



Kompetenzzentrum
Energieeffizienz
durch Digitalisierung

Dossier

Standardisierte Datenübertragung in der industriellen Kommunikation als Voraussetzung für die Vernetzung von Industrieanlagen

Die Vorteile des Kommunikationsframeworks OPC UA
als gemeinsame Sprache für alle Maschinen
und Geräte im Unternehmen



Ein Projekt der

dena
Deutsche Energie-Agentur

Die digitale Vernetzung der industriellen Produktion ist heute ein wichtiges Thema. Unternehmen sind mit Schlagwörtern wie dem Industriellen Internet der Dinge (IIoT)¹, Cyberphysischen Systemen (CPS)² und Big Data³ konfrontiert. All diese Begriffe haben eines gemeinsam: Es geht dabei um automatisierten Datenaustausch für die Vernetzung von Maschinen und Anlagen. Diese neuen Technologien bieten Industrieunternehmen vielversprechende Möglichkeiten, ihre Prozesse zu optimieren und ihre Effizienz zu steigern. Nicht selten aber fehlt es gerade kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) an Ressourcen – insbesondere an Wissen, Zeit und finanziellen Mitteln –, um ihre Produktionsanlagen zu digitalisieren und zu vernetzen. Initiativen wie Industrie 4.0⁴ oder Smart Factory⁵ stellen Unternehmen vor Fragen und

neue Herausforderungen: Wie können sie sich am Megatrend beteiligen? Was sind die Voraussetzungen für die Einführung der neuen Technologien?

Dieses Dossier gibt einen Einblick in ein zentrales Thema der Digitalisierung von Industrieunternehmen: die standardisierte Datenübertragung zwischen Maschinen, Geräten, Software und Anlagen. Nur unter dieser Voraussetzung können Daten im Betrieb ungehindert fließen sowie ausgetauscht und erfasst werden. Den Startpunkt für die digitale Wertschöpfungskette bildet eine vollständige und qualitativ hochwertige Datenbasis, wie Abbildung 1 zeigt. Mehr dazu auch in unserem KEDi Factsheet **Daten als Potenziale für Energiewende und Klimaschutz**.



Abbildung 1: Daten als Grundlage der digitalen Wertschöpfungskette
Quelle: eigene Darstellung

Die Übertragung der Daten findet über sogenannte Kommunikationsprotokolle statt. Diese bestehen aus Regeln und Konventionen, die den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Geräten festlegen und es ihnen ermöglichen, miteinander zu kommunizieren.

Dieses Dossier hat zum Ziel, KMU – die sich zum ersten Mal mit dem Thema beschäftigen – einen ersten Überblick über verschiedene Kommunikationsprotokolle, deren Anwendungsmöglichkeiten und Potenziale sowie ihre jeweiligen Vor- und Nachteile zu geben. Der Fokus liegt dabei auf dem Kommunikationsprotokoll OPC UA, das zur Überwindung von Hemmnissen bei der Datenübertragung beiträgt.

Modelle und Anwendungen von Kommunikationsprotokollen in der Industrie

Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Kommunikationsprotokolle für die Datenübertragung in der Industrie entwickelt. Zu den klassischen industriellen Kommunikationsprotokollen in der Betriebstechnik (englisch: Operational Technology, kurz OT) gehören Feldbussysteme⁶ wie Profibus für Anwendungen in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung oder Modbus für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)⁷. Diese älteren Protokolle dominierten in der Betriebstechnik über lange Zeit. Für moderne IIoT-Anwendungen – wie zum Beispiel Apps und cloudbasierte Tools – sind sie jedoch nicht geeignet. In diesem Zusammenhang gewinnen neuere Protokolle wie OPC UA, MQTT, AMQP und HTTP/REST zunehmend an Bedeutung. Sie basieren auf den Internetprotokollen Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)⁸.

1 – Englisch: Industrial Internet of Things (IIoT): die Vernetzung von Maschinen, Geräten und Sensoren in industriellen Anwendungen.

2 – CPS: Verbindung von moderner Informationstechnik – also der informationstechnischen, softwaretechnischen Komponente – mit mechanischen Teilen über ein Netzwerk (z. B. Internet).

3 – Big Data: Speicherung, Verarbeitung und Analyse großer Datenmengen.

4 – Industrie 4.0: Bezeichnung für Projekte zur umfassenden Digitalisierung der industriellen Produktion.

5 – Smart Factory: In einer intelligenten Fabrik arbeiten und organisieren sich Maschinen und Geräte in der Produktionstechnik weitgehend selbst ohne menschliche Eingriffe.

6 – Feldbussystem: Kommunikationsprotokoll zur Verbindung verschiedener Komponenten einer Anlage mit einem Steuerrechner über einen gemeinsamen Datenübertragungsweg.

7 – SPS: Speicherprogrammierbare Steuerungen, eingesetzt zur Regelung bzw. Steuerung von Maschinen und Anlagen.

8 – TCP/IP: Kommunikationsprotokolle zur Verbindung von Netzwerkgeräten im Internet.

Die Herausforderung: Vernetzung von komplexen Produktionsumgebungen mit heterogener Infrastruktur

Jedes dieser Protokolle hat spezifische Vor- und Nachteile, sodass viele Protokolle nicht sämtliche Anforderungen einer komplexen Anwendung über alle Unternehmensebenen abdecken können. Daher ist oftmals die Kombination mehrerer Protokolle erforderlich. Hinzu kommt, dass die Produktionsanlagen in der Regel aus vielen verschiedenen Maschinen und Anlagen von unterschiedlichen Herstellern bestehen. Diese benötigen in der Folge zumeist für den Datentransport auch verschiedene Kommunikationsprotokolle. Insbesondere KMU fällt es daher oft schwer, mit den herkömmlichen Methoden neue Technologien in ihre bestehenden Produktionsumgebungen zu integrieren. Die Vernetzung dieser heterogenen Infrastrukturen ist oft nur mit großem Aufwand realisierbar. Sie erschwert es den Unternehmen, ihre Systeme zu standardisieren und nahtlos zu vernetzen und somit die Vorteile von Industrie 4.0 zu nutzen. Mit der Integration des Internets in die betriebsnahe Technik – basierend auf dem Protokoll TCP/IP – sind zudem neue Anforderungen bezüglich der Sicherheit entstanden.

Für die Hersteller und Betreiber von Industrieanlagen ebenso wie für IT-Dienstleister und Systemintegratoren sind daher einheitliche Protokolle zum Aufbau einer Netzwerkkommunikation⁹ von großer Bedeutung. Die nahtlose Zusammenarbeit zwischen Anwendungen, Systemen und Geräten von unterschiedlichen Herstellern über Domänen hinweg – die sogenannte Interoperabilität – wird zu einem Schlüsselement für den automatisierten Datenaustausch im Sinne von Industrie 4.0.

Technischer Hintergrund: Vergleich von Kommunikationsframework und Kommunikationsprotokoll

Hier setzt das Kommunikationsframework Open Platform Communication Unified Architecture (OPC UA) an. Ein Framework besteht aus mehreren Ebenen (mehrdimensional) und bietet damit die Möglichkeit, Datenströme aus unterschiedlichen Anwendungen miteinander zu verknüpfen. Ein einfaches Kommunikationsprotokoll hingegen agiert auf einer Ebene (zweidimensional) und ist daher auf einzelne Anwendungen beschränkt (z. B. Fertigungs-

und Prozessautomatisierung, Messen von Daten, automatische Steuerung von Maschinen, Erhebung von Qualitätsdaten¹⁰ oder automatische Abrechnungen). Kommunikationsprotokolle legen in der Regel lediglich den Transport von Daten fest (z. B., wie Bits und Bytes übertragen werden). Das Kommunikationsframework OPC UA legt nicht nur fest, wie Daten auszutauschen sind, sondern auch, wie diese zu strukturieren und zu sichern sind. Es liefert damit Regeln für eine anwendungsübergreifende Kommunikation (z. B. für IIoT-Anwendungen) und stellt die notwendige Architektur zur Verfügung, um über alle Ebenen des Betriebs hinweg – und nicht nur auf einer Ebene – die Datenübertragung zu ermöglichen.

Es gibt noch weitere Frameworks (z. B. DDS oder REST), die allerdings im Gegensatz zu OPC UA nur für bestimmte Anwendungen geeignet sind. Diese Frameworks sind in spezifischen Bereichen leistungsstark, haben aber keine so umfassenden Fähigkeiten wie OPC UA. So besitzt OPC UA etwa die Fähigkeit zur Kombination von Kommunikationsprotokollen oder zur Erstellung komplexer Datenmodelle. Das OPC UA-Framework ist auch erweiterungsfähig, sodass zum Beispiel neue Geräte, Anlagen oder Softwares im Gesamtsystem integriert werden können.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht verschiedener Kommunikationsprotokolle mit ihren jeweiligen Besonderheiten und Anwendungsbereichen.

⁹ – Netzwerk: Vernetzung von IT-Systemen oder anderen elektronischen Endgeräten (auch als Netzwerkgeräte bezeichnet), die den Austausch von Daten ermöglicht.
¹⁰ – Qualitätsdaten: Vollständige und hochwertige Daten, die zur Bewertung und Verbesserung von Produkt- oder Prozessstandards verwendet werden können.

Kommunikationsprotokoll	Anwendungsbereich	Besonderheiten
Framework OPC UA	Vernetzung komplexer Infrastrukturen (Betriebs- mit IT-Technik), geeignet für eine unternehmensweite standardisierte Datenübertragung und Automatisierung, daher einsetzbar für IIoT und Industrie 4.0	Plattformunabhängig (weder an eine Hardware noch an ein Betriebssystem gebunden), hohe Sicherheitsstandards, Interoperabilität ¹¹ , erweiterbar (insbesondere auch durch andere Protokolle)
Profinet	Betriebstechnik: Klassische industrielle Automatisierung und Prozesssteuerung	Echtzeitkommunikation, hohe Verfügbarkeit ¹² für stabile Automatisierungslösungen, keine Interoperabilität, basierend auf TCP/IP
Modbus	Betriebstechnik: Klassische industrielle Automatisierung, weit verbreitet im Steuerungs- und Sensorik-Bereich	Keine Interoperabilität, begrenzte Sicherungsmechanismen, nicht ausschließlich TCP/IP-basiert
Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)	IT-Technik: Nachrichtenprotokoll stark verbreitet in Business- bzw. Officeanwendungen	Kompakt, asynchrone Kommunikation ¹³ , Sicherungsfunktionen nur über SASL-Authentifizierung ¹⁴ , geringe Interoperabilität, basierend auf TCP/IP
Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)	IT-Technik: Nachrichtenprotokoll für das IIoT-Umfeld, sehr kompakt und daher ideal für wenig datenintensive Aufgaben geeignet	Keine hohen Sicherheitsstandards, keine Interoperabilität

Tabelle 1: Übersicht über verschiedene Kommunikationsprotokolle sowie deren Eigenschaften und Anwendungsbereiche

Standardisierte Datenübertragung auf Basis des Kommunikationsframeworks OPC UA: Verbindung von IT-Ebene und industrieller Automatisierungsebene

OPC UA ist ein wichtiger Standard in der industriellen Kommunikation. Es stellt ein einheitliches Format für den betriebsweiten Austausch bzw. die Übertragung von Informationen zur Verfügung und ermöglicht somit auch die Kommunikation zwischen den verschiedenen beteiligten Komponenten. Das OPC UA Kommunikationsframework liefert die Basis für den sicheren und zuverlässigen Datenaustausch zwischen Maschinen, Anlagen, Geräten, Softwares und IT-Systemen. Es verbindet die Betriebstechnik (OT) mit der Informationstechnik (IT). Ein Beispiel hierfür ist die Verbindung des ERP-Systems – das zentrale, in der IT-Ebene verortete System zur Planung und Steuerung von Unternehmensressourcen – mit der industriellen Automatisierungsebene.

11 – Interoperabilität: nahtlose Zusammenarbeit unterschiedlicher Anwendungen, Systeme und Geräte, um Daten auf effiziente und verwertbare Art und Weise auszutauschen.

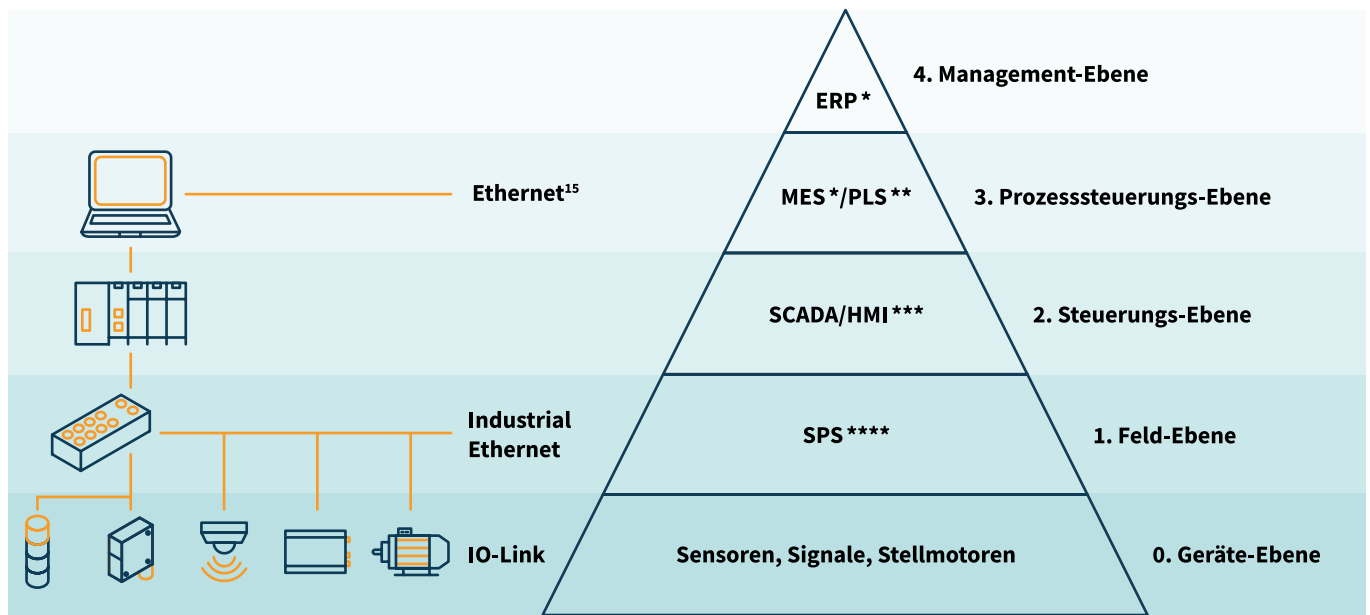
12 – Hohe Verfügbarkeit: Eine hohe, unterbrechungsfreie Verfügbarkeit der Ressourcen eines Computersystems.

13 – Asynchrone Kommunikation bezeichnet in der Informatik und Netztechnik eine Kommunikationsform, bei der das Senden und Empfangen von Daten zeitlich versetzt erfolgt, ohne dass der Prozess durch das Warten auf eine Antwort des Empfängers blockiert wird – im Gegensatz zur synchronen Kommunikation.

14 – SASL, kurz für Simple Authentication and Security Layer: ein von verschiedenen Protokollen zur Authentifizierung im Internet verwendetes Framework.

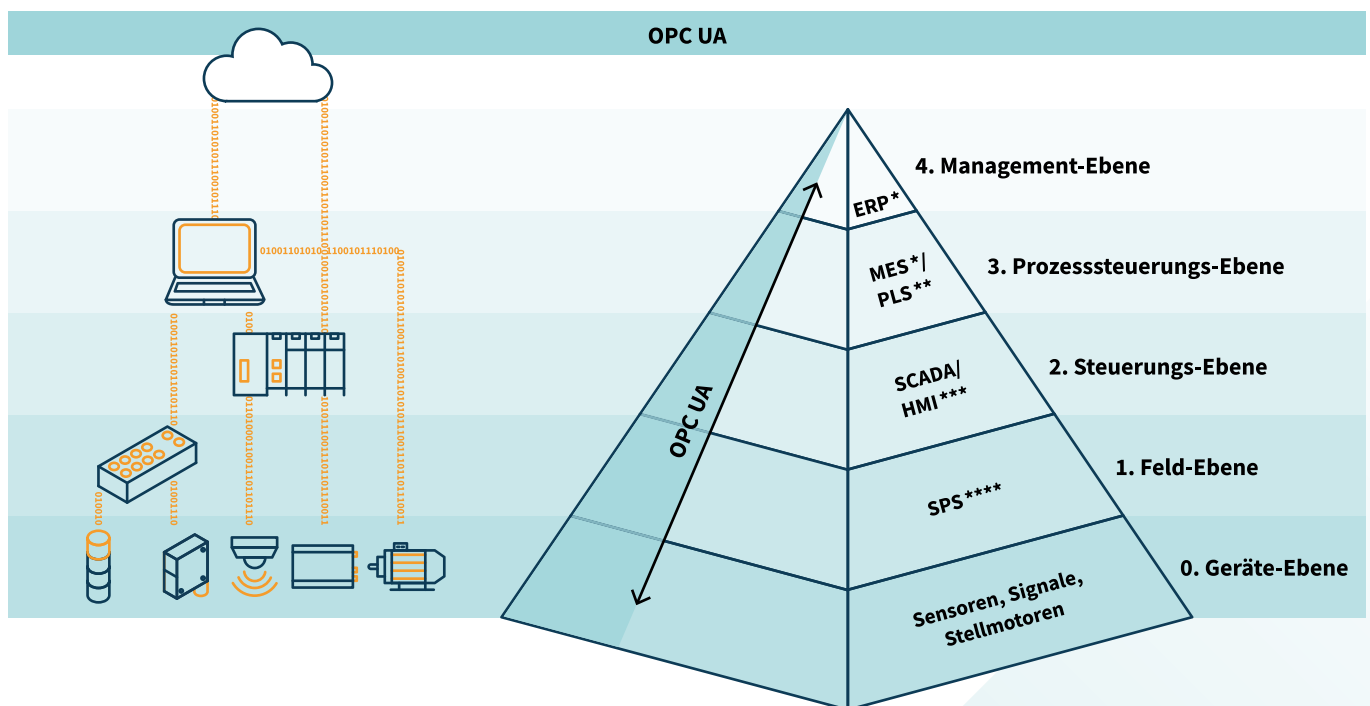
Klassische Protokolle: Zweidimensionale Automatisierungspyramide

Datenübertragung von Gerät zu Gerät in der Produktion auf einer Ebene auf Basis von einfachen Kommunikationsprotokollen



OPC UA-Framework: Mehrdimensionale Automatisierungspyramide

IIoT-Netzwerk auf Basis von OPC UA: Datenübertragung über alle Bereiche des Betriebs



Eigene Darstellung nach Ladegourdie & Kua (2022): Performance Analysis of OPC UA for Industrial Interoperability towards Industry 4.0, Journal IoT, 3(4), S. 508; Liu & Bellot (2020): A configuration tool for MQTT based OPC UA PubSub, S. 3 und Leuze (<https://www.leuze.com/de-de/fokusthemen/technologien/opc-ua>; abgerufen am 06.02.2025).

* **ERP/MES** (engl.: Enterprise Resource Planning/Manufacturing Execution System): Planung und Steuerung von Unternehmensressourcen, Auftragssteuerung

** **PLS** Prozessleitsystem, Steuerung industrieller Prozess

*** **SCADA/HMI** (engl.: Supervisory Control and Data Acquisition): Computersystem bzw. Software zur Überwachung und Steuerung technischer Prozesse

**** **SPS** Speicherprogrammierbare Steuerungen werden zur Steuerung oder Regelung von Maschinen und Anlagen eingesetzt

15 – Der Begriff Ethernet bezieht sich auf die kabelgebundene Datenübertragung innerhalb eines lokalen Netzwerks (Local Area Network / LAN). (<https://it-service.network/it-lexikon/ethernet/>; abgerufen am 18.02.2025)

Das Kommunikationsframework OPC UA als Hebel für mehr Energie- und Ressourceneffizienz

Mithilfe von OPC UA können Unternehmen auch ihre Energie- und Ressourceneffizienz steigern: Durch den standardisierten und durchgängigen Datenaustausch ist es möglich, die entsprechenden Daten zentral zu sammeln, zu analysieren und auszuwerten. OPC UA stellt somit die Basis für ein intelligentes **betriebliches Energiedatenmanagement** dar, bei dem Industriebetriebe über eine Energiemanagementsoftware ihre Energieverbräuche erkennen, Effizienzpotenziale heben und Kosten senken können.

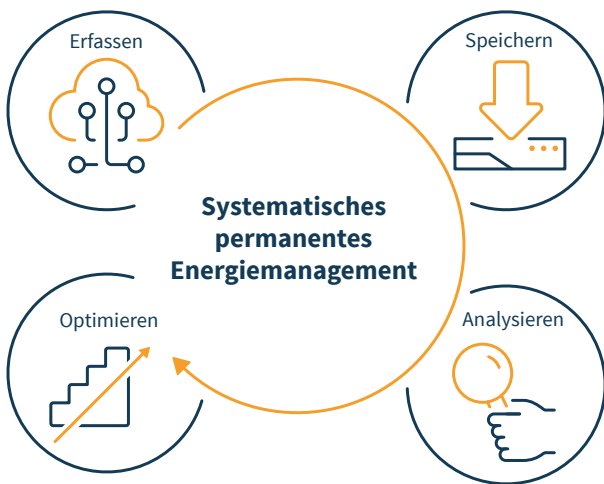


Abbildung 3: Systematisches permanentes Energiemanagement
Quelle: eigene Darstellung

Eigenschaften von OPC UA und Vorteile gegenüber anderen Protokollen

Hersteller- und Branchenunabhängigkeit (Interoperabilität)

OPC UA ist ein hersteller- und branchenunabhängiges Kommunikationsframework, das die Kommunikation zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller ermöglicht. Dies stellt gegenüber anderen Kommunikationsprotokollen ein Alleinstellungsmerkmal dar. Kein anderes Protokoll ist in dieser Hinsicht so flexibel wie OPC UA.

Skalierbarkeit

Das OPC UA-Framework ist erweiterungsfähig. Damit erlaubt es, neue Geräte, Anlagen oder Softwares in das Gesamtsystem zu integrieren. Hingehen sind Protokolle wie Profinet stärker in spezifischen Anwendungsbereichen verbreitet (z. B. Echtzeitsteuerung). Aufgrund seines Framework-Ansatzes bietet OPC UA

im Gegensatz zu einfachen Kommunikationsprotokollen eine flexible und skalierbare Lösung für die industrielle Kommunikation. So können auf das Framework auch weitere Spezifikationen wie z. B. die speziell für die Kommunikation von Energiedaten und -informationen entwickelte OPC UA Companion Specifications for Energy Consumption Management aufgesetzt werden.

Plattformunabhängigkeit

OPC UA ist weder an eine Hardware (PC, Cloud etc.) noch an ein bestimmtes Betriebssystem (Windows, Apple OSX, Android etc.) gebunden.

IT-Sicherheit

Ein weiteres Argument für den Einsatz von OPC UA in Unternehmen ist seine hohe IT-Sicherheit. Das OPC UA Framework ermöglicht verschiedene Verschlüsselungsstufen sowie Authentifizierungen und gewährleistet damit ein hohes Maß an Datensicherheit. OPC UA bietet mehrere Sicherheitsmodi, um die Kommunikation zwischen Server und Client zu schützen. Dies ist ein Vorteil gegenüber anderen, einfachen Kommunikationsprotokollen wie MQTT, die Verschlüsselungen und Authentifizierungen nicht berücksichtigen bzw. nur über minimale oder gar keine Sicherheitsmaßnahmen verfügen. Auch klassische Feldbusprotokolle wie Modbus kennen diese Funktion nicht.

OPC UA als gemeinsame Universalsprache für alle Maschinen und Geräte in der Produktion

OPC UA etabliert sich zunehmend als offener Schnittstellenstandard für den Datenaustausch in der Produktion. Es eignet sich nicht nur für die Kommunikation zwischen Maschinen und IT, sondern auch für die Kommunikation von Maschinen untereinander. OPC UA kann auf verschiedenen Ebenen der IIoT-Umgebung genutzt werden:

- **Gerät-zu-Edge-Device (D2E):** Kommunikation zwischen einem Gerät und einem Edge-Device¹⁶ (z. B. sendet eine Maschine Daten an das IT-System, welches diese Daten zur Überwachung und Analyse nutzen kann)
- **Gerät-zu-Gerät (D2D):** direkte Kommunikation zwischen zwei Geräten (z. B. zwischen Maschinen, um den Produktionsprozess zu optimieren)
- **Edge-Device-zu-Cloud (E2C):** Kommunikation zwischen einem Edge-Device und der Cloud (z. B. für Instandhaltungszwecke von einem Tablet in eine Cloud)
- **Edge-Device-zu-Edge-Device (E2E):** Kommunikation zwischen zwei Edge-Device (z. B. von Computer zu einem Tablet für Bedienanweisungen)

16 – Edge-Device befinden sich an der Grenze zwischen digitalen Prozessen und der physischen Umgebung. Es handelt sich dabei um Hardwarekomponenten, die Daten sammeln oder übermitteln bzw. Anweisungen von Endnutzenden entgegennehmen und Informationen zurücksenden.

Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele von OPC UA: Ressourcen im Betrieb sparen

Für eine vernetzte Kommunikation unter Einsatz von OPC UA gibt es in Industriebetrieben eine Vielzahl von Einsatzgebieten. Dazu gehören zum Beispiel:



Produktionsmonitoring: Echtzeitüberwachung und -steuerung von Produktionsprozessen.



Qualitätskontrolle: Automatisierte Erfassung und Auswertung von Qualitätsdaten.



Energieoptimierung: Erfassung und Analyse von Energiedaten zur Steigerung der Energieeffizienz.



Ressourcenoptimierung: Erfassung und Analyse von Ressourcenverbrauch mit dem Ziel erheblicher Einsparungen durch effiziente Nutzung von Ressourcen und Vermeidung von Produktionsausfällen.



Optimierung von Wartungsarbeiten: Durch die vereinfachte Vernetzung unterschiedlicher Maschinen und IT-Systeme sowie den reibungslosen Datenaustausch können die Wartungen besser gesteuert und somit die Kosten dafür gesenkt werden.

OPC UA Companion Specifications als umfassende Lösung für das Energiemanagement: Kosten senken auch beim Energieverbrauch

Aufgrund der Skalierbarkeit von OPC UA kann das Framework mit branchenspezifischen Erweiterungen, sogenannten OPC UA Companion Specifications, ergänzt werden. Auch für das Energiemanagement existieren solche Spezifikationen. Entsprechende Erweiterungen sind in einfachen Kommunikationsprotokollen nicht möglich.

Eine wesentliche Herausforderung beim Einsatz von OPC UA im Energiemanagement ist die nachträgliche Integration einer Energiemanagementsoftware in den Betrieb. Dies ist oft mit hohem Aufwand verbunden, da die Datenquellen – z. B. Messgeräte, Frequenzrichter, Industrieroboter – nicht kompatibel sind. Das erschwert unter anderem die korrekte Übertragung der Energiedaten in die Energiemanagementsoftware und ihre Darstellung.

Um den damit einhergehenden Herausforderungen zu begegnen, wurde eine spezielle OPC UA Companion Specification für das Energieverbrauchsmanagement entwickelt. Diese eigens für die Kommunikation von Energiedaten und -informationen erstellte Spezifikation legt fest, wie diese einheitlich erfasst und ausgetauscht werden. Der standardisierte Datenaustausch des Maschinen- und Anlagenparks ermöglicht es, die entsprechenden Daten zentral zu sammeln, auszuwerten und damit die Quelle hoher Energieverbräuche im Unternehmen zu ermitteln.

Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Einbeziehen von Stillstands- bzw. Pausenzeiten (Standby Management). Diese werden in der neuen OPC UA-Richtlinie für das Management von Energieverbrauchsdaten **OPC 34100 Companion Specification for Energy Consumption Management** adressiert. Die im April 2024 veröffentlichte Spezifikation wurde von der OPC Foundation – einem Industriekonsortium, das Standards für die offene Konnektivität industrieller Automatisierungsgeräte und -systeme erstellt und pflegt – in Zusammenarbeit mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) entwickelt.

Einführung von OPC UA im Unternehmen

OPC UA wird häufig als Software-Implementierung für das praktische Umsetzen des Kommunikationsstandards im Industriebetrieb angeboten, z. B. als OPC UA-Server oder OPC UA-Client. Diese Software-Komponenten können Unternehmen in ihre Geräte oder Systeme integrieren.

Weiterführende Informationen des KEDi rund um Datenpotenziale

- Factsheet: **Daten als Potenziale für Energiewende und Startpunkt für die Digitalisierung**
- Aufbau eines softwaregestützten Energiemanagementsystems
Themenseite
Dossier

Weiterführende Informationen und Anlaufstellen zu OPC UA

KMU, die OPC UA implementieren möchten, denen aber das technische Wissen oder die Erfahrung fehlt, können von etlichen Institutionen weiterführende Informationen und Unterstützung bei der Planung, Umsetzung und Integration des Standards in ihre Systeme erhalten.

- **Mittelstand-Digital-Zentren:** Die Mittelstand-Digital-Initiative der Bundesregierung bietet regional organisierte Kompetenzzentren für KMU.
- **Plattform Industrie 4.0:** Die Plattform gestaltet die digitale Transformation in der Produktion. Als Netzwerk macht sie den Wandel (be-)greifbar und schafft die fachlichen Grundlagen dafür.
 - Leitfaden **Einführung von OPC UA in der Produktion**
- **Fraunhofer-Institut:** Fraunhofer bietet praxisnahe Forschung und Beratungsdienstleistungen an, auch speziell im Bereich Automatisierung und Industrie 4.0.
- **OPC Foundation:** Die Organisation hinter OPC UA, die den Standard entwickelt hat, bietet umfangreiche Ressourcen und Kontakte zu Mitgliedsunternehmen, die bei der Umsetzung helfen können.

- **Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA):** Der eng in die Entwicklung von OPC UA involvierte Verband bietet branchenspezifische Leitfäden und Kontakte.
- **Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI):** Hier erhalten Unternehmen Informationen zur Einführung von Industrie-4.0-Lösungen.
- **Industrie- und Handelskammern (IHK):** Die IHK bieten Seminare und Informationsveranstaltungen sowie die Vermittlung von Experten an und geben Hinweise auf Förderprogramme und Zuschüsse.
- **Technische Universitäten:** Viele Hochschulen betreiben eigene Projekte oder Netzwerke zur Einführung von Standards in der Industrie.
- **IT- und Automatisierungsdienstleister:** Es gibt eine Vielzahl von spezialisierte Unternehmen, die OPC UA-Implementierungen als Dienstleistung anbieten.
- **OPC UA-Companion-Specifications-Netzwerke:** Hier finden KMU Kontakte in viele Branchen, die gemeinsam an spezifischen, direkt zu nutzenden Erweiterungen für OPC UA arbeiten.

Förderprogramme

- **„Digital Jetzt“ (BMWK):** Zuschüsse für KMU zur Förderung von Digitalisierungsvorhaben, auch für die Einführung von OPC UA.
- **Fördermittel der KfW:** Kredite und Zuschüsse für Digitalisierung.

Bildnachweis: GettyImages/Teera_Konakan



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

**Kompetenzzentrum
Energieeffizienz durch
Digitalisierung (KEDi)**
Leipziger Str. 85 a
06108 Halle (Saale)
www.kedi-dena.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
www.dena.de
Stand 02/2025

Kontakt
Erik Förster
Teamleiter Industrie
erik.foerster@dena.de

Dr. Jörg Erdsack
Seniorexperte Industrie
joerg.erdsack@dena.de

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.