

Produktzentrierte Nachhaltigkeit

Der digitale Produktpass als Enabler der Kreislaufwirtschaft

Die Ökodesign-Verordnung führt digitale Produktpässe für eine EU-weite Transformation der Industrie ein. Mehr Transparenz über Produkte und Materialien fördert Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette und eine Kreislaufwirtschaft insgesamt. Trotz Widerständen bietet der digitale Produktpass Chancen für datenbasierte und zirkuläre Innovationen. **Von Holger Berg, Andres Alcayaga und Helen Brüggmann**

Im Juli 2024 trat die EU-Verordnung für das Ökodesign nachhaltiger Produkte [1] in Kraft. Sie zielt darauf ab, die Nachhaltigkeit und Zirkularität von Produkten innerhalb der EU zu fördern. Um diese Ziele zu erreichen, müssen alle Akteur/innen entlang der gesamten Wertschöpfungskette über Informationen zu Produkten wie Haltbarkeit, Reparierbarkeit oder ihrem CO₂-Fußabdruck verfügen. Der digitale Produktpass (DPP) wird dabei als zentrales Instrument zur Erfüllung dieser Anforderungen eingeführt (Verordnung (EU) 2024/1781, „Ökodesign-Verordnung“). Im Folgenden beleuchten wir die Rolle von Produktpässen, deren wirtschaftlichen und politischen Hintergrund sowie die Chancen und Widerstände bei deren Einführung. Diese Erläuterungen basieren auf unserer Teilnahme an mehreren Forschungsprojekten wie CIRPASS [2] sowie auf Erkenntnissen aus Expertenveranstaltungen und Gesprächen mit politischen Entscheidungsträgern.

Zirkuläre und nachhaltige Produkte

Die Kreislaufwirtschaft ist ein weit anerkanntes Modell zur Umsetzung eines nachhaltigen industriellen Wirtschaftens. Sie strebt an, durch zirkuläre Designpraktiken und Strategien ein restauratives System zu schaffen, indem die Lebensdauer von Produkten und Komponenten verlängert und Materialflüsse geschlossen werden. Produkte und Materialien sollen während ihrer gesamten Lebensdauer auf höchstmöglichem Nutzwert und Wertigkeit gehalten werden. Dabei spielen Aktivitäten wie Reparatur, Wiederverwendung oder Wiederaufbereitung eine zentrale Rolle, da sie entscheidend für die Operationalisierung der Kreislaufwirtschaft sind (Morsetto 2020).

Unsere globale Wirtschaft ist allerdings nach wie vor überwiegend linear, mit nur vereinzelten Fällen als Beleg für die

Umsetzung von Zirkularität (Circle Economy 2024). Eine der größten Hürden bei der Implementierung sind Informationslücken zwischen den Akteur/innen der Wertschöpfungskette. Dies liegt daran, dass physische Flüsse oft von mehreren Akteur/innen wie Händlern, Reparaturbetrieben, Sammlern, Wiederaufbereitern und Recyclern umgesetzt werden, während die Datenflüsse nicht entsprechend folgen (Wilts/Berg 2017). Zudem findet der Datenaustausch in der Lieferkette nur begrenzt statt, da die digitale Infrastruktur für solche Zwecke noch nicht ausgereift ist, Anreize fehlen oder es an Dateninteroperabilität aufgrund proprietärer Lösungen und fehlender Standards für den Datentransfer mangelt (CEID 2021).

Der digitale Produktpass

Digitale Technologien können die Produkte und Akteur/innen eines zirkulären Ökosystems miteinander verbinden, um den Datentransfer zu ermöglichen und somit bessere Entscheidungen und Handlungsmöglichkeiten für eine Kreislaufwirtschaft zu schaffen. Beispielsweise können im Internet der Dinge Produzierende und Konsumierende virtuell auf die Daten eines Produkts zugreifen und Informationen austauschen. Sensordaten können Schätzungen über die verbleibende Nutzungsdauer oder die Zustandsüberwachung zur Auslösung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten ermöglichen. Darüber hinaus schafft eine digital integrierte Wertschöpfungskette Transparenz sowie Rückverfolgbarkeit der Komponenten und Materialien entlang der gesamten Lieferkette, wodurch Innovationen und datenbasierte Geschäftsmodelle ermöglicht werden (Alcayaga/Hansen 2024).

Selbst wenn Unternehmen durch digitale Tools interorganisationale Kommunikation und Datentransfer erreichen, verfolgen diese typischerweise andere Zwecke und enthalten kaum Daten mit Lebenszyklusmerkmalen, die für die Umsetzung produktzentrierter, zirkulärer Strategien erforderlich sind. Zum Beispiel erfordert Wiederaufbereitung Produktinformationen auf Artekebene wie Wartungs- und Reparaturhistorie und Demontageanweisungen. Aus diesen Gründen müssen Produktlebenszyklusdaten integriert und so strukturiert werden, dass sie für die Vielzahl der Akteur/innen in der Wertschöpfungskette zugänglich sind. DPPs übernehmen diese Rolle und stellen ein Informationssystem für die Kreislaufwirtschaft dar.

Produktpässe sind in diesem Sinne eine strukturierte Sammlung von maschinenlesbaren, aktualisierbaren, produktbezogenen Daten, die einen vordefinierten Umfang und Zu-

griffsrechte aufweisen. Der DPP ist mit eindeutigen Kennungen („Identifier“) verknüpft, die über einen definierten Datenträger wie Wasserzeichen oder QR-Codes auf dem Produkt angebracht werden (Verordnung (EU) 2024/1781). Der DPP basiert dabei auf einer zugrunde liegenden Infrastruktur (das sogenannte DPP-System), welche die erforderlichen IT-Standards und -Protokolle definiert, um Interoperabilität im System sicherzustellen. Zusätzlich muss das DPP-System bestehende IT-Anwendungen unterstützen, flexibel genug sein, um sowohl obligatorische als auch freiwillige Daten zu beinhalten, zukunftssicher sein und zu den geringstmöglichen Kosten bereitgestellt werden können (Wenning et al. 2024).

EU-Politik als Wegbereiter

Der digitale Produktpass wurde entscheidend durch die Arbeit und die Regulatorik der EU-Kommission entwickelt. Dies steht in direktem Zusammenhang mit dem *European Green Deal*, dem Konzept der *Twin Transition* und dem *Circular Economy Action Plan*. Führende Regulationen sind die Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte sowie die sogenannte „Batterieverordnung“ (Verordnung (EU) 2023/1542), die im August 2023 in Kraft trat.

Während die Batterieverordnung als erste Regulation einen digitalen Produktpass vorsah, nämlich den für bestimmte Batterietypen, welche ab dem 18. Februar 2027 in den Verkehr gebracht werden, regelt die Ökodesign-Verordnung allgemeine Belange digitaler Produktpässe im EU-Raum. Die Ökodesign-Verordnung ist auch der Ausgangspunkt für eine europaweite Standardisierungsinitiative, die durch das Joint Technical Committee des Europäischen Komitees für Normung (JTC 24) bis zum Ende des Jahres 2025 durchgeführt werden soll. Diese wird die relevanten technologischen Gesichtspunkte des DPP-Systems festlegen, soweit dies nicht bereits durch die Regulation selbst erfolgt (Europäische Kommission 2023).

Die Ökodesign-Verordnung wird durch delegierte Rechtsakte ergänzt, die sich derzeit in Entwicklung befinden und unter anderem die Einrichtung von Produktpässen für bestimmte Branchen sowie technologische Belange regeln. Die Verordnungen beziehungsweise ihre delegierten Rechtsakte bestimmen beispielsweise, durch welche(n) Datenträger ein Produktpass auf dem Material beziehungsweise Produkt anzubringen ist. Für Batterien muss dies zum Beispiel durch einen QR-Code erfolgen. Ferner wurden drei unterschiedliche Identifier festgelegt, und zwar für das Produkt beziehungsweise Material selbst, für den Ort der Herstellung sowie für den Inverkehrbringer. Dabei ist der Inverkehrbringer eines Produktes oder Materials verantwortlich für die Erstellung eines DPP, also derjenige, welcher ein Produkt herstellt oder importiert und damit auf den Markt bringt. Ein vierter Identifier wird von der EU vergeben und zeigt die erfolgte Registrierung an. Informationen zu Datenträgern und Identifiern sollen in einer zentralen Registratur der EU hinterlegt werden. Alle direkt produktbezogenen Daten werden hingegen vom Inverkehrbringer

oder einem von ihm beauftragten Dritten vorgehalten. Der Inverkehrbringer wird zudem verpflichtet, den Produktpass bei einer dritten Instanz als Backup zu hinterlegen, um Datenverluste zu verhindern. Für Verbraucher/innen soll ein Web-Portal eingerichtet werden, welches den Vergleich von Produkten auf der Basis ihrer Pässe erlauben und damit zu nachhaltigeren Kaufentscheidungen führen soll.

Zu den als Erstes nach der Ökodesign-Verordnung betroffenen Branchen zählen die Bereiche Textilien (Kleidung und Schuhwerk), Eisen und Stahl, Aluminium sowie Möbel und Matratzen. In der Verordnung werden weitere prioritäre Branchen benannt. Mittlerweile ist das Konzept des Produktpasses auch in die Regulation anderer Branchen vorgedrungen. So enthält der aktuelle Entwurf der Bauprodukteverordnung entsprechende Konzepte, die „Altfahrzeug-Verordnung“ sieht Produktpässe vor und auch für Bereiche der Chemie werden Produktpässe erwartet. Es lässt sich prognostizieren, dass in den kommenden zehn Jahren die meisten kreislaufwirtschaftsrelevanten Produkte und Materialien einen Produktpass per Regulation erhalten werden. Da zahlreiche delegierte Rechtsakte und Governance-Verfahren noch entwickelt werden müssen, viele Regulationen noch nicht beschlossen sind, Konsultationen des Ökodesign-Forums stattfinden müssen und auch die Standardisierung im Prozess befindlich ist, bestehen noch Unsicherheiten sowohl zu den Inhalten der Produktpässe selbst, als auch zum DPP-System. Viele diesbezügliche Fragen müssen daher noch abschließend beantwortet, Festlegungen und potenzielle Anpassungen noch abgewartet werden (vorläufige Meilensteine sind in Abbildung 1 ersichtlich).

Chancen und Widerstände der DPP-Einführung

Damit der DPP die Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit vorantreiben kann, müssen die durch ihn entstehenden Chancen erkannt und die Widerstände abgebaut werden. Diese Aspekte wurden in einer Experten-Workshopserie und einer europaweiten Umfrage im Rahmen des Projekts CIRPASS untersucht (Alcayaga et al. 2024). Das daraus entstandene Bild zeigt den DPP als relevanten Enabler der Kreislaufwirtschaft, macht aber zugleich deutlich, dass er noch weitgehend unbekanntes Terrain darstellt.

Zu den wichtigsten Chancen des DPP für die Kreislaufwirtschaft zählt, dass Unternehmen mit dessen Hilfe einen integrierten Ansatz für Innovation entwickeln können, der es ihnen ermöglicht, mehrere zirkuläre Strategien parallel umzusetzen, Synergien zu nutzen, Prozesse zu optimieren und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die entstehenden Datenschätze des DPP könnten einen Mehrwert für Unternehmen schaffen, indem sie beispielsweise zur Automatisierung von Prozessen wie Berichterstattung, Zahlungen und Prüfungen beitragen. Zudem könnten Unternehmen neue Geschäftsmodelle entwickeln, wie etwa die Monetarisierung von Daten des Produktlebenszyklus oder Dienstleistungen wie Product-as-a-Service.

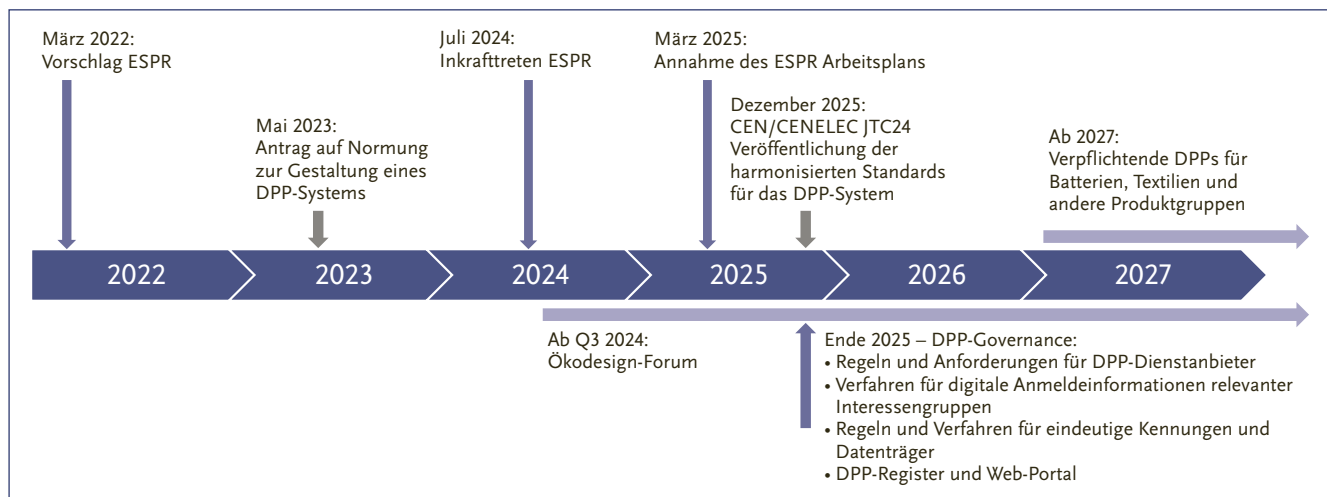


Abbildung 1: DPP-Zeitplan und vorläufige Meilensteine

Ebenso kann der Zugang zu Nutzungsdaten über den gesamten Lebenszyklus von Produkten die Entwicklung neuer nachhaltiger Produktgenerationen unterstützen und den Designprozess optimieren, der einen wichtigen Hebeleffekt auf die Kreislaufwirtschaft hat. Auch Reparaturen und Instandhaltungen können durch digitale Angaben und Anleitungen ermöglicht werden. Informationen zu Ersatzteilen oder Anleitungen zum Reparieren und Demontieren können Endverbraucher unterstützen, kleinere Reparaturen leichter selbst vorzunehmen. Reparaturbetriebe hätten bei komplexeren Reparaturen Zugang zu detaillierteren Informationen. Der Zugang zu Produktinformationen wie Standort, Zustand und anderen relevanten Parametern der Produktgeschichte könnte gezielte Instandhaltung und Wartung ermöglichen. Auch der Rückkauf gebrauchter Produkte könnte durch diese Transparenz verbessert werden.

Zusätzlich erfordert eine Kreislaufwirtschaft stärker ausgeprägte regionale und lokale Ökosysteme. Der digitale Zugang zu Produktdaten könnte die Nähe von Materiallieferanten und Händlern mit Produzenten verbessern, um zirkuläre Wertschöpfungsketten mit geringeren Transportkosten zu ermöglichen.

Ferner kann ein Hochskalieren des Recyclings erreicht werden. Dank transparenter Informationen zur Materialzusammensetzung kann zudem ein hochwertiges mechanisches Recycling erreicht werden. Durch die Überwachung und eine optimierte Rückgewinnung von Materialien wäre eine vorausschauende Berechnung von Recyclatmengen und -verfügbarkeiten möglich. Recycler könnten durch die Abschätzung der zukünftigen Nachfrage nach Rezyklaten diese gezielter in den Kreislauf zurückführen und gleichzeitig Kooperationen gestalten, um Sammel- und Sortiersysteme aufzubauen sowie Lieferverträge abzuschließen.

Der DPP könnte durch Transparenz auch einen Wandel hin zu nachhaltigerem Verhalten bei Endverbraucher/innen fördern, indem er Wissen, Bildung und Empowerment unter-

stützt. Unternehmen können ihre Zertifizierungen und Labels digital bereitstellen, um nachhaltige Praktiken zu belegen und nachhaltiges Handeln zu fördern. Gleichzeitig würden Greenwashing und Plagiate erschwert, da Zertifizierungen und Qualitätsmerkmale leichter von Verbraucher/innen überprüft werden könnten.

Abschließend könnte der DPP der Politik und den Behörden dienen, um Nachhaltigkeit und die Kreislaufwirtschaft zu fördern sowie einen kulturellen Wandel anzustoßen. DPP-Daten könnten politischen Entscheider/innen insbesondere über die Zeit dazu dienen, die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft in ihren Bestandteilen besser nachzuvollziehen und gezielter zu beeinflussen. Ferner sollten DPP-Daten und -System mittelfristig administrative Prozesse zwischen Unternehmen und Behörden erleichtern und die Berichterstattung durch automatisierten Datenaustausch vereinfachen.

Die Entwicklung des DPP führt auch zu Widerständen und Herausforderungen unter verschiedenen Perspektiven. Hier werden wir nur die wichtigsten beschreiben. Erstens ist ein interoperabler und lückenloser Datenaustausch sehr komplex, da Unternehmen unterschiedliche IT-Systeme nutzen und nicht davon auszugehen ist, dass sie bereits über alle benötigten Daten verfügen. Zudem sind Unternehmen in globalen und verzweigten Lieferketten eingebunden, bei denen unklar ist, ob Daten uneingeschränkt zur Verfügung stehen werden.

Zweitens bestehen Schwierigkeiten für Kleinst-, kleine und mittlere Unternehmen (KMUs). Für sie ist der Aufwand der DPP-Implementierung überproportional größer als für Großunternehmen, da häufig die nötigen IT-Kenntnisse und Ressourcen fehlen. Auch die finanziellen Belastungen wären für KMUs deutlich höher. Darüber hinaus könnten Machtstrukturen innerhalb von Lieferketten zu Benachteiligungen von KMUs führen. Bei der Entwicklung eines Konzepts, das die gesamte komplexe Wertschöpfungskette einbezieht, könnten diese Akteur/innen weniger Beachtung finden oder sich schwerer durchsetzen.

Drittens haben sich bei den Themen Bewusstsein, Bildung und den notwendigen Fähigkeiten zur Umsetzung weitere Widerstände gezeigt. Viele Unternehmen wissen noch nichts über die Entwicklungen des DPP und daher auch nicht, wie sie ihn für ihr Unternehmen nutzen oder sich darauf vorbereiten können. Es gibt zudem nur wenige Informationen über die potenziellen finanziellen Vorteile, die der DPP bieten könnte, und über die IT-Fähigkeiten, die dafür benötigt werden.

Die Komplexität des Datenaustauschs, die Schwierigkeiten für KMUs und die Wissenslücken könnten den Erfolg des DPP insgesamt beeinträchtigen, weshalb konsequente Maßnahmen ergriffen werden müssen, um diese und andere Widerstände zu überwinden und den DPP erfolgreich zu machen.

Fazit

Der digitale Produktpass wurde als zentraler digitaler Enabler für die Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit konzipiert. Als politisches Instrument der Ökodesign-Verordnung bietet der DPP großes Potenzial, Informationslücken über den gesamten Produktlebenszyklus innerhalb und zwischen Wertschöpfungsketten zu schließen. Ein sinnvoll genutzter DPP kann Unternehmen dabei unterstützen, zirkuläre Strategien zu stärken, Abfälle zu vermeiden und Ressourcen einzusparen. Auch wenn aktuell Unsicherheiten und offene Fragen bestehen, müssen diese Chancen erkannt und genutzt werden, wobei Herausforderungen insbesondere in der Teilhabe und Befähigung von KMUs angegangen werden müssen.

Die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle ist selten die Aufgabe eines einzelnen Unternehmens, da Produkt- und Materialflüsse zwischen mehreren Akteur/innen erfolgen. Für zirkuläre Strategien wie Wiederverwendung, Wiederaufbereitung oder Recycling ist die Zusammenarbeit zwischen den Akteur/innen essenziell. In dieser Hinsicht kann der DPP als Brücke für zirkuläre Ökosysteme dienen, indem er nicht nur Informationslücken schließt, sondern auch Kollaboration und Innovation ermöglicht.

Um diese Wirkung zu entfalten, reicht es nicht aus, den DPP nur als Compliance-Tool zur Erfüllung rechtlicher Anforderungen zu nutzen. Unternehmen brauchen eine strategische Sicht, die sich an zirkulärer Wertschöpfung orientiert und eine ganzheitliche Betrachtung der Produkte und deren Lebenszyklus umfasst. Ebenso wichtig ist die Position des Unternehmens innerhalb eines Ökosystems. Pionierunternehmen, die eine Führungsrolle in einem zirkulären Ökosystem übernehmen und andere Akteure koordinieren, werden die Vorteile dieses aufstrebenden Marktes frühzeitig nutzen und sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil sichern.

Anmerkungen

- [1] Digitale Produktpässe werden für Produkte und Materialien entstehen, zum Beispiel der „digitale Gebäuderessourcenpass“. Dem derzeitigen Sprachgebrauch folgend werden wir in diesem Text diesbezüglich nicht differenzieren, sondern weitgehend von „Produktpässen“ sprechen.

- [2] Das Projekt CIRPASS *Collaborative Initiative for a Standards-based Digital Product Passport for Stakeholder-Specific Sharing of Product Data for a Circular Economy*.

Literatur

- Alcayaga, A./Berg, H./Hoffmann, N./Brüggmann, H./Maus, F. (2024): The Digital Product Passport (DPP) for the Circular Economy: Recommendations for Policy, Business and IT. CIRPASS Consortium. DOI: 10.5281/zenodo.11127410
- Alcayaga, A./Hansen, E. G. (2024): Smart circular economy as a service business model: an activity system framework and research agenda. In: R&D Management. DOI: 10.1111/radm.12707
- Circle Economy (2024): The circularity gap report 2024. Amsterdam, Circle Economy. www.circularity-gap.world
- Circular Economy Initiative Deutschland (CEID) (2021): Circular Business Models: Overcoming Barriers, Unleashing Potentials. Munich/London, acatech/SYSTEMIQ. DOI: 10.48669/ceid_2021-7
- Europäische Kommission (2023): Draft Standardisation Request as Regards Digital Product Passports. Brüssel, Europäische Kommission. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/56175>
- Morseletto, P. (2020): Restorative and regenerative. Exploring the concepts in the circular economy. In: Journal of Industrial Ecology 24/4: 763–773. DOI: 10.1111/jiec.12987
- Verordnung (EU) 2023/1542 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juli 2023 über Batterien und Altbatterien, zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG und der Verordnung (EU) 2019/1020 und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/66/EG. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>
- Verordnung (EU) 2024/1781 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2020/1828 und der Verordnung (EU) 2023/1542 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj>
- Wenning, R./Papadakos, P./Bernier, C. (2024): DPP System Architecture. CIRPASS Consortium. DOI: 10.5281/zenodo.12206138
- Wilts, H./Berg, H. (2017): The Digital Circular Economy: Can the Digital Transformation Pave the Way for Resource-Efficient Materials Cycles? in brief 04e/2017. Wuppertal, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6978/file/6978_Wilts.pdf

AUTOR/INNEN + KONTAKT

Dr. Holger Berg ist Co-Leiter des Forschungsbereichs Digitale Transformation und stellvertretender Leiter der Abteilung Kreislaufwirtschaft am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH.

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, Abteilung Kreislaufwirtschaft, Forschungsbereich Digitale Transformation, Döppersberg 19, 42103 Wuppertal. E-Mail: holger.berg@wupperinst.org

Andres Alcayaga ist Senior Researcher im Forschungsbereich Digitale Transformation in der Abteilung Kreislaufwirtschaft am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie gGmbH und Doktorand am Institute for Integrated Quality Design (IQD) an der Johannes Kepler Universität Linz.

E-Mail: andres.alcayaga@wupperinst.org

Helen Brüggmann ist Researcherin des Forschungsbereichs Digitale Transformation in der Abteilung Kreislaufwirtschaft am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH.

E-Mail: helen.brueggmann@wupperinst.org

