

Effiziente Produktionsversorgungskreisläufe in Wertschöpfungsnetzwerken

Dr. A. T. Schulte, H. Piastowski, S. Jakob, C. Radtke, T. Korkmaz
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund, Deutschland
kontakt_reallabor@fit.fraunhofer.de

Ausgangssituation und Problemstellung

Die Prozesse der Produktionsversorgung umfassen die Tätigkeiten, die für die Bereitstellung der Komponenten an den Verbrauchsorten in der Produktion erforderlich sind. Während die innerbetriebliche Produktionsversorgung die Bereitstellung der Komponenten vom Wareneingang bis an die Arbeitsplätze übernimmt, werden in einem vorgelagerten Versorgungskreislauf, im Zuge der Beschaffungsprozesse, die Komponenten von externen Lieferanten eingekauft. Der zunehmende Kundenwunsch nach individuellen Produkten hat eine steigende Anzahl an unterschiedlichen Produktkomponenten zur Folge, welche im Zuge der Produktionsversorgung beschafft, transportiert, bestandsmäßig erfasst und verwaltet werden müssen. Variantenvielfalt, mehrstufige Fertigungsprozesse sowie die parallele Steuerung von bedarfs- und verbrauchsgesteuert bereitzustellendem Material erhöht zunehmend die Komplexität in der Produktionsversorgung.

Im Rahmen des **Bestandsmanagements** werden Materialverbräuche über Fertigungsaufträge, retrograde oder manuelle Buchungsverfahren im System erfasst. Dabei kann es zu einer zeitlichen Verzögerung in der Datenaktualität bei den heute eingesetzten Systemen kommen. Darüber hinaus führen Buchungsfehler und Produktionsausschuss zu zusätzlichen Abweichungen zwischen physischem Bestand und Buchbestand. Durch das Vendor Managed Inventory (VMI) kann bei derartigen Lieferantenbeziehungen auch eine Auslagerung des Bestandsmanagements zum Lieferanten erfolgen. Diese schlanke Gestaltung des Versorgungskreislaufes geht mit einer hohen Abhängigkeit von einzelnen Lieferanten einher und erfordert ein hohes Vertrauen in den Lieferanten. Auf technischer Seite erschweren fehlende oder fehleranfällige Schnittstellen zu

externen Systemen die unternehmensübergreifende Bestandstransparenz und bringen dabei schnell die eigene Produktionsversorgung in Gefahr. Eine verlässliche Datenbasis in Bezug auf Aktualität und Qualität der Bestandsdaten ist deshalb eine Grundvoraussetzung für die Sicherstellung einer bedarfs- und anforderungsgerechten Produktionsversorgung.

Ein weiteres Spannungsfeld der Produktionsversorgung stellt die Nachschubversorgung des zentralen Lagers durch externe Lieferanten dar. Bei der **Beschaffung** von häufig und in großer Menge benötigten Komponenten existieren meist feste auf Rahmenverträgen basierende Kunden-Lieferantenbeziehungen. Eine individuelle Lieferantenauswahl auf Grundlage verschiedener Entscheidungskriterien (Verfügbarkeit, Preisgestaltung, räumliche Entfernung etc.) kann jedoch aufgrund des hohen administrativen Aufwands (Anfrage, Angebot, Vertragsgestaltung/Bestellung etc.) aktuell nicht in jeden Beschaffungsprozess integriert werden. Manuell voreingestellte Bestellmengen werden nur selten an veränderte Verbrauchsmengen angepasst. Eine effiziente Kapazitätsplanung in der Produktionsversorgung ist so nicht möglich. Mit dem Rechnungseingang wird zunächst der Wareneingang überprüft. Durch einen Abgleich von Angebots- und Rechnungspreisen werden mögliche Preisdifferenzen aufgedeckt. Erst wenn die Rechnung geprüft wurde, kann die Zahlung angewiesen werden. Fehlende Systemschnittstellen sowie unterschiedliche Rechnungslayouts führen zu einer in der Regel manuellen und zeitaufwändigen Rechnungsprüfung. Somit charakterisieren komplexe Informationsflüsse und Kontrollprozesse den heutigen Beschaffungsprozess.

Im Bereich der innerbetrieblichen Produktionsversorgung besteht ein erhöhter Aufwand in der **Organisation der Transportprozesse**. Eine effiziente Nutzung und Kostenverbuchung

der transportlogistischen Ressourcen stellt die Produktionslogistik vor eine große Herausforderung. Die Fertigung immer kleinerer Losgrößen und steigende Produkt-Individualisierung stellen dabei ebenfalls neue Anforderungen an innerbetriebliche Transportprozesse. Diese müssen in Zukunft schneller und flexibler auf Veränderungen reagieren können. Flexibel anpassbare, fahrerlose Transportsysteme (FTS) in der Intralogistik tragen dieser Dynamik Rechnung. Während FTS in der Produktionslogistik nichts grundsätzlich Neues und vergleichbar mit cyber-physischen Systemen (CPS) sind, stellen cyber-physische Produktionssysteme (CPPS) aktuell meist geschlossene IoT-Anwendungen mit begrenzten vertraglichen Möglichkeiten und eingeschränkter Interoperabilität dar. Das bedeutet, dass diese für konkrete Anwendungsfälle entwickelte Lösungen, häufig sogar auf ein einzelnes Unternehmen begrenzt sind. Um eine durchgängig vernetzte Produktion in der angestrebten Plattformökonomie zu realisieren, bedarf es statt isolierter Insellösungen smarterer IoT-Devices. Basierend auf gemeinsamen Technik-, Software- und Kommunikationsstandards, müssen diese Geräte in dynamischen Produktionssystemen herstellerunabhängig kooperieren und schnelle, flexible Anpassungen ermöglichen.

Lösungsansatz

Blockchain-Netzwerke schaffen sowohl in der externen als auch in der innerbetrieblichen Produktionsversorgung Mehrwerte und tragen zur Effizienzsteigerung bei.

Ein grundlegender Vorteil der Blockchain-Technologie im Bereich des **Bestandsmanagements** ist die Möglichkeit der Harmonisierung von Schnittstellen zum Datenaustausch mit den einzelnen Lieferanten. Anstatt Bedarfsmeldungen aus dem jeweiligen ERP-System über unterschiedliche EDI-Schnittstellen (Electronic Data Interface) an die verschiedenen Systeme der Lieferanten weiterzuleiten, schafft die Blockchain hier eine Möglichkeit der standardisierten Kommunikation. Durch die Verwendung der Blockchain wird so die vollständige Integration einzelner Lieferanten in die Produktionsversorgung ermöglicht. Die Blockchain schafft hierbei die technologische Vertrauensbasis für das Vendor Managed Inventory. Aktualitäts- und Qualitätsverluste im Bereich der Bestands- und somit der

Bedarfsübermittlung können durch diese Schnittstelle deutlich verringert werden. Durch die Nachverfolgbarkeit aller Transaktionen und die zugleich manipulationssichere Datenspeicherung kann sichergestellt werden, dass keine sensiblen Bestandsdaten zweckentfremdet werden. Der Lieferant hat durch die Hinterlegung der durchgeführten Nachschuboperationen auf der Blockchain die Gewissheit, dass durchgeführte Leistungen fälschungssicher belegt und in Rechnung gestellt werden können.

Bei einer Belieferung des Lagers durch mehrere externe Lieferanten profitieren Produktionsunternehmen gleich mehrfach von der Anbindung via Blockchain. Die Blockchain-Technologie ermöglicht im Bereich der **Beschaffung** neue Wege einer flexiblen Lieferantenauswahl zu gehen. Mithilfe der sicheren Datenübertragung per Blockchain kann eine angebundene Plattform zur Auftragsvergabe realisiert werden. Die Manipulationssicherheit der in der Blockchain gespeicherten Daten gewährleistet dabei die Integrität der eingestellten Ausschreibungen sowie der abgegebenen Gebote. Lieferanten wird so die Möglichkeit gegeben um Bestellaufträge zu konkurrieren. Weiterhin können per Smart Contract Bedarfsmeldungen und die daraus resultierenden Folgeprozesse, wie Bestellungen, Versandauftrag, Rechnungstellung und Bezahlung, automatisch angestoßen werden. Sobald eine korrekte und vollständige Nachschublieferte im ERP-System des Produktionssystems registriert wird, kann der Smart Contract über die Blockchain die Zahlung an den Lieferanten zu den vereinbarten Konditionen auslösen. Smart Contracts bieten damit allen Parteien umfangreiche Möglichkeiten zur Realisierung von Smart Payment Lösungen. Somit beschleunigt der Blockchain-Einsatz sowohl für den Produzenten als auch für seine Lieferanten die Durchlaufzeit und die Prozesskosten und bietet die Möglichkeit einer umfassenden Lösung von der Bedarfserfassung und -meldung über die Bestellauslösung und Lieferung bis zur Rechnungsstellung und Zahlungsabwicklung.

Durch eine Blockchain-basierte Lösung lässt sich die **Transportorganisation** der innerbetrieblichen Produktionsversorgung in cyberphysischen Produktionssystemen (CPPS) steuern. Das auf einer Blockchain basierende CPPS kann dabei Verhandlungen,

Finanztransaktionen und agile Selbstorganisation abdecken. Dies ist jedoch davon abhängig, welche Datensätze in der Blockchain nachgehalten werden. Die Integration von KI und IoT kann dabei zur Effizienz von Produktionssystemen beitragen, wenn es darum geht, optimale Arbeitsabläufe in selbstorganisierten, dezentralen Systemen sicherzustellen. Die Steuerung des CPPS erfolgt dabei automatisiert durch Smart Contracts, die in der Blockchain hinterlegt sind. Über die Smart Contracts verhandeln die Transportagenten auf Mikroebene autonom darüber, welche Arbeitsaufträge von welchem Agenten durchgeführt werden, um ein effizientes Gesamtsystem zu bilden. Die Blockchain unterstützt somit die Integration von CPS in das P2P-Netzwerk (Peer-to-Peer) der Blockchain, indem jedem Agenten eine

eindeutige digitale Identität gegeben wird. Auf diese Weise ist jede Transaktion zurückverfolgbar zu dem Device, das sie ausgelöst hat. Die einfache Erweiterbarkeit des Netzwerkes ermöglicht es, neue Agenten nachträglich zu verifizieren und aufzunehmen. Für die Durchführung der Arbeitsaufträge können die Agenten auf Basis von Smart Contracts aufwandsgerecht bezahlt werden. Im Sinne der Plattformökonomie, in deren Zentrum die Logistik steht, können hier mehrere Anbieter Transportsysteme bereitstellen, die um Transportaufträge der Produktionslogistik konkurrieren. Durch dieses Pay-per-Use Geschäftsmodell wird somit nicht mehr die Bereitstellung innerbetrieblicher Transportkapazitäten vergütet, sondern nur die tatsächliche, verifizierte Inanspruchnahme.

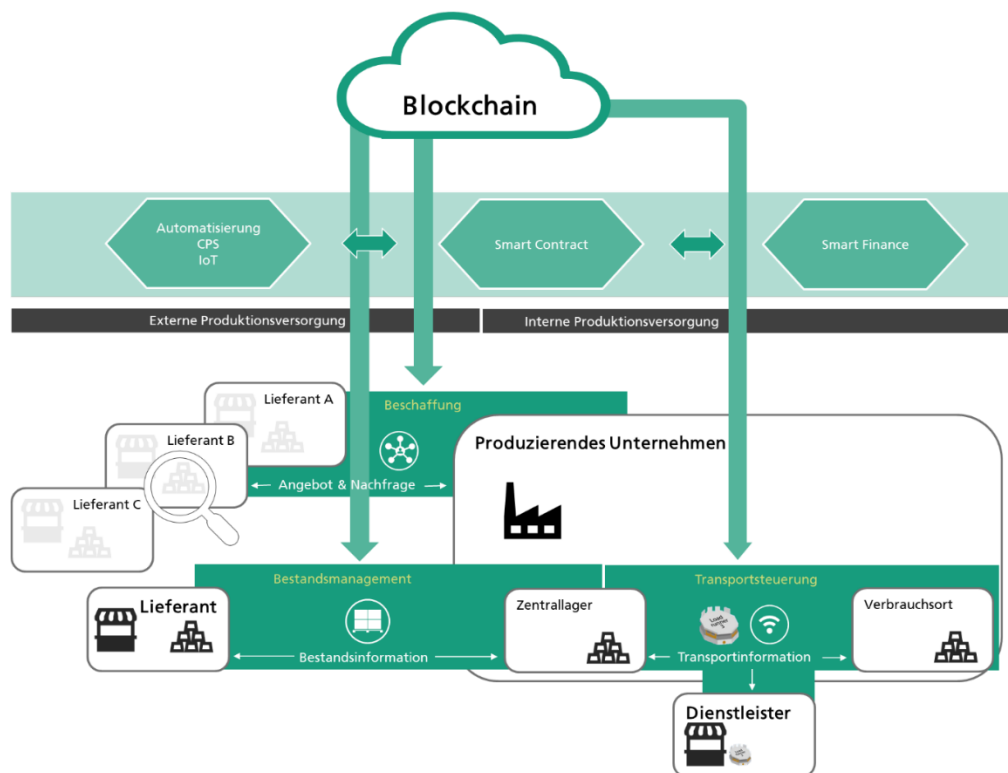


Abbildung 1: Blockchain-basierte Produktionsversorgung in Wertschöpfungsnetzwerken

Herausforderungen für die Umsetzung

In Bezug auf die eingangs erwähnten Problemstellungen bietet die Umsetzung einer umfassenden Blockchain-basierten internen

und externen Produktionsversorgung viele Vorteile, sie ist jedoch auch mit einem hohen Digitalisierungsaufwand verbunden.

Für die genannten Lösungsansätze ist zunächst eine korrekte **Datenerfassung**

maßgeblich, da auf Basis dieser Daten geschäftskritische Abläufe gesteuert werden. Falsche Bestandsinformationen oder fehlerhafte Bestellvorgänge können im schlimmsten Fall zu einer Produktionsunterbrechung führen. Daher müssen die Abläufe genau analysiert und neuralgische Punkte, an denen eine Datenerhebung unabdingbar ist, aufgefunden gemacht werden. Abhängig von dem gewünschten Informationsgehalt können zur Erfassung Sensoren wie z. B. RFID- oder Barcode-Scanner verwendet werden. Auch die manuelle Eingabe von Informationen über Smart Devices muss abgebildet werden. Für die zuverlässige Kommunikation mit solchen Endgeräten bieten einige Blockchain-Implementierungen das Konzept von Light Nodes, welche sich gegenüber einer Blockchain identifizieren können und gleichzeitig keine hohen Hardwareanforderungen stellen. Die Herausforderung für die Datenerfassung besteht nun darin, dieses Konzept in die entsprechenden Sensoren und Devices zu integrieren, da nicht jedes Endgerät die Möglichkeit bietet sich softwareseitig erweitern zu lassen. In diesen Fällen ist zu prüfen ob Sensoren und ggf. auch ältere Produktionsanlagen beispielsweise durch die Anbindung an Einplatinenrechner oder andere Retrofit-Maßnahmen kostengünstig zu CPS aufgerüstet werden können.

Darüber hinaus bedarf es eines harmonisierten Datenaustauschs, im Idealfall mittels **einheitlicher Schnittstellen**. Diese Herausforderung resultiert aus der heterogenen ERP-Landschaft in der Industrie. Um unternehmensübergreifende Flexibilität zu erlangen, müssen unterschiedliche ERP-, WMS- und andere Systeme miteinander kommunizieren können. Dabei können einheitliche Kommunikationsprotokolle dazu dienen eine individuelle Übersetzung der Datensätze für jedes einzelne System zu umgehen und so die Komplexität zu senken. So werden die einzelnen Systeme in die Lage versetzt die Nachrichten der Gegenstelle zu erhalten und auch zu interpretieren. Eine große Hürde hierbei ist es eine ausreichend große Schnittmenge an Kommunikationsparametern zu finden, so dass die vereinheitlichten Nachrichten von allen beteiligten Systemen verstanden und verarbeitet werden können. Eine weitere Herausforderung in diesem Zusammenhang ist

die technische Anbindung der unterschiedlichen Systeme an eine Blockchain-Architektur. Die Umsetzung der Schnittstellen sollte im Idealfall auf die zugrunde liegende Software abgestimmt sein und nicht auf das individuelle Unternehmen. Dadurch wird die Übertragbarkeit von bereits umgesetzten Schnittstellen auf verschiedene Unternehmen wesentlich vereinfacht.

Ebenso müssen **administrative Regelungen** getroffen werden, um Prozesse des Blockchain-Betriebs, Zustimmungen zu Updates, sowie die Rollen- und Aufgabenverteilung innerhalb des Netzwerkes festzulegen und somit einer Zweckentfremdung von Daten vorzubeugen. Außerdem spielen in einem Verbund aus heterogenen Unternehmen die Zugriffsrechte eine wichtige Rolle. Design, Struktur und Nutzungskonzepte von Blockchain-Netzwerken müssen den Ansprüchen der beteiligten Unternehmen nach Veröffentlichung und auch Geheimhaltung der ausgetauschten Daten Rechnung tragen. Dabei sind unter anderem Regelungen und Sichtbarkeiten bei Ein- und auch Austritt aus dem Verbund, oder auch nur ein temporärer Datenzugriff für bestimmte Teilnehmer, wichtige Faktoren. Deshalb ist eine effektive Rechteverwaltung erforderlich, welche diese und weitere Anforderungen umsetzen kann und dabei berücksichtigt, wer diese Rechte erteilen und widerrufen darf.

Mögliche Stakeholder

Der Use Case zeigt **produzierenden Unternehmen** branchenübergreifend die Möglichkeit auf die Blockchain-Technologie in unterschiedlichen Bereichen innerhalb der Produktionsversorgung gewinnbringend einzusetzen und die Versorgungskreisläufe effizienter zu gestalten. Durch den Einsatz einer Blockchain im Bereich der externen Produktionsversorgung wird die Kollaboration von Unternehmen im Sinne einer verbesserten Kunden-Lieferantenbeziehung gestärkt. Auf diese Weise richtet sich der Use Case an das gesamte **Beschaffungs- und Versorgungsnetzwerk produzierender Unternehmen**. Die Blockchain gestützte systemunabhängige Datentransparenz ermöglicht einen unternehmensübergreifenden, sicheren und beschleunigten Informationsaustausch von dem beide Seiten profitieren. Die Kombination von Blockchain in Verbindung mit Smart

Contracts und Smart Finance lassen Beschaffungsprozesse deutlich verschlanken. Neben der Stärkung von bestehenden Kunden-Lieferantenbeziehungen steht folglich auch der Aufbau neuer Kunden-Lieferantenbeziehungen im Fokus. Die Blockchain-Technologie eröffnet im Umfeld der Beschaffung neue Vertriebswege. Eingefahrene Versorgungskreisläufe werden aufgebrochen und lassen eine neue Chancengleichheit für Lieferanten entstehen. Hierdurch lassen sich weitere wirtschaftliche Potenziale im Rahmen einer intelligenten Lieferantenauswahl heben. In Bezug auf die innerbetriebliche Produktionsversorgung eröffnet der Einsatz von IoT, Blockchain und Smart Contracts neue

Möglichkeiten der Selbststeuerung. Dieser Agilitätsgewinn gestattet eine wirtschaftliche Versorgung auch mit kleineren Losgrößen und bietet Unternehmen mit hohem Variantenreichtum so eine neue Effizienz der produktionslogistischen Prozesse. Die Blockchain ermöglicht eine schlanke Dienstleistungsgestaltung, bei der die Bereitstellung intelligenter Transportmittel einen KMU-adäquaten Zugang zu Innovationen im Bereich der autonomen Transportsteuerung bietet. Auf diese Weise profitieren **Dienstleistungsunternehmen** von dem Einsatz der Blockchain-Technologie bei der Bereitstellung von Transportmitteln für die Produktionsversorgung.