

# Wertstromanalyse als Tool für Industrie 4.0 und ressourceneffiziente Produktion in KMU

Maximilian Bega & Alexander Apfeld

Projektmitarbeiter #dzt

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS)

Veröffentlichung: 20.04.2025

Letzte Aktualisierung: 30.04.2026

Dieser Artikel wurde im Rahmen des Projekts #dzt | digital.zirkulär.ruhr erstellt. Das Land NRW und die EU fördern das Projekt im Rahmen des EFRE/JTF-Programms NRW 2021-2027. Unter dem folgenden Link finden Sie den Originalartikel, eventuelle Aktualisierungen sowie weitere Informationen: [www.digital.zirkulär.ruhr](http://www.digital.zirkulär.ruhr)

## Einleitung

Die Wertstromanalyse und ihre Erweiterungen ermöglichen eine tiefgreifende Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen. Besonders hervorzuheben sind die Energiewertstromanalyse und die Ressourcenwertstromanalyse, die eine nachhaltige Produktion in KMU unterstützen können.

Die vierte industrielle Revolution, bekannt als Industrie 4.0, bietet enorme Potenziale, um Produktionsprozesse zu optimieren, Fehler zu reduzieren und Ressourcen zu schonen. Durch datengetriebene und autonome Entscheidungsunterstützung können Produktionsmitarbeiter sich stärker auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren und gleichzeitig die Effizienz steigern.

Ein zentraler Aspekt von Industrie 4.0 ist die papierlose Produktion, die Medienbrüche minimiert und damit Fehlerquellen reduziert.

Moderne Maschinen können heute umfangreiche Daten generieren und verarbeiten, beispielsweise über das ethernetbasierte Kommunikationsframework OPC UA. Viele Unternehmen nutzen dieses Potenzial jedoch nicht vollständig.

Gründe hierfür sind unter anderem fehlendes interdisziplinäres technisches Wissen oder begrenzte Umsetzungskapazitäten.

Besonders kleine und mittlere Unternehmen verfügen oft über weniger Ressourcen für Industrie-4.0-Projekte.

## **Wertstromanalyse 4.0, Energiewertstromanalyse und Ressourcenwertstromanalyse**

Ein geeignetes Werkzeug, um diese Barrieren zu überwinden, ist die Wertstromanalyse 4.0 (WSA 4.0).

Die Evolution der WSA ist in Abbildung 1 dargestellt.

Ursprünglich aus dem Lean Management stammend, erweitert die WSA 4.0 die klassische Wertstromanalyse um Eigenschaften für Datenübertragung und Datenverarbeitung.

Die Weiterentwicklung WSA 4.0 Plus bietet zusätzliche technische Eigenschaften, die es sowohl Produktions- als auch Softwareingenieuren ermöglichen, Produktionsprozesse und Datenflüsse ganzheitlich und detailliert darzustellen.

Sie integriert unter anderem:

Genauigkeit der Datenaufzeichnung

eingesetzte Kommunikationstechnologien

Schnittstellen zwischen Datenübertragung und Datenspeicherung

Neben diesen Erweiterungen existieren weitere Adaptierungen, die eine tiefgreifende Analyse und Optimierung ermöglichen – insbesondere die Energiewertstromanalyse und die Ressourcenwertstromanalyse.

### **Energiewertstromanalyse**

Die Energiewertstromanalyse erfasst die innerbetriebliche Ist-Situation hinsichtlich energierelevanter Daten.

Sie ergänzt die klassische Wertstromanalyse um Verbrauchsdaten wie:

Strom  
Erdgas  
Druckluft

Durch die systematische Aufdeckung von Energieverschwendung können gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz entwickelt werden.

Ein zentraler Aspekt ist die Vergleichbarkeit der Energieintensität verschiedener Prozesse, ermöglicht durch die Berechnung von Energieäquivalenten in Wattstunden (Wh).

### **Ressourcenwertstromanalyse**

Die Ressourcenwertstromanalyse erweitert den klassischen Wertstrom um die Dimension der Materialflüsse.

Dazu werden zunächst relevante Materialflüsse identifiziert, beispielsweise über den Black-Box-Ansatz, und anschließend im Wertstrom abgebildet.

Wesentliche Kennzahlen sind unter anderem:

Wirkungsgrade  
Materialnutzungsgrade

Da die Anzahl relevanter Materialien schnell sehr groß werden kann, ist die Umrechnung in Äquivalente oft mit hohem Aufwand und Informationsverlust verbunden.

Daher empfiehlt es sich, sich auf drei bis fünf zentrale Materialien zu konzentrieren – insbesondere solche, die in vielen Prozessschritten vorkommen und damit einen Arbeitsplatzvergleich ermöglichen.

### **Potenziale für die Circular Economy**

Die Wertstromanalyse besitzt großes Potenzial, die Prinzipien der Circular Economy in produzierenden Unternehmen zu fördern.

Dies geschieht durch:

Aufdeckung von Potenzialen bei Energieverbräuchen und Stoffströmen  
Identifikation von Digitalisierungspotenzialen

Ressourceneffizienz gilt als Impulsgeber für die Circular Economy, während Digitalisierung als Enabler und Treiber verstanden wird.

Die Integration der erweiterten Wertstromanalysen in Industrie-4.0-Strategien ermöglicht Unternehmen:

Effizienzsteigerung  
nachhaltigeres Wirtschaften  
Förderung zirkulärer Prinzipien

Durch die gezielte Anwendung von Energie- und Ressourcenwertstromanalyse sowie der WSA 4.0 können Produktionsprozesse ganzheitlich optimiert und ökologische Nachhaltigkeit gestärkt werden.

### **Vorlagen und Kontakt**

Vorlagen zur Durchführung der Wertstromanalyse 4.0 Plus finden sich hier:

<https://github.com/maximilianbega/vsm4.0plus.git>

Kontakt:

Alexander Apfeld

E-Mail: [apfeld@lps.rub.de](mailto:apfeld@lps.rub.de)

Telefon: +49 (0)234 32-15267

Maximilian Bega

E-Mail: [bega@lps.rub.de](mailto:bega@lps.rub.de)

Telefon: +49 (0)234 32-28713

### **Literatur**

[1] Meudt T, Metternich J, Abele E (2017): Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production. CIRP Ann 66:413–416.

[2] Lewin M, Voigtlander S, Fay A (2017): Method for process modelling and analysis with regard to the requirements of industry 4.0. IEEE, Piscataway, NJ.

[3] Bega, M., Sapel, P., Ercan, F. et al. (2023): Extension of value stream mapping 4.0 for comprehensive identification of data and information flows within the manufacturing domain. Prod. Eng. Res. Devel. 17, 915–927.

[4] Neugebauer, R. (Hg.) (2014): Handbuch ressourcenorientierte Produktion. Hanser.

[5] Schmidt, Ch. M./Weber, Th. (Hrsg.) (2024): Digitale Enabler der Kreislaufwirtschaft. acatech STUDIE.