

Der Digitale Produktpass als Politik-Konzept

Kurzstudie im Rahmen der
Umweltpolitischen Digitalagenda des
Bundesministeriums für Umwelt, Natur-
schutz und nukleare Sicherheit (BMU)

*Thomas Götz
Thomas Adisorn
Lena Tholen*

Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
www.wupperinst.org

Autorinnen und Autoren:

Thomas Götz
E-Mail: thomas.goetz@wupperinst.org
Thomas Adisorn
E-Mail: thomas.adisorn@wupperinst.org
Lena Tholen
E-Mail: lena.tholen@wupperinst.org

Weitere Mitarbeitende:

Dr. Stephan Ramesohl
Dr. Justus von Geibler
Luisa Bischoff
Felix Czernin (EY)
Robert Seiter (EY)

„**Wuppertal Reports**“ sind Abschlussberichte aus Projekten, die von Auftraggebern zur Veröffentlichung freigegeben wurden. Sie sollen mit den Projektergebnissen aus der Arbeit des Instituts vertraut machen und zur Diskussion einladen. Das Wuppertal Institut achtet auf ihre wissenschaftliche Qualität. Für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Wuppertal, März 2021
ISSN 1862-1953

Dieses Werk steht unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).
Der Lizenztext ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Danksagung und bibliographische Angaben

Das diesem Bericht zugrunde liegende Projekt „Umweltpolitik und Digitalisierung“ wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Das Autorenteam dankt folgenden Personen für ihre Beiträge zur Unterstützung der Kurzstudie (in alphabetischer Reihenfolge):

Dr. Christopher Blum (UBA), Dr. Thomas Ebert (UBA), Christian Kitazume (UBA), Timon Lepold (BMU), Anja Mager (BMU), Kati Mattern (BMU), Doris Meurer (UBA), Dr. Martin Röw (BMU), Silke Schmidt-Stegemann (BMU), Kristine Sperlich (UBA) sowie allen weiteren beteiligten Mitarbeitenden von BMU und UBA für ihre Beiträge und Unterstützung.

Das Autorenteam dankt folgenden Personen für weitere Kommentare und Informationen im Rahmen des Ergebnisworkshops zur Kurzstudie (in alphabetischer Reihenfolge):

Benjamin Hein (Deutsches Institut für Normung), Teresa Kelterborn (Verein Deutscher Ingenieure, ZRE), Yvonne Krause (Verband Kommunaler Unternehmen), Frederike Krebs (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbauer), Dr. Lisa Risch (Deutsches Institut für Normung), Prof. Dr.-Ing. Vera Susanne Rotter (TU Berlin), Karine Rübner (Bundesverband Digitale Wirtschaft)

Bitte den Bericht folgendermaßen zitieren:

Götz, T., Adisorn, T., & Tholen, L. (2021). Der Digitale Produktpass als Politik-Konzept (Wuppertal Report Nr. 20). Wuppertal Institut.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | 4 |
| Tabellenverzeichnis | 5 |
| Abbildungsverzeichnis | 6 |
| 1 Hintergrund und Zielsetzung der Kurzstudie | 7 |
| 2 Stand der Diskussion zum Digitalen Produktpass | 9 |
| 3 Aktuelle Regelungen im Bereich Produktinformation | 11 |
| 3.1 Übersicht über bestehende Politikinstrumente und Initiativen | 11 |
| 3.2 EU Vorgaben | 11 |
| 3.3 Datenbanken zur Marktüberwachung | 14 |
| 3.4 Normungsansätze und Produktkennzeichnung | 15 |
| 3.5 Zusammenschau | 17 |
| 4 Definitionsansätze Digitaler Produktpass | 19 |
| 4.1 Materialpass („material passport“) | 19 |
| 4.2 Kreislaufpass oder cradle-to-cradle passport | 20 |
| 4.3 Weitere Beispiele für Passansätze | 21 |
| 4.4 Digitaler Zwilling und Industrie 4.0 | 22 |
| 4.5 „Produkt“-Begriff | 25 |
| 4.6 Zusammenschau | 26 |
| 5 Datenanforderungen und Umsetzungsoptionen | 27 |
| 5.1 Grundprinzipien der Datenerfassung | 27 |
| 5.2 Informationsanforderungen | 28 |
| 5.3 Transparenz in der Lieferkette | 29 |
| 5.4 Zielgruppenspezifische Anforderungen | 30 |
| 5.5 Dateneingabe und -zugriff | 32 |
| 5.6 Zusammenschau | 32 |
| 6 Politikoptionen und weiterer Forschungsbedarf | 34 |
| 6.1 Kurz- bis mittelfristige Perspektive (bis 5 Jahre) | 34 |
| 6.2 Mittel- bis längerfristige Perspektive (5 bis 10 Jahre) | 36 |
| 6.3 Handlungsempfehlungen | 39 |
| 7 Literaturverzeichnis | 42 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Grundlegende Informationsanforderungen an einen digitalen Produktpass (eigene Darstellung basierend auf KOM (2019) und BMU (2020b)----- | 28 |
|--|----|

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Aufbau der EPREL Datenbank (Quelle: Eigene Abbildung nach BMWi 2019)----- | 13 |
| Abbildung 2: Schematische Varianten der derzeitigen Produktdatenerfassung; Fallbeispiel 1 / Links (einfache Produktdatenblätter), Fallbeispiel 2 / Mitte (einfache Datenbanken), Fallbeispiel 3 / Rechts (umfassendere Datenbankansätze), (Quelle: Eigene Abbildung)----- | 18 |
| Abbildung 3: Schematische Darstellung des Materialpasses (Mitte), mit aktorenspezifischer Informationseingabe (Links) und Zielgruppen-orientierter Ausgabe (Rechts) (Quelle: Eigene Abbildung nach Lescuere 2016)----- | 20 |
| Abbildung 4: Schema Digitale Verwaltungsschale (Quelle: Eigene Abbildung nach Industrie 4.0 o.J.)----- | 23 |
| Abbildung 5: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (Quelle: Eigene Abbildung nach BITKOM, VDMA, ZVEI 2015)----- | 24 |
| Abbildung 6: Schematische kurz- bis mittelfristige Perspektive zur möglichen Umsetzung eines digitalen Produktpasses auf europäischer Ebene (Quelle: Eigene Abbildung) ----- | 35 |
| Abbildung 7: Schematische mittel- bis langfristige Perspektive zur möglichen Umsetzung eines digitalen Produktpasses auf europäischer Ebene (Quelle: Eigene Abbildung) ----- | 37 |

1 Hintergrund und Zielsetzung der Kurzstudie

Durch den „European Green Deal“ und den „Circular Economy Action Plan“ der Europäischen Union (EU) hat die EU Produktpolitik 2019 und 2020 neue Impulse erhalten. In beiden Strategiepapieren der Europäischen Kommission (KOM) wird ein elektronischer bzw. digitaler Produktpass als wesentliches Instrument für eine klimaschonende und ressourceneffiziente Wirtschaft genannt. Dieser soll u.a. Informationen über Herkunft, Zusammensetzung, Reparatur- und Demontagemöglichkeiten eines Produktes sowie über die Handhabung am Ende seiner Lebensdauer liefern.

Auch auf nationaler Ebene wird das Thema „digitaler Produktpass“ entsprechend weiter diskutiert und insbesondere in der Umweltpolitischen Digitalagenda des Bundesumweltministeriums als zentrale Maßnahme genannt. Der digitale Produktpass ist dabei nach BMU (2020a) als Datensatz definiert, der die Komponenten, Materialien und chemischen Substanzen oder auch Informationen zu Reparierbarkeit, Ersatzteilen oder fachgerechter Entsorgung für ein Produkt zusammenfasst. Die Daten stammen dabei aus allen Phasen des Produktlebenszyklus und sollen für die Optimierung von Design, Herstellung, Nutzung und Entsorgung genutzt werden können. Die Strukturierung umweltrelevanter Daten in einem standardisierten, vergleichbaren Format soll es dabei allen AkteurInnen in der Wertschöpfungs- und Lieferkette ermöglichen, gemeinsam zielorientiert auf eine Kreislaufwirtschaft hinzuarbeiten. Der digitale Produktpass ist zugleich eine wichtige Grundlage für verlässlichere Konsumenteninformation und nachhaltige Konsumententscheidungen im stationären wie auch im Online-Handel. Dementsprechend wird in der Umweltpolitischen Digitalagenda das Ziel formuliert, beginnend mit der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2020, das Thema weiter voranzutreiben.

Der digitale Produktpass soll nach BMU (2020a) prinzipiell auf sämtliche Produkte und Dienstleistungen sowie Lebensmittel anwendbar sein, wobei ein Schwerpunkt zunächst auf besonders ressourcen- und energieintensiven Gütern liegt. Dies wären z.B. Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) oder Erzeugnisse anderer Bereiche mit hohem Energie- und Materialverbrauch. Zur genaueren Eingrenzung der zu priorisierenden Produktgruppen sollten zunächst Untersuchungen im Rahmen von Pilotstudien erfolgen. Der digitale Produktpass wird dabei für Produkte mit komplexer Zusammensetzung wichtiger sein, als für Produkte mit wenigen Bestandteilen. Dies ist nicht zuletzt von Bedeutung, um negative Umweltauswirkungen zu verhindern bzw. zu minimieren und das Recycling zu optimieren.

Auch wenn das Thema derzeit stärker in den Mittelpunkt rückt, ist ein breit anwendbarer digitaler Produktpass in der Praxis bislang nicht etabliert. Erste Teilansätze bestehen, die allerdings bislang oftmals nicht durch verpflichtende Standarddatensätze oder zentrale Datenbanken institutionalisiert sind. Entsprechend sind auf politischer Ebene auch noch keine konkreten und umfassenden Konzepte vorhanden, wie ein solcher umfassender Produktpass in Zukunft ausgestaltet und implementiert werden soll. An diesem Punkt setzt diese Kurzstudie an. Sie greift hierbei auch Erfahrungen aus bestehenden Projekten und Initiativen auf, bei denen bereits Erkenntnisse hinsichtlich der (Teil-)Umsetzung von unterschiedlichen Konzepten rund um das Thema Produktpass gewonnen werden konnten. Diese Kurzstudie hat entsprechend das Ziel, den aktuellen Diskussionsstand zum Thema „digitaler Produktpass“ kompakt

darzustellen und Handlungsoptionen für eine mögliche Umsetzung zu skizzieren. Dabei hat sie nicht den Anspruch und die Möglichkeit ein umfassendes Konzept zu erarbeiten, sondern soll erste Ansätze und Optionen vermitteln, um weitere Diskussionen und Forschungsansätze anzuregen. Insbesondere soll die Kurzstudie Impulse für anschließende Initiativen auf nationaler und europäischer Ebene liefern.

In den folgenden Kapiteln wird daher zunächst eine Übersicht über relevante bestehende Informationspflichten im Rahmen der aktuellen europäischen Produktpolitik dargestellt inklusive ihrer prinzipiellen Datenanforderungen. Ferner wird ihre grundsätzliche Umsetzung in der Praxis beschrieben. Ein Fokus wird dabei insbesondere auf ausgewählte Richtlinien und Verordnungen gelegt, die in der EU bereits mit entsprechenden Berichtspflichten und Datenanforderungen umgesetzt werden müssen, wie etwa die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung von Produkten, die REACH-Verordnung oder die Altfahrzeug-Richtlinie. Darüber hinaus werden auch weitere (z.T. freiwillige) Initiativen dargestellt, die einen Datentransfer zu Produkteigenschaften zwischen unterschiedlichen AkteurInnen umsetzen. Auf Basis der Übersicht zur aktuellen Produktpolitik werden erste Handlungsoptionen für eine mögliche Ausgestaltung von Produktpassansätzen in der EU abgeleitet. Weiterhin werden Aspekte erörtert, die bei der konkreten Umsetzung eines Produktpasses berücksichtigt werden sollten, wie etwa Informationsanforderungen, mögliche Zielgruppen für Informationen oder die Auswahl prioritär zu betrachtender Produktgruppen. Diese Kurzstudie schließt mit einer Ermittlung von weiteren Forschungsbedarfen sowie politischen Handlungsoptionen ab.

2 Stand der Diskussion zum Digitalen Produktpass

Auch wenn die Erfassung und Veröffentlichung von produktspezifischen Daten bereits seit vielen Jahren analysiert, gefordert und z.T. in verschiedenen Kontexten auch umgesetzt wird, so ist die konkrete Diskussion um einen elektronischen bzw. digitalen Produktpass noch relativ jung. Dabei muss zunächst berücksichtigt werden, dass die Idee eines Produktpasses anhand unterschiedlicher Begriffe und Kontexte diskutiert wird, wie etwa „digitaler Zwilling“, Ressourcen- bzw. Materialpass, Umweltproduktdeklaration, Lebenszyklusakte, Kreislauf-/Recyclingpass etc. Die Konzepte hinter diesen Begriffen haben zwar oftmals einen ähnlichen Kernansatz, unterscheiden sich jedoch z.T. in ihren konkreten Zielen und ihrer Ausführung. Angestoßen wurde die aktuelle Forderung nach einem europaweiten Produktpass unter anderem von der Europäischen Plattform für Ressourceneffizienz im Jahr 2014, mit dem Ziel Materialien nicht mehr genutzter Produkte wieder in den Produktionskreislauf zurückzuführen (KOM 2014). Seitdem hat sich das Thema Kreislaufwirtschaft insbesondere auch auf europäischer Ebene stark weiterentwickelt und gerade in jüngster Zeit mehrten sich daher erneut auch Forderungen zur Umsetzung eines Produktpasses innerhalb der EU.

In einer Analyse des European Policy Centre (EPC 2020) wird unter anderem gefordert, Vorgaben zu entwickeln, um die Sammlung, Verarbeitung, Nutzung und Analyse von Daten, die für den Klimaschutz relevant sind, voranzutreiben. Konkret heißt es hier, dass das Konzept des ökologischen Fußabdrucks und ein digitaler Produktpass weiterentwickelt werden sollten, um eine bessere Koordination und einen Austausch von Informationen in der Wertschöpfungskette zu schaffen, um die Transparenz zu erhöhen und um intelligente, zirkuläre Anwendungen zu fördern. Hiermit wird auch eine weitere Verknüpfung zwischen den Paradigmen Digitalisierung und Nachhaltigkeit (mit Fokus auf Kreislaufwirtschaft) im Sinne der Agenda 2030 geschaffen. Auch die European Environmental Agency fordert einen elektronischen Produktpass, um Informationen über den Lebenszyklus eines Produkts transparent zu machen. Es wird vorgeschlagen, alle bereits vorhandenen rechtlichen Vorgaben zu Informationspflichten zu kombinieren und in einem standardisierten Format unterschiedlichen Zielgruppen zugänglich zu machen (EEA 2020).

Ab 2019 und 2020 wurde die Idee eines Produktpasses auch in politischen Strategien und Aktionsplänen zunehmend stärker berücksichtigt. Einen weiteren Impuls auf höchster politischer Ebene hat das Thema durch den europäischen Green Deal erhalten, in dem vorgeschlagen wird, dass ein elektronischer Produktpass Informationen über Herkunft, Zusammensetzung, Reparatur- und Demontagemöglichkeiten eines Produktes sowie über Handhabung am Ende der Lebensdauer liefern könnte (KOM 2019a). Darüber hinaus werden im Kontext der europäischen Datenstrategie erste Ideen für den „digitalen Zwilling“ sowie einen „Produktpass“ diskutiert. In der Strategie wird gefordert, einen gemeinsamen europäischen Datenraum für intelligente Anwendungen zu schaffen, in dem die wichtigsten Daten für die kreislauforientierte Wertschöpfung entlang der Lieferketten zur Verfügung gestellt werden (KOM 2020a). Die Entwicklung eines Produktpasses soll demnach auf EU Ebene insbesondere ab dem Jahr 2021 konkreter vorangetrieben werden. Auch laut „Circular Economy Action Plan“ soll durch die EU geprüft werden, wie die Digitalisierung von Produktinformationen umsetzbar ist (KOM 2020b).

Aufgrund der großen Aktualität des Themas wird in der Umweltpolitischen Digitalagenda des BMU ebenfalls die Einführung eines digitalen Produktpasses als zentrale Maßnahme genannt, der Umweltdaten im Lebenszyklus von Produkten und Dienstleistungen mit sich trägt und VerbraucherInnen, Industrie und Abfallwirtschaft zum nachhaltigen Handeln anregt. Der Produktpass soll dafür alle wichtigen Umwelt- und Materialdaten eines Produkts umfassen, die über den gesamten Produktlebenszyklus aktualisiert und ergänzt werden (BMU 2020b).

3 Aktuelle Regelungen im Bereich Produktinformation

3.1 Übersicht über bestehende Politikinstrumente und Initiativen

Bereits heute existieren insbesondere auf EU Ebene gesetzliche oder freiwillige Vorgaben im Bereich der Produktpolitik, die Informationsflüsse z.B. von einer Stelle A zu einer Stelle B regeln. Auf Produktebene umfassen diese Informationen u.a. Aspekte zur Herstellung, zur Nutzung, zur Reparatur und zur Entsorgung. Die jeweiligen Ziele und Ausprägungen sind dabei jedoch divers und unterscheiden sich je nach Vorgabe (verpflichtende Richtlinie, freiwillige Initiative etc.), Art (Datenbank, Kennzeichnung am Produkt etc.), Produktgruppe (Elektrogeräte, Chemikalien etc.), Zugänglichkeit (öffentlich, nicht öffentlich), Informationsdichte (ausgewählte Aspekte, Lebenszyklusanalyse, etc.) und Zielgruppe (VerbraucherInnen, Politik, Marktüberwachung etc.). Bei der Erfassung dieser z.T. sehr unterschiedlichen Informationen existiert bislang noch kein aufeinander abgestimmtes Verfahren, d.h. ein entsprechend koordiniertes Datenerfassungs- bzw. Managementsystem zur Zusammenführung von produktrelevanten Informationsflüssen aus den verschiedenen vorhandenen Systemen und Quellen ist derzeit noch nicht (oder nur in Ansätzen für einzelne Themenbereiche) vorhanden. Dies ist nicht nur für politische EntscheidungsträgerInnen mit Herausforderungen bei der Entwicklung und Überarbeitung von Politikansätzen verbunden, sondern z.B. auch für HerstellerInnen, LieferantInnen, etc. die mit entsprechendem Aufwand zahlreichen Informationspflichten mit verschiedensten Datenanforderungen nachkommen müssen. Eine Auswahl von relevanten Vorgaben der EU, Datenbanken zur Marktüberwachung, Öko-Label und freiwilligen Initiativen wird im folgenden Abschnitt beschrieben. Hierbei ist zu beachten, dass es daneben zahlreiche weitere, nationale oder auch internationale Informationsanforderungen gibt, die bei der Umsetzung eines digitalen Produktpasses ebenfalls geprüft und ggf. mitberücksichtigt werden müssten.

3.2 EU Vorgaben

Auf Ebene der Europäischen Union sind bei der Diskussion um bestehende Berichts- und Informationspflichten mit Bezug zu Produkten insbesondere die folgenden übergeordneten Richtlinien und Verordnungen relevant (wobei es sich hierbei lediglich um eine Auswahl handelt und im Rahmen der Kurzstudie kein vollständiges Bild gezeichnet werden kann):

- Verordnung (EU) 2017/1369 zur Festlegung eines Rahmens für die Energieverbrauchskennzeichnung
- Richtlinie 2009/125/EG zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte
- Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment)
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
- Richtlinie (EU) 2018/852 über Verpackungen und Verpackungsabfälle

- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP - Classification, Labelling and Packaging)
- Verordnung (EU) 2019/1009 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt
- Richtlinie 2000/53/EG über Altfahrzeuge
- Richtlinie 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren

Als anschauliches Beispiel unter den genannten Richtlinien ist die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung hervorzuheben, die für ausgewählte Produktgruppen ein verpflichtendes Label und Informationspflichten zum Zeitpunkt des „Inverkehrbringens“ (erstmalige Bereitstellung eines Produkts auf dem Markt der EU) definiert. Demnach müssen produktgruppen- bzw. modellspezifische Informationen sowohl auf einem Label als auch auf Produktdatenblättern veröffentlicht werden. In den jeweiligen produktgruppenspezifischen Umsetzungsmaßnahmen werden die Inhalte und Angaben noch weiter konkretisiert. Beispielsweise müssen auf dem Label für Kühlschränke der Herstellername, die Effizienzklasse, der Stromverbrauch pro Jahr, das Volumen des Kühl-/Gefrierbereichs und der maximale Geräuschpegel für das entsprechende Modell verpflichtend genannt werden. Das Produktdatenblatt, das ebenfalls vom Lieferanten bereitgestellt werden muss, beinhaltet neben den Informationen des Labels weitere Angaben, wie beispielsweise zur genauen Bauart oder Dauer der Herstellergarantie.

Darüber hinaus verpflichtet die Richtlinie LieferantInnen insbesondere, die Informationen des Produktdatenblatts und weitere Angaben („technische Dokumentation“) über eine spezielle Eingabeseite in eine offizielle digitale EU Datenbank einzutragen (EU Product Registration database for Energy Labelling, EPREL). Diese besteht sowohl aus einem öffentlichen Teil (u.a. für EndverbraucherInnen) als auch aus einem nicht-öffentlichen Teil, der nur für die Europäische Kommission und Marktüberwachungsbehörden zugänglich ist und strengen Sicherheitsvorkehrungen unterliegt.

Die Registrierung in EPREL ist zum Stand 02/2021 bereits für die folgenden Produktgruppen obligatorisch: Klimaanlage, Haushaltskochgeräte, Haushaltsgeschirrspüler, Raumheizgeräte und Warmwasserbereiter, Leuchtmittel, Einzelraumheizgeräte, Haushaltskühlgeräte, gewerbliche Kühlgeräte, Festbrennstoffkessel, Fernsehgeräte, Wäschetrockner, Wohnraumlüftungsgeräte und Haushaltswaschmaschinen. Zudem sollen auch VerbraucherInnen in der Produktdatenbank nach den entsprechenden öffentlichen Informationen zu Energielabels und Produktdatenblättern suchen können (u.a. durch einen QR-Code, der in Zukunft auf dem Label aufgedruckt sein wird). Die folgende Abbildung 1 illustriert schematisch den Aufbau der EPREL Produktdatenbank.

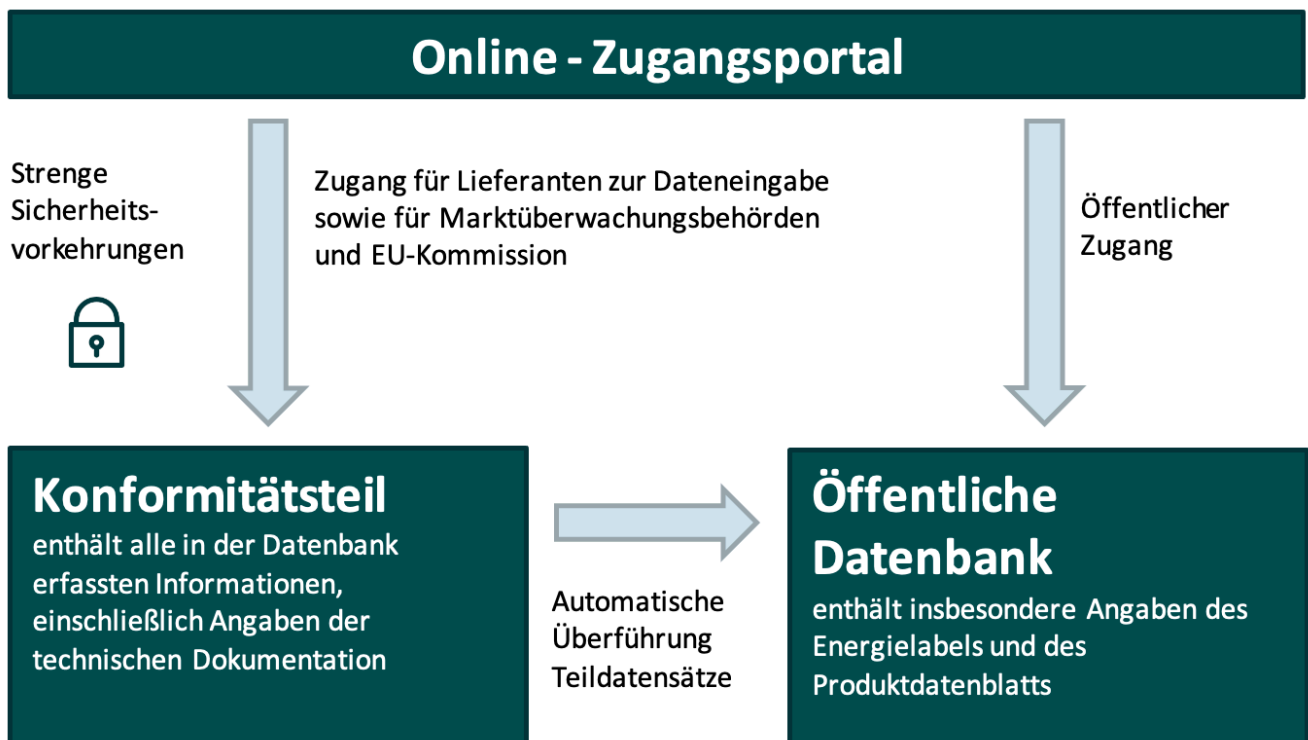


Abbildung 1: Aufbau der EPREL Datenbank (Quelle: Eigene Abbildung nach BMWi 2019)

Neben der Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung beinhalten die weiteren zuvor genannten EU-Regulierungen ebenfalls fachspezifische Informations- und Berichtspflichten, die sich je nach Produktgruppe und Zielgruppe mehr oder minder deutlich unterscheiden. Die EU-Ökodesign-Richtlinie für energieverbrauchsrelevante Produkte bzw. Geräte und ihre produktgruppenspezifischen Durchführungsmaßnahmen implizieren, wie auch die eng verknüpfte EU Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung, Informationspflichten zum Zeitpunkt des „Inverkehrbringens“ (zunehmend auch zu Aspekten der Kreislaufwirtschaft sowie zu Reparaturmöglichkeiten), wobei hierfür jedoch bisher noch keine zentrale Datenbank genutzt wird bzw. kein systematischer Datenfluss vorgeschrieben ist. Die Informationen müssen dabei lediglich auf der frei zugänglichen Webseite der HerstellerInnen, ImporteurInnen oder Bevollmächtigten öffentlich zugänglich sein. Die WEEE-Richtlinie schafft für Elektro- und Elektronikgeräte weitere Informationsverpflichtungen insbesondere hinsichtlich der Bereitstellung von Informationen für Recycling-Betriebe und Betreiber von Behandlungsanlagen. Dies kann anhand von gedruckten Handbüchern oder in elektronischer Form erfolgen. Zudem werden die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, ein WEEE-Herstellerregister aufzubauen.

Die Informationspflichten der REACH-Verordnung beinhalten Sicherheitsdatenblätter für Chemikalien und weitere Angaben zu Stoffen und Gemischen und insbesondere zu gefährlichen Inhaltsstoffen. Chemikalien, die in der EU hergestellt oder in den Binnenmarkt importiert werden, müssen registriert werden. Die Sicherheitsdatenblätter richten sich in erster Linie an Personen die in direktem Umgang mit den Substanzen stehen. Diese Informationen müssen entweder in elektronischer Form oder gedruckt auf Papier übermittelt werden und sollen dabei helfen, Gesundheit und Umwelt zu schützen. Zudem wird derzeit für SVHC („substances of very high

concern“) die SCIP-Datenbank aufgebaut, die ab Anfang 2021 Daten erfassen soll („database for information on Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products“). Ab Januar 2021 sind die LieferantInnen verpflichtet, ihre Informationen der European Chemicals Agency (ECHA) zur Verfügung zu stellen. Ziel der Datenbank ist es, den Betreibern von Abfallbehandlungsanlagen Informationen über SVHC zur Verfügung zu stellen, um diese ggfs. abtrennen zu können und ein hochwertiges Recycling zu gewährleisten. Ebenfalls mit Fokus auf Chemikalien hat die CLP-Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen basierend auf dem Global Harmonisierten System der Vereinten Nationen (GHS) Pflichten zur Kennzeichnung definiert. Zudem unterhält die ECHA eine Datenbank zur Einstufung und Kennzeichnung von angemeldeten und registrierten Stoffen.

Die EU-Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle gibt vor, gut lesbare Kennzeichnungen über Materialien der Verpackung an das Produkt anzubringen, die Düngemittelverordnung verpflichtet HerstellerInnen, auf dem Produkt oder in einem Begleitdokument Informationen zu verschiedenen Produkteigenschaften zu veröffentlichen (Lagerbedingungen, Volumen, Inhaltsstoffe etc.) und die Altfahrzeug-Richtlinie regelt insbesondere die Veröffentlichung von Informationen zur Demontage, Lagerung und Prüfung von wiederverwendeten Teilen bei Altfahrzeugen. Im internationalen Demontage-Informationssystem IDIS („International Dismantling Information System“) können FahrzeugherstellerInnen Daten hinterlegen, um Entsorgungsbetriebe bei der umweltfreundlichen Behandlung von Altfahrzeugen zu unterstützen. Ein weiteres Datenerfassungssystem für FahrzeugherstellerInnen ist das IMDS (Internationales Materialdatensystem), in dem alle bei der Herstellung eines Fahrzeugs genutzten Werkstoffe gesammelt erfasst werden. Dabei soll es durch die Nutzung des IMDS ermöglicht werden, die Verpflichtungen zu erfüllen, die der Automobilbranche durch nationale und internationale Standards, Gesetze und Regelungen auferlegt werden (EntServ Deutschland 2017). Neben den dargestellten Beispielen gibt es auch diverse weitere Ansätze zur Datenerfassung und Darstellung, wie etwa die EU-weit einheitliche Lebensmittel-Kennzeichnung usw.

3.3 Datenbanken zur Marktüberwachung

Mit Fokus auf Marktüberwachungsbehörden sind die EU Datenbanken ICSMS („Information and Communication System for Market Surveillance“) und RAPEX („Rapid Alert System for non-food dangerous products“) zu nennen. ICSMS bietet einen öffentlichen und einen geschlossenen Bereich. Der geschlossene Bereich, der den Marktüberwachungsbehörden, dem Zoll, der Europäischen Kommission und weiteren amtlichen Stellen dient, stellt Testresultate, Produktinformationen und behördliche Maßnahmen dar. Im öffentlichen Bereich können sich dagegen VerbraucherInnen über von Marktüberwachungsbehörden getestete und als unsicher eingestufte oder nicht gesetzeskonforme Produkte sowie über Plagiate informieren. RAPEX hingegen dient als direktes Schnellwarnsystem, um VerbraucherInnen unmittelbar vor gefährlichen Produkten zu warnen.

3.4 Normungsansätze und Produktkennzeichnung

Auf HerstellerInnen, ImporteurInnen und LieferantInnen von Produkten wirken weitere Informations- und Berichtsanforderungen ein, wie z.B. bei der Nutzung von Umweltzeichen und freiwilligen Labelansätzen. Auch im Rahmen der Standardisierung und Normung wurden in diesem Zusammenhang bereits verschiedene Konzepte erarbeitet, wie Daten systematischer erfasst und an relevante Gruppen vermittelt werden können. Hierzu gehören beispielsweise:

Typ I Umweltkennzeichnungen (DIN EN ISO 14024)

Die Umweltkennzeichnung vom Typ I besteht aus einem Zeichen oder Logo, welches besondere Umweltleistungen bzw. -qualitäten auszeichnet. Die relevanten Informationen werden, je nach Kennzeichnung, mit Hilfe des Labels oder z.B. anhand von Webseiten, Produktkatalogen oder Datenbanken zur Verfügung gestellt. Typ-I-Umweltkennzeichnungen sind an private und gewerbliche VerbraucherInnen gerichtet und erfordern eine Drittzertifizierung, beziehen interessierte Kreise ein und sind auch für die öffentliche Beschaffung relevant (BMU 2019). Bekannte Beispiele sind staatliche Labelansätze wie der Blaue Engel (diverse Produkte und Dienstleistungen) oder das EU-Ecolabel (diverse Produkte).

Typ II Umweltkennzeichnungen und Umweltdeklarationen (DIN EN ISO 14021)

Kennzeichnungen und Deklaration nach dem Typ II sind in der ISO 14021 - Umweltbezogene Anbietererklärungen - definiert. Im Sinne freiwilliger Selbsterklärungen sind alleinig HerstellerInnen des Produkts für die Umweltdeklaration verantwortlich, können diese aber zur Unterstreichung der Glaubwürdigkeit unabhängig überprüfen lassen (Baunetz 2020). Typ II Kennzeichnungen und Deklaration sind meist an VerbraucherInnen gerichtet, konzentrieren sich oft auf einen einzelnen Umweltaspekt und gelten im Grundsatz auch für komplexe Informationen (BMU 2019).

Typ III Umweltdeklarationen (DIN EN ISO 14025)

Ein weiteres besonders relevantes Beispiel sind „Environmental Product Declarations“ (EPDs), die nach ISO 14025 als Typ III Umweltdeklarationen normiert sind. EPDs sind an HerstellerInnen in der Lieferkette sowie an Gewerbe und Handel gerichtet, weniger an VerbraucherInnen. Sie beruhen auf einer Ökobilanz, liefern umfangreiche quantitative und verifizierte Informationen, stellen Umweltwirkungen dar ohne zu werten, ermöglichen Datenaggregation entlang einer Wertschöpfungskette und erfordern eine unabhängige Verifizierung durch Dritte (BMU 2019).

Die deutsche Umweltdeklaration Typ III wird bislang in der Praxis insbesondere für die umfassende Beschreibung der Umweltleistung von Bauprodukten genutzt. Sie basiert auf einer Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040, in der alle Stoffströme von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung systematisch erfasst werden. Die Umweltauswirkungen von Produktion, Nutzung und Entsorgung werden dabei nach international anerkannten Konventionen charakterisiert. Das Ergebnis sind Kennzahlen wie z.B. Treibhauspotenzial in CO₂-Äquivalenten, Wasserverbrauch, Abfallproduktion, Ozonabbaupotenzial oder Versauerungspotenzial (Institut Bauen und Umwelt 2020). Hierdurch sollen EPDs beispielsweise gezielt die Materialauswahl beim Bauen erleichtern und eine Grundlage für die Dokumentation der im Gebäude verbauten Baustoffe (z.B. mittels Gebäudepass) bilden (UBA 2013).

Im Rahmen des EPD-Programms vom Institut Bauen und Umwelt können Unternehmen Umweltdeklarationen nach ISO 14025 für ihre Produkte erstellen. Darüber hinaus geht auch die internationale EPD-Norm ISO 21930 zum nachhaltigen Bauen auf die Umweltdeklaration von Bauprodukten ein. In Deutschland liegen somit bereits freiwillig erstellte Umweltdeklarationen insbesondere für zahlreiche Baustoffe, Bauprodukte und Baukomponenten vor, werden regelmäßig veröffentlicht und stehen der Allgemeinheit zur Verfügung. Neben Bauprodukten gibt es EPDs in Deutschland aktuell auch bereits z.B. für PKW oder Büromöbel (DIN 2020).

Privatwirtschaftliche Produktkennzeichnung und Prüfstandards

Oftmals in Anlehnung u.a. an die zuvor dargestellten Initiativen und Standardisierungsansätze bieten auch diverse private AnbieterInnen weitere freiwillige Label und einheitliche Prüfstandards mit hoher Glaubwürdigkeit an, wie etwa z.B. SA8000 (Zertifizierung von Arbeits- und Sozialbedingungen), TCO Notebooks/Certified Smartphones 2.0 (inkl. Umwelt- und Ressourcenaspekte, Langlebigkeit, recyclinggerechte Konstruktion von IT-Geräten), bluesign product (Umwelteinflüsse der Textilindustrie, sichere Herstellung und Verarbeitung von Kunst- und Naturfasern), Ecocert (umweltschonendere Wasch- und Reinigungsmittel), Nature Care Products Standard (Spielzeug, Düngemittel, Wasch- und Reinigungsmittel), Xertifix PLUS (Natursteinabbau unter Einhaltung sozialer Mindeststandards). Aufgrund der Vielzahl von existierenden Ansätzen wurde auf Initiative der Bundesregierung inzwischen das Register www.siegelklarheit.de mit angeschlossener App aufgebaut, um eine unabhängige Übersicht und Qualitätsbewertung der verschiedenen Kennzeichnungen und Prüfstandards zur Verfügung zu stellen.

Product Environmental Footprint (PEF)

Seit dem Jahr 2013 entwickelt die Europäische Kommission mit dem “Product Environmental Footprint” (PEF) eine multikriterielle Methode zur vereinfachten und standardisierten Bewertung der ökologischen Performanz von Produkten oder Dienstleistungen entlang des Lebenszyklus. Da durch die Vielzahl an bestehenden Bewertungsansätzen hohe Transaktionskosten für Unternehmen und Intransparenz für VerbraucherInnen entstehen, soll durch den PEF ein einheitliches Verfahren zur Quantifizierung des ökologischen Fußabdrucks gefunden werden (KOM 2013). Dabei soll der Ansatz perspektivisch auch in den produktpolitischen Instrumenten der EU (z.B. Ökodesign) angewendet werden können und zudem der Kommunikation gegenüber VerbraucherInnen dienen (UBA 2019). Beim PEF können in 16 Kategorien (u.a. Klimawandel, Eutrophierung, Landnutzung) potenzielle Umweltwirkungen von Material- bzw. Energieflüssen und sich daraus ergebende Emissions- und Abfallströme erfasst werden. In einer fünfjährigen Pilotphase wurde zwischen 2013 und 2018 der Ansatz zunächst mit Pilotvorhaben getestet. Für die Phase zwischen dem Ende der Pilotmaßnahmen und möglichen Anpassungen von Politikinstrumenten hinsichtlich einer Umsetzung des PEF wurde eine Übergangsphase bis Ende 2021 beschlossen (KOM 2020c). Der aktuelle Ansatz wird jedoch von verschiedenen AkteurInnen als noch nicht anwendungsreif eingeschätzt. So bewertet z.B. die Industrie die Qualität der bereitgestellten Hintergrunddaten sowie die Berechnungsmethodik kritisch, da fluktuierende Vorketten nicht ausreichend berücksichtigt würden. Umweltverbände sehen dagegen weitere Umweltwirkungen (z.B. Verlust an Biodiversität, Lärm, Tierwohl) durch die Methode nicht ausreichend abgedeckt (UBA 2019).

In Hinblick auf den digitalen Produktpass kann der PEF somit perspektivisch einen möglichen Anknüpfungspunkt für die Erfassung von Produktdaten darstellen. Die umfassenden methodischen und politischen Herausforderungen müssen jedoch zunächst gelöst werden, bevor weitere Schritte zur Umsetzung initiiert werden können.

Carbon Footprint von Produkten und Unternehmen

Viele Unternehmen weisen auch aktuell bereits den CO₂-Fußabdruck des Gesamtunternehmens (Corporate Carbon Footprint) oder einzelner Produkte (Product Carbon Footprint) aus. Zur Quantifizierung und Berichterstattung kommt dabei in der Unternehmenspraxis und auch im öffentlichen Bereich häufig das sogenannte „Treibhausgasprotokoll“ (engl. Greenhouse Gas bzw. GHG Protocol) zum Einsatz, welches eine privatwirtschaftliche transnationale Standardreihe zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen (Carbon Accounting) und das dazugehörige Berichtswesen umfasst. Das GHG Protocol ist in weiten Bereichen mit DIN EN ISO 14064 deckungsgleich, da es eine wesentliche Grundlage bei der Entwicklung des ISO-Standards dargestellt hat. Die unabhängige Weiterentwicklung des GHG Protocol wird vom World Resources Institute (WRI) und dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) koordiniert.

3.5 Zusammenschau

Wie beispielhaft erläutert, gibt es in der EU bereits aktuell verschiedenste Richtlinien, Verordnungen und sonstige Vorgaben, die fachspezifisch festschreiben, dass bestimmte Informationen zu Produkten bzw. Produktgruppen verpflichtend bereitgestellt werden müssen. Ergänzend dazu werden durch Datenbanken der Marktüberwachungsbehörden und durch Normungsansätze Informationen generiert, gesammelt und an Dritte vermittelt. Bislang existieren dabei Ansätze, die in unterschiedlichen Fach- und Themenbereichen parallel und unabhängig voneinander aufgebaut wurden bzw. organisch gewachsen sind. Die somit bereits heute verfügbaren Informationen zu Nachhaltigkeitsaspekten werden inzwischen von zahlreichen Stakeholdern wie InvestorInnen, KundInnen usw. regelmäßig nachgefragt und auch aktiv von der informierten Öffentlichkeit eingefordert.

Im Kontext der gesetzlichen oder freiwilligen Informationsvorgaben existieren daher zudem auch zahlreiche weitere Konzepte, Initiativen oder digitale Plattformen (u.a. privatwirtschaftliche Produktkennzeichnungen, Berechnung des Carbon Footprint von Produkten, Product Environmental Footprint), die Informationsflüsse bündeln und vereinheitlichen. Oftmals laden federführende Unternehmen ihre LieferantInnen zu solchen Plattformen ein, um dort die gewünschten Informationen direkt zu hinterlegen, so dass alle ebenfalls teilnehmenden AkteurInnen diese unmittelbar verwerten können. Manche dieser Ansätze beinhalten auch bereits eine themenspezifische Aufbereitung der Informationen über Produktmerkmale für bestimmte Zielgruppen (z.B. für VerbraucherInnen über Websites und Apps). Die resultierende Herausforderung besteht darin, dass es durch die Vielzahl von unternehmensspezifischen bzw. proprietären Plattformen große Mengen umweltrelevanter Informationen gibt, die in Detailtiefe und Geschäftsmodell jedoch erheblich variieren. Dies schränkt bislang eine themenübergreifende Zusammenführung von Daten zu den einzelnen Produkten erheblich ein.

Die folgende Abbildung 2 skizziert vereinfacht den aktuellen Stand mit den derzeit üblichen Vorgehensweisen. Unternehmen und andere Gruppen müssen demnach je nach Vorgabe (freiwillig oder verpflichtend) Informationen zu Produkten bzw. Modellreihen oftmals zumindest in einfacher Papierform und/oder elektronisch an eine definierte Stelle übermitteln. Dies kann in Abhängigkeit von den produktgruppen-spezifischen Anforderungen z.B. über auf Papier gedruckte oder elektronische Produktdatenblätter (Fallbeispiel 1, links), Unternehmenswebseiten, einfache Datenbanken z.B. von Öko-Labels (Fallbeispiel 2, Mitte), oder über umfassendere Datenbanksätze (wie z.B. EPREL, ICSMS) mit zielgruppenabhängigen Zugriffsrechten erfolgen (Fallbeispiel 3, rechts).

Fallbeispiel 1



Fallbeispiel 2



Fallbeispiel 3



Abbildung 2: Schematische Varianten der derzeitigen Produktdatenerfassung; Fallbeispiel 1 / Links (einfache Produktdatenblätter), Fallbeispiel 2 / Mitte (einfache Datenbanken), Fallbeispiel 3 / Rechts (umfassendere Datenbanksätze), (Quelle: Eigene Abbildung)

4 Definitionsansätze Digitaler Produktpass

Aufgrund der Vielzahl der Ansätze und Regulierungen zur Erfassung von Produktdaten, die auszugsweise im vorangegangenen Kapitel dargestellt wurden, ist zunächst eine weitere Eingrenzung und Konkretisierung des Begriffs „Digitaler Produktpass“ erforderlich. Entsprechend der Ansätze in KOM (2019a) und BMU (2020b) wird perspektivisch angestrebt, dass ein zukünftiger digitaler Produktpass gegenüber bisherigen themenspezifischen Ansätzen ganzheitlichere Produktinformationen u.a. zu Energieverbräuchen, Emissionen, Herstellung, Reparatur oder Handhabung am Ende der Nutzungsdauer bereithält. Er soll allen relevanten Akteursgruppen dienen, von Unternehmen zur Erleichterung von Berichtspflichten, über VerbraucherInnen für nachhaltige Konsumententscheidungen bis hin zu Reparaturbetrieben und Unternehmen der Recyclingwirtschaft. Informationen sollen dabei fortwährend aktuell gehalten werden. Um diese Merkmale zu schärfen, soll im Folgenden auf bereits genutzte Begriffe eingegangen werden, die prinzipiell im engeren Zusammenhang mit einem digitalen Produktpass stehen.

4.1 Materialpass („material passport“)

Im Kontext von Gebäuden wird häufig das Konzept des Materialpasses („material passport“) verwendet (Honic, Kovacic & Rechberger 2019; Smeets, Wang und Drewniok 2019). Dabei beschränkt sich die Definition nicht grundsätzlich auf Gebäude, denn der Materialpass soll alle relevanten Informationen über Produkte oder Komponenten liefern, die zur Wiederverwendung bestimmt sind (GXN Innovation et al. 2018). Smeets, Wang und Drewniok (2019) definieren den Pass als Datensätze, die definierte Eigenschaften von Materialien in Produkten beschreiben, die ihnen einen Wert für die Verwertung und Wiederverwendung verleihen. Für Luscuere (2016) ist der Materialpass ein aktives Werkzeug zur Wertverfolgung und dazu bestimmt, Restwerte zurück auf den Markt zu bringen. Materialpässe legen somit prinzipiell Informationen für Materialien, Produkte oder Systeme für alle Phasen - von der Herstellung über die Nutzung und Wartung bis zur Demontage - offen. Hierdurch wird unterschiedlichen AkteurInnen eine wichtige Rolle für die Materialdokumentation zugeteilt (Schreibfunktion/-rechte), während wiederum unterschiedliche Personengruppen von den erfassten Informationen nach ihren jeweiligen Informationsbedürfnissen (Lesefunktion/-rechte) profitieren können (vgl. Abbildung 3).

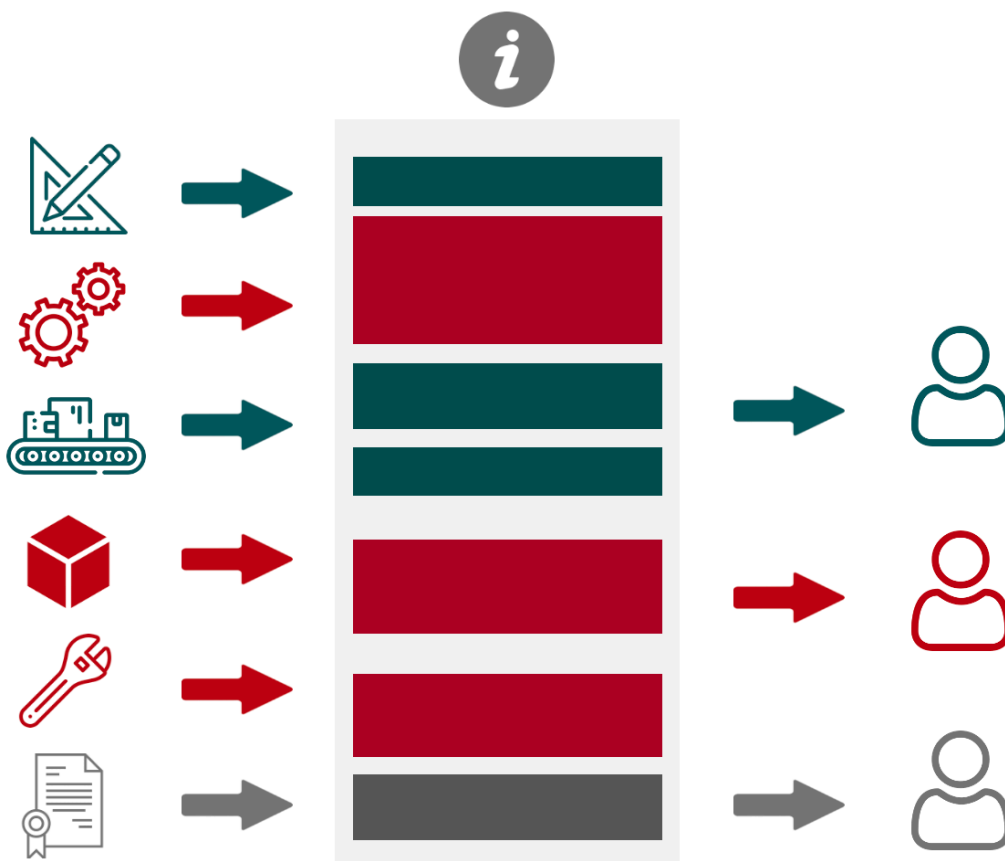


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Materialpasses (Mitte), mit aktorenspezifischer Informationseingabe (Links) und Zielgruppen-orientierter Ausgabe (Rechts) (Quelle: Eigene Abbildung nach Lescuere 2016)

Hinsichtlich der Dateninfrastruktur stellen Honic, Kovacic & Rechberger (2019) zudem auch einen Zusammenhang zur Modellierung von Gebäudeinformationen (Building Information Modelling, BIM) her. BIM ist ein digitales Instrument zur vernetzten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden. Die AutorInnen definieren den Materialpass in diesem Kontext als qualitative und quantitative Dokumentation der Materialzusammensetzung eines Gebäudes, wobei die in Gebäuden eingebetteten Materialien sowie deren Recyclingpotenzial und Umweltauswirkungen dargestellt werden. BIM ermöglicht somit verschiedenen AkteurInnen im Gebäudesektor Daten für Gebäudekomponenten fortwährend zu erfassen und auszuwerten.

4.2 Kreislaufpass oder cradle-to-cradle passport

Neben dem Materialpass existieren weitere Begriffe wie Kreislaufpass oder cradle-to-cradle passport. So fordert der SRU (2020) für PKW die Zulassung neuer Fahrzeug-Typen (aller Antriebe und Fahrzeugarten) mit der Bereitstellung eines „Kreislaufpasses“ zu verknüpfen, in dem die HerstellerInnen oder die entsprechend verantwortlichen AkteurInnen Informationen zu Rohstoffen (z.B. als Grundlage für ein volkswirtschaftliches Stoffinventar, vgl. Abschnitt 5.4), Demontagepläne und eine Verwertungsplanung zur Verfügung stellen. Dabei müsste bereits die Produktentwicklung diese Aspekte aufnehmen. Daneben verfügen einzelne (Groß-)Unternehmen in bestimmten Bereichen bereits über eigene, interne Passansätze. So setzt z.B. die dani-

sche Reederei Maersk für einen Teil der eigenen Schiffsflotte einen „cradle-to-cradle passport“ (abgekürzt C2C, engl. „von Wiege zu Wiege“ oder sinngemäß „vom Ursprung zum Ursprung“) ein. Der "Cradle to Cradle" Begriff geht dabei auf einen geschützten, proprietären Ansatz von McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC) zurück. 2010 übertrug MBDC das Zertifizierungsprogramm an das gemeinnützige Cradle to Cradle Products Innovation Institute (C2CPII), das seither als Stelle zur Drittzertifizierung fungiert. Ziel ist es dabei ebenfalls, eingesetzte Materialien am Ende der Produktlebenszeit (in diesem Fall eines Schiffs) wieder in Wert zu setzen. Der Pass von Maersk zeigt etwa, welche Materialien wo im Schiff verbaut sind oder etwa Qualitätsunterschiede im jeweils verwendeten Stahl. Zentrale Aufgaben waren dabei einerseits eine Struktur oder Datenbank für Materialinformationen zu entwickeln sowie andererseits Zulieferer zu animieren, komplexe Materialinformationen (einschließlich ihrer Komposition) zur Verfügung zu stellen und in die Datenbank zu speisen. In einem 3D-Model des Schiffes sollen Materialien dann direkt verortet werden können, weshalb dem Pass bereits in der Entwicklungsphase eine wichtige Rolle zukommt (Sterlin o.J.).

Das dargestellte Beispiel zeigt daher auch, dass es für die Idee von Produktpässen von besonderer Bedeutung ist, Daten in jeder Phase des Produktlebenszyklus möglichst aktuell abrufen zu können. D.h. nicht nur am Ende des Lebenszyklus müssen Daten erfasst werden, um zu zeigen welche Materialien auf welche Weise in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können, sondern bereits von Anfang an, um auch Konstruktion oder Wartung gezielt zu erleichtern, perspektivisch z.B. auch im Sinne einer vorausplanenden Instandhaltung („Predictive Maintenance“).

4.3 Weitere Beispiele für Passansätze

In Anlehnung an bereits bestehende Instrumente zur Bereitstellung von umweltrelevanten Produktinformationen wurden in verschiedenen Projekten und Initiativen auch diverse weitere Versuche unternommen, die verfügbaren umweltrelevanten Daten für eine bessere Transparenz entlang der Lieferkette durch produktpassartige Ansätze aufzubereiten und verfügbar zu machen. Oftmals geschieht dies auch über private Organisationen und proprietäre Entwicklungen. So wurde z.B. bei TrueTwins (<https://www.truetwins.com>) ein unternehmensorientierter Produktpass-Ansatz entwickelt, der IBM „Food Trust“ ermöglicht eine Nachverfolgbarkeit der Nahrungsmittelproduktion und die „PlasticBank“ (<https://plasticbank.com>) soll ein soziales Plastik/Plastikrecycling Netzwerk etablieren. Dabei kommen zunehmend auch digitale Plattformen auf Blockchain-Basis zum Einsatz, die eine besonders sichere und lückenlose Nachvollziehbarkeit der Lieferkette sicherstellen sollen. Nach BMU (2020a) sind darüber hinaus u.a. auch verschiedene Ansätze aus Forschungsprojekten oder NGO Arbeiten zu nennen. Einige Beispiele werden im Folgenden dargestellt.

EU FP7 Projekt „myEcoCost“

Im Projekt myEcoCost (<https://www.myecocost.eu>) wurde ein neuartiger Bottom-up-Ansatz zur Messung der Ressourceneffizienz von Produkten, Dienstleistungen und Technologien entwickelt. Es stellt somit einen Prototyp zur Echtzeitberechnung und Übermittlung von Umwelt- und Ressourcendaten von Produkten und Dienstleistungen in globalen Wertschöpfungsketten dar. Dazu werden Materialkosten und CO₂-Emissionen von jedem Beteiligten in der Prozesskette auf Einzelproduktebene

bereitgestellt und in der myEcoCost-Datenbank aggregiert. Mithilfe des weitverbreiteten EAN-13-Barcodes auf Produkten können die Ökokosten dann von KonsumentInnen via App abgerufen werden. Zusätzlich wäre es auch möglich, neben dem Zahlbetrag auf dem Kassenbon direkt auch die „Ökokosten“ des gesamten Einkaufs auszuweisen (GS1 2015).

AskREACH mit App Scan4Chem

AskREACH (<https://www.askreach.eu>) ist ein im Rahmen des EU LIFE Programms gefördertes Projekt zur Sensibilisierung der Bevölkerung hinsichtlich der eingesetzten Chemikalien in Erzeugnissen und damit zur Verbesserung des Informationsflusses in der Lieferkette. Mittels der App „Scan4Chem“ und des EAN-13-Barcodes auf Produkten können VerbraucherInnen Informationen zu „substances of very high concern“ abrufen. Die europäische Chemikalienverordnung REACH bildet hierfür den gesetzlichen Rahmen und Datengrundlage. Die App ist an eine eigene Datenbank angeschlossen, in die Produkthanbieter Informationen zu den besorgniserregenden Stoffen in ihren Produkten freiwillig eingeben können. Unternehmen können Anfragen von VerbraucherInnen mithilfe der App zentral beantworten und ihrer Auskunftspflicht zu Produkten somit effizienter nachkommen.

“Beat the microbead” App

Die internationale Kampagne „Beat the microbead“ (www.beatthemicrobead.org) hat das Ziel, VerbraucherInnen bezüglich Mikroplastikanteilen insbesondere in Kosmetikartikeln zu sensibilisieren. „Mikroplastik“ sind in diesem Kontext Kunststoffpartikel kleiner als 5 mm, die Kosmetika und Körperpflegeprodukten gezielt zur Erreichung spezifischer Funktionen (z.B. Verstärkung der Reinigungswirkung) zugesetzt werden. Sie werden zudem auch als Emulgatoren oder als preisgünstige Füllstoffe verwendet. Via App wird es VerbraucherInnen ermöglicht, durch einfaches Scannen der Produkte entsprechende Informationen für nachhaltigere Kaufentscheidungen zu erhalten.

4.4 Digitaler Zwilling und Industrie 4.0

Im Kontext des Industrie 4.0 Ansatzes zur umfassenden Digitalisierung der industriellen Produktion wurde das Konzept der „Verwaltungsschale“ (engl. „Asset Administration Shell“ oder AAS) entwickelt, um Daten zu Produktionsgegenständen systematisch zu erfassen (vgl. Abbildung 4). Dabei wird unter „Industrie 4.0“ insbesondere die intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie verstanden (BMWi 2020). Durch die Möglichkeit der Verwaltungsschale, Daten klar strukturiert zu erfassen und abzurufen, wird die Basis für diese intelligente Vernetzung in der Industrie gelegt. Die genauere konzeptionelle Grundlage für die Datenerfassung liefert das Referenzarchitekturmodell 4.0 (RAMI 4.0), welches im Grundsatz auf dem im Energiesektor etablierten Smart Grid Architecture Model (SGAM) basiert (vgl. Abbildung 5). Mit Blick auf den digitalen Produktpass ergeben sich aus dem Industrie 4.0 Konzept somit Anknüpfungspunkte und Fragen, die im Folgenden näher beleuchtet werden.

Die Verwaltungsschale stellt insbesondere ein digitales Abbild des realen Produktionsgegenstands dar, was oftmals auch verallgemeinert als „digitaler Zwilling“ bezeichnet wird. Damit eröffnet die Verwaltungsschale die konzeptionelle Verbindung

(vgl. Abbildung 4) zwischen realer und digitaler Welt. Dies kommt bisher v.a. in progressiven Industriebetrieben und vor allem zur Optimierung von industrie-internen Produktionsprozessen und Verfahrensabläufen zum Einsatz.

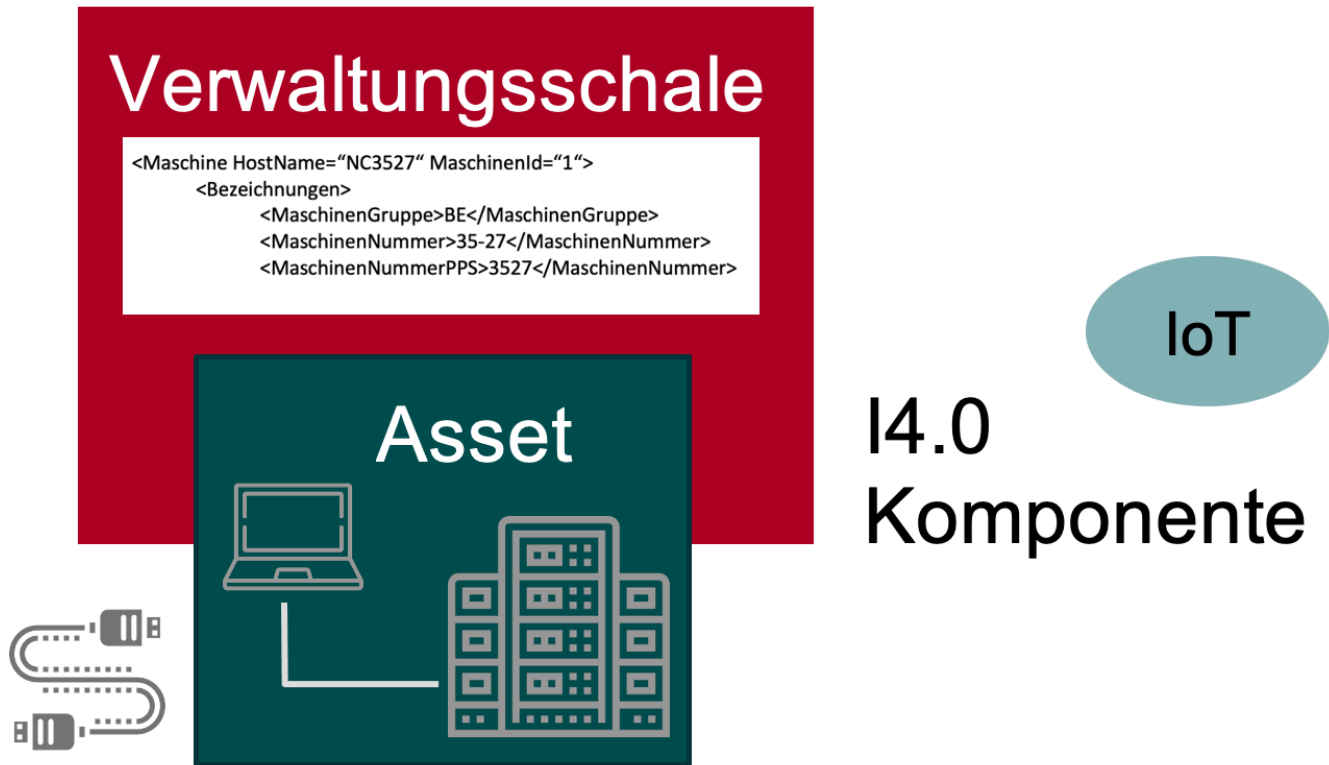


Abbildung 4: Schema Digitale Verwaltungsschale (Quelle: Eigene Abbildung nach Industrie 4.0 o.J.)

Das der Verwaltungsschale Struktur verleihende RAMI 4.0 ermöglicht, dass Daten zu einem Produktionsgegenstand systematisch in sechs Schichten („layers“) digital einheitlich abgelegt und abgerufen werden können (vgl. Abbildung 5, vertikale Achse). Bei den Daten, die in der Verwaltungsschale hinterlegt werden, handelt es sich bisher oftmals primär um Daten bezüglich der industrie-internen Produktionsanlagen und Betriebsmittel. Hierbei kann es sich etwa um Vorkonfigurationen von Fertigungsmaschinen, Materialeigenschaften von Zwischenprodukten (Chemietechnik 2019), Grenzwerte für die Nutzung (z.B. maximale Drehzahl, höchstmögliche Betriebstemperatur) oder Handbücher, CAD-Zeichnungen, Produktionskennzahlen (zum Beispiel Soll- und Ist-Werte), Wartungsinformationen usw. handeln (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2018; Kaspar 2019). Grundsätzlich gilt: Je mehr relevante Daten hinterlegt sind, desto präziser ist die Abbildung des digitalen Zwillings.

Da mit dem digitalen Produktpass ebenfalls eine Repräsentanz für einzelne Produkte in der digitalen Welt entstehen soll (BMU 2020), kann die Verwaltungsschale somit eine mögliche Grundlage für diesen Zweck darstellen. Dabei können alle Daten (sofern verfügbar) prinzipiell über den vollständigen Lebenszyklus abgebildet werden (vgl. Abbildung 5, linke horizontale Achse), von der Entwicklung bis zum Ende der Produktlebensdauer. Industrie-interne IKT/IoT (Internet of Things) Systeme können dabei Daten kontinuierlich in Echtzeit erfassen und ablegen, so dass die Verwaltungsschale zu jeder Zeit bestmöglich dem realen Gegenstand entsprechen kann.

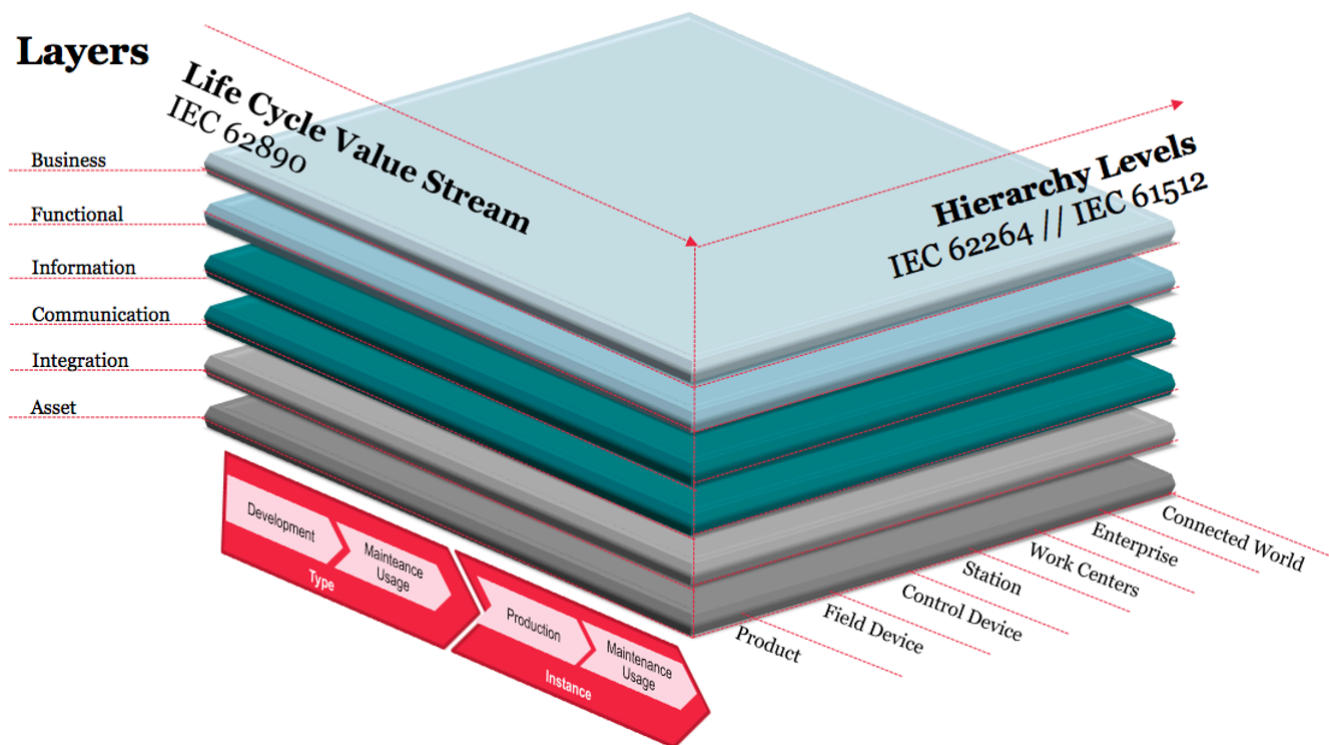


Abbildung 5: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (Quelle: Eigene Abbildung nach BITKOM, VDMA, ZVEI 2015)

Über die Verwaltungsschale können somit beispielsweise hinterlegte industriinterne Daten zielgruppenspezifisch abgerufen werden. So kann etwa ein Komponentenhersteller (z.B. von Motoren) ausgewählte Daten an einen Maschinenhersteller bzw. Integrator übermitteln (vgl. Plattform Industrie 4.0 o.J.). Für eine Einbindung in den digitalen Produktpass wäre es somit entsprechend von Vorteil, dass Datensätze bereits gruppiert und selektiv nur ausgewählten bzw. autorisierten Gruppen zur Verfügung gestellt werden können (wie perspektivisch z.B. für Reparaturbetriebe erforderlich, die spezifische Daten zur Instandsetzung benötigen). Wie dargestellt, sind die Konzepte von RAMI 4.0 und der Verwaltungsschale bisher jedoch primär auf eine Nutzung innerhalb von stark vernetzten Industrie(4.0)-Bereichen ausgerichtet. Über die Verwaltungsschale entsteht daher bisher v.a. bei der Produktion von komplexen Produktionsgegenständen eine Vernetzung zwischen entsprechend ausgerüsteten Zulieferern, Integratoren, Maschinenherstellern und anderen industriellen Anwendern (vgl. Plattform Industrie 4.0 o.J.).

In prinzipiell ähnlicher Weise soll zukünftig auch im Zuge des digitalen Produktpasses eine Vernetzung zwischen allen relevanten AkteurInnen forciert werden. Die Verwaltungsschale bietet somit vielversprechende Ansätze und Anknüpfungspunkte zum digitalen Produktpass. Dabei stellt sich die Grundsatzfrage, inwiefern sich dieser Industrie 4.0 Ansatz auch auf eine breite Masse von Produkten übertragen lässt, so dass alle relevanten Daten perspektivisch auch produktspezifisch in einen digitalen Produktpass gespeist werden können. Dies und weitere Aspekte sollten durch weiterführende Studien zum digitalen Produktpass genauer untersucht werden. Entsprechende Ansätze und Vorschläge für eine Strukturierung von Umweltdaten zu „Dingen“ sowie Produkten in einem Industrie 4.0 bzw. Internet-der-Dinge-Umfeld wer-

den aktuell u.a. bereits im laufenden ReFoPlan Vorhaben „Digitale Harmonisierung und Verfügbarmachung von umweltrelevanten Daten im Kontext der digitalen Transformation der Industrie und der daran gekoppelten Prozesse und Dienstleistungen (Industrie 4.0)“ (geplanter Abschluss 2021) erarbeitet (DIN 2021).

4.5 „Produkt“-Begriff

Vor einer weiteren Konkretisierung von Umsetzungsoptionen und Datenanforderungen stellt sich aufgrund der Vielfalt der bisherigen (oftmals produktgruppen- oder themenspezifischen) Ansätze zudem auch die Frage, welche Produkte bzw. welche Produktkategorien von dem zukünftig angestrebten Digitalen Produktpass tatsächlich erfasst werden sollen bzw. können. Hierfür ist es wichtig zu betrachten, was in verschiedenen Kontexten auf EU und nationaler Ebene als „Produkt“ definiert wird. Aufgrund der großen Komplexität dieses Aspekts kann im Rahmen dieser Kurzstudie jedoch lediglich eine grobe Differenzierung der verschiedenen Produktbegriffe anhand von Beispielen erfolgen. Letztlich bedarf es einer deutlich weiterführenden Analyse, welche exakten Produktdefinitionen im Europäischen und Nationalen Rechtsrahmen existieren und wie sich die Definitionen untereinander verhalten. Fokus dieser Kurzstudie ist daher primär die grobe Eingrenzung des Begriffs insbesondere auch zur Identifikation solcher Produkte, die sich prinzipiell prioritär für die Pilotierung eines Produktpasses und einen möglichst zeitnahen Praxis Roll-out eignen könnten.

Auf Europäischer Ebene existiert u.a. über den Trade Helpdesk der EU eine Datenbank zu „Produkten“, die für den Import in die EU bestimmt sind und reguliert bzw. besteuert werden (KOM 2020d). Bereits bei dieser Datenbank, die von tierischen Produkten über bestimmte Rohstoffe wie Holz bis hin zu Kunstwerken reicht, wird ersichtlich, dass im EU Rechtsrahmen eine Vielzahl von Produktarten unterschieden wird. Im Kontext der europäischen Richtlinie über die allgemeine Produktsicherheit (2001/95/EG, Art. 2a) wird zwischen neuen, gebrauchten und wiederaufbereiteten Produkten unterschieden. Auch über Nutzer- bzw. Zielgruppen können Produkte gruppiert werden. Der Durchführungsbeschluss (EU) 2019/417 zum RAPEX-System unterscheidet zwischen Produkten, die für VerbraucherInnen bestimmt sind und jenen, die auf den Verbrauchermarkt gelangen können, aber ursprünglich für die gewerbliche Nutzung hergestellt wurden. Laut deutschem Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG, § 2) ist ein Produkt jede bewegliche Sache, auch wenn sie einen Teil einer anderen beweglichen Sache oder einer unbeweglichen Sache bildet, sowie Elektrizität. Gebäude oder Dienstleistungen zählen in diesem Zusammenhang nicht als Produkt. Obwohl in den verschiedenen Rechtsbereichen keine einheitliche und universelle Definition für Produkte existiert, lassen sich hieraus einige grundlegende, übergreifende Charakteristika ableiten. Produkte lassen sich im EU-Binnenmarkt bewegen, sie können neu, gebraucht und wiederaufbereitet sein und sind für unterschiedliche (gewerbliche oder private) NutzerInnen gedacht.

Wenn sich BesitzerInnen von Stoffen oder Gegenständen (also auch Produkten) entledigen, entledigen wollen oder entledigen müssen, so entsteht Abfall laut § 3(1) Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG). Ein Ende der Abfalleigenschaft ist wiederum nach Art. 5 (1) KrWG erreicht, wenn ein Recyclingverfahren oder ein anderes Verwertungsverfahren durchlaufen wurde und folgende Bedingungen erfüllt sind:

- 1 | Der Stoff oder der Gegenstand soll für bestimmte Zwecke verwendet werden;
- 2 | Es besteht ein Markt für diesen Stoff oder Gegenstand oder eine Nachfrage danach;
- 3 | Der Stoff oder Gegenstand erfüllt die technischen Anforderungen für die bestimmten Zwecke und genügt den bestehenden Rechtsvorschriften und Normen für Erzeugnisse und
- 4 | Die Verwendung des Stoffs oder Gegenstands führt insgesamt nicht zu schädlichen Umwelt- oder Gesundheitsfolgen.

4.6 Zusammenschau

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass verschiedene weiterführende „Produkt-pass-ähnliche“ Ansätze existieren. Die genannten Beispiele (u.a. C2C-Pass von Maersk; vgl. Sterlin o.J., Luscuere 2016, etc.) unterstützen diese Feststellung und auch zuvor erwähnte Einzelindikatoren, wie etwa der CO₂-Fußabdruck von Produkten, bieten Informationen zu Nachhaltigkeitsaspekten, die mit einem digitalen Produktpass gebündelt transportiert werden könnten. Dennoch bilden die meisten der bisherigen Ansätze nur einen Teil dessen ab, was ein ganzheitlicher Produktpass leisten kann und soll.

So haben Gebäudepässe beispielsweise zum Ziel, die Nachhaltigkeitsperformanz von Gebäuden zu kommunizieren, um dadurch u.a. auch die Entscheidungsfindung für Investoren zu erleichtern. Auch existierende Materialpassansätze können hierzu prinzipiell dienen, fokussieren aber bisher in erster Linie auf rein kreislaufwirtschaftlich-stoffliche Aspekte („recovering value and maximising circular aspects“, Luscuere 2016, 27) und adressieren damit z.B. weniger VerkäuferInnen/KäuferInnen bzw. InvestorInnen, sondern dienen gezielt speziellen AkteurInnen der Circular Economy.

Zusätzlich ergeben sich durch Industrie 4.0 Ansätze bereits heute schon neue Datenquellen und -flüsse, insbesondere innerhalb von stark integrierten Unternehmen oder Lieferketten. Diese Informationsflüsse eignen sich grundsätzlich auch als mögliche direkte Datenquellen für weiterführende Produktpassansätze. Für eine weitere Konkretisierung ist dabei perspektivisch auch vertieft zu analysieren, welche Stoffe oder Erzeugnisse im engeren Sinne des Produktpassansatzes als „Produkte“ eingeordnet werden können und sich für eine prioritäre Umsetzung besonders anbieten.

Bei der Diskussion um einen digitalen Produktpass werden in einigen Studien auf Grundlage schon bestehender Ansätze und Vorarbeiten auch bereits Produktgruppen vorgeschlagen, die prioritär betrachtet und ggf. durch Pilotprojekte erfasst werden sollten. Laut EPC (2020) sind dies insbesondere Produkte aus dem Bereich Textilien, Elektronik, Bauwesen, Verpackung, Batterien und Elektromobilität. Auch die europäische Datenstrategie mit dem Hauptziel eines europäischen Binnenmarktes für Daten geht in eine ähnliche Richtung und benennt als Schwerpunkte für Produktpassansätze die bauliche Umwelt, Verpackungen, Textilien, Elektronik, IKT und Kunststoffe (KOM 2020a).

5 Datenanforderungen und Umsetzungsoptionen

5.1 Grundprinzipien der Datenerfassung

Wie dargestellt, hat diese Kurzstudie nicht den Anspruch und die Möglichkeit weiterführende technische Details zur Umsetzung eines digitalen Produktpasses zu betrachten. Entsprechend sollen hinsichtlich Fragen der Datenerfassung und des Datenmanagements grundlegende konzeptionelle Aspekte sowie erste Ansätze und Optionen skizziert werden, um weitere Diskussionen und Forschungsansätze anzuregen.

Für einen Produktpass müssen dabei perspektivisch Daten gegebenenfalls auch produktscharf (also für ein individuelles Produkt) erfasst, aktualisiert und den entsprechenden Zielgruppen auf geeignete Weise zugänglich gemacht werden. Während die Erfassung einiger Informationen allgemein produktgruppen- oder modellscharf erfolgen kann (z.B. Hersteller-seitige Reparaturinformationen), wären z.T. noch genauer zu spezifizierende, produktscharfe Informationen erforderlich, um unterschiedlichste Beteiligte über den gesamten Produktherstellungs- und Lebenszyklus einzubinden. Wenn sich bspw. durch eine Reparatur Eigenschaften oder Bestandteile eines einzelnen Produktes ändern, müssten hierzu produktscharf Informationen hinterlegt werden, damit etwa Unternehmen der Abfallwirtschaft die Entsorgung optimal vornehmen können. Auch im Falle einer zunehmend kundenindividuellen Massenproduktion, wodurch spezifische Anpassungswünsche in ein spezielles Produkt einfließen, würden verstärkt produktscharfe Informationen benötigt werden.

Darüber hinaus muss entschieden werden, wo, von wem und wie lange die Daten gesammelt und gespeichert werden sollen, z.B. an einer zentralen Stelle wie einer offiziellen EU-weiten Datenbank (vgl. EPREL) bzw. generell einem europäischen Datenraum, oder dezentral z.B. bei den HerstellerInnen, ImporteurInnen bzw. anderen "InverkehrbringerInnen". Bei zentralen Datenbankansätzen bzw. einheitlichen Datenarchitekturen stehen einem anfänglich größeren Aufwand beim Aufbau geringere Aufwände für die laufende Aktualisierung und Pflege der Daten in einem möglichst einheitlichen und konsistenten System gegenüber. Bei einer dezentralen Datenarchitektur mit Datenhaltung bei einer Vielzahl von AkteurInnen stehen anfänglich geringeren Aufwänden Herausforderungen bei der Einheitlichkeit von Hard-/Software- bzw. Datenstandards und somit Fragen der Zuverlässigkeit und Langzeitverfügbarkeit gegenüber. Erfolgt die Datenerfassung dezentral und ggf. auch themenspezifisch für bestimmte regulatorische Instrumente (wie heute oftmals der Fall), so stellt sich früher oder später die Frage, wie die an verschiedenen Orten verfügbaren Informationen für eine produktspezifische Zusammenschau gebündelt oder aufbereitet werden können. Diese Aspekte müssen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile etwa in Bezug auf Transparenz, Überprüfbarkeit, Datenaufbereitung oder der Gewährleistung von Langzeitverfügbarkeit und Sicherheitsanforderungen für verschiedene Zielgruppen sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

Unabhängig von dem gewählten Ansatz (zentrale oder dezentrale Datenhaltung) muss zudem auch berücksichtigt werden, dass in Zukunft mit großer Wahrscheinlichkeit auch verstärkt individualisierte Produkte auf den Markt kommen („mass customization“), was eine Herausforderung für alle Arten von Datenerfassungssystemen darstellt. Auch die Menge an Daten, die sich z.B. durch die Verbreitung von

Industrie 4.0 und anderen IKT/IoT Ansätzen noch verstärkt, wird voraussichtlich deutlich ansteigen, was ebenfalls von einer entsprechenden Datenarchitektur für einen Produktpass abgedeckt werden müsste. In jedem Fall sollte dabei auch weitest möglich verhindert werden, dass es zu unnötigen speicher- und energieintensiven “Datengräbern” kommt und/oder der administrative Aufwand den Nutzen solcher Systeme klar übersteigt (EPC 2020). Damit einher geht auch die grundsätzliche Frage, wie lange Daten zur Verfügung gestellt bzw. vorgehalten werden müssen.

5.2 Informationsanforderungen

Entscheidend beim konkreten Aufbau eines digitalen Produktpasses ist der angestrebte Detailgrad der zu erfassenden Informationen. Vorschläge reichen von einzelnen Produktdaten bis hin zu einer umfassenden Lebenszyklusanalyse. In einigen Studien (EPC 2020, EEA 2020) wird gefordert, bei der Entwicklung eines Produktpasses zunächst auf bereits bestehende Regulierungen und Ansätze aufzubauen und davon ausgehend die bereits vorhandenen Daten systematischer zu sammeln bzw. zusammenzuführen. Hierbei ist es das primäre Ziel, ein Produktpasssystem (mit zentraler oder dezentraler Datenhaltung) schrittweise aufzubauen und dabei die bereits bestehenden Informationspflichten der verschiedenen AkteurInnen aufzugreifen und zu integrieren. Auf diese Weise ergeben sich zunächst keine neuen oder zusätzlichen Aufwände, sondern idealerweise sogar Vereinfachungen bei der Erfüllung bestehender Vorgaben. Bei der Diskussion um (umwelt)relevante Informationsbedarfe gehen KOM (2019a) und BMU (2020b) jedoch perspektivisch über eine reine Erfassung bisher schon vorhandener Daten hinaus. Beide Dokumente adressieren explizit alle Phasen des Produktlebenszyklus, wobei die Nutzungsphase selbst bislang nicht unmittelbar angesprochen wird. BMU (2020b) spricht jedoch z.T. allgemein von der Erfassung von Umwelteigenschaften von Produkten und Dienstleistungen, was implizit auch die Nutzungsphase mit einschließen kann.

Tabelle 1: Grundlegende Informationsanforderungen an einen digitalen Produktpass (eigene Darstellung basierend auf KOM (2019) und BMU (2020b))

| Produktlebensphase | EU Green Deal | BMU Digitalagenda |
|---------------------------------|---|--|
| Herstellung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Herkunft ▪ Zusammensetzung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Soziale und ökologische Auswirkungen der Herstellung ▪ Enthaltene Materialien und Materialkombinationen |
| Nutzung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine direkte Angabe | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine direkte Angabe, generell Umwelteigenschaften von Produkten und Dienstleistungen |
| Reparatur | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reparatur- und Demontagemöglichkeiten | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Daten zur Reparatur |
| Lebensende (End of Life) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Handhabung am Ende der Lebensdauer | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sachgerechte Entsorgung |

Dabei werden, wie unter Kapitel 5.1 skizziert, gegenwärtig durch verpflichtende und freiwillige Regelungen in erster Linie produktgruppen- bzw. modellspezifische Informationen erhoben und übermittelt. Sollen darüber hinaus z.B. auch Reparaturdaten von Dienstleistern Teil des Produktpasses werden, um so auch Entsorgungsbetrieben aufzuzeigen, welche Abweichungen vom ursprünglichen Produkt bestehen, so

werden zukünftig produktscharfe Daten für jedes individuelle Produkt benötigt. Sofern zudem in einem digitalen Produktpass perspektivisch tatsächlich mehrere oder - wie von KOM (2019) und BMU (2020b) gefordert - alle Phasen des Lebenszyklus integriert betrachtet werden, so müssen die konkreten Datenanforderungen pro Produkt noch genauer definiert werden. Zum Teil kann hierbei auf bestehende Regulierungen und Vorgaben aufgebaut werden, andererseits entwickeln sich die Anforderungen an die Daten- und Informationserfassung erst noch.

U.a. bei Chemikalien (aber auch anderen Bestandteilen von Produkten) sowie vielen Regulierungen werden Datenerhebungen bisher bei weitem nicht für alle Nachhaltigkeitsaspekte gefordert. Das Erfassungssystem für einen Produktpass muss demnach zukünftige Entwicklungen berücksichtigen können und daher grundsätzlich die Möglichkeit einer kontinuierlichen, bedarfsgerechten Erweiterung und Anpassung bieten. Für manche Produkte, die bspw. für den Verbrauch bestimmt sind, werden zudem einige Datenfelder ggf. auch überhaupt nicht benötigt. So müssen etwa für Wasch-, Reinigungs- oder Pflanzenschutzmittel keine Informationen zur Reparatur bereitgestellt werden. Allerdings wäre es für diese Stoffe besonders wichtig, Daten in Bezug auf Chemikaliensicherheit, Wertschöpfungskette (Arbeitsschutz) sowie für die Inanspruchnahme von Ressourcen und das Abfallmanagement zu erfassen. Bei einigen Produkten ist die Erfassung von Daten zudem bereits heute deutlich weiter vorgeschritten (z.B. bei Geräten, die in der EPREL-Datenbank erfasst werden müssen) als bei anderen. Die Datenlage etwa bei Chemikalien ist dagegen bisher noch sehr eingeschränkt. Bei der Erfassung der Daten müssen daher auch z.T. sehr spezifische Produkteigenschaften berücksichtigt werden, wie z.B. sich sehr schnell verändernde Wertschöpfungsketten (u.a. im IKT-Bereich und in der Chemie) oder etwa Produkte, die zunehmend nach dem Industrie 4.0 Konzept der kundenindividuellen Massenproduktion („mass customization“) hergestellt werden.

5.3 **Transparenz in der Lieferkette**

Um möglichst alle Phasen des Lebenszyklus eines Produktes abzudecken, ist eine transparente Wertschöpfungskette essentiell. Unternehmen haben u.a. durch ihre Einkaufsentscheidungen substanziellen Einfluss auf die Umweltwirkung von Produkten. Sie benötigen hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis über den Aufbau der vorgelagerten Lieferketten und deren Nachhaltigkeitsaspekte.

In der Praxis besteht dabei bislang die Hauptherausforderung in der mangelnden Datentransparenz vor allem über die direkt vorgelagerten LieferantInnen hinaus. Informationen über Produktionseigenschaften oder Herkunft von Ausgangsmaterialien jenseits der ersten oder zweiten vorgelagerten Stufe der Lieferkette liegen Unternehmen daher oftmals (noch) nicht vor. Aus Mangel an entsprechenden Daten müssen Transparenzlücken in der Lieferkette von Unternehmen bisher oftmals überbrückt werden, z.B. durch vereinfachte Input-Output-Modelle oder über personalaufwändige direkte Einzelabfragen bei LieferantInnen. Auch aus diesem Grund basieren Lieferketten- (engl. Supply-Chain) Analysen vieler Unternehmen bisher oftmals auf Sekundärdaten wie Industriedurchschnittswerten (etwa zu Emissionsfaktoren), Einkaufsmengen sowie weiteren ergänzenden Abschätzungen, welche jedoch realistische Technologiebewertungen oder Beschaffungsentscheidungen nur sehr eingeschränkt ermöglichen.

Die Erhebung der eigentlich anzustrebenden Primärdaten könnte dabei prinzipiell auf unterschiedliche Weisen geschehen. Bei weniger komplexen Lieferketten kann eine Einzelabfrage der LieferantInnen z.B. während des Einkaufsprozesses umsetzbar sein. Bei komplexen Lieferketten und steigender Anzahl von LieferantInnen wird bisher oftmals mit Fragebögen (per Mail, Post oder Web-basiert) gearbeitet sowie durch die Integration der Informationsbeschaffung in den bestehenden Austausch mit LieferantInnen. Allerdings erzeugen diese Methoden sowohl beim abfragenden als auch befragten Unternehmen oftmals erhebliche Aufwände, wie etwa bereits die Erfassung von Emissionen im Kontext des Greenhouse Gas Protocols zeigt. Hierbei werden drei Emissionskategorien (Scope 1, 2 und 3) unterschieden. Während die unternehmensinternen „Scope 1“ und „Scope 2“ CO₂-Emissionen von den meisten Unternehmen eigenständig auf Unternehmensebene berechnet werden können, trifft dies auf indirekte „Scope 3“ Emissionen in der Wertschöpfungskette (auf die das Unternehmen einen Einfluss hat), bisher nicht zu. Daher entwickeln einzelne Unternehmen aktuell unterschiedliche Strategien und Prototypen um diesen Prozess zu verbessern, etwa durch die Verbindung von Input-Output-Modellen mit automatisierten Lieferantenabfragen. Auch wenn die benötigten Informationen somit aktuell grundsätzlich generierbar wären, stellt sich vor allem bei komplexen Wertschöpfungsketten dabei stets die Frage nach dem benötigten Arbeitsaufwand, den Kosten bzw. Nutzen und somit auch den richtigen Anreizen für weiterführende Analysen.

5.4 Zielgruppenspezifische Anforderungen

Von einem digitalen Produktpass sollten künftig verschiedene Zielgruppen profitieren, wobei der jeweilige Grad davon abhängig sein wird, welche Gruppen über welche Zugriffsrechte verfügen sollen. Im Folgenden werden einige grundlegende Anforderungen der bedeutendsten Zielgruppen und potenzielle Mehrwerte durch einen Produktpass vereinfacht dargestellt. Eine detaillierte und aktueursspezifische Bedarfsanalyse ist im Fall weiterführender Studien jedoch unerlässlich.

Für ProduktnutzerInnen (u.a. VerbraucherInnen, Gewerbetreibende) kann sich insbesondere die Transparenz erhöhen. Wenn für Produkte nachvollziehbar offengelegt wird, welche sozio-ökologischen Effekte die Herstellung, Nutzung und Entsorgung haben, können nachhaltigere Kaufentscheidungen getroffen werden (z.B. auch für die öffentliche Beschaffung). Für Endanwender wären dabei z.B. spezifische Reparatur- oder Entsorgungsdaten weniger von Bedeutung als eine aggregierte und gut verständliche Bewertung der Umweltwirkung oder eine Unterstützung bei der Frage, ein Produkt reparieren zu lassen oder fachgerecht zu entsorgen. Bei Gewerbetreibenden mit eigenen Werkstätten könnte dagegen der Bedarf nach reparaturspezifischen Daten durchaus gegeben sein. Insbesondere für die Zielgruppe der VerbraucherInnen muss daher für eine größtmögliche Akzeptanz ein Konzept entwickelt werden, wie die verfügbaren Informationen mit geringstmöglichem Aufwand erreicht und abgerufen werden können. Ein bereits bestehendes System zur einfachen Produktidentifikation für Einzelhandelsprodukte basiert etwa auf der „Global Trade Item Number“ (GTIN), also einer Identifikationsnummer, mit der viele Arten von Handelseinheiten eindeutig ausgezeichnet werden können. Einschränkend muss hierbei erwähnt werden, dass bei diesem System bisher keine produktscharfe Erfassung erfolgt, sondern eine Identifikation auf Produktgruppen- bzw. Modellebene.

In jedem Fall ist es für einen digitalen Produktpass unbedingt erforderlich, dass eine Produktgruppe, das Modell oder perspektivisch sogar jedes individuelle Produkt eindeutig und einfach identifizierbar wird. Wie z.B. bei der EPREL-Datenbank könnte dann ein Datenzugriff direkt über den einzelnen Gegenstand erfolgen, z.B. über Strich- / QR-codes oder RFID-Tags auf dem Produkt oder Produktlabel. Auch ist für VerbraucherInnen eine gut verständliche Aufbereitung inkl. sprachlicher und sinn-gemäßer „Übersetzung“ der vorhandenen Informationen sinnvoll, indem Produkteigenschaften per Apps, Websites oder z.B. per Erweiterter Realität („augmented reality“) verfügbar gemacht werden.

Im Gegensatz zu ProduktnutzerInnen sind Reparaturbetriebe oder auch „Repair-Cafés“ etc. auf präzise disaggregierte Informationen zur Reparatur und zu Ersatzteilen angewiesen, perspektivisch auch produktscharf. Der Zugang dazu kann ebenfalls über den Produktpass ermöglicht und gewährleistet werden, um das Geschäftsmodell von Reparaturbetrieben durch gesteigerte Transparenz zu stärken. Darüber hinaus können auch Unternehmen aus der Abfallwirtschaft an stark disaggregierten Daten interessiert sein, die z.B. für VerbraucherInnen i.d.R. eine geringe Rolle spielen. Hierdurch können Produkte, sofern nicht mehr durch andere Maßnahmen vermeidbar, am Ende ihrer Produktlebensdauer entsprechend fachgerecht demontiert und Bauteile möglichst zielorientiert recycelt werden. Im Gegensatz zu Reparaturbetrieben ist die Abfallwirtschaft dabei zusätzlich auch an ausführlichen Informationen über die genaue Materialzusammensetzung und Qualitäten interessiert, um die Rückführung in den Stoffkreislauf auf höchstmöglichem Qualitätsniveau zu gewährleisten.

Der Einzelhandel kann durch die verbesserte Informationslage durch einen Produktpass das Sortiment kundenorientierter und nachhaltiger ausrichten und ein entsprechendes Informationsangebot an der Verkaufsstelle (Point-of-Sale) bereitstellen. Auch hier spielt es eine große Rolle, welche Daten der Einzelhandel erhält und inwiefern diese bei der Kundenberatung eingesetzt werden können. Neben dem Einzelhandel sind zudem auch Mitwirkende der Gemeinwohlökonomie (Second Hand Läden, Tauschbörsen, etc.) zu berücksichtigen, die wiederaufbereitete und generell noch gebrauchsfähige Produkte anbieten können. Der Produktpass kann diese Gruppe darin unterstützen, die Qualität der Produkte zu prüfen und zu beurteilen, da (idealerweise lückenlos) nachgewiesen werden kann, wie bestimmte Produkte hergestellt, genutzt oder repariert wurden.

Für HerstellerInnen könnte neben der nachhaltigen Optimierung von Materialbeschaffung und Produktionsprozessen durch den Produktpass in erster Linie das in vielen Themenbereichen heute bereits gesetzlich verpflichtende Reporting bzw. das Compliance-Management deutlich erleichtert werden, indem erhobene und weiterzuleitende Daten im Idealfall nur noch an eine (zentrale) Stelle übermittelt werden müssten und nicht mehr an eine Vielzahl unterschiedlichster Stellen im EU Binnenmarkt. Für HerstellerInnen können sich aus Produktpassansätzen perspektivisch darüber hinaus auch zahlreiche gänzlich neue „Business-to-Business“ (B2B) und „Business-to-Consumer“ (B2C) Beziehungen sowie entsprechend innovative kreislauforientierte Geschäftsmodelle ergeben. Können HerstellerInnen fortwährend auf Informationen über ihre Produkte während der Nutzungsphase zugreifen, so erhalten sie damit auch kontinuierliches Feedback zur Qualität von Produkten und Bau-

teilen. Diese Rückmeldungen können dann etwa dazu genutzt werden, Lebenszyklen durch entsprechende Anpassungen zu verlängern (z.B. durch den Austausch von Bauteilen durch langlebigere Elemente).

Behörden der Marktüberwachung können durch ein leistungsfähiges Produktpasssystem das Marktgeschehen deutlich gezielter beobachten und zuverlässiger als bisher prüfen, ob Produktstandards in der Praxis eingehalten werden. Unabhängig von der Frage, ob die Informationserfassung zentral oder dezentral organisiert ist, sollte daher ein Produktpasssystem insbesondere die Rolle der relevanten Behörden (z.B. hinsichtlich Schreib- und Leserechten) berücksichtigen. Für den Staat ist der digitale Produktpass auch im Zusammenhang mit einem volkswirtschaftlichen Stoffinventar zu sehen. Daten, die für den Produktpass ermittelt werden, können auch ein solches Inventar anreichern. Im Rahmen des UBA-Vorhabens „Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft“ werden Güter, die sich in einer Volkswirtschaft befinden als „wertvolles Sekundärrohstoffreservoir“ und „Kapitalstock der Zukunft“ bezeichnet (Leibniz-Institut, Wuppertal Institut & INTECUS 2015).

5.5 Dateneingabe und -zugriff

Bei der Umsetzung eines digitalen Produktpasses muss nicht nur bedacht werden, an welchem Ort die Daten gespeichert werden, sondern auch durch welche Stellen die Daten in das System eingegeben werden sollen. Dies kann z.B. über die HerstellerInnen, LieferantInnen oder ImporteurInnen erfolgen, wobei Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse gewahrt bleiben müssen. Da die Digitalagenda des BMU (2020b) auch auf die Möglichkeit eingeht, über den Lebenszyklus die Produktdaten zu aktualisieren, ist dabei zu berücksichtigen, dass das entsprechende System jedoch nicht nur den Dateninput (Schreibrechte) von o.g. „InverkehrbringerInnen“ langfristig garantieren muss, sondern auch von weiteren AkteurInnen (wie etwa Reparaturbetrieben etc.). Darüber hinaus sind nicht alle erfassten Daten und Informationen für alle Personengruppen gleichermaßen relevant, um ihre Marktrolle zu erfüllen. Das System, welches diese Daten und Informationen erfasst, muss also gewährleisten, dass bestimmte Zielgruppen im Sinne eines zielorientierten Datenmanagements Zugriff auf jeweils ausgewählte relevante Inhalte haben können. Dies gilt insbesondere auch für Sicherung von sensiblen Unternehmensdaten (EPC 2020). Sollte es bspw. erforderlich werden, darzulegen, woher bestimmte Rohstoffe für Produkte oder Bauteile stammen, stellt sich die Frage, inwiefern solche Informationen z.B. ausschließlich für Zwecke der Marktüberwachung ausgelesen werden dürfen oder im Sinne fairer globaler Liefer- und Wertschöpfungsketten auch von anderen Stellen.

5.6 Zusammenschau

Auf Grundlage der dargestellten Beispiele wird deutlich, dass sowohl beim Aufbau einer Datenarchitektur (zentral oder dezentral), bei der Identifizierung der Produkte und bei der Übermittlung von Informationen zahlreiche grundlegende Aspekte bereits bei der weiteren technischen Konzipierung eines digitalen Produktpasses berücksichtigt werden müssen.

Aus der Zusammenschau der zuvor erläuterten Konzepte und Definitionen lassen sich somit folgende weiterführenden Anforderungen ableiten: Ein digitaler Produktpass muss auf einer akteursübergreifend standardisierten Dokumentation aufbauen, um die spezifischen Informationen aus möglichst allen Lebensphasen des Produkts zu erfassen, zusammenzuführen und im Sinne einer „Circular Economy“ möglichst ganzheitlich abzubilden. Idealerweise werden Informationen dabei kontinuierlich aktualisiert, weshalb die digitalen Infrastrukturen von Beginn an in Hinblick auf die Umsetzung im Sinne eines „digitalen Zwilling“ ausgestaltet werden sollten. Damit alle relevanten Akteure von dieser Datenbereitstellung profitieren können, muss die aufzubauende digitale Infrastruktur zudem letztendlich so gestaltet werden, dass Produktinformationen in bestmöglicher Weise zielgruppenspezifisch aufbereitet und entsprechend verfügbar gemacht werden.

6 Politikoptionen und weiterer Forschungsbedarf

Mit der zunehmend an Dynamik gewinnenden Diskussion über einen digitalen Produktpass besteht derzeit ein ideales Zeitfenster, um Ideen auf europäischer Ebene zu bündeln und erste Handlungsoptionen sowie weitere Forschungsansätze abzuleiten. Es bestehen bereits heute zahlreiche Vorgaben zu Informations- und Berichtspflichten, die jedoch je nach Produktgruppe und Zielgruppe an unterschiedlichen Stellen ansetzen. Somit ist mit zentralen Datenbanken von Registrierungsstellen bis zu Informationen, die dezentral auf Webseiten von HerstellerInnen oder NGOs zur Verfügung stehen ein Bündel von oftmals isolierten Einzelansätzen vorhanden. Dies kann als Ausgangspunkt genutzt werden, um weiter zu untersuchen, wie umweltrelevante Informationsflüsse zukünftig systematischer gesammelt und besser strukturiert werden können.

6.1 Kurz- bis mittelfristige Perspektive (bis 5 Jahre)

Zunächst sollten zur Umsetzung eines digitalen Produktpasses möglichst zeitnah weiterführende wissenschaftliche Machbarkeitsstudien erstellt werden, die konzeptionelle Aspekte näher beleuchten und offene Fragen adressieren. Damit sollte insbesondere eine Bedarfsanalyse für die unterschiedlichen Akteursgruppen einhergehen, um die tatsächlichen Informationsbedürfnisse zu ermitteln und den Produktpass entsprechend auszurichten. Um praxisorientierte Erfahrungen zu sammeln, könnten einzelne Produkte oder Produktgruppen in Pilotprojekten betrachtet werden, idealerweise in Kooperation mit interessierten Unternehmen und NGOs.

Nach dieser Testphase kann mittelfristig auf europäischer Ebene rechtlich verankert werden, dass HerstellerInnen, LieferantInnen und weitere relevante AkteurInnen einen digitalen Produktpass für ihre Produkte erstellen müssen, der zunächst primär auf bereits bestehenden Vorgaben wie etwa der REACH-Verordnung, der Ökodesign-Richtlinie, der Energiekennzeichnungsverordnung oder der Altfahrzeug-Richtlinie basiert. Somit müssten HerstellerInnen in diesen Bereichen unverändert ihren ohnehin schon bestehenden (bisher überwiegend produktgruppenspezifischen) Informations- und Berichtspflichten nachkommen.

Hierbei sind mehrere grundlegende Umsetzungsoptionen denkbar, von einem zentralen Datenraum (der z.B. von der EU aufgebaut und gepflegt wird), bis hin zu einem vernetzten dezentralen System bei verschiedenen AkteurInnen. Grundsätzlich sollte es sich hierbei um ein offenes System handeln, das um weitere Inhalte erweiterbar ist (Erweiterungsoption). Dies ist nicht nur für zukünftige Anpassungen der regulatorischen Rahmenbedingungen relevant, sondern auch für die Bereitstellung möglicher weiterführender Produktinformationen (über rechtlich obligatorische Daten hinaus), wie es z.B. bei der freiwilligen Nutzung eines Umweltlabels oder generell eines holistischeren Nachhaltigkeitsdatensatzes erforderlich ist. Abbildung 6 gibt einen Überblick über eine kurz- bis mittelfristige Perspektive (ca. 5 Jahre) für die Pilotierung eines europäischen Produktpasssystems. Hierbei werden in einer ersten Phase möglichst alle verfügbaren, (umwelt)relevanten Daten aus bereits bestehenden Berichtspflichten bzw. Datenbanken zusammengeführt und durch das Produktpasssystem zielgruppenorientiert aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

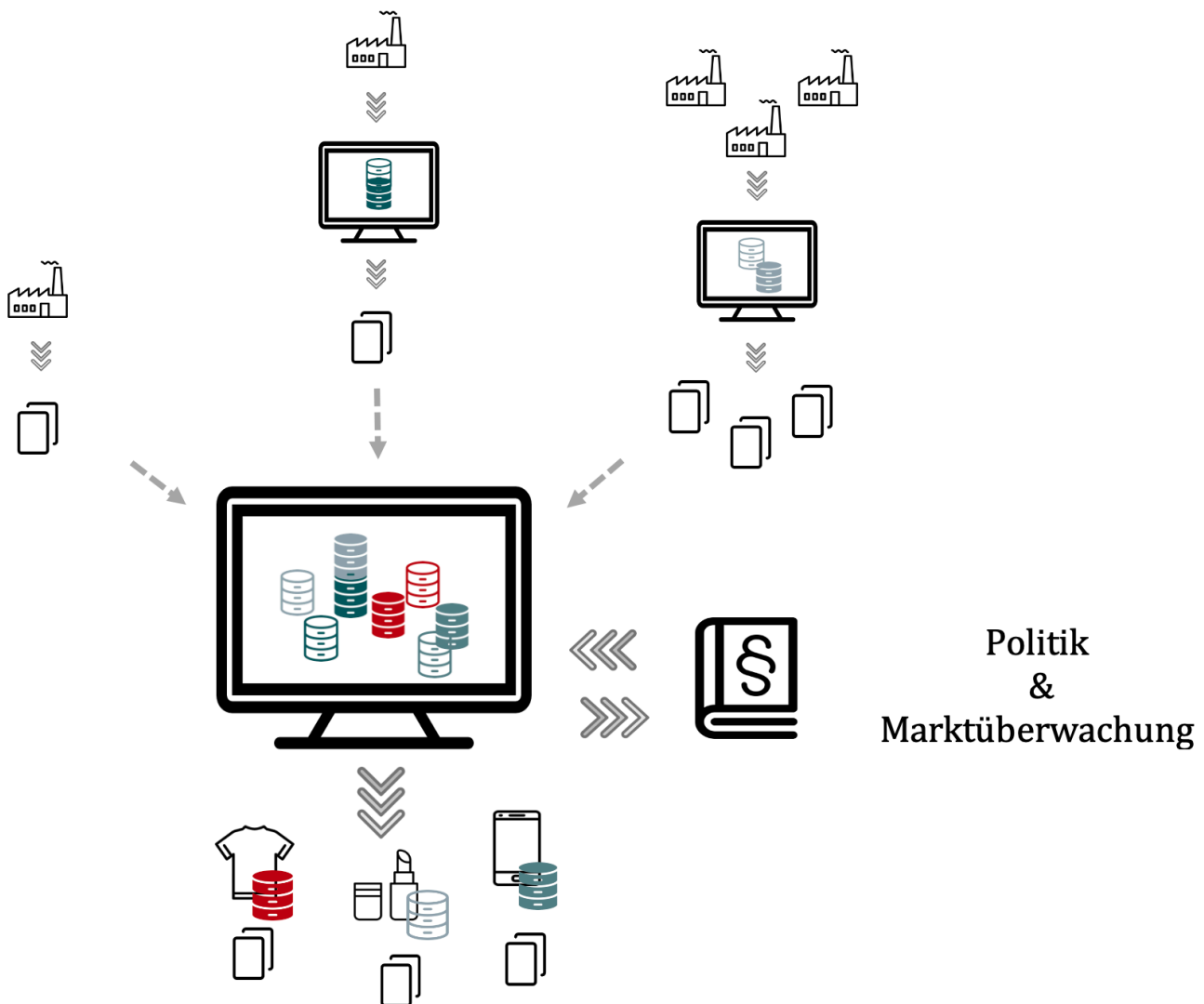


Abbildung 6: Schematische kurz- bis mittelfristige Perspektive zur möglichen Umsetzung eines digitalen Produktpasses auf europäischer Ebene (Quelle: Eigene Abbildung)

Je nach technischem Konzept kann der Produktpass dabei unterschiedlich ausgestaltet werden (zentrale oder dezentrale Datenhaltung), eine rechtliche Verankerung ist aber in jedem Fall erforderlich, um uneingeschränkt auf die Daten der bestehenden Berichtssysteme zugreifen zu können. So könnten beispielsweise Informationen die bisher getrennt unter REACH oder unter der Ökodesign-Richtlinie erfasst werden in das Produktpasssystem einfließen. Dies könnte sich in dieser Phase technisch insbesondere auf „big data“ Ansätze (z.B. Data-Mining bzw. Crawler) zur automatisierten, systematischen Auswertung und Aufbereitung großer bestehender Datenbestände stützen. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass sich für HerstellerInnen und andere AkteurInnen in regulatorisch bereits abgedeckten Themenbereichen keine neuen Berichtspflichten oder größere Änderungen der Abläufe ergeben, da das Produktpasssystem weitest möglich die benötigten Informationen eigenständig von den bisherigen Speicherorten oder Datenbanken abrufen. Unternehmen, die bereits Industrie 4.0 Systeme einsetzen, könnten dabei bereits prinzipiell durch eine vereinfachte Datenerfassung und die zunehmend automatisierte Erfüllung von Berichtspflichten zusätzlich profitieren.

Auf diese Weise ist es denkbar, eine erste Version eines digitalen Produktpasses sehr zeitnah umzusetzen, wenn auch ohne Anspruch auf eine vollständige Erfassung aller relevanten Umweltdaten. Insbesondere für VerbraucherInnen könnten damit bereits kurzfristig greifbare Ergebnisse generiert und nützliche Zusatzinformationen für Kaufentscheidungen bereitgestellt werden (wie z.B. Informationen zum Energieverbrauch, zu gefährlichen Stoffen, zu Recycling-Möglichkeiten). Auch Politik und Marktüberwachung könnten bereits in dieser Phase die nun besser aggregierten Daten als Grundlage für die Weiterentwicklung von Politiken und Konformitätsmaßnahmen nutzen. Als Ziel dieser ersten Umsetzungsphase ergeben sich erste spezifische Produktpässe in Form von themen- und politikübergreifenden Datensätzen zu einzelnen Produktgruppen.

Parallel zu dieser ersten Phase zur Einführung eines Produktpasssystems basierend auf bestehenden Datenquellen sollte auch bereits eine freiwillige Umsetzung eines weiterführenden Produktpassansatzes mit erweiterten Informationen (Daten die bisher nicht durch regulatorische Ansätze abgedeckt sind) und Funktionen erfolgen. In dieser Test- und Übergangsphase könnten gemeinsam mit den beteiligten AkteurInnen Informationsbedarfe bzw. bestehende Umsetzungshemmnisse genauer identifiziert und entsprechende Lösungsoptionen erarbeitet werden. Erst in einer zweiten Phase mit längerfristiger Perspektive würde dann ein rechtlich verankerter Roll-out eines ganzheitlicheren Produktpassansatzes erfolgen.

6.2 Mittel- bis längerfristige Perspektive (5 bis 10 Jahre)

In mittel- bis längerfristiger Perspektive (5 bis 10 Jahre) sollten - basierend auf den Erfahrungen aus Phase I - die im digitalen Produktpass hinterlegten Daten in einer zweiten Umsetzungsphase noch stärker an die tatsächlichen Informationsansprüche aller relevanten Akteure im Produktlebenszyklus angepasst und erweitert werden. Wie Abbildung 7 schematisch illustriert, steht für dieses Ziel perspektivisch das Produktpasssystem als „Single Point of Truth“ (SPOT) im Zentrum des europäischen Ansatzes zur Erfassung und Auswertung umweltrelevanter Daten und ersetzt dabei nach und nach idealerweise auch eine Vielzahl von unterschiedlichen heute bestehenden und themenspezifisch isolierten Stellen bzw. Systemen/Datenbanken zur Erfassung solcher berichtspflichtiger Daten.

Der Vorteil eines solchen „One-Stop-Shop“-Systems wäre, dass die relevanten AkteurInnen alle notwendigen produktrelevanten Schritte an einer einzigen Stelle möglichst unbürokratisch durchführen können, was den Aufwand für die Datenübermittlung und das gesamte Konformitäts-Management stark reduzieren würde. Dies gilt insbesondere, wenn z.B. durch die Verbreitung von Industrie 4.0 Systemen Produktdaten unternehmensintern zunehmend bereits verfügbar sind und nur noch eine Datenschnittstelle zum Produktpasssystem gepflegt werden müsste (vgl. Abbildung 7, oben). Aus diesem Grund und für eine schnellere Umsetzung sollte generell auch geprüft werden, welche Industrie 4.0 Ansätze ggf. direkt in die Entwicklung des erweiterten Produktpasssystems einfließen können, um möglichst auf bereits bestehende industrieweite Standardisierungsansätze für Lebenszyklusdaten zurückgreifen zu können. Dabei wäre durch vertiefende Studien zu klären, ob das Industrie 4.0 Konzept der Verwaltungsschale auf Produkte in allen Bereichen übertragbar ist bzw. wie produktscharfe Daten mit reduziertem Aufwand in einen digitalen Produktpass flie-

ßen könnten. Inwiefern die Verwaltungsschale den zentralen Informationsbedarfen entspricht, die in der umweltpolitischen Digitalagenda und im EU Green Deal für einen digitalen Produktpass aufgestellt wurden, erfordert ebenfalls eine weitergehende Analyse. Beispielsweise stellt sich die Frage, ob und wie genau bspw. neben ökologischen auch soziale Auswirkungen der Herstellung (BMU 2020b) oder Informationen zur Handhabung am Ende der Lebensdauer (KOM 2019a) für eine Vielzahl unterschiedlichster Produkte für verschiedenste AkteurInnen in der Verwaltungsschale erfasst werden können. Sobald diese Grundlage geschaffen ist, können alle verfügbaren umweltrelevanten Daten in einem einheitlichen Produktpassformat erfasst werden und stehen somit unmittelbar als produktspezifische Datensätze für die weitere Auswertung, Aufbereitung und zielgruppenspezifischen Ausgabe zur Verfügung (vgl. Abbildung 7, links). Eine solche zentrale Anlaufstelle mit Datenaustauschmöglichkeiten zwischen verschiedenen AkteurInnen (vgl. Abbildung 7, unten) stellt zudem auch die Voraussetzung dar, um die für einen Produktpass oftmals geforderte Möglichkeit zur kontinuierlichen Aktualisierung von individuellen, produktscharfen Daten über den gesamten Produktlebenszyklus zu gewährleisten.

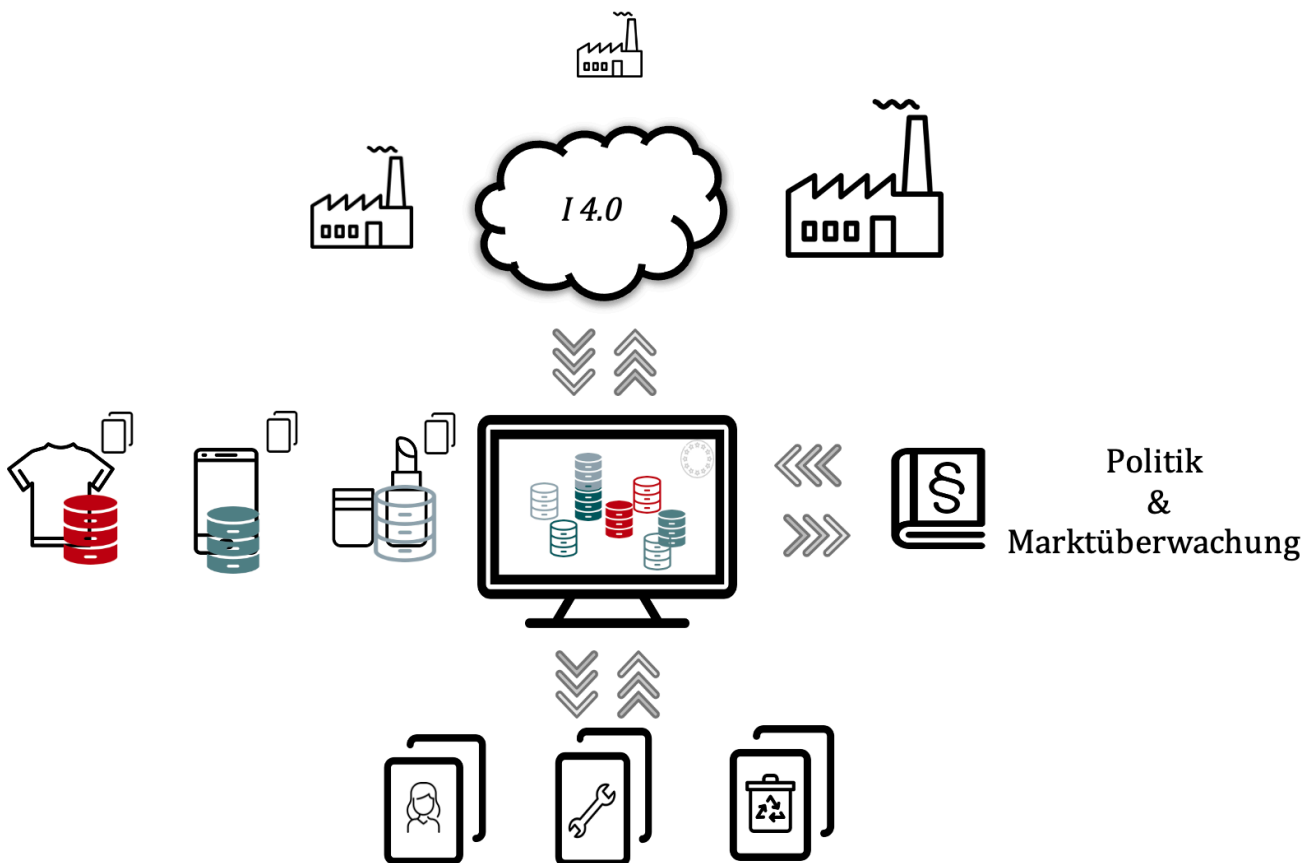


Abbildung 7: Schematische mittel- bis langfristige Perspektive zur möglichen Umsetzung eines digitalen Produktpasses auf europäischer Ebene (Quelle: Eigene Abbildung)

Da das Konzept eines digitalen Produktpasses trotz aller bestehenden Vorarbeiten noch relativ jung ist, bestehen derzeit noch weitere zu klärende Aspekte, die für eine schnelle konkrete Umsetzung durch zusätzliche Forschungsaktivitäten zeitnah adressiert werden müssen. Hierzu zählt etwa die genauere Auswahl prioritär zu betrachtender Produktgruppen und damit die Frage, welche Produkte sich für eine mög-

lichst schnelle Einführung eines Produktpasssystems besonders eigenen (z.B. weil in Pilotstudien bereits erste Erkenntnisse gewonnen wurden oder entsprechende Politikinstrumente, wie z.B. Ökodesignvorgaben, bereits bestehen). Auch bei der Frage, welche Kriterien und genauen Datenanforderungen durch einen digitalen Produktpass aufgegriffen werden sollten, gehen die Einschätzung verschiedener ExpertInnen und Interessensgruppen z.T. noch stark auseinander. Daher ist zu Beginn weiterführender Forschungsaktivitäten auch eine detaillierte Akteursanalyse erforderlich, um die jeweiligen Informationsbedarfe und Akzeptanzfaktoren genauer zu ermitteln.

Als beispielhafte weiterführende Forschungsfragen wären etwa zu nennen:

- Welche Informationsbedürfnisse bestehen aktuell bei den relevanten AkteurInnen und welche könnten sich zukünftig noch ergeben? Wie können dabei heute noch nicht absehbare Entwicklungen z.B. durch einen erweiterbaren konzeptionellen Ansatz berücksichtigt werden?
- Welche Herausforderungen existieren in verschiedenen Industriebereichen oder Bereichen der Wertschöpfungskette (z.B. bei Unternehmen der Rohstoffgewinnung und Grundstoffindustrie) bei der Bereitstellung und Weitergabe entsprechender Informationen?
- Wie können Reparaturbetriebe oder Recyclingunternehmen von einer systematischen Erfassung von Produktinformationen am besten profitieren?
- Wie und von wem müsste die essentielle Datenarchitektur aufgebaut werden?
- Welche Ausgestaltungsoptionen bestehen für den digitalen Produktpass unter der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Sinne der Agenda 2030?
- Wie kann der Handel die VerbraucherInnen durch eine Aufbereitung der Informationen am Point-of-Sale besser beraten?
- Wie müsste eine App gestaltet sein, damit VerbraucherInnen die für sie relevanten Informationen auch erhalten?

Um die relevanten Akteure in diesen Prozess mit einzubeziehen und Akzeptanz zu fördern, ist daher ein frühzeitiger Austausch im Rahmen eines wissenschaftlich begleiteten Konsultationsverfahrens empfehlenswert, so dass durch aktive Partizipation Chancen, Interessen, Hemmnisse und Herausforderungen identifiziert werden können. Ein erster Schritt sollte in diesem Zusammenhang eine systematische Befragung von relevanten Akteursgruppen sein. Letztlich müssen damit eng verzahnt auch konkretere Konzepte für politische Umsetzungsoptionen entwickelt werden. Die wichtigste Frage wäre hierbei, wie ein digitaler Produktpass rechtlich so verankert werden kann, dass eine zeitnahe Umsetzung erfolgen kann und die Betroffenen gleichzeitig Rechts- und Planungssicherheit erhalten.

Denkbar sind hierbei neben der Überarbeitung von bestehenden produktspezifischen Gesetzestexten (EU und national) insbesondere auch Ansätze der horizontalen Rechtssetzung, die mehrere Produkte bzw. Produktgruppen gleichzeitig abdecken. Damit verbunden ist auch die konkretere Festlegung eines regulatorisch gleichermaßen ambitionierten und realistischen Zeithorizonts bis wann bestimmte Meilensteine für die Umsetzung erreicht werden sollen. Dazu muss auch der Frage nachgegangen werden, bis wann ein erster praxisnaher Testlauf eines digitalen Produktpasses abgeschlossen werden kann und bis wann eine effektive rechtliche Verankerung vorstellbar ist.

6.3 Handlungsempfehlungen

Beginnend ab 2021 sollten möglichst zeitnah weitere Beratungsgespräche mit ausgewählten ExpertInnen und AkteurInnen für eine konkretere strategische Schwerpunktsetzung stattfinden. Basierend darauf sollte ein umsetzungsorientierter Dialog mit VertreterInnen aller relevanten Akteursgruppen eingeleitet werden, in dem über die nächsten strategischen Schritte diskutiert werden kann. Teil dieses wissenschaftlich begleiteten Konsultationsprozesses sollte insbesondere auch sein, wie die Akzeptanz für den digitalen Produktpass u.a. in der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft gefördert werden kann und welche akteursspezifischen Informationsbedürfnisse bestehen.

In diesem Zusammenhang sollte über Machbarkeitsstudien, Folgeabschätzungen, Pilotprojekte und Reallaboransätze (ggf. in Kombination mit einem untereinander lernenden Netzwerkverbund) mit direkt anschließender Implementierungsphase sowie über Programme zur finanziellen und technischen Unterstützung von Unternehmen bei der Einführung von Produktpässen diskutiert werden. Der gesamte Prozess sollte wissenschaftlich begleitet werden, um Herausforderungen und kosteneffiziente Lösungen zu identifizieren. Diese und weitere Maßnahmen müssen strategisch im Sinne einer „Roadmap Digitaler Produktpass 2030“ eng miteinander verknüpft werden. Ein abgestimmtes Vorgehen zwischen Bund, EU und weiteren Mitgliedsländern erscheint aufgrund des Binnenmarkts von allerhöchster Bedeutung (unter Beachtung geeigneter Partizipations- und Beteiligungsmöglichkeiten für alle betroffenen Akteursgruppen).

Basierend auf einer vorläufigen Auswertung von Handlungsoptionen werden folgende Ansatzpunkte für die konkrete und zeitnahe Umsetzung eines digitalen Produktpasses gesehen:

Rechtsverbindliche Bereitstellung von digitalen Produktinformation

Es ist auf europäischer Ebene festzuschreiben, dass ab einem zu definierenden Datum zu jedem Produkt, das im EU Binnenmarkt in Verkehr gebracht wird, spezifische Produktinformationen seitens der InverkehrbringerInnen digital zur Verfügung gestellt werden müssen. Rechtssicherheit sollte es auch bei der Definition bestimmter Begriffe geben, so dass keine widersprüchlichen Interpretationen möglich sind. Auch sollten mit der Erstellung eines digitalen Produktpasses die Möglichkeiten der Normung von Prozessen und Anwendungen geprüft werden. Aktivitäten hierzu finden bereits statt (siehe u.a. IEC TC 65 mit Fokus auf die Themen „product lifecycle record“ und „asset administration shell“, vgl. Study Group Circular Economy 2020).

Sicherstellung von eindeutigen und zuverlässigen Produktinformation

Es ist sicherzustellen, dass es perspektivisch einen digitalen „Ort der Wahrheit“ (Single Point of Truth) gibt, an dem spezifische Produktinformationen digital gespeichert und einsehbar sind. Der Zugang zu den digitalen Produktinformationen sowie die Aktualität der Daten sind bis zum Ende der Produktlebensdauer und darüber hinaus bis zur Abfallphase (Vorbereitung zur Wiederverwertung, Recycling) zu gewährleisten. Ereignisse, wie mögliche Unternehmensverkäufe, Insolvenzen etc. dürfen hierbei keinen negativen Einfluss haben. Allen Personenkreisen mit berechtigtem Anspruch auf die Einsicht der digitalen Produktdaten (z.B. HerstellerInnen, Handel,

BesitzerInnen, KonsumentInnen, Recycling-/Entsorgungsbetriebe, Marktüberwachungsbehörden, usw.) müssen entsprechend selektive Zugriffsrechte gewährt werden. Die Zugriffsrechte auf relevante Daten sollen sich dabei an den jeweiligen Informationsbedürfnissen sowie an Datenschutzerfordernissen orientieren.

Inhalte des digitalen Produktpasses

Alle Produktinformationen, die HerstellerInnen, InverkehrbringerInnen etc. nach aktuellem Stand europäischer Regulierungen bereitstellen müssen, sind zeitnah digital über den Produktpass zur Verfügung zu stellen. Auf freiwilliger Basis können in einer ersten Stufe darüber hinausgehend weiterführende oder ergänzende Produktinformationen (z.B. zu Umweltkennzeichnungen etc.) ebenfalls digital zur Verfügung gestellt werden. Spätestens in einer zweiten Stufe sind noch weiter zu definierende, besonders relevante Dokumente (z.B. Reparatur- oder Demontageanleitungen etc.) verpflichtend im digitalen Produktpass zu hinterlegen. Zur Berücksichtigung des technischen Fortschrittes und der Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens ist dabei eine kontinuierliche Detaillierung bzw. Aktualisierung von Daten vorzusehen.

Prioritäre Produktgruppen

Nach aktuellen Studien und Einschätzungen von ExpertInnen bieten sich für eine zeitnahe Pilotierung des digitalen Produktpasses insbesondere noch spezifisch auszuwählende Produkte aus den Bereichen Kunststoffe, Verpackungen, Elektronikgeräte, Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Batterien, Elektromobilität, Bauwesen, Textilien, Möbel sowie Zwischenprodukte wie Stahl, Zement und Chemikalien an (KOM 2020e sowie Ergebnisse des Abschlussworkshops im Rahmen der Kurzstudie „Digitaler Produktpass“). Die genauere Eingrenzung und Auswahl von geeigneten Produkten für Pilotprojekte sollte entsprechend zeitnah im Rahmen der weiterführenden Machbarkeitsstudien erfolgen.

Zeitfenster für die Umsetzung

Voraussetzungen für die Umsetzung eines digitalen Produktpasses sind einerseits, dass die regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden, und andererseits, dass die entsprechenden Techniken zur Verfügung stehen. Derzeit ist es bereits weitbereite Realität, über elektronisch lesbare Kennzeichnungen (Barcodes etc.) am Produkt digitale Informationen zur Verfügung zu stellen. Diese können mit geringem Aufwand und sehr zeitnah mit den nach aktuellem Stand der europäischen Regulierung bereitzustellenden Produktdaten verknüpft werden. Die ambitionierte Pilotierung und anschließende Einführung der ersten Stufe des digitalen Produktpasses (vgl. Abschnitt 6.1) sollte daher 2021-2025 angestrebt werden. Ganzheitlichere zukünftige Ausbaustufen eines digitalen Produktpasses können über neue digitale Techniken (z.B. Verwaltungsschale, digitale Lebenslaufakte etc.), welche sich derzeit in der Erprobungsphase befinden, realisiert werden. Für einen solchen ganzheitlicheren zweiten Umsetzungsschritt (vgl. Abschnitt 6.2) sollte ein Zeithorizont 2025 bis 2030 im Rahmen einer „Roadmap Digitaler Produktpass 2030“ angestrebt werden.

Konkrete politische Anknüpfungspunkte

Auf internationaler Ebene ist die Agenda 2030 ein wichtiger Anknüpfungspunkt, mit der sich die Weltgemeinschaft 17 Ziele (Sustainable Development Goals, SDGs) für eine sozial, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Entwicklung gesetzt hat. Nachhaltige Entwicklung generell und die Ziele der SDGs im Besonderen benötigen Indikatoren und entsprechende Daten, um notwendige Maßnahmen einleiten und Fortschritte messen zu können. Insbesondere vor diesem Hintergrund ist es wichtig, dass digitale Produktpässe perspektivisch eine möglichst holistische Erfassung von Nachhaltigkeitsaspekten ermöglichen. Basierend auch auf den Agenda 2030 Zielen werden daher auf EU Ebene (u.a.) im Rahmen des „European Green Deal“ und des „Circular Economy Action Plans“ bereits mehrere weiterführende Initiativen geprüft, die sich als konkrete Anknüpfungspunkte für die weitere Diskussion zum digitalen Produktpass anbieten.

Primär ist hierbei die „Sustainable products initiative“ („Initiative für nachhaltige Produkte“) zu nennen. Zentrales Element ist dabei die Erweiterung des Geltungsbereichs der EU Ökodesign-Richtlinie über energieverbrauchsrelevante Produkte hinaus auf eine möglichst breite Palette von Produkten um angemessene Mindestnachhaltigkeits- und Informationsanforderungen für bestimmte Produktgruppen festzulegen (KOM 2020e). Dies steht auch in engem Zusammenhang zur EU Initiative „Consumer policy – strengthening the role of consumers in the green transition“ („Verbraucherpolitik – Stärkung der Rolle der Verbraucher beim Übergang zu einer grünen Wirtschaft“). Zentrales Ziel ist dabei die Überarbeitung der EU-Politik im Rahmen der „Europäischen Verbraucheragenda“ um VerbraucherInnen durch zuverlässige und nützliche Produktinformationen eine aktivere Rolle bei der zeitnahen Umstellung auf eine nachhaltigere Wirtschaft („grüner Wandel“) zu ermöglichen. Unter anderem sollen Mindestanforderungen für Nachhaltigkeitslogos und Gütesiegel sowie verlässliche Umweltinformationen z.B. zu Lebensdauer und Reparaturmöglichkeiten verhindern, dass Angaben im Sinne von „Grünfärberei“ geschönt werden oder Produkte mit verkürzter Lebensdauer verkauft werden (KOM 2020f). Zudem sollen im Rahmen der EU Initiative „Environmental performance of products & businesses – substantiating claims“ („Umweltleistung von Produkten & Unternehmen – Nachweise“) Unternehmen künftig dazu verpflichtet werden, Angaben zum ökologischen Fußabdruck von Produkten oder Dienstleistungen anhand standardisierter Quantifizierungsmethoden zu belegen. Ziel ist es auch hierbei, Umweltangaben in der gesamten EU zuverlässig, vergleichbar und überprüfbar zu machen und so „Greenwashing“ (d.h. die Vermittlung eines falschen Eindrucks der Umweltauswirkungen) zu verringern und das Vertrauen in umweltrelevante Informationen zu stärken (KOM 2020g).

7 Literaturverzeichnis

- Baunetz (2020). *Umweltzeichen, Labels und Umweltproduktdeklarationen*, <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/richtlinien-verordnungen/umweltzeichen-labels-und-umweltproduktdeklarationen-152368>, (Abruf August 2020).
- BITKOM; VDMA; ZVEI (2015). *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/150410-Umsetzungsstrategie-0.pdf>, (Abruf August 2020).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2019). *Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen, Anforderungen – Instrumente – Beispiele* https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltinformationen_produkte_dienstleistungen.pdf, (Abruf August 2020).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2020a). *Service, Häufige Fragen (FAQ) Umweltpolitische Digitalagenda* <https://www.bmu.de/faqs/umweltpolitische-digitalagenda-digitaler-produktpass>, (Abruf August 2020).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2020b). *Umweltpolitische Digitalagenda*. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/broschuere_digitalagenda_bf.pdf, (Abruf August 2020).
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2019). *Die neue EU-Produktdatenbank EPREL. Ein Informationspapier für Hersteller und Importeure von energieverbrauchsrelevanten Produkten*
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2020). *Was ist Industrie 4.0*. <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>, (Abruf August 2020).
- Chemietechnik (2019). *Hersteller definieren Industrie-4.0-Verwaltungsschale für Pumpen*. <https://www.chemietechnik.de/pumpenhersteller-definieren-industrie-4-0-verwaltungsschale-fuer-fluessigkeits-und-vakuumpumpen/>, (Abruf August 2020).
- DIN (Deutsches Institut für Normung) (2019). *Anzeiger für technische Regeln*, April 2019, <https://www.din-mitteilung.de/resource/blob/327782/0b9e49fcbca79050e9988b02e2a7b46a/bildschirmversion-data.pdf>, (Abruf August 2020).
- DIN (Deutsches Institut für Normung) (2020). *Umweltdeklarationen von Produkten, Environmental Product Declaration (EPD) – Wahrnehmung, Interpretation und Erwartung von Verbrauchern*, <https://www.din.de/de/umweltdeklarationen-von-produkten-90154>, (Abruf August 2020).
- DIN (Deutsches Institut für Normung) (2021). *Umweltdaten in Industrie 4.0 - Digitale Harmonisierung und Verfügbarmachung von umweltrelevanten Daten im Kontext der digitalen Transformation der Industrie und der daran gekoppelten Prozesse und Dienstleistungen (Industrie 4.0)*, <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/partner-in-forschungsprojekten/industrie-4-0/umweltdaten-in-industrie-4-0-787994>
- EEA (European Environmental Agency) (2020). *Europe's consumption in a circular economy: the benefits of longer-lasting electronics*, <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/benefits-of-longer-lasting-electronics>, (Abruf August 2020).
- EntServ Deutschland (2017). *IMDS Informationsseiten*. <https://www.mdsystem.com/imdsnt/startpage/index.jsp>, (Abruf August 2020).
- EPC (European Policy Centre) (2020). *Towards a green, competitive and resilient EU economy: How can digitalization help?* https://wms.flexious.be/editor/plugins/imagemanager/content/2140/PDF/2020/Towards_a_green_competitive_and_resilient_EU_economy.pdf, (Abruf August 2020).

- GS1 (2015). *Revolution für den Kassenbon: Ökokosten ausweisen*, <https://www.gs1-germany.de/service/presse/meldung/meldung/revolution-fuer-den-kassenbon-oekosten-ausweisen-426/>, (Abruf August 2020).
- GXN Innovation et al. (2018). *Building a Circular Future*. https://gxn.3xn.com/wp-content/uploads/sites/4/2018/09/Building-a-Circular-Future_3rd-Edition_Compressed_V2-1.pdf, (Abruf August 2020).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2018). *Digitale Wertschöpfungsnetzwerke und RAMI 4.0 im Mittelstand*. https://www.digitalstrategie-hessen.de/mm/Studie-RAMI40_WEB.pdf, (Abruf August 2020).
- Honic, M., Kovacic, I., & Rechberger, H. (2019). *Concept for a BIM-based Material Passport for buildings*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012073>, (Abruf August 2020).
- Industrie 4.0 (o.J.). *Lexikon – Industrie 4.0. I4.0-Komponente*. <https://www.industrie40.net/index.php/66-beitraege-i/162-i4-0-komponente>, (Abruf August 2020).
- Institut Bauen und Umwelt (2020). *Veröffentlichte Umwelt-Produktdeklarationen / Environmental Product Declarations (EPDs)*, <https://ibu-epd.com/veroeffentlichte-epds>, (Abruf August 2020).
- Kaspar, B. (2019). *Industrie 4.0: Technologieentwicklung und sicherheitstechnische Bewertung von Anwendungsszenarien*. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Gd96.pdf?__blob=publicationFile&v=6, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2013). *Commission Recommendation on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013H0179>, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2014). *European Resource Efficiency Platform (EREP). Manifest & Policy Recommendations*. https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/erep_manifesto_and_policy_recommendations_31-03-2014.pdf, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2019). *Der europäische Grüne Deal*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2019b). *Sustainable Products in a Circular Economy - Towards an EU Product Policy Framework contributing to the Circular Economy*. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/sustainable_products_circular_economy.pdf, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020a). *Eine europäische Datenstrategie*. COM(2020)66 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0066&from=DE>, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020b). *Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe*, <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020c). *The Environmental Footprint transition phase*. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_transition.htm, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020d). *EU product rules and Member states' taxes*. <https://trade.ec.europa.eu/tradehelp/eu-product-rules-and-member-states-taxes>, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020e). *EU Sustainable products initiative*. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12567-Sustainable-Products-Initiative>, (Abruf August 2020).

- KOM (Europäische Kommission) (2020f). *Consumer policy – strengthening the role of consumers in the green transition*. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12467-Empowering-the-consumer-for-the-green-transition>, (Abruf August 2020).
- KOM (Europäische Kommission) (2020g). *Environmental performance of products & businesses – substantiating claims*. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12511-Environmental-claims-based-on-environmental-footprint-methods>, (Abruf August 2020).
- KOM, JRC & IES (Europäische Kommission, Joint Resource Council & Institute for Environment and Sustainability) (2012). *Product Environmental Footprint (PEF) Guide*. <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>, (Abruf August 2020).
- Leibniz-Institut, Wuppertal Institut & INECTUS (2015). *Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_83_2015_kartierung_des_anthropogenen_lagers.pdf, (Abruf August 2020).
- Lescuere, L. (2016). *Materials Passports: Optimising value recovery from materials*. ICE Proceedings 12/2016. https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2018/01/Luscuere_MaterialsPassportsOptimisingValueRecoveryFromMaterials.pdf, (Abruf August 2020).
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2020). *Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa*. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.html, (Abruf August 2020).
- Smeets, A; Wang, K. & Drewniok, M (2019). *Can Material Passports lower financial barriers for structural steel re-use?* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012006>, (Abruf August 2020).
- Sterlin, J. (o.J.). *Cradle to Cradle Passport – towards a new industry standard in ship building*. Präsentation. <http://www.oecd.org/sti/ind/48354596.pdf>, (Abruf August 2020).
- Study Group Circular Economy (im Erscheinen). *ICT Standardisation supporting Circular Economy*. Report of the Study Group Circular Economy – a sub-group of the EU Multi-Stakeholder Platform for ICT Standardisation. , (Abruf August 2020).
- Umweltbundesamt (UBA) (2013). *Umweltdeklaration von Bauprodukten* <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/umweltdeklaration-von-bauprodukten#aufbau-einer-epd>, (Abruf August 2020).
- Umweltbundesamt (UBA) (2019). *Environmental Footprint: Der Umwelt-Fußabdruck von Produkten und Dienstleistungen*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-01-17_texte_76-2018_environmental-footprint_1.pdf, (Abruf August 2020).