




Workshop: Datengetriebene Geschäftsmodelle für nachhaltige Wertschöpfungssysteme (NaWerSys)


Eine Einführung


Friedemann Kammler ¹, Paul Christoph Gembarski ², Thorsten Schoormann ³
Simon Hagen⁴

1 Ausgangssituation

Produkte und Dienstleistungen, die neue Features durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen (IKT) ermöglichen, stellen heute kein Novum mehr dar. In der Anwendung für innovative Geschäftsmodelle bilden „Smarte Produkte“ [PH15] und deren systematische Vernetzung in Cyber-Physischen Systemen (CPS) bereits heute einen wichtigen Mechanismus zur Erbringung innovativer Leistungen. Treibstoff dieses Mechanismus¹ sind Daten, die als virtuelles Wirtschaftsgut zwischen Herstellern und ihren Kunden ausgetauscht werden und auf diese Weise Kreisläufe fundamental verändern. Dabei treten Kunden aus Unternehmensperspektive nicht länger ausschließlich als Konsumierende auf, sondern werden für die Hersteller zu wichtigen Anbietern von Daten und darin enthaltener Information. Hierdurch entwickeln sich neue Geschäftsmöglichkeiten. Offensichtlich erscheint die Erfassung von Marktwissen, für die Hersteller bereits heute automatisch Betriebsdaten zum Gebrauch ihrer Produkte beziehen und zukünftige Entwicklungen passgenau auf Kundenbedürfnisse ausrichten [St19]. Gleichmaßen verspricht der „Treibstoff“ Daten aber auch kundenseitiges Nutzenpotenzial: Datenaustausch zwischen vernetzten Produkten trägt zum Beispiel zu auf Künstlicher Intelligenz basierenden Fähigkeiten, wie der Perzeption und situativen Schlussfolgerung des Systems bei und erlaubt Systemen auf diese Weise das „kontinuierliche Erlernen“ komplexer Fähigkeiten, wie der Fähigkeit zur Adaption in einem dynamischen Umfeld (u.a. spezifiziert als Kontextadaption in „Smart Systems“ [RO20]). Derartige Technologien implizieren einen großen Schritt in Richtung kundenzentrierter Lösungen. Durch virtuelle Konfiguration (i.S.v. Mass Customization) werden Produkte und Dienstleistungen unterschiedlicher Anbieter integriert sowie automatisch und kontinuierlich an die Bedürfnisse und Gewohnheiten ihrer Nutzer

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Smart Enterprise Engineering, Parkstraße 40, 49080 Osnabrück, friedemann.kammler@dfki.de,  <https://orcid.org/0000-0002-2418-4882>

² Leibniz Universität Hannover, Institut für Produktentwicklung und Gerätebau (IPeG), An der Universität 1, 30823 Garbsen, gembarski@ipeg.uni-hannover.de,  <https://orcid.org/0000-0002-2642-3445>

³ Universität Hildesheim, Institut für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim, schoormann@uni-hildesheim.de  <https://orcid.org/0000-0002-3831-1395>

⁴ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Smart Enterprise Engineering, Parkstraße 40, 49080 Osnabrück, simon.hagen@dfki.de

angepasst [KKG21]. Auf der anderen Seite setzt die umfassende Gestaltung derartiger Leistungen hohe Entwicklungsaufwände und Koordination im späteren Betrieb voraus.

Der Workshop NaWerSys verbindet drei erforderliche Betrachtungswinkel. Zunächst erweitern wir den gestalterischen Fokus von der Einzelleistung auf deren Beitrag zu ganzen Wertschöpfungssystemen. Hierfür ist im Sinne der ökonomischen, aber auch ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit eine Vielzahl von Wechselwirkungen zu berücksichtigen, die harmonisiert werden müssen, um langfristige Wirksamkeit sicherzustellen. Neben der reinen Erklärbarkeit setzt die praktische Anwendung letztlich auch die Entwicklung von neuen Konstruktionstechniken voraus, die komplexe, interdisziplinäre Funktionszusammenhänge in plausible Teilprobleme zerlegen, die fachkundig gelöst werden können.

2 Von innovativen Leistungen zu datengetriebenen Wertschöpfungssystemen

Produkte und Dienstleistungen, die innovative Funktionen durch Daten erschließen, entstehen gegenwärtig in nahezu jeder Wertschöpfungskette. Im Kern substituieren viele Leistungen manuelle Arbeitsschritte durch automatisierte Funktionen, z.B. Recommender Systeme als Ersatz von wissensintensiver Beratung im Verkauf [FE19], oder optimieren Zeit- und Kostenaufwand sowie Qualität, z.B. über Bilderkennung in der Qualitätsprüfung oder Bauteilidentifikation [LSK20]. Traditionell als Endprodukt betrachtete Güter erzeugen mit den erfassten Daten darüber hinaus aber oftmals auch einen Rohstoff für komplementäre Leistungen: Maschinen, die Betriebsdaten zur Diagnose von Stillständen bereitstellen, schaffen so etwa einen Mehrwert für die Optimierung eines universellen Instandhaltungsprozesses auf tatsächlich benötigte Arbeitsschritte („Tailored Services“) [Ka19]. In der Sache bereits in Beziehung stehende Güter können durch die Erweiterung mit IKT also auch faktisch als Datenerzeuger und -verbraucher in einem Ökosystem verknüpft werden. Die Entwicklung der hierfür erforderlichen Grundstruktur wird bspw. durch die Initiative GAIA-X verfolgt [GA20].

Am Anwendungsfall betrachtet wird diese Veränderung noch deutlicher: Vereinfacht kann jedes Geschäft als abgeschlossener Leistungsaustausch zwischen einem Anbieter und seinem Kunden verstanden werden. Dies ist im Kern unmittelbar auf „High-Tech“-Produkte und -Dienstleistungen anwendbar. Erfolgt stufenweise Kauf, Veredelung und Verkauf einer Leistung, werden diese Schritte logisch als Wertschöpfungskette zusammengefasst: Auf diese Weise tragen Stahlproduzenten, Teilefertiger und Automobilbauer in Stufen zum gleichen Produkt – einem Auto – bei. Wird dieser lineare Zusammenhang aufgebrochen und unterschiedliche Wertschöpfungsketten ineinander verschränkt, um eine Reihe komplementärer Leistungen zu realisieren, sprechen wir von einem Wertschöpfungssystem. In der Natur von Wertschöpfungssystemen liegt deshalb bereits eine grundsätzliche *Komplexität*, die gerade dann entsteht, wenn einzelne Teilnehmer eine Vielzahl von Rollen und Beziehungen zueinander einnehmen und sogar

„Rückflüsse“ entgegen der ursprünglichen Veredelungsfolge der „Kernleistung“ verursachen. Zum Vergleich: In einem Wertschöpfungssystem wird der Leasingnehmer eines Fahrzeugs auch gleichzeitig zum Anbieter von Verkehrsdaten auf den gefahrenen Strecken. Dabei folgen die ineinander verschränkten Leistungen keinesfalls synchronen Lebenszyklen, sondern überlappen einander und erzeugen auf diese Weise *Kontinuität*. Wertschöpfungssysteme dienen in diesem Sinne der Verstetigung von Kundenbeziehungen. In ihrer Anlage können derartige Systeme außerdem *offen* – d.h. jederzeit durch komplementäre Angebote anderer Anbieter erweiterbar – oder *geschlossen* gestaltet werden. Während geschlossenen Systemen die Herausforderung innewohnt, dass ein gesamtes Ökosystem aus eigener Hand bewirtschaftet werden muss, bringen offene Systeme *Dynamik* mit sich. Denn Kunden und Anbieter können das System verlassen (oder herausgedrängt werden), während andererseits neue hinzukommen und so eine Prognose über Bedarfe und Absatzzahlen langfristig mindestens mit großen Unsicherheiten verbinden.

Um die vielschichtigen Zusammenhänge eines Wertschöpfungssystems zu entwirren, erscheinen Geschäftsmodelle als zweckdienliche Abstraktion einzelner Interessen. Deren Modellierung (z.B. mittels Software [Sz20]) umfasst u.a. die Benennung zentraler Ressourcen, Kundengruppen, Partner sowie Kosten- und Ertragsstrukturen.

3 Nachhaltigkeit als Schnittpunkt komplementärer Interessen

Durch die passgenaue Optimierung des Ressourceneinsatzes auf die individuellen Bedürfnisse des einzelnen Kunden bieten datengetriebene Wertschöpfungssysteme das Potenzial, einen Beitrag zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen zu leisten. Aus *ökologischer Perspektive* betrifft dies etwa die Virtualisierung von Einzelleistungen, indem einfache physische Produkte, wie ein Wecker, in universellere und standardisierte Produkte, wie Smartphones, integriert und durch datengetriebene Funktionen, wie die Ableitung von typischen Weckzeiten, angereichert werden. Analog werden auch Dienstleistungen, die Wege- und Zeitaufwand verursachen, durch digitale Services ersetzt (i.S.v. Variantenreduktion). Mit Perspektive auf den langfristigen Betrieb von Kundenlösungen erscheint die virtuelle Konfiguration von Leistungsbündeln (i.S.v. Product-Service Systemen) als Ziel, um die kontinuierliche Anpassung an Veränderungen der Kundenbedürfnisse und des technischen Stands (i.S.v. Retrofit und Refurbishment) zu ermöglichen [GL18]. Letztendlich bieten sich auch für „ausgemusterte“ Leistungen Potenziale, indem bspw. alternative Verwendungen und Recycling-Pfade (i.S.v. Circular Economy) abgeleitet werden.

Der Datenbedarf für Betrieb und Verbesserung derartiger Funktionen begründet neue Märkte. Hierdurch sind den ökologischen Potenzialen auch neue *ökonomische Fragestellungen* gegenüberzustellen, die beantwortet werden müssen. Kurze Innovationszyklen und das schnelle Eintreten der Obsoleszenz einer Technologie erzeugen in solchen Märkten eine kontinuierliche Dynamik, die die Verfügbarkeit und Kompatibilität von

angebotenen und benötigten Daten negativ beeinflussen kann. Um diese Gefahr zu entschärfen, gilt es, auch die ökonomische Nachhaltigkeit ins Blickfeld zu rücken und auch den automatisierten Datenaustausch zwischen Produkten und Dienstleistungen als eigenständige Leistungen im Wertschöpfungssystem zu betrachten. Hierfür ist die automatisierte Preisbildung erforderlich, die in vielen Fällen von der Informationsqualität eines Datensatzes (Enthaltene Fakten, Richtigkeit, Aktualität, Aufbereitung) abhängig ist. Mit der Implementierung von Abrechnungsmechaniken, wird die Bedeutung von Produkten und Dienstleistungen als „systemrelevanter“ Datenanbieter hervorgehoben und in kontinuierliche Wertschöpfungsprozesse eingewoben (direkt, oder z.B. durch Tausch- und Kompensationsgeschäfte).

Letztlich gilt es auch, die *soziale Nachhaltigkeit* von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen genauer zu untersuchen [SK20]. Dabei ist abzusehen, dass individuelle Kundenlösungen, die innerhalb eines Systems virtuell gebündelt werden, einzelne Produkte und Dienstleistungen obsolet machen können und so einen zentrierten und verschärften Wettbewerb auslösen können. Beherrschen einzelne Anbieter ganze Systeme, besteht außerdem die Gefahr von schwer reversiblen Marktstrukturen, die letztlich weitere Anbieter verdrängen („Winner-takes-all-Effekt“ [HA17]). Dem gegenüber steht das Potenzial offener Wertschöpfungssysteme, in denen neue Anbieter zur Erweiterung des Lösungsraums beitragen und langfristige wechselseitige Kooperationen mit ihren Kunden etablieren.

Der Workshop NaWerSys möchte diese ökonomischen, ökologischen und soziale Potenziale durch datengetriebene Wertschöpfungssysteme und Geschäftsmodelle aufgreifen und bietet eine Plattform für Forschung und Praxis, um sowohl methodische Aspekte, als auch (praktische) Beispiele zu diskutieren.

4 Integriertes Engineering für datengetriebene Wertschöpfungssysteme

Es scheint absehbar, dass auch zukünftig Geschäftsmodelle die Potenziale von Daten und deren Analyse stärker betonen werden, sei es durch deren Bepreisung als Rohstoff oder durch die funktionale Steigerung des Kundennutzens im Hinblick auf Zeitersparnis, Prozessvereinfachung, Integration von Einzelleistungen oder generellen Qualitätssteigerung [ASB16]. Um datengetriebene Geschäftsmodelle erfolgreich umzusetzen, müssen materielle und virtuelle Entwicklungstätigkeiten integriert betrachtet werden. Eine Kerntechnologie für diese Aufgabe ist der digitale Zwilling, der Produkte und Dienstleistungen virtuell repräsentiert und so Tests und Optimierung neuer Betriebsparameter, die Analyse von geänderten Umweltbedingungen oder die digitale Fehleranalyse ermöglicht. Sinnbildlich gesprochen erzeugen derartige Technologien eine „virtuelle Parallelwelt“, in der die informationellen Anteile der Leistung abgebildet werden. Der Nutzen liegt auf der Hand: Eine Änderung an der Maschine, egal ob bei Wartung, Instandsetzung oder betrieblicher Optimierung, kann im Vorfeld präzise getestet

werden, die Stillstände und auch das Risiko sind deutlich geringer [AGC19]. Bei der Erbringung von Dienstleistungen steigern digitale Assistenten ebenfalls die Sicherheit und Qualität und ermöglichen auf diese Art und Weise im After-Market neue, Self-Service-basierte Wartungsmodelle. In diesem Sinn könnten in Zukunft ganze Geschäftsmodelle (und damit Anteile eines Wertschöpfungssystems) vollständig durch Information abgebildet werden. Dieses Potenzial wird in der betrieblichen Praxis jedoch bislang häufig noch nicht gehoben, weil das „konsequente Mitdenken“ virtueller Leistungsbestandteile und alternativer Verwendungsformen der eigenen Produkte und Dienstleistungen ausbleibt. Mehr noch, eine Reihe von praktischen Beispielen zeigt, dass Produkte ergebnisoffen mit Technologie zur Datenerfassung und -verarbeitung ergänzt werden, ohne weiterführende Nutzungsszenarien zu spezifizieren und in deren Ergebnisse in den Konstruktionsprozess einfließen zu lassen. Im Ergebnis lassen sich aus den aufgenommenen Daten keine, oder nicht die erforderlichen Informationen ableiten.

Für Entwickler ergibt sich daraus zukünftig der klare Auftrag, auch Fragen an das Produkt zu formulieren, die auf informationeller Ebene beantwortet werden können, und auf dieser Basis zu integrierende IKT (z.B. integrierte Wissensspeicher, aber auch Sensorik) auszuwählen [De16]. Bekannte erfolgreiche Implementierungen der virtuellen Gestaltungsebene verfolgen zumeist einem top-down-Ansatz. Sie werden also als abgeschlossenes System durch einen einzelnen Anbieter mit ausreichenden Kapazitäten und einer strategischen Geschäftsplanung entwickelt. Im Betrieb des Systems erschließt der Anbieter dann neue Geschäftsfelder, indem zusätzlicher Kundennutzen durch Leistungsbausteine auf der virtuellen Gestaltungsebene erzeugt wird. Ein vielbeachtetes Beispiel ist die nachträgliche Integration der autonomen Steuerung in Tesla Fahrzeugen. Entwicklungen setzen dafür einerseits auf einem strategischen Programmmanagement für Funktionen auf, müssen andererseits aber auch einen „virtuellen Freiheitsgrad“ implementieren, der Folgeinnovationen zulässt. Aus dieser Perspektive darf es keine Rolle spielen, ob die spätere Verwendung erfasster Daten in der Zustandsüberwachung einer im Betrieb befindlichen Maschine liegt, oder die Ableitung von Anforderungen für die Folgegeneration des Produkts ermöglicht [Ge20]. Ein analoger Gestaltungsfreiheitsgrad muss auch für Dienstleistungen betrieben werden, um eingesetzte IKT und den damit deutlich gesteigerten Entwicklungs- und Integrationsaufwand für kontinuierliche Dienstleistungsinnovationen operationalisieren zu können.

5 Anlass und Anliegen des NaWerSys-Workshops

Die nachhaltige Konzeption, Entwicklung und der Betrieb von datengetriebenen Wertschöpfungssysteme erfordern interdisziplinäre Kompetenzen, die eine Herausforderung für alle beteiligten Gestaltungsdisziplinen darstellen. Das Anliegen des NaWerSys-Workshops liegt deshalb darin, Entwickler übergreifend zusammenzubringen, erfolgreiche Anwendungen zu diskutieren und gemeinsame Konzepte, Modelle und Methoden zu prägen, die zur systemischen Gestaltung beitragen. Artefakte werden so im interdisziplinären Austausch aus einer Vielzahl von Perspektiven validiert und können –

insofern sie sich als zweckdienlich erweisen – als akzeptierte Standards zur Lösung von Schnittstellenproblemen beitragen. Der erste NaWerSys-Workshop auf der INFORMATIK 2021 nimmt diese Diskussion in fünf Beiträgen auf.

Der Beitrag von *Christoph Heinbach* und *Oliver Thomas* adressiert die Herausforderung der Dekarbonisierung von Lieferketten. Mit dem „Green Service Canvas“ entwickeln die Autoren ein visuelles Werkzeug, mit dem insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen in der Entwicklung neuer ökologisch nachhaltiger Servicemodelle unterstützt werden sollen.

Jonas Rebstadt, *Henrik Kortum*, *Simon Hagen* und *Oliver Thomas* betrachten das Wertschöpfungssystem Smart Living und zeigen in Anlehnung an die europäische Initiative GAIA-X mit der „Service Registry“ einen prototypischen Ansatz zur Koordination unterschiedlicher Dienstleistungsangebote.

Hannes Jahn und *Hans-Jürgen Pfisterer* entwickeln und evaluieren eine prototypische Lösung zur dynamischen Energieversorgung, indem sie einen mobilen Speicher um eine Datenerfassungstechnologie erweitern.

Im vierten Beitrag erforschen *Philipp Fukas* und *Oliver Thomas* die Schnittstelle zwischen Verfahren der Künstlichen Intelligenz und „Progressive Web Apps“ und zeigen deren Potenzial, Beiträge zur Nachhaltigkeit zu leisten.

Michael Ganske, *Katherina Meißner* und *Julia Rieck* gehen der Frage nach, inwieweit Computerspiele aus dem Bereich der Wirtschaftssimulationen für das Erlernen von Supply Chain Management-Fähigkeiten im Bereich der universitären Lehre angewendet und hinsichtlich Nachhaltigkeitsfragestellungen erweitert werden können.

6 NaWerSys-Programmkomitee und Danksagung

Der Workshop wäre nicht möglich gewesen ohne die Unterstützung durch das Organisationsteam der Jahrestagung INFORMATIK 2021. Ein besonderer Dank geht darüber hinaus auch an das NaWerSys-Programmkomitee, das diesen Workshop mit sorgfältig erstellten Gutachten unterstützt hat:

- Dennis Behrens (Data Scientist)
- Helge Fischer (FOM Essen)
- Lucas Hüer (HS Osnabrück)
- Marie Kammler (HWG Ludwigshafen)
- Robert Keller (Hochschule Kempten)
- Babett Kühne (Universität Hamburg)

- Sven Jannaber (LVM Versicherung)
- Kai Lingemann (DFKI Osnabrück, Planbasierte Robotersteuerung)
- Cristina Mihale-Wilson (Goethe-Universität Frankfurt)
- Frederik Möller (TU Dortmund)
- Sebastian Sieloff (Startup Center HI-Cube GmbH)
- Maren Stadtländer (Universität Hildesheim)
- Frederic Stahl (DFKI Oldenburg, Marine Perception)
- Andreas Varwig (Consultant Data Science)
- Sebastian Werning (IU Internationale Hochschule)
- Jannis Vogel (Universität Osnabrück)

Wir wünschen allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des NaWerSys-Workshops viele neuen Erkenntnisse, spannende Diskussionen und interessante Kontakte.

September 2021

Friedemann Kammler, Paul Gembarski, Simon Hagen und Thorsten Schoormann

Literaturverzeichnis

- [AGC19] Aivaliotis, P.; Georgoulas, K.; Chrysosolouris, G.: The use of Digital Twin for predictive maintenance in manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 32/11, S. 1067-1080, 2019.
- [ASB16] Almquist, E.; Senior, J.; Bloch, N.: The elements of value. *Harvard Business Review* 94/9, S. 47-53, 2016.
- [De16] Demminger, C.; Mozgova, I.; Quirico, M.; Uhlich, F.; Denkena, B.; Lachmayer, R.; Nyhuis, P.: The concept of technical inheritance in operation: analysis of the information flow in the life cycle of smart products. In: *Procedia Technology*, S. 26, 79-88, 2016.
- [FE19] Felfernig, A.; Polat-Erdeniz, S.; Uran, C.; Reiterer, S.; Atas, M.; Tran, T. N. T.; Azzoni, P.; Kiraly, C.; Dolui, K.: An overview of recommender systems in the internet of things. *Journal of Intelligent Information Systems* 52/2, S. 285-309, 2019.
- [GA20] GAIA-X: A Pitch Towards Europe - Status Report on User Ecosystems and Requirements. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, Berlin, 2020.

- [Ge20] Gembarski P.C.: The Meaning of Solution Space Modelling and Knowledge-Based Product Configurators for Smart Service Systems. In Borzemski L.; Świątek J.; Wilimowska Z. (Hrsg.): Proceedings of 40th Anniversary International Conference on Information Systems Architecture and Technology. Advances in Intelligent Systems and Computing 1050. Springer, Cham, 2020.
- [GL18] Gembarski, P.C.; Lachmayer, R.: Product-Service-Systems – What and why Developers can learn from Mass Customization. Enterprise Modelling and Information Systems Architectures 13, S. 16-1, 2018.
- [HA17] Hagiu, A.; Altman, E. J.: Finding the platform in your product. Harvard Business Review 95/4, S. 94-100, 2017.
- [Ka19] Kammler, F.; Hagen, S.; Brinker, J.; Thomas, O.: Leveraging the value of data-driven service systems in manufacturing: a graph-based approach. In: Proceedings of the European Conference on Information Systems. Stockholm-Uppsala, Schweden, 2019.
- [KKG21] Kammler, F.; Kortum, H.; Gembarski, P.C.: Leveraging the Value of Data in the Continuum of Products and Services: Business Types in the Function-Oriented Offerings Model. In: Proceedings of the 10th World Mass Customization and Personalization Conference. Aalborg, Denmark, 2021.
- [LSK20] Lehr, J.; Schlüter, M.; Krüger, J.: Decentralised identification of used exchange parts with a mobile application. International Journal of Sustainable Manufacturing 4/2-4, S. 150-164, 2020.
- [PH15] Porter, M. E. & Heppelmann, E.: How smart, connected products are transforming companies. Harvard Business Review 93/10, 2015.
- [RO20] Romero, M.; Guédria, W.; Panetto, H.; Barafort, B.: Towards a characterisation of smart systems: A systematic literature review. Computers in industry 120, 2020.
- [SK20] Schoormann, T.; Kutzner, K.: Towards Understanding Social Sustainability: An Information Systems Research-Perspective. In: Proceedings of the International Conference on Information Systems. Hyderabad, India, 2020.
- [Sz20] Szopinski, D.; Schoormann, T.; John, T.; Knackstedt, R.; Kundisch, D.: Software tools for business model innovation: current state and future challenges. Electronic Markets 30/3, S. 469-494, 2020.
- [St19] Stark, R.; Freseman, C.; Lindow, K.: Development and operation of Digital Twins for technical systems and services. CIRP Annals 68/1, S. 129-132, 2019.