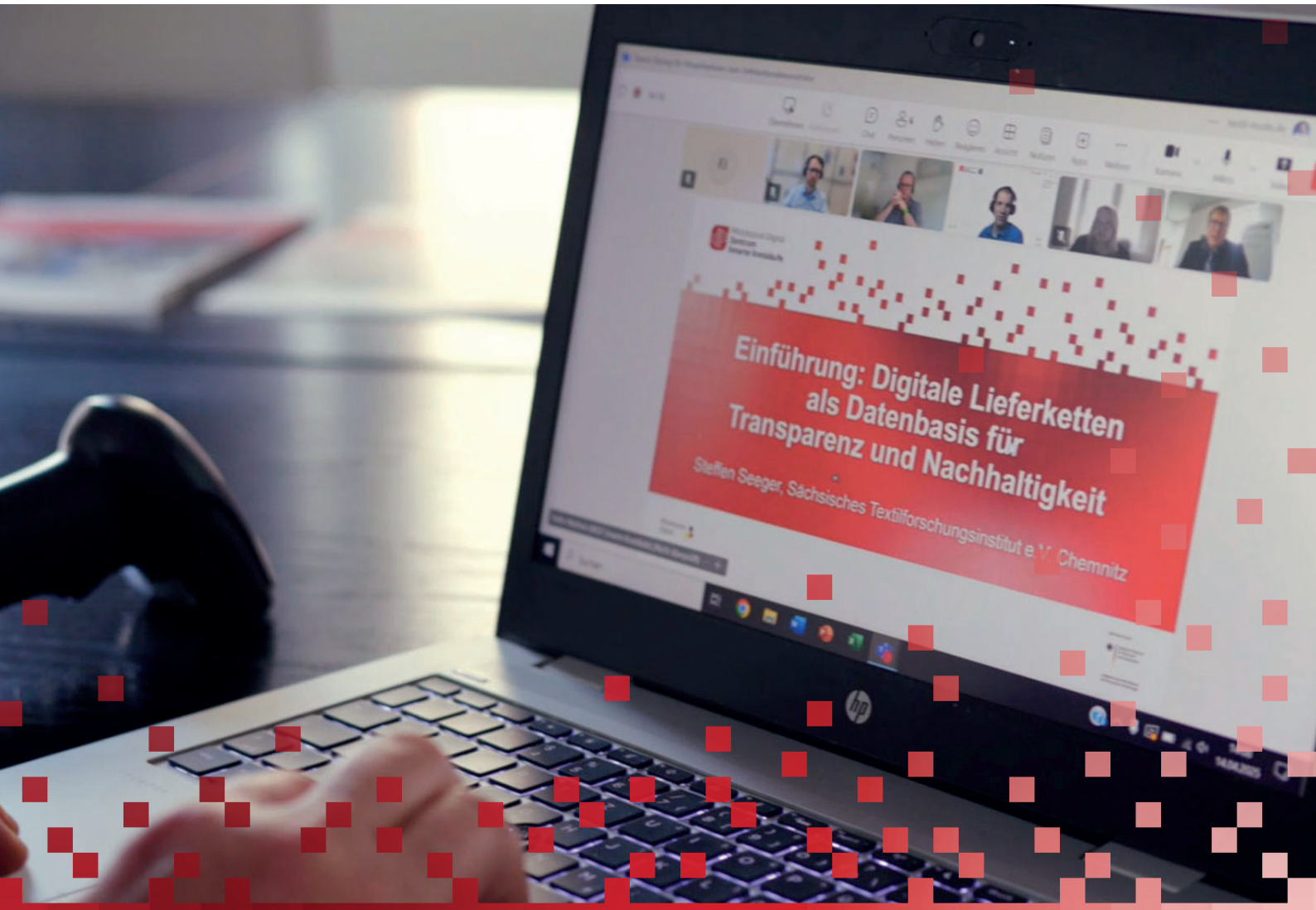
Mittelstand-Digital
Zentrum Smarte Kreisläufe



Smarte Kreisläufe: Digitalisierung als Schlüssel zur nachhaltigen Wertschöpfung

Mit digitalen Lösungen zur zirkulären Lieferkette

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Mittelstand-Digital

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

INHALT

3 · Einleitung

4 · Digitale Lieferketten als Datenbasis für Transparenz und Nachhaltigkeit

8 · Nachgefragt bei Anja Merker
„Digitalisierung ist machbar – auch für kleine Betriebe.“

9 · Grundlegende Standards und Technologien für den Informationsaustausch in Lieferketten

10 · Integration digitaler Lieferketten in MES/ ERP-Systeme

11 · Europaweite digitale Produktverfolgung – Transparenz in Echtzeit für resiliente Lieferketten

12 · Krisen in Lieferketten proaktiv und effizient managen

13 · Rücknahme, Reuse und Recycling durch Daten effizient gestalten

14 · Über uns
Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe

14 · Was ist Mittelstand-Digital?
Über die Initiative

15 · Kontakt

15 · Impressum

EINLEITUNG

In Zeiten steigender Energie- und Rohstoffpreise, erweiterter gesetzlicher Vorgaben und wachsender Kundenerwartungen rückt die Verbindung von Kreislaufwirtschaft und Digitalisierung mehr denn je ins Zentrum mittelständischer Unternehmensstrategien. Ziel ist es, lineare Wertschöpfungsketten durch zirkuläre Prozesse zu ersetzen – Produkte so lange wie möglich im Umlauf zu halten, sie reparieren, wiederverwenden, aufarbeiten und fachgerecht recyceln zu lassen. Dieses Modell reduziert Abfälle, schont Ressourcen und stärkt langfristig die Wettbewerbsfähigkeit.

Um diesen Paradigmenwechsel aktiv zu gestalten, braucht es Transparenz entlang der gesamten Lieferkette – vom Rohstoff bis zum Recycling. Digitale Technologien wie RFID, Blockchain oder der digitale Produktpass ermöglichen lückenlose Nachverfolgbarkeit, fördern Vertrauen bei Kundinnen und Kunden, unterstützen die Einhaltung von Sorgfaltspflichten und machen Kreislaufwirtschaft erst praktisch umsetzbar.

Das Mittelstand Digital Zentrum Smarte Kreisläufe begleitet kleine und mittlere Unternehmen dabei, diese Potenziale systematisch zu heben. Es bietet praxisnahe Formate wie Workshops, Demonstratoren und Trendradars und vermittelt Lösungsansätze zur Digitalisierung von Lieferketten.

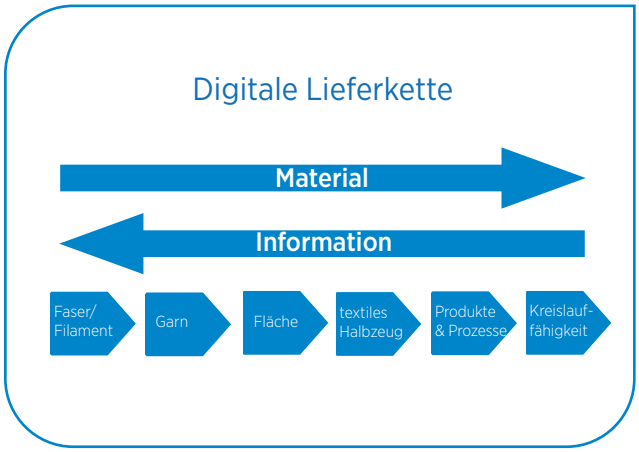
Die vorliegende Broschüre bietet Ihnen anschauliche Einblicke in Schlüsselkonzepte, Praxisbeispiele und digitale Hebel für eine nachhaltige Transformation. Sie unterstützt Sie dabei, zirkuläre Geschäftsmodelle zu etablieren, Ihre Resilienz zu stärken, neue Geschäftsfelder zu erschließen und das Vertrauen Ihrer Kundinnen und Kunden zu sichern.

Bei Fragen sprechen Sie uns gern an!

DIGITALE LIEFERKETTEN ALS DATENBASIS FÜR TRANSPARENZ UND NACHHALTIGKEIT

Von der analogen zur digitalen Lieferkette

Traditionelle Lieferketten sind primär auf den physischen Warenfluss fokussiert. Informationen über Herkunft, Materialzusammensetzung oder Umweltauswirkungen sind oft fragmentiert oder gar nicht verfügbar. Digitale Lieferketten hingegen integrieren den Informationsfluss eng mit dem Materialfluss – sie ermöglichen die Rückverfolgbarkeit von Produkten über alle Produktionsstufen hinweg. Diese Integration eröffnet neue Möglichkeiten: Produkte können mit eindeutigen Identifikatoren (z. B. RFID-Tags) versehen werden, wodurch relevante Informationen wie Herkunft, Materialeigenschaften oder Recyclingfähigkeit maschinenlesbar werden. Dies ist die Grundlage für Systeme wie den Digitalen Produktpass (DPP), der künftig in der EU für viele Branchen verpflichtend sein wird.



Transparenz schafft Nachhaltigkeit

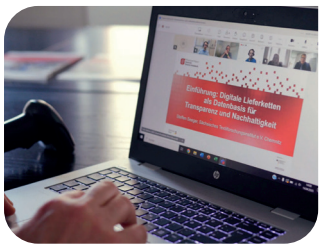
Transparenz in der Lieferkette ist kein Selbstzweck – sie trägt aktiv zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen bei. Durch digitale Erfassung und Auswertung relevanter Daten können Unternehmen ihre Emissionen reduzieren, Energieeffizienz steigern und gezielt auf kreislaufwirtschaftliche Prinzipien hinarbeiten. Die Europäische Union setzt mit dem Green Deal und entsprechenden Gesetzesinitiativen klare Rahmenbedingungen, die diesen Wandel beschleunigen.

Herausforderungen wie unklare Qualität von Rezyklaten, fehlende Verfügbarkeitsdaten oder mangelndes Vertrauen in Sekundärmaterialien können durch digitale Standards wie EPCIS (Electronic Product Code Information Services) adressiert werden. Diese ermöglichen eine einheitliche Erfassung und den Austausch von Ereignisdaten entlang der Lieferkette – vom Rohstoff bis zur Wiederverwendung.

Vorteile und Umsetzung digitaler Lieferketten

Der Nutzen digitaler Lieferketten ist vielfältig:

- Automatisierung manueller Prozesse: Reduktion von Aufwand und Fehlerquellen
- Effizientere Ressourcennutzung: Weniger Abfall, höhere Ausbeute
- Reduktion von Treibhausgasen: Genaue Emissionserfassung ermöglicht gezielte Gegenmaßnahmen
- Transparente Nachverfolgbarkeit: Erhöht das Vertrauen entlang der gesamten Lieferkette
- Grundlage für Kreislaufwirtschaft: Produkte werden so designt und dokumentiert, dass sie leichter recycelbar sind



QR scannen, Video schauen und entdecken, wie Ihr Unternehmen von mehr Transparenz und smarten Kreisläufen profitieren kann!

Der Lieferkettendemonstrator als Einstiegshilfe

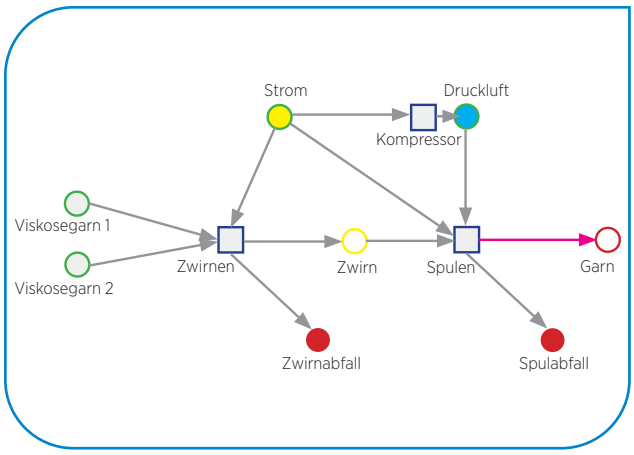
Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe unterstützt KMU mit einem eigens entwickelten Lieferkettendemonstrator. Anhand eines Modellprodukts – eines RFID-Tags mit recyclebarem Leiterplattenträger – werden alle Schritte einer digitalen Lieferkette durchgespielt: vom Garnumspulen über das Weben und Verpressen bis zur Bestückung. Dabei kommen etablierte Standards zum Einsatz, und Unternehmen erhalten praktische Einblicke in die Umsetzung digital gestützter Nachhaltigkeit.

Materialflusssimulierung – Transparenz schaffen im Spulprozess

Die Materialflussmodellierung ist ein zentrales Werkzeug zur Analyse und Optimierung ressourcenintensiver Prozesse – insbesondere in der textilen Vorfertigung. Am Beispiel des Spulprozesses im Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe wird deutlich, wie durch strukturierte Erfassung und Simulation von Material- und Energieflüssen nicht nur Transparenz, sondern auch gezielte Einsparpotenziale erschlossen werden können.

Im Fokus steht der Weg vom Rohgarn zur fertigen Kett- bzw. Schussgarnspule. Dabei werden entlang des Prozesses – vom Wareneingang über das Zwirnen und Umspulen bis zum Warenausgang – zentrale Parameter wie Drehzahl, Laufgeschwindigkeit, Abfallanteile, Energieverbrauch und Global Warming Potential (GWP) systematisch erfasst. Diese Daten fließen in ein MFCA-Modell (Material Flow Cost Accounting), das nicht nur Stoff- und Energieflüsse abbildet, sondern auch wirtschaftliche und ökologische Kennzahlen liefert.

Durch eine eindeutige Objektkennzeichnung mittels Standards – etwa über GTIN, GRAI oder RFID – wird die Nachverfolgbarkeit der Spulen, Warenträger und Maschinen sichergestellt. So lässt sich nachvollziehen, wie viel Material tatsächlich in das Endprodukt eingeht, welche Mengen als Ausschuss entstehen und welche Umweltwirkungen pro Spule verursacht werden. Die Simulation bildet somit eine belastbare Grundlage für Entscheidungen zu Prozessverbesserungen, Designanpassungen oder Nachhaltigkeitsstrategien.



Material Flow Cost Accounting (MFCA): Mittels Materialflusssimulierung den Spulprozess transparenter gestalten

Kettgarnspule, Spulmaschine, Kettgarnhülsen: Kennzeichnung von Objekten im Spulprozess für mehr Transparenz über Standorte in der Lieferkette

Digitaler Produktpass in der Weberei – Einstieg mit einfachen Mitteln

Der digitale Produktpass (DPP) soll künftig als zentraler Datenträger über Materialien, Prozesse, Umweltauswirkungen und Rezyklierbarkeit eines Produkts Auskunft geben. Gerade in der Weberei, einem komplexen Verarbeitungsschritt der textilen Kette, liegt hier enormes Potenzial. Der Lieferkettendemonstrator zeigt exemplarisch, wie auch ältere Maschinen mit begrenzter Sensorik in ein digitales Lieferkettensystem integriert werden können – durch kostengünstiges Retrofitting.

Mit einem Aufwand von rund 500 Euro pro Webeinheit lässt sich eine bestehende Maschine mit Sensoren zur Garnverbrauchsmessung, einem Stromzähler für den Energieverbrauch und einem Controller zur Datenverarbeitung nachrüsten. Die dabei erfassten Produktionsdaten – Garnverbrauch, Energieeinsatz, erzeugte Gewebemenge und CO_2-Fußabdruck – werden in einem übersichtlichen Dashboard visualisiert. Durch Verknüpfung von QR-Codes mit Garnspulen und Gatterpositionen lassen sich die verwendeten Materialien eindeutig identifizieren.

Diese Datenbasis erlaubt nicht nur die Dokumentation von Transformationsprozessen, sondern auch die kontinuierliche Fehleranalyse – z. B. durch die Erfassung von Garnbrüchen. Der digitale Produktpass wird so zum Werkzeug für Transparenz, Rückverfolgbarkeit und nachhaltige Prozessführung – und das auch im Bestand.

Datenerhebung beim Verpressen – Grundlage für Qualität und Transparenz

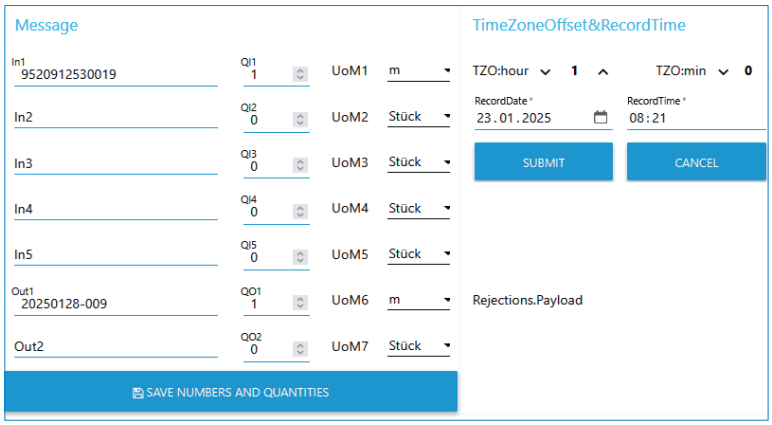
Die Herstellung faserverstärkter Verbundwerkstoffe, etwa für Leiterplatten, ist ein hochsensibler Prozess, bei dem zahlreiche Parameter exakt eingehalten werden müssen. Der Einsatz einer Intervallheizpresse beim Lieferkettendemonstrator zeigt, wie durch gezielte Datenerhebung Transparenz, Nachverfolgbarkeit und Qualität in der Produktion gesteigert werden können.

Schon in der Produktionsvorbereitung – vom Wareneingang über das Umwickeln bis zur Maschineneinrüstung – ist die systematische Erfassung von Material- und Rüstinformationen entscheidend. Während des Verpressens selbst werden auch in diesem Schritt prozessrelevante Daten wie Temperaturverlauf, Energieverbrauch oder Druckverhältnisse erhoben. Diese Daten bilden die Grundlage für Konformitätsnachweise, Qualitätsbewertungen und die Optimierung der Gesamtanlageneffektivität (OEE).

Zentrale Herausforderungen liegen in der geeigneten Kennzeichnung von Materialien, Warenträgern und Lagerorten. Diese muss nicht nur eindeutig und maschinenlesbar sein, sondern auch Umwelteinflüssen wie Hitze und Druck standhalten. Ergänzt wird dies durch eine strukturierte Erfassung von Produktionsereignissen und Prozessschritten, etwa mithilfe kontrollierter Vokabulare und Standards.

Eindeutige Identifizierung von verwendeten Materialien: Verknüpfung von QR-Codes mit Produkten und Maschinen im Produktionsprozess

Ausschnitt Dashboard Lieferkettendemonstrator



Für eine nachhaltige Nutzung der Daten bedarf es zudem eines bewussten Datenmanagements: Daten müssen auffindbar (Findable), zugänglich (Accessible), interoperabel (Interoperable) und wiederverwendbar (Reusable) sein – ganz im Sinne der FAIR-Prinzipien. Damit wird die Datenerhebung zur tragenden Säule einer intelligent vernetzten, digitalen Lieferkette.

Finale Produktionsschritte und IT-Infrastruktur – Präzision trifft Digitalisierung

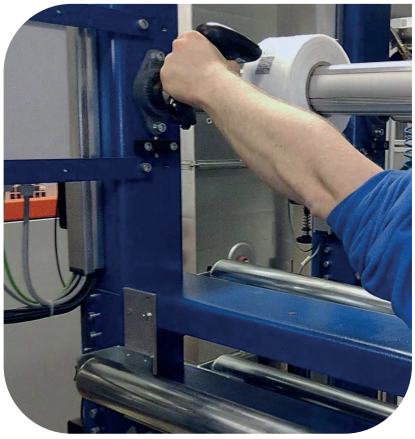
In den letzten Schritten der Herstellung eines RFID-Tags als „textile Leiterplatte“ werden strukturkritische Prozesse durchgeführt: Zunächst wird das Basismaterial – bestehend aus einem faserverstärkten Komposit mit Kupferauflage – mit einem UV-empfindlichen Resist beschichtet. Anschließend erfolgt die Strukturierung durch UV-Belichtung, Entwicklung und nass-chemisches Ätzen. Das Ergebnis ist ein präzises Kupferlayout, bereit für die Bestückung mit elektronischen Komponenten wie Chips, Widerständen oder Steckern.

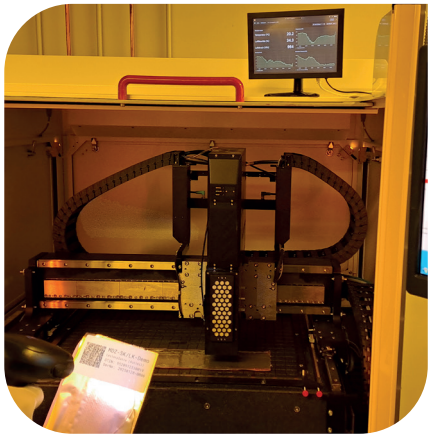
Parallel dazu ermöglicht eine moderne IT-Infrastruktur die lückenlose Nachverfolgung von Materialflüssen und Prozessdaten. Kernstück ist das sogenannte „Senogate“ – eine lokale Erfassungseinheit mit Raspberry Pi, Sensorik und Touchoberfläche. Hier werden optische oder elektronische Markierungen (z. B. QR-Codes oder RFID-Tags) gescannt und mit den erfassten Maschinen- und Produktdaten verknüpft.

Die gesammelten Informationen werden automatisiert aufbereitet, mit Zeitstempeln versehen und an eine zentrale Datenbank übermittelt.

Die webbasierte Plattform ermöglicht einen standortübergreifenden Zugriff auf Produktionsdaten, etwa zur Visualisierung von Temperaturverläufen, Energieverbrauch oder CO_2-Fußabdruck. Durch die Nutzung offener Standards wie EPCIS wird sichergestellt, dass die Daten interoperabel, sicher und flexibel erweiterbar bleiben – ein entscheidender Baustein für digitale Lieferketten und den digitalen Produktpass.

Optische oder elektronische Markierungen in Lager und Produktion scannen, mit erfassten Maschinen- und Produktdaten verknüpfen und in zentraler Datenbank auswerten





„DIGITALISIERUNG IST MACHBAR – AUCH FÜR KLEINE BETRIEBE“

Im Interview gibt Geschäftsführerin Anja Merker Einblicke, wie das Zentrum KMU in Sachen Transparenz und Digitalisierung zur Seite steht. Im Fokus der Arbeit: Lösungen, die auch für kleine und mittlere Unternehmen realistisch umsetzbar sind.

Wo liegen aktuell die größten Herausforderungen in Lieferketten?

Neben geopolitischen Herausforderungen ist innerhalb funktionierender Lieferketten auch oft der Informationsfluss gestört, weil viele Partner beteiligt und die Prozesse komplex sind. Digitalisierung hilft dabei, Daten zu erfassen und ortsunabhängig bereitzustellen. Das hilft nachzuvollziehen, wo ein Produkt herkommt und wie es verarbeitet wurde.

Wie zeigen Sie, dass das funktioniert?

Mit unserem Lieferkettendemonstrator zeigen wir ganz konkret, wie Daten aus der Produktion erfasst, eindeutig zugeordnet und für Geschäftspartner sichtbar gemacht werden können. Den Unternehmen wollen wir damit veranschaulichen, dass oft schon kleine digitale Tools eine große Verbesserung bewirken können. Dafür haben wir uns ein Modellprodukt ausgesucht. Anhand dessen Herstellungsprozess und Lieferkette zeigen wir, wo Digitalisierung sinnvoll eingesetzt werden kann. Bei dem Produkt handelt es sich um einen RFID-Tag, ein kleines Gerät, mit dem Produkte markiert und nachverfolgt werden können. Es wurde an verschiedenen Standorten unserer Partner bearbeitet – von der Herstellung der Gewebelagen bis zur Montage des Chips. Dabei haben wir alle Schritte digital dokumentiert.

Warum sind solche digitalen Lösungen wichtig?

Digitale Systeme helfen Unternehmen, Risiken besser zu erkennen und ihre Prozesse effizienter zu gestalten. Sie können etwa zeigen, welche Materialien und wie viel Energie für ein Produkt benötigt wurden – ein wichtiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Es stehen darüber hinaus auch neue Vorgaben wie der digitale Produktpass an, auf die sich auch mittelständische Unternehmen am besten frühzeitig vorbereiten. Damit Unternehmen künftig genau nachweisen können, was in ihren Produkten steckt und wie sie hergestellt

„Digitalisierung ist machbar – auch für kleine Betriebe. Und sie bringt echten Mehrwert. Wir stehen dabei gerne mit unserem Know-how zur Seite.“

wurden, hilft die digitale Datenerfassung und der digitale Austausch innerhalb von Lieferketten.

Auf welche Technologien können die Unternehmen dabei zurückgreifen?

Es bietet sich z. B. an, mit QR-Codes, RFID-Tags und einfachen Sensoren zu arbeiten. Diese helfen dabei, die benötigten Daten im Produktionsprozess zu erfassen, etwa Maschinenparameter, Materialverbrauch oder Energieeinsatz. Wir demonstrieren, wie die Daten verschlüsselt gespeichert und nur berechtigten Personen zur Verfügung gestellt werden können. Der sichere Datenaustausch ist für die Unternehmen natürlich besonders wichtig.

Und wie hilft der Demonstrator konkret kleinen und mittleren Unternehmen?

Wir zeigen, dass Digitalisierung kein Großprojekt sein muss. Man kann mit kleinen Schritten beginnen, z. B. mit Dashboards, die mittels Open Source-Software erstellt und in eigene vorhandene Systeme im Betrieb integriert werden können. Unsere Partner in Aachen, Chemnitz und Denkendorf stehen hier im Rahmen der Arbeit von Mittelstand-Digital den Unternehmen zur Seite und besprechen etwa in Workshops passende Herangehensweisen für individuelle Lösungen. Zudem können Unternehmen auf Standards zurückgreifen, die den Informationsaustausch erleichtern.

GRUNDLEGENDE STANDARDS UND TECHNOLOGIEN FÜR DEN INFORMATIONSAUSTAUSCH IN LIEFERKETTEN

In einer zunehmend digitalisierten und globalisierten Wirtschaft ist die Fähigkeit, Daten entlang der gesamten Lieferkette effizient, sicher und interoperabel auszutauschen, ein entscheidender Erfolgsfaktor. Standards, allen voran EPCIS (Electronic Product Code Information Services) – bilden hierfür die technologische Grundlage.

Neben dem Barcode für eindeutige Identifikation und Datenaustausch sind folgende Standards bekannt und sehr weit verbreitet:

- GTIN (Global Trade Item Number): Eindeutige Artikelnummer für Produkte
- GLN (Global Location Number): Eindeutige Adressierung von Unternehmen, Standorten oder Abteilungen
- SSCC (Serial Shipping Container Code): Für Transporteinheiten und Paletten
- RFID/QR-Code/Barcode: Zur maschinenlesbaren Kennzeichnung und Nachverfolgung

EPCIS: Ereignisbasierter Datenaustausch entlang der Lieferkette

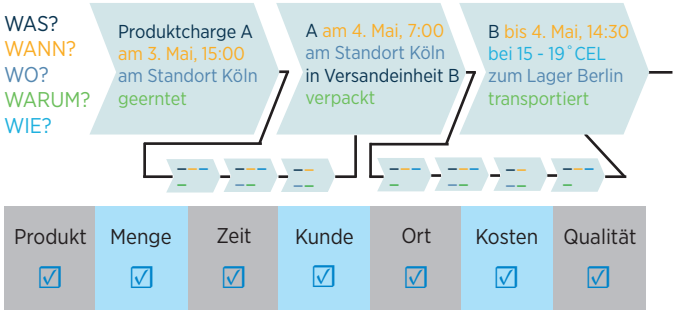
Mit EPCIS können sogenannte Events definiert, gespeichert und geteilt werden. Diese Ereignisse dokumentieren typische Prozessschritte wie Versand, Empfang, Verarbeitung oder Lagerung. Jedes Event besteht aus:

- Was? (Produktidentifikation, z. B. EPC)
- Wann? (Zeitstempel)
- Wo? (Ort des Ereignisses, z. B. GLN)
- Warum? (Geschäftlicher Kontext wie „Produktion“ oder „Versand“)

Ein beispielhafter EPCIS-Event könnte lauten:

„Produkt X wurde am 12.01.2023 um 14:45 Uhr an Standort Y versandt (Status: in Transit).“

Diese standardisierte Form ermöglicht die systemübergreifende Kommunikation – ob zwischen internen Abteilungen, mit Zulieferern oder Behörden (B2B, B2G, B2C).



Exemplarische Event-Abfrage

Wie erfolgt die technologische Umsetzung und der Nutzen?

Zum einen muss es eine Schnittstelle zur Erfassung und Abfrage von EPCIS-Daten mit dem vorhandenen System geben. Über z. B. MQTT-Protokolle kann sicher kommuniziert werden, um die Speicherung, Filterung und Analyse der Events in zentralen Datenbanken und Cloud-Systemen vorzunehmen.

Vorteile vom Einsatz von Standards/Standardlösungen für Unternehmen

- Prozessoptimierung & Effizienz durch Datentransparenz
- Rechtssicherheit und Dokumentierung der Sorgfaltspflichten
- Kundentransparenz durch digitale Produktpässe
- Zertifikats- und Herkunftsmanagement
- Interoperabilität mit ERP-, T&T- und IoT-Systemen

INTEGRATION DIGITALER LIEFERKETTEN IN MES/ERP-SYSTEME

Die nahtlose Integration in bestehende MES- (Manufacturing Execution Systems) und ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning) ermöglicht es, Produktions-, Logistik- und Einkaufsprozesse über Unternehmensgrenzen hinweg durchgängig zu vernetzen und in Echtzeit zu steuern. Sie sind ein strategischer Hebel für nachhaltige, agile und belastbare Produktionsnetzwerke.

Von der Excel-Liste zur vernetzten Lieferkette

In vielen Unternehmen werden Auftragsdaten, Materialverfügbarkeit oder Produktionsfortschritte noch dezentral in Excel-Dateien verwaltet. Die Einführung eines webbasierten, integrierten ERP- oder MES-Systems hebt diese Prozesse auf ein neues digitales Niveau. Alle beteiligten Partner – vom Rohmaterallieferanten bis zur externen Konfektion – können in Echtzeit auf ein zentrales System zugreifen, Statusmeldungen erfassen, Dokumente austauschen und Engpässe kommunizieren.

Informationsanforderungen an Lieferketten steigen: Zugriff aller Prozessbeteiligter in Echtzeit auf zentrales System erhöht die Transparenz

Funktionale Integration in MES/ERP

Durch die direkte Kopplung mit MES-/ERP-Systemen können unternehmensinterne Prozesse wie Produktionsplanung, Materialdisposition, Wareneingang und Rechnungswesen automatisch mit externen Ereignissen synchronisiert werden.

Der Datenaustausch umfasst:

- Auftragsdaten (Mengen, Termine, Stücklisten)
- Statusrückmeldungen (Zuschnitt, Nähen, Versand)
- Dokumente (Lieferscheine, Etiketten, Zollpapiere)
- Transportinformationen
- Materialverbräuche, Fehlmaterialmeldungen

Diese Daten fließen zurück ins System und ermöglichen eine proaktive Steuerung und Nachverfolgung entlang der gesamten Lieferkette.

Vorteile der Integration

- Echtzeit-Transparenz: Sofortiger Überblick über den Auftragsstatus
- Reduzierte Fehler: Einheitliche Datenbasis und automatisierter Dokumentenaustausch
- Kostenreduktion: Optimierung von Beständen, Transporten und Auftragsplanung
- Reaktionsfähigkeit: Frühzeitige Identifikation und Bearbeitung von Abweichungen

Zusätzliche Funktionalitäten können darüber hinaus die dynamische Anpassung von Prozessen, das Auslösen von Benachrichtigungen und eine zentrale Überwachung via Dashboard ermöglichen.

Ein modernes Transportmanagementsystem (TMS) kann die Integration durch Track-&-Trace-Funktionen ergänzen. Daten zu geplanten Abfahrts- und Ankunftszeiten, Transportkosten oder Lieferdokumente können mit dem System verknüpft und zentral eingesehen werden. Dadurch wird auch die letzte Meile der Lieferkette transparent.

EUROPAWEITE DIGITALE PRODUKTVERFOLGUNG – TRANSPARENZ IN ECHTZEIT FÜR RESILIENTE LIEFERKETTEN

Wie eine europaweite digitale Produktverfolgung aussehen kann, zeigt ein praxisnahes Beispiel von einem deutschen KMU in Kooperation mit einem europäischen Saatguthersteller: Mithilfe von RFID-Technologie wird die lückenlose Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Saatgutsacks – über Produktion, Logistik und Handel bis zum Landwirt – sichergestellt.

Der digitale Zwilling in der Lieferkette

Im Zentrum des Konzepts steht der „Digitale Zwilling“ des Produkts – ein Datenobjekt, das jede relevante Information über das physische Produkt abbildet. Jeder Sack Saatgut erhält einen RFID-Transponder, der automatisch und kontaktlos in verschiedenen Prozessschritten gelesen wird: bei der Abfüllung, Palettierung, Verladung, beim Wareneingang beim Logistikdienstleister oder sogar auf dem Feld. Dadurch wird ein kontinuierlicher Informationsfluss erzeugt – in Echtzeit und standortübergreifend.

Vorteile für Unternehmen und Marktteilnehmer der europaweiten Produktverfolgung:

- Gegenmaßnahmen bei Graumarktaktivitäten (z. B. Umverkäufe außerhalb autorisierter Kanäle)
- Schutz vor Produktpiraterie durch eindeutige Identifikation und Echtheitsnachweise
- Optimierung von Lager- und Transportmanagement (z. B. automatische Bestandsführung, Tracking)
- Geobasierte Marketingmaßnahmen, etwa durch Identifikation von „Touchpoints“
- Schnellere Rückrufaktionen durch punktgenaue Lokalisierung betroffener Chargen

Die Datenübertragung sollte verschlüsselt und ausfallsicher erfolgen: Über ein mehrstufiges System (inkl. Reverse Proxy Server und Zertifikatsmanagement) kann sichergestellt werden, dass nur autorisierte Systeme Zugriff erhalten.

Durch die Integration des digitalen Zwillings in ERP-/MES-Lösungen entsteht ein durchgängig digitales Rückgrat, das Produktion, Logistik und Nachhaltigkeit intelligent verbinden kann.

Mit dem Digitalen Zwilling Produkte und Prozesse digital abbilden und optimieren und digitale Transformation der Industrie beschleunigen

KRISEN IN LIEFERKETTEN PROAKTIV UND EFFIZIENT MANAGEN

Globale Krisenereignisse – von Pandemien über geopolitische Spannungen bis hin zu Naturkatastrophen oder Cyberangriffen – gefährden zunehmend die Stabilität internationaler Lieferketten. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die in der Regel keine eigene Risikoabteilung unterhalten, kann dies existenzbedrohend sein. Ein Lieferkettenradar kann hier eine zukunftsweisende Lösung bieten: Ein digital gestütztes Frühwarnsystem, das Risiken erkennt, bewertet und konkrete Handlungsempfehlungen liefert – individuell zugeschnitten und ohne eigene IT-Infrastruktur.

Vom Risiko zur Reaktion: Die Systematik eines Lieferkettenradars

Ein Lieferkettenradar kombiniert unternehmensspezifische Informationen mit globalem Krisenmonitoring. Im Mittelpunkt steht die Analyse von sogenannten Bottlenecks – also kritischen Knotenpunkten in der Lieferkette. Sobald ein externer Krisenauslöser wie ein Erdbeben, Krieg oder ein Ausfall der Energieversorgung detektiert wird, prüft das System dessen Relevanz für das eigene Wertschöpfungsnetzwerk. Daraus erzeugt der Lieferkettenradar automatisch ein Szenario mit Maßnahmenvorschlägen, die iterativ angepasst und priorisiert werden können.

Krisen proaktiv und effektiv managen: mit einem Lieferkettenradar unternehmensspezifische Informationen mit globalem Krisenmonitoring kombinieren

Datenbasis sind unter anderem:

- Unternehmensdaten (Produkte, Lieferanten, Standorte, Finanzen)
- Echtzeitinformationen zu Krisen (z. B. aus Social Media, Nachrichtenquellen, Satellitendaten)
- Produkt- und Komponentenanalysen auf Tier-n-Ebene

Nutzen für KMU

- Frühzeitige Risikoerkennung: Krisenpotenziale erkennen, bevor sie sich auswirken.
- Transparenz im Einkauf und Controlling: Klare Übersicht über Abhängigkeiten und Alternativen.
- Schnellere Reaktionsfähigkeit: Handlungsempfehlungen reduzieren Ausfallzeiten und finanzielle Risiken.

Zukunftsausblick: KI-gestütztes Krisenmanagement

Im Rahmen laufender Forschungsprojekte wie PAIRS oder Circman 5.0 wird der Lieferkettenradar um KI-Module erweitert, die Transportwege, Energieausfälle oder Epidemien prognostizieren und dynamische Empfehlungen generieren. Damit entsteht ein lernfähiges System, das mit jeder Krise besser wird.

RÜCKNAHME, REUSE UND RECYCLING DURCH DATEN EFFIZIENT GESTALTEN

Die Textilbranche steht exemplarisch für die Herausforderungen einer linearen Wirtschaft: Hoher Ressourcenverbrauch, mittlere bis kurze Produktnutzungsdauer und ein Rückgewinnungsgrad von unter einem Prozent. Um diesem Trend entgegenzuwirken, gewinnen digitale Lösungen zur Steuerung zirkulärer Prozesse rasant an Bedeutung – nicht nur zur Erfüllung von EU-Vorgaben, sondern auch als Grundlage für neue, nachhaltige Geschäftsmodelle.

Daten als Grundlage zirkulärer Wertschöpfung

Rücknahme, Wiederverwendung und Recycling lassen sich nur dann skalieren, wenn Produkte, Materialien und Nutzungsdaten systematisch erfasst und intelligent verknüpft werden. Dazu braucht es vier Säulen:

1. Zugang: Ein digitaler Kanal (z B. App, QR-Code) eröffnet Kundinnen und Kunden einfache Wege zur Rückgabe – unabhängig vom Rückgabegrund.

2. Steuerung: Daten zur Nutzung, Rückgabe und Logistik bündeln Produkte gezielt am passenden Ort.

3. Kreislaufführung: Systeme bewerten automatisiert, ob ein Produkt weiterverkauft, repariert, recycelt oder entsorgt werden soll.

4. Auswertung: Die kontinuierliche Analyse der Daten ermöglicht Prozessoptimierung, Prognosen und neue Services.

Digitale Enabler: Produktpass, Plattform & Prozessautomation

Ein zentraler Baustein ist der Digitale Produktpass (DPP). Er dokumentiert Herkunft, Material, Verarbeitung und Recyclingfähigkeit – und macht Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg digital sichtbar. In Kombination mit Plattformlösungen können Unternehmen dadurch:

- die Wirtschaftlichkeit zirkulärer Modelle analysieren (z. B. durch Pricing, Nachfrageprognosen)
- automatisierte Rücknahmeprozesse aufbauen (inkl. Erkennung, Kommunikation, Logistiksteuerung)
- Kooperationen mit Partnern erleichtern (z. B. Aufbereitung, Resale, Recycling)
- und auf gesetzliche Pflichten wie erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) vorbereitet sein.

Fragen, die sich Unternehmen beim Einstieg in zirkuläre Modelle stellen sollten:

- Was will ich mit einer Rücknahme erreichen? (z. B. Kundenbindung, EPR-Compliance, Umsatz)
- Welche Produkte sind geeignet? (z. B. langlebig, reparierbar, wertvoll)
- Welche Partner brauche ich? (intern wie extern)
- Wie kann ich vorhandene Infrastruktur nutzen? (z. B. Stores, Reparaturservices)
- Was motiviert Kundinnen und Kunden zur Rückgabe? (z. B. Rabatte, Transparenz)

Daten sind der Schlüssel, um aus der Rücknahme einen strategischen Hebel für Nachhaltigkeit, Kundenbindung und neue Geschäftsmodelle zu machen. Wer frühzeitig investiert, verschafft sich nicht nur regulatorische Sicherheit, sondern auch einen Wettbewerbsvorteil im zirkulären Wandel.

Mit einem Digitalen Produktpass Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg digital sichtbar machen

DAS MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM SMARTE KREISLÄUFE

Mit unseren Partnern zeigen wir passgenaue Lösungen auf, wie Sie die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen voranbringen können. Gemeinsam mit Ihnen erstellen wir Roadmaps für die nächsten Schritte oder setzen in Praxisprojekten erste Maßnahmen um.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe besteht seit März 2023 und umfasst fünf Partner:

Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie

Als Konsortiumsführer und Transferpartner bringt der Verband seine Expertise im Bereich der sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Kooperationen mit Start-ups ein und managt das Netzwerk.

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)

Die DITF sind Experten für individualisierte Produkte in den Bereichen Bekleidung, Smart Textiles und Leichtbau. Sie machen durchgehendes Engineering erlebbar: von der Idee bis zum fertigen Produkt.

Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University

Das ITA zeigt, wie Smart Data dazu beitragen kann, eine nachhaltige Zukunft zu gestalten. Gäste können die Vernetzung einer vollstufigen textilen Prozesskette hautnah erleben und erfahren, welcher wirtschaftliche Nutzen sich durch die digitale Transformation ergibt.

Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V. (STFI)

Das STFI in Chemnitz demonstriert vertikale Integration, vernetzte Produktionssysteme und Ressourceneffizienz, etwa die Selbstoptimierung von komplexen Anlagen.

DER MITTELSTANDSVERBUND – ZGV

Der Verband verfügt über ein breites Netzwerk aus in Verbundgruppen organisierten Unternehmen in den Bereichen Handel, Handwerk und Dienstleistungen aus 45 Branchen. Als Transferpartner erfasst er die Bedarfe der Unternehmen und bringt die Arbeitsergebnisse des Zentrums in die mittelständische Wirtschaft.

Mehr zu unserer Arbeit online
www.digitalzentrum-smarte-kreislaeufe.de/projekte.html

Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe gehört zu Mittelstand-Digital. Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den *Mittelstand-Digital Zentren* und der Initiative *IT-Sicherheit in der Wirtschaft* umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung der Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de.

Mittelstand-Digital

KONTAKT | IMPRESSUM

Schaufenster Aachen

Florian Pohlmeyer

pohlmeyer@mdz-sk.de

Schaufenster Denkendorf

Dr. Heiko Matheis

matheis@mdz-sk.de

Schaufenster Berlin

Anja Merker

merker@mdz-sk.de

Schaufenster Köln

Tim Geier

geier@mdz-sk.de

Schaufenster Chemnitz

Dirk Zschenderlein

zschenderlein@mdz-sk.de

Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe
c/o Gesamtverband textil+mode
Wallstr. 58
10179 Berlin
Telefon: 030 726220-48
E-Mail: kontakt@mdz-sk.de
www.smarte-kreislaeufe.de

Die vorliegende Broschüre ist eine Veröffentlichung des Gesamtverbandes textil+mode im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Smarte Kreisläufe.

Herausgeber:
Gesamtverband textil+mode
Wallstr. 58
10179 Berlin

Telefon: 030 726220-48
E-Mail: kontakt@mdz-sk.de

Berlin, Juli 2025

Vereinsregister des Amtsgerichts Berlin Charlottenburg VR 27113 B
Hauptgeschäftsführer: Dr. Uwe Mazura

Redaktion: Anja Merker, Gesamtverband textil+mode
Gestaltung: Ulrike Markert, Gesamtverband textil+mode

Bildnachweis: S. 1: Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe; S. 5: DITF, S. 6: DITF, STFI; S. 7: STFI, Hahn-Schickard; S. 10: pixabay; S. 11, 12, 13: AdobeStock

www.smarte-kreislaeufe.de