dabei sollen umweltbelastende Substanzen von Beginn an vermieden werden. Die Anforderungen bewerten die Ressourceproduktivität, den Verbraucherschutz, Emissionsschutz, Gewässer und Arbeiterschutz.²³³ Der Standard orientiert sich an weltweiten Richtlinien, unter anderem an GOTS. Schon von Beginn an wird ein sogenanntes Input Stream Management mit Hilfe der von Bluesign erstellten Bluefinder Datenbank betrieben. Die Datenbank stellt über die gesamte Lieferkette ausführliche Informationen zu Rohmaterialien und chemischen Substanzen, die dem Standard entsprechen und somit den Textilhersteller bei der Suche nach Materialien unterstützen, bereit.²³⁴ Bisher ist Bluesign mit Outdoor Marken und technischen Materialien erfolgreich. Der Standard ist bestrebt, auch Jeansmarken mit dem Textilsiegel auszeichnen zu können. Eine Jeansmarke, die sich 2013 mit bluesign®-Standard zusammengeschlossen hat, ist die Jeansmarke G-Star. Diese arbeitet daran, mit ihrer Lieferkette die Richtlinien von bluesign®-Standard zu erfüllen.²³⁵



Abbildung 21:Bluesign Logo²³⁶

²³³ Vgl.: Kirsten Diekamp, Werner Koch, Eco Fashion Top- Labels entdecken die Grüne Mode, 2010, Seite 121

²³⁴ Vgl.: Edith Piegsa, Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie, Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, 2010, Seite 55

²³⁵ Vgl.: https://www.g-star.com/de_de/about-us/responsibility/responsible-supply-chain, aufgerufen am 31.01.2020

²³⁶ Quelle: [https://www.careelite.de/wp-content/uploads/2018/03/bluesign-siegel-nachhaltige-mode-fair-trade-
kleidung-300x300.jpg](https://www.careelite.de/wp-content/uploads/2018/03/bluesign-siegel-nachhaltige-mode-fair-trade-kleidung-300x300.jpg), aufgerufen am 11.2.2020

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Thematik der Nachhaltigkeit in Bezug auf die Produktionsverfahren einer Jeans. Der Begriff Nachhaltigkeit wird in dieser Arbeit auf ökologische Gesichtspunkte beschränkt und vernachlässigt die ökonomischen und sozialen Aspekte des Nachhaltigkeitsbegriffes.

In der Arbeit werden, nach einer kurzen Darstellung der Entwicklung der Jeans von der Arbeiterhose zum modischen Bekleidungsstück, zunächst die verschiedenen Herstellungsverfahren einer herkömmlich produzierten Jeans betrachtet. Dabei wird auf die gesamte Produktionskette der Jeans eingegangen, beginnend mit dem konventionellen Anbau der Baumwolle, die viel Pflege benötigt, um gute Erträge zu erzielen. Hierbei wird ersichtlich, dass vor allem der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und der enorme Wasserverbrauch die Umwelt stark belasten.

Die Betrachtung der herkömmlichen Verfahren zur Garn- und textilen Flächenerzeugung, vor allem auch die hierfür erforderlichen vor- und nachbereitenden Maßnahmen, hat gezeigt, dass zahlreiche Prozesse mit einem erheblichen Wasserbedarf und hohem Chemikalieneinsatz stattfinden. Auch die Veredlungstechniken, vom Färben bis hin zur Erzeugung von bestimmten modischen „Looks“, sind mit hohem Ressourcenverbrauch, mit der Verwendung von umweltschädigenden Substanzen und Abwasserverschmutzungen verbunden.

Die anschließende Darstellung möglicher Alternativen für alle Produktionsstufen zur Herstellung einer ökologischen Jeans zeigt, dass es durchaus Möglichkeiten gibt, eine Jeans nachhaltiger als herkömmlich zu produzieren. Etliche Modelabels, die einem steigenden Umweltbewusstsein der Öffentlichkeit gerecht werden wollen, werben zunehmend mit nachhaltiger und fairer Bio Mode. Verschiedene in der Arbeit dargestellte Beispiele belegen, dass Modelabels zusammen mit vorgelagerten Unternehmen der Textilindustrie Weiterentwicklungen, Innovationen und technischen Fortschritt, die auch für eine nachhaltige Jeansproduktion genutzt werden können, fördern beziehungsweise hervorbringen.

Allerdings werden die Möglichkeiten des ökologischen Baumwollanbaus als Beitrag zur nachhaltigen Produktion einer Jeans dadurch gefährdet, dass ein großer Teil der nachhaltig produzierten Baumwolle nicht als solche, sondern als konventionelle Baumwolle zu niedrigen Preisen auf den Markt kommt. Das ist unter anderem darin begründet, dass die Modelabels

und Einzelhändler aufgrund undurchsichtiger Lieferketten nicht direkt mit den entscheidenden Vorlieferanten in Kontakt treten können. Die Bauern könnten den ökologischen Baumwollanbau aufgeben, wenn sie nicht entsprechend ihrer Mehrkosten bezahlt werden. Das Kaufverhalten der Verbraucher könnte entscheidend sein, um den Anteil an Biobaumwolle zu steigern, indem diese vermehrt nachhaltigere Kleidung/Jeans nachfragen. Auch die oben vorgestellten alternativen Fasern für Baumwolle haben Potential für eine nachhaltige Jeansproduktion, wobei insbesondere Hanf- und Brennesselfasern in Betracht kommen. Hervorzuheben sind die recycelfähigen Fasern, die in der Bekleidungsbranche zunehmend an Bedeutung gewinnen. Ein gutes Beispiel ist die sogenannte „re:newcell“ Baumwolle. Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich eine Technologie, die es ermöglicht, aus alter Baumwollkleidung, durch Zerlegung der Textilien in die Faserzellstoffe, neue Kleidungsstücke zu machen. Diese Technologie könnte eine zukunftsweisende Lösung zur Produktion einer nachhaltigen Jeans sein.

Auch in anderen Bereichen der Jeansherstellung wurden Technologien entwickelt, die auf umweltbewusste Herstellung setzen. Vor allem die aufgeführten Alternativen zur Endbehandlung haben gezeigt, dass es ökologische Bemühungen seitens der Textilindustrie gibt, neue Technologien mit einem sparsamen Wasser-, Energie- und Chemikalieneinsatz zu entwickeln. Hier wird auch deutlich, dass diese Entwicklungen bereits bei einigen Herstellern Anwendung finden, und man nicht auf einen Used-Look verzichten muss, wenn man eine nachhaltig produzierte Jeans kaufen möchte.

Auch die Wertigkeit, die der Verbraucher dem Kleidungsstück Jeans beimisst, spielt für die Nachhaltigkeit eine gewisse Rolle. Denn wird das Kleidungsstück nicht nur als Wegwerfartikel, sondern als langlebiges Produkt betrachtet, dann legt der Verbraucher Wert auf Haltbarkeit und Pflege. Durch geeignete Pflegehinweise der Hersteller kann der Lebenszyklus einer Jeans verlängert werden. Daher sollte das Bewusstsein der Verbraucher weg vom Billigprodukt hin zur hochwertigen Jeans gelenkt werden.

Im Zusammenhang mit den Möglichkeiten der Produktion einer nachhaltigen Jeans spielen auch Geschäftsmodelle, die das Konzept der geschlossenen Kreislaufwirtschaft nutzen, eine Rolle. Durch Wiederverwendung, Reparatur, Sammlung und Recycling sollen die Rohstoffe in den Herstellungsprozess zurückfließen. In der Arbeit werden verschiedene Kategorien des Recyclens beschrieben. Das oben genannte Faserrecycling, das allerdings noch zu teuer und zu energieintensiv ist, wäre für die nachhaltige Nutzung einer gebrauchten Jeans besonders

anzustreben. Durch eine Form des „Upcyclings“ könnte ein neuer Jeansstoff produziert werden.

Umweltbewusste Verbraucher sollen durch Zertifizierungen in der Lage sein, faire und nachhaltige Produkte zu erkennen, um so Nachhaltigkeitskriterien bei ihrer Kaufentscheidung berücksichtigen zu können. Die Beschreibung von drei wichtigen Zertifizierungen gibt einen gewissen Überblick.

Abschließend ist festzuhalten, dass die konventionelle Herstellung einer Jeans auf allen Produktionsstufen ausnahmslos in naher Zukunft durch nachhaltige alternative Herstellungsprozesse ersetzt werden sollte. Die Bekleidungsindustrie kann heute schon durch die Verwendung von Bio-Baumwolle oder umweltschonenden Alternativfasern sowie durch Anwendung der durch Innovationen gewonnenen neuen Technologien, vor allem auf dem Gebiet der Jeansveredlung, nachhaltige Produkte bereitstellen. Die Technologien bedürfen aber in vielen Bereichen noch Verbesserungen dahingehend, dass sie auch für die Produktion großer Stückzahlen geeignet sind.

Auf Seiten der Verbraucher ist es notwendig, dass eine Bereitschaft zum Kauf hochwertiger Produkte geschaffen wird, sodass sie auch höhere Preise für eine nachhaltige Jeans zahlen wollen.

Literaturverzeichnis

- Diekamp K., Koch, W., *Eco Fashion, Top-Labels entdecken die Grüne Mode*, Stiebner Verlag GmbH, München, 2010
- Erxleben, E., *Handbuch der textilien-Veredlung*,
1. Auflage, Fachverlag Schiele & Schön
- Fontaine, *Technologie für Bekleidungsberufe Grundstufe und Fachstufen*,
14. Auflage, Bildungsverlag EINS, Köln, 2011
- Kern, J., Vogt, A., *Future. Fashion. Economics, Der Guide für zukunftsorientiertes verantwortungsbewusstes Wirtschaftsdenken in der Modebranche*, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, 2016
- Köhler, E., Schaffrin, M., *Fashion Made Fair, modern-innovativ-nachhaltig*, Prestel Verlag, München, 2016
- Muthu, S. S., *Sustainability in Denim*, Woodhead Publishing Series, Cambridge, 2017
- Paul R., et al., *Denim: Manufacture, Finishing and Applications*,
Woodhead Publishing Series in Textiles, Cambridge, 2015
- Piegsa, E., *Green Fashion Ökologische Nachhaltigkeit in der Bekleidungsindustrie*,
Reihe Nachhaltigkeit, Band 35, Diplomica Verlag GmbH, Hamburg 2010
- Prinz, K., Skript: *Textilveredlung, Färberei*, 2015, Seite 8
- Spilker, S., Meyer zur Capellen, T., *Jeans-Kompass Fabric-Konstruktionen, Färbung und Waschungen*, 1. Auflage, BoD – Books on Demand, Norderstedt, 2013
- Szmydke-Cacciapalle, P., *Making Jeans Green, Linking Sustainability, Business and Fashion*, Routledge, New York, 2018
- Weber, J., Georg, J., Janke, R., et al., *Nachhaltigkeit und Controlling*,
Band 80, 1. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2012
- Hell, C. 14.12.2018, *Textile Kreislaufwirtschaft – Wenn die Jeans sich im Kreis dreht*,
<https://klardenker.kpmg.de/textile-kreislaufwirtschaft-wenn-die-jeans-sich-im-kreis-dreht/>, aufgerufen am 29.01.2020
- Herranz, A. G., 15.03.2018, *Jeanologia: Ein spanisches Startup krepelt die Jeansproduktion um*,
<https://reset.org/blog/jeanologia-ein-spanisches-startup-krepelt-die-jeans-produktion-um-03152018>, aufgerufen am 13.12.2019
- Kainz, O., 8.7.2015, *RFID-Chips in der Textilindustrie: Ganz schön smarte Kleidung*,
<https://digitaler-mittelstand.de/technologie/news/rfid-chips-in-der-textilindustrie-ganz-schoen-smarte-kleidung-10215>, aufgerufen am 06.11.2015
- Knauer, R., 8.1.2018, *Synthetische Biologie Grüne Jeans*
<https://www.tagesspiegel.de/wissen/synthetische-biologie-gruene-jeans/20825414.html>,
aufgerufen am 26.01.2020

- Koller, M., Interview „Will DuPont's modern, more sustainable alternative dethrone spandex?“, 2.08.2019, <https://www.snewsnet.com/people/dupont-sorona-fabric>, aufgerufen am 17.01.2020
- Meyer zur Capellen, T., Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016 <https://books.google.de/books?id=1HV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false>, aufgerufen am 6.1.2020
- Neugebauer, Carolin, 23.12.2014, <https://www.bpb.de/apuz/198384/wirtschaftsmacht-modeindustrie-alles-bleibt-anders?p=all>, aufgerufen am 7.12.2019
- Niederberger, Walter, 31.12.2012 <https://www.tagesanzeiger.ch/Die-Archaeologin-bei-Levi-Strauss/story/16567959>, aufgerufen am 13.12.19
- Preuss, S., 19.09.2017, 6 nachhaltige Textiloptionen, die die Branche verändern werden <https://fashionunited.de/nachrichten/business/6-nachhaltige-textiloptionen-die-die-branche-veraendern-werden/2017091922926>, aufgerufen am 3.1.2020
- Riehl, L., 19.10.2019, Sind die Jeans der Zukunft aus Hanf gemacht? <https://www.harpersbazaar.de/nachhaltigkeit/jeans-trend-hanf>, aufgerufen am 1.2.2020
- Rimmele, M. 22.02.2005, Enzyme bleichen Jeans umweltfreundlich, https://www.deutschlandfunk.de/enzyme-bleichen-jeans-umweltfreundlich.697.de.html?dram:article_id=73634, aufgerufen am 21.01.2020
- Schlomski, I., 1.07.2019, Mit L.I.F.E zu mehr Nachhaltigkeit, <https://textile-network.de/de/Fashion/Mit-L.I.F.E.-zu-mehr-Nachhaltigkeit>, aufgerufen am 20.02.2020
- Schmidt, Eva, Mai 2010, Nachhaltigkeit und Globalisierung am Beispiel Textilien, <http://bagsandstyle.de/blog/uploads/files/fb-textilien-globalisierung-nachhaltigkeit-schmidt-0510.pdf>, aufgerufen am 7.12.2019
- Schöneberger, H., Schäfer, T., 03/2003, Beste verfügbare Techniken in Anlagen der Textilindustrie, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2273.pdf>, Seite 48, Seite 22, aufgerufen am 2.01.2020
- Wiese, J., 10.08.2019, Vom Holz zum Hemd: Lyocell, Viskose und Co, <https://help.orf.at/stories/2989506/>, aufgerufen am 18.01.2020
- https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.html, aufgerufen am 7.12.2019
- <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/levi-strauss-jeans-hersteller-strebt-zurueck-an-die-boerse-a-1253104.html>, aufgerufen am 13.12.2019

<https://www.jeans-trends.net/geschichte-erfinder.php>,
aufgerufen am 13.12.2019

<https://diercke.westermann.de/content/globale-warenketten-am-beispiel-jeans-978-3-14-100800-5-271-4-1>,
aufgerufen am 14.12.2019

http://www.umweltbildung-bremen.de/uploads/ff_thema3_870.pdf,
aufgerufen am 15.12.2019

https://www.baunetzwissen.de/imgs/6/8/8/2/1/7/Cotton_field_kv16-1d4295d21612a5bf.jpg,
aufgerufen am 15.12.2019

http://www.oeko-fair.de/index.php/cat/797/title/Konventioneller_Baumwollanbaudl.,
aufgerufen am 19.12.2019

<https://www.naturawalk.de/blog/baumwolle/776-garn-aus-baumwolle-herstellung>,
aufgerufen am 20.12.2019

<https://industry.guetermann.com/de/im-fokus/2019/denim-wasch-und-veredelungsverfahren>,
aufgerufen am 6.1.2020

<https://books.google.de/books?id=1HV4DwAAQBAJ&pg=PT797&dq=jeanswaschverfahren&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjbnOeWyMfnAhUHHMAKHfa6C0AQ6AEIKjAA#v=onepage&q=jeanswaschverfahren&f=false>, Thomas Meyer zur Capellen, Lexikon der Gewebe Technik-Bindung-Handelsnamen, 2016, aufgerufen am 6.1.2020

<https://bettercotton.org/resources/key-facts/fact-6-genetically-modified-gm-cotton/>,
aufgerufen am 19.1.2020

<http://biosciences.dupont.com/news/duponttm-sorona-brand-becomes-bluesignr-system-partner-1/>, aufgerufen am 17.01.2020

<https://www.fashiontoday.de/2018/04/lycra-zeigt-nachhaltige-stretch-innovationen-auf-der-kingpins-amsterdam/>, aufgerufen am 18.01.2020

<https://www.snewsnet.com/people/dupont-sorona-fabric>, Mady Koller am 2.08.2019 zum Thema „Will DuPont's modern, more sustainable alternative dethrone spandex?“, aufgerufen am 17.01.2020

<https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/oelfruechte/oekologischer-hanfanbau/>, aufgerufen am 20.01.2020

<https://renewcell.se/about-us/>, aufgerufen am 3.1.2020

<https://renewcell.com/>, aufgerufen am 3.1.2020

<http://thecoloursofnature.com/products-services/onsite-dyeing/>, aufgerufen am 12.1.2020

https://www.ibbnetzwerk-gmbh.com/uploads/media/Clariant_Advanced_Denim_Broschuere.pdf, Frühjahr 2012, aufgerufen am 30.12.2019

<https://www.smartindigo.com/dyers/>, aufgerufen am 06.02.2020

https://drpetry.de/fileadmin/user_upload/Aktuelles/Schlichte_Chitosan.pdf, Dr. Petry Textile Auxiliaries, 07/2009, aufgerufen am 31.12.2019

<https://www.igb.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/2019/insekten-liefere-chitin-als-grundstoff-fuer-die-textilindustrie.html>, Frauenhofer IGB, 8.5.2019, aufgerufen am 31.12.2019

<http://www.prym-fashion.com/LIFE/>, aufgerufen am 20.01.2020

<https://mudjeans.eu/sustainability-materials/>, aufgerufen am 21.01.2020

<https://www.nudiejeans.com/de/sustainability/not-just-denim>, aufgerufen am 21.01.2020

<https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/verantwortungsvollere-waldnutzung/fsc-was-ist-das/>, aufgerufen am 21.01.2020

<https://www.tonello.com/en/inspiring/nostone>, aufgerufen am 21.01.2020

<http://raw-denim.de/jeansarten-und-jeansausruestung-jeans-finishing/> aufgerufen am 07.02.2020

<https://fashionunited.ch/nachrichten/mode/nachhaltigkeitsvorbild-das-tommy-hilfiger-denim-centre/2019040417887>, aufgerufen am 11.02.2020

<https://www.jeanologia.com/descargas/web/eflow.pdf>, aufgerufen am 7.02.2020

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Jeans-Guidelines-MASTER.pdf?source=post_page----- Seite 10, Seite 6, Seite 7, aufgerufen am 07.02.2020

<https://www.vku.de/themen/europa/was-bedeutet-kreislaufwirtschaft>, aufgerufen am 01.02.2020

<https://www.resorti.de/blog/altkleiderentsorgung/>, 16.06.2017, aufgerufen am 28.01.2020

https://www.europarl.europa.eu/austria/de/aktuell-presse/meldungen/2015_meldungen/juli_2015/pr-2015-juli-5.html aufgerufen am 28.01.2020

<https://www.circle-economy.com/insights/orta-anadolu-finding-value-in-flawed-fabrics#.WjKFb7Q-fOQ>, aufgerufen am 01.02.2020

<https://www.fieldplay.co.uk/about>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.racked.com/2016/7/6/12106870/urban-outfitters-rework-collection-anti-fast-fashion>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.whowhatwear.co.uk/redone-attico-collaboration>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.nudiejeans.com/sustainability/reused-denim>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.psw-consulting.de/blog/2018/08/02/rfid-datenschutz-chancenreiche-technik-mit-gefahrenpotenzial/>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.ntu.ac.uk/about-us/news/news-articles/2015/07/garments-with-invisible-chips-to-revolutionise-clothing-industry>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.rfidjournal.com/articles/view?7252>, aufgerufen am 02.02.2020

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/reach-chemikalien-reach>, aufgerufen am 30.01.2020

<https://www.global-standard.org/de/der-standard/allgemeine-beschreibung.html>, 6.7.2018, aufgerufen am 31.01.2020

<https://utopia.de/siegel/gots-siegel-global-organic-textile-standard/>, aufgerufen am 11.2.2020

<https://www.oeko-tex.com/de/hier-beantragen/standard-100-by-oeko-tex>, aufgerufen am 31.01.2020

<https://www.hilco-business.de/textiles-wissen/oeko-tex-standard-100/>, aufgerufen am

https://www.g-star.com/de_de/about-us/responsibility/responsible-supply-chain, aufgerufen am 31.01.2020

<https://www.careelite.de/wp-content/uploads/2018/03/bluesign-siegel-nachhaltige-mode-fair-trade-kleidung-300x300.jpg>, aufgerufen am 11.2.2020

Firmeninterne Unterlagen des Unternehmens Jeanologia, The Science of Finishing zur Beschreibung der „Environmental Impact Measuring“ Software, die der Verfasserin auf Anfrage per PDF bereitgestellt wurde (verfügbar auf der eingereichten CD).

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen habe ich unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Rosbach, Datum Unterschrift