

Cyber-physische Systeme in der Primärerzeugung von Agrarprodukten

Michael Polster¹

Abstract: Cyber-physische Systeme (CPS) bieten durch die Einbettung informationsverarbeitender Technologien in realen Objekten die Möglichkeit, dem Anwender maschinenseitig erfasste Daten echtzeitnah für unterschiedliche Bedürfnisse gefiltert und gezielt aufbereitet darzustellen, um die zur Prozessoptimierung erforderlichen Entscheidungen zu treffen. Im Beitrag wird ein Forschungsprojekt vorgestellt, in dem verschiedene CPS modelliert und am Beispiel der Ernte- und Transportlogistik im Praxiseinsatz optimiert werden. Basierend auf den erfassten Prozess- und Maschinendaten wird im weiteren Vorgehen ein digitaler Fußabdruck erstellt, der Informationen zur regionalen Herkunft, zur Einhaltung verschiedener Qualitätsparameter und zum Nachweis eines umweltverträglichen und nachhaltigen Produktionsverfahrens abbildet.

Keywords: Cyber-physische Systeme, Vernetzung, Prozessoptimierung, digitaler Fußabdruck

1 Einleitung und Zielstellung

Steigende Lohn- und Maschinenkosten, ein harter Wettbewerb um Ackerland und Arbeitskräfte, stagnierende Erzeugerpreise für Agrarprodukte auf den Weltmärkten: Das sind nur einige der Rahmenbedingungen, mit denen sich Landwirtschaftsbetriebe in Zukunft noch stärker auseinandersetzen müssen. Demgegenüber wächst das gesellschaftliche und politische Verlangen nach mehr Ressourcenschutz, besseren Tierhaltungsbedingungen sowie einer insgesamt umweltgerechteren und transparenteren Produktion. Die sich in diesem Kontext verändernden Betriebsstrukturen führen zu immer komplexer werdenden produktionstechnischen und logistischen Prozessen, erfordern gleichzeitig jedoch mehr Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Im vorliegenden Beitrag wird ein Forschungsprojekt der Technischen Universität Dresden vorgestellt, in dem verschiedene cyber-physische-Systeme (CPS) modelliert und am Beispiel der Ernte- und Transportlogistik im Praxiseinsatz optimiert werden. CPS ermöglichen durch die umfassende Integration von Elektronik und Informationstechnologien die Vernetzung verschiedener Maschinen, Anlagen und Standorte entlang der gesamten Prozesskette [HKK16]. Durch die kontinuierliche Dokumentation von Prozess- und Maschinendaten sollen Informationen gezielt einzelnen Beteiligten bereitgestellt und zur Optimierung von Handlungsentscheidungen genutzt werden [BKM14]. Gleichzeitig kann die ausführliche Datenaufzeichnung einen digitalen Fußabdruck für die verschiedenen landwirtschaftlichen Erzeugnisse abbilden. Dieser dient dazu, die Wertschätzung von Agrarprodukten zu steigern, indem er Informationen zur regionalen Herkunft, zur Einhaltung verschiedener

¹ Externer Doktorand, TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Professur Agrarsystemtechnik;
Multi-Agrar Claußnitz GmbH, Burgstädter Str. 97b, 09236 Claußnitz, michael.polster@multi-agrar.de

Qualitätsparameter und zum Nachweis eines umweltverträglichen und nachhaltigen Produktionsverfahrens sicher darstellt.

2 Potenziale von CPS in der Landwirtschaft

Cyber-physische-Systeme zeichnen sich aus durch die Einbettung informationsverarbeitender Technologien in physischen Objekten. Reale Objekte werden also mit virtuellen Objekten und Prozessen über offene, globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze verknüpft [Ac12]. Der Einsatz von CPS in der Primärerzeugung von Agrarprodukten bietet daher ein enormes Potenzial zur Optimierung von Prozessen, insbesondere zur Steigerung der Arbeitsproduktivität, aber auch zur Erhöhung der Produktqualität [Ru11]. Ein wesentlicher Ansatz liegt an dieser Stelle bei der Mensch-Maschinen-Kollaboration, wobei durch gezielte Aufbereitung und Visualisierung von Maschinendaten ein intuitives Assistenzsystem entsteht. Zu diesem trägt auch der Anwender unmittelbar bei. Als Teil der Interaktion und durch seine menschliche Fähigkeit zur Wissensassoziation kann er beispielsweise fragmentierte Daten vervollständigen [PD10]. Die auf mobilen Arbeitsmaschinen etablierten Systeme unterstützen zwar bereits die Ausgabe hoher Prozesskomplexitäten, sie bilden jedoch meist nur den Datenaustausch innerhalb des Maschine-Geräte-Systems ab. Der eigentliche Mehrwert entsteht erst durch Vernetzung, also die umfassende Integration von Elektronik und Informationstechnologien verschiedener Maschinen, Anlagen und Standorte untereinander zu cyber-physischen Systemen [HKK16]. Innerhalb solcher Systeme senden alle Teilnehmer Prozess- und Maschinendaten an einen zentralen Server, welcher diese zunächst algorithmisch zu aussagekräftigen Informationen aufbereitet und anschließend allen Prozessbeteiligten echtzeitnah zur Verfügung stellt. Dabei können die unterschiedlichen Informationsbedürfnisse vom operativen Anwender zum strategischen Leiter berücksichtigt und dargestellt werden. Abbildung 1 zeigt schematisch den Übergang von hierarchischen Strukturen zu CPS-basierten Vernetzungen. Es wird deutlich, dass die zur Prozessoptimierung erforderlichen Informationen nun direkt, unmittelbar und verlustfrei zwischen verschiedenen Entscheidungsträgern ausgetauscht werden können.

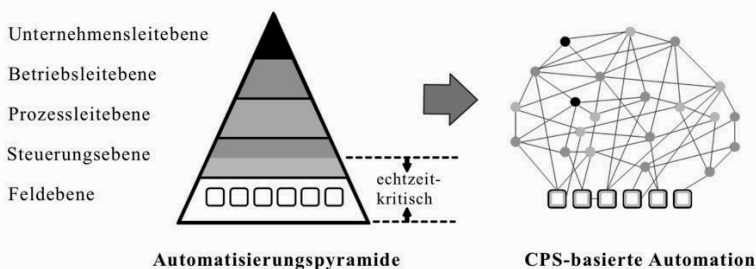


Abb. 1: Auflösung hierarchischer Pyramiden durch CPS[VD13]

3 Erfassung und Verarbeitung von Daten

Die aufgezeigten Potenziale von CPS sollen im Praxiseinsatz am Beispiel der Ernte- und Transportlogistik nachgewiesen werden. Dazu werden die Maschinen eines Landwirtschaftsbetriebes mit Datenloggern ausgestattet. An diesen sind Schnittstellen zum Einbinden verschiedener Sensorelemente vorbereitet. In der Box selbst arbeitet ein Linux-basiertes Betriebssystem. Mit Hilfe einer Konfigurationsdatei werden geloggte Messwerte auch bei Maschinen verschiedener Hersteller und mit teils unbekannten CAN-Signalen in einem passenden Format ausgegeben [BKM14]. Diese Standardisierung der Ausgabedatei ist Voraussetzung für die Anwendung allgemein formulierter Auswertalgorithmen. Die Erfassung der hersteller- und maschinenunabhängigen Daten geschieht über möglichst wenige, konkret nur zwei, unterschiedliche Signalquellen. Zum einen das GPS-Signal und zum anderen die Informationen aus dem Maschinenbus der mobilen Arbeitsmaschine sowie die ISOBUS-Daten des Anbaugerätes. Zur geographischen Positionsbestimmung der Maschine ist eine aktive externe GPS-Antenne am Datenlogger angeschlossen. Diese mit einem Zeitstempel versehene Angabe dient als Grundlage und Führungsgröße aller weiteren geloggten Daten [BKM14]. Aus der Positionsveränderung einer mobilen Arbeitsmaschine lassen sich auch Informationen zur Beschleunigung und Geschwindigkeit der selbigen ableiten. An den Datenloggern befinden sich außerdem zwei CAN-Schnittstellen. Diese nehmen Daten vom Maschinenbus der mobilen Arbeitsmaschine auf. Um ausschließlich standardisierte Diagnosedaten zu analysieren, werden primär Signale des genormten Netzwerkprotokolls SAE J1939 und der ISO 11783 herangezogen [BKM14]. Die mit einer Frequenz von einer Sekunde aufgezeichneten Datensätze werden innerhalb des Loggers auf einer SD-Karte gespeichert. Gleichzeitig werden sie über die GSM-Mobilfunkanbindung auch an einen zentralen Server übertragen. Als Zielgröße für die Frequenz der Datenübertragung werden zunächst 30 Sekunden angestrebt. Je niedriger dieser Wert gewählt wird, umso realer kommen die aufbereiteten Informationen bei einem Informationsempfänger an. Dies setzt jedoch eine stabile mobile Internetverbindung voraus. Als Beispiel dafür, wie einzig aus Positions- und Maschinenbus-Daten relevante Informationen generiert werden können, sei die Arbeitszustandsanalyse eines Gülleausbringfahrzeuges vorgestellt:

Über die Standortanalyse lässt sich unmittelbar erkennen, ob sich die Maschine innerhalb oder außerhalb einer bekannten Feldgrenze befindet. Auch Aussagen zur Fahrgeschwindigkeit sind möglich. In Verbindung mit der am CAN-Bus verfügbaren Information zur Stellung des Heckhubwerks kann dann der Arbeitszustand abgeleitet werden. Je mehr prozessbezogene Daten innerhalb des cyber-physischen Systems zur Auswertung verfügbar sind, umso sicherer können exakte und zielführende Informationen generiert werden. Befindet sich eines der am Prozess der Gülleausbringung beteiligten Transportfahrzeuge beispielsweise im Stillstand und in unmittelbarer Nähe zum Ausbringfahrzeug, so könnte dieser Zustand auf eine Arbeitspause hinweisen. Setzen beide Maschinen ihre Bewegung nach kurzer Zeit jedoch jeweils fort und deutete der Kraftstoffverbrauch auf eine zumindest teilweise Auslastung der Motoren hin, so hat während der Stillstandzeit wahrscheinlich ein Überladevorgang stattgefunden. Durch die Kombination und Vernetzung einzelner Daten zu vielfältigen Informationen können also je nach Bedarf und Ent-

scheidungskompetenz verschiedene Auswertungen wie Erntedaten, eigene und fremde Maschinendaten oder Energieverbräuche übermittelt werden.

4 Erwartete Ergebnisse und Ausblick

Die Entwicklung kann komplexe Prozess- und Maschinendaten algorithmisch analysieren und diese zum Zweck der Prozessoptimierung den verschiedenen Entscheidungskompetenzen innerhalb eines Unternehmens intuitiv darstellen. Durch die Integration cyber-physischer Systeme sind dabei alle prozessbeteiligten Maschinen, Geräte und Standorte miteinander vernetzt, sodass auch die entscheidungsrelevanten Informationen direkt und unmittelbar zur Verfügung stehen. Denkbare Anwendungsfelder der Entwicklung sind beispielsweise die Analyse der Maschinenauslastung, die Arbeitszustandsbetrachtung von Geräten und Erntefahrzeugen, die Optimierung einer Transportlogistik oder die Abbildung energetischer Stoffströme im Herstellungsprozess eines Agrarproduktes. Die Entwicklung trägt also dazu bei, die Primärerzeugung agrarischer Produkte insgesamt nicht nur wirtschaftlicher, sondern besonders auch nachhaltiger zu machen. Im weiteren Vorgehen werden die aufgezeichneten und ausgewerteten Datenströme eines Produktionsprozesses zum automatischen Generieren eines digitalen Fußabdrucks genutzt. Indem er Rückverfolgbarkeits- sowie Liefer- und Leistungsnachweisinformationen darstellt [HKK16], kann die Wertschätzung von Agrarprodukten gesteigert werden.

Literaturverzeichnis

- [Ac12] Acatech-Deutsche Akademie der Technikwissenschaften: Agenda CPS-Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. In (Geisberger, E.; Broy, M., Hrsg.): Acatech Studie 2012. <http://www.acatech.de/?id=1405>, München/Garching, 2012.
- [BKM14] Brünnhäuser, J.; Knorr, T.; Meyer, H. J.: Herstellerunabhängiges System zur Prozess- und Maschinendatenanalyse, Landtechnik 69(4), S. 196-200, 2014.
- [HKK16] Herlitzius, T.; Krzywinski, J.; Knöfel A.: Mobile Maschinen werden zu Cyber Physikalischen Systemen-Kollaboration von Mensch und Maschine. 4. Internationales Commercial Vehicle Technology Symposium Kaiserslautern, 2016.
- [PD10] Preim, B.; Dachselt, R.: Interaktive Systeme. Band 1: Grundlagen, Graphical User Interfaces, Informationsvisualisierung. 2. Auflage. Springer-Verlag, Heidelberg, 2010.
- [Ru11] Rusch, C.: Untersuchung der Datensicherheit selbstkonfigurierter Funknetzwerke im Bereich von mobilen Arbeitsmaschinen am Beispiel der Prozessdokumentation. Dissertation. TU Berlin, 2011.
- [VD13] VDI/VDE-Gesellschaft: Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. https://www.vdi.de/uploads/media/Stellungnahme_Cyber-Physical_Systems.pdf, S. 4, 2013.