

ICS 13.020.20; 35.020

Leitfaden zur Standardisierung einer End-of-Life Bill of Materials

Guideline for the standardization of an End-of-Life Bill of Materials

Lignes directrices pour la normalisation d'une nomenclature de produits en fin de vie

Gesamtumfang 58 Seiten

Dieses Dokument wurde durch die im Vorwort genannten Verfasser erarbeitet und verabschiedet.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	9
5 Mindestanforderungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Mindestanforderungen der Informationsinhalte	11
5.3 Mindestanforderungen an die Formate	28
5.4 Mindestanforderungen an den Informationsaustausch	38
Anhang A (informativ) Darstellung der Inhalte der Mindestanforderung	49
A.1 Grafische Darstellung	49
Anhang B (informativ) Beispiele	50
B.1 Ausgangssituation	50
B.2 Metadaten	50
B.3 High-Level Struktur	51
B.4 Masse und Gewichte	53
B.5 Entscheidungsgrundlage Verwertungs- und Recyclingverfahren	53
B.6 Materialzusammensetzung	55
Literaturhinweise	57

Bilder

Bild A.1 — Visuelle Darstellung der Inhalte der Mindestanforderung „Beschreibung der Inhalte“	49
---	----

Tabellen

Tabelle 1 — Übersicht der Mindestanforderungen	10
Tabelle 2 — Mindestanforderungen der Informationsinhalte	12
Tabelle 3 — Mindestanforderungen an die Formate	29
Tabelle 4 — Mindestanforderungen an den Informationsaustausch	39
Tabelle B.1 — Beispielhafte Metadaten	51
Tabelle B.2 — Beispieldaten für die High-Level Struktur	52
Tabelle B.3 — Beispieldaten für Masse und Gewicht	53
Tabelle B.4 — Beispieldaten für das Verwertungs- und Recyclingverfahren	54
Tabelle B.5 — Beispieldaten für die Materialzusammensetzung	55

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in DIN-SPEC-Konsortien und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Die Erarbeitung und Verabschiedung des folgenden Dokuments erfolgten durch die nachfolgend genannten Initiator(en) und Verfasser:

- Dr. Alice do Carmo Precci Lopes (Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) der TU Darmstadt)
- Barbara Schleier (Covestro Deutschland AG)
- Bernd Kellerer (Jetsam Service Management GmbH)
- Bernd Riedel (Jetsam Service Management GmbH)
- Dr. Christiane Plociennik (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI))
- Julian Baehr (Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) der TU Darmstadt)
- Klaus Ponkratz (Jetsam Service Management GmbH)
- Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek (Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) der TU Darmstadt)
- Peter Schwarz (Covestro Deutschland AG)
- Tabea Hagedorn (Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) der TU Darmstadt)
- Wladislaw Benner (Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS)

Für dieses Thema bestehen derzeit keine Normen im Deutschen Normenwerk.

DIN SPEC sind nicht Teil des Deutschen Normenwerks.

Für diese DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann das DIN-SPEC-Konsortium weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass das DIN-SPEC-Konsortium für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden DIN SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die kostenfreie Bereitstellung dieses Dokuments als PDF-Version über den DIN Media WebShop wurde im Vorfeld finanziert. Die in diesem Dokument gewählte maskuline Form der geschlechtsbezogenen Begriffe gilt für Personen allen Geschlechts. Lediglich aufgrund der besseren Verständlichkeit des Textes wurde einheitlich die maskuline Form gewählt.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Der europäische Green Deal hat das Ziel, dass die Europäische Union bis 2050 CO₂-neutral ist. Dazu sollen die Treibhausgasemissionen und der Verbrauch natürlicher Ressourcen reduziert werden. Dies soll durch Effizienzsteigerungen, aber auch durch veränderte Konsummuster erreicht werden. Eine der Strategien ist dabei die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy). Diese zielt auf die Transformation der gesamten Wirtschaft ab und beinhaltet als wesentliches Element die Kreislaufführung von Abfällen. Dabei wird versucht, Stoffe und Materialien möglichst lange in der Technosphäre zu halten und so zu erreichen, dass insgesamt weniger natürliche Ressourcen verbraucht und weniger Emissionen ausgestoßen werden. Ein weiteres Ziel der Kreislaufwirtschaft ist es, die Versorgung der Wirtschaft mit kritischen Rohstoffen zu sichern. Eine solche „Circular Economy“ wird derzeit noch nicht ausreichend umgesetzt.

Auch im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bleiben Potenziale zur stofflichen und rohstofflichen Verwertung im Sinne der Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Richtlinie (WEEE-Richtlinie) noch ungenutzt. Als zentraler Akteur spielt die Entsorgungswirtschaft eine wesentliche Rolle bei der Rückführung von Materialien und Stoffen in den Wirtschaftskreislauf durch die Aufbereitung von Abfällen. Technische Prozesse können jedoch häufig nicht optimal auf die zu recycelnden Materialien und Stoffe abgestimmt werden, da entscheidende Informationen fehlen. Ein Problem stellt dabei die Bereitstellungen von Informationen für die Entsorgungswirtschaft dar. Ein Grund hierfür sind fehlende Kommunikationsschnittstellen der Inverkehrbringer zu den nachgelagerten Akteuren. Dabei handelt es sich unter anderem über den Austausch von Informationen über den konkreten Abfall, wie z. B. das Alter und/oder mögliche Veränderungen in der stofflichen Zusammensetzung, wie z. B. die Anzahl von Bauteilen mit versorgungskritischen oder gefährlichen Stoffen. Durch den fehlenden und ineffizienten Informationsaustausch bleiben wesentliche Optimierungspotenziale in der Kreislaufwirtschaft für den einzelnen Akteur als auch systemische Potenziale ungenutzt.

Einzelne Möglichkeiten der Informationsbereitstellung bestehen bereits. Verschiedenste Datenbanken stellen bereits heute viele Informationen über Infrastruktur, Transport oder gängige Produktionsprozesse zur Verfügung. Spezifische Informationen zu einzelnen Produkten fehlen jedoch. Dieser notwendige Austausch von Informationen zwischen den Akteuren über den gesamten Lebensweg hinweg soll zukünftig mit der Einführung eines Digitalen Produktpasses durch die neuen „EU-Ökodesign-Verordnung über nachhaltige Produkte“ unterstützt werden. Auch der Circular Economy Action Plan der EU sieht einen solchen Digitalen Produktpass als wesentliches Mittel für die Förderung der Kreislauffähigkeit von Produkten und für die Circular Economy (CE) insgesamt. Dabei sollen die konkreten inhaltlichen Anforderungen an einen digitalen Produktpass schrittweise für unterschiedliche Produktgruppen erarbeitet werden. Unter anderem sollen folgende Informationen geteilt werden:

- Der Wertschöpfungskette folgend, sollen Informationen zu Materialzusammensetzung und -menge sowie zu Rohstoff-, Energieverbräuchen und den dazugehörigen Emissionen aller Prozesse im Lebensweg eines Produktes geteilt werden. Diese können als Basis für die Erfassung und Bilanzierung von Umweltwirkungen und zur Identifikation von Optimierungspotentialen aus der Systemperspektive genutzt werden. Sie können die Grundlage darstellen für Ökobilanzen (Life Cycle Assessment) zum Beispiel angelehnt an DIN EN ISO 14040, für Fußabdrücke, für Umweltproduktdeklarationen und für weitere Bilanzierungsansätze, die heute in Umweltmanagement und Umweltpolitik eine tragende Rolle spielen.
- Rückwirkend können Informationen zur Verbesserung der Kreislauffähigkeit verwendet werden wie zum Beispiel Informationen zum „Design for Recycling“ oder die Vermeidung bestimmter nicht verwertbarer Materialien oder Zusätze.

Die Ausprägung und Art der Dokumentierung ist jedoch noch in der Entwicklungsphase.

Ein bereits bestehender Austausch findet über die sogenannten Bill of Materials (BoM) statt. Für fast jede Phase im Lebenszyklus eines Produktes gibt es bereits eine solche BoM. Eine BoM für die Produktion stellt z. B. eine Art Stückliste dar, die u.a. auflistet, welche Rohstoffe und Werkzeuge zur Herstellung des Produktes benötigt werden. Andere BOMs können auch eine grafische Darstellung enthalten. Je nach Ausprägung können diese BoM unterschiedliche Informationen enthalten, wie z. B. Gefahrstoffe, die dem eigenen Unternehmen und anderen Akteuren zur Planung und Information dienen. Weitere wertvolle Informationen sind relevante

Änderungen am Produkt, die während der Nutzungsphase auftreten, wie z. B. das Hinzufügen oder Ersetzen von Komponenten oder die Art der Reparatur.

Grundsätzlich erscheinen die oben beschriebenen BoM in Form von Stücklisten und den zugrundeliegenden Informationsstrukturen als ein geeignetes Mittel für den Informationsaustausch im Lebenszyklus. Bereits vereinzelt weisen Stücklisten Indikatoren für die Entsorgung auf, zum Beispiel ab wann ein Produkt aufgrund von Änderungen der Produktlinie, Upgrades oder dem generellen Verkaufstopp nicht mehr bezogen werden kann. In der vorhandenen Form besitzen BoM bislang aber nur wenig Anwendungsmöglichkeiten für die Wiederaufbereiter, Recycler, der Beseitigung und anderen Sekundärrohstoffproduzenten.

Das vorliegende Dokument beschreibt daher die allgemeinen Anforderungen zur Entwicklung einer End-of-Life Bill of Materials (EoL-BoM) zur Ergänzung vorhandener BoM um relevante Informationen für das EoL von Produkten der IKT zu teilen. Diese Produktgruppe ist gekennzeichnet durch eine große Materialvielfalt und durch schnelle Entwicklungszyklen sowie durch relevante Gehalte sowohl an kritischen Rohstoffen als auch umweltrelevanten Stoffen, was ihre Entsorgung besonders anspruchsvoll macht. Die in einer EoL-BoM enthaltenen Informationen sollen für ein vorausschauendes Planen und Entwickeln von realistischen Szenarien der Entsorger, aber auch im Kontext weiterer Maßnahmen der Circular Economy insbesondere im Produktdesign politischer genutzt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt den strukturellen Rahmen und die Mindestanforderungen bezüglich des Informationsgehalts und der Qualität der Informationen eines Datensatzes der verarbeiteten Materialien für Informations- und Kommunikationsprodukte (IKT-Produkte) zum Produktlebensende (auch End of Life genannt) fest. In diesem Dokument werden Empfehlungen zur Erstellung, Art und Bereitstellung dieser Daten sowie deren Anwendungsmöglichkeiten für die Folgenabschätzung und den Nachweis des EoL von IKT-Produkten gegeben und Leitlinien für eine Erhebung verfasst. Dieses Dokument richtet sich an Akteure und speziell an Entsorger und Hersteller von IKT-Produkten in der Kreislaufwirtschaft.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Abfall

Stoff oder Gegenstand, dessen sich sein Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss

[QUELLE: DIN EN 50625-1 (VDE 0042-13-1):2014-09, 3.39]

3.2

Abfallstrom

kontinuierliche oder wiederkehrende Bewegung von Abfällen innerhalb eines bestimmten Prozesses, einer Wirtschaftsaktivität oder einer Versorgungskette, welche die gezielte Sammlung, den Transport, die Verarbeitung, das Recycling und die Beseitigung von Abfällen umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition ist aus dem Kreislaufwirtschaftsgesetz abgeleitet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff wird oft verwendet, um den Fluss von Abfällen von der Entstehung bis zur Verwertung oder letztlich Beseitigung zu beschreiben.

3.3

Bill of Materials

BoM

detaillierte Auflistung aller Materialien, Komponenten und Unterbaugruppen, die zur Herstellung eines Produkts benötigt werden, welche Informationen über die Mengen, Einheiten und gegebenenfalls andere relevante Details wie Bauteilnummern oder Beschreibungen enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition basiert auf der Begriffsdefinition für „Stückliste“ nach DIN EN 10209:2023-09, 3.10.13, und ist modifiziert und bewusst weiter gefasst.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die BoM wird auch als Stückliste bezeichnet

3.4

End-of-Life

EoL

Abschnitt des Lebenswegs eines Produktes, wenn dessen vorgesehene Anwendungsphase endet

[QUELLE: IEC Guide 109:2012]

3.5

End-of-Life Bill of Materials

EoL-BoM

Dokument, welches relevante Informationen für und von dem EoL mit dem Ziel der Schließung von Kreisläufen beinhaltet

3.6

Enterprise Resource Planning

ERP

bereichsübergreifende Softwarelösung, die die betriebswirtschaftlichen Prozesse, z. B. in Produktion, Vertrieb, Logistik, Finanzen und Personal, steuert und auswertet

3.7

Informations- und Kommunikationstechnik

IKT

kleine Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik, bei denen keine der äußeren Abmessungen mehr als 50 cm beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Unter diese Definition fallen alle IKTs der WEEE-Richtlinie Kategorie 6.

3.8

konsensgebundene/nicht-konsensgebundene Informationen

Konsens zwischen zwei Akteuren über den Austausch von spezifischen Informationen. der gegeben/nicht gegeben ist

3.9

Quellakteur

Entität, die kommuniziert, interagiert und den Ursprung der bereitgestellten Daten und Informationen darstellt

3.10

Repair Bill of Material

detaillierte Auflistung der Materialien, Ersatzteile und Werkzeuge, die benötigt werden, um eine effiziente und ordnungsgemäße Reparatur an einem Produkt oder einer Anlage durchzuführen und es Reparaturtechnikern ermöglicht sicherzustellen, dass alle erforderlichen Ressourcen vorhanden sind, um den Reparaturprozess erfolgreich abzuschließen

3.11

Repository

System, das als virtueller Ort fungiert, an dem etwas gespeichert ist (d. h. Informationen werden an das Repository-System übergeben, das dann deren physische Speicherung steuert)

[QUELLE: DIN EN 9300-007:2017-12, 3.1.74]

3.12

Service Bill of Material

spezifische Stückliste oder Auflistung von Komponenten, Ersatzteilen und Ressourcen, die für die Wartung oder den Support eines Produkts oder Systems benötigt werden, wodurch ermöglicht wird, dass erforderliche Materialien und Arbeitsmittel identifiziert werden, um einen effizienten und gezielten Serviceprozess sicherzustellen

4 Abkürzungen

API	Application Programming Interface
BoM	Bill of Material
BtO	Build to Order Code
CE	Circular Economy
EDP	Electronic Data Processing
ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
XML	Extensible Markup Language
IT	Informationstechnik
IEV	International Electrotechnical Vocabulary
SI	Internationales Einheitensystem
JSON	JavaScript Object Notation
RFID	Radio Frequency Identification
REACH	Regulation on the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals
WEEE-Richtlinie	Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte

5 Mindestanforderungen

5.1 Allgemeines

Dieses Dokument wurde entwickelt, um Mindestanforderungen für die standardisierte Gestaltung von Austauschmöglichkeiten in Form von Datenblättern oder anderen Formaten zu definieren. Die folgenden Mindestanforderungen sollen die Informationsbereitstellung und den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Akteuren im Lebensweg eines Produktes unterstützen. Hierbei liegt der Fokus auf dem End-of-Life (EoL) von Information- und Kommunikationstechnologien (IKT) der Kategorie 6 der WEEE-Richtlinie, wenn diese den Status des Abfalls erreichen.

Die Mindestanforderungen bieten eine strukturierte Basis für den Informationsaustausch, ohne dabei eine spezifische technologische oder industrielle Ausrichtung vorzugeben. Die Einhaltung dieser Mindestanforderungen ermöglicht eine konsistente und effiziente Kommunikation zwischen verschiedenen Akteuren in der Lieferkette, was wiederum zu einer potenziellen Verbesserung der Gesamtqualität und Effizienz in der Kreislaufwirtschaft beitragen kann.

Grundsätzlich können gänzlich neue Möglichkeiten des Informationsaustausches entwickelt werden, jedoch wird empfohlen, bereits vorhandene Strukturen wie BoMs, zu verwenden und die fehlenden Aspekte insbesondere für und aus dem EoL zu ergänzen. Ergebnis ist dementsprechend die Entwicklung der EoL-BoM.

Zielgruppe dieses Dokuments sind Akteure, die für die Schließung der Material- und Stoffkreisläufe am EoL relevante Informationen beitragen oder nutzen.

Die jeweiligen Merkmale der Mindestanforderungen zu „DEFINITION & RELEVANZ“ dienen dem Verständnis und der Einordnung der Mindestanforderung.

„MERKMALE & KRITERIEN“ dient zur Nachvollziehbarkeit und Prüfbarkeit, ob eine Mindestanforderung erfüllt wird.

Der Abschnitt „BEISPIEL“ dient dem weiteren Verständnis der Mindestanforderungen.

In diesem Dokument werden die folgenden Begriffe verwendet:

— „muss“ bedeutet, eine Anforderung ist nach diesem Dokument einzuhalten.

— „kann“ deutet auf eine Möglichkeit der Einhaltung nach diesem Dokument hin.

An dieser Stelle werden keine expliziten Vorgaben zu spezifischen Inhalten und der endgültigen Ausformulierung sowie Konformitätsbewertung gegeben. Anhand von Beispielen werden jedoch Orientierungshilfen angeboten.

Eine Gesamtübersicht der Mindestanforderungen ist in der folgenden Tabelle 1 zu finden. Anhang A zeigt eine strukturierte Ansicht mögliche Informationsinhalte. Anhang B zeigt ein Anwendungsbeispiel mit Referenz der jeweiligen Mindestanforderungen.

Tabelle 1 — Übersicht der Mindestanforderungen

	Mindestanforderung	Muss	Kann
Informationsinhalte	Beschreibung der Inhalte	X	
	Transparenz der Inhalte	X	
	(Gewollte) Redundanz		X
	Nachverfolgbarkeit der Inhalte	X	
	Flexibilität	X	
	Qualitätssicherung	X	
	Datenhoheit	X	
	Identische Formulierung und Homogenisierung	X	
	Informationstiefe	x	
	Dynamische und statische Inhalte	X	
	Metadaten	X	
	Charakterisierung nach anderen Datenpunkten, bestehende System und Datenbanken	X	
	EU-Konformität	X	
	Referenzrahmen	X	
Formate	IKT-spezifisches Format der Daten		X
	Normative Anforderungen an Format der Daten	X	
	Datenrepräsentation	X	
	Automatisierung	X	
	Lesbarkeit und Verständlichkeit	X	
	Festlegen von Datentypen	X	
	Flexibilität und Erweiterbarkeit	X	
	Rolle der Akteure in der Datenverarbeitung	X	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

	Mindestanforderung	Muss	Kann
Informationsaustausch	Kollaboration	X	
	Kompatibilität	X	
	Nachverfolgbarkeit	X	
	Interoperabilität	X	
	Zugriffrechte	X	
	Technische Sicherheit	X	
	Rückwärtskompatibilität	X	
	Dokumentation	X	
	Konsolidierung und Fragmentierung	X	

5.2 Mindestanforderungen der Informationsinhalte

Die nachfolgende Tabelle 2 beschreibt Mindestanforderungen an die Informationsinhalte.

Tabelle 2 — Mindestanforderungen der Informationsinhalte

Beschreibung der Inhalte	
Definition & Relevanz	Definiert die Art der Informationen, die für einen bestimmten Zweck dargestellt werden. Zweck der zu beschreibenden Inhalte liegt in der Unterstützung technischer Prozesse zur Schließung der Materialkreisläufe im Bereich der Entsorgung von IKT ab dem Punkt, in der das Produkt in den Status des Abfalls eintritt. Herkunft der Informationen sind die Bereiche Upstream, während des Prozesses und dem Downstream. Inhalte sollen hierarchisch aufgebaut werden, d. h. Wissen wird aus den bereitgestellten Informationen gebildet. Informationen stellen gebündelte Daten dar, welche in einen inhaltlichen Bezug zueinander gesetzt wurden. Daten sind die symbolische Repräsentation erhobener Sachverhalte. Inhalte lassen sich (nicht abschließend) in folgende Gruppierungen unterteilen: — Identifikation und Bearbeitung: Die eindeutige Kennzeichnung und Verarbeitung von Informationen, um eine klare Identifikation von Objekten zu ermöglichen, — Akteursinformationen: Daten zur Identifikation, der Rolle und Verantwortlichkeit der betroffenen Akteure im Lebenszyklus eines Produktes und des Abfalls, — Material-/Stoffbezogene Informationen: Informationen zu Art, Zusammensetzung und Eigenschaften des Objekts insbesondere relevant für die Optimierung der Entsorgungsprozesse zur Schließung von Material-/Stoffkreisläufen, — Prozessbezogene Informationen: Art und Menge der eingesetzten Ressourcen, sowie relevante Prozesseigenschaften und Ausbeuten, — Weitere Informationen, — Rechtlich relevante Informationen/Verpflichtende Angaben, — Metadaten. Eine visuelle Darstellung kann Anhang A entnommen werden. Inhalte können in konsensgebundenen und nicht-konsensgebundenen Informationen vorliegen. Konsensgebundene Inhalte werden bereits zwischen den Akteuren geteilt und können an dieser Stelle gebündelt werden. Nicht-konsensgebundene Inhalte sind Informationen, die derzeit noch nicht zwischen den relevanten Akteuren geteilt werden, jedoch für den Zweck notwendig sind. Diese sind spezifisch zu ermitteln und zu erheben.
Merkmale & Kriterien	Sie ist anhand folgender Merkmale und Kriterien zu gestalten: — Zweck der Schließung der Materialkreisläufe wird unterstützt, — Einbezug der relevanten Akteursgruppen: Zielgruppe zur technischen Optimierung des EoL für IKTs wurde miteinbezogen (Hersteller, Entsorger, usw.), — Strukturierung und Gruppierung der Informationen ist nutzengeprägt, — Hierarchischer Aufbau: Daten (spezifischer Datenpunkt) – Informationen (Beschreibung der benötigten Information) – Wissen (der zu lösenden Fragestellung).

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Beispiele	Für die Kreislaufwirtschaft relevante Fragestellungen: — Prozessbezogene Materialeigenschaften: Vorhandensein von Fillern in den Materialien die z. B. Auswirkungen auf das Schwimm- Sink-Verhalten von Materialien haben, — Marktbezogene Informationen: Art und Menge von kritischen Rohstoffen, — Handlungsbezogene Informationen: Berücksichtigung von Repair- oder Service-BOMs als Leitfaden für Handlungen, — Verfolgbarkeit für Sekundärmaterialien: Siehe ISO/DIS 59014, — Lebenszyklusbezogene Informationen: Verlauf, Verlauf, Verlinkung mit anderen Dokumenten. Gruppierung: — Identifikation und Bearbeitung: Product-IDs wie Seriennummern und Barcodes zur eindeutigen Kennzeichnung der IKTs oder andere Produktträgerdaten (Product Data Carrier), eindeutig dem IKT zu zuordenbare digital Connectors wie beispielsweise URL-Adressen oder weitere maschinenlesbare IT-Architektur, Dokumentation der Datenerhebungsmethoden, — Akteursinformationen: Informationen über Namen, Standorte und Lebensphasen des IKT bei Hersteller, Recyclingunternehmen, Sammelstellen und andere Akteure im Entsorgungsprozess, — Material-/Stoffbezogene Informationen, — Herstellung: Aufschlüsselung der Materialzusammensetzung, die neben der Menge und Art, auch Informationen über chemische, physikalische, biologische sowie prozessrelevante Eigenschaften der verwendeten Materialien bei der Herstellung für das IKTs liefert z. B. Metalle, Kunststoffe, Glas, — Prozessbezogene Informationen, wie der Verbrauch natürlicher Ressourcen oder Informationen zum gewonnenen Anteil oder zum Ausschuss innerhalb der einzelnen Prozesse — Entsorgung: Ablaufdiagramm des gesamten Entsorgungsprozesses, von der Sammlung bis zur Wiederverwertung. Effektivität der Entsorgungsprozesse, — Weitere Informationen: Daten zu Innovationsmöglichkeiten in der IKT-Entsorgung, z. B. neue Recyclingtechnologien. Treibhausgaspotenziale der einzelnen Prozessschritte, — Rechtlich relevante Informationen oder verpflichtende Angaben seitens des Gesetzgebers: Informationen über gefährliche Stoffe oder Komponenten, die besondere Entsorgungsanforderungen haben. Lebensphasen: — Herstellung: Informationen über die eingesetzten Recyclingmengen in den Produkten, Anmerkung von Zusätzen z. B. Füllmaterialien die Auswirkungen auf mögliche Prozesse besitzen, — Nutzungsphase: Beschreibung des Einsatzes und ggf. Exponierungen (z. B. Außen: Regen und Sonneneinstrahlung direkt).
	Transparenz der Inhalte

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Definition & Relevanz	Ist definiert als die klare und verständliche Offenlegung von Informationen, insbesondere in Bereichen wie Umwelt- und Produktdaten. Diese Offenheit erstreckt sich über die Beschreibung der Art und Weise der Datenerhebung als auch die Quellen der Informationen, um sicherzustellen, dass die präsentierten Daten für die beabsichtigte Zielgruppe sinnvoll und nützlich sind. „Transparenz“ ist relevant, da sie das Vertrauen in die Daten fördert und die Möglichkeit bietet, fundierte Entscheidungen in Bezug auf das EoL eines Produktes zu treffen. Durch die Einhaltung der Prinzipien der Transparenz wird sichergestellt, dass Informationen nicht nur verlässlich sind, sondern auch von den Benutzern besser verstanden und beurteilt werden können. Eine nachvollziehbare Darstellung, wie Informationen gesammelt werden und woher sie stammen, ist entscheidend und sollte entsprechend dokumentiert werden. Benutzer sind auf verlässliche und damit vertrauenswürdige Informationen angewiesen.
Merkmale & Kriterien	Kann anhand der Erfüllung folgender Merkmale und Kriterien beurteilt werden: — Identifizierung der Datenquelle; — Nutzung von Sekundärdaten (Literatur, Datenbanken): Angaben darüber, wenn Informationen aus vorhandenen Quellen übernommen wurden; — Messung: Beschreibung der spezifischen Messmethoden, um sicherzustellen, dass die Datenerhebung transparent ist; — Berechnung: Offenlegung der Berechnungsmethoden, um die Herkunft und Verarbeitung der Daten zu verdeutlichen; — Schätzung: Wenn Schätzungen verwendet werden, sollten die zugrunde liegenden Annahmen und Methoden erklärt werden; — Expertenmeinung: Falls Expertenmeinungen einfließen, ist eine Identifikation der Experten und ihrer Rolle wichtig; — Lieferantenangaben: Angabe darüber, von welchen Lieferanten die Daten abgefragt wurden, um die Quellen und potenzielle Einflüsse offenzulegen; — Einbeziehung externer Reviewer: Angabe, ob externe Reviewer in den Prozess einbezogen wurden, um die Qualität und Validität der Daten zu überprüfen; — Methoden der Datenvalidierung: Erklärung der Methoden, die zur Validierung der Daten verwendet wurden, um sicherzustellen, dass sie zuverlässig und genau sind; — Aktualisierungsfrequenz: Klarstellung darüber, wie oft die Daten aktualisiert werden, um die Aktualität und Relevanz sicherzustellen; — Offenlegung von Interessenskonflikten: Transparente Darlegung von möglichen Interessenskonflikten, um potenzielle Voreingenommenheit zu minimieren; — Darstellung in Berichten und Dokumentationen: Eindeutige und leicht verständliche Darstellung der Datenherkunft und -verarbeitung in Berichten und Dokumentationen.

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Beispiele	— Transparente Datengrundlage mit Statistik des statistischen Bundesamts: Ein anschauliches Beispiel für die Bedeutung der Transparenz liegt in der Identifizierung der Datenquelle. Hierbei geht es nicht nur darum, anzugeben, von wem die Informationen stammen, sondern auch um detaillierte Angaben zur Datenqualität und, falls erforderlich, zur Validierung dieser Daten. Wenn beispielsweise Umweltdaten für die Lebenszyklusanalyse eines Produkts verwendet werden, ist es von entscheidender Bedeutung zu erklären, ob diese Daten aus direkten Messungen, Schätzungen oder Expertenmeinungen stammen. Ein transparentes Vorgehen bei der Datenerhebung könnte beinhalten, dass Umweltdaten auf einer Berechnung basieren, die auf den offiziellen Statistiken des statistischen Bundesamts beruht. Durch den deutlichen Verweis auf diese öffentlichen Statistiken wird die Herkunft der Daten nachvollziehbar, und Benutzer können darauf vertrauen, dass die Informationen auf umfassenden und zuverlässigen Quellen basieren. — Präzises Wiegen mit geeichter Waage für Transparenz bei der Datenerhebung: Die Ermittlung von Massen eines bestimmten Materials durch Wiegen sollte stets mit einer geeichten Waage ermittelt werden. Dieser Ansatz stellt sicher, dass die Datenerhebung auf präzisen und kalibrierten Instrumenten beruht. Die genaue Methode, wie das Wiegen durchgeführt wurde, sind dabei detailliert zu erläutern. — Einbeziehung der Expertenmeinungen für eine ganzheitliche Bewertung: Zur Bewertung ökologischer Auswirkungen können Annahmen und Aussagen von Experten und unabhängigen Organisationen (z. B. Epeat) einfließen. Die transparente Offenlegung des Vorgehens umfasst unter anderem die Vorstellung des Experten, seine Qualifikationen und den spezifischen Beitrag zur Datenerhebung. Benutzer erhalten so Einblick in den qualitativen Aspekt der Daten und können die Einschätzung besser nachvollziehen.
(Gewollte) Redundanz	
Definition & Relevanz	Ist definiert als die bewusste Integration von doppelten oder mehrfachen Informationsinhalten in IKT-Produkten. Sie ist relevant, da sie als Prüfelement fungiert, um sicherzustellen, dass Informationen korrekt und konsistent dargestellt werden. Insbesondere wenn verschiedene Akteure und Systeme auf diese Informationen zugreifen und auf diese angewiesen sind. Die gezielte Mehrfachdarstellung von Daten spielt eine entscheidende Rolle bei der Sicherstellung der Datenqualität, -integrität und -konsistenz. Als Kontrollinstrument ermöglicht dies die frühzeitige Erkennung und Korrektur potenzieller Probleme und Fehler. Dieser Aspekt ist besonders wichtig in Bereichen, in denen Genauigkeit von entscheidender Bedeutung ist.

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Merkmale & Kriterien	Um diese nachzuweisen, können folgende Merkmale und Kriterien betrachtet werden: — Dokumentierte Redundanzstrategie: Vorhandensein einer konkreten und dokumentierten Strategie, die den Zweck und die Methoden der implementierten Redundanz beschreibt. Erklärung, warum bestimmte Informationen oder Prozesse bewusst redundant gestaltet wurden. — Doppelte Datenspeicherung: Identifizierung von Daten, die an mehreren Stellen innerhalb eines Systems gespeichert sind, um sicherzustellen, dass sie leicht abgerufen und verglichen werden können sowie Dokumentation, warum diese doppelte Speicherung notwendig ist und welchen Zweck sie erfüllt. — Verwendung von Kontrollmechanismen: Nachweis von Prüfroutinen oder Kontrollmechanismen, die darauf ausgelegt sind, die Konsistenz und Genauigkeit der redundanten Daten zu überwachen. — Notfall- und Ausfallsicherheit: Integration von Redundanzmechanismen zur Sicherstellung der Betriebskontinuität und Ausfallsicherheit sowie Dokumentation von Notfallplänen, die die Rolle der Redundanz bei der Bewältigung von Ausfällen erklären.
	Beispiele — Speicherung von Sicherheitszertifikaten in IKT-Produkten: Die Relevanz dieser in Datensätzen für IKT-Produkte wird deutlich bei der Speicherung von Sicherheitszertifikaten oder Konformitätsnachweisen an mehreren Stellen im Dokument. Diese mehrfache Speicherung stellt sicher, dass kritische Informationen, in verschiedenen Teilen des Systems verfügbar sind. Durch diese Redundanz wird sichergestellt, dass diese wichtigen Nachweise leicht überprüft werden können, und bietet somit eine zusätzliche Sicherheitsebene bei der Authentifizierung und Konformitätsbewertung von IKT-Produkten. — Doppelte Dateneingabe und Prüfroutinen für Datenintegrität: Diese kann durch doppelte Dateneingabe oder Prüfroutinen erreicht werden. Durch die bewusste Einführung mehrerer Datenquellen oder Prüfmechanismen wird sichergestellt, dass die Integrität der Daten erhalten bleibt und mögliche Fehler, wie Abweichungen zwischen den Datenquellen, frühzeitig erkannt werden. Diese Redundanz spielt eine entscheidende Rolle bei der Vermeidung von Datenkorruption und stellt somit eine zuverlässige und genaue Datenbasis für IKT-Produkte sicher.
Nachverfolgbarkeit der Inhalte	
Definition & Relevanz	Ist definiert als die Fähigkeit, den gesamten Lebenszyklus von der Produktion, Nutzung und Entsorgung eines IKT-Produktes über die verschiedenen Phasen hinweg zu dokumentieren und darzustellen. Die Daten und Informationen sind über den gesamten Lebenszyklus hinweg zweckgebunden für alle Stakeholdern innerhalb der Prozesse zu dokumentieren, archivieren und zugänglich gemacht zu werden. Sie ist relevant, da sie sicherstellt, dass IKT-Produkte nachhaltig und unter Einhaltung von Umweltstandards entwickelt, hergestellt und behandelt werden. Eine lückenlose Dokumentation ist entscheidend, um Verantwortlichkeiten für Herkunft, Verarbeitung und Entsorgung zuzuordnen. Die Vorgaben in dieser Dokumentation sind ausschlaggebend dafür, dass der gesamte Lebenszyklus von IKT-Produkten, auch über die eigenen Unternehmensgrenzen hinweg nachvollzogen werden kann. Eine vollständige Nachverfolgbarkeit ermöglicht zudem die Analyse und Kommunikation von Verbesserungspotenzialen sowohl auf Prozess- als auch auf Produktbasis.

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Merkmale & Kriterien	Um diese bei Informationen zu einem IKT-Abfallstroms sicherzustellen, sollten folgende Merkmale und Kriterien beachtet werden: — Eindeutige Kennzeichnung: Jedes IKT-Produkt sollte eine eindeutige Kennzeichnung tragen, die es über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg identifiziert. Dies kann beispielsweise durch Seriennummern, Barcodes oder RFID-Tags erfolgen; — Dokumentation des Produktionsprozesses: Umfassende Informationen über das Produktionsdatum, den Produktionsstandort und die genutzten Materialien sollten von Anfang an erfasst und dokumentiert werden; — Zugängliche Datenarchivierung: Alle Informationen müssen in einer zugänglichen und gut archivierten Form gespeichert werden, um eine einfache Überprüfung und Analyse zu ermöglichen. Dies könnte durch elektronische Datenbanken oder andere digitale Systeme erreicht werden; — Interoperabilität zwischen Stakeholdern: Um die Nachverfolgbarkeit über Unternehmensgrenzen hinweg sicherzustellen, ist die Interoperabilität von Systemen und Datenformaten entscheidend. Ein standardisierter Ansatz erleichtert den Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Akteuren im Lebenszyklus; — Regelmäßige Audits und Überprüfungen: Periodische Überprüfungen und Audits können sicherstellen, dass die Nachverfolgbarkeit effektiv umgesetzt wird. Dies beinhaltet die Überprüfung von Datenintegrität, Vollständigkeit und Genauigkeit.
Beispiele	— Produktions- und Herkunftsdaten: Die Nachverfolgbarkeit von IKT-Produkten könnte das Produktionsdatum, den Standort sowie die vom Hersteller verwendete Art und Menge der Materialien umfassen. Dies ermöglicht, dass jedes hergestellte Produkt eindeutig identifiziert und zurückverfolgt werden kann. Diese Informationen sind nicht nur für Qualitätskontrollen relevant, sondern auch für die Erfüllung von Umweltauflagen und zur Sicherstellung der Transparenz im Produktlebenszyklus; — Reparatur- und Wiederverwendungsdaten durch Aftersales Partner: Dies erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts, einschließlich Reparaturen und Wiederverwendung durch Aftersales Partner. Informationen über Reparaturvorgänge und die Art der Wiederverwendung sind entscheidend, um die Lebensdauer von Produkten zu verlängern, Abfall zu minimieren und nachhaltige Praktiken zu fördern; — Informationen zu Recyclingprozessen: Dies umfasst auch den Betriebskontext und beinhaltet, wie und wo die Produkte recycelt werden, welche Materialien zurückgewonnen werden und wie sie anschließend verwendet werden. Diese Informationen unterstützen die Entscheidung des Recyclingverfahrens und den bestmöglichen Nutzen aus wiederverwendbaren Materialien zu ziehen; — Einhaltung von Vorschriften und Umweltauflagen: Dies stellt sicher, dass Produkte den geltenden Vorschriften, insbesondere den Umweltauflagen und Klassifikationssystematiken wie dem AVV oder der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006, entsprechen. Dies könnte die Verfolgung von Schadstoffgehalten, Recyclingquoten und anderen Umweltaspekten umfassen.
Flexibilität	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Definition & Relevanz	Wird definiert als Eigenschaft der Informationen selbst und der Informationsaufnahmen. Die geforderten und erzeugten Informationen sind dabei stark abhängig von den beteiligten Akteuren und den spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Produkts. Zunächst betrifft sie das IKT-Produkt selbst, das, obwohl es allgemein in Kategorie 6 des ElektroG fällt, oft sehr spezifische, jedoch individuelle Merkmale aufweist. Der zweite Aspekt umfasst die Vielfalt der Akteure, die variable Informationsinhalte generieren und abrufen. Sie ist relevant, da sie sicherstellt, dass die Informationsinhalte durch jede beteiligte Partei flexibel erweiterbar und anpassbar sind. Diese Flexibilität ermöglicht eine effektive Dokumentation und Anpassung an die sich wandelnden Anforderungen und die Vielfalt der IKT-Produkte. Es stellt auch sicher, dass die Informationen relevant und nutzbar bleiben. Die Möglichkeit für die Akteure, den Radius der Informationen selbstständig auszuweiten und anzupassen, stellt sicher, dass die generierten Daten tatsächlich für eine breite Palette von Teilnehmern nützlich und relevant sind.
Merkmale & Kriterien	Um diese beim Informationsaustausch von IKT-Abfallströmen sicherzustellen, können folgende Merkmale und Kriterien beachtet werden: — Modularität: eine modulare Struktur erlaubt es, einzelne Komponenten unabhängig voneinander zu aktualisieren oder zu erweitern; — Anpassungsfähigkeit: Ein flexibles System reagiert auf unterschiedliche Anforderungen, indem es neue Informationen hinzufügt, bestehende aktualisiert oder irrelevante Inhalte entfernt; — Erweiterbarkeit: das System kann leicht um neue Informationen erweitert werden, etwa durch Hinzufügen von Datenfeldern oder Modulen; — Benutzerdefinierte Konfiguration: Benutzer können die Darstellung und den Umfang der Informationen nach ihren Bedürfnissen konfigurieren, was Flexibilität in der Nutzung ermöglicht; — Interoperabilität: durch reibungslose Interaktion des Systems mit Dritten, wird ein effektiver Datenaustausch sichergestellt; — Zeitnahe Aktualisierungen: Ein flexibles System ermöglicht Echtzeit-Aktualisierungen von Informationen, insbesondere in Bezug auf Software-Updates oder technische Spezifikationen; — Benutzerfreundlichkeit: Eine einfache und effiziente Benutzeroberfläche ermöglicht Anpassungen ohne komplexe Schulungen; — Rückwärtskompatibilität: das System unterstützt ältere Informationsformate, während es gleichzeitig neue Formate integrieren kann.