

# Sectoranalyse: Toepassing van GS1-standaarden voor de Circulaire Textielketen

## Executive Summary

De transitie naar een circulaire economie is voor de textielindustrie niet langer een keuze, maar een commerciële en wettelijke noodzaak, aangedreven door een robuust raamwerk van Europese en Nederlandse regelgeving. Voor technologische innovaties die afgedankte textielvezels verwerken tot nieuwe materialen, is integratie in de datagedreven toeleveringsketen van de toekomst cruciaal voor succes. Dit rapport levert een uitputtende analyse van de GS1-standaarden die van toepassing zijn op de gehele waardeketen van textielrecycling – van de inname van post-consumer textiel (upstream) tot de distributie van de nieuw geproduceerde gerecyclede materialen (downstream).

De analyse concludeert dat de GS1-standaarden voor identificatie, data-uitwisseling en traceerbaarheid niet slechts een compliance-instrument zijn, maar een strategische enabler die de kern vormt van de opkomende circulaire infrastructuur. De aanstaande invoering van het Digitale Productpaspoort (DPP) voor textiel, verplicht gesteld door de Europese Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), fungeert als de primaire katalysator die gestandaardiseerde data-uitwisseling vereist. GS1 levert de fundamentele bouwstenen voor dit paspoort.

De kern van de toepasbare standaarden omvat:

- **Identificatie:** De **Global Trade Item Number (GTIN)** voor het uniek identificeren van zowel de nieuwe gerecyclede materialen als de gedefinieerde klassen van ingezameld textiel; de **Serial Shipping Container Code (SSCC)** voor het traceren van logistieke eenheden zoals balen en pallets; en de **Global Location Number (GLN)** voor het identificeren van alle partijen en locaties in de keten.
- **Data-uitwisseling:** De overstap naar **QR-codes powered by GS1 Digital Link** als de datadrager van de toekomst, die een fysiek product verbindt met een schat aan online informatie.

- **Traceerbaarheid:** De **Electronic Product Code Information Services (EPCIS)** standaard voor het delen van real-time gebeurtenisdata, die het "wat, waar, wanneer en waarom" van de reis van een product door de keten vastlegt. De TransformationEvent binnen EPCIS is hierbij van cruciaal belang, omdat deze het onweerlegbare digitale bewijs levert van de omzetting van afval naar een nieuw product.

Een significante uitdaging en tevens een kans ligt in het toepassen van deze standaarden op de heterogene en ongestandaardiseerde stroom van ingezameld textiel. Dit rapport stelt een strategie voor om deze stroom te structureren door het definiëren van gestandaardiseerde klassen en het gebruik van batch/lot-identificatie. Verder wordt de noodzaak benadrukt om digitale traceerbaarheid te versterken met fysieke tracers (zoals DNA-markers) om een onbreekbare, verifieerbare claim van gerecyclede content te creëren.

De implementatie van dit gestandaardiseerde data-ecosysteem vereist investeringen, maar de return on investment is aanzienlijk. Het garandeert niet alleen markttoegang en wettelijke conformiteit, maar ontsluit ook aanzienlijke operationele efficiëntie, minimaliseert risico's en opent de deur naar nieuwe, datagedreven bedrijfsmodellen. Door vanaf het begin een geavanceerde datastrategie te omarmen, kunnen recyclingstechnologieën zich positioneren als een onmisbare, waarde-creërende schakel in het circulaire textielecosysteem van de 21e eeuw.

---

## **Sectie 1: Het Standaardisatieraamwerk voor een Circulaire Textieleconomie**

De context waarbinnen een nieuwe textielrecyclingstechnologie moet opereren, wordt niet langer bepaald door marktwerking alleen, maar in toenemende mate door een dwingend raamwerk van beleid en regelgeving. Deze sectie schetst de strategische achtergrond die data-standaardisatie transformeert van een operationele overweging naar een fundamentele voorwaarde voor commercieel succes.

### **1.1. De Regelgevende en Beleidsmatige Imperatief: Waarom Standaardisatie Niet Onderhandelbaar Is**

De verschuiving van een lineair 'take-make-dispose'-model naar een circulair model wordt gedreven door de erkenning van de eindigheid van grondstoffen en de aanzienlijke milieu-impact van de industrie.<sup>1</sup> De textielsector is hierbij een prioriteit, gezien de hoge consumptie van water en land, en de grote hoeveelheid afval die wordt gegenereerd.<sup>3</sup>

#### Het Europese Mandaat

De Europese Unie heeft met de Green Deal en het daaruit voortvloeiende Circular Economy Action Plan (CEAP) een duidelijke koers uitgezet.<sup>1</sup> De

**EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles** concretiseert deze visie voor de sector. Het doel is dat tegen 2030 alle textielproducten op de EU-markt duurzaam, repareerbaar en recyclebaar zijn, grotendeels gemaakt van gerecyclede vezels, vrij van gevaarlijke stoffen en geproduceerd met respect voor sociale en milieunormen.<sup>5</sup> Dit beleid creëert een directe en groeiende marktvraag naar de hoogwaardige gerecyclede materialen die een geavanceerde recyclingmachine kan produceren.

#### De Nederlandse Nationale Context

Het Nederlandse Beleidsprogramma Circulair Textiel 2025–2030 vertaalt de Europese ambities naar concrete nationale doelstellingen. Belangrijke doelen zijn onder meer dat in 2030 minimaal 50% van het materiaal in textielproducten duurzaam is, waarvan minimaal 15% afkomstig moet zijn van post-consumer vezel-tot-vezel recycalaat.<sup>4</sup> Deze doelstellingen scheppen de binnenlandse marktomstandigheden en de vraag naar verifieerbaar gerecycled materiaal.

#### Kerninstrumenten van de Wetgeving

Verschillende wettelijke instrumenten dwingen deze transitie af en maken data-uitwisseling essentieel:

- **Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR):** Dit is de centrale pijler van de nieuwe wetgeving. De ESPR stelt een kader vast voor het opleggen van eco-design-eisen aan producten, zoals duurzaamheid, repareerbaarheid en het verplichte aandeel gerecycled materiaal.<sup>11</sup> Belangrijker nog, de ESPR vormt de wettelijke basis voor de verplichting van een Digitaal Productpaspoort.
- **Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid (Extended Producer Responsibility - EPR):** Vanaf 1 januari 2025 worden in de EU verplichte en geharmoniseerde EPR-regelingen voor textiel ingevoerd. Dit maakt producenten financieel en operationeel verantwoordelijk voor de end-of-life fase van hun producten.<sup>8</sup> Dit zal de aanvoer van post-consumer textiel voor recycling aanzienlijk vergroten en professionaliseren.
- **Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD):** Deze richtlijn verplicht grote bedrijven om gedetailleerd te rapporteren over hun

duurzaamheidsprestaties, inclusief grondstoffengebruik, circulariteit en emissies in de waardeketen (Scope 3). Dit creëert een sterke vraag naar verifieerbare data van hun toeleveranciers, waaronder producenten van gerecyclede materialen.<sup>12</sup>

Deze combinatie van beleid en wetgeving illustreert een fundamentele verschuiving. Waar duurzaamheid voorheen vaak een vrijblijvende marketingclaim was, wordt het nu een harde, juridisch afdwingbare voorwaarde voor markttoegang. Het onvermogen om de herkomst en samenstelling van materialen te bewijzen, wordt een significant commercieel risico.<sup>19</sup> In deze context is een gestandaardiseerde, betrouwbare data-infrastructuur geen operationele luxe meer, maar een strategische noodzaak.

## 1.2. GS1 als de Fundamentele Taal van de Circulaire Toeleveringsketen

Om de complexe data-uitwisseling in een circulaire economie mogelijk te maken, is een gemeenschappelijke taal vereist. Het GS1-systeem, gebaseerd op het **Identify-Capture-Share** raamwerk, functioneert als deze wereldwijd geaccepteerde taal voor de toeleveringsketen.<sup>21</sup> In een circulaire keten, waar data moet stromen tussen partijen die voorheen nooit met elkaar te maken hadden (bv. consumenten, inzamelaars, sorteerders, recyclers, merken), is een dergelijke interoperabele standaard onmisbaar.<sup>12</sup>

GS1 Nederland speelt een actieve rol in het faciliteren van deze transitie voor de Nederlandse mode- en textielsector. Door middel van samenwerkingen met brancheorganisaties zoals Modint, worden de globale standaarden aangepast en geïmplementeerd om te voldoen aan de specifieke eisen van circulariteit.<sup>23</sup> Dit toont aan dat de standaarden dynamisch zijn en in co-creatie met de industrie worden ontwikkeld.

## 1.3. Het Digitale Productpaspoort (DPP): De Centrale Katalysator voor Data-uitwisseling

Het meest concrete en invloedrijke element van de nieuwe regelgeving is het Digitale Productpaspoort (DPP).

- **Definitie:** Het DPP is een digitaal dossier dat de volledige levenscyclus van een

product documenteert. Het bevat data over samenstelling, herkomst, milieu-impact, repareerbaarheid en recyclinginstructies.<sup>11</sup> Het is geen gecentraliseerde EU-database, maar een gedecentraliseerd systeem waarbij data wordt gekoppeld aan een unieke productidentificatiecode en toegankelijk wordt gemaakt via een datadrager (zoals een QR-code).<sup>36</sup>

- **Wettelijke Verplichting:** De ESPR maakt het DPP verplicht voor textiel, met een verwachte implementatie rond 2027-2030.<sup>28</sup> Elk bedrijf dat textielproducten op de EU-markt brengt, zal hieraan moeten voldoen, ongeacht waar het product is vervaardigd.<sup>41</sup>
- **GS1 als Fundament:** Het DPP-systeem kan alleen functioneren op basis van wereldwijd geaccepteerde, open standaarden voor identificatie en data-uitwisseling. GS1 levert deze fundamentele bouwstenen.<sup>11</sup> Het Europese **CIRPASS-2** project, waarin GS1 een sleutelpartner is, ontwikkelt momenteel de referentiearchitectuur voor het DPP, expliciet gebaseerd op deze standaarden.<sup>42</sup>

De introductie van het DPP is de concrete aanjager die de abstracte beleidsdoelen vertaalt naar concrete datavereisten voor elk product. Voor een producent van gerecyclede materialen betekent dit dat de afnemers (kledingmerken) gestandaardiseerde, verifieerbare data zullen eisen om hun eigen DPP-verplichtingen te kunnen nakomen. Dit positioneert een datavaardige recycler niet langer als een eenvoudige grondstofleverancier, maar als een kritische dataleverancier in de waardeketen. De mogelijkheid om hoogwaardige, GS1-conforme data te leveren wordt een primaire concurrentievoordeel, mogelijk zelfs belangrijker dan de prijs van het materiaal zelf. De bedrijfsstrategie moet daarom niet alleen gericht zijn op de verkoop van materiaal, maar ook op de verkoop van de bijbehorende, geverifieerde data: een model van 'Data-as-a-Service' dat hand in hand gaat met 'Material-as-a-Service'.

---

## Sectie 2: Kernidentificatiestandaarden voor Gerecyclede Textiel (De 'Identify'-laag)

De eerste en meest fundamentele stap in het GS1-systeem is 'Identify'. Zonder een unieke, ondubbelzinnige en gestandaardiseerde identificatie van producten, locaties en logistieke eenheden is betrouwbare traceerbaarheid onmogelijk. Voor een textielrecyclingproces, dat zowel gestandaardiseerde outputs als ongestandaardiseerde inputs omvat, is een doordachte toepassing van deze

identificatiestandaarden essentieel.

## 2.1. Identificatie van Producten en Materialen (GTIN - Global Trade Item Number)

De GTIN (in de volksmond vaak bekend als het EAN-nummer onder de streepjescode) is de wereldwijde standaard voor het uniek identificeren van handelsproducten.<sup>11</sup>

Downstream Identificatie (Output):

Elk uniek type gerecycled materiaal dat een recyclingmachine produceert, moet een eigen GTIN krijgen. Een 'uniek type' wordt gedefinieerd door zijn specifieke eigenschappen. Bijvoorbeeld, "80/20 Gerecycled Katoen/PET Blend, Grade A, Kleur Blauw" is een ander product dan "70/30 Gerecycled Katoen/PET Blend, Grade A, Kleur Blauw" en vereist dus een andere GTIN. Deze GTIN fungeert als de primaire sleutel waaraan alle andere productinformatie (master data) wordt gekoppeld in systemen zoals GS1 Data Source en uiteindelijk het DPP.

Upstream Identificatie (Input):

Hier ligt de grootste uitdaging. Post-consumer textiel wordt aangeleverd in niet-gestandaardiseerde eenheden zoals balen of zakken, met een heterogene samenstelling. Het direct toekennen van een GTIN aan elke individuele baal is niet praktisch. De oplossing ligt in het toepassen van de GS1-principes op een hoger abstractieniveau. De aanbevolen strategie is om gestandaardiseerde klassen van inputmateriaal te definiëren. Deze klassen kunnen gebaseerd zijn op de output van geautomatiseerde sorteerprocessen. Voorbeelden zijn:

- "Gesorteerd Post-Consumer Textiel, >90% Katoen, Wit"
- "Gesorteerd Post-Consumer Textiel, Gemengde Synthetische Vezels, Donkere Kleuren"
- "Ongesorteerd Post-Consumer Textiel"

Elk van deze gedefinieerde klassen kan een eigen GTIN krijgen. Een specifieke fysieke baal wordt dan geïdentificeerd door de combinatie van de **klasse-GTIN** en een uniek **Batch/Lot-nummer**, een methode die wordt ondersteund door de GS1 Global Traceability Standard.<sup>48</sup> Op deze manier wordt een ongestandaardiseerde stroom omgezet in traceerbare, gedefinieerde eenheden.

## 2.2. Identificatie van Logistieke Eenheden (SSCC - Serial Shipping Container Code)

De SSCC is een 18-cijferig nummer dat functioneert als een uniek 'kenteken' voor elke logistieke eenheid, zoals een doos, pallet, container of baal, gedurende het transport en de opslag.<sup>49</sup>

#### Downstream Toepassing:

Dit is een standaardpraktijk. Elke pallet of container met gereed product (de gerecyclede vezels) krijgt een unieke SSCC. Deze code wordt weergegeven op een GS1 Logistiek Label, meestal in een GS1-128 barcode.<sup>49</sup> Veel afnemers en logistieke dienstverleners eisen dit voor een efficiënte ontvangst en verwerking.<sup>50</sup>

#### Upstream Toepassing (Strategische Adaptatie):

Een cruciale stap voor het professionaliseren van de recyclingketen is het toepassen van de SSCC op de upstream logistieke eenheden. Elke baal ingezameld textiel die van een sorteercentrum wordt ontvangen, zou moeten worden voorzien van een eigen, unieke SSCC. Deze SSCC vormt de onmisbare link tussen de fysieke baal en de elektronische data die erover wordt gedeeld (via een Advance Ship Notice - ASN, of EPCIS-bericht). Deze data omvat de GTIN+Batch/Lot van de inhoud, de gedetailleerde samenstelling, de herkomst, etc. Het consistent gebruiken van SSCC's voor inkomende goederen is de sleutel tot het automatiseren van het ontvangstproces, het verifiëren van de aangeleverde materialen en het opbouwen van een betrouwbare datageschiedenis van de inputstromen.

### 2.3. Identificatie van Partijen & Locaties (GLN - Global Location Number)

De GLN is een unieke 13-cijferige code die wordt gebruikt om elke juridische, functionele of fysieke locatie in de toeleveringsketen te identificeren.<sup>11</sup> Het beantwoordt de 'Wie'- en 'Waar'-vragen van elke transactie of gebeurtenis.

#### Toepassing in de Circulaire Keten:

Voor een waterdichte traceerbaarheid moet elke schakel in de waardeketen een GLN hebben. Dit omvat:

- De oorspronkelijke inzamelpunten van het textiel.
- De sorteerfaciliteiten die als toeleverancier fungeren.
- De eigen productiefaciliteit (en eventueel specifieke productielijnen binnen de fabriek).
- De eigen opslaglocaties en magazijnen.
- De fabrieken, distributiecentra en andere locaties van de afnemers.

#### Relevantie voor DPP en Traceerbaarheid:

De GLN is een verplicht kernelement van het DPP, omdat het verifieerbare informatie over de

herkomst levert (bijvoorbeeld "geproduceerd in fabriek X met GLN [...] in Bangladesh").<sup>11</sup> Het is tevens een fundamenteel onderdeel van elk EPCIS-event, omdat het de gebeurtenis koppelt aan een specifieke, ondubbelzinnige fysieke locatie.

De consequente toepassing van deze drie identificatiestandaarden legt het fundament voor een transparant en efficiënt circulair systeem. Het stelt een bedrijf in staat om orde te scheppen in de inherent chaotische stroom van post-consumer afval. Door een GTIN toe te kennen aan een *klasse* van afval en een Batch/Lot-nummer aan een specifieke *instantie* (de baal), wordt de afvalstroom effectief omgezet in een nieuw, traceerbaar 'product'. Dit is de eerste, onmisbare stap op weg naar een datagedreven markt voor gerecyclede grondstoffen.

Bovendien creëert dit een krachtig hefboomeffect. Door van toeleveranciers (inzamelaars/sorteerders) te eisen dat zij hun balen voorzien van een SSCC en de bijbehorende data (GTIN+Batch, samenstelling) elektronisch aanleveren, wordt niet alleen het eigen innameproces geoptimaliseerd. Het dwingt de upstream markt om standaarden te adopteren. Dit professionaliseert de hele keten en creëert een gemeenschappelijke taal voor de kwaliteit en waarde van gerecyclede grondstoffen, wat een verschuiving mogelijk maakt van een markt gebaseerd op gewicht naar een markt gebaseerd op data en kwaliteit. Het bedrijf dat dit afdwingt, positioneert zichzelf als een 'market maker' en een centrale, structurerende speler in het opkomende ecosysteem.

---

## Sectie 3: Data in Beweging: Traceerbaarheid en Informatie-uitwisseling (De 'Capture' & 'Share'-lagen)

Zodra alle producten, locaties en logistieke eenheden uniek zijn geïdentificeerd, is de volgende stap het vastleggen ('Capture') en delen ('Share') van informatie over hun bewegingen en transformaties. Dit is waar de statische identificatie tot leven komt en een dynamisch, traceerbaar verhaal wordt. Moderne GS1-standaarden zijn specifiek ontworpen om dit op een efficiënte, geautomatiseerde en interoperabele manier te doen.

### 3.1. De Toekomst van Datacaptatie: 2D-codes en GS1 Digital Link



De traditionele lineaire barcode (EAN-13) nadert het einde van zijn technologische levenscyclus. De wereldwijde retail- en logistieke sector streeft naar een volledige overstap naar 2D-codes, zoals de QR-code, tegen 2027. Vanaf dat moment moeten alle kassasystemen en scanners deze 2D-codes kunnen lezen.<sup>25</sup>

Deze overstap is veel meer dan een cosmetische verandering. Het ontsluit een exponentieel grotere datacapaciteit. Een standaard QR-code is echter beperkt; het is in essentie een link naar één enkele webpagina. De ware revolutie ligt in de **QR Code powered by GS1**, die gebruikmaakt van de **GS1 Digital Link**-standaard.<sup>11</sup>

De GS1 Digital Link is een gestandaardiseerde manier om GS1-identificatiecodes (zoals de GTIN) te embedden in een web-URL. De structuur ziet er bijvoorbeeld zo uit: <https://id.gs1.org/01/08712345678904/10/BATCH123>. Deze URL bevat de GTIN (01) en het batchnummer (10).

De kracht van dit systeem zit in de 'resolver'. Wanneer een smartphone of scanner deze code leest, wordt de gebruiker niet naar één vaste website gestuurd. De aanvraag gaat naar een resolver-dienst die, op basis van de context van de scan (wie scant, waar, met welk type apparaat), de gebruiker kan doorverwijzen naar verschillende online bronnen.<sup>53</sup>

- Een **consument** in de winkel wordt naar de marketingpagina met productinformatie en duurzaamheidsclaims gestuurd.
- Een **logistiek medewerker** krijgt toegang tot de vrachtbrief en logistieke data.
- Een **recyclingbedrijf** aan het einde van de levensduur krijgt de demontage- en recyclinginstructies te zien.
- Een **regelgevende instantie** kan direct de conformiteitscertificaten inzien.

Deze functionaliteit maakt de GS1 Digital Link de perfecte en meest logische datadrager voor het Digitale Productpaspoort.<sup>11</sup> Voor de gerecyclede materialen die worden geproduceerd, moeten de logistieke labels (op balen of pallets) worden voorzien van een QR-code met daarin de GS1 Digital Link. Dit wordt de poort voor afnemers om toegang te krijgen tot alle rijke, geverifieerde data die aan die specifieke batch is gekoppeld.

### 3.2. End-to-End Zichtbaarheid met EPCIS (Electronic Product Code Information Services)

Waar de GS1 Digital Link de poort is *naar* de data, is EPCIS de standaard voor het structureren en delen van de data *zelf*, met name de gebeurtenisdata die de levenscyclus van een product beschrijft. EPCIS is de GS1-standaard die een gestandaardiseerd datamodel biedt om de fundamentele vragen van traceerbaarheid te beantwoorden: **Wat** is er gebeurd met welk object, **Waar** is het gebeurd, **Wanneer** is het gebeurd, en **Waarom** is het gebeurd (welke bedrijfsprocesstap)?.<sup>48</sup>

De nieuwste versie, EPCIS 2.0, is specifiek ontworpen voor de moderne, datagedreven economie. Het maakt gebruik van webvriendelijke formaten zoals JSON/JSON-LD en REST API's, wat de integratie in bestaande en nieuwe systemen aanzienlijk vereenvoudigt.<sup>55</sup> Het ondersteunt expliciet het linken naar externe databronnen, wat essentieel is voor de gedecentraliseerde architectuur van het DPP.

Definiëren van Kritieke Traceergebeurtenissen (Critical Tracking Events - CTEs) voor het Recyclingproces

Om EPCIS te implementeren, moet een bedrijf zijn fysieke processen vertalen naar gestandaardiseerde digitale gebeurtenissen. Voor het beschreven textielrecyclingproces zijn de volgende CTEs van toepassing:

- **Upstream CTEs (Gegenereerd door de toeleverancier/sorteerder):**
  - AggregationEvent: Dit event wordt vastgelegd wanneer de sorteerder gesorteerde kledingstukken verpakt in een baal. De baal krijgt een unieke SSCC (het 'parent' ID), en de inhoud wordt beschreven (het 'child' ID, in dit geval de GTIN+Batch van de textielklasse).
  - ObjectEvent (met business step shipping): Dit event wordt vastgelegd wanneer de leverancier een baal (geïdentificeerd door zijn SSCC) verzendt vanaf zijn locatie (geïdentificeerd door zijn GLN).
- **Eigen Proces CTEs (Gegenereerd door het recyclingbedrijf):**
  - ObjectEvent (met business step receiving): Dit event wordt vastgelegd op het moment dat de baal (SSCC) wordt ontvangen op de eigen productielocatie (GLN).
  - TransformationEvent: **Dit is de meest kritieke en waardevolle gebeurtenis in het hele proces.** Dit event documenteert de daadwerkelijke recycling.
    - **Inputs:** De identificatiecodes van de verbruikte balen textielafval (bv. de SSCC's of de GTIN+Batch van de inputklasse).
    - **Outputs:** De identificatiecodes van de nieuw gecreëerde partij gerecycled materiaal (de nieuwe GTIN+Batch).
    - Dit event creëert een onuitwisbare, digitale link tussen het afvalmateriaal en het nieuwe, hoogwaardige materiaal.

- AggregationEvent: Dit event wordt vastgelegd wanneer het nieuwe materiaal wordt verpakt op een pallet, die een nieuwe, eigen SSCC krijgt.
- **Downstream CTEs (Gegenereerd door het recyclingbedrijf):**
  - ObjectEvent (met business step shipping): Dit event wordt vastgelegd wanneer de pallet met nieuw materiaal (SSCC) wordt verzonden naar de klant, op weg naar diens locatie (GLN).

De verzameling van deze EPCIS-events vormt een compleet, auditeerbaar en gestandaardiseerd logboek van de gehele transformatie. Het is het dynamische verhaal dat de statische data in het DPP tot leven brengt. Waar het DPP het 'paspoort' is, zijn de EPCIS-events de 'stempels' die de reis en de transformaties documenteren. Een robuust circulair datasysteem vereist beide: het DPP definieert 'wat het is', en EPCIS documenteert 'wat ermee gebeurd is'.

De TransformationEvent is hierbij de hoeksteen van de hele datastrategie. Het is het cryptografische en logische bewijs dat een nieuw materiaal is gecreëerd uit een specifieke partij afval. Een claim als "bevat 85% gerecycled post-consumer katoen" is zonder dit bewijs slechts een marketinguiting.<sup>9</sup> Mét dit bewijs wordt het een verifieerbaar feit. Door deze

TransformationEvent-data te delen met afnemers, wordt hen een onweerlegbaar, door derden te auditeren bewijs geleverd van de circulaire herkomst van het materiaal. Deze data kan vervolgens direct en geautomatiseerd worden gebruikt om de velden voor gerecyclede content in het DPP van het eindproduct en in de CSRD-rapportages van de afnemer in te vullen. Dit maakt het geleverde materiaal significant waardevoller dan materiaal van een concurrent die dit digitale bewijs niet kan leveren. Het is de sleutel tot het monetariseren van de investering in traceerbaarheid.

---

## Sectie 4: De Data Zelf: Een Circulair Datamodel voor Textiel

Naast de identificatie van objecten en het vastleggen van hun bewegingen, is de kern van de uitdaging de data zelf: welke specifieke attributen moeten worden vastgelegd om te voldoen aan de eisen van de circulaire economie en het DPP? Dit vereist een gedetailleerd datamodel dat verder gaat dan traditionele productdata.

## 4.1. Huidige Kaders: Het Samenvoegen van Bestaande Modellen

De ontwikkeling van een datamodel voor circulair textiel gebeurt niet in een vacuüm. Er zijn verschillende kaders die als basis dienen en die momenteel worden doorontwikkeld.

- **GS1 Global Data Model (GDM):** Dit is het wereldwijde initiatief van GS1 om fundamentele productstamgegevens te harmoniseren.<sup>58</sup> Het model is opgebouwd in lagen (Global Core, Global Category, Regional, Local) om zowel wereldwijde als lokale eisen te accommoderen.<sup>60</sup> Hoewel het GDM zeer uitgebreid is voor retailproducten, zijn specifieke attributen voor circulariteit en textiel nog volop in ontwikkeling. Het biedt echter de structuur en het governanceproces om nieuwe, noodzakelijke attributen toe te voegen.<sup>58</sup>
- **GS1 Nederland Fashion Datamodel:** Specifiek voor de Nederlandse markt heeft GS1 Nederland een datamodel voor de modesector. Een cruciaal gegeven is dat dit model "momenteel in ontwikkeling" is. Er is een werkgroep, in samenwerking met onder andere Modint, actief om het model geschikt te maken voor toepassingen zoals het DPP.<sup>62</sup> Dit is geen statisch gegeven, maar een lopend proces. Dit biedt een unieke kans voor proactieve bedrijven om deel te nemen aan deze werkgroepen en de standaard mede vorm te geven, zodat deze optimaal aansluit bij de behoeften van geavanceerde recyclers.
- **Het Trace4Value Protocol:** Dit Zweedse pilotproject, met partners als Kappahl en Marimekko, heeft een zeer concreet en gedetailleerd datamodel opgeleverd met 97 specifieke datapunten voor een textiel-DPP.<sup>35</sup> Dit protocol dient als een uitstekende, praktijkgerichte blauwdruk voor de attributen die nodig zijn. Het omvat categorieën voor merk-, product-, toeleveringsketen-, compliance-, circulariteits- en duurzaamheidsinformatie.

De meest effectieve strategie is om deze kaders te combineren: de structuur van het GDM gebruiken, aansluiten bij de ontwikkelingen van het Nederlandse model, en de concrete attributenlijst van het Trace4Value-protocol als leidraad nemen.

## 4.2. Essentiële Data-attributen voor Gerecyclede Textiel: Een Drietrapsvisie

Voor een recycler is het essentieel om data te structureren op basis van de positie in de waardeketen: welke data moet worden ontvangen, welke wordt intern gegenereerd

en welke moet worden doorgegeven?

- **Upstream Data (Wat moet worden ontvangen van toeleveranciers):**
  - **Identificatie:** GLN van de sorteerder, GTIN+Batch/Lot van de input-materiaalklasse, en de SSCC van de aangeleverde baal.
  - **Samenstelling:** Dit is de meest kritische inputdata. Een gedetailleerde vezelsamenstelling (bv. % katoen, % polyester, % elastaan), de aanwezigheid en het type van contaminanten (knopen, ritsen, labels), en kleurinformatie. Deze data zal idealiter afkomstig zijn van de geautomatiseerde sorteersystemen (NIR/AI) van de leverancier.<sup>63</sup>
  - **Herkomst:** Land van inzameling, type afvalstroom (pre- of post-consumer), en eventuele certificeringen van de inputstroom.
- **Procesdata (Wat intern moet worden gegenereerd):**
  - **Transformatie-link:** De volledige data van de EPCIS TransformationEvent, die de inputbatches onweerlegbaar koppelt aan de outputbatches.
  - **Procesparameters:** Data over het energieverbruik (kWh), waterverbruik (liter), en gebruikte chemicaliën per geproduceerde kilogram nieuw materiaal. Deze data is essentieel voor Life Cycle Assessments (LCA) en het onderbouwen van milieueclaims.<sup>65</sup>
  - **Kwaliteitsdata:** De technische specificaties van het eindproduct, zoals vezellengte, treksterkte, kleurechtheid en zuiverheid.
- **Downstream Data (Wat moet worden verstrekt aan afnemers):**
  - **Identificatie:** De nieuwe GTIN voor het geproduceerde materiaal en de SSCC voor de logistieke eenheid.
  - **Geverifieerde Circulariteitsattributen:** Het exacte percentage gerecycled materiaal (met de TransformationEvent als bewijs), het percentage post-consumer content, certificeringen (bv. Global Recycled Standard - GRS), en duidelijke instructies voor de volgende levenscyclus (bv. "deze vezel is geschikt voor verdere mechanische recycling").
  - **DPP-link:** De GS1 Digital Link URL die als centrale toegangspoort fungeert tot al deze geverifieerde informatie.

#### 4.3. Voorgestelde Tabel: Kerndata-attributen voor een Paspoort van Gerecycled Textiel

Om de abstracte datavereisten te vertalen naar een praktisch en implementeerbaar schema, dient de volgende tabel als een datadictionary en strategische blauwdruk.

Het synthetiseert de vereisten uit bronnen zoals de ESPR, het Trace4Value-protocol en het GDM, en structureert deze voor de unieke positie van een textielrecycler.

Data Categorie	Attribuutnaam	Beschrijving & Doel	Voorbeeldwaarde	Eigenaar/Bron	GS1 Standaard/Veld
<b>I. Algemene ID</b>	Product GTIN	Unieke ID voor het nieuwe gerecyclede materiaal.	087...	Eigen Bedrijf	GTIN
	Batch/Lot Nummer	Unieke ID voor een specifieke productie-run.	B-2025-001	Eigen Bedrijf	AI (10)
	DPP Data Drager	De GS1 Digital Link URL die naar alle data verwijst.	<a href="https://id.gs1.org/01/..">https://id.gs1.org/01/..</a>	Eigen Bedrijf	GS1 Digital Link
<b>II. Herkomst</b>	Input Materiaal GTIN	GTIN van de klasse van de afvalgrondstof.	088...	Leverancier	EPCIS Input EPC
	Input Batch/Lot	Batchnummer van de afvalgrondstof.	AFVAL-543	Leverancier	EPCIS Input Lot
	Bron Faciliteit GLN	GLN van de sorteerfaciliteit.	540...	Leverancier	EPCIS readPoint
	Land van Inzameling	Land waar het post-consumer textiel is ingezameld.	NL	Leverancier	GDM countryOfOriginCode

<b>III. Samenstelling</b>	Gerecycled Gehalte %	Geverifieerd percentage gerecycled materiaal.	100	Eigen Bedrijf	Nieuw GDM Attribuut
	Post-Consumer Gehalte %	Percentage van het gerecyclede deel dat post-consumer is.	95	Eigen Bedrijf	Nieuw GDM Attribuut
	Vezelsamenstelling	Gedetailleerde uitsplitsing van vezels in het nieuwe materiaal.	Katoen: 85%, PET: 15%	Eigen Bedrijf	Nieuw GDM Attribuut
	Substances of Concern	Lijst van gereguleerde zorgwekkende stoffen boven drempelwaarde.	Geen	Eigen Bedrijf	DPP Vereiste
<b>IV. Procesdata</b>	Transformatieve Event ID	Unieke ID voor het EPCIS-event dat het recyclingproces bewijst.	urn:epc:id:event:1234	Eigen Bedrijf	EPCIS eventID
	Energie per kg	kWh verbruikt om 1kg nieuw materiaal te produceren.	5.2	Eigen Bedrijf	Nieuw GDM Attribuut
	Water per kg	Liter water verbruikt om 1kg nieuw materiaal te produceren.	10	Eigen Bedrijf	Nieuw GDM Attribuut

<b>V. Circulariteit</b>	Recycleerbaarheid	Instructies voor verdere recycling van de vezel.	Geschikt voor mechanische recycling	Eigen Bedrijf	DPP Vereiste
	Certificeringen	Bv. Global Recycled Standard (GRS), met certificaatnummer.	GRS-ID-5678	Certificeringsinstantie	GDM ThirdPartyAccreditation

De ware waarde van dit datamodel ligt in zijn potentieel als concurrentievoordeel. Terwijl de markt voor gerecyclede materialen groeit door EPR-regelingen, zullen merken onder druk van de CSRD hun Scope 3-emissies en milieu-impact moeten rapporteren.<sup>7</sup> Een merk dat gerecycled materiaal koopt, erft de ecologische voetafdruk van het productieproces van dat materiaal. Door niet alleen gerecyclede vezels aan te bieden, maar vezels met een geverifieerde, lage energie- en watervoetafdruk (vastgelegd in de procesdata-attributen), wordt het product inherent waardevoller voor de duurzaamheidsrapportage van de afnemer. De rijkdom en verifieerbaarheid van het datamodel wordt zo een belangrijke onderscheidende factor, een 'competitive moat' die concurrenten die alleen basisinformatie leveren, op achterstand zet.

---

## Sectie 5: Toekomstbestendige Integratie: Aanbevelingen en Strategische Routekaart

Het implementeren van GS1-standaarden in een complex en vernieuwend proces als textielrecycling vereist een strategische aanpak. Het gaat niet alleen om het adopteren van bestaande regels, maar ook om het overbruggen van hiaten, het aanpassen van standaarden en het creëren van een robuust systeem dat zowel de digitale als de fysieke realiteit omvat.

### 5.1. Het Overbruggen van Hiaten in Huidige Standaarden



De bestaande GS1-standaarden zijn primair ontwikkeld voor een lineaire economie met uniforme, voorspelbare producten. De toepassing op de circulaire textielketen legt enkele inherente hiaten bloot:

- **De Heterogeniteitsuitdaging:** Zoals eerder vastgesteld, is de grootste uitdaging het gebrek aan een gestandaardiseerde methode voor het identificeren en beschrijven van de heterogene inputstromen. De complexiteit van materiaalblends, kleuren en contaminanten (zoals elastaan, prints, knopen en ritsen) in fast fashion verergert dit probleem aanzienlijk.<sup>66</sup>
- **Het Databetrouwbaarheidsdeficit:** In de huidige keten opereren recyclers vaak 'blind' door een gebrek aan geverifieerde data over de inputmaterialen. Dit leidt tot hoge kosten voor handmatige sortering en verificatie, wat investeringen in grootschalige recycling afremt.<sup>69</sup> Technologieën zoals blockchain worden vaak genoemd als oplossing, maar de implementatie ervan is complex en de data-input blijft een zwak punt.<sup>70</sup>
- **De "Downcycling" Datakloof:** De meeste huidige recycling is 'open-loop' downcycling, waarbij textiel wordt verwerkt tot producten van lagere waarde zoals isolatiemateriaal of poetslappen.<sup>66</sup> Echte 'fiber-to-fiber' recycling, het doel van een circulaire economie, vereist veel gedetailleerdere data over vezelzuiverheid, chemische behandelingen en gebruikte kleurstoffen om technisch en economisch haalbaar te zijn.<sup>68</sup> De huidige datamodellen missen vaak de granulariteit om deze cruciale informatie vast te leggen.

## 5.2. Strategische Aanbevelingen voor Standaardaanpassing en Toepassing

Om deze hiaten te dichten, is een proactieve houding ten opzichte van standaardisatie vereist.

- **Pleiten voor een Nieuwe GPC voor Gerecyclede Grondstoffen:** Een strategische actie is om samen te werken met GS1 Nederland en Modint <sup>62</sup> om een nieuwe **Global Product Classification (GPC)** 'brick' te definiëren specifiek voor "Gerecyclede Textielgrondstoffen". Dit zou het concept van de klasse-GTIN uit Sectie 2 formaliseren en er een wereldwijde standaard van maken, wat de handel en data-uitwisseling enorm zou vergemakkelijken.
- **Uitbreiding van het Global Data Model (GDM):** De formele weg om de benodigde data-attributen in de wereldstandaard te krijgen, is via een voorstel om het GDM uit te breiden.<sup>61</sup> Er kan een nieuwe "Category Specific Attribute" groep

voor Textiel worden voorgesteld, die de kritische attributen uit de tabel in Sectie 4.3 omvat, zoals

RecycledContentPercentage, FiberTypeOrigin, EnergyPerUnit en velden voor fysieke tracerinformatie.<sup>61</sup>

- **Gebruik van Verifieerbare Credenties (Verifiable Credentials - VCs):** Om het betrouwbaarheidsprobleem aan te pakken, kan gebruik worden gemaakt van de W3C-standaard voor Verifiable Credentials. In dit gedecentraliseerde model <sup>74</sup> kan een toeleverancier een cryptografisch ondertekende 'credentie' uitgeven voor een baal textiel, waarin de samenstelling wordt bevestigd. De ontvanger kan de authenticiteit van deze claim verifiëren zonder afhankelijk te zijn van een centrale database of de interne systemen van de leverancier. Dit model sluit naadloos aan bij de gedecentraliseerde visie van de CIRPASS-architectuur voor het DPP.<sup>42</sup>

### 5.3. Integratie van Fysieke en Digitale Traceerbaarheid: Een Onbreekbare Link

Digitale records zoals EPCIS en het DPP zijn krachtig, maar kwetsbaar voor het "garbage-in, garbage-out"-principe. Zonder een methode voor fysieke verificatie blijft er een risico op fraude bestaan, bijvoorbeeld door het ongemerkt bijmengen van goedkopere virgin vezels.<sup>77</sup> De oplossing ligt in het koppelen van de digitale wereld aan de fysieke wereld.

- **Fysieke Tracer Technologieën:**
  - **Forensische Tracers:** Analyseren de unieke, natuurlijke geochemische samenstelling van een materiaal om de geografische oorsprong te bepalen (bv. Oritain).<sup>78</sup>
  - **Additieve Tracers:** Hierbij wordt een unieke, onzichtbare marker aan het materiaal toegevoegd. Dit biedt de grootste kans voor het recyclingproces.
    - **DNA-markers (bv. Haelixa, Applied DNA Sciences):** Een unieke, synthetische DNA-sequentie wordt op de vezels gespoten. Deze marker is extreem robuust, overleeft de meeste industriële processen en kan met een eenvoudige qPCR-test worden gedetecteerd, wat een definitief ja/nee-bewijs van aanwezigheid levert.<sup>77</sup>
    - **Luminescentiepigmenten (bv. FibreTrace):** Een gepatenteerd, lichtgevend pigment wordt in de vezel ingebed. Dit kan op elk punt in de keten worden gescand om de authenticiteit te verifiëren.<sup>78</sup>
- **Het Integratiemodel (Mark-Link-Verify):**
  1. **Mark:** Breng een unieke DNA- of luminescentietracer aan op elke batch

geproduceerd gerecycled materiaal.

2. **Link:** Neem in de EPCIS TransformationEvent en de DPP-data voor die specifieke batch attributen op zoals physicalTracerType: "Haelixa DNA" en physicalTracerID: "Unieke\_DNA\_sequentie\_ID".
3. **Verify & Share:** De afnemer kan op elk gewenst moment een monster van het materiaal nemen, laten testen en verifiëren dat de gedetecteerde tracer-ID overeenkomt met de ID die in het digitale spoor is vastgelegd.

Deze combinatie van een fysieke marker en een gestandaardiseerd digitaal record<sup>81</sup> creëert een buitengewoon sterke, verifieerbare claim. Het transformeert de data van een 'bewering' naar een forensisch 'feit', wat de waarde van zowel de data als het materiaal drastisch verhoogt en de extra kosten van de tracer en de digitale infrastructuur rechtvaardigt.

#### 5.4. Een Gefaseerde Implementatieroutekaart

Een praktische implementatie kan worden gestructureerd aan de hand van een gefaseerde aanpak, gebaseerd op de 8-stappen gids voor traceerbaarheid van gerecycled materiaal<sup>83</sup>, maar specifiek toegespitst op de GS1-context.

- **Fase 1: Fundament & Strategie (Maand 1-3)**
  - **Stap 1: Business Case Opstellen:** Kwantificeer de baten (markttoegang, premium prijs, efficiëntie) en kosten (GS1-lidmaatschap, implementatiepartner, tracers).<sup>83</sup>
  - **Stap 2: Waardeketen in Kaart Brengen:** Identificeer een selecte groep van een strategische upstream partner (sorteerder) en een downstream partner (merk) voor een pilot. Wijs GLN's toe aan alle relevante locaties.<sup>83</sup>
  - **Stap 3 & 4: Datavereisten Definiëren:** Gebruik de tabel uit Sectie 4.3 als master dataplan en identificeer de datakloven in de huidige processen.<sup>83</sup>
- **Fase 2: Pilot & Partnerschap (Maand 4-9)**
  - **Stap 5: Betrek de Toeleveringsketen:** Vorm een 'club' met de pilotpartners. Leg de rollen, verantwoordelijkheden en data-uitwisselingsprotocollen vast in een **Circular Economy Partnership Agreement**.<sup>83</sup>
  - **Stap 6: Beslis en Implementeer een Traceerbaarheidssysteem:** Selecteer een GS1-implementatiepartner.<sup>86</sup> Begin met de implementatie van EPCIS voor de kernevents (Receiving, Transformation, Shipping) en een basis-DPP voor het

outputmateriaal, ontsloten via GS1 Digital Link. Integreer een fysieke tracer voor de pilotbatch.

- **Fase 3: Opschalen & Optimaliseren (Maand 10-18+)**
  - **Stap 7: Laat Verifiëren:** Laat een onafhankelijke derde partij de pilot auditen om de link tussen de fysieke tracer en het digitale record te valideren.<sup>83</sup>
  - **Stap 8: Schaal Op:** Rol de gestandaardiseerde datavereisten uit naar alle toeleveranciers. Breid het datamodel uit met meer attributen (bv. real-time procesdata). Automatiseer de data-uitwisseling met partners via de EPCIS 2.0 API's.

Deze routekaart is niet alleen een intern projectplan, maar ook een strategisch instrument voor marktengagement. Door een duidelijk, gefaseerd plan te presenteren, wordt een geloofwaardige langetermijnvisie getoond. De pilotfase kan worden gebruikt om het systeem samen met sleutelpartners te ontwikkelen, waarbij de wederzijdse voordelen worden aangetoond: het merk krijgt verifieerbare data voor zijn DPP, de sorteerder krijgt een betere prijs voor hoogwaardige, data-rijke grondstoffen. Deze collaboratieve aanpak, formeel vastgelegd in een partnerschapsovereenkomst, de-riskt de investering voor alle partijen en transformeert een eenvoudige transactierelatie in een strategisch circulair partnerschap.

---

## Sectie 6: Het Bredere Ecosysteem: Technologie, Economie en Governance

De succesvolle integratie van een geavanceerde recyclingtechnologie hangt niet alleen af van interne processen en standaarden. Het is afhankelijk van de interactie met een breder ecosysteem van technologieën, economische modellen en governance-structuren. Het begrijpen van deze context is cruciaal voor het realiseren van de volledige strategische waarde.

### 6.1. De Symbiotische Relatie met Ondersteunende Technologieën

De recyclingmachine opereert niet in een vacuüm; haar efficiëntie en de waarde van haar output worden direct beïnvloed door andere technologieën in de keten, met

name geautomatiseerde sorteersystemen.

- **Geautomatiseerde Sortering (NIR/AI):** De kwaliteit van de input is bepalend voor de kwaliteit van de output. Geautomatiseerde sorteertechnologieën zijn onmisbaar om de heterogene stroom van post-consumer textiel te scheiden in zuivere, bruikbare fracties.
  - **Near-Infrared (NIR) Spectroscopie:** Deze technologie identificeert de chemische samenstelling van vezels (bv. katoen, polyester, wol) door te analyseren hoe ze nabij-infrarood licht absorberen en reflecteren.<sup>63</sup>
  - **Artificiële Intelligentie (AI) en Computer Vision:** AI verbetert de NIR-technologie door ook kleuren, patronen en fysieke vervuilingen zoals knopen en ritsen te herkennen. Machine learning-algoritmes kunnen worden getraind om complexe blends met een hogere nauwkeurigheid te identificeren dan traditionele methoden.<sup>64</sup>
- **De Data Feedback Loop:** De introductie van het DPP creëert een krachtige, positieve feedback-lus die de efficiëntie van het hele circulaire systeem verhoogt.
  1. **Van DPP naar AI:** Merken zullen DPP's creëren voor hun nieuwe (virgin) producten, die exacte, geverifieerde data over de materiaalsamenstelling bevatten. Wanneer deze producten aan het einde van hun levensduur worden afgedankt, kan deze DPP-data worden gebruikt als een hoogwaardige, gelabelde trainingsset voor de AI-algoritmes van de sorteersystemen, waardoor hun nauwkeurigheid aanzienlijk toeneemt.<sup>91</sup>
  2. **Van Sorteerder naar Recycler:** Een slimmere sorteerder levert een zuiverdere, beter gekarakteriseerde grondstof aan de recyclingmachine. Deze hoogwaardige data wordt gekoppeld aan de SSCC van de aangeleverde baal.
  3. **Van Recycler naar het Volgende DPP:** Met deze superieure input kan de recyclingmachine haar proces optimaliseren en een nieuw gerecycled materiaal produceren met een eigen, rijke en verifieerbare dataset. Deze data voedt vervolgens het DPP van het volgende eindproduct.

Deze symbiose toont aan dat de bedrijfsstrategie niet alleen gericht moet zijn op de eigen machine, maar ook op de interfaces met andere technologieën in het ecosysteem. Strategische partnerschappen met ontwikkelaars van sorteertechnologie kunnen een aanzienlijk wederzijds voordeel opleveren.

## 6.2. Data Governance, Vertrouwen en Interoperabiliteit

Een functionerend data-ecosysteem vereist duidelijke regels over eigendom, toegang en beveiliging van data.

- **De Uitdaging van Datasilo's en Vendor Lock-in:** Veel commerciële DPP-oplossingen worden aangeboden als gesloten, eigen systemen.<sup>23</sup> Dit creëert het risico van 'vendor lock-in', waarbij data niet uitwisselbaar is met andere platformen. Dit ondermijnt het hele concept van een universeel, interoperabel productpaspoort en is een significant risico voor de sector.<sup>23</sup>
- **De Oplossing: Open Standaarden en Decentralisatie:**
  - **GS1 als Basis:** Het consequent toepassen van open GS1-standaarden (GTIN, GLN, SSCC, EPCIS, Digital Link) is de eerste en belangrijkste verdedigingslinie tegen vendor lock-in, omdat het een gemeenschappelijke, leverancier-onafhankelijke taal creëert.<sup>11</sup>
  - **Semantische Webtechnologieën (Ontologieën):** Om ervoor te zorgen dat data niet alleen uitwisselbaar maar ook machine-interpreteerbaar is, zijn ontologieën nodig. Dit zijn formele, gestructureerde beschrijvingen van een kennisdomein, gebruikmakend van W3C-standaarden zoals RDF, OWL en SPARQL.<sup>94</sup> Het CIRPASS-2 project ontwikkelt actief een kernontologie voor het DPP.<sup>42</sup> Aansluiten bij dit werk garandeert toekomstige semantische interoperabiliteit.
  - **Gedecentraliseerd Vertrouwen (W3C Verifiable Credentials):** Zoals besproken in Sectie 5, maakt de VC-standaard het mogelijk om claims (zoals "deze baal bevat 95% katoen") cryptografisch te ondertekenen en te verifiëren zonder tussenkomst van een centrale autoriteit. Dit verhoogt het vertrouwen en geeft de data-eigenaar controle over zijn eigen data.<sup>74</sup> Dit is de gouden standaard voor een echt gedecentraliseerd en betrouwbaar DPP-ecosysteem.

### 6.3. De Business Case voor Standaardisatie: Kosten versus ROI

De implementatie van een dergelijk data-ecosysteem is een investering. Het is cruciaal om zowel de kosten als de opbrengsten helder in kaart te brengen.

- **Investeringskosten:**
  - **GS1 Nederland Lidmaatschap:** Om GS1-identificatiecodes (GTIN, GLN, SSCC) te kunnen aanmaken, is een GS1-bedrijfsprefix nodig. De kosten hiervoor zijn gebaseerd op de jaaromzet van het bedrijf en variëren van enkele honderden tot enkele duizenden euro's per jaar.<sup>100</sup>

- **Implementatiekosten:** Dit is de grootste kostenpost. Het omvat het inschakelen van een GS1-implementatiepartner voor software, hardware (scanners, labelprinters) en consultancy.<sup>86</sup> Er zijn laagdrempelige SaaS-oplossingen beschikbaar, zoals Palletlabel.nl, die starten vanaf €40-€60 per maand, wat de initiële investering kan verlagen.<sup>103</sup>
- **Interne Kosten:** De tijd en middelen die nodig zijn voor het trainen van personeel en het aanpassen van interne processen.
- **Return on Investment (ROI):** De baten overstijgen de kosten aanzienlijk en manifesteren zich op meerdere niveaus.
  - **Operationele Efficiëntie:** Geautomatiseerde goederenontvangst op basis van SSCC/ASN-data, geoptimaliseerde machine-instellingen op basis van input-samenstelling, en een drastische vermindering van handmatige fouten leiden tot directe kostenbesparingen.<sup>105</sup>
  - **Markttoegang & Premium Prijsstelling:** Het DPP wordt een wettelijke vereiste voor toegang tot de EU-markt.<sup>19</sup> Het kunnen leveren van rijke, verifieerbare data zal een belangrijke onderscheidende factor zijn, waardoor een premium prijs voor het materiaal kan worden gevraagd.<sup>83</sup>
  - **Risicobeperking:** Een sluitende traceerbaarheid vermindert het risico op reputatieschade door problemen in de toeleveringsketen (bv. valse claims over samenstelling) en kan financiële schade beperken. De organisatie Planet Tracker schat dat een robuust traceerbaarheidssysteem de nettowinst van kledingbedrijven met 3-7% kan verbeteren.<sup>84</sup>
  - **Nieuwe Bedrijfsmodellen:** De data zelf wordt een waardevol bedrijfsmiddel. Er kunnen nieuwe diensten rondom deze data worden gebouwd. Dit kan de basis vormen voor innovatieve circulaire modellen zoals **Material-as-a-Service**, waarbij de eigendom van de vezels bij de recycler blijft en deze worden 'verhuurd' aan merken voor de levensduur van een kledingstuk.<sup>109</sup>
  - **Ecosysteem-Orchestratie:** Door datastandaarden upstream af te dwingen, kan het bedrijf zich positioneren als een 'orchestrator' van een data-uitwisselingsecosysteem. Het creëert een 'club good' waarbinnen vertrouwde partners hoogwaardige data uitwisselen, wat de centrale rol in de markt verder versterkt en bestendigt.<sup>111</sup>

De uiteindelijke conclusie is dat de technische standaarden (GS1) en de ondersteunende technologieën (AI, tracers) de instrumenten zijn. De werkelijke, duurzame waarde en schaalbaarheid van de circulaire economie zullen echter worden bepaald door de economische en governance-modellen die worden gebruikt om data te delen. Partners zullen alleen data delen als er duidelijke prikkels en een



betrouwbaar kader zijn.<sup>111</sup> Gedecentraliseerde governance-modellen (VCs/DIDs) en open ontologieën bieden het benodigde vertrouwen en de interoperabiliteit, en voorkomen dat machtige spelers datamonopolies creëren.<sup>75</sup> Het meest succesvolle circulaire ecosysteem zal dus niet alleen technologisch superieur zijn, maar ook economisch en bestuurlijk het best doordacht. De ambitie moet zijn om niet alleen een machine te bouwen, maar om een architect te zijn van deze nieuwe, circulaire economie.

## Works cited

1. Circular Economy & Sustainability - GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/public-policy/priorities/circular-economy-sustainability>
2. Best Practices for Retailers: Embrace the Circular Economy and Boost Sustainability - Sedex, accessed on June 19, 2025, <https://www.sedex.com/blog/best-practices-for-retailers-in-building-a-circular-economy/>
3. The impact of textile production and waste on the environment (infographics) | Topics, accessed on June 19, 2025, <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20201208STO93327/the-impact-of-textile-production-and-waste-on-the-environment-infographics>
4. Beleidsprogramma circulair textiel 2025-2030, accessed on June 19, 2025, <https://www.nederlandcirculairin2050.nl/onderwerpen/t/textiel>
5. Textiles strategy - European Commission - Environment, accessed on June 19, 2025, [https://environment.ec.europa.eu/strategy/textiles-strategy\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/textiles-strategy_en)
6. Circular economy action plan - European Commission - Environment, accessed on June 19, 2025, [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en)
7. EU Strategy for sustainable and circular textiles | Legislative Train Schedule, accessed on June 19, 2025, <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/package-circular-economy-package/file-eu-textiles-strategy>
8. 5 Takeaways From the New EU Circular Fashion Strategy - Earth.Org, accessed on June 19, 2025, <https://earth.org/5-takeaways-from-the-new-eu-circular-fashion-strategy/>
9. Concept beleidsprogramma circulair textiel 2025-2030 - Internetconsultatie, accessed on June 19, 2025, [https://www.internetconsultatie.nl/beleidsprogramma\\_circulair\\_textiel/document/12594](https://www.internetconsultatie.nl/beleidsprogramma_circulair_textiel/document/12594)
10. Nationaal Programma Circulaire Economie | 2023 - 2030, accessed on June 19, 2025, <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2023/02/NationaalProgrammaCirculaireEconomie2023-2030.pdf>
11. ESPR - Ecodesign for Sustainable Products Regulation - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/themas/duurzaamheidswetgeving/espr/>



12. Duurzaamheidswetgeving - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/themas/duurzaamheidswetgeving/>
13. Digital Product Passports: Enhancing Transparency & Circularity - Anthesis Group, accessed on June 19, 2025, <https://www.anthesisgroup.com/insights/digital-product-passports/>
14. The EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles: what is it about? - Hedgehog, accessed on June 19, 2025, <https://www.hhc.earth/knowledge-base/articles/eu-strategy-for-sustainable-and-circular-textiles>
15. Extended Producer Responsibility - SPC's Guide, accessed on June 19, 2025, <https://epr.sustainablepackaging.org/>
16. Extended producer responsibility (EPR) - Compliance Services in IMDS | CDX | ELV | REACH | SCIP | ROHS | CMRT | PFAS | VOC | POP's | BPR | TSCA | Prop 65 | LCA | ESG | Carbon Foot Print | Carbon Neutrality | EPD | Circular Economy | DPP - Global PCCS, accessed on June 19, 2025, <https://globalpccs.com/2023/07/14/extended-producer-responsibility-epr/>
17. How Digital Product Passports Can Help Enable CSRD Compliance ..., accessed on June 19, 2025, <https://www.protokol.com/insights/how-digital-product-passports-can-help-enable-csrd-compliance/>
18. The DPP and the CSRD - Cirmar, accessed on June 19, 2025, <https://cirmar.com/article/the-dpp-and-the-csrd/>
19. Digital Product Passports: What Businesses Need to Know - Unravel Carbon, accessed on June 19, 2025, <https://www.unravelcarbon.com/blog/digital-product-passports>
20. Digital Product Passports: The key to sustainable products in the age of transparency - Ramboll Group, accessed on June 19, 2025, <https://www.ramboll.com/insights/resource-management-and-circular-economy/digital-product-passports-the-key-to-sustainable-products-in-the-age-of-transparency>
21. Apparel - GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/industries/retail/apparel>
22. Onze standaarden en oplossingen | GS1 Belgium & Luxembourg, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1belu.org/nl/onze-standaarden-en-oplossingen>
23. Digital Product Passport voor textiel en schoenen: hoe begin je? - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/gs1-in-actie/nieuws-en-events/nieuws/2023/digital-product-passport-voor-textiel-en-schoenen-hoe-begin-je/>
24. Transparantie als versneller: waarom deze 4 solution providers kozen voor Circular Textile Days - FashionUnited, accessed on June 19, 2025, <https://fashionunited.nl/nieuws/beurzen/transparantie-als-versneller-waarom-deze-4-solution-providers-kozen-voor-circular-textile-days/2025042864543>
25. Mode & textiel - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/sectoren/mode-textiel/>
26. Duurzaamheidsdata delen: GS1 zet samen met koplopers de toon - Duurzaam

- Ondernemen, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.duurzaam-ondernemen.nl/duurzaamheidsdata-delen-gs1-zet-samen-met-koplopers-de-toon/>
27. Werksessie Digital Product Passport - 23 juni 2025 - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.gs1.nl/gs1-in-actie/nieuws-en-events/2025/werksessie-digital-product-passport-23-juni-2025/>
  28. Modint en GS1 helpen bedrijven op weg met het Digital Product Passport - FashionUnited, accessed on June 19, 2025,  
<https://fashionunited.nl/nieuws/business/modint-en-gs1-helpen-bedrijven-op-weg-met-het-digital-product-passport/2025032764201>
  29. 'Een circulaire economie maken we samen' - GS1 congres - Modint, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.modint.nl/nieuws/een-circulaire-economie-maken-we-samen-gs1-congres/>
  30. Verslag Aan de slag met het Digital Product Passport (DPP) - Powered by CLICKNL - Modint, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.modint.nl/nieuws/verslag-aan-de-slag-met-het-digital-product-passport-dpp-powered-by-clicknl/>
  31. Digital Product Passport voor textiel en schoenen: hoe begin je? - Emerce, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.emerce.nl/wire/digital-product-passport-textiel-schoenen-hoe-begin>
  32. Digital Product Passports: unlocking a revolution in textile recycling - GS1 UK, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.gs1uk.org/insights/news/Digital-Product-Passports-unlocking-a-revolution-in-textile-recycling>
  33. What data goes into a digital product passport? - Circularise, accessed on June 19, 2025, <https://www.circularise.com/blogs/data-in-a-dpp>
  34. Digital Product Passport (DPP): The Complete Guide - Protokol, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.protokol.com/insights/digital-product-passport-complete-guide/>
  35. Introduction: Trace4Value Digital Product Passport in Textile - Data ..., accessed on June 19, 2025,  
<https://trace4value.se/content/uploads/2023/09/Trace4Value-Digital-Product-Passport-in-Textile-Data-Protocol-2023-09-06.pdf>
  36. Digital Product Passports: Considerations for data privacy | Syrenis, accessed on June 19, 2025, <https://syrenis.com/resources/blog/digital-product-passports/>
  37. Digital product passports enabling transparency and a circular economy | Nokia.com, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.nokia.com/blog/digital-product-passports-enabling-transparency-and-a-circular-economy/>
  38. Waarom producenten en retailers nu al moeten starten met GS1 Digital Link 2D-barcodes, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.food-tec.nl/technologie/waarom-producenten-en-retailers-nu-al-m>

- [oeten-starten-met-gs1-digital-link-2d-barcodes/](#)
39. Digital Product Passport for Textiles - Inriver, accessed on June 19, 2025, <https://www.inriver.com/resources/digital-product-passport-for-textiles/>
  40. Digital Product Passports: Harness The Future Of Fashion Today - Forbes, accessed on June 19, 2025, <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2025/05/14/digital-product-passports-harness-the-future-of-fashion-today/>
  41. Introduction to Digital Product Passports: practical steps for implementation - GS1 UK, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1uk.org/insights/Introduction-to-Digital-Product-Passports-practical-steps-for-implementation>
  42. EU Digital Product Passport update | GS1, accessed on June 19, 2025, [https://www.gs1.org/docs/public-policy/gs1\\_eu\\_digital\\_product\\_passport\\_update.pdf](https://www.gs1.org/docs/public-policy/gs1_eu_digital_product_passport_update.pdf)
  43. Digital Product Passport (DPP) - osapiens, accessed on June 19, 2025, <https://osapiens.com/solutions/dpp/>
  44. Digitaal productpaspoort geeft boost aan circulaire supply chain, accessed on June 19, 2025, <https://www.supplychainmagazine.nl/digitaal-productpaspoort-geeft-boost-aan-circulaire-supply-chain/>
  45. Digital Product Passports Enabling At-Scale and Real-Life Circular Economy Use Cases in electronics, textiles, tires and constru, accessed on June 19, 2025, [https://egcp.enrich-global.eu/rails/active\\_storage/blobs/proxy/eyJfcmFpbHMiOnsiZGFOYSI6MTAwMCwicHVyljoiYmxvYl9pZCJ9fQ==--00e79f978ce68ae68a3c28694c68a423c5bc5384/Day%201%20-%20Session%203%20-%20Regulatory%20Landscape%20of%20DPP%20by%20Donal%20O'Regan.pdf](https://egcp.enrich-global.eu/rails/active_storage/blobs/proxy/eyJfcmFpbHMiOnsiZGFOYSI6MTAwMCwicHVyljoiYmxvYl9pZCJ9fQ==--00e79f978ce68ae68a3c28694c68a423c5bc5384/Day%201%20-%20Session%203%20-%20Regulatory%20Landscape%20of%20DPP%20by%20Donal%20O'Regan.pdf)
  46. About CIRPASS-2, accessed on June 19, 2025, <https://cirpass2.eu/about/>
  47. CIRPASS-2 project - UNECE, accessed on June 19, 2025, [https://unece.org/sites/default/files/2024-11/8Nov\\_am\\_9TFAI\\_3b\\_API\\_DPP\\_4\\_CIRPASS2\\_Ayed.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-11/8Nov_am_9TFAI_3b_API_DPP_4_CIRPASS2_Ayed.pdf)
  48. GS1 Global Traceability Standard, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/gs1-global-traceability-standard/current-standard>
  49. Identify Logistic Units with SSCC - GS1 US, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1us.org/resources/data-hub-help-center/about-the-serial-shipping-container-code-sscc>
  50. Serialized Shipping Container Codes (SSCC) - GS1 US, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1us.org/upcs-barcodes-prefixes/serialized-shipping-container-codes>
  51. Serial Shipping Container Code (SSCC) - GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/id-keys/sscc>
  52. GS1 label - NoviPrint, accessed on June 19, 2025, <https://noviprint.nl/etiketten/gs1-label/>
  53. From production to sales - digital product passport in textiles - GS1 Sweden, accessed on June 19, 2025,

- <https://gs1.se/en/case/digital-product-passport-pilot-within-textiles/>
54. What is GS1 EPCIS 2.0? An in-depth guide - TrackVision AI, accessed on June 19, 2025, <https://trackvision.ai/blog/what-is-gs1-epcis-2.0>
55. EPCIS & CBV - GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/epcis>
56. Enhance Traceability with EPCIS v2.0 - GS1 Australia, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1au.org/standards/epcis>
57. De winst van circulair textiel | ReBlend, accessed on June 19, 2025, <https://www.reblend.nl/wp-content/uploads/2020/05/Rapport-ReBlend-De-winst-van-Circulair-textiel.pdf>
58. GS1 Global Data Model Attribute Implementation Guide | GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/gs1-global-data-model-attribute-implementation-guide/13-1>
59. GS1 Global Data Model, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/gs1-global-data-model>
60. Global Data Model - GDSN - GS1, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/services/gdsn/global-data-model>
61. GS1 Global Data Model Attribute Implementation Guideline, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.org/standards/gs1-global-data-model-attribute-implementation-guide/18>
62. Datamodel - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/sectoren/mode-textiel/datamodel/>
63. Fibersort® technology, accessed on June 19, 2025, <https://www.fibersort.com/en/technology>
64. AI-Powered Sorting Systems for Textile Recycling, accessed on June 19, 2025, <https://www.recyclingtoday.org/blogs/news/ai-powered-sorting-systems-for-textile-recycling>
65. DPP Digital Product Passport: How BLOOM Helps, accessed on June 19, 2025, <https://www.bloommaterials.com/digital-product-passport-and-bloom/>
66. Rapport fast fashion ondermijnt circulaire kledingketen - Inspectie ..., accessed on June 19, 2025, <https://www.ilent.nl/binaries/ilt/documenten/leefomgeving-en-wonen/afval/afvalinzameling-en--preventie/rapporten/fast-fashion-ondermijnt-circulaire-kledingketen/Rapport+Fast+-fashion+ondermijnt+circulaire+kledingketen.pdf>
67. Using Behavioural Insights to Increase Textile Recycling in Urban Households: Testing Two Nudging Interventions, accessed on June 19, 2025, [https://repository.tudelft.nl/file/File\\_a1102e2a-9c09-453e-9620-f5e3f93cd9f1](https://repository.tudelft.nl/file/File_a1102e2a-9c09-453e-9620-f5e3f93cd9f1)
68. (PDF) Textiles for Circular Fashion: The Logic behind Recycling Options - ResearchGate, accessed on June 19, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/354273861\\_Textiles\\_for\\_Circular\\_Fashion\\_The\\_Logic\\_behind\\_Recycling\\_Options](https://www.researchgate.net/publication/354273861_Textiles_for_Circular_Fashion_The_Logic_behind_Recycling_Options)
69. The Data Divide: How Traceability Gaps Are Crushing Textile Recycling Economics, accessed on June 19, 2025,

<https://texfash.com/spotlight/the-data-divide-how-traceability-gaps-are-crushing-textile-recycling-economics>

70. Blockchain for Fashion: how the Digital Product Passport works - MyLime, accessed on June 19, 2025, <https://my-lime.com/press/fashion-blockchain>
71. How Blockchain Is Enabling a Circular Economy - Chaintech Network, accessed on June 19, 2025, <https://www.chaintech.network/blog/how-blockchain-is-enabling-a-circular-economy/>
72. REVITALIZING DENIM: INVESTIGATING THE DESIRABILITY OF USING HIGH RECYCLED PROPORTIONS IN JEANS PRODUCTION, accessed on June 19, 2025, <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/over-ser/scriptieprijis-2024/masterthesis-eveline-nales.pdf>
73. Facilitating a Circular Economy for Textiles Workshop Report - NIST Technical Series Publications, accessed on June 19, 2025, <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/specialpublications/nist.sp.1500-207.pdf>
74. W3C publishes Verifiable Credentials 2.0 as a W3C Standard, making expression, exchange, and verification of digital credentials easier and more secure | 2025 | Press releases, accessed on June 19, 2025, <https://www.w3.org/press-releases/2025/verifiable-credentials-2-0/>
75. Verifiable Credentials and Decentralised Identifiers: Technical Landscape - GS1 Reference, accessed on June 19, 2025, <https://ref.gs1.org/docs/2025/VCS-and-DIDs-tech-landscape>
76. Verifiable Credentials Overview - W3C, accessed on June 19, 2025, <https://www.w3.org/TR/vc-overview/>
77. Physical DNA Based Traceability Solution | Haelixa, accessed on June 19, 2025, <https://www.haelixa.com/technology/>
78. About the Tracer Companies - Reports - Fashion for Good, accessed on June 19, 2025, <https://reports.fashionforgood.com/report/textile-tracer/chapterdetail?reportid=Z12&chapter=8>
79. Textile DNA Traceability | Sustainable Textiles & Fabrics - Haelixa, accessed on June 19, 2025, <https://www.haelixa.com/textile-industry/>
80. Traceability - Good Earth Cotton®, accessed on June 19, 2025, <https://www.goodearthcotton.com/traceability/>
81. Recover™ and TextileGenesis launch pilot to verify supply chain integrity of recycled materials, accessed on June 19, 2025, [https://recoverfiber.com/newsroom/recover\\_textilegenesis\\_pilot\\_traceability](https://recoverfiber.com/newsroom/recover_textilegenesis_pilot_traceability)
82. Bridging Material Integrity and Digital Product Passports - go trace, accessed on June 19, 2025, <https://www.go-trace.com/posts/bridging-material-integrity-and-digital-product-passports>
83. Step-by-step implementation guide for recycled content ... - DCCEEW, accessed on June 19, 2025, <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/step-by-step-implementation-guide-for-recycled-content-traceability.pdf>

84. How Traceability in Textiles Improves Financial and ... - Planet Tracker, accessed on June 19, 2025,  
<https://planet-tracker.org/wp-content/uploads/2022/06/Lifting-the-Rug.pdf>
85. Create a Circular Economy Partnership Agreement - v-Lawyer, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.v-lawyer.ai/contracts/circular-economy-partnership-agreement>
86. Logident - GS1 Nederland, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.gs1.nl/over-gs1/lijt-met-implementatiepartners/logident/>
87. NIST Database Can Help Increase Recycling of Textiles and Clothing, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.nist.gov/news-events/news/2025/01/nist-database-can-help-increase-recycling-textiles-and-clothing>
88. Textile Recycling With NIR Spectroscopy - Intins, accessed on June 19, 2025,  
<https://intins.vn/blogs/news/textile-recycling-with-nir-spectroscopy>
89. AI4Fibres – Artificial Intelligence for Textile and Fibres Recycling - UKRI gateway, accessed on June 19, 2025, <https://gtr.ukri.org/projects?ref=10080773>
90. AI Textile Sorting → Term - Fashion → Sustainability Directory, accessed on June 19, 2025, <https://fashion.sustainability-directory.com/term/ai-textile-sorting/>
91. How AI-Powered Sorting Systems Could Help the EU Enforce Its Circular Economy Agenda, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.eitdigital.eu/newsroom/grow-digital-insights/how-ai-powered-sorting-systems-could-help-the-eu-enforce-its-circular-economy-agenda/>
92. A Blockchain-Based Digital Product Passport System Providing a Federated Learning Environment for Collaboration Between Recycling Centers and Manufacturers to Enable Recycling Automation - MDPI, accessed on June 19, 2025, <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/6/2679>
93. GS1 Digital Link: Why Brands Need It (and How Tappr Helps), accessed on June 19, 2025, <https://www.usetappr.com/blog/embracing-gs1-dpp-standards>
94. Ontologies : Introduction and practical approach to textile engineering, accessed on June 19, 2025, <https://d-nb.info/1282451901/34>
95. Ontology Based Systems → Term - Fashion → Sustainability Directory, accessed on June 19, 2025,  
<https://fashion.sustainability-directory.com/term/ontology-based-systems/>
96. A Circular Construction Product Ontology for End-of-Life Decision-Making - arXiv, accessed on June 19, 2025, <https://arxiv.org/html/2503.13708>
97. GO, RDF/OWL and SPARQL - Gene Ontology, accessed on June 19, 2025,  
<https://geneontology.org/docs/sparql>
98. Project results - Cirpass2, accessed on June 19, 2025,  
<https://cirpass2.eu/project-results/>
99. Verifiable Credentials | UN Transparency Protocol - GitHub Pages, accessed on June 19, 2025,  
<https://uncefact.github.io/spec-untp/docs/specification/VerifiableCredentials/>
100. Fee chart - GS1 Netherlands, accessed on June 19, 2025,  
<https://www.gs1.nl/en/products-services/data-exchange/gs1-data-source/fee-chart/>



101. Fee chart - GS1 Netherlands, accessed on June 19, 2025, <https://www.gs1.nl/en/products-services/services/fee-chart/>
102. Labels printen - Boltrics, accessed on June 19, 2025, <https://www.boltrics.com/nl/oplossingen/wms-warehouse-management-software/labels-printen/>
103. Palletlabel GS1 Implementatiepartner | De oplossing voor SSCC & EDI, accessed on June 19, 2025, <https://www.palletlabel.nl/>
104. Electronic Data Interchange (EDI) - PalletLabel.nl, accessed on June 19, 2025, <https://www.palletlabel.nl/edi/>
105. ROI of Robotic Sewing: Where do automation investments truly pay off? - TexSPACE Today, accessed on June 19, 2025, <https://www.texspacetoday.com/roi-of-robotic-sewing-where-do-automation-investments-truly-pay-off/>
106. The Strategic Significance of Traceability in Recycling - Kimberly-Clark Professional, accessed on June 19, 2025, <https://www.kcprofessional.com/en-us/workplace-insights/productivity-and-efficiency/strategic-significance-of-traceability-in-recycling>
107. Digital product passport: mandatory with potential for SMEs - Arvato Systems, accessed on June 19, 2025, <https://www.arvato-systems.com/blog/digital-product-passport-mandatory-with-potential-for-smes>
108. Understanding the Digital Product Passport | Start with Data, accessed on June 19, 2025, <https://startwithdata.co.uk/insight/understanding-digital-product-passport/>
109. About Textile Services European Textile Services Association ETSA, accessed on June 19, 2025, [https://www.textile-services.eu/about\\_textile\\_services/](https://www.textile-services.eu/about_textile_services/)
110. Materials as a service - Imperial College London, accessed on June 19, 2025, <https://www.imperial.ac.uk/Stories/materials-as-a-service/>
111. Position Paper: Economics of Data Sharing | Fondation Dauphine, accessed on June 19, 2025, <https://chairgovreg.fondation-dauphine.fr/sites/chairgovreg.fondation-dauphine.fr/files/attachments/Economics%20of%20Data%20Sharing.pdf>
112. Position Paper: Economics of Data Sharing - Gaia-X, accessed on June 19, 2025, <https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/2024/03/Study-on-the-emergence-and-creation-of-value-within-data.pdf>
113. Digital Product Passport: Finding the Right Balance Between Transparency for Circularity and Added Red Tape - Intereconomics, accessed on June 19, 2025, <https://www.intereconomics.eu/contents/year/2025/number/3/article/digital-product-passport-finding-the-right-balance-between-transparency-for-circularity-and-added-red-tape.html>