



Milieu-informatie textiel

Update 2018



Committed to the Environment

Milieu-informatie textiel

Update 2018

Dit rapport is geschreven door:
Marijn Bijleveld en Geert Bergsma

Delft, CE Delft, mei 2018

Publicatienummer: 18.2F453.49

Textiel / LCA / Ketenbeheer / Katoen / Milieufactoren / Transport / Hergebruik

Opdrachtgever: Milieu Centraal

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Marijn Bijleveld (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGOs en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

1	Inleiding	3
	1.1 Aanleiding en vraagstelling	3
	1.2 Wijzigingen 2018	3
	1.3 Leeswijzer	4
2	Aanpak	5
	2.1 Overzicht van de textielketen	5
	2.2 Methodiek milieuanalyse	7
3	Milieuanalyse, ranking	15
	3.1 Inleiding	15
	3.2 Resultaten en ranking klimaatimpact en ReCiPe single score	15
	3.3 Resultaten waterverbruik en waterschaarste	23
	3.4 Details, bespreking van afzonderlijke vezeltypen	28
	3.5 Recycling van vezels	40
	3.6 Consumentenkeuzes door Anton Luiken	42
4	Andere ketenaspecten	44
	4.1 De bijdrage van transport	44
5	Specifieke producten	46
6	Samenvatting: conclusies op een rij	48
	6.1 Vergelijking op doekniveau	48
	6.2 Ranking en oordeel vezels (op doekniveau)	48
	6.3 Gerecyclede vezels en recycling	49
	6.4 Synthetische of natuurlijke vezels?	49
	6.5 Biokatoen vs. conventioneel katoen	50
	6.6 Productieprocessen en draaddikte	50
	6.7 Transport	51
	6.8 Recycling na afdanking	51
	6.9 Beschouwing: consument, producent en kennis over verduurzaming	51
7	Bibliografie	53
A	Tabellen milieu-impact	55
	A.1 Milieuresultaten voor doeken	55
B	Scope van doeken: gemodelleerde productietechnieken	56
C	Transportscenario's	58
	C.1 Transport vanuit VS	58
	C.2 Transport vanuit Turkije	59
D	Toelichting op de ReCiPe-methode	60
	D.1 Niveaus van analyse	60
	D.2 Transparantie en onzekerheid	61



1 Inleiding

1.1 Aanleiding en vraagstelling

In 2015 heeft CE Delft een rapport opgesteld voor Milieu Centraal met daarin allerlei milieukundige informatie over textielproducten. Sinds de oplevering heeft er een aantal ontwikkelingen plaatsgevonden op het gebied van analysemethoden, LCA-studies naar textielvezels en een actualisatie van de Ecoinvent-database. Daarom heeft Milieu Centraal aan CE Delft gevraagd om de in 2015 uitgevoerde studie te actualiseren. In dit rapport staan alleen die onderdelen uit het eerdere rapport die geactualiseerd zijn.

Dit rapport dient als naslagwerk voor Milieu Centraal, ter gebruik bij consumentenvoorlichting over de milieu-impact van textiel. De kern van het rapport wordt gevormd door de milieu-impact van textielvezels, op het niveau van textieldoek en een ranking op basis van de milieu-impact. Deze ranking wordt vervolgens vergeleken met twee andere bestaande rankings, die van de Higg-index en van Made-By.

Voor de milieukundige resultaten is CE Delft afhankelijk van bestaande milieukundige gegevens over vezel- en doekproductie. Dit kunnen zijn:

- bestaande levenscyclusinformatie in de Ecoinvent-database;
- openbaar beschikbare levenscyclusinformatie (LCI) die CE Delft vervolgens gebruikt voor de milieukundige berekeningen;
- gepubliceerde resultaten van bestaande LCAs.

Een bron willen we expliciet noemen: We bedanken de Kamer van Koophandel Prato (Camera di Commercio di Prato) en het bedrijf Tecnotex, die bereid zijn geweest om resultaten met ons te delen van een LCA van gerecyclede wol, die op moment van schrijven in afronding is.

1.2 Wijzigingen 2018

De volgende wijzigingen zijn in het voorjaar van 2018 doorgevoerd ten opzichte van het rapport uit 2015:

Wijziging (kort)	Toelichting
Toepassing van Ecoinvent 3.3	Sinds het uitkomen van het eerste rapport in 2015 is Versie 3 van de Ecoinvent-database opgeleverd. De modellering van vezels en productieprocessen is omgezet naar deze nieuwe versie. In de meeste gevallen is aan het model van de vezel of productieproces niets veranderd (zelfde bronnen voor achtergrondprocessen), maar is de achterliggende milieu-impact van elektriciteit en gas wel vernieuwd.
Berekening met ReCiPe-methode 2016, v.1.01	Een nieuwe versie van de ReCiPe-analysemethode is verschenen. Nieuw of veranderd, onder andere, in deze versie is: - Factoren van IPCC volgens het Fifth assessment report, inclusief carbon climate feedback. - Toegevoegd: de schade door waterverbruik aan menselijke gezondheid en ecosystemen. Zo wordt waterverbruik nu ook uitgedrukt in de ReCiPe single score.

Toepassing waterschaarstemethode AWARE	Sinds het uitkomen van het eerste rapport hebben methodologische ontwikkeling van waterschaarstemethoden een vlucht genomen, wat heeft geresulteerd in de onder waterexperts breed gedragen methode 'AWARE'.
Toegevoegde/aangepaste vezels	Nieuw onderzoek is beschikbaar gekomen voor leer, zijde en gerecyclede wol.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 vormt de inleiding van het rapport waarin de aanleiding en vraagstelling besproken zijn.

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de textielketen en bevat een toelichting van de methodische aanpak van de milieukundige analyse.

Hoofdstuk 3 bevat de milieukundige resultaten. Allereerst worden de doeken gerangschikt naar de klimaatimpact en de ReCiPe single score, vervolgens worden ze gerangschikt op basis van het resultaat op (bijdrage aan) waterschaarste. Als gevoeligheidsanalyse wordt de impact van verandering in productieprocessen besproken, zoals dikte van de draad en weven versus breien. De ranking wordt vergeleken met bestaande rankings: de Higg-index en de ranking volgens Made-By. Tot slot wordt een aantal vezeltypen eruit gelicht en nader besproken, bijvoorbeeld omdat er varianten bestaan (biokatoen versus conventioneel katoen), omdat er meerdere bronnen zijn (katoen, wol), of omdat het nuttig is de achtergronden te kennen van de milieuberekeningen (allocatiefactoren voor leer).

Na bespreking van ranking en de vezeltypen gaan we in op drie onderwerpen die ook van belang zijn voor de milieu-impact van textiel, maar van toepassing zijn op andere fasen in de textielketen:

- de bijdrage van transport door de keten heen;
- het recyclen van textiel tot nieuwe textielvezel;
- het uitwassen van microvezels bij wassen/drogen.

De resultaten op doekniveau (Hoofdstuk 3) vormen een opmaat voor vergelijking op productniveau. In Hoofdstuk 4 wordt de impact van een aantal varianten van specifieke textielproducten (T-shirt, broek, e.d.) berekend en vergeleken. Ook wordt de impact van een aantal specifieke textielproducten en varianten onderzocht. Hiervoor heeft Milieu Centraal kledingstukken gewogen.

Door het rapport heen doen we constatering en trekken we conclusies die Milieu Centraal kan gebruiken in haar communicatie naar de consument. In het afsluitende, samenvattende, Hoofdstuk 6 worden de belangrijkste constatering en conclusies op een rij gezet, als overzicht en samenvatting.

De bijlagen bevatten detailresultaten van milieuanalyses en achtergronden bij de milieukundige berekeningen.

2 Aanpak

2.1 Overzicht van de textielketen

Elk product kent in zijn levenscyclus de stappen grondstofwinning, productieprocessen, gebruik en afvalverwerking. Transport vindt plaats tussen de diverse fasen en vaak ook tussen afzonderlijke productieprocessen.

In dit rapport worden vezels vergeleken tot en met productie van het doek. Stappen die specifiek zijn voor het textielproduct (naaien, gebruik en afdanking) en de eindverwerking na afdanking vallen buiten de scope. Dit wordt uitgebreider behandeld in Paragraaf 2.2.1. In deze paragraaf worden de verschillende ketenstappen van de textielketen nader toegelicht.

2.1.1 Grondstofwinning

De herkomst van de grondstoffen voor textielproducten is divers. Zowel van oorsprong fossiele als hernieuwbare grondstoffen worden toegepast, en ook gerecyclede vezels vinden meer en meer hun weg in textielproducten.

Grondstoffen met een fossiele oorsprong (olie) zijn bijvoorbeeld polyester, nylon, elastaan en acryl. Zij heten ook wel a-biotische grondstoffen en de doeken die ervan worden gemaakt heten synthetisch.

Hernieuwbare grondstoffen heten zo omdat de grondstof opnieuw geteeld of verbouwd kan worden. Er zijn zowel plantaardige als dierlijke hernieuwbare grondstoffen. Plantaardige grondstoffen worden ook wel biotisch of biobased genoemd. De katoenplant is de meest gebruikte en meest bekende hernieuwbare plantaardige grondstof voor textiel. Viscose en tencel lijken synthetisch – de vezels komen tot stand via chemische processen – maar worden geproduceerd uit hout en zijn dus van hernieuwbare biotische oorsprong. Voorbeelden van dierlijke hernieuwbare vezels zijn wol, zijde en leer.

Merk op dat hernieuwbaar of biotisch niet gelijk staat aan bio-afbreekbaar (na gebruik). De chemisch geproduceerde vezels – viscose, tencel – zijn van zichzelf niet afbreekbaar. Ook toegepaste productietechnieken (verf, prints) en combinaties van vezels (zie Paragraaf 2.1.2) kunnen bio-afbreekbaarheid belemmeren. Daarom wordt textiel na definitieve afdanking verbrand of gerecycled (zie Paragraaf 2.1.4).

Gerecyclede vezels kunnen afkomstig zijn van oud textiel (katoen, wol), of van andere bronnen: gerecycled polyester is afkomstig van PET-flessen.

2.1.2 Productieprocessen

De textielketen wordt gekenmerkt door een veelheid aan productieprocessen die samen van de vezel een textielproduct maken. Tabel 1 biedt een overzicht van stappen die in de textielketen voorkomen en veel worden toegepast¹. Niet alle deelstappen worden altijd toegepast. Ook bestaat er variatie binnen een bepaalde processtap: zo kan een product geweven of gebreid worden. De productie van garen, extrusie of spinnen, hangt af van de oorsprong van de vezel: synthetisch of hernieuwbaar.

¹ Er is geen volledigheid nagestreefd; het bevat veel toegepaste processen in de textielproductie.

De verschillende vezels of garens worden vaak gemengd toegepast, vanwege hun elkaar versterkende eigenschappen zoals rekbaarheid, stevigheid, kreukvastheid, gladheid en slijtvastheid. De combinatie katoen-polyester komt zeer veel voor. Katoen biedt stevigheid en laat het doek ademen; polyester droogt sneller (neemt geen vocht op) en maakt de stof gladder. De toevoeging van elastaan maakt het doek rekbaarder.

Tabel 1 - Veelvoorkomende stappen van grondstofwinning tot textielproduct

Productiestap	Deelstappen: variaties, opties
Grondstofwinning	Teelt van hernieuwbare (biobased) vezelgrondstoffen
	Raffinage, productie van kunststof granulaten
	Veehouderij + slacht
	Veehouderij + wol scheren
	Zijderupskweek + zijdewinning
Productie van garen	Extrusie
	Spinnen
Voorbehandeling	Wassen
	Verven van draad
	Sterken
	Twijnen
	Drogen
Doekproductie	Breien
	Weven
(Na)behandeling	Ontsterken
	Bleken
Kleuren van het doek	Verven
	Bedrukken
Afwerking/nabehandeling	Afbranden van vezels
	Merceriseren
	Drogen
Textielproduct	Naaien
	Toevoegen van ritsen, knopen, e.d.

2.1.3 Gebruik

Tijdens gebruik van een textielproduct treedt ook milieu-impact op, door wassen, eventueel gebruik van een droogtrommel en strijken. De impact hangt af van de levensduur, die weer afhangt van het type textielproduct, eigenschappen zoals slijtvastheid en het wasgedrag van de consument.

2.1.4 Afdanking

Momenteel wordt circa 30% van het textielafval gescheiden ingezameld en kan worden hergebruikt tot poetsdoek of worden gerecycled tot nieuwe vezel. De rest (CBS, PBL, RIVM, WUR, 2017), 70% van het afgedankte textiel, belandt in het restafval en wordt verbrand. Echter, van het deel dat in het restafval belandt, is ongeveer de helft recyclebaar (RWS, 2017).

Recycling van post-consumer textiel vindt in Nederland op bescheiden schaal plaats. De laatste jaren zijn mechanische recycletechnieken opgezet en schaalgrootte breidt langzaam maar zeker uit. Chemische recycling bevindt zich in de pilotfase. Recycling richt zich vaak nog op grote partijen van hetzelfde type afgedankt textiel, zoals uniforms en lakens.

2.1.5 Transport

Lang niet alle processen gebeuren op dezelfde locatie. Vezels, garen en doeken worden vaak getransporteerd naar de volgende producent en uiteraard vindt ook het product zelf zijn weg naar de klant via transport naar de overslagstations en eventueel een winkel.

2.2 Methodiek milieuanalyse

2.2.1 Scope: analyse op doekniveau

Om de milieu-impact van verschillende textielproducten te vergelijken zou je het liefst van elk type product (T-shirt, jas, trui, jurk, broek, et cetera) een cradle-to-grave milieu-analyse willen maken. Alleen dan kan de consument bewust kiezen tussen vergelijkbare alternatieven van verschillende materialen. Er zijn echter veel verschillende producten, met veel verschillende gewichten, eigenschappen en functies, wat een vergelijkende studie op productniveau niet geschikt maakt voor het doel dat Milieu Centraal heeft: op hoofdlijnen over de milieu-impact van textiel communiceren.

Daarom is ervoor gekozen om een ranking van vezels op het niveau van doek op te stellen.

De functionele eenheid betreft: 1 kg geproduceerd doek.

De scope is van grondstofwinning tot en met nabehandeling van het doek (zie Tabel 1). In Bijlage B is een uitgebreide tabel opgenomen waarin per vezeltype staat aangegeven welke processen erop van toepassing zijn. Een doek kan worden geweven of gebreid. In de basisanalyse wordt uitgegaan van weven, met als uitzondering acryl; deze vezel wordt gebruikt voor tricot of T-shirtstof en wordt doorgaans gebreid.

Buiten de scope

Buiten de scope vallen:

- Aspecten die specifiek zijn voor afzonderlijke textielproducten: naaien, toevoegen van ritsen, knopen, e.d. en transport en de gebruiksfase
- Transport. Zoveel textielproducten, zoveel transportroutes. Daarom is transport niet inbegrepen in de impact en ranking van de vezels (doeken). Transport wordt als los element in de textielketen onderzocht in Paragraaf 4.1.
- Eventuele emissies naar water of bodem door slecht management van verf en andere chemicaliën bij productie. De impact van de productie van verfstoffen en chemicaliën is wel inbegrepen.
- Milieu-impact tijdens de gebruiksfase (wassen/stomen) en het effect van de levensduur van het doek.
- Verwerking na afdanking (end-of-life).

Box 1 - Verbrandingsemissies buiten de scope: verschil tussen fossiele en hernieuwbare vezels

Verwerking na afdanking valt buiten de scope. In Nederland wordt (definitief) afgedankt textiel verbrand. Bij verbranding wordt de koolstof in het product omgezet in CO₂. Die CO₂ kan fossiel van oorsprong zijn (afkomstig van textielvezels van fossiele oorsprong, zoals polyester) of biogeen (afkomstig van textielvezels van hernieuwbare oorsprong, zoals katoen).



Biogeen CO₂ wordt beschouwd als CO₂-neutraal, omdat de CO₂ onlangs is opgenomen door de plant. Daarom heeft het verbranden van textiel van hernieuwbare oorsprong een lagere klimaatimpact dan het verbranden van textiel van fossiele oorsprong. Het verschil is ongeveer 2 kg CO₂/kg aan materiaal².

Niet berekend: mengvezels

Veel textielproducten worden geproduceerd uit een gemengde vezel, zoals 50% katoen/ 50% polyester. Het product wordt gemaakt uit een garen dat uit beide vezeltypen bestaat. Omdat de opties voor mengen van vezels eindeloos zijn, worden mengvezels buiten beschouwing gelaten. De impact van mengvezels kan worden bepaald met de resultaten per vezeltype, door de resultaten van twee of meer vezels te combineren, naar het percentage van vezeltypen zoals vermeld in het label in/aan het textielproduct.

2.2.2 Toelichting op interpretatie bij het geven van consumentenadvies

Bij verdere interpretatie van de resultaten moet ermee rekening gehouden worden dat de benodigde hoeveelheid (in kg) vezeldoek verschilt voor vergelijkbare type textielproducten. Een linnen broek weegt bijvoorbeeld vaak minder dan een spijkerbroek; een 1-op-1 vergelijking van 1 kilogram linnen met 1 kg denim (katoen) gaat dan niet op. Een vergelijking per m² lijkt dus wellicht logischer, maar heeft als groot nadeel dat de impact van 1 kg doek dan nog moet worden omgerekend naar 1 m². Deze stap brengt een extra onzekerheid met zich mee: er moet een keus worden gemaakt over de dichtheid van het doek (g/m²). Die kan enorm verschillen door draaddikte, dichtheid van weven/breien, etc.

Als op productniveau wordt vergeleken, spelen ook gebruikaspecten een rol: hoe slijtvast is het product? Is het een product dat je vaak wast of juist niet? Was je het product met een fijnwas of een gewoon wasprogramma, of moet het naar de stomerij? Mag het product in de droger? Moet men het strijken? Wat is de impact bij verbranding? Et cetera.

2.2.3 Bronnen en modellering

Resultaten worden berekend op basis van milieukundige informatie over de keten, zoals energieverbruik, input van hulpstoffen zoals kunstmest bij teelt of verf en wasmiddelen bij productieprocessen. Deze milieukundige achtergrondinformatie heet de LCI: 'life cycle inventory'.

Er worden in dit rapport diverse typen bronnen gebruikt om de resultaten te bepalen:

- LCI van vezels uit de Ecoinvent-database;
- LCI van vezels die CE Delft zelf heeft geïnventariseerd op basis van technische rapporten;
- LCA-resultaten van vezels, gerapporteerd in artikelen;
- LCI van textielproductieprocessen.

De LCI van vezels en textielproductieprocessen heeft CE Delft eerder verzameld in een project voor Modint. CE Delft heeft de Modint Ecotool ontwikkeld, een LCA-tool voor textiel van wieg tot graf (CE Delft, 2010). Mede door dit project hebben we onze database met vezels en productieprocessen opgebouwd.

In Tabel 2 worden de gehanteerde bronnen voor de vezels weergegeven. De vezels vormen de basis voor de modellering van doeken. In de tabel is ook te zien wat het uitgangsmateriaal (granulaat, biotische vezel die geprepareerd is voor het spinnen) is voordat textielproductieprocessen worden

² Op basis van de verbrandingsemissies van polyester: 2 kg CO₂-eq./kg (Ecoinvent).

toegepast. Als de vezel niet in de Ecoinvent-database beschikbaar was, hebben we in wetenschappelijke vakbladen gezocht naar LCA-studies over de vezel. Zo zijn de modelleringen van hennep, tencel, viscose en linnen tot stand gekomen.

Voor katoen heeft Ecoinvent twee varianten beschikbaar: katoen uit China en de VS, terwijl dit niet de voornaamste productielanden zijn. Voor de Modint Ecotool hebben we, op basis van teeltgegevens van landen/regio's, katoen uit India, Egypte en Turkije gemodelleerd.

De milieuresultaten van de vezels acryl en elastaan zijn indicatief. Er zijn geen milieugegevens beschikbaar in de bij CE Delft beschikbare databases, maar er zijn wel milieugegevens beschikbaar van de stoffen waaruit acryl en elastaan scheikundig zijn opgebouwd. De twee vezels zijn gemodelleerd uit hun precursors, aan de hand van de scheikundige reactievergelijking voor de synthese plus een inschatting van de energiebehoefte voor productie.

Voor viscose, tencel, leer en zijde maken we gebruik van bestaande LCA-studies. Voor gerecyclede wolvezel maken we gebruik van een LCA-studie die nog in afronding is. Tecnotex (uitvoerder) en de Camera di Commercio di Prato (opdrachtgever) hebben speciaal voor dit project hun LCA-resultaten met ons gedeeld.

Tabel 2 - Vezels: omschrijving en gehanteerde bron

Materiaal	Basis	Bron
Acryl	Polyacryl granulaat	Opgebouwd via reactievergelijking uit basischemicaliën, m.b.v. (Ecoinvent, 2016).
Katoen	Gekaard katoen	Gewogen gemiddelde vezel opgebouwd m.b.v. Ecoinvent (katoen uit VS en China) en katoen uit Egypte, India en Turkije; eigen modellering op basis van diverse bronnen (CE Delft, 2010).
Katoen, gerecycled	Mechanisch gerecyclede katoenvezel uit post-consumer textiel	Eigen model op basis van elektriciteitsverbruik voor mechanische recycling bij Frankenhuis (Texperium) en inzameling door KICI.
Hennep	Hennepvezels	Eigen model op basis van (Turunen & Werf, 2006), opgebouwd m.b.v. (Ecoinvent, 2016).
Wol	Gekaarde wol	(Ecoinvent, 2016) en vergelijking met (Wiedeman, et al., 2015).
Wol, gerecycled	Mechanisch gerecyclede wolvezel	(Tecnotex, 2018 (publicatie verwacht)).
Nylon	Nylon granulaat (PA6)	Ecoinvent (Plastics Europe).
Elastaan	Elastaan basischemicaliën	Opgebouwd via reactievergelijking uit basischemicaliën, m.b.v. (Ecoinvent, 2016).
Bioplastic (PLA)	PLA granulaat	Ecoinvent (NatureWorks).
Tencel	Tencel vezel	Eigen model op basis van (Shen & Patel, 2010).
PVC	PVC en DINP (weekmaker)	(Ecoinvent, 2016).
Polyester, virgin	PET granulaat	(Ecoinvent, 2016).
Polyester, gerecycled	(r)PET granulaat	Eigen model (CE Delft 2011).
Viscose	Viscose vezel	(Shen & Patel, 2010).
Linnen (geweven)	Vlasvezels	Eigen model op basis van (Turunen & Werf, 2006).
Linnen (gebreid)	Vlasvezels	Eigen model op basis (Turunen & Werf, 2006).
Leer	Geloooid leer	(Fontanella, et al., 2016).
Zijde	Gesponnen zijdedraad	(Astudillo, et al., 2014).

De doeken worden gemodelleerd in SimaPro door aan de vezel een reeks van productieprocessen toe te voegen. De combinatie van processen per vezeltype is afgestemd met Anton Luiken, expert op het gebied van textielproductieprocessen. In Bijlage B is per vezeltype aangegeven welke productieprocessen zijn gehanteerd. De milieugegevens van de diverse productieprocessen zijn in een eerder project voor branchevereniging Modint (CE Delft, 2010) door ons geïnventariseerd op basis van openbare bronnen, of aangeleverd door Anton Luiken op basis van industriegegevens.

Bij de modellering van doeken is rekening gehouden met uitval van materiaal door productieprocessen en snijden: 8% bij productie van vezel; 2% bij productie van doek (bronnen: (CE Delft, 2010) en expert opinion Anton Luiken).

2.2.4 Allocatie

Allocatie is het toerekenen van milieu-impact (van een proces) aan meerdere nuttige producten (van dat proces). Allocatie speelt een rol bij viscose, tencel, wol en leer.

Viscose en tencel

Viscose en tencel worden geproduceerd uit pulp, gemaakt van houtvezel. Allocatie wordt toegepast bij:

- de diverse houtproducten van de boom (rondhout, resthout, chips);
- co-/restproducten uit pulpproductie (azijnzuur en NaOH).

Zowel de Ecoinvent-database (hout) als (Shen & Patel, 2010) (bijproducten) passen economische allocatie toe.

Wol

Allocatie wordt toegepast bij wol versus vlees. In de studie (Wiedeman, et al., 2015) worden diverse allocatiemethoden met elkaar vergeleken, voor diverse typen schapenhouderijen. Het gaat om zowel economische als biofysische allocatiemethoden. De resultaten daarvan worden besproken in Paragraaf 3.4.4 en zijn te zien als range in de grafieken met resultaten in Hoofdstuk 3. De basisgegevens voor wol zijn afkomstig uit de Ecoinvent-database, die standaard economische allocatie toepast.

Leer

Allocatie wordt toegepast bij melk versus dier ('live weight') en vervolgens bij de diverse producten van het dier na slacht (huid, vlees van diverse kwaliteit, botten, etc.). Volgens de onlangs opgestelde EU Product Category Rules voor uitvoer van LCA voor leer, wordt voor de eerste allocatie biofysische allocatie toegepast, en economische allocatie voor de tweede (Fontanella, et al., 2016).

2.2.5 Kortcyclisch biogeen CO₂

Kortcyclisch CO₂ is de naam voor CO₂ uit de lucht, die door biobased materialen wordt opgenomen, als zij groeien, en wordt vastgelegd in het materiaal als koolstof (C). Het heet kortcyclisch, omdat de CO₂ zeer recentelijk is vastgelegd, anders dan bij fossiele grondstoffen (op oliebasis), waarbij het CO₂ al zeer lang geleden is opgenomen als koolstof.

Nu is de kwestie of je de opgenomen CO₂ mag meerekenen in de carbon footprint (CO₂-impact) van een stof. Voor de fossiele stoffen is dit duidelijk: nee. De onttrekking van CO₂ aan de atmosfeer vond

immers zeer lang geleden plaats. Voor biobased is er wat voor te zeggen om het opgenomen CO₂ wel mee te nemen: biobased materialen hebben immers recentelijk CO₂ onttrokken aan de atmosfeer. Maar LCA-technisch is besloten (ISO) om deze opname van CO₂ niet mee te nemen, omdat deze ook weer zal worden uitgestoten, soms heel snel (verpakkingen), soms na wat langere tijd (bouwmaterialen). In LCA wordt daarom bij de verbranding van biobased materialen de CO₂-uitstoot niet inbegrepen, maar bij fossiele grondstoffen wel.

2.2.6 Analysemethodes voor impactanalyse

Voor het uitdrukken van de milieuresultaten gebruiken we drie methodes:

- ReCiPe single score (RIVM, 2016);
- Klimaatimpact (IPCC, 2014);
- AWARE-methode voor waterschaarste (Boulay, et al., 2017).

De ReCiPe-methode en de klimaatimpactmethode van het IPCC houden beide rekening met climate carbon feedback.

Klimaatimpact

De klimaatimpact, uitgedrukt in de emissie van CO₂-equivalenten, is het milieueffect waar maatschappelijk de meeste nadruk op ligt. Klimaatimpact is ook een milieueffect waar consumenten (een beetje) een beeld bij hebben. In praktisch elke LCA-studie wordt de klimaatimpact berekend. Het is dus mogelijk om resultaten van andere LCA-studies te gebruiken, zoals voor zijde het geval is, of rangvolgordes te vergelijken die op de klimaatimpact zijn gebaseerd.

ReCiPe single score

De ReCiPe single score is een gewogen milieuscore, genoemd naar de milieuanalysemethode ReCiPe (RIVM, 2016), waarbij een 18-tal milieueffecten wordt omgerekend naar één gewogen milieu-impactscore³. Dit wordt gedaan door eerst de milieueffecten uit te drukken in schade aan menselijke gezondheid, ecosystemen en uitputting van grondstoffen, en deze drie schadecategoriën vervolgens te wegen tot één milieuscore. Zie Bijlage D voor meer toelichting op de ReCiPe single score.

Deze single score is gekozen om de resultaten uit te drukken omdat het niet alleen kijkt naar één milieueffect, maar allerlei belangrijke milieueffecten meeneemt, bijvoorbeeld de effecten van landgebruik. Dit is zeker bij vergelijking van fossiele (synthetische) vezels en hernieuwbare (biobased) vezels van belang. Dat is een groot voordeel van de ReCiPe single score: het maakt het mogelijk om producten van diverse aard te kunnen vergelijken met inbegrip van meerdere milieueffecten. Een nadeel is wel dat de single score geen transparante indicator is; zie voor een bespreking hiervan Bijlage D.

In dit rapport maken we voor sommige vezeltypen gebruik van bestaande levenscyclusanalyses, waarvan de resultaten in een artikel zijn gerapporteerd. In Paragraaf 2.2.3 wordt uitgelegd dat ook gebruik gemaakt is, in dit rapport, van LCA-resultaten uit bestaande studies, gerapporteerd in bijvoorbeeld het *Int. Journal of Life Cycle Assessment*. In dit soort studies worden de resultaten van de klimaatimpact altijd wel gerapporteerd, maar de single score lang niet altijd. Dat komt omdat niet alle studies ook de single score berekenen. Voor viscose, tencel, leer en gerecyclede wol hebben we

³ Van de 18 milieueffecten wordt vermesting van zeewater uitgedrukt in schade en draagt dus niet bij aan de single score. Klimaatimpact heeft een bijdrage aan zowel menselijke gezondheid als schade aan ecosystemen.

zodoende geen resultaten beschikbaar van de single score (zie Paragraaf 3.2.1: de lijst met doektypen in Figuur 1 is langer dan in Figuur 2).

Waterschaarste

De AWARE-methode (Boulay, et al., 2017) is een methode die ontwikkeld is om waterschaarste uit te drukken: *"The consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE)"*.

Het is ontwikkeld door een grote groep experts op het gebied van waterschaarste en komt voort uit voortschrijdend inzicht – diverse methoden zijn in het verleden ontwikkeld – en wetenschappelijk debat. Het wordt beschouwd als de beste aanpak om waterschaarste uit te drukken.

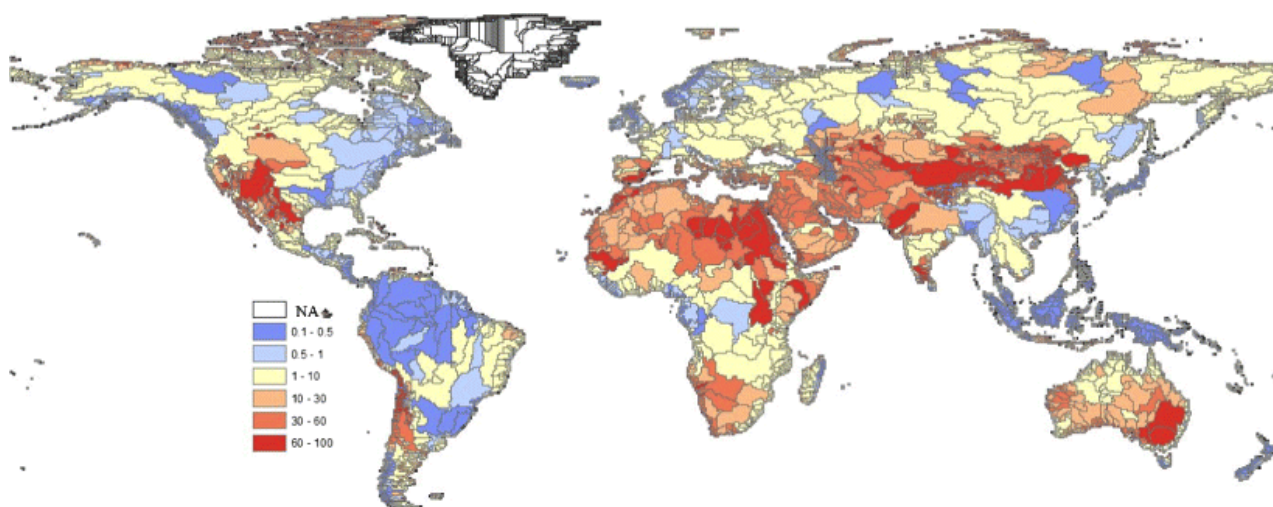
De AWARE-methode drukt het nadelige effect van waterverbruik ('blauw water') in specifieke regio's uit. In regio's waar droogte heerst is het verbruik van water problematisch. In andere, natere, gebieden leidt het verbruik van een zelfde hoeveelheid water niet tot waterschaarste. In de AWARE-methode staat deze vraag centraal: "Wat is het potentieel om een andere gebruiker, mens of ecosysteem, te beroven van water bij het consumeren van water in dit gebied?"

Daarbij gaat de methode uit van de beschikbaarheid van water (*availability*) en het gevolg op die beschikbaarheid door de vraag naar water (*demand*). Per land levert dit een score op die de ernst van waterverbruik uitdrukt.

De methode levert een score van 0,1 tot 100 voor wateronttrekking.

- 1 is het wereldgemiddelde; regio's met een waarde van 1 hebben dezelfde hoeveelheid resterend water als het wereldgemiddelde.
- Een waarde lager dan 1 geeft aan dat er meer dan gemiddeld resterend water is. In deze regio's is waterschaarste minder een probleem.
- Een waarde hoger dan 1 geeft aan dat er sprake is van ergere waterschaarste, ten opzichte van het wereldwijde gemiddelde. Hoe hoger de score, hoe groter het waterschaarsteprobleem in die regio.

Op de volgende kaart is per regio aangegeven in welke mate waterschaarste een probleem is:



Bron: (Boulay, et al., 2017), beschikbaar via: https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-017-1333-8?wt_mc=Internal.Event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst

Met deze scores (karakterisatiefactoren) kan de indicator voor waterschaarste worden berekend voor een product door de AWARE-score te koppelen aan de daadwerkelijke vraag naar water (onttrekking). Zoals in het artikel (Boulay, et al., 2017) wordt gesteld:

$$\text{WaterScarcityFootprint} = \text{Waterconsumption (inventory)} \times \text{CG}_{\text{AWARE}}$$

De waterschaarste-indicator wordt uitgedrukt in m³-equivalenten. Waterverbruik gaat om het gebruik van 'blauw water' (*blue water consumption*) ofwel het actief onttrokken water voor irrigatie of productieprocessen.

Box 2 - Terminologie: waterschaarste of waterstress?

De AWARE-methode berekent naar eigen zeggen de Water Scarcity Footprint. De term *water stress* wordt echter ook vaak gebruikt door experts bij het berekenen van de impact van waterverbruik. In het artikel bijbehorend bij de AWARE-methode (Boulay, et al., 2017) wordt aangegeven dat de termen aan elkaar gelijk zijn:

"The term scarcity is retained here for compatibility with ISO 14046, although no difference with the term 'stress' has been found in this context and other definitions of scarcity exist."

Om aan te sluiten bij de AWARE-methode hanteren we in dit rapport de term 'waterschaarste-indicator'.

AWARE versus ReCiPe

Tijdens de uitvoer van het project kwam naar voren dat voor de Groente- en Fruitkalender door Blonk Consultants de ReCiPe single score is berekend en dat daarbij ook waterschaarste (water stress) is inbegrepen, gedifferentieerd naar land. Waarom is deze methode niet toegepast in dit rapport?

Dit komt door, in redenatiestappen:

- Wij gebruiken SimaPro voor modellering van de textielketen en het toepassen van analysemethoden. Een van de analysemethoden is de ReCiPe-endpointmethode. In deze methode worden impactcategorieën⁴ uitgedrukt in schade naar menselijke gezondheid (in DALY), ecosystemen (in species.yr) en naar uitputting van grondstoffen (\$). Op moment van schrijven is in de ReCiPe-endpointmethode voor waterverbruik **geen** differentiatie naar land beschikbaar, bij het uitdrukken van de schade. De karakterisatiefactoren voor schade door waterverbruik zijn gelijk voor alle landen.
- Blonk Consultants gebruikt in de Groente- en Fruitkalender geen SimaPro. De Groente- en Fruitkalender is volledig in Excel uitgewerkt.
- Kennelijk, zo leerden we in een gesprek met Blonk Consultants, bestaan er wel karakterisatiefactoren op endpointniveau voor water, gedifferentieerd naar land. Blonk Consultants heeft deze (lange) lijst aan ons doorgestuurd.
- Deze lijst hebben we voorgelegd aan Pré Consultants (beheerder van SimaPro). Zij geven aan dat in de toekomst de karakterisatiefactoren gedifferentieerd naar land wel zullen worden toegevoegd aan de ReCiPe-methode, maar dat de factoren nog niet beschikbaar zijn voor alle in SimaPro gehanteerde regio's.
- Het handmatig invoeren van deze lijst in SimaPro, om de methode te kunnen toepassen zou onevenredig veel tijd kosten (513 getallen invoeren: matrix van drie kolommen voor schade-categorieën keer 171 landen). Het is ook heel foutgevoelig. Met Milieu Centraal is besloten dit niet te doen.

⁴ Zoals klimaatimpact, fijnstofvorming en waterverbruik.



Naast dat het zeer veel tijd zou kosten om de karakterisatiefactoren handmatig in SimaPro toe te voegen, zijn er twee andere belangrijke redenen waarom ervoor is gekozen om de AWARE-methode toe te passen, niet de endpointkarakterisatie:

1. De AWARE-methode is methodologisch gezien de best beschikbare methode op dit moment en wordt ondersteund door vrijwel alle watermethodiekexperts;
2. AWARE biedt een waterschaarste-indicator. Het is een methode puur gericht op uitdrukken van waterschaarste, in tegenstelling tot de ReCiPe-methode die gericht is op het uitdrukken van schade aan ecosystemen, menselijke gezondheid en uitputting van grondstoffen – en die dit vervolgens weegt tot één indicator. De ReCiPe-aanpak is veel minder direct en transparant en daarom minder geschikt als indicator voor waterschaarste. Het doel van ReCiPe is dan ook anders: het opnemen van waterschaarste in de single score.

Overige milieu-indicatoren

In Bijlage A.1 worden ook de resultaten voor landgebruik en primaire energiebehoefte weergegeven per vezeltype.

3 Milieuanalyse, ranking

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het resultaat van de analyse, de ranking van de diverse vezeltypen (op doekniveau) getoond en besproken. We kijken hier naar de gewogen ReCiPe-score, de klimaatimpact (Paragraaf 3.2) en naar waterschaarste. De ranking volgens de klimaatimpact en ReCiPe single score wordt ook vergeleken met twee andere bestaande rankings, die van de Higg-index en van Made-By.

Daarna worden enkele vezeltypen nader besproken: katoen, zijde, leer, bamboevezel en viscose, en wol. Deze vezeltypen worden nader besproken omdat er bijvoorbeeld diversiteit is in productie – bijvoorbeeld conventionele teelt versus biologische teelt – of omdat de impact in verschillende regio's verschilt of omdat er voor een vezeltype diverse bronnen bestaan met milieu-informatie.

Aan het eind van het hoofdstuk gaan we in op twee milieukundig relevante handelingsperspectieven voor de consument die gerelateerd zijn aan textielproducten (dus niet aan vezel- of doektype).

Bij de bespreking van de resultaten worden ook conclusies getrokken, die Milieu Centraal kan gebruiken in haar communicatie naar de consument. In Hoofdstuk 6 zetten we de conclusies uit het hele rapport nog eens op een rij.

Bij dit hoofdstuk hoort een aantal bijlagen, met meer informatie:

Bijlage A.1 Milieuresultaten in tabelvorm

Bijlage A.2 Resultaten en ranking volgens de Higg-index

3.2 Resultaten en ranking klimaatimpact en ReCiPe single score

3.2.1 Ranking resultaten klimaatimpact en ReCiPe single score

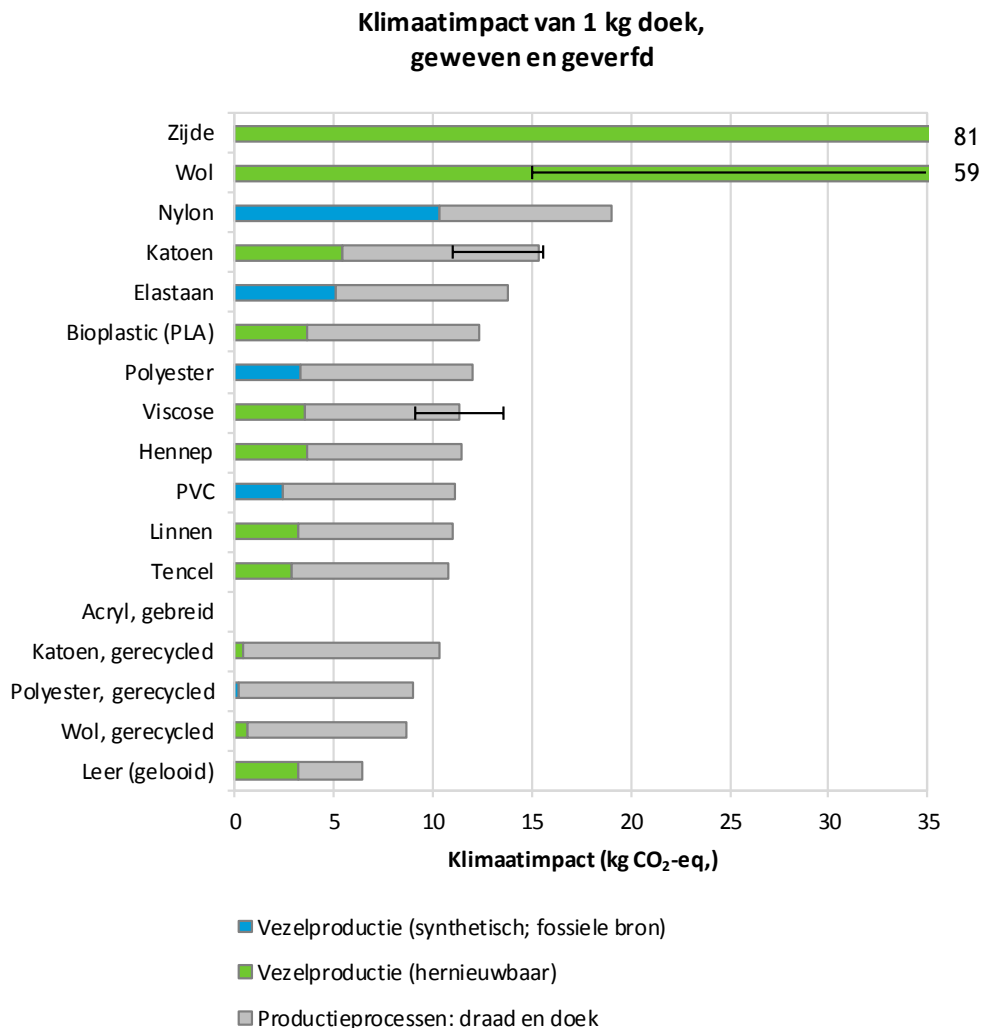
De milieuresultaten en ranking van de diverse typen doek per kg is te zien in Figuur 1 (klimaatimpact) en Figuur 2 (de gewogen milieuscore ReCiPe single score). De resultaten komen voort uit de modellering beschreven in Paragraaf 2.2 en in Bijlage B. In Bijlage A.1 zijn de resultaten in tabelvorm te vinden.

In de figuren komt de fase 'vezelproductie' overeen met de stappen grondstofwinning uit Tabel 1. Productieprocessen voor draad en doek omvatten de stappen: productie van garen, voorbehandeling, doekproductie, kleuren van het doek en afwerking/nabehandeling. In Bijlage B staat aangegeven welke variant van elke productiestap van toepassing is op ieder vezeltype.

In kleur is aangegeven of het gaat om een vezel van hernieuwbare oorsprong ('biobased', groen) of om een synthetische vezel (op fossiele basis, blauw).

Resultaten klimaatimpact

Figuur 1 - Klimaatimpact per kg geverfd doek, diverse vezeltypen



NB: variatiebalken:

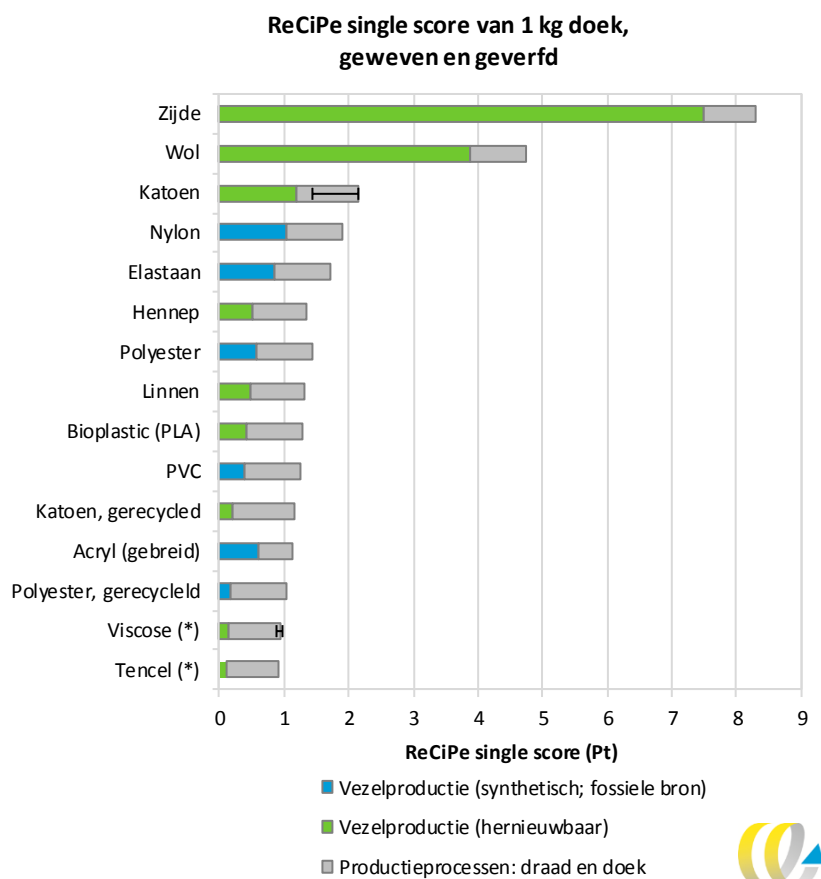
- Voor katoen is, naast de Ecoinvent-database, nog een andere bron beschikbaar (Cotton Inc., 2012). Deze biedt milieu-informatie op wereldschaal: een gewogen gemiddelde van de grootste katoenproducerende landen. Deze bron levert een iets lagere score dan door CE Delft berekend; deze lagere score wordt aangegeven met het variatiebalkje. Variaties tussen landen komen vooral door verschil in input van kunstmest en bestrijdingsmiddelen, energiegebruik voor landbewerking en de opbrengst per hectare. Zie Paragraaf 3.4.1 voor een uitgebreider bespreking.
- De ReCiPe single score voor viscose is een indicatie en hoogstwaarschijnlijk een te lage indicatie, aangezien alleen energieverbruik, CO₂-emissie, landgebruik en waterverbruik zijn inbegrepen. Ook zijn geen toxische emissies of verwerking van afvalstromen opgenomen in de indicatie, omdat de inventarisatie daarvan niet is weergegeven in het LCA-rapport dat we hebben gebruikt voor dit onderzoek (Shen & Patel, 2010). Het resultaat is het gemiddelde van productie in Oostenrijk (lage waarde van variatiebalk) en Azië (hoge waarde van variatiebalk).
- Wol: de range van 15-37 kg CO₂-eq. is op basis van LCA-resultaten in (Wiedeman, et al., 2015).

NB: Bij synthetische vezels kan men in gedachten houden: als het doek wordt verbrand na afdanking treedt er een extra emissie op van ongeveer 2 kg CO₂-eq./kg doek (niet getoond). Bij hernieuwbare oorsprong is er geen extra emissie.

Resultaten ReCiPe single score

Voor niet alle vezeltypen kan de ReCiPe single score worden berekend. De single score kan niet worden berekend als er gebruik is gemaakt van bestaande LCA-resultaten, waarbij de ReCiPe-score niet wordt gerapporteerd in het LCA-rapport. Dit is het geval voor viscose, tencel, leer en gerecyclede wol.

Figuur 2 - ReCiPe single score (gewogen milieuscore) per kg geleverd doek, cradle-to-gate, diverse vezeltypen



NB:

- Voor katoen is, naast de Ecoinvent-database, nog een andere bron beschikbaar (Cotton Inc., 2012). Deze biedt milieu-informatie op wereldschaal: een gewogen gemiddelde van de grootste katoenproducerende landen. Deze bron levert een iets lagere score dan door CE Delft berekend; deze lagere score wordt aangegeven met het variatiebalkje. Variaties tussen landen komen vooral door verschil in input van kunstmest en bestrijdingsmiddelen, energiegebruik voor landbewerking en de opbrengst per hectare. Zie Paragraaf 3.4.1 voor een uitgebreider bespreking.
- * De ReCiPe single score voor viscose en tencel is een indicatie en hoogstwaarschijnlijk een te lage indicatie, aangezien alleen energieverbruik, CO₂-emissie, landgebruik en waterverbruik zijn inbegrepen. Ook zijn geen toxische emissies of verwerking van afvalstromen opgenomen in de indicatie, omdat de inventarisatie daarvan niet is weergegeven in het LCA-rapport dat is gebruikt voor dit onderzoek (Shen & Patel, 2010).
- De variatiebalk bij viscose representeert productie in Oostenrijk (lage waarde van variatiebalk) en Azië (hoge waarde van variatiebalk).

Bespreking van resultaten uit Figuren 1 en 2

De totaalresultaten van de meeste doeken liggen dicht bij elkaar: tussen 1 en 2 Pt (ReCiPe single score) en tussen 10 en 15 kg CO₂-eq. (klimaatimpact). Voor deze doeken geldt dat verschillen in productiestappen een groter verschil kunnen opleveren dan het verschil tussen de diverse vezeltypen. Zo is er verschil tussen breien en weven, en heeft vezeldikte invloed. Deze onderwerpen worden nader besproken in Paragrafen 3.2.2 en 3.2.3.

Synthetische vezels

Synthetische vezels zijn gemaakt uit fossiele grondstoffen (aardolie) en de impact komt dan ook voornamelijk voort uit energiegebruik voor grondstofwinning, raffinage en opwerking tot kunststof(vezel). Van de synthetische vezels heeft nylon de hoogste impact voor productie. De synthetische vezels zullen bij verbranding na afdanking een hogere impact hebben dan de (CO₂-neutrale) hernieuwbare vezels. De klimaatimpact van verbranding is ongeveer 2 kg CO₂-eq./kg doek. Dit is niet inbegrepen bij de milieuscore (ligt buiten de scope) en niet getoond in de figuur, maar is wel relevant voor de impact over de gehele levenscyclus van een textielproduct. Voor de synthetische vezels geldt dus des te meer dat hergebruik of recycling belangrijk is (zie ook Paragraaf 3.2).

Hernieuwbare vezels algemeen

Een aantal vezeltypen lijkt synthetisch wat betreft 'look & feel', maar is van hernieuwbare oorsprong, bijvoorbeeld viscose en tencel (uit hout). Impact van de vezel komt daar voornamelijk voort uit het productieproces: energie- en chemicaliëngebruik voor het bewerken van het hout levert de impact. Deze is echter niet hoger dan impact voor productie van de meeste andere materialen.

Bij viscose en katoen is een variatie te zien. Het zwarte streepje geeft de boven- en ondergrens aan. De variatie bij katoen komt voort omdat er meerdere LCA-studies bestaan met resultaten voor katoenteelt uit verschillende landen. Voor viscose komt de range voort uit productie in Europa en in Azië (zelfde bron; twee productiesystemen berekend). In Paragrafen 3.4.1 en 3.4.3 worden deze bronnen nader besproken.

Bij de klimaatimpact (Figuur 1) is ook een range voor wol toegevoegd, op basis van een LCA-studie (Wiedeman, et al., 2015). In deze studie worden vier verschillende wolproductiesystemen (schapenhouderijen) onderzocht. Aspecten die vooral bijdragen aan de hoge klimaatimpact van wol zijn pensfermentatie (methaanuitstoot door de schapen) en energiegebruik voor schapenhouderij. De variatie komt uit de resultaten van deze vier productiesystemen met verschillende allocatiefactoren (zowel economische en biofysische allocatie) naar wol en vlees. De laagste score werd berekend met slechts 4% allocatie naar wol; deze schapenhouderij is vooral gericht op vleesproductie, met wol als bijproduct. Voor wolproductie op grote schaal, voor de textielindustrie, is dit een onrealistisch scenario. Toch leidt ook zo'n lage allocatiefactor tot een relatief hoge score en komt wol hoog in de ranking uit. Zie Paragraaf 3.4.2 voor nadere bespreking van leer en de allocatiefactoren.

Productieprocessen algemeen

Voor de meeste doeken geldt dat de textielproductieprocessen samen (inclusief verf- en veredelingsprocessen) een hogere impact opleveren dan productie van de vezel. Er zijn nog wel verschillen tussen de doeken te zien, maar de verschillen die voortkomen uit vezelproductie worden relatief kleiner, als we kijken op doekniveau. Het lijkt daarom dat het selecteren van een vezel met een lage impact niet zoveel nut heeft, maar dat is niet zo. Immers, als de vezel eenmaal is geproduceerd volgt onherroepelijk doekproductie; de vezel en het draad zijn tussenproducten.

Op wereldschaal wordt enorm veel textiel geproduceerd. Het voorkomen van productie levert de meeste milieuwinst op (bijvoorbeeld door het voorkomen van onnodige aankopen, het hergebruiken van textiel (tweedehands)).

Twee vezeltypen springen er duidelijk uit: wol en zijde.

Zijde

Zijde heeft een zeer hoge impact per kilogram, die deels voortkomt uit het inefficiënte productieproces. Zijderupsen eten moerbeiblaadjes, die speciaal worden geteeld voor de zijderupsen. Er is 26 kg aan blaadjes nodig voor de productie van 1 kg aan zijde (Astudillo, et al., 2014). Energiegebruik voor de teelt (met name voor irrigatie) is een belangrijke factor in de milieu-impact. Als de rupsen een cocon hebben gesponnen wordt deze gekookt, waarvoor energie nodig is en emissies vrijkomen. Zijde-producten zijn echter licht in gewicht, vergeleken met vergelijkbare kledingstukken van ander materiaal. Wanneer een zijden product meer dan 8x lichter is dan een in functie vergelijkbaar textielproduct van een ander materiaal, is de milieu-impact vergelijkbaar of lager dan de variant uit dat andere materiaal.

Wol

Wol heeft, volgens de milieugegevens in de Ecoinvent-database, ook een veel hogere impact dan de andere vezels. De impact komt door de methaanuitstoot van schapen en door de schapenhouderij, zoals landgebruik, teelt van additioneel voer en energiegebruik.

De variatiebalk geeft een range van resultaten aan volgens een andere studie, (Wiedeman, et al., 2015). De laagste score uit de range wordt behaald voor wol van schapen die primair gehouden worden voor hun vlees. In Paragraaf 3.4.4 wordt dieper ingegaan op de resultaten van Ecoinvent en (Wiedeman, et al., 2015). Voor de consument geldt: als een vergelijkbaar product van een andere vezel ongeveer evenveel weegt als het wollen product, dan zal het wollen product een hogere impact hebben.

Aan de onderkant van de ranking vallen leer en gerecyclede vezels op.

Leer

Leer heeft een relatief lage klimaatimpact per kg. Leer heeft wel een hoge dichtheid per m² (een leren jas is doorgaans zwaarder dan een jas van katoen/kunststof). De lage impact komt met name doordat een groot deel van de (milieuvervuilende) veehouderij toebedeeld wordt aan de andere nuttige producten van het dier, zoals melk, wol en – na slacht – vlees. Waar een kg rundvlees, bijvoorbeeld, een klimaatimpact heeft van 22 tot 58 kg CO₂-eq. heeft, heeft runderleer een impact van 3 kg CO₂-eq. per kg leer. Dat komt dus door de allocatie: leer is, ook economisch gezien, een bijproduct van de vleesindustrie. Bij leer geven de ‘productieprocessen’ de impact van het leerlooien weer.

Er is helaas geen ReCiPe single score beschikbaar van leer. Wel wordt in de LCA van leer (Fontanella, et al., 2016), waar het resultaat uit afkomstig is, een andere manier van weging toegepast. Deze is niet één-op-één vergelijkbaar met de ReCiPe single score, maar biedt wel inzichten. In Paragraaf 3.4.2 worden de allocatiefactoren toegelicht en wordt de impact van leer nader besproken.

Gerecyclede vezels

Gerecyclede vezels – rPET, gerecycled katoen en gerecycled wol – hebben een zeer lage milieu-belasting. Uiteraard zijn daarna wel productieprocessen nodig voor het maken van het doek; het zijn deze productieprocessen die de impact teweegbrengen. De zeer lage impact van de gerecyclede vezels zelf onderstreept het belang van inzameling en recycling van materiaal (niet alleen van textiel): de impact van recyclede materialen is vrijwel altijd lager dan van virgin productie van materiaal. Zie voor meer achtergronden Paragraaf 3.5.

Handelingsperspectieven: mogelijkheden en onmogelijkheden

Omdat de totaalresultaten per kg doek zo dicht bij elkaar liggen, is het op basis van deze analyse niet goed te zeggen dat het ene stuk textiel beter is dan het andere. In de praktijk komt verschil in impact voort uit een combinatie van vezeltype, vezelherkomst, draaddikte en de combinatie van productie-technieken. En dit verschilt per product. Het is voor de consument niet te zien, aan een textielproduct hoe het product is geproduceerd.

De consument heeft via het label wel zicht op de vezelsamenstelling van het product. Zijde en wol hebben hoge impactresultaten. Sommige vezeltypen kennen varianten, zoals biologisch geteeld katoen (biokatoen) versus conventioneel katoen en gerecyclede vezel versus virgin vezel. In deze gevallen zijn er wel handelingsperspectieven voor de consument: het biokatoen is te prefereren boven conventioneel katoen (zie de bespreking in Paragraaf 3.4.1) en gerecyclede vezel boven virgin vezel.

Bespreking: ReCiPe single score versus klimaatimpact

Bij de ReCiPe single score is te zien dat de biotische materialen in de ranking hoger scoren (= grotere impact) ten opzichte van niet-hernieuwbare vezels, in vergelijking met de klimaatimpactranking. Landgebruik heeft een groot aandeel hierin, zoals te zien is in Tabel 3. Vooral bij katoen, wol en linnen is het aandeel landgebruik hoog. Productie van de vezel heeft doorgaans een iets groter aandeel in de score, dan bij de klimaatimpact.

Als we kijken wat de bijdrage is van de afzonderlijke milieueffecten aan de ReCiPe single score, zien we dat een aantal milieueffecten de grootste bijdrage levert:

- klimaatimpact (zowel menselijke gezondheid als ecosystemen);
- uitputting van fossiele bronnen, vooral voor de kunststofvezels;
- landgebruik, vooral voor de vezels van biotische oorsprong;
- fijnstofvorming en toxiciteit (menselijke gezondheid) in iets mindere mate;
- waterverbruik (uitgedrukt in schade volgens de huidige ReCiPe-methode, zie Paragraaf 2.2.6).

Een aantal milieueffecten, zoals ecotoxiciteit, vermeting en verzuring, draagt vrijwel niets bij aan de ReCiPe single score. Dit betekent niet dat ze geen milieuscore hebben maar dat de scores zodanig laag zijn dat ze tot relatief lage schade leiden ten opzichte van de andere, hoogscorende milieueffecten. Emissies naar de bodem door kunstmestgebruik zijn wel gemodelleerd, maar dragen weinig bij aan de daadwerkelijke schade, net als pesticidengebruik. Dat klinkt nogal vreemd en dat is het ook. Helaas is dit een beperking van gewogen milieuscores: lokale effecten, zoals aantasting van de bodemkwaliteit lokaal, tellen minder zwaar mee in de single score dan globale effecten, die gevolgen hebben voor veel mensen of grote gebieden.

Tabel 3 - Bijdrage van gewogen score van milieueffecten aan de ReCiPe single score, geweven doeken

	Katoen (gewogen gemiddelde, (Ecoinvent, 2016) + eigen bronnen)	Wollen doek	Viscose doek (Lenzing, gemiddelde EU/Azië)	Polyester doek (virgin)	Polyester doek (rPET)	Linnen	Elastaan
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Global warming, Human health	11%	23%	23%	16%	16%	14%	15%
Global warming, Terrestrial ecosystems	4%	8%	8%	5%	5%	5%	5%
Global warming, Freshwater ecosystems	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Stratospheric ozone depletion	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ionizing radiation	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ozone formation, Human health	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fine particulate matter formation	9%	9%	15%	15%	15%	11%	13%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Terrestrial acidification	2%	7%	2%	2%	2%	2%	1%
Freshwater eutrophication	0%	0%	1%	1%	1%	0%	1%
Terrestrial ecotoxicity	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Freshwater ecotoxicity	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Marine ecotoxicity	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Human carcinogenic toxicity	1%	1%	2%	2%	3%	2%	2%
Human non-carcinogenic toxicity	2%	1%	3%	3%	3%	2%	2%
Land use	14%	21%	4%	1%	1%	20%	0%
Mineral resource scarcity	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fossil resource scarcity	33%	27%	38%	54%	53%	39%	50%
Water consumption, Human health	14%	1%	3%	1%	1%	2%	5%
Water consumption, Terrestrial ecosystem	9%	1%	2%	1%	1%	1%	4%

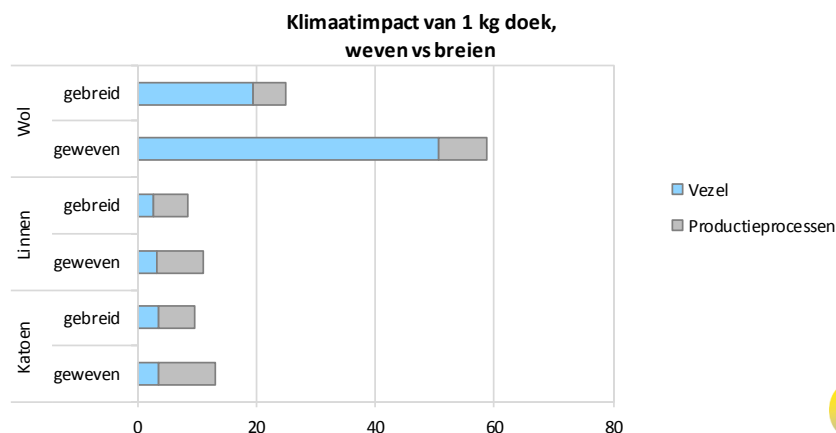
3.2.2 Verschil tussen weven en breien

Het verschil per toepassing of het doek wordt gemaakt door middel van weven of breien. Zo zijn broeken vooral geweven en shirts vaak gebreid (tricotstof, T-shirtstof). Wol wordt vaak gebreid voor truien en geweven (en vervilt) voor jassen. Het breien maakt de stof rekbaar.

Er is milieukundig verschil tussen het weven en breien van doek. Weven heeft een hogere milieuscore. Het weven zelf vergt iets meer energie, maar het verschil komt vooral doordat bij weven extra processtappen nodig zijn. De garens moeten worden gesterkt om ze slijtvaster te maken, zodat ze niet breken tijdens het weven. Na het weefproces wordt het garen weer ontsterkt en worden de vezeltjes die uitsteken afgebrand.

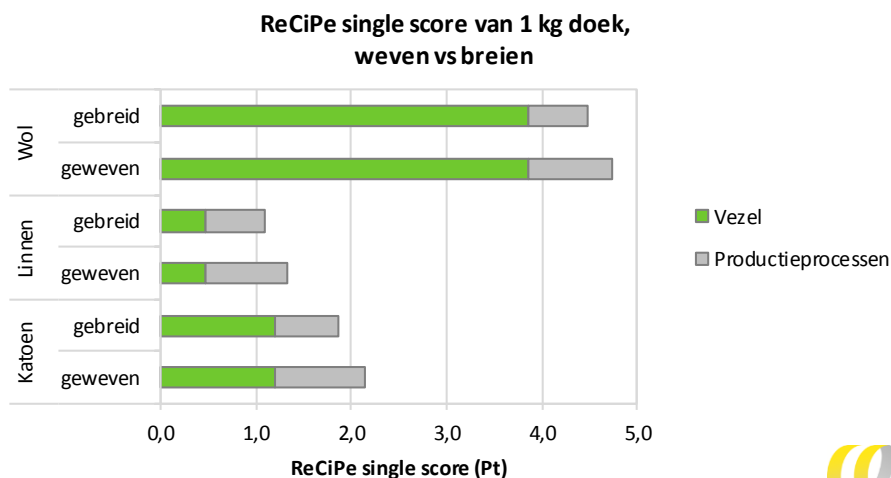
Om het verschil tussen weven en breien te zien, zijn beide methoden berekend voor katoen, wol en linnen (zie Figuur 3). De score van de geweven variant is 3 tot 5 kg CO₂ per kg doek hoger. Op de totale klimaatimpact gezien is dat een 17% (wol) tot 25% (katoen en linnen) lagere score.

Figuur 3 - Klimaatimpact, verschil tussen weven en breien



Het verschil tussen weven en breien is ook in de ReCiPe single score zichtbaar. De score van een vergelijkbaar gebroid doek is ongeveer 0,3 Pt lager. Vergeleken met geweven stof, heeft gebroide stof een 6% (wol) tot 18% (linnen) lagere ReCiPe single score.

Figuur 4 - ReCiPe single score, verschil tussen weven en breien



Het hangt van de toepassing af en van de functie van het product welke vezel(mix) wordt gebruikt en of die vezel(mix) wordt geweven of gebroid. Omdat verschillende producten totaal andere functies hebben is het niet mogelijk om de consument te adviseren gebroide stoffen te verkiezen boven geweven stoffen.

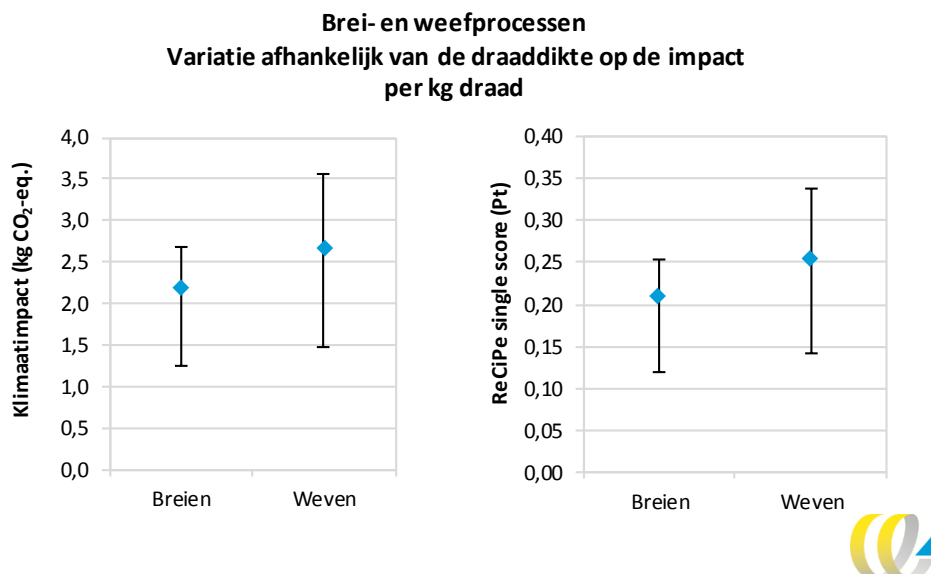
Figuur 5 toont de klimaatimpact en ReCiPe singles score van 1 kg breien en 1 kg weven, ongeacht het type doek. Wel is er verschil gemaakt tussen een dikke (>25 tex) of dunne draad (<17 tex). De resultaten zijn dus van toepassing op alle vezeltypen. Weven is energie-intensiever dan breien en dat is terug te zien in de resultaten.

3.2.3 Effect van draaddikte

De dikte van het draad is van invloed op de energie voor productie: hoe dunner de draad, des te meer energie nodig is per kg materiaal, voor het extruderen, spinnen, weven en/of breien. Te zien is dat het verschil tussen een dikke en een dunne draad kan oplopen tot 2 kg CO₂-eq./kg draad bij weven.

De klimaatimpact van de meeste doeken ligt, in de basisanalyse tussen de 10 en 15 kg CO₂-eq./kg doek. Een variatie van 2 kg CO₂-eq. levert dan een variatie op van 12 tot 25%.

Figuur 5 - Variatie in de klimaatimpact en ReCiPe single score door draaddikte, bij weven en breien



Deze resultaten worden getoond om te demonstreren dat verschil in productie meer kan uitmaken dan de vezelkeuze. Het ondersteunt de conclusie dat er geen oordeel gemaakt kan worden op vezeltype als de impact dicht bij elkaar ligt: dit is het geval bij alle vezeltypen met uitzondering van wol en zijde. Leer is ook een uitzondering, want dit wordt gelooit (en niet gebreed of geweven).

Voor consumenten is er geen duidelijk handelingsperspectief. Immers, producten die zijn gemaakt met een dunnere vezel zijn vaak ook lichter (dunnere stof), wat de hogere impact weer compenseert omdat er minder grondstof nodig is. De consument kan dus in de winkel weinig met dit gegeven.

3.3 Resultaten waterverbruik en waterschaarste

3.3.1 Waterverbruik (blue water footprint)

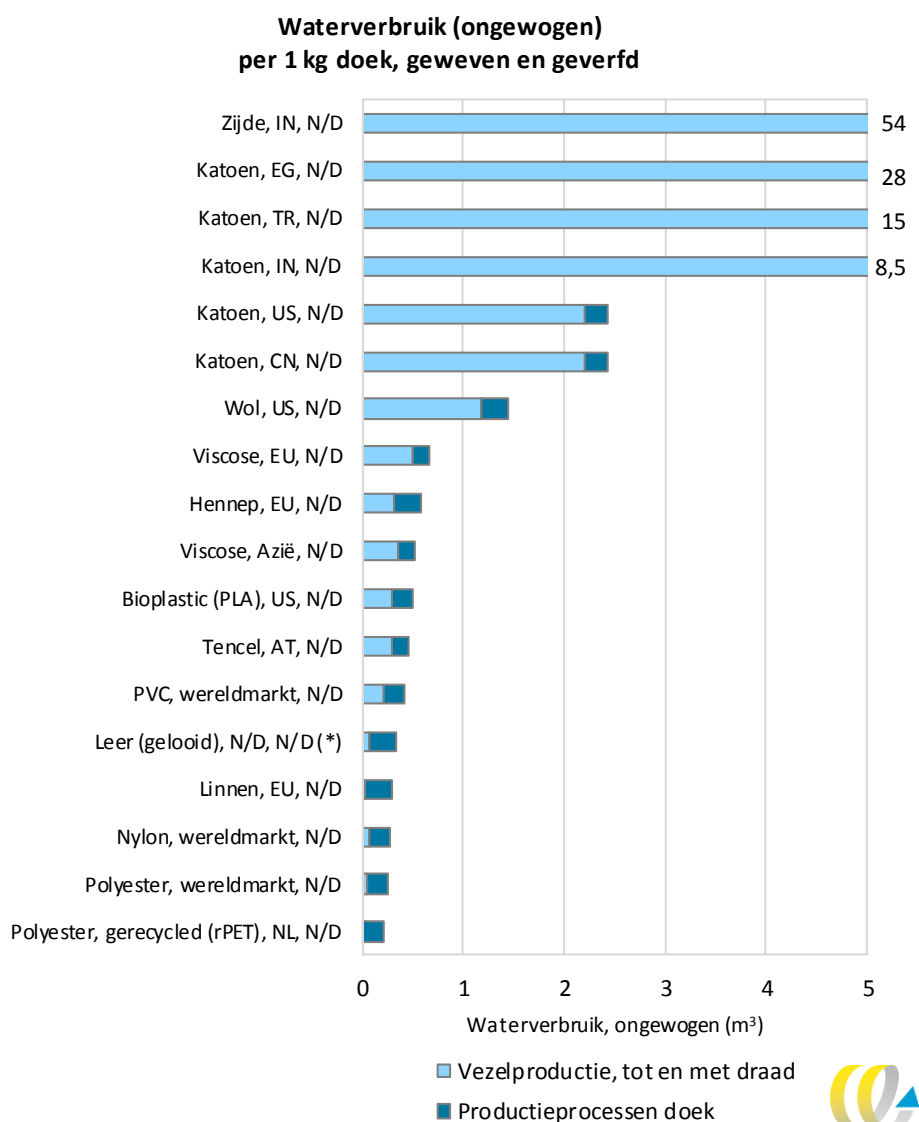
In Figuur 6 is het waterverbruik per kg doek te zien. Per doektype staat, in de naam:

- het vezeltype;
- het land van herkomst van de vezel;
- het land waar het doek is geproduceerd.

In de resultaten is een uitsplitsing gemaakt tussen productie van de vezel en productie van het doek. Voor productie van de vezel is het land of de regio geselecteerd die het best aansluit bij de milieukundige gegevens die ten grondslag ligt aan de resultaten (LCA of LCI). We tonen vijf verschillende

locaties van katoenteelt omdat we milieukundige gegevens beschikbaar hebben van waterverbruik voor katoenteelt in diverse landen. Het land van productie van het doek is niet nader gedefinieerd; dit is aangegeven met N/D. Immers, het doek kan in vele landen geproduceerd worden. Als het waterverbruik niet gedefinieerd is (N/D) dan is waterverbruik in de milieuprofielen opgenomen als 'water, unspecified natural origin', zonder aanduiding van het land. Als het land of de regio wel gespecificeerd is, dan is in de milieuprofielen waterverbruik uitgegaan van 'water, unspecified natural origin, (land/regio)', dus met selectie van het specifieke land of regio.

Figuur 6 - Waterverbruik per kg doek (blue water footprint)



Het grote verschil in waterverbruik zit in de vezelproductie.

Zijde heeft het hoogste waterverbruik per kg. Dit komt doordat de zijderups, die de cocon maakt, wordt gevoerd met moederbladjes. De moederplanten worden geïrrigeerd en voor de productie van een kg zijde is 26 kg aan blaadjes nodig.

Katoen heeft na zijde het hoogste waterverbruik per kg katoen (blue water footprint). Van katoen zijn data van meerdere landen beschikbaar. Te zien is dat er grote verschillen zijn tussen de landen. Er is verschil in behoefte aan toegevoegd water – er is minder toegevoegd water nodig als er meer regen valt en als het minder warm is – en verschil tussen (de efficiëntie van) de toegepaste irrigatiemethoden. De Ecoinvent-database maakt gebruik van het wereldwijd gemiddelde waterverbruik zoals gerapporteerd in (Cotton Inc., 2012).

Van **hennep en linnen** zijn Europese teeltgegevens beschikbaar. Volgens de bron wordt in Europa voor hennep en linnen niet geïrrigeerd. Als hennep en linnen afkomstig is uit landen waar wel irrigatie plaatsvindt dan is het waterverbruik uiteraard hoger.

Voor **PLA** is een dataset beschikbaar van productie in de VS. Het PLA wordt geproduceerd uit maïs, waarbij wel irrigatie plaatsvindt.

Ook **viscose en tencel** kennen waterverbruik; dit komt voornamelijk voort uit 1) de productie van de pulp waaruit de vezel wordt gemaakt; 2) de vezelproductie zelf en 3) in water opgeloste hulpmiddelen.

Vergeleken met PLA, viscose en tencel heeft **wol** een opvallend hoog waterverbruik. We zouden verwachten dat er geen of nauwelijks water nodig is voor het verkrijgen van de wol. Echter, in de modellering van wol, gebaseerd op Amerikaanse schapenhouderij, gaat men ervan uit dat een deel van de weidegronden wordt geïrrigeerd⁵. Uiteraard worden schapen ook vaak gehouden op weides die niet geïrrigeerd worden. Dus dit resultaat zal zeker niet voor alle wol gelden. In de andere beschikbare LCA van wolproductie in Australië (Wiedeman, et al., 2015) wordt niets over waterverbruik gezegd, wat kan betekenen dat er geen irrigatie plaatsvindt of dat waterverbruik niet is meegenomen in het onderzoek.

Leer heeft daarentegen een opvallend laag waterverbruik. Dit komt omdat slechts een klein deel van de milieu-impacts van de veehouderij wordt toegerekend aan de huid (maximaal 6% (schapenleer); minder dan 1% bij runderleer; zie Paragraaf 3.4.2 voor meer toelichting). Het waterverbruik voor voederproductie of eventuele irrigatie van weidegronden wordt voornamelijk toegerekend aan de andere dierlijke producten (melk en vlees).

Het waterverbruik van **fossiele kunststoffen – polyester, nylon en PVC** – is in de regel laag omdat er nauwelijks waterverbruik plaatsvindt tijdens productie, afgezien van een beetje verbruik van koelwater bij elektriciteitsopwekking.

Het waterverbruik voor **productie** is beperkt, ten opzichte van waterverbruik voor productie van de meeste vezels. Bij het kleuren van het doek is waterverbruik inbegrepen. In de milieukundige achtergrondgegevens (inventarisatie) wordt niet gedifferentieerd naar regio⁶. Waterverbruik hangt af van type faciliteiten en omgang met het water. Dit verschilt van locatie tot locatie.

⁵ Ecoinvent-database; waterverbruik op basis van data van het US Department of Agriculture.

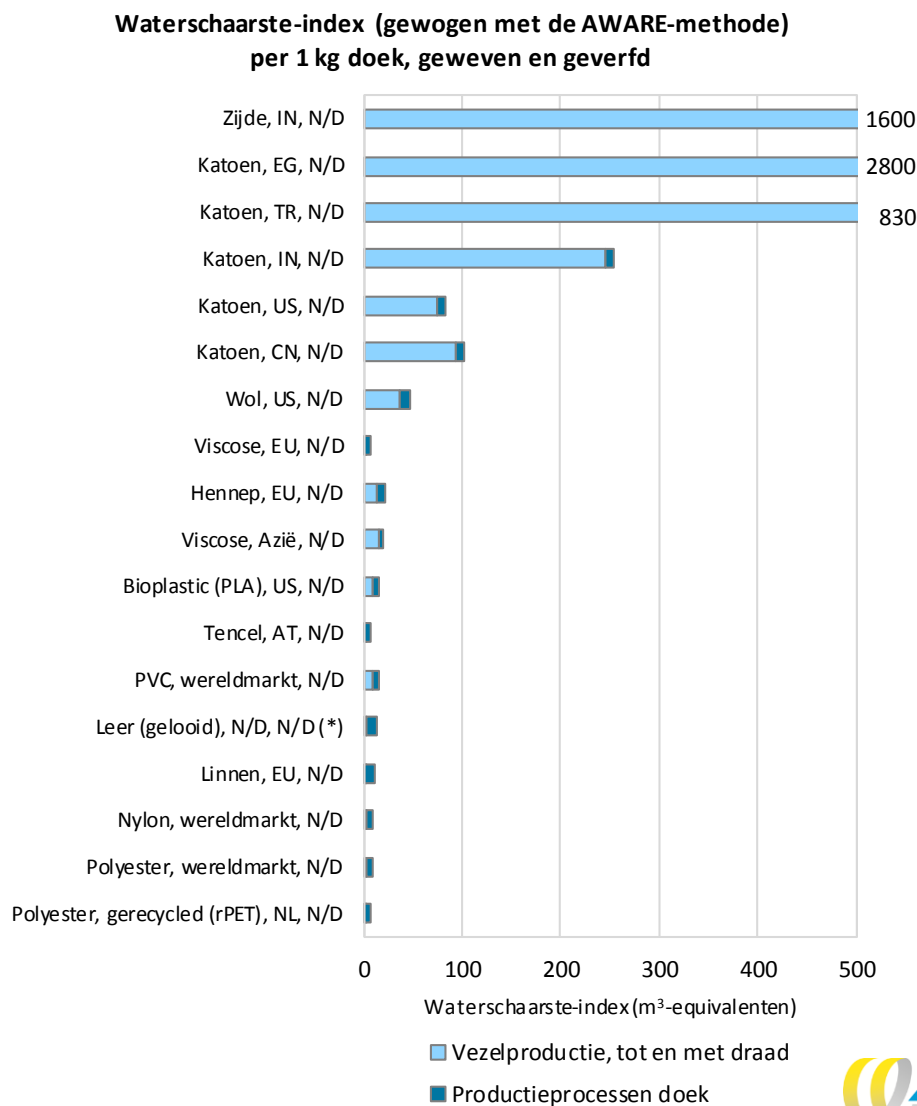
⁶ De hoeveelheid waterverbruik is op basis van typische productie in de EU (EC, 2003).

3.3.2 Waterschaarste-indicator

Met de AWARE-methode wordt het waterverbruik gewogen tot een waterschaarste-indicator. De weegfactor ligt tussen 0,1 en 100. Hoe groter het probleem van waterschaarste in de regio, hoe hoger de weegfactor van de AWARE-methode. Zie Paragraaf 2.2.6 voor toelichting op deze methode.

Als het land van herkomst niet gedefinieerd is (N/D), dan past de AWARE-methode een waarde toe van 43 m³-equivalenten, wat dus relatief hoog is.

Figuur 7 - Waterschaarste per kg doek, gewogen score afhankelijk van regio



De bijbehorende weegfactoren voor waterschaarste volgens de AWARE-methode, voor de hier getoonde landen/regio's, zijn:

Tabel 3 - Waterschaarstefactoren volgens de AWARE-methode

Land/regio	Waterschaarstefactor m ³ -equivalent
Europa	20,9
Azië	43,5
Verenigde Staten	32,8
Nederland	1,17
Oostenrijk	1,27
Egypte	98,4
Turkije	55,6
India	29,4
China	42,4
Globaal/onbekend	43

In Figuur 7 is te zien dat katoen en zijde eruit springen qua waterschaarste. We zien een versterkt beeld van de waterverbruikranking.

Zoals eerder gezegd is het waterverbruik voor doekproductie gemodelleerd als 'water, unspecified natural origin'. Daar hoort dus de waterschaarstefactor bij van 43. Ondanks deze relatief hoge weegfactor voor onbekende locatie, is de waterschaarste-index gerelateerd aan productie van het doek beperkt (de donkerblauwe balk in Figuur 7).

Bij viscose valt op dat viscose uit Azië qua waterschaarste een duidelijk hogere score heeft dan viscose uit Europa – ruim 3x zo hoog – terwijl er minder water wordt verbruikt per kg dan in Europa.

Het valt op dat katoen in alle onderzochte landen leidt tot hoge waterschaarstescores; soms tot extreem hoge. We bekeken dit nader voor de tien grootste katoenproducerende landen (volgens FAOSTAT), met behulp van het irrigatiewaterverbruik per land voor katoenteelt (Hoekstra) en de AWARE-factoren. De gegevens en resultaten staan in Tabel 4.

Tabel 4 - Waterschaarstescores voor de top-10 katoenproducerende landen

	Aandeel in katoen-productie ter wereld	Blauwe waterfootprint van katoenvezel (= irrigatiewater, m ³ /ton)	AWARE waterschaarste-factor	Gewogen waterschaarstescore (m ³ -eq./ton)
China	26%	558	42,4	23.659
India	25%	4.222	29,4	124.127
Verenigde Staten	12%	2.043	32,8	67.010
Pakistan	9%	4.876	61,4	299.386
Brazilië	5%	40	2,17	87
Oezbekistan	4%	7.556	72,3	546.299
Australië	4%	4.132	72,1	297.917
Turkije	3%	5.271	55,6	293.068
Griekenland	1%	2.682	68,4	183.449
Turkmenistan	1%	10.740	65,7	705.618

Te zien is dat katoen veelal wordt geteeld in landen met een (zeer) hoge waterschaarstefactor. Uitzonderingen zijn Brazilië, delen van de VS en (in zekere mate) China, mits de katoenteelt

Concluderend

Zijde en katoen dragen bij aan het probleem van waterschaarste. Aangezien zijde ook zeer hoge resultaten heeft voor de ReCiPe single score en de klimaatimpact, is dit een extra reden om als consument kritisch te zijn op de noodzaak om een zijden textielproduct aan te schaffen. Voor katoen is het voor de consument niet duidelijk waar het is geteeld en of er waterbesparende maatregelen worden getroffen. Als de producenten meer aandacht hieraan schenken en meer transparantie bieden over de productielocatie van de vezel (en draad), dan heeft de consument wellicht een handelingsperspectief. Maar nu nog niet plaatsvindt in het zuidelijke deel van China. In Brazilië spelen echter weer andere mogelijke milieukundige problemen, zoals (risico op) ontbossing.

3.4 Details, bespreking van afzonderlijke vezeltypen

3.4.1 Katoen

Katoen wordt in vele landen verbouwd. Er zijn meerdere studies naar de milieu-impact van katoenvezels, maar niet van alle landen zijn milieugegevens beschikbaar. De bij ons beschikbare bronnen (gemodelleerde milieugegevens) zijn:

- Ecoinvent-database: katoen uit China;
- Ecoinvent-database: katoen uit de Verenigde Staten;
- Eigen modellering van katoen uit Egypte, Turkije en India, op basis van opbrengst- en teeltgegevens⁷.

Voor de doeken hebben we een gewogen gemiddelde katoenmix opgesteld, op basis van de katoenproductie per land per jaar. De resultaten van deze gewogen mix zijn gebruikt in de ranking in Paragraaf 2.2. Samen dekken de bij ons bekende landen 66% van de katoenteelt: China (26%), India (25%), VS (12%), Turkije (3%) en Egypte (0,5%). China, India en VS vormen de top-3. Ontbrekende landen met hoge katoenproductie zijn Pakistan (9%), Brazilië (6%) en Oezbekistan (4%). Bron: FAOSTAT, 2013.

Daarnaast zijn er twee recente studies uitgebracht met milieuresultaten (milieu-impact) van katoenteelt, met focus op de grootste katoen-producerende landen. Deze studies leveren gewogen gemiddelde milieuresultaten voor katoenteelt:

- LCA of cotton fibre and fabric (Cotton Inc., 2012);
- LCA of organic cotton fibre – a global average – summary of findings (Textile Exchange, 2014).

Beide studies zijn uitgevoerd door PE International, volgens ISO-standaarden voor LCA. Helaas is landgebruik niet meegenomen in de analyse. Ter vergelijking hebben we de milieuresultaten opgenomen in SimaPro en aangevuld met landgebruik⁸. De resultaten voor de ReCiPe single score en klimaatimpact zijn te zien in Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10.

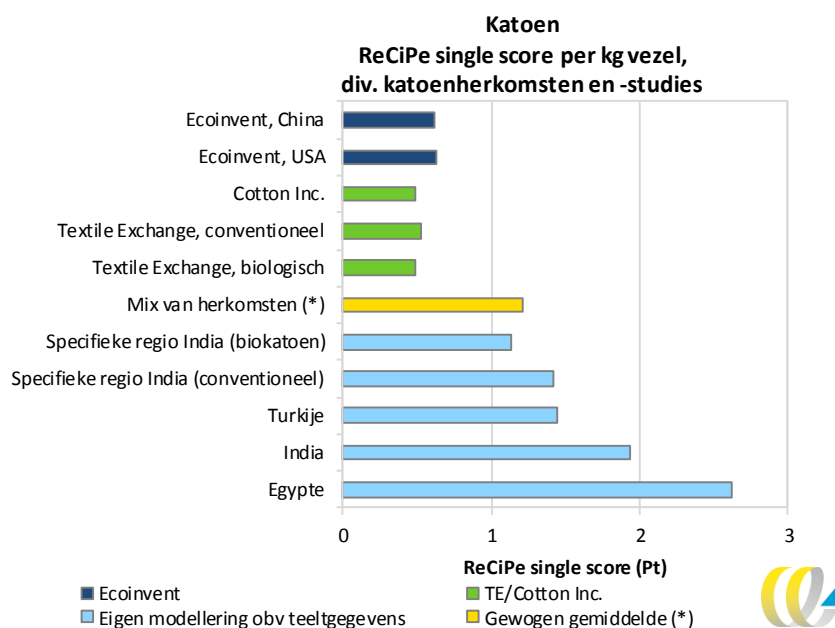
In de volgende grafieken zijn ook gegevens opgenomen voor biokatoen. De resultaten voor biokatoen versus conventioneel katoen worden verderop in deze paragraaf besproken.

⁷ Bronnen uit project 'Modint Ecotool' (CE Delft, 2013). Onder andere zijn dit FAOSTAT (Yilmaz, et al., 2005), en (Kooistra & Termorshuizen, 2006).

⁸ Op basis van 'Organic cotton, a production system' (ICAC, 2012).

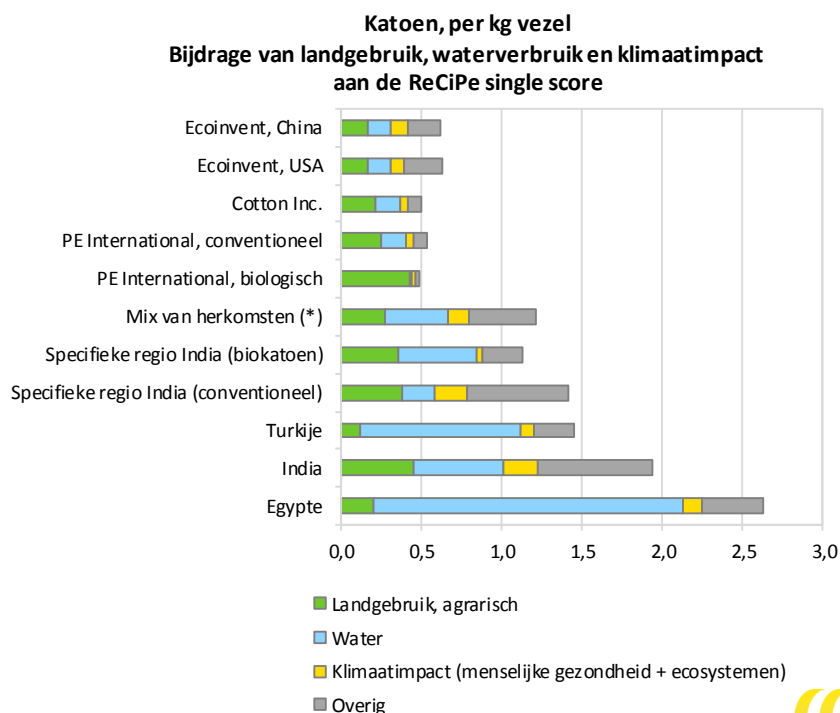


Figuur 8 - ReCiPe single score: diverse herkomsten/studies van katoen

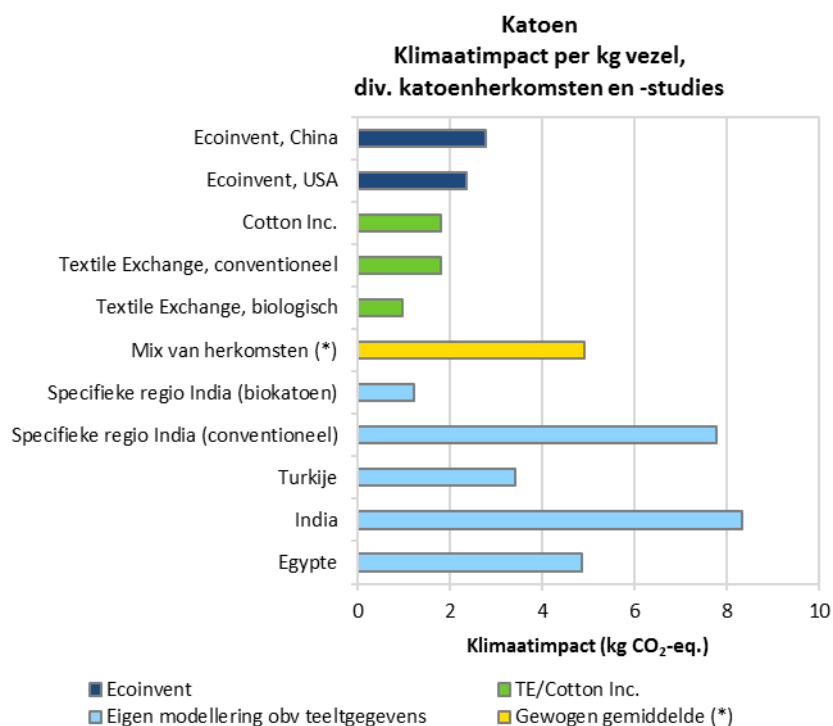


In Figuur 8 is te zien dat de verschillen soms nogal groot zijn. Er is een factor 6 verschil tussen de hoogste en laagste score. In Figuur 9 zijn de resultaten uitgesplitst en is te zien dat dit voornamelijk komt door waterverbruik, dat in de ReCiPe single score wordt meegewogen.

Figuur 9 - ReCiPe single score, uitsplitsing naar bijdrage van landgebruik, waterverbruik, klimaatimpact en overige milieu-indicatoren



Figuur 10 - Klimaatimpact: diverse herkomsten/studies van katoen



* Gewogen gemiddelde op basis van herkomst van katoen zoals beschikbaar in Ecoinvent en eigen modellering van katoenteelt in Turkije, India en Egypte.

NB: de impact per kg katoenvezel. Voor 1 kg doek is meer katoen nodig (ongeveer 1,1 kg). De impact van 1,1 kg katoen 'mix van herkomsten' is 5,4 kg CO₂-eq (zoals getoond in Figuur 1).

(Cotton Inc., 2012) en (Textile Exchange, 2014) berekenen voor de klimaatimpact lagere milieuscores dan 'onze' gewogen gemiddelde mix, die gebaseerd is op de – wat oudere – modelleringen van Ecoinvent en de specifieke modelleringen van CE Delft.

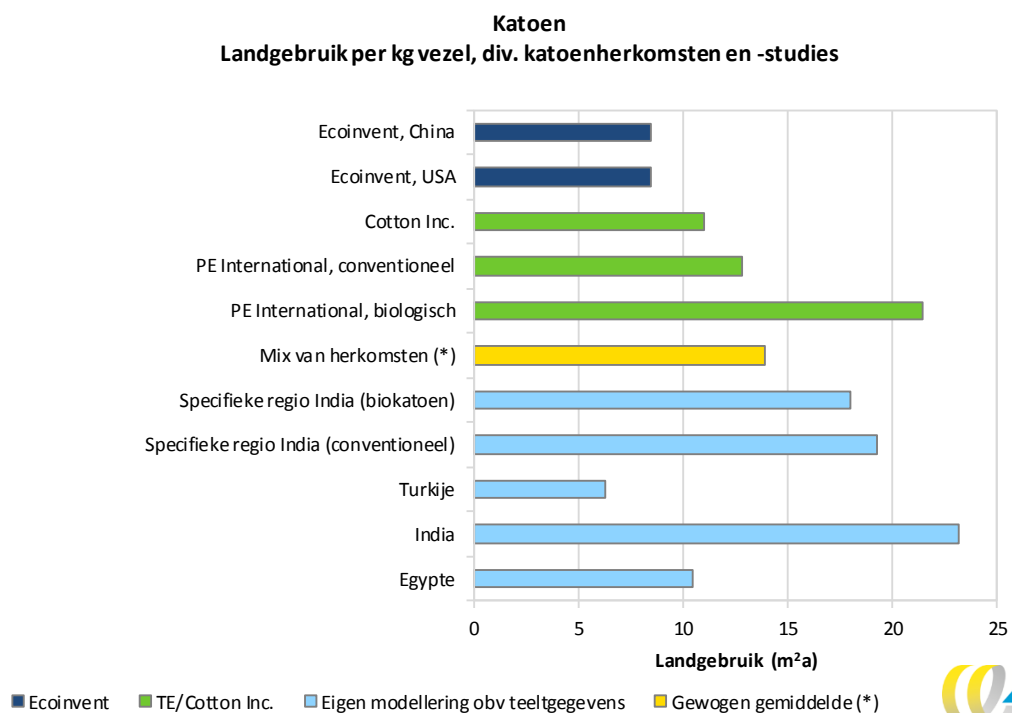
We zien grote verschillen in de impact van katoen, afhankelijk van de regio. De variaties tussen landen komen vooral door verschil in input van kunstmest en bestrijdingsmiddelen, energiegebruik voor landbewerking en de opbrengst per hectare (die mede afhankelijk is van de inputs).

Het zou goed zijn als de kledingindustrie transparant zou zijn over hun supply chain, omdat er grote verschillen zijn in impact tussen katoenvezels uit verschillende landen. Momenteel geven de kledingmerken wel inzicht in vezeltype en land van productie van het eindproduct, maar geen inzicht in waar de vezel, de draad en het doek zijn geproduceerd (en onder welke omstandigheden).

Eerder, in Paragraaf 3.2.1, concludeerden we dat katoen qua klimaatimpact niet duidelijk beter of slechter scoort dan andere vezeltypen. De klimaatimpact van katoen op basis van Ecoinvent scoort vergelijkbaar met andere vezels. Nu we naar meerdere landen kijken en meer bronnen in beschouwing nemen, blijft deze conclusie overeind: sommige landen/bronnen komen hoger uit, sommige lager.

De ReCiPe single score komt wel hoger uit voor alle andere landen/bronnen met uitzondering van Turkije. Dat wil zeggen dat de ReCiPe single score van katoen eerder aan de lage dan aan de hoge kant is, in de basisanalyse.

Figuur 11 - Landgebruik, diverse herkomsten/studies van katoen



* Gewogen gemiddelde, gebruikt in de ranking, op basis van Ecoinvent en eigen modellering Turkije, India en Egypte.

Biokatoen

Katoenteelt zorgt voor een aantal milieuproblemen, vooral op lokaal niveau. Enkele voorbeelden van problemen, die internationaal worden onderkend, zijn:

- Verschraling van de bodem en afname van de biodiversiteit door eenzijdige teelt (monocultuur) en pesticidengebruik.
- Toevoer van grote hoeveelheden meststoffen om toch te kunnen telen.
- Hoog pesticidegebruik: meer pesticiden worden gebruikt voor katoenteelt dan voor welk ander gewas dan ook. De pesticiden worden vaak op manieren toegepast die schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid.
- Bijdrage aan waterschaarste door (inefficiënte) irrigatie. De katoenplant heeft veel water nodig om katoen te produceren.

Als respons op deze problemen wordt ingezet op biologische teelt van katoen. Enkele verschillen met conventionele teelt zijn:

- Er mogen geen synthetische bestrijdingsmiddelen gebruikt worden.
- Er mag geen kunstmest worden gebruikt (wel dierlijke/organische mest).
- Waterverspilling wordt getracht te voorkomen middels een waterbeheerplan. Boeren hebben zodoende betere kennis van (biologische) productie van katoen en leren efficiënter te irrigeren. Echter, ook biologisch katoen mag verbouwd worden in gebieden met waterschaarste.

In de Figuur 8 t/m Figuur 10 is een tweetal resultaten voor biokatoen opgenomen. Deze komen uit twee afzonderlijke bronnen:

- Resultaten uit van 'LCA of organic cotton fibre – summary of findings' (Textile Exchange, 2014), aangevuld met landgebruik (ICAC, 2012). Deze bron berekent de impact van biokatoen wereldwijd; de resultaten representeren een gewogen gemiddelde van biokatoen ter wereld.
- Biokatoen uit een specifieke regio in India, eigen modellering op basis van een vergelijkende studie van teelt- en opbrengstgegevens. De resultaten zijn alleen van toepassing op die specifieke regio.

Het rapport van Textile Exchange (2014) concludeert:

"Textile Exchange (TE) has released the results of an international Life Cycle Assessment into organic fibre production. The study highlights the benefits of organic cotton in terms of reducing global warming potential, soil erosion, water usage and energy demand.

Compared to two independent studies of conventional cotton, organic was found to have:

- *46% reduced global warming potential;*
- *70% less acidification potential;*
- *26% reduced eutrophication potential (soil erosion);*
- *91% reduced blue water consumption (water withdrawn from groundwater or surface water bodies)."*

Positieve lokale effecten worden ook onderschreven door de meta-studie 'Biodiversity and organic farming' (Rahmann, 2011), die 766 studies is nagegaan en concludeert dat de kwaliteit van de bodem beter is bij biologische teelt dan bij conventionele teelt.

FAO⁹ geeft als belangrijk voordeel van biologische teelt dat het duurzamer is op lange termijn, omdat bij biologische teelt expliciet aandacht is voor effecten op de bodem (voorkoming van verschraling) en effecten van pesticidengebruik op middellange en lange termijn.

Biokatoen zoals gemodelleerd in (Textile Exchange, 2014) scoort milieukundig iets beter dan conventioneel katoen. Dit komt met name door de lagere klimaatimpact en het lagere waterverbruik. Het lagere waterverbruik vinden wij extra een vertekend beeld geven omdat het gaat om wereld-gemiddelden: het meeste biokatoen is wereldwijd afkomstig uit India¹⁰ (67%), terwijl India 25% van al het wereldwijd geteelde katoen produceert¹¹. Biologisch geteeld of niet: een katoenplant zal dezelfde hoeveelheid water nodig hebben om te groeien.

Dat de vergelijking biokatoen vs. conventioneel katoen per locatie kan verschillen, is te zien in de resultaten voor de specifieke regio in India. In deze regio scoort biokatoen beter op het klimaat-effect, vergelijkbaar qua landgebruik en slechter qua waterverbruik.

Mondiaal gezien is de opbrengst per hectare van biokatoen lager dan van conventioneel katoen. Dit komt ook doordat in India de opbrengst per hectare lager ligt dan in China: in India wordt verreweg het grootste deel van het biokatoen geteeld, maar het land levert een kwart van het wereldwijd geproduceerde conventionele katoen. Er zijn slechts enkele studies beschikbaar die de opbrengst vergelijken bij teelt in dezelfde regio. Resultaten verschillen. Soms wordt een lagere opbrengst voor biokatoen gerapporteerd, soms een vergelijkbare en soms zelfs een hogere.

⁹ www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/

¹⁰ <http://aboutorganiccotton.org/stats/>

¹¹ www.cottoninc.com/corporate/Market-Data/MonthlyEconomicLetter/pdfs/English-pdf-charts-and-tables/World-Cotton-Production-Bales.pdf

Over landgebruik (hoeveelheid, niet kwaliteit) kunnen we dus geen algemene conclusie trekken; het zal per productiesysteem verschillen.

Tot slot kennen LCAs beperkingen die relevant zijn bij de vergelijking van biokatoen met conventioneel katoen:

- risico's voor menselijke gezondheid kunnen niet goed worden gekwantificeerd (bijvoorbeeld effecten door pesticidengebruik);
- aspecten waarin lokale omstandigheden een belangrijke rol spelen kunnen niet worden meegenomen in een mondiale beoordeling, zoals blootstelling van arbeiders aan toxische stoffen, de lokale waterkwaliteit en management van afval en afvalwater.

Biokatoen vs. conventioneel katoen: conclusie

Wij beschouwen biokatoen als een milieukundig betere keuze dan conventioneel katoen. Dit gezien de duidelijke voordelen van biokatoen: zowel lokale effecten die niet in LCA-resultaten worden uitgedrukt (zoals biodiversiteitsverlies door slecht bodemmanagement) als de diverse milieu-effectscores in (Textile Exchange, 2014) (klimaatimpact, verzuring, vermesting). Hiermee sluiten we ons aan bij het standpunt van Made-By en Textile Exchange.

3.4.2 Leer

Van leer zijn resultaten beschikbaar voor klimaatimpact en waterverbruik; de ReCiPe single score is niet beschikbaar in de LCA-studie (Fontanella, et al., 2016). De klimaatimpact en het waterverbruik van leer zijn relatief laag, vergeleken met de andere doektypen. Om de resultaten beter te begrijpen volgt hier meer uitleg over de achtergronden bij de LCA-studie waar de resultaten uit overgenomen zijn (Fontanella, et al., 2016). Deze studie is het resultaat van het PEF-traject¹² van de Europese Commissie, waar gewerkt is aan het opstellen van basisregels¹³ voor LCA-uitvoer van leer. Onderdeel van het opzetten van deze basisregels is de uitvoer van een LCA van gelooide leer, met inspraak van stakeholders in de leerindustrie. Na aanmelding bij het Technical Secretariat van de PEFCR¹⁴ Leather wordt toegang verschaft en is het rapport in te zien.

Leertypen

In de LCA-studie worden vier typen leer geanalyseerd, met verschillende gemiddelde herkomst van het leer (RP = Representative Product):

RP ID	End use	Chrome-Tanned	Vegetable-Tanned	Free of Chrome (FoC)	Animal Origin ³
RP1	Automotive and upholstery	63%	0%	37%	Bovine (100%)
RP2	Footwear and leather goods	75%	22%	3%	Bovine (66%), Calf (12%), Caprine (11%), Ovine (11%)
RP3	Garments and Gloves	100%	0%	0%	Calf (20%), Caprine (16%), Ovine (64%)
RP4	Sole leather	0%	100% ⁴	0%	Bovine (100%)

¹² PEF = Product Environmental Footprint.

¹³ In het traject is een voorgeschreven methodiek opgesteld voor LCAs van leer. Denk daarbij aan regels voor de functionele eenheid (1m² leer), systeemgrenzen (welke ketenstappen moeten worden inbegrepen), compleetheid, welke dataset met milieugegevens moet worden gebruikt voor veeteelt, allocatiefactoren en milieu-indicatoren.

¹⁴ De zogeheten PEF Category Rules (PEFCR).

Voor de ranking van leer voor textiel hebben we het gemiddelde genomen van de resultaten van RP 2, 3 en 4. RP1 is uitgesloten omdat het geen kleding betreft.

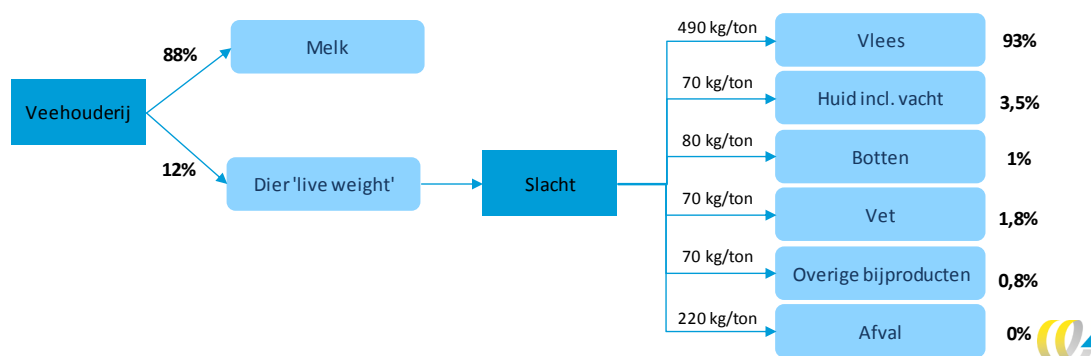
Allocatiefactoren

De lage impact is het gevolg van een lage allocatie, ofwel toerekening, van de impacts van veehouderij.

Milieu-ingrepen¹⁵ voor het conserveren en looien van de huid komen geheel op het conto van het leer. En zodoende ook de milieu-impact die voortkomt uit deze milieu-ingrepen. De milieu-ingrepen voor veehouderij en activiteiten in het slachthuis zijn echter niet volledig toe te rekenen aan de huiden (die daarna tot leer worden verwerkt). Grotendeels wordt dit toegerekend aan andere waardevolle producten van het dier, zoals melk, vlees en wol.

Tabel 5 toont de allocatiefactoren die (dienen te) worden aangehouden in LCAs voor leer volgens de PEFCR (Fontanella, et al., 2016). De veehouderij wordt eerst volgens biofysische allocatie toebedeeld aan melk en het dier zelf ('live weight'). Het dier levert na slacht diverse producten op, waarover ook allocatie plaatsvindt, nu op basis van waarde (economische allocatie). In Figuur 12 staan de allocatiegegevens van rund weergegeven. Te zien is dat de veehouderij slechts voor 12% wordt toegerekend aan het dier; de huid – 7% van het gewicht van het dier – vertegenwoordigd vervolgens slechts 3,5% van de economische opbrengst.

Figuur 12 - Allocatiefactoren



Zodoende wordt slechts een heel klein deel van de veehouderij en een klein deel van de slacht toegerekend aan runderhuid: 3,5% van 12%. Dit verklaart waarom de milieu-impacts (klimaatimpact, ReCiPe single score, waterverbruik) van runderleer zo laag uitvallen.

Tabel 5 geeft de meest relevante factoren weer voor ook schaap en geit. Hier is te zien dat er wel hogere allocatiefactoren naar het dier zijn, maar de impact van schapen en geiten is een stuk lager dan van runderen.

Tabel 5 - Allocatiefactoren voor veehouderij en slacht

	Allocatie	Rund	Schaap	Geit
A	Allocatiefactor van het dier ('Live weight'; de rest wordt gealloceerd naar melk en/of wol dat tijdens het leven van het dier wordt verkregen)	12%	81%	55%

¹⁵ Milieukundige ingrepen zijn inputs en outputs van een proces die tot milieu-impact leiden. Zoals elektriciteitsverbruik en, voor leer, gebruik van zout en chemicaliën voor het conserveren en looien.

B	Economische allocatiefactor voor de huid (rest naar vlees, wol, botten, etc.)	3,5%	7,3%	7,3%
C	Totaal allocatiefactor veehouderij aan het leer [A x B]	0,4%	5,9%	4,0%
D	Massa-aandeel huid t.o.v. overige dierproducten	7%	10,5%	10,5%

Andere milieuresultaten: alternatieve gewogen score

Het LCA-rapport biedt resultaten voor diverse milieu-indicatoren, berekend met de ILCD-methode¹⁶. Deze methode biedt een basale weging van milieu-indicatoren, die niet vergelijkbaar is met de gewogen ReCiPe single score¹⁷. Maar het resultaat biedt aanvullende inzichten dus bespreken we ze hier. Tabel 6 toont de gewogen score en de bijdrage daaraan van de diverse milieu-indicatoren.

Te zien is dat de score voornamelijk voortkomt uit:

- schadelijke emissies bij het looien;
- uitputting van grondstoffen door gebruik van looimiddelen.

Ook verzuring en vermesting speelt een rol; dit komt door mestproductie van de schapen (voornamelijk), geiten en kalveren.

Tabel 6 - Gewogen milieuscore leer, RP3, (volgens ILCD) en de bijdrage daaraan van de diverse milieu-indicatoren.
LET OP: niet vergelijkbaar met de ReCiPe single score

Milieu-indicator	Totaal (mPt)	Ruwe huid	Looien
Total	327	110	217
Climate change, fossil	3,4	1,9	1,6
Climate change, biogenic	1,0	1,0	-0,02
Ozone depletion	0,63	0,03	0,60
Human toxicity, non-cancer effects	8,3	4,5	3,7
Human toxicity, cancer effects	135	4,6	131
Particulate matter	8,9	6,7	2,1
Ionizing radiation HH	0,74	0,25	0,49
Photochemical ozone formation	3,1	1,5	1,6
Acidification	21,8	19,8	2,0
Terrestrial eutrophication	24,0	23,3	0,66
Freshwater eutrophication	6,5	6,0	0,51
Marine eutrophication	11,9	11,1	0,74
Freshwater ecotoxicity	13,9	7,2	6,7
Land use	7,6	7,1	0,54
Water resource depletion	11,2	6,9	4,3
Mineral, fossil & renewable resource depletion	69,1	7,8	61,3

De hoge bijdrage van toxische emissies sluit aan bij eerdere bevindingen (ons onderzoek voor Milieu Centraal in 2015). Enkele voorbeelden uit online artikelen:

¹⁶ Deze methode berekent net als de ReCiPe-methode meerdere milieueffecten en maakt deels gebruik van dezelfde achterliggende methoden als ReCiPe (zoals IPCC-methode voor berekenen van de klimaatimpact).

¹⁷ De ReCiPe single score berekent de schade van elke milieu-indicator en weegt de drie schadecategorieën vervolgens. De ILCD-methode normaliseert de resultaten van de milieu-indicatoren (door de impact te vergelijken met het Europees gemiddelde) en geeft deze allen een weegfactor van 1 (geen echte weging dus).

“Chromium (VI) is the most persistent toxin used by the leather industry. It is a known carcinogen with the following documented human health effects (...). Because of these, most tanneries have switched to chromium (III), which is considerably less toxic. However, chromium (III) commonly oxidizes into chromium (VI) during the tanning process. As a result, the finished leather and the tanneries’ effluent often contain chromium (VI).” www.organicleather.com/organic_leather_white_paper.pdf

“Ninety percent of the world’s tanneries use chromium, a toxic chemical, to tan cheaply and efficiently. Chromium leaves the water a pale blue color, known in the industry as ‘wet blue.’ Widespread since the 1890s, chromium softens the leather in a matter of hours. In countries with little to no environmental regulations, where much of the global leather is produced (China and India), the highly toxic effluent water is often dumped directly into rivers— it harms both tannery workers and local communities.” www.eco-chick.com/2013/05/28295/is-leather-sustainable-textile-test-serie/

Er zijn ook voorbeelden van gecontroleerde leerproductie, zoals het productieproces van Lanxess: *“Sustainability is becoming an increasingly important issue in the leather industry. With its ‘Sustainable Leather Management’ initiative, LANXESS is placing the focus firmly on environmentally compatible and future-oriented leather production.”* www.sustainableleathermanagement.com/en/about-slm/

In oktober 2015 werd de eerste ‘Sustainable leather award’ uitgereikt, een initiatief van onder andere MVO Nederland¹⁸, aan een initiatief in de leerketen dat rekening houdt met milieu- en sociale aspecten. <https://mvonederland.nl/sustainable-leather-award>

Tot slot

De consument kan nu vaak niet zien of bij het looien het schadelijke chroom VI wordt gebruikt en of zorgvuldig wordt omgegaan met chemicaliën. Kledingproducenten zouden een garantie kunnen geven voor verantwoorde productie, zodat de consument een keus heeft.

3.4.3 Bamboevezel en viscose

Bamboevezel is niet apart opgenomen in de ranking. Dit komt omdat er geen LCAs beschikbaar zijn voor bamboevezel. Bamboetextiel is een cellulose-vezel, zoals viscose, maar in plaats van uit bomen (loof- of hardhout) wordt het gemaakt uit bamboe. Volgens een contact bij Lenzing is de productie van bamboeviscose niet zeer milieuvriendelijk, zoals soms in de media wordt beweerd.

“There is no data available on Bamboo viscose. However, based on Lenzing’s experience and geographical scope of Bamboo viscose, I can say a few things. Pulp from Bamboo is a dirty process due to excess impurities (silica) and the filtration required with chemicals and energy. Bamboo viscose is produced in China, thus the fuels used are fossil fuels predominantly coal and the grid electricity is also predominantly coal. So, all these factors make Bamboo viscose dirtier than conventional viscose. Though the latter, i.e. energy aspects, are also the same for conventional viscose produced in Asia.”¹⁹

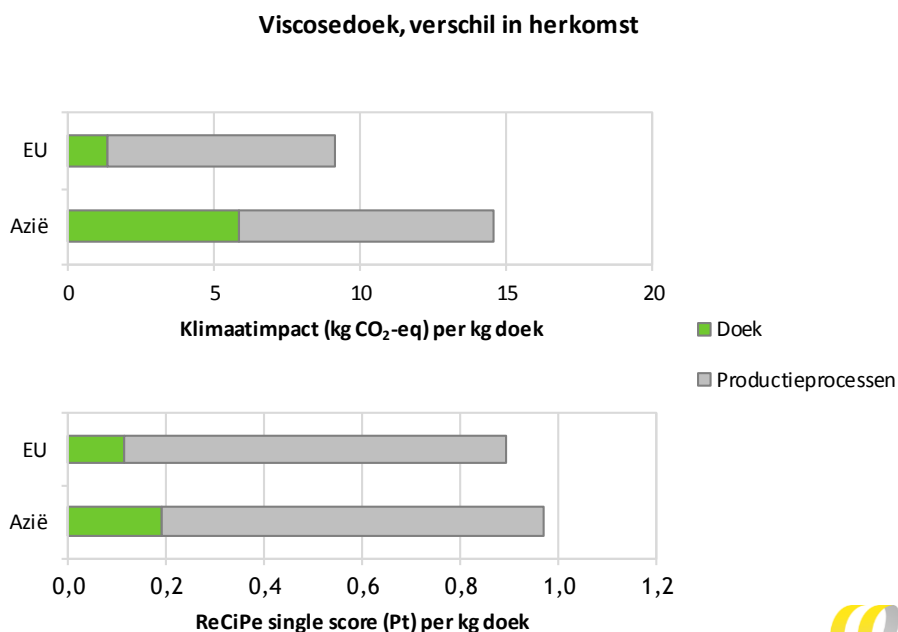
Milieugegevens van viscose zijn niet beschikbaar in de Ecoinvent-database. Goed bruikbare milieu-gegevens zijn beschikbaar via producent Lenzing, de grootste producent ter wereld (marktaandeel 17%), die zowel in Europa als in Azië viscose produceert. De resultaten worden getoond in Figuur 13. In de ranking tonen we de gemiddelde impact van EU en Azië, met de variatie (hoog=Azië, laag=Europa).

¹⁸ [www.mvonederland.nl/sustainable-leather-award](https://mvonederland.nl/sustainable-leather-award)

¹⁹ Bron: persoonlijk contact met een medewerker van Lenzing.

In Azië bestaat het risico dat het oplosmiddel CS₂, dat wordt gebruikt voor het winnen van de vezels, niet wordt teruggewonnen als er geen gesloten systeem is. Als het giftige CS₂ in de natuur terecht komt heeft dit ecologische consequenties. Dit risico is niet meegenomen in de indicatie voor viscose uit Azië.

Figuur 13 - Viscose, verschil in impact afhankelijk van productielocatie



NB: De ReCiPe single score voor viscose is een indicatie en hoogstwaarschijnlijk een te lage indicatie, aangezien alleen energieverbruik, CO₂-emissie, landgebruik en waterverbruik zijn inbegrepen. Ook zijn geen toxische emissies of verwerking van afvalstromen opgenomen in de indicatie, omdat de inventarisatie daarvan niet is weergegeven in het LCA-rapport dat is gebruikt voor dit onderzoek (Shen & Patel, 2010).

Resultaten viscose vergeleken met eerdere analyse van viscose

In de eerdere studie van CE Delft, 'Milieuanalyses textiel', voor het (toenmalige) ministerie van VROM, zijn ook milieueffecten berekend van textielvezels. Viscose had toen een relatief hoge milieu-impact in vergelijking met andere vezels; nu bevindt viscose zich in de middenmoot.

Een verklaring is dat in de eerdere studie wel LCA-gegevens van Lenzing zijn gebruikt, maar deze dateerden uit 2001. In 2010 heeft een update plaatsgevonden (Shen & Patel, 2010). De resultaten op basis van de nieuwe studie vallen lager uit. Zo was de ReCiPe single score per kg vezel 0,9 Pt, nu is deze verlaagd naar 0,3 Pt voor EU en 0,5 voor Azië. Dit substantiële verschil komt waarschijnlijk door verbeteringen in het proces (ander oplosmiddel en een gesloten systeem) en wellicht ook door de nieuw toegevoegde differentiatie tussen productie in Europa en productie in Azië.

3.4.4 Wol

Wol wordt op vele plekken ter wereld geproduceerd. De milieu-informatie die beschikbaar is in de Ecoinvent-database gaat uit van een studie over wol uit de VS. Om twee redenen hebben we gezocht naar aanvullende studies over wol:

1. Schapenwol komt ook vaak uit Australië, Nieuw-Zeeland, of gewoon uit Nederland.

2. De Ecoinvent-LCI komt uit op hoge milieuscores in vergelijking met de andere vezeltypen.

We willen weten of:

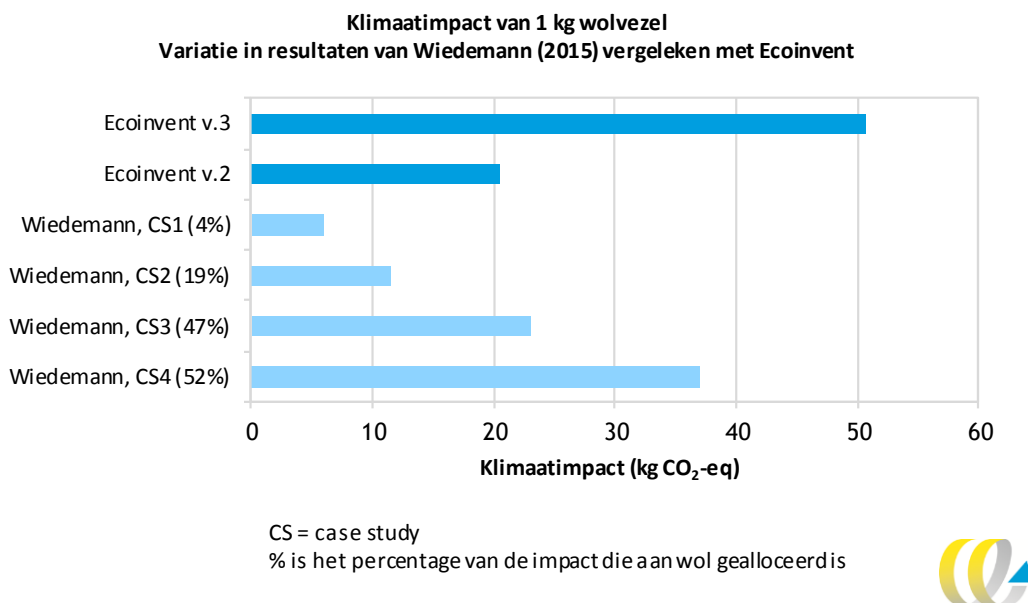
- andere studies op soortgelijke resultaten komen;
- of de conclusie gehandhaafd kan worden dat wol een hoge impact heeft ten opzichte van andere vezels;
- wat de oorzaak is van eventuele verschillen.

Bij de Higg-index en in de studie 'IMPRO - Environmental improvement potential of textiles' (EC, 2014) wordt uitgegaan van een andere studie (Barber & Pellow, 2006) over wol van het Merinoschaap, uit Nieuw-Zeeland. Deze studie komt op een veel lagere klimaatimpact: 2,3 in plaats van 19 kg CO₂-eq. per kg wolvezel. Het blijkt dat deze studie vooral is gericht op energiegebruik en dat methaanemissies niet zijn meegenomen. De resultaten van Higg beschouwen we daarom als niet geschikt voor gebruik. Methodologische keuzes zijn belangrijk voor de uitkomsten. Belangrijk is hoe landgebruik wordt meegerekend, of pensfermentatie (uitstoot van methaan door voedselvertering van het schaap) is inbegrepen en welke allocatiemethode en -factoren worden gebruikt voor toerekening van de impact naar wol en vlees.

Variatie op basis van productiesysteem, economische allocatie

Een LCA-studie naar wol werd gepubliceerd in het International Journal for LCA (Wiedeman, et al., 2015). Hierin wordt de klimaatimpact van vier wolproductiesystemen geanalyseerd, in Australië, Nieuw-Zeeland en de UK. Landgebruik en de emissies van schapen en schapenhouderij (teelt van additioneel voer, energiegebruik) zijn inbegrepen en er is speciale aandacht voor variatie in allocatie. In Figuur 14 worden de resultaten van de vier productiesystemen vergeleken met resultaten volgens de Ecoinvent-database. In alle cases is economische allocatie toegepast, maar verschillen de allocatiefactoren.

Figuur 14 - Variatie in klimaatimpact; Ecoinvent en casestudies uit Wiedeman et al., 2015



De klimaatimpact volgens Ecoinvent v.3 ligt een stuk hoger dan volgens Ecoinvent v.2. Dat is opvallend, aangezien Ecoinvent aangeeft dat de milieukundige achtergrondgegevens, op basis van (Barber & Pellow, 2006), niet zijn aangepast. De verhoging komt puur door aanpassing van de allocatiefactoren. In de nieuwste versie van de Ecoinvent-database (2016) is de klimaatimpact van wol nagenoeg gelijk aan het hoogste resultaat berekend in (Wiedeman, et al., 2015).

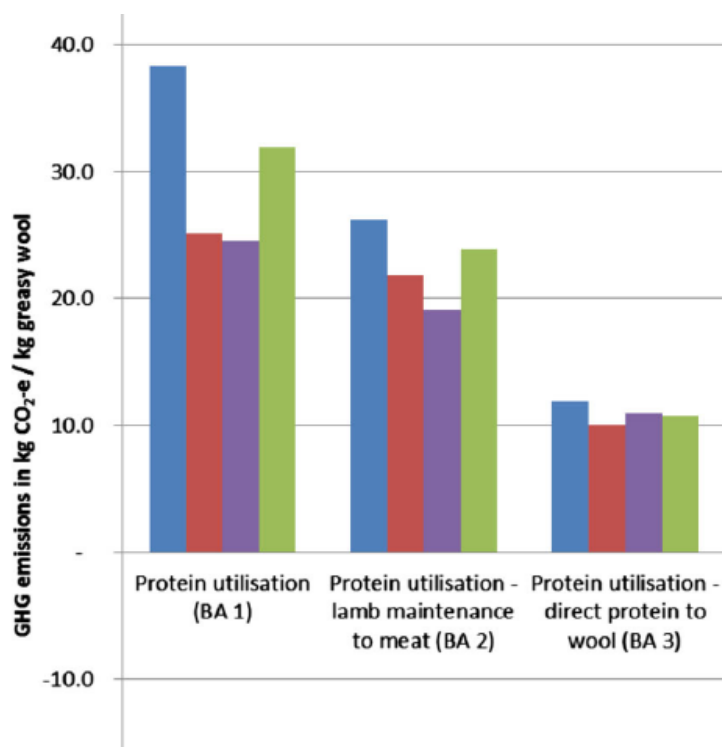
In de resultaten van (Wiedeman, et al., 2015) is te zien is dat er behoorlijke variatie in resultaten kan optreden tussen productiesystemen, ook al zijn deze volgens dezelfde methodiek berekend (systeemgrenzen, economische allocatie). De laagste score wordt behaald doordat bij de schapenhouderij de nadruk ligt op vleesproductie en wol dus een bijproduct is. Ondanks dat is ook de laagste score voor de klimaatimpact relatief hoog in vergelijking met de score van andere vezels.

In (Wiedeman, et al., 2015) staat dat landgebruik sterk verschilt tussen de productiesystemen, zowel gebruik van weidegrond als niet-agrarisch land, afhankelijk van hoe intensief de schapenhouderij is. De range is 0,05 m² tot 6,9 m² per kg wol (economische allocatie toegepast). We kunnen de ReCiPe single score niet berekenen van de wolproductie uit (Wiedeman, et al., 2015). Gezien de range in zowel klimaatimpact als landgebruik – beide dominante effectcategorieën – zal ook de ReCiPe single score een range kennen.

Biofysische allocatie

In (Wiedeman, et al., 2015) worden ook drie biofysische allocatiemethoden toegepast. De resultaten hiervan zijn te zien in Figuur 15, die direct is overgenomen van (Wiedeman, et al., 2015). Te zien is dat de resultaten voor biofysische allocatie verschillen afhankelijk van de methode. De resultaten liggen tussen de hoogste en laagste waarde van economische allocatie.

Figuur 15 - Results by Wiedeman et al., 2015 voor drie methoden van biofysische allocatie



Concluderend

De impact van wollen doek ligt per kg doek hoger dan de meeste andere doeken. Dit geldt in elk geval voor de klimaatimpact en vermoedelijk ook voor de ReCiPe single score, gezien de nadruk op klimaat-impact en landgebruik in de ReCiPe-methode. De effecten van allocatiemethodes op waterverbruik zijn niet onderzocht door (Wiedeman, et al., 2015).

3.5 Recycling van vezels

Meer en meer leeft in Nederland het inzicht, ook onder consumenten, dat het belangrijk is om waardevolle grondstoffen te behouden voor hergebruik/recycling. Dit zowel vanuit milieukundig als economisch oogpunt, aangezien Nederland weinig grondstoffen zelf produceert.

Gescheiden inzameling van textiel uit huishoudens ten behoeve van hergebruik of recycling gebeurt in Nederland via bakken op straat en inzamelacties aan de deur (zakken). Ook nemen sommige winkelketens gebruikte kleding in. Ondanks de inzamelmogelijkheden komt veel textiel terecht in het huishoudelijk restafval. Volgens onderzoek in opdracht van Rijkswaterstaat werd in 2012 90 kton gescheiden ingezameld en werd 135 kton via het restafval verbrand (Custers, et al., 2014). Textielinzameling blijft daarmee achter vergeleken met gescheiden inzameling van glas en papier.

Dat is zonde, want ook textiel dat niet meer kan worden hergebruikt, kan worden gerecycled: het wordt dan vervezeld en weer gesponnen tot draad. Recycling gebeurt echter nog maar op kleine schaal en vooral uit pre-consumer materiaal of uit grote partijen van hetzelfde post-consumer-materiaal zoals afgedankte uniforms of lakens. Recycling uit gebruikte kledingstukken door consumenten gebeurt niet of nauwelijks.

Katoen

Via het project voor Modint (CE Delft, 2013) hebben we milieugegevens beschikbaar van het inzamelen en vervezelen zoals dat gebeurt bij VAR-Frankenhuis²⁰. Daar worden kleding en snijresten van de industrie vervezeld: de doeken worden mechanisch uit elkaar geplozen totdat plukken vezels zijn verkregen. Uit deze vezels wordt opnieuw draad gesponnen, waarmee opnieuw doeken worden gemaakt. Naast wat transport is alleen energie nodig voor het snijden, voor de walsen waarmee het vervezelen plaatsvindt en voor het persen tot balen. Daarna kunnen de vezels worden gebruikt voor isolatiemateriaal, of weer worden gesponnen tot draad, dat vervolgens weer kan worden geverfd en gebruikt voor nieuwe textielproducten.

Grote batches van spijkerbroeken, snijafval of uniformen (bijv. KLM) leveren homogene garens op.



Bron: www.texperium.eu/nl/products/6/garens+uit+gerecyclede+vezels

In vergelijking met virgin katoenvezels (dus nog geen doek) is de impact van gerecycled katoen minstens 10x lager:

Tabel 7 - Milieu-impact gerecycled katoen versus virgin katoen

Milieu-effect of -indicator	Gerecyclede katoenvezel (*)	Virgin katoenvezel (**)	Eenheid	Factor verschil
Klimaatimpact	0,324	3,6	Kg CO ₂ -eq.	11
Landgebruik	0,004	13,2	M ² a	3.015
ReCiPe single score	0,031	1,0	Pt	31

* Bron: inventarisatie voor Modint Ecotool (CE Delft, 2013).

** Bron: gemiddelde katoenmix, zoals opgesteld in deze studie.

Wol

In het Italiaanse dorp Prato is een industrie opgezet gericht op wolrecycling. Ook is er een label opgezet dat aangeeft dat het wol inderdaad gerecycled is. Op deze website is veel informatie te vinden over het recycleproces, over producenten en het label: www.cardato.it/en/the-project/. De klimaatimpact van wolrecycling (vezel) komt uit op 0,7 kg CO₂ per kg wol; dit ligt vele malen lager dan de range voor virgin wol: 6 tot 50 kg CO₂-eq. (range is afhankelijk van allocatie/productiesysteem).

²⁰ www.varfrankenhuis.nl/nl/var|frankenhuis/over+ons.html

rPET

Fleece kan gemaakt worden uit gerecycled materiaal. De vezel is niet afkomstig van oud textiel, maar van oude PET-producten, zoals PET-flessen. De ReCiPe single score van rPET uit gerecyclede PET-producten is ruim 4x lager dan die van virgin PET; de klimaatimpact zo'n 10x (zie Tabel 7).

Wel zijn natuurlijk wederom dezelfde textielproductieprocessen nodig om van de gerecyclede vezel weer een nieuw textielproduct te maken (draadproductie, weven, verven). De impact voor extrusie van rPET tot draad is gelijk aan extrusie van virgin PET; beiden worden uit kunststof granulaatkorrels geproduceerd. De impact voor het spinnen van het draad uit de (relatief korte) gerecyclede vezels is wellicht wat hoger dan van virgin vezels, zo geven de resultaten van de LCA uit Prato aan. De impact voor spinnen zal maximaal 1 kg CO₂-eq. hoger liggen dan het spinnen uit virgin vezels. De impact van de productieprocessen verkleint het percentuele verschil met virgin doek weer.

Conclusie

Een handelingsperspectief voor de consument is om ervoor te zorgen dat hij zijn kleding na gebruik inlevert zodat het kan worden hergebruikt of gerecycled. Het is hierbij belangrijk dat de consument weet dat ook beschadigde kleding en huishoudtextiel, mits schoon en droog, mag worden ingeleverd.

3.6 Consumentenkeuzes door Anton Luiken

De milieukundige analyse is uitgevoerd met een doek als uitgangspunt (functionele eenheid). Er zijn echter ook milieukundige aspecten die typisch zijn voor textielproducten (kleding, gordijnen, etc.) die zichtbaar zijn voor de consument en waar de consument een handelingsperspectief heeft.

We hebben Anton Luiken gevraagd naar tips voor consumenten: aspecten die milieukundig relevant zijn en waar de consument op kan letten, buiten het checken van het label met de vezeltypen in/aan het product. Anton Luiken is expert op het gebied van textielproductie. Hij heeft een eigen adviesbureau op dit gebied en is betrokken bij onderzoek en ontwikkeling rondom textielrecycling via Texperium.

Hij geeft twee aanvullende handelingsperspectieven aan²¹ voor de consument, waarbij de consument een milieuvriendelijkere keuze kan maken:

1. Overbodige bewerkingen

Spijkerstof wordt standaard (zeer) donkerblauw gekleurd. Spijkerkleding die dus valer is, is gebleekt en/of gewassen. Behandelingen op spijkerkleding zijn goed zichtbaar voor de consument: lichtgekleurde en stonewashed jeans hebben extra behandelingen ondergaan, vaak met extra chemicaliën.

Het zandstralen (sandblasting) van spijkerstof wordt met de hand gedaan en is zeer schadelijk voor de werknemers. Het zandstralen is verboden in de VS, Europa en Turkije, maar vindt nog steeds plaats in andere textielproducerende landen. Het effect ervan op menselijke gezondheid is in de LCA niet inbegrepen. Het is een groot sociaal issue, waarbij de consument een keuze heeft. Zie ook: www.nytimes.com/2011/11/01/health/silicosis-from-work-on-blue-jeans-killed-workers-study-says.html en www.mercurynews.com/business/ci_24407198/retailer-sandblasting-bans-have-changed-little-garment-industry

2. Donker/licht en hoeveelheid verf

Hoe donkerder de stof, hoe meer verf er nodig is. Zwart en donkerblauw vergen de meeste

²¹ Persoonlijke communicatie met Anton Luiken.



verfstoffen, soms tot 4% van het gewicht van de stof. Lichte kleuren vergen veel minder kleurstof, tot 1% van het gewicht van de stof.

De bijdrage van het verfproces aan de totale ReCiPe single score van een doorsnee spijkerdoek is ongeveer 15%, waarvan een kwart (jet dyeing) tot de helft (yarn dyeing) verfstoffen en de rest energie. Het toepassen van meer of minder verf heeft dus wel invloed op de impact van het textielproduct.

Aan de andere kant worden volledig witte producten, zowel kleding als stoffen voor hygiënische toepassingen (handdoeken, doktersjassen) wel weer vaker gewassen dan (licht) gekleurde producten. Dit heft enig milieuvoordeel snel op. Lichtgekleurde producten die niet vaker dan gemiddeld gewassen worden zijn de beste keus.

4 Andere ketenaspecten

4.1 De bijdrage van transport

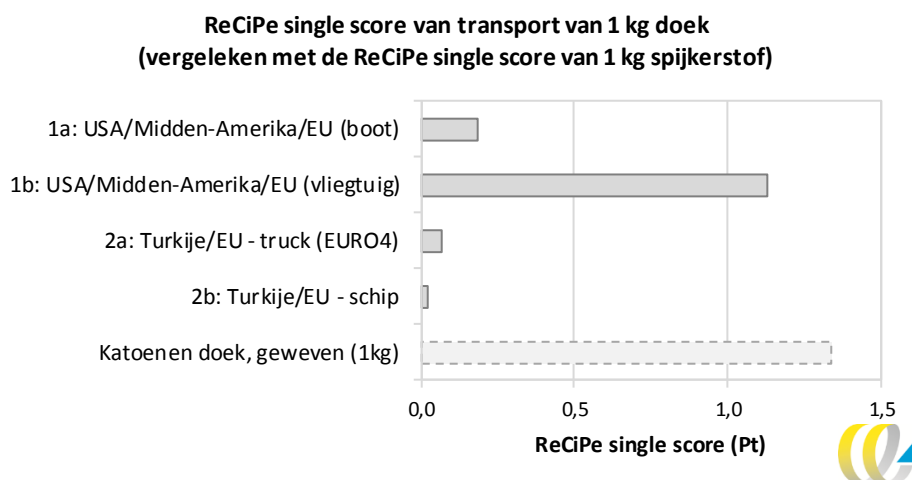
Het verminderen van transport per vliegtuig wordt in de studie 'IMPRO - Environmental improvement potential of textiles' (EC, 2014) genoemd als verbetermaatregel. In eerder onderzoek voor Modint zagen we dat textiel soms enorme afstanden aflegt; van teelt/winning van de vezel tot aan de eindgebruiker. In deze paragraaf bekijken we twee scenario's voor transport met elk twee variaties erop. In alle gevallen bevindt de eindgebruiker zich in Nederland. Zie Bijlage C voor een uitgebreide beschrijving van de routes.

Tabel 8 - Transportroutes

Scenario	Beschrijving van route
1A	Bestaand transportscenario van Levi-jeans. Katoenteelt in North Carolina (VS); productie in Midden-Amerika (2 locaties: Dominicaanse Republiek en Haïti); opslag in Georgia (VS); per schip naar Europa. Van en naar havens vindt het transport plaats per vrachtwagen.
1B	Bestaand transportscenario van Levi-jeans. Katoenteelt in VS; productie in Midden-Amerika (twee locaties); opslag in Georgia (VS); per vliegtuig naar Europa. Van en naar havens vindt het transport plaats per vrachtwagen.
2A	Fictief transportscenario. Katoenproductie in het zuidoosten van Turkije; textielproductie in mid-zuiden van Turkije (havenstad); transport per vrachtwagen naar Europa.
2B	Fictief transportscenario. Katoenproductie in het zuidoosten van Turkije; textielproductie in mid-zuiden van Turkije (havenstad); transport per vrachtschip naar Europa.

Het doel is om te zien hoe de impact van transport zich verhoudt tot de impact van de productie van textiel. Als voorbeeld is geweven katoenen doek (jeans) gekozen. Het resultaat voor de ReCiPe single score is te zien in Figuur 16.

Figuur 16 - Impact van transport, diverse scenario's



Te zien is dat de impact van de productie van het doek hoger is dan het transport, behalve als er met het vliegtuig wordt vervoerd. Als met het vliegtuig wordt vervoerd, stijgt de impact enorm. Het verschil tussen het gematigde transportsценario vanuit Turkije en het langere transportsценario per boot is relatief klein.

De resultaten onderschrijven het nut om transport per vliegtuig te vermijden (EC, 2014). De consument kan echter niet zien of het textiel per vliegtuig is vervoerd. Meer transparantie vanuit modefabrikanten zou de consument een keuze kunnen bieden.

5 Specifieke producten

Zoals genoemd in Hoofdstuk 1, is het vergelijken van vezeltypen per kg doek niet helemaal eerlijk. Immers, doeken verschillen in gewicht per oppervlakte (g/m^2). Hoe zwaar het doek is hangt af van de draaddikte en dichtheid van weven/breien, wat weer per toepassing kan verschillen. Katoenvezel kan bijvoorbeeld worden gebruikt voor zowel een lichtgewicht T-shirt als een stevige broek.

Om niet alleen per kg doek te vergelijken, wordt in dit hoofdstuk de impact van een aantal specifieke producten, en varianten daarbinnen, berekend en vergeleken. Eventueel verschil in levensduur en gebruikaspecten (bijvoorbeeld: lichte kleur = vaker wassen) zijn niet meegenomen. Milieu Centraal heeft kledingstukken gewogen: truien (m), T-shirts (v), broeken (m en v), en overhemden (m). Zie Tabel 9 voor een overzicht van gewogen kledingstukken en de gemeten range aan gewichten per variant.

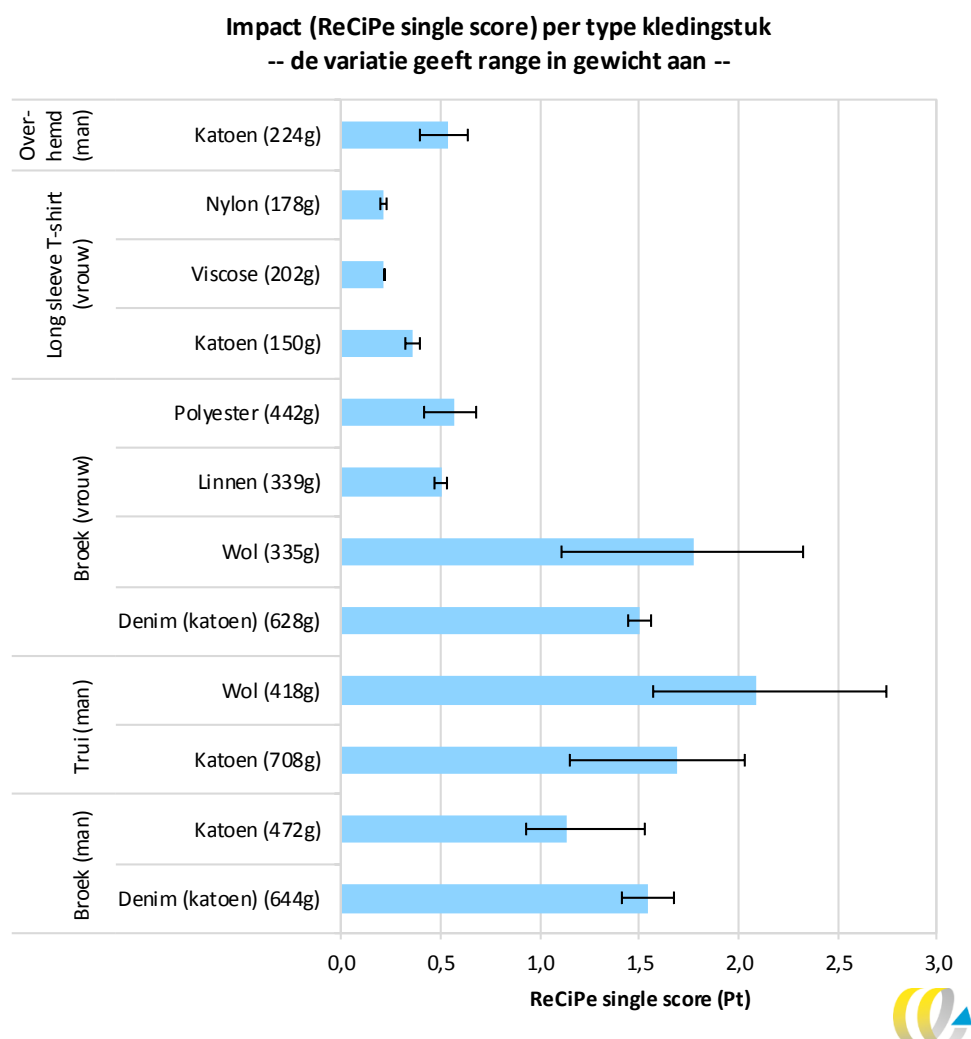
Tabel 9 - Weegresultaten kledingstukken

	Aantal gewogen kledingstukken	Gemiddeld gewicht (g)	Laagst gemeten gewicht (g)	Hoogst gemeten gewicht (g)
Denim, mannenbroek	5	644	592	698
Katoen, mannenbroek	8	472	390	639
Mannentruï, katoen	6	708	481	847
Mannentruï, wol	3	418	314	547
Denim, vrouwenbroek	2	628	602	653
Wol, vrouwenbroek	5	335	209	439
Linnen, vrouwenbroek	2	339	319	358
(Deels) synthetisch, vrouwenbroek	3	442	325	522
Dames T-shirt lange mouw, katoen	6	150	135	167
Dames T-shirt lange mouw, bamboeviscose	2	202	202	202
Dames T-shirt lange mouw, polyamide	4	178	164	186
Overhemd, katoen	9	224	165	264

De gewichten zijn gekoppeld aan de milieuresultaten (ReCiPe single score) per kg doek, zie de resultaten in Figuur 17. De range in resultaten komt voort uit de gewichtsrage van het kledingstuk, zoals gewogen door Milieu Centraal. De laagste waarde correspondeert met het laagst gemeten gewicht; de hoogste waarde correspondeert met het hoogst gemeten gewicht.

Bij de berekening is rekening gehouden met gemiddeld 12% snijverlies in de confectiefase (EC, 2014).

Figuur 17 - ReCiPe single score voor een aantal typen kledingstuk



Denim producten hebben een relatief hoge impact in vergelijking met gelijksoortige katoenen producten van niet-denim katoen. Volgens de weegresultaten zijn de denimproducten zwaarder dan eenzelfde product gemaakt van (niet-denim) katoen, wol en linnen. Dit is opvallend. Een spijkerbroek is doorgaans kennelijk zwaarder dan een (niet-denim) katoenen broek.

Wollen producten hebben in de meeste gevallen de hoogste impact, ook al is het gewicht van het product relatief laag. Er zijn uitzonderingen: de lichtste wollen vrouwenbroek heeft een lagere impact dan de denim broek.

Het valt ons op dat de longsleeve T-shirts uit nylon en viscose zwaarder zijn dan de katoenen varianten. De milieuresultaten liggen voor de T-shirts zo dicht bij elkaar dat ook hier de conclusie geldt dat we niet kunnen zeggen dat de ene vezel beter of slechter is dan de andere en dat ook synthetisch vs. hernieuwbaar geen duidelijk handelingsperspectief biedt.

Los van de milieuresultaten blijft een handelingsperspectief dat de consument kleding koopt die geschikt is voor de functie, zodat lange levensduur gegarandeerd is.

6 Samenvatting: conclusies op een rij

6.1 Vergelijking op doekniveau

Om de milieu-impact van verschillende textielproducten te vergelijken zou je het liefst van elk type product (T-shirt, jas, trui, jurk, broek, et cetera) een cradle-to-grave milieu-analyse willen maken. Alleen dan zou de consument bewust kunnen kiezen tussen vergelijkbare alternatieven van verschillende materialen. Er zijn echter veel verschillende producten, met veel verschillende gewichten, eigenschappen en functies, wat een vergelijkende studie op productniveau niet geschikt maakt voor het doel dat Milieu Centraal heeft: op hoofdlijnen over de milieu-impact van textiel communiceren.

Daarom is ervoor gekozen om een ranking van vezels op te stellen op doekniveau, per kilogram doek. De scope is: winning grondstoffen en productieprocessen tot aan geweven en geverfd doek. Uitzondering is het doek van acryl (tricot): dit wordt standaard gebreid.

Buiten de scope vallen aspecten die specifiek zijn voor afzonderlijke textielproducten, zoals toevoegingen van ritsen, e.d., confectie, transportbewegingen, de gebruiksfase en verwerking na afdanking.

6.2 Ranking en oordeel vezels (op doekniveau)

De resultaten van de (geweven en geverfde) doeken van de meeste vezeltypen liggen dicht bij elkaar: tussen 1 en 2 Pt (ReCiPe single score) en tussen 10 en 15 kg CO₂-eq. (klimaatimpact). Verschillen in productiestappen en draaddikte kunnen een groter verschil opleveren dan het verschil tussen de diverse vezels. Uitzonderingen zijn zijde, wol en gerecyclede vezel. Zijde en wol hebben een significant hogere impact en gerecyclede vezels een significant lagere.

Leer, als bijproduct van de vleesindustrie, heeft een lage klimaatimpact, lager dan de meeste doeken. De ReCiPe single score is echter niet bekend, maar wel een gewogen milieuscore met een andere analysemethode (ILCD). Daarin komen significante toxische emissies naar voren door het looien van de huid. Ook dragen verzurende en vermestende emissies door veeteelt significant bij aan de gewogen milieuscore. Daarom kunnen we niet concluderen dat leer een lage milieu-impact heeft ten opzichte van andere doeken.

Qua waterverbruik en waterschaarste, hebben zijde en katoen duidelijk een (veel) hogere score dan de overige vezeltypen.

Voor zijde zou een boodschap naar de consument kunnen zijn dat zijdeproductie een inefficiënt (en dierenvriendelijk) proces is, waardoor een zijden product een slechte milieuscore heeft en bijdraagt aan verergering van waterschaarste, ten opzichte van een vergelijkbaar product, ook al is dat andere product zwaarder (zijde is per m² relatief licht)

De impact van wollen doek ligt duidelijk hoger dan de impact van doeken uit de andere vezels, met uitzondering van zijde. Ook bij een iets lager gewicht zal het wollen product een hogere impact hebben dan een vergelijkbaar product uit andere vezel.

6.3 Gerecyclede vezels en recycling

Recycling van katoen tot vezel, via vervezelen en spinnen, is in opkomst. In Italië (het dorp Prato) is een industrie opgezet rondom wolrecycling. Gerecycled polyester, vaak afkomstig van PET-flessen, wordt ingezet als fleece.

De milieu-impact van gerecyclede vezels is vele malen lager dan die van virgin vezels. rPET (polyester: fleece) heeft een 4x lagere ReCiPe single score op vezelniveau dan virgin polyester. Gerecyclede katoenen vezels hebben op vezelniveau een 10x lagere milieubelasting dan nieuwe katoenen vezels. Gerecyclede wol heeft een 6x (meest conservatief) tot 50x lagere klimaatimpact dan virgin wol.

Op doekniveau valt dit ook op: de doeken van gerecyclede vezels hebben de laagste scores van alle geweven doeken. Door recycling van katoenvezel wordt ook de bijdrage van katoen aan waterschaarste vermeden.

Of er gerecycled materiaal gebruikt is in het produceren van het kledingstuk wordt aangegeven op de labels. Consumenten kunnen hier dus voor kiezen, of producenten erom vragen als dat niet het geval is.

6.4 Synthetische of natuurlijke vezels?

Op doekniveau, exclusief verwerking na afdanking, scoren virgin synthetische vezels niet duidelijk beter of slechter dan hernieuwbare vezels. Waar de impact van hernieuwbare vezels voortkomt uit teelt en vezelproductie, komt de impact van synthetische vezels voort uit grondstofwinning en raffinage.

Synthetische vezels verschillen qua milieu-impact echter wel van hernieuwbare vezels in andere fasen van de textielketen:

- Er is geen bijdrage aan waterschaarste.
- Gebruik: Uitspoeling van synthetische microvezels bij het wassen is potentieel een milieukundig probleem. De synthetische vezels zijn niet biologisch afbreekbaar en hopen zich zodoende op in het oppervlaktewater en in sedimenten. Synthetische textielproducten die zelf in het water belanden dragen bij aan de 'plastic soup'.
- Afvalverwerking: Bij verbranding na afdanking komt (fossiele) CO₂ vrij, terwijl de hernieuwbare vezels CO₂-neutraal zijn. Er is een extra uitstoot van ongeveer 2 kg CO₂-eq. per kg doek te verwachten.

Bij de afweging synthetisch of hernieuwbaar gaat het dus tussen heel diverse aspecten: landgebruik/biodiversiteit, waterverbruik en (soms) dierlijke emissies bij hernieuwbaar, versus klimaatimpact en een niet-circulair karakter (uitputting van grondstoffen) bij synthetisch.

Vaak wordt voor textiel een combinatie gebruikt van synthetische en hernieuwbare vezels, vanwege gunstige eigenschappen van zo'n combinatie, zoals snellere droogtijd, rekbaarheid (synthetisch) en stevigheid (hernieuwbaar).

Bovenstaande maakt het niet goed mogelijk om een voorkeur uit te spreken voor de één of de ander of om een duidelijk handelingsperspectief voor de consument op te stellen.

6.5 Biokatoen vs. conventioneel katoen

Op basis op enkele beschikbare LCA-resultaten scoort biokatoen milieukundig iets beter dan conventioneel katoen, bij teelt in hetzelfde land. Ook heeft biokatoen duidelijk voordelen op de locatie van productie ten opzichte van conventioneel katoen, zoals een betere bodemkwaliteit door beheer met oog op biodiversiteit en een lagere blootstelling van de landarbeiders aan toxische stoffen, doordat geen synthetische bestrijdingsmiddelen mogen worden gebruikt. Wij beschouwen daarom biokatoen als een milieukundig betere keuze dan conventioneel katoen. Hiermee sluiten we ons aan bij het standpunt van Made-By en Textile Exchange. Mondiaal gezien blijft de opbrengst per hectare van biokatoen achter bij conventioneel katoen. Het verschilt per productielocatie en productiesysteem of de opbrengst per hectare verschilt van conventioneel katoen.

6.6 Productieprocessen en draaddikte

Het vezeltype is niet het enige aspect dat de impact bepaalt. Variatie in productieprocessen hebben invloed op de milieu-impact van het doek. Een textielproduct doorloopt tot wel tien verschillende productieprocessen: van het spinnen van de vezel tot het naaien van het eindproduct. Twee aspecten die de consument kan zien²² en die verschil maken in impact zijn draaddikte - hoe dunner de draad hoe meer impact per kg - en of het product geweven of gebreid is.

Toch is er geen duidelijk handelingsperspectief voor de consument op te stellen voor draaddikte, omdat er vele factoren zijn die de impact van een product beïnvloeden en omdat het gewicht van het product meestal doorslaggevend is voor de impact ervan dan de productiemethode. Het zou dus misleidend zijn om te adviseren geweven stof van dun draad links te laten liggen.

De consument heeft wel een keuze als het gaat om overbodige nabehandelingen. Textielproducten worden soms na productie nabewerkt om ze een gebruikte uitstraling te geven. Deze behandelingen zijn soms erg schadelijk. Het gaat bijvoorbeeld om stonewashing en sandblasting.

Stonewashing is het wassen van de kleding in een industriële wastrommel met daarin (puim)stenen. De stenen zorgen voor een effen versleten effect overal op het textiel.

Sandblasting is het zandstralen van kleding op specifieke plekken. Het is zeer schadelijk voor de werknemer, vanwege de fijnstofdeeltjes afkomstig van het zand en het textiel. Vaak krijgen werknemers geen goede bescherming hiertegen. In Europa, de VS en Turkije is sandblasting verboden, maar dit gebeurt in andere regio's en landen nog wel. Sommige modeketens hebben zich uitgesproken tegen sandblasting en verkopen geen kleding meer dat met sandblasting is bewerkt.

De consument kan een bewuste keuze maken door producten die zichtbaar zo zijn behandeld, niet te kopen. Het effect van sandblasting is te onderscheiden van stonewashing, doordat sandblasting heel lokale slijtplekken oplevert en stonewashing een gesleten effect over het hele textielproduct.

Het toepassen van meer of minder verf heeft invloed op de milieu-impact van het textielproduct. Hoe donkerder de stof, hoe meer verf er nodig is. Zwart en donkerblauw vergen de meeste verfstoffen, soms tot 4% van het gewicht van de stof. Lichte kleuren vergen veel minder kleurstof, tot 1% van het gewicht van de stof. Aan de andere kant worden volledig witte producten, zowel kleding als stoffen voor hygiënische toepassingen (handdoeken, doktersjassen) wel weer vaker gewassen dan (licht)

²² Tot op zekere hoogte. Vergelijk een trui uit duidelijk zichtbare grove draad met trui uit dicht opeen geweven draad die zo dun is dat je de draad bijna niet kan onderscheiden.

gekleurde producten. Dit heft enig milieuvoordeel snel op²³. Lichtgekleurde producten die niet vaker dan gemiddeld gewassen worden, zijn de beste keus.

6.7 Transport

Transport per boot en truck heeft een relatief lage bijdrage aan de totale milieu-impact van een textielproduct, ook bij lange, inefficiënte routes. Vliegtuigvervoer heeft wel een duidelijk hoge belasting en zou moeten worden vermeden, zo stelt ook de IMPRO-studie (EC, 2014). De consument kan echter niet zien of het textiel per vliegtuig is vervoerd. Meer transparantie vanuit mode- en textielproducenten zou de consument een keuze kunnen bieden. Zo zou dit soort keteninformatie in het kledinglabel kunnen worden vermeld, of via een QR-code op het kledinglabel die verwijst naar een website met keteninformatie.

6.8 Recycling na afdanking

Voor textiel dat niet meer herbruikbaar is, is recycling een veel betere optie dan verbranding, via weggooien bij het restafval. Voor de consument is een handelingsperspectief om ervoor te zorgen dat hij zijn textiel (niet alleen kleding, maar ook huishoudtextiel) na gebruik inlevert, zodat dit kan worden hergebruikt of gerecycled. Het is hierbij belangrijk dat de consument weet dat ook beschadigd textiel mag worden ingeleverd. Dat is nu nog lang niet altijd duidelijk, vaak staat ook op bakken en zakken dat het niet mag. Via de Green Deal textielinzameling wordt ook al aandacht besteed aan het verbeteren van de communicatie over textielinzameling en -recycling.

6.9 Beschouwing: consument, producent en kennis over verduurzaming

Uit de resultaten van dit project blijkt dat het lastig is om de consument duidelijke handvatten te geven als het gaat om het maken van een milieukundige afweging bij het kopen van kleding. Dit komt mede doordat de milieuresultaten op doekniveau niet doorslaggevend zijn voor concrete handelingsperspectieven op productniveau. Op vezelniveau zijn er wel keuzemogelijkheden voor de consument, maar de verschillen verkleinen wanneer wordt gekeken op het niveau van doek. Daarom zijn in dit rapport alleen uitspraken gedaan over de vezels met duidelijk hoge of lage impact en over varianten binnen vezeltypen.

De consument heeft idealiter milieukundige informatie over een specifiek product nodig om de beste milieukundige keuze te maken. De consument kan nu aan een specifiek product niet zien wat de producent voor maatregelen treft, of er goede stappen ter verduurzaming worden genomen, of vliegtuigvervoer is vermeden, laat staan wat de impact van het product is of hoe de keten er eigenlijk uitziet.

Producenten kunnen veel betekenen, door het ontsluiten van informatie die de consument helpt over het maken van een milieuvriendelijker (en socialere) keuze. Dat kan door middel van keurmerken of door uitgebreidere informatie (of een QR-code die verwijst naar een website met meer informatie) over de productieketen op het kledinglabel of op kaartjes bij het textielproduct. Druk van consumenten en NGOs kan bedrijven bewegen om de beslissing te nemen te verduurzamen, en transparant te zijn over hun duurzaamheidsprestaties.

²³ Dit kunnen we zeggen uit ervaring met LCAs van specifieke textielproducten, inclusief gebruiksfase, in de Modint Ecotoool (CE Delft, 2013).

De nadruk ligt vaak op de sociale kant van textielproductie. Milieukundig gezien zijn er initiatieven als de 'Sustainable leather award' en 'Global Organic Textile Standard (GOTS)'. Ook is er aandacht voor het vermijden van *bad practice*, zoals van schadelijke productieprocessen en slechte werkomstandigheden. Transparantie over de milieu-impact van textielproducten door de hele keten heen – dus verantwoording afleggen voor de manier van grondstofwinning, de draad- en de doekproductie – blijft nog achter en kan verbeterd worden.

Made-By heeft scorecards voor modemerken, waar aandacht wordt geschonken aan gebruik van vezeltype, aandeel biokatoen, gerecyclede vezels en sociale aspecten²⁴. Keurmerken, zoals de keurmerken die Milieu Centraal op haar website beoordeelt, bieden enige houvast bij een betere keuze.

Milieu Centraal zou een rol kunnen spelen in het betrekken van producenten en ontsluiten van relevante informatie over het textielproduct, met haar kennis van zowel milieu-impact van textiel als consumentenvoorlichting.

²⁴ Modemerken moeten zich wel hiervoor aanmelden, willen zij ook opgenomen worden in deze Mode Tracker.

Grote modemerken die niet specifiek een milieubewuste doelgroep bedienen zullen minder geneigd zijn zich bij Made-By aan te sluiten.

7 Bibliografie

- Astudillo, M. F., Thalwitz, G. & Vollrath, F., 2014. Life cycle assessment of Indian silk. *Journal of Cleaner Production*, 2014(81), pp. 158-167.
- Barber, A. & Pellow, G., 2006. *Life cycle Assessment : New Zealand Merino Industry Merino Wool Total Energy Use and Carbon Dioxide*, Pukekohe: The AgriBusiness Group.
- Boulay, A.-M. et al., 2017. The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE).. *Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 2017, pp. 1-11.
- Camp, S., Clark, G., Duane, L. & Haight, A., 2010. *LCA and sustainability report : Levi Strauss & Co-Jeans*. [Online]
Available at: <http://www.uvm.edu/~shali/Levi.pdf>
[Geopend 2015].
- CBS, PBL, RIVM, WUR, 2017. *Gescheiden ingezameld afval van huishoudens 1985-2016, versie 28 , 10 juli 2017*. [Online]
Available at: www.clo.nl
[Geopend 5 04 2018].
- CE Delft, 2010. *Milieuanalysis textiel : ten behoeve van prioritaire stromen ketengericht afvalbeleid*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2013. *Modint Ecotool Version 2 : User Manual and Background Documentation*, Delft: CE Delft.
- Cotton Inc., 2012. *Life Cycle Assessment of cotton fibre and fabric ; full report*, sl: Cotton Incorporated ; PE International.
- Custers, F., Hopstaken, C. & Maesen, M. v. d., 2014. *Massabalans van in Nederland ingezameld en geïmporteerd textiel*, Delft: Ffact; Rijkswaterstaat.
- EC, 2003. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry*, Seville: European Commission, Joint Research Centre.
- EC, 2014. *Environmental improvement potential of textiles (IMPRO-Textiles)*, Seville: European Commission (EC), Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies.
- Ecoinvent, 2016. *Ecoinvent database, version 3.3*, Dübendorf: The International Journal of Life Cycle Assessment; 21(9); pp.1218–1230.
- Fontanella, A., Nucci, B., Ioannidis, I. & De Rosa-Giglio, P., 2016. *Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) Leather pilot*. Brussel: sn
- ICAC, 2012. *Organic Cotton : A Production System*, Washington DC: International Cotton Advisory Committee (ICAC)/ Textile Exchange.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. Geneva, Switzerland: sn
- Kooistra, K. & Termorshuizen, A., 2006. *The sustainability of cotton : Consequences for man and environment*, Wageningen: Biological Farming Systems, Wageningen University.
- RIVM, 2016. *ReCiPe 2016 - A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level*. Bilthoven: RIVM.
- RWS, 2017. *Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2016*. [Online]
Available at: <https://www.afvalcirculair.nl/>
[Geopend 5 4 2018].
- Shen, L. & Patel, M., 2010. *Life Cycle Assessment of man-made cellulosic fibres*. [Online]
Available at:
http://www.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/konzern/lenzinger_berichte/ausgabe_88_2010/LB



88_2010_paper_1.pdf

[Geopend 2015].

Tecnutex, 2018 (publicatie verwacht). *LCA of recycled wool fibre*, Prato, Italië: Cardato & Camera di Commercio di Prato.

Textile Exchange, 2014. *LCA of organic cotton fibre : A global average, summary of findings*, sl: PE International for Textile Exchange.

Turunen, L. & Werf, H. v. d., 2006. *Life cycle analysis of hemp textile yarn : Comparison of three hemp fibre processing scenarios and a flax scenario*, Paris: Institut National de la Recherche Agronomique.

Wiedeman, S. et al., 2015. Application of life cycle assessment to sheep production systems: investigating co-production of wool and meat using case studies from major global producers. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 20, pp. 463-476.

Yilmaz, I., Akcaoz, H. & Ozkan, B., 2005. *An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey*, Antalya: University of Akdeniz, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture.

Websites

Higg-index

Resultaten en toelichting

www.msi.apparelcoalition.org/#/materials

FAOSTAT 2013

Cotton lint; Production quantity; World list; 2013

FAO

Milieukundige voordelen van biologische teelt

www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/

MVO Nederland

Sustainable leather award

www.mvonederland.nl/sustainable-leather-award

Textielrecycling.nl

Gescheiden inzameling van textiel en textiel in het huishoudelijk restafval

www.textielrecycling.nl/uploads/Bestanden/Eureco%20rapport%20versie%203%20120810.pdf

Texperium

Overzicht van ontwikkelingen op het gebied van gerecyclede garens

www.texperium.eu/nl/products/6/garens+uit+gerecyclede+vezels

Bronnen voor microplastics en -vezels:

www.unep.org/gpa/news/MicroplasticBan.asp

www.theguardian.com/environment/2015/jan/09/great-lakes-plastic-microfibre-pollution-us

www.deltares.nl/en/news/extra-filter-washing-machines-welcomed/

www.kassa.vara.nl/tv/afspeelpagina/fragment/plastic-in-je-wasmachine/speel/1/

www.marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/mdp_ingestion.pdf



A Tabellen milieu-impact

A.1 Milieuresultaten voor doeken

Ter informatie: deze en meer gedetailleerdere resultaten zijn ook in Excel beschikbaar, op navraag bij CE Delft.

Eenheid	Klimaat-impact	Landgebruik (agrarisch)	ReCiPe single score	Cumulative Energy Demand
	kg CO ₂ -eq.	m ² a	Pt	MJ _{primaire}
Zijden doek	81	35,6	8,3	244
Wollen doek - geweven en geveerd	58,7	59,1	4,7	242
Gerecycled wollen doek, geweven en geveerd	8,6	Niet bekend*	Niet bekend*	Niet bekend*
Viscose doek, Lenzing Austria	11,4	7,8	0,9**	194
Tencel doek, Lenzing Austria	10,8	2,9	0,9**	225
PVC-doek, geweven en geveerd	11,1	0,5	1,3	264
Polyester doek (virgin PET), geweven en geveerd	12,0	0,6	1,4	281
Polyester doek (rPET), geweven en geveerd	8,9	0,5	1,0	229
Nylon doek (PA), geweven en geveerd	19,0	0,5	1,9	331
Linnen doek - gebreid en geveerd	11,0	11,2	1,3	145
Hennep doek - gebreid en geveerd	11,5	10,0	1,4	157
Elastaan doek, geweven en geveerd	13,8	0,5	1,7	309
Bioplastic doek (PLA), geweven en geveerd	12,3	1,7	1,3	283
Acryl doek, gebreid en geveerd	10,7	0,1	1,1	205
Geloid leer	6,5	Niet bekend*	Niet bekend*	Niet bekend*
Gerecycled katoenen doek, geweven en geveerd	9,9	0	1,2	190
Katoenen doek - geweven en geveerd (spijkerstof) (Ecoinvent, 2016) + eigen model	15,4	14,8	2,1	253

* Voor leer en wol is gebruik gemaakt van bestaande LCA-resultaten. In beide LCA-studies wordt landgebruik wel gerapporteerd, maar in een andere eenheid; de ReCiPe single score wordt niet berekend (er wordt een andere methode gebruikt), net zo min als de Cumulative Energy Demand.

** De ReCiPe single score voor viscose en tencel is een indicatie en hoogstwaarschijnlijk een te lage indicatie, aangezien alleen energieverbruik, CO₂-emissie, landgebruik en waterverbruik zijn inbegrepen. Ook zijn geen toxische emissies of verwerking van afvalstromen opgenomen in de indicatie, omdat de inventarisatie daarvan niet is weergegeven in het LCA-rapport dat is gebruikt voor dit onderzoek (Shen & Patel, 2010).

B Scope van doeken: gemodelleerde productietechnieken

Tabel 10 toont welke productieprocessen zijn gemodelleerd per doek. Dit verschilt namelijk per type vezeltype. Een kruisje geeft aan dat het betreffende proces van toepassing is en is opgenomen in de modellering. De draaddikte wordt uitgedrukt in tex: het gewicht per 1.000 m draad. In de basisanalyse is uitgegaan van weven voor alle vezeltypen, behalve voor acryl, dat wordt slechts gebreid.

Tabel 10 - Geselecteerd productiesysteem en productieprocessen per vezeltype

	Extrusie	Rotor/ open- eind- spinnen	Frictie- spinnen	Afsnijden en sterken	Weven (tex)	Breien (tex)	Ontsterken en vezeltjes afbranden	Spoelen en bleken	Drogen (droog- cilinder)	Verven (jet dyeing)	Verven en spoelen van draad	Droogmachine (drying stenter)
Acryl			x (*)			x (17-25 tex)		x	x		x	
Katoen (geweven) Basisanalyse			x	x	x (>25 tex)		x	x	x	x		x
Katoen (gebreid) Variatie Par. 0			x			x (>25 tex)		x	x	x		x
Hennep			x		x (>25 tex)		x	x	x	x		x
Wol (geweven) Basisanalyse			x		x (>25 tex)		x	x	x	X		x
Wol (gebreid) Variatie Par. 0			x			x (>25 tex)		x	x	x		x
Nylon	x	x		x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Elastaan	x (*)	x (**)		x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Bioplastic (PLA)	x	x		x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Tencel				x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
PVC	x	x		x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Polyester	x	x		x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Viscose				x	x (17-25 tex)		x	x	x		x	
Linnen (geweven) Basis			x	x	x (>25 tex)		x	x		X		x
Linnen (gebreid) Variatie Par. 0			x			x (>25 tex)		x	x	x		x

De productieprocessen van leer en zijde wijken af van de overige vezels.

Leer is al intact: Er is geen spinnen, weven, etc. nodig. Inbegrepen is de veehouderij (gealloceerd), de slacht (gealloceerd) en het looien van het leer.

Zijde is in (Astudillo, et al., 2014) gemodelleerd tot aan de productie van ruwe zijde.

C Transportscenario's

C.1 Transport vanuit VS

Tabel 11 - Scenario 1A

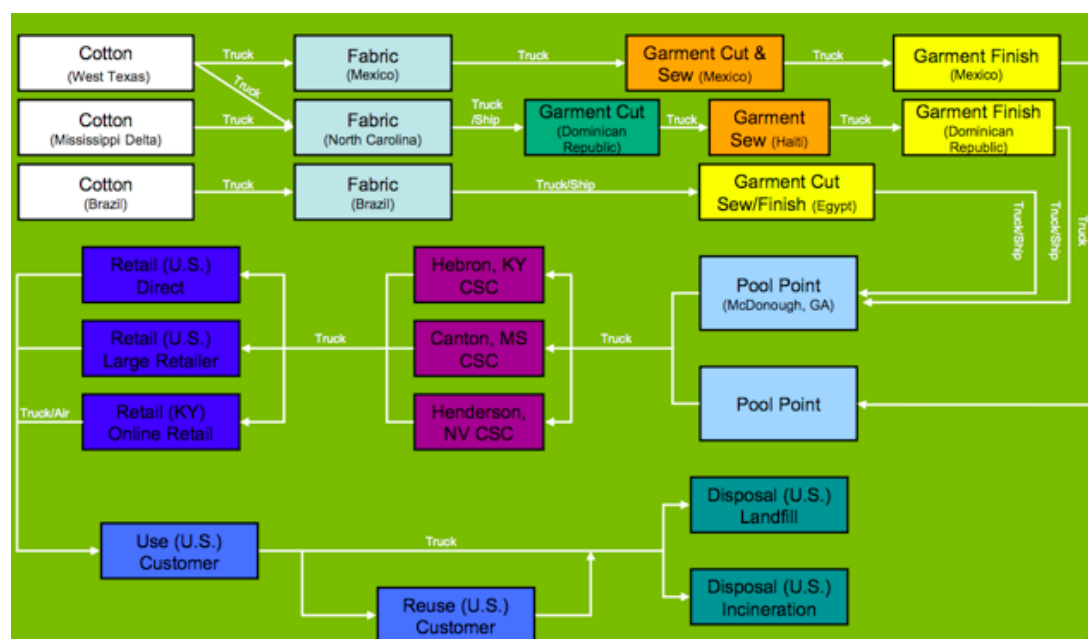
Van - Naar	km	Transportmiddel
Teelt in Texas		
Weven in North Carolina	2.000	Truck
Naar haven (Wilmington, North Carolina)	250	Truck
Snijden in Dominicaanse Republiek	2.300	Schip
Naaïen in Haïti	450	Truck
Afwerken in Dominicaanse Republiek	450	Truck
Naar VS, haven Savannah, Georgia	1.800	Schip
Opslag in McDonough, Georgia	350	Truck
Online retailer in Hebron, Kentucky	800	Truck
Europa per vliegtuig, Schiphol	6.500	Vliegtuig
Naar gebruiker	200	Truck

Tabel 12 - Scenario 1B

Van - Naar	km	Transportmiddel
Teelt in Texas		
Weven in North Carolina	2.000	Truck
Naar haven (Wilmington, North Carolina)	250	Truck
Snijden in Dominicaanse Republiek	2.300	Schip
Naaïen in Haïti	450	Truck
Afwerken in Dominicaanse Republiek	450	Truck
Naar VS, haven Savannah, Georgia	1.800	Schip
Opslag in McDonough, Georgia	350	Truck
Naar haven Savannah, Georgia	350	Truck
Naar Rotterdam	7.125	Schip
Naar gebruiker	200	Truck

In het volgende schema, afkomstig van Levi staan transportroutes en variaties erop weergegeven (Camp, et al., 2010).

Figuur 18 - Transportation between individual steps in the lifecycle of Levi 501 medium stonewashed jeans. Taken from Levi Strauss and Co. Product Lifecycle Assessment portable document file from their website <http://www.levistrauss.com>



C.2 Transport vanuit Turkije

Tabel 13 - Scenario 2A

Van - Naar	km	Transportmiddel
Teelt in zuidoost Anatolië		
Naar Antalya voor alle textielmaakprocessen	500	Truck
Naar Nederland per vrachtwagen	3.700	Truck
Naar gebruiker	100	Truck

Tabel 14 - Scenario 2B

Van - Naar	km	Transportmiddel
Teelt in zuidoost Anatolië		
Naar Antalya voor alle textielmaakprocessen	500	Truck
Naar Nederland per schip	5.900	Schip
Naar gebruiker	100	Truck

D Toelichting op de ReCiPe-methode

Voor de analyse is gebruik gemaakt van de analysemethode ReCiPe 2016, v1.01.

De ReCiPe-methode is een analysemethode voor levenscyclusanalyse. Wanneer in LCA-onderzoek de inventarisatie compleet is en de modellering is voltooid, wordt de milieu-impact berekend. In eerste instantie levert de berekening een lange lijst op met emissies, ruwe grondstoffen en andere onderwerpen (zie de linker kolom van Tabel 15). Deze lijst heeft echter interpretatie en hiertoe zijn analysemethoden beschikbaar. Eén van de beschikbare methoden is de ReCiPe-methode, die in deze studie is gebruikt. Het is een veelgebruikte methode en de opvolger van de vroegere EcoIndicator99- en CML2-methoden.

D.1 Niveaus van analyse

De ReCiPe-methode zet de lange lijst met primaire resultaten om in beter te interpreteren indicatoren. De methode biedt drie niveaus van impactanalyse (zie ook Tabel 15):

1. Midpointniveau ofwel milieueffectniveau. Dit niveau is een directe vertaalslag van stof/emissie naar milieueffect. Het midpointniveau geeft inzicht in de afzonderlijke milieueffecten en kenmerkt zich door een hoog niveau van transparantie. Het gevolg van deze score, de daadwerkelijke milieuschade, is er echter niet aan af te zien. Hiervoor zijn de drie endpoints (niveau 2) geschikter.
2. Endpointniveau. Op dit niveau worden de milieueffecten genormaliseerd en omgerekend naar schade. Zo heeft bijvoorbeeld een score voor ecotoxiciteit gevolgen voor hoeveelheid dier- en plantensoorten (afname daarvan). Er worden drie schadecategorieën onderscheiden:
 - schade aan menselijke gezondheid (uitgedrukt in DALY's: disability adjusted lifeyears);
 - schade aan ecosystemen (uitgedrukt in verlies van soorten per jaar);
 - schade aan grondstofbeschikbaarheid (monetair uitgedrukt (\$)).
3. Een enkele eindindicator. Elke schadecategorie krijgt een waarderingsfactor; zo wordt een gewogen eindscore verkregen.

Tabel 15 - Schematisch overzicht van de relatie tussen Midpoints, Endpoints en de enkele indicator

LCI-resultaat	Midpoint milieueffecten (niveau 1)	Omrekening naar	Endpoint schadecategorieën (niveau 2)	Single Score Enkele indicator (niveau 3)
Lange lijst van emissies en stoffen: Ruwe grondstoffen landgebruik CO ₂ VOS P SO ₂ NO _x CFC	Ozonlaagaantasting	DALY	Schade aan menselijke gezondheid (DALY)	Enkele indicator, verkregen door weging van drie endpoints (Pt)
	Humane toxiciteit	DALY		
	Ioniserende straling	DALY		
	Smogvorming	DALY		
	Fijnstofvorming	DALY		
	Waterverbruik	DALY		
	Klimaatimpact	Human Health: DALY	Schade aan ecosystemen (species*yr)	
		Ecosystems: species*yr		
	Verzuring, bodem	species*yr		
	Ecotoxiciteit, bodem	species*yr		
	Landgebruik, urbaan	species*vr		

LCI-resultaat	Midpoint milieueffecten (niveau 1)	Omrekening naar	Endpoint schadecategorieën (niveau 2)	Single Score Enkele indicator (niveau 3)
Cd DDT, etc.	Landgebruik, agrarisch	species*yr		
	Ecotoxiciteit, zoutwater	species*yr		
	Vermesting, zoetwater	species*yr		
	Ecotoxiciteit, zoetwater	species*yr		
	Waternutrientgebruik	species*yr		
	Uitputting, mineralen/metalen	\$	Schade aan grondstofbeschikbaarheid (\$)	
	Uitputting, fossiel	\$		
	Vermesting, zoutwater	-	-	-

Voor deze studie worden de klimaatimpact en agrarisch landgebruik los getoond (midpointniveau) en is de gewogen eindscore berekend.

D.2 Transparantie en onzekerheid

Hoe verder naar rechts wordt gegaan in de tabel, des te lager de transparantie wordt en des te hoger de onzekerheid. Dit komt door de stappen die nodig zijn: een normalisatiestap, berekeningsstap naar schade en tenslotte weging. Methodes voor normalisatie per milieueffect zijn constant in ontwikkeling en niet voor elk milieueffect is de methode even robuust. Voor weging zijn meerdere mogelijkheden: de weegfactoren naar enkele indicator verschillen al naar gelang er meer belang wordt gehecht aan één van de drie endpoints.

In deze studie wordt gebruik gemaakt van normalisatie op Europees niveau en weging op gemiddeld hiërarchisch perspectief ('Europe, H/A').