

Martijn Witteveen, Kim Hecht



DiTex

DIGITALE TECHNOLOGIEN ALS ENABLER

EINER RESSOURCENEFFIZIENTEN KREISLAUFFÄHIGEN B2B-TEXTILWIRTSCHAFT

Nutzungsdauer von Arbeitskleidung und Bettwäsche im Textilservice – Marktzahlen und Übertragbarkeit auf Ditex-Textilien

Arbeitspapier Ditex

Impressum

Autor/innen:

Martijn Witteveen (Dibella)
Dr. Kim Hecht (Hohenstein Institut für Textilinnovation gGmbH)

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „DiTex – Digitale Technologien als Enabler einer ressourceneffizienten kreislauffähigen B2B-Textilwirtschaft.“ Das Projekt ist Teil der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert im Förderschwerpunkt Sozial-ökologische Forschung (SÖF).

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

ReziProK
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft –
Innovative Produktkreisläufe

Projektkoordination

Dr. Frieder Rubik, Projektleitung
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (iÖW) GmbH, gemeinnützig
Potsdamer Str. 105
D-10785 Berlin
Tel. + 49–6221–64 91 66
Fax +49–30–882 54 39
frieder.rubik@ioew.de
www.ioew.de



| i | ö | w

INSTITUT FÜR
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Zitiervorschlag:

M. Witteveen, K. Hecht (2022): Nutzungsdauer von Arbeitskleidung und Bettwäsche im Textilservice – Marktzahlen und Übertragbarkeit auf Ditex-Textilien, Arbeitspapier Ditex

Berlin, September 2022

DiTex

DITEX-KREISLAUFWIRTSCHAFT.DE

Verbundpartner:

WILHELM WEISHÄUPL

WILHELM WEISHÄUPL
Hans Peter Weishäupl e.K.
Schwanthalerstrasse 49
D-80336 München



Dibella GmbH
Hamalandstraße 111
D-46399 Bocholt



Hochschule Reutlingen
Fakultät Textil und Design
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen

HOHENSTEIN ●

Hohenstein Institut für Textilinnovation gGmbH
Schloss Hohenstein
D-74357 Boennigheim



ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
GmbH
Wilckensstraße 3
D-69120 Heidelberg

Externer Dienstleister:



circular.fashion UG (haftungsbeschränkt)
Skalitzer Strasse 97
D-10999 Berlin, Germany

Assoziierter Partner:



MEWA Textil-Service AG & Co. Management OHG
John-F.-Kennedy-Straße 4
D-65189 Wiesbaden

Für nähere Informationen zum Projekt: www.ditex-kreislaufwirtschaft.de

Zusammenfassung

Das Projekt Ditex erprobt die textile Kreislaufführung anhand von drei verschiedenen Produktlinien (Poloshirts, Business-Hemden, Bettwäsche) aus regenerierten und recycelten Fasern für den B2B-Bereich. Für die im Projekt neu entwickelten Produktlinien spielt neben der Funktionalität die Vereinbarkeit der Aspekte Kreislauffähigkeit und Leasing-Eignung eine zentrale Rolle. Der Einsatz der Textilien wird im Charakter einer Machbarkeitsstudie in der Praxis erprobt und von Qualitätstests und Ökobilanzen zur Bewertung der Nachhaltigkeit sowie Wirtschaftlichkeitsberechnungen begleitet. Weitere Informationen zum Projekt sind auf folgender Website zu finden: <https://www.ditex-kreislaufwirtschaft.de/>.

Einen zentralen Aspekt bei der Bewertung von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit stellt die Nutzungsdauer der Textilien dar. Das im B2B-Bereich weit verbreitete Geschäftsmodell Textilleasing setzt auf eine möglichst lange Nutzungsdauer der Textilien. Dabei werden möglichst langlebige Materialien eingesetzt und schonende Wiederaufbereitungsverfahren angewendet, während Wäschestücke bei Bedarf ausgebessert und repariert werden, bevor sie bei Qualitätsverlust oder nicht mehr akzeptablem Aussehen aussortiert werden.

Das Ziel dieses Arbeitspapiers ist die Abschätzung der durchschnittlichen Nutzungsdauer und Nutzungszyklen von Arbeitskleidung und Bettwäsche im Textilservice auf Basis von öffentlichen Marktzahlen/Literaturdaten sowie die Eruiierung einer möglichen Übertragbarkeit der Daten auf die Ditex-Produktlinien. Die ermittelten Daten werden im Rahmen des Projekts zur Erstellung von Ökobilanzen herangezogen und dienen somit als Grundlage zur Bewertung der im Projekt entwickelten Produktlinien.

1 Einleitung

Jährlich landen tausende von Tonnen Textilien im Müll. Die Gründe, warum gebrauchte Textilien aussortiert werden, sind vielfältig: Neben Verschleiß als häufig genanntem Grund werden Textilien u. a. ausrangiert, weil sie nicht mehr passen oder gefallen. Wie mit dem steigendem Textilabfall umgegangen werden soll und sich dieser und die damit verbundenen Umweltauswirkungen reduzieren lassen, ist Teil der Textilstrategie der Europäischen Kommission.

Die Nutzungsdauer von Textilien ist einer der Faktoren, die zur Höhe des ökologischen Fußabdrucks der textilen Wertschöpfungskette beitragen. So kann eine verlängerte Nutzungsdauer dazu beitragen, dass weniger Neuware produziert, Abfallmengen reduziert werden und der ökologische Fußabdruck sich verringert.

In Industrie und Forschung besteht zunehmendes Interesse an einem besseren Verständnis der

Nutzungsdauer: Hierunter wird der Zeitraum verstanden, in dem ein Textil durchschnittlich im Einsatz ist, bevor es ersetzt werden muss.

Nutzungszyklen: Die Zahl beschreibt, wie oft ein Textil während seiner Nutzungsdauer verwendet wird. Sie korreliert mit der Anzahl an Pflegezyklen (Waschen/Trocknen).

Technische Lebensdauer: Hierunter wird der Zeitraum verstanden, über den Aussehen und Funktionalität eines Textils durchschnittlich erhalten bleiben. Die technische Lebensdauer ist erreicht, wenn ein Textil aufgrund von Verschleißerscheinungen bzw. Funktionsverlust ausrangiert und ersetzt werden muss.

verschiedenen Einflussfaktoren, die die Nutzungsdauer von Textilien bestimmen. Auch wird diskutiert, wie sich die Nutzungsdauer sinnvoll beschreiben und vergleichen lässt (Klepp 2020). Die Nutzungsdauer wird nach oben von der technischen (oder physikalischen) Lebensdauer begrenzt, welche sich aus der Qualität der Textilien ergibt und die Grenze der Einsatzfähigkeit definiert. Ein wichtiges Merkmal von Qualität ist die Beständigkeit, die von einer Reihe verschiedener material- und design-spezifischer Faktoren im Produktionsprozess abhängt (Botta 2021) wie Faser- und Garn-eigenschaften, Stoffkonstruktion, Färbung und Finishing (Cooper 2013). Je nach Produkt bzw. Anwendung können auch funktionale Eigenschaften wie Glanz und Geschmeidigkeit

(Cooper 2013) oder Passform und Tragekomfort als Attribute für hohe Qualität interpretiert werden. Dennoch gibt es keine eindeutige Definition von Qualität (Piippo 2022).

Neben den technischen, intrinsischen Eigenschaften spielen Gebrauch, Pflege und der Umgang mit den Textilien eine wesentliche Rolle für die Länge der Nutzungsdauer. Für Miettextilien können z.B. individuelle Trageeinflüsse und Gebrauchsspuren (z.B. Verfleckungen, starke lokale mechanische Belastung/Reibung), eine nicht sachgemäße Pflege (z.B. wegen starker Verschmutzung), Transportschäden und -verlust sowie Diebstahl zu einer reduzierten Nutzungsdauer führen.

2 Nutzungsdauer von Arbeitskleidung und Bettwäsche im Textilservice

Zur Abschätzung der Nutzungsdauer von Arbeitskleidung und Bettwäsche im Textilservice wird eine Veröffentlichung des EcoForum für die European Textile Service Association (ETSA) aus dem Jahr 2015 herangezogen (EcoForum 2015). In dieser Veröffentlichung werden Daten über das

durchschnittliche Waschvolumen und die durchschnittlichen Versorgungsmengen (Volumen neuer Textilien) pro Jahr für die zwei Servicekategorien Arbeitskleidung und Bettwäsche zusammengetragen. Die Daten stammen aus sechs (Arbeitskleidung) und fünf (Hotelwäsche) Mitgliedsbetrieben der ETSA, die laut Veröffentlichung Service-Leistungen im Großteil von Europa anbieten. Informationen zum genauen Anwendungsbereich innerhalb der Servicekategorien sind in der Publikation nicht enthalten.

In den folgenden Abschnitten 2.1 und 2.2 werden Teile der Tabellen aus der Veröffentlichung des EcoForum direkt übernommen. Eigene Berechnungen sind in **fetter Schrift** gekennzeichnet.

2.1 Arbeitskleidung

Tab. 1: Erhebungsdaten aus 2013 zum Dienstleistungsangebot von Arbeitskleidung (Versorgung eines Trägers von Arbeitskleidung für den Zeitraum 1 Jahr).

	Durchschnittsgewicht in g/Stück	Durchschnittlicher Anteil Baumwolle in %	Durchschnittlicher Anteil Polyester in %	Durchschnittsgewicht in g/m ²	Durchschnittliche Anzahl von Wäschen pro Jahr
Hosen/Overalls	612	34	66	257	34
Jacken	589	34	66	261	26
T-Shirts	271	54	46	202	40

Die Daten stammen aus einer Veröffentlichung des EcoForum und wurden in 6 ETSA-Mitgliedsbetrieben generiert (EcoForum 2015).

Tab. 2: Durchschnittliche Versorgungsmengen zum Dienstleistungsangebot von Arbeitskleidung (Versorgung eines Trägers von Arbeitskleidung für den Zeitraum 1 Jahr).

	Wäschevolumen in kg/Jahr	Anzahl neuer benötigter textiler Artikel pro Jahr	Gewicht neuer Textilien – Baumwolle in kg/Jahr	Gewicht neuer Textilien – Polyester in kg/Jahr	Gewicht neuer Textilien – Gesamt in kg/Jahr
Hosen/Overalls	20,5	0,69	0,144	0,277	0,421
Jacken	15,1	0,51	0,103	0,198	0,300
T-Shirts	10,9	0,99	0,146	0,123	0,269

Die Daten stammen aus der Veröffentlichung des EcoForum und wurden in 6 ETSA-Mitgliedsbetrieben generiert (EcoForum 2015).

Auf Basis der Erhebungsdaten zu Wäsche und Verbrauch werden in diesem Arbeitspapier Daten für die Nutzungsdauer und Nutzungszyklen der verschiedenen Kategorien ermittelt. Es wird angenommen, dass die Anzahl der Nutzungszyklen mit denen der Pflegezyklen übereinstimmt. Folgende Gleichungen werden dabei angewandt:

- Nutzungsdauer in Jahren = 1 / Anzahl neuer Artikel pro Jahr
- Nutzungszyklen = Nutzungsdauer in Jahren • durchschnittliche Anzahl der Wäschen pro Jahr

Tab. 3: Berechnung der Nutzungsdauer und Nutzungszyklen von Arbeitskleidung auf Basis der Erhebungsdaten aus 6 ETSA Mitgliedsbetrieben (EcoForum 2015).

	Wäschevolumen in kg/Jahr	Durchschnittlicher Anteil Polyester in %	Durchschnittliche Anzahl an Wäschen pro Jahr	Anzahl neuer benötigter textiler Artikel pro Jahr	Nutzungsdauer in Jahren	Nutzungszyklen
Hosen/Overalls	20,5	66	34	0,69	1,45	49
Jacken	15,1	66	26	0,51	1,96	51
T-Shirts	10,9	46	40	0,99	1,01	40

Ergebnisse eigener Rechnungen sind in fetter Schriftart gekennzeichnet.

2.2 Bettwäsche

Tab. 4: Erhebungsdaten aus 2013 zum Dienstleistungsangebot von Hotelwäsche (Versorgung eines Hotelbetts für den Zeitraum 1 Jahr).

	Durchschnittsgewicht in g/Stück	Durchschnittlicher Anteil Baumwolle in %	Durchschnittlicher Anteil Polyester in %	Durchschnittsgewicht in g/m ²	Durchschnittliche Anzahl von Wäschen pro Jahr
Laken	643	75	26	153	59
Bettbezüge	1055	68	32	150	57
Kissenbezüge	184	69	31	150	60

Die Daten stammen aus der Veröffentlichung des EcoForum und wurden in 5 ETSA-Mitgliedsbetrieben generiert (EcoForum 2015).

Tab. 5: Durchschnittliche Versorgungsmengen zum Dienstleistungsangebot von Hotelwäsche (Versorgung eines Hotelbetts für den Zeitraum 1 Jahr).

	Wäschevolumen in kg/Jahr	Anzahl neuer benötigter textiler Artikel pro Jahr	Gewicht neuer Textilien – Baumwolle in kg/Jahr	Gewicht neuer Textilien – Polyester in kg/Jahr	Gewicht neuer Textilien – Gesamt in kg/Jahr
Laken	37,9	0,57	0,272	0,093	0,366
Bettbezüge	60,1	0,56	0,399	0,188	0,586
Kissenbezüge	11,1	0,47	0,060	0,027	0,087

Die Daten stammen aus der Veröffentlichung des EcoForum und wurden in 5 ETSA-Mitgliedsbetrieben generiert (EcoForum 2015).

Auf Basis der veröffentlichten Erhebungsdaten zu Wäsche und Verbrauch werden in diesem Arbeitspapier Daten für die Nutzungsdauer der verschiedenen Kategorien ermittelt. Es wird angenommen, dass die Anzahl der Nutzungszyklen mit denen der Pflegezyklen übereinstimmt. Folgende Gleichungen werden dabei angewandt:

- Nutzungsdauer in Jahren = 1 / Anzahl neuer Artikel pro Jahr
- Nutzungszyklen = Nutzungsdauer in Jahren • durchschnittliche Anzahl der Wäschen pro Jahr

Tab. 6: Berechnung der Nutzungsdauer und Nutzungszyklen von Hotelwäsche auf Basis von Erhebungsdaten aus 5 ETSA Mitgliedsbetrieben (EcoForum 2015).

	Wäschevolumen in kg/Jahr	Durchschnittlicher Anteil Polyester in %	Durchschnittliche Anzahl an Wäschen pro Jahr	Anzahl neuer benötigter textiler Artikel pro Jahr	Nutzungsdauer in Jahren	Nutzungszyklen
Laken	37,9	26	59	0,57	1,75	104
Bettbezüge	60,1	32	57	0,56	1,79	102
Kissenbezüge	11,1	31	60	0,47	2,13	128
Mittel, gewichtet nach Wäschevolumen*					1,81	105

* Mittel Nutzungsdauer = $(1,75 \cdot 37,9 + 1,79 \cdot 60,1 + 2,13 \cdot 11,1) / (37,9 + 60,1 + 11,1)$
Mittel Nutzungszyklen = $(104 \cdot 37,9 + 102 \cdot 60,1 + 128 \cdot 11,1) / (37,9 + 60,1 + 11,1)$
Ergebnisse eigener Rechnungen sind in fetter Schriftart gekennzeichnet.

3 Übertragbarkeit auf Ditex-Textilien

Das Design und die Zusammensetzung der Ditex-Textilien richtete sich an das Ziel, Stoffkreisläufe zu schließen und Umweltauswirkungen zu reduzieren, also somit den ökologischen Fußabdruck zu vermindern. Es wurden recycelte und regenerierte Materialien eingesetzt, während gleichzeitig die Kriterien Recyclingfähigkeit und Leasing-Eignung eine zentrale Rolle spielten und im Design zusammengebracht werden sollten. Tab. 7 zeigt eine Übersicht der drei Ditex-Textilien.

Tab. 7: Übersicht der verschiedenen Ditex-Produktlinien

Ditex-Produktlinie	Zusammensetzung	Flächengewicht
Poloshirts Einsatzbereich: Rettungsdienst	100% rPES	205 g/m ²
Business-Hemden Einsatzbereich: Polizeidienst (Bürotätigkeit)	62% bio-CO (kbA)/ 38% rPES	130/135 g/m ²
Bettwäsche Einsatzbereich: Hotel	50% Lyocell (Refibra™)/ 50% rPES	145 g/m ²

Die Veröffentlichung des EcoForum enthält hinsichtlich des Materials Durchschnittswerte für die Zusammensetzung und das Flächengewicht der Textilprodukte in den ETSA-Betrieben. Der Einfluss des Flächengewichts wird im Folgenden nicht weiter diskutiert, da die Ditex-Produkte vergleichbare Werte wie die entsprechenden ETSA-Produkte (T-Shirts bzw. Bettwäsche) aufweisen bzw. Hemden nicht als eigene Produktkategorie aufgeführt werden und ein direkter Vergleich aufgrund der verschiedenen Anwendungsbereiche von Arbeitskleidung schwierig ist. Weitere Angaben zu material- oder designspezifischen Parametern sowie detaillierte Informationen zum Einsatzbereich (Gebrauchsbedingungen) und den Pflegebedingungen liegen aus der Veröffentlichung des EcoForum nicht vor.

Ditex-Businesshemden und -Poloshirts

Eine häufige Ursache für das Ende der Nutzungsdauer von Arbeitskleidung wie Polos und Hemden ist ein nicht akzeptables Warenbild, z.B. aufgrund von Veränderungen von Farbe, Schnitt/Form oder Verschleiß und Pilling. Je nach Anwendungsbereich können individuelle Trageeinflüsse und gebrauchsbedingte Veränderungen (z.B. Verfleckungen, punktuelle Beschädigungen) eine relevante Rolle spielen. Beständigkeit und Farbveränderungen können durch die Materialzusammensetzung (wie PES-Anteil) beeinflusst werden. Polyester ist aufgrund der hohen Reiß- und Scheuerfestigkeit sehr beständig, zieht aber Schmutz an und neigt eher zur Vergrauung/Verfärbung. Dies muss spezifisch für jeden einzelnen Anwendungsfall berücksichtigt werden. Daneben wird das Tragegefühl (Bekleidungsphysiologie, Hautsensorik) u.a. durch die Zusammensetzung beeinflusst und muss auf den spezifischen Anwendungsbereich und Träger*in abgestimmt sein.

Die Erhebungsdaten aus den ETSA-Mitgliedsbetrieben enthalten keine eigene Produktkategorie für Hemden. Zur Festlegung eines Vergleichswerts für die zu erwartenden Nutzungszyklen der Ditex-

Hemden orientiert sich das DiTex-Projektconsortium an der oberen Grenze der in Abschnitt 2.1, Tab. 3, berechneten Daten für Arbeitskleidung, d.h. an der Kategorie Hosen/Overalls und Jacken. Dies gründet sich darauf, dass anzunehmen ist, dass die Mehrheit der Textilien in dieser Kategorie auf Geweben basiert, ähnlich wie die Ditex-Hemden. Die Ditex-Hemden weisen einen vergleichsweise niedrigen PES-Anteil auf, enthalten jedoch langstapelige Bio-Baumwolle (kbA), welche im Allgemeinen hohe Festigkeiten aufweist. Im Einsatzbereich der Ditex-Hemden (Bürotätigkeit) ist von einer geringen Gebrauchsbelastung auszugehen, sodass prinzipiell von einer vergleichsweise hohen Nutzungsdauer auszugehen ist. **Beruhend auf diesen Überlegungen wird von rund 50 Nutzungszyklen ausgegangen, die die Ditex-Hemden durchschnittlich im Einsatz durchleben.**

In der Produktkategorie T-Shirts wird von einem Großteil an Maschenware ausgegangen, ähnlich wie die Ditex-Poloshirts. Aufgrund ihrer Zusammensetzung aus reinem Polyester wird den Ditex-Poloshirts eine hohe Beständigkeit zugesprochen. Verfleckungen, die zu einem frühzeitigen Aussortieren führen, sollten für die Nutzungsdauer aufgrund der dunkelblauen Farbgebung der Ditex-Poloshirts eine untergeordnete Rolle spielen. Das DiTex-Projektconsortium geht daher von einer höheren Anzahl an Nutzungszyklen als 40 (Kategorie T-Shirts) aus und orientiert sich an der oberen Grenze der Einsatzdauer für Arbeitskleidung. **Beruhend auf diesen Überlegungen wird von rund 50 Nutzungszyklen ausgegangen, die die Ditex-Poloshirts durchschnittlich im Einsatz durchleben.**

Ditex-Bettwäsche

Bettwäsche ist einer vergleichsweise geringen Gebrauchsbelastung und schonenden Pflegebedingungen ausgesetzt. Bei eher schonender Nutzung können hohe Umlaufzahlen erreicht werden. Die technisch mögliche Lebensdauer wird in der Praxis durch Schwund, Verfleckungen und mechanische Beanspruchung (z.B. Transportschäden) begrenzt. Durch eine erhöhte Beständigkeit können Verschleißerscheinungen und Rissbildung reduziert werden.

Der hohe PES-Anteil der Ditex-Bettwäsche von 50% im Vergleich zu den ETSA-Textilien (je nach Kategorie ca. 30%) trägt prinzipiell zu einer erhöhten Beständigkeit der Textilien bei. Für Mischgewebe (CO/PES) mit einem PES-Anteil zwischen 20% und 40% wird in der Literatur von einer linearen Zunahme der Festigkeit mit zunehmendem PES-Anteil berichtet (Islam 2019). Der Einfluss von Lyocell als Fasermaterial (Substitution von Baumwolle) auf die Nutzungsdauer kann aufgrund des Mangels an zugänglichen, belastbaren Daten bzgl. verschiedener Faserqualitäten von Lyocell sowie deren Beständigkeit unter Praxisbedingungen nicht im Detail erfasst werden. Strukturelle Unterschiede (Polymerisationsgrad, Morphologie) zwischen der Lyocell- und Baumwollfaser können deutliche Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften bewirken. Aufgrund der geringen Gebrauchsbelastung von Bettwäsche wird bei schonender Pflege allerdings davon ausgegangen, dass dies für die Nutzungsdauer von Bettwäsche nur geringfügig zum Tragen kommt. Zur Festlegung eines Vergleichswerts für die Nutzungszyklen der Ditex-Bettwäsche orientiert sich das Projektconsortium an den Erhebungsdaten der ETSA-Textilien. Es wird ein auf das Wäschevolumen gewichteter Mittelwert für die Kategorien Laken, Bett- und Kissenbezüge errechnet (Abschnitt 2.1, Tab. 3). **Beruhend auf diesen Überlegungen wird von rund 100 Nutzungszyklen ausgegangen, die die Ditex-Bettwäsche durchschnittlich im Einsatz durchlebt.**

4 Literaturverzeichnis

Botta, V./ECOS (2021), Durable, repairable and mainstream - How ecodesign can make our textiles circular, Zugriff am 18.05.2022, Verfügbar unter: <https://ecostandard.org/wp-content/uploads/2021/04/ECOS-REPORT-HOW-ECODESIGN-CAN-MAKE-OUR-TEXTILES-CIRCULAR.pdf>

Cooper, T., Hill, H., Kininmonth, J., Townsend, K., Hughes, M. (2013), Design for longevity – guidance on increasing the active life of clothing, WRAP, Final report, Project code RNF100-012. Zugriff am 18.05.2022. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/313479112_Design_for_Longevity_Guidance_on_Increasing_the_Active_Life_of_Clothing

Grüttner, H./EcoForum (2015), *Report to ETSA – Assessment of global warming potential of two textile services*. Zugriff am 18.05.2022. Verfügbar unter: https://www.textile-services.eu/_common/file.cfm?id=A5A9D86A0F277C305D65E31143BB5470.

Islam, S., Ahmed, S., Arifuzzaman, M. Saiful Islam, AKM, Akter, S. (2019), *Relationship in between Strength and Polyester Content Percentage of Cotton Polyester Blended Woven Fabrics*, International Journal of Clothing Science, 6(1): 1-6, DOI: 10.5923/j.clothing.20190601.01.

Klepp, I. G., Laitala, K., Wiedemann, S. (2020), Clothing Lifespans: What Should Be Measured and How, *Sustainability*, 12 (15), 6219, DOI: 10.3390/su12156219.

Piippo, R., Niinimäki, K., & Aakko, M. (2022). Fit for the future: Garment quality and product lifetimes in a CE context. *Sustainability (Switzerland)*, 14 (2), [726]. <https://doi.org/10.3390/su14020726>.



DiTex

DITEX-KREISLAUFWIRTSCHAFT.DE