

# Studie zur Interoperabilität im Maschinen- und Anlagenbau

Die Weltsprache der Produktion als Grundlage für Industrie 4.0



in Kooperation mit

Gefördert durch:  
 Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

 **FKM**  
Forschung im VDMA

 **VDMA**

## Editorial



Hartmut Rauen

### Interoperabilität als strategischer Schlüssel

Industrie 4.0 erfordert Veränderungen auf allen Unternehmensebenen und über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg. Die Plattform Industrie 4.0 adressiert in ihrem neuen Leitbild die drei Bereiche Interoperabilität, Souveränität und Nachhaltigkeit. Interoperabilität ist die strategische Schlüsselkomponente und muss gewährleistet sein, um ein souveränes und nachhaltiges Wertschöpfungsnetzwerk umsetzen zu können.



Andreas Faath

Oftmals sprechen wir von digitalen Ökosystemen, die für Industrie 4.0 als Grundlage dienen. Die intelligente und vernetzte Produktion benötigt aber ohne Zweifel mehr als nur eine Online-Anbindung. Klar ist, dass die Ausprägungen von Industrie 4.0 von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich sind. Insbesondere für kleinere und mittelständische Unternehmen ist die vernetzte Produktion ein entscheidender Aspekt. Die Frage der Wirtschaftlichkeit rückt in den Fokus und damit auch das Thema der Interoperabilität. Mit Industrie 4.0 ist eine neue Denkweise in der Organisation von Abläufen verbunden. Für die Unternehmen zählt am Ende der Mehrwert: Interoperable Produktion ermöglicht die Teilhabe an neuen digitalen Strukturen und Geschäftsmodellen. Und durch interoperable Schnittstellen wird auch die Integration in Wertschöpfungsnetzwerke in bestehende und neue Produktionslandschaften vereinfacht.



Dr. Sandra Drechsler

Die vorliegende Studie zeigt die Relevanz von interoperablen Schnittstellen und dazugehörigen Standards wie OPC UA in den Unternehmen. Die Unternehmen haben den Bedarf nach einem einheitlichen Datenmodell erkannt und nutzen die Möglichkeit, den Standard aktiv mitzugestalten und zusätzliches Wissen zu OPC UA aufzubauen. Bereits seit einigen Jahren hat der VDMA die Aktivitäten zu OPC UA priorisiert und gibt den Unternehmen dabei auch künftig eine wichtige Orientierung. Der VDMA versteht sich dabei als Gravitationszentrum der OPC UA Schnittstellenstandardisierung und entwickelt mit zahlreichen Unternehmen die Weltsprache der Produktion. Gemeinsam mit internationalen Partnern arbeitet der VDMA auch an der branchenübergreifenden Harmonisierung. Das BMWi hat die große Bedeutung dessen erkannt und fördert das Projekt „Interoperable Interfaces for Intelligent Production“ (II4IP).

Wir wünschen Ihnen eine inspirierende Lektüre.

#### Hartmut Rauen

Stellvertretender  
Hauptgeschäftsführer des VDMA

#### Andreas Faath

Industrial Interoperability, FKM

#### Dr. Sandra Drechsler

VDMA Metallurgy

# Inhaltsverzeichnis

<b>01</b>	<b>Editorial</b>
<b>02</b>	<b>Inhalt</b>
<b>03</b>	<b>Executive Summary</b>
<b>05</b>	<b>1. Einleitung und Zielsetzung</b>
<b>06</b>	<b>2. Studiendesign und Stichprobe</b>
<b>09</b>	<b>3. Ergebnisse</b>
<b>09</b>	3.1 Die Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle für die Unternehmen
<b>12</b>	3.2 Kriterien für die Wahl eines Kommunikationsstandards
<b>15</b>	3.3 Anwendungsfälle
<b>19</b>	3.4 Kommunikationswege
<b>21</b>	3.5 Die Rolle von OPC UA in der Produktentwicklung
<b>26</b>	3.6 Mitarbeit in Gremien
<b>28</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>
<b>31</b>	<b>Projektpartner / Impressum</b>

## Executive Summary

**Mit Industrie 4.0 und Digitalisierung verbindet der Maschinen- und Anlagenbau vor allem eine vernetzte Produktion und damit einhergehend neue Geschäftsmodelle, ein hoher Automatisierungsgrad und eine Vielzahl möglicher Anwendungen. Dazu bedarf es der Interoperabilität zwischen verschiedensten Maschinen, Komponenten und Systemen sowie der Bereitstellung aller relevanten Daten.**

Als Universalschnittstelle kommt im Maschinen- und Anlagenbau die Technologie OPC UA zum Einsatz. Der VDMA entwickelt in Kooperation mit der OPC Foundation durch Schnittstellenstandardisierung die Weltsprache der Produktion. Unter dem Dach des VDMA erarbeiten inzwischen Expertinnen und Experten aus etwa 600 Unternehmen in über 35 Arbeitskreisen diese Schnittstellenstandards, sogenannte OPC UA Companion Specifications. Damit zeigt sich deutlich, welche Relevanz eine interoperable Schnittstelle und die dazugehörigen Standards haben.

**Der VDMA hat frühzeitig erkannt, dass Interoperabilität für Industrie 4.0 unerlässlich ist.**

Um mehr über die strategische Bedeutung von interoperablen Schnittstellen, den damit verbunden Zielen sowie den Anforderungen der Unternehmen an eine solche Schnittstelle zu erfahren, führte der VDMA die vorliegende Studie durch. Im VDMA werden seit über sechs Jahren Companion Specifications entwickelt. Die Zahl der Arbeitskreise nimmt stetig zu. Damit stellt sich auch die Frage, ob OPC UA Schnittstellen und erste Spezifikationen bereits in die Produkte implementiert werden oder ob es sich dabei um ein reines Zukunftsthema handelt, die ebenfalls im Rahmen der Studie beantwortet wurde.

Die Studie selbst bestand aus zwei Teilen: Zunächst wurden 14 Experteninterviews mit Vertretern aus verschiedenen Branchen und anschließend eine Onlinebefragung mit insgesamt 602 Teilnehmern durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das branchenübergreifende Gesamtziel für den Einsatz interoperabler Schnittstellen darin besteht, Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig abzubilden. Das bedeutet, Industrie 4.0 soll dadurch gekennzeichnet sein, dass jeder Teilnehmer im Kommunikationsnetzwerk problemlos kommunizieren kann. So hat eine interoperable Schnittstelle für mehr als die Hälfte der Unternehmen, für die interoperable Schnittstellen relevant sind, eine hohe bis sehr hohe Bedeutung hat. Davon geben 90 % an, OPC UA als Schnittstelle bereits implementiert zu haben oder es zukünftig zu planen. Aus strategischer Sicht liegt für die Unternehmen der Fokus deutlich auf dem Auflösen proprietärer Schnittstellen, um Visionen wie „Plug and Produce“ zu ermöglichen. Zusätzlich besteht u.a. die Möglichkeit, attraktivere Produkte anzubieten, als auch von Kosteneinsparungen auf Kunden- als auch Lieferantenseite durch eine Reduzierung des Integrations- und Entwicklungsaufwandes zu profitieren.

Ein geeigneter Kommunikationsstandard muss aus Sicht der Unternehmen vor allem technische Beständigkeit aufweisen und weitreichend akzeptiert sein, um Investitionssicherheit zu gewährleisten.

Durch den Einsatz von interoperablen Schnittstellen sollen zukünftig vor allem die **Überwachung der Produktion**, die strukturierte Bereitstellung von Daten und Prozessinformationen sowie **Condition Monitoring** ermöglicht werden. Die vollständige Umsetzung dieser Anwendungsfälle in allen Facetten ist im Moment noch ein Zukunftsthema, wobei notwendige Teilaspekte der genannten Anwendungsfälle bereits in Companion Specifications

abgebildet werden, z.B. Maschinenidentifizierung oder die Beschreibung des Maschinenzustands. Relevant ist auch für mehr als die Hälfte der Unternehmen eine **Steuerung der Produktion**, die aktuell noch eine Herausforderung darstellt, weil sich die teilweise benötigten Echtzeitmechanismen noch in der Entwicklung befinden.

Es wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen, bis tatsächlich Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig abgebildet werden können und alle Teilnehmer in einem Produktionsnetzwerk problemlos miteinander kommunizieren können. Trotzdem handelt es sich nicht mehr um ein reines Zukunftsthema, sondern die Vision wird bereits in Teilen umgesetzt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass bereits knapp 70 % der befragten Unternehmen zum aktuellen Zeitpunkt eine OPC UA Schnittstelle in die Produkte implementieren und/ oder die Implementierung Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte ist. 62 % der Teilnehmer geben an, dabei auf bereits vorhandene Companion Specifications, ein eigenes Informationsmodell oder eine Mischform zurückzugreifen.

Die Richtung ist somit definiert. Der Maschinen- und Anlagenbau wird als Branche diesen Weg gemeinsam mit den Unternehmen beschreiten. Im VDMA werden kontinuierlich weitere Arbeitskreise und damit auch Companion Specifications entstehen. Die Vision wird immer weiter zur Realität. Die Unternehmen, die daran gemeinsam mit dem VDMA arbeiten, haben den Bedarf nach einem einheitlichen Datenmodell erkannt und nutzen jetzt die Möglichkeit, den Standard aktiv mitzugestalten und zusätzliches Wissen zu OPC UA aufzubauen. Die weltweite Vermarktung durch **umati – universal machine technology interface –** fördert die Implementierung der Weltsprache der Produktion.

# 1. Einleitung und Zielsetzung

Die große Bedeutung von Industrie 4.0 und Digitalisierung für die Unternehmen ist weitreichend bekannt. Was verbirgt sich genau dahinter? Wie sieht Industrie 4.0 konkret aus? Mit der Digitalisierung und Industrie 4.0 werden oftmals vor allem neue Geschäftsmodelle, ein hoher Automatisierungsgrad und eine Vielzahl möglicher Anwendungen verbunden. Grundlegende Voraussetzung dafür ist die Bereitstellung der benötigten Daten. Wenn möglich sollten diese gleichartig sein, um beispielsweise eine Produktion ohne großen Integrationsaufwand überwachen zu können. Darüber hinaus müssen die Kommunikationspartner in die Lage versetzt werden, die Schnittstelleninhalte zu verstehen. Damit ist es eine zentrale Aufgabe des Maschinen- und Anlagenbaus, die Produktion interoperabel zu vernetzen.

## Ziel ist es, eine Weltsprache der Maschinen zu erschaffen.

Die Herausforderung hierbei ist, Interoperabilität zwischen verschiedensten Maschinen, Komponenten und Systemen zu erreichen. Zunächst bedarf es hierfür einer standardisierten Schnittstelle. Für den Maschinen- und Anlagenbau hat sich die Technologie OPC UA als Vorzugsstandard etabliert. OPC UA kann als Universalschnittstelle angesehen werden und stellt, neben dem sicheren Transport der Daten vom Shopfloor bis in die Cloud, eine Grammatik für die Weltsprache der Produktion zur Verfügung. In einem nächsten Schritt müssen die Maschinen und Systeme befähigt werden, die Schnittstelleninhalte zu verstehen. Dies erfolgt über die Entwicklung von sogenannten OPC UA Companion Specifications (CS), die das **Vokabular** dieser Sprache definieren. Unter dem Dach des VDMA in Kooperation mit der OPC Foundation erarbeiten inzwischen Expertinnen und Experten aus etwa 600 Unternehmen in über 35 Arbeitskreisen branchenspezifische OPC UA Companion Spezifikationen für ihre Fachzweige.

Die Anzahl der VDMA Arbeitskreise spricht für sich und hebt die Relevanz einer interoperablen Schnittstelle sowie dazugehöriger Standards für die Unternehmen zusätzlich hervor. Welche Relevanz Interoperabilität für den gesamten Maschinen- und Anlagenbau hat und mit welcher Motivation sich Unternehmen mit diesem Thema auseinandersetzen, soll identifiziert werden. Daher hat der VDMA in den vergangenen Monaten eine Studie durchgeführt, mit der Zielsetzung, die strategische Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle wie z.B. OPC UA in den Unternehmen zu untersuchen. Dazu wurden folgende übergeordnete Fragestellungen definiert:

- Welche strategische Bedeutung hat eine interoperable Schnittstelle wie z.B. OPC UA für die Unternehmen?
- Welche Kriterien muss ein Kommunikationsstandard erfüllen?
- Welche Anwendungsfälle sollen (zukünftig) mit einer interoperablen Schnittstelle wie z.B. OPC UA realisiert werden?
- Welche Kommunikationswege sollen in den Companion Specifications abgebildet werden?
- Inwieweit sind interoperable Schnittstellen, wie z.B. OPC UA, bereits in die Produkte implementiert worden?
- Mit welcher Motivation beteiligen sich die Unternehmen aktiv an der Erstellung von Companion Specifications?

Das gewählte Studiendesign zur Beantwortung der Fragestellungen ist in Kapitel 2 beschrieben.

## 2. Studiendesign und Stichprobe

Das gewählte Studiendesign kombiniert Methoden der qualitativen und der quantitativen Forschung, vgl. Abbildung 1.

Zu Beginn der Studie werden Experteninterviews durchgeführt. Die persönliche Interaktion mit Studienteilnehmern ermöglicht einzelne Antworten zu hinterfragen, bietet aber gleichzeitig die Möglichkeit, Teilaspekte zu diskutieren oder auch schwierige Sachverhalte erläutern zu lassen. Als Experten werden in diesem Kontext Personen bezeichnet, die auf dem Gebiet des Studiengegenstandes über ein klares und abrufbares Wissen verfügen. Die Interviews selbst basieren auf einem Interviewleitfaden und werden strukturiert durchgeführt, d.h. alle Teilnehmer bekommen dieselben Fragen in derselben Reihenfolge gestellt. Die Auswertung der Interviews erfolgt in einem ersten Schritt mit dem Ziel, das überindividuell Gemeinsame durch einen Vergleich der erhobenen Interviewtexte herauszuarbeiten, um Hypothesen zu bilden, sowie durch eine Einzelanalyse der Interviewtexte den Lösungsraum für die nachfolgende

quantitative Erhebung in Form einer Onlinebefragung einzuschränken. Um tatsächlich die gesamte Bandbreite des Maschinen- und Anlagenbaus zu erfassen, erfolgt die Auswahl der Experten für die Interviews nach den folgenden Kriterien:

- Unterschiedliche Branchen
- Unterschiedliche Unternehmensgröße
- Unterschiedliche Position in der Lieferkette (sowohl Kunden als auch Lieferanten)

Alle Expertinnen und Experten haben gemein, dass sie über sehr viel Erfahrung im OPC UA Umfeld verfügen.

Ziel der Studie ist es, das Ausmaß eines Merkmals und ihre Zusammenhänge in Bezug auf die zuvor definierten Fragestellungen zu ermitteln. Dies erfolgt durch eine Quantifizierung im Rahmen einer repräsentativen Umfrage durch einen onlinegestützten Fragebogen. Anders als die Experteninterviews richtet sich die Befragung an den gesamten Maschinen-

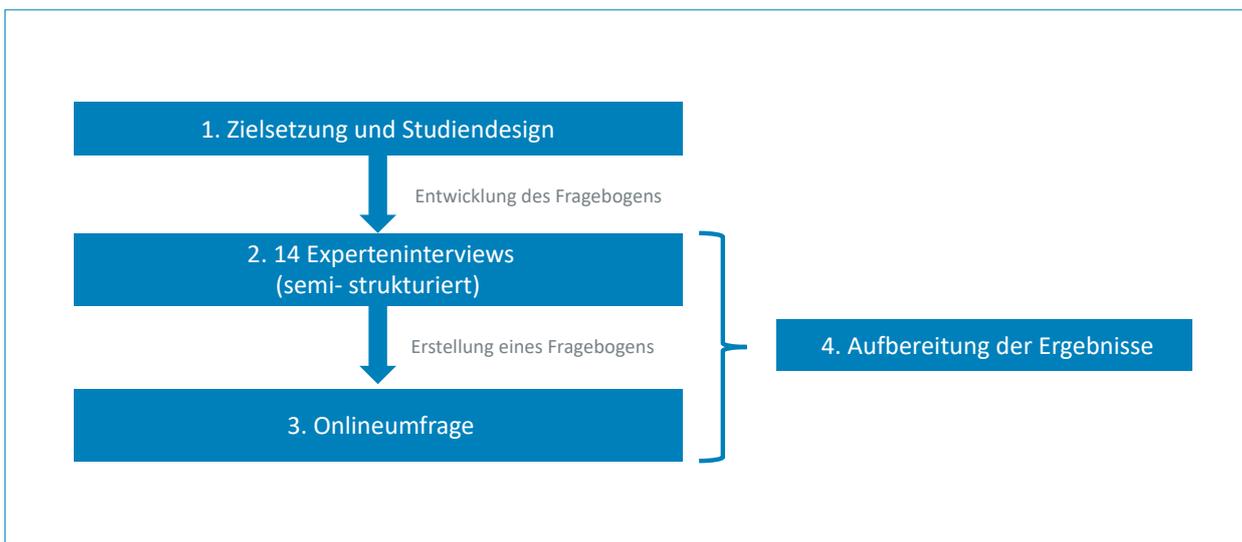


Abbildung 1: Studiendesign Umfrage zu OPC UA

und Anlagenbau, unabhängig vom Erfahrungs- und Implementierungsstand. Folglich wurde der Fragebogen zum einen an Personen versandt, die bisher noch keine Berührungspunkte mit OPC UA haben, zum anderen über die bereits vorhandenen OPC UA Gruppen verteilt. Insgesamt haben 602 Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Fragebogen ausgefüllt, von denen 91% (N=549) angeben, dass sie einen Bedarf an interoperablen Schnittstellen haben. In der gesamten Auswertung der Ergebnisse sind nur die Unternehmen berücksichtigt, die auch einen Bedarf an interoperablen Schnittstellen haben.

Die größte Unterteilung erfolgt nach aktueller Gremienaktivität:

- 55% (N=294) der Unternehmen ist bereits in Gremien rund um OPC UA aktiv
- 45% (N=238) der Unternehmen ist keinem Gremium rund um OPC UA aktiv

In Bezug auf die Unternehmensgröße setzt sich die Stichprobe wie folgt zusammen:

Es zeigt sich, dass die Mehrheit der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer in großen Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten arbeitet, während die Kleinst- und Kleinunternehmen die kleinste Gruppe darstellen.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie haben dabei folgende Positionen im Unternehmen:

Abbildung 3 zeigt, dass eine Vielzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Positionen rund um IT beschäftigt ist, was der Fragestellung geschuldet ist und auch zu erwarten war. Trotz allem liegen genügend Rückläufer aus anderen Positionen vor, dass davon ausgegangen werden kann, dass die Ergebnisse nicht vorwiegend die IT-Sichtweise widerspiegeln.

Die Umfrage richtet sich an den Maschinen- und Anlagenbau, der sich nochmal in 30 verschiedene Branchen unterteilen lässt. Im Rahmen der Umfrage haben Unternehmen aus allen Branchen teilgenommen. Auf eine detaillierte Darstellung der Zusammensetzung wird an dieser Stelle verzichtet, da keine fachzweigspezifische Auswertung der Ergebnisse erfolgt.

Die abschließende Datenauswertung erfolgt unter Berücksichtigung beider Erhebungsmethoden. Die Ergebnisse der Onlinebefragung auf Basis von Generalisierungen und über statistische Auswertungen. Ergänzt wird sie durch eine interpretative Auswertung der Ergebnisse aus den Interviews zur Beschreibung der Situation.

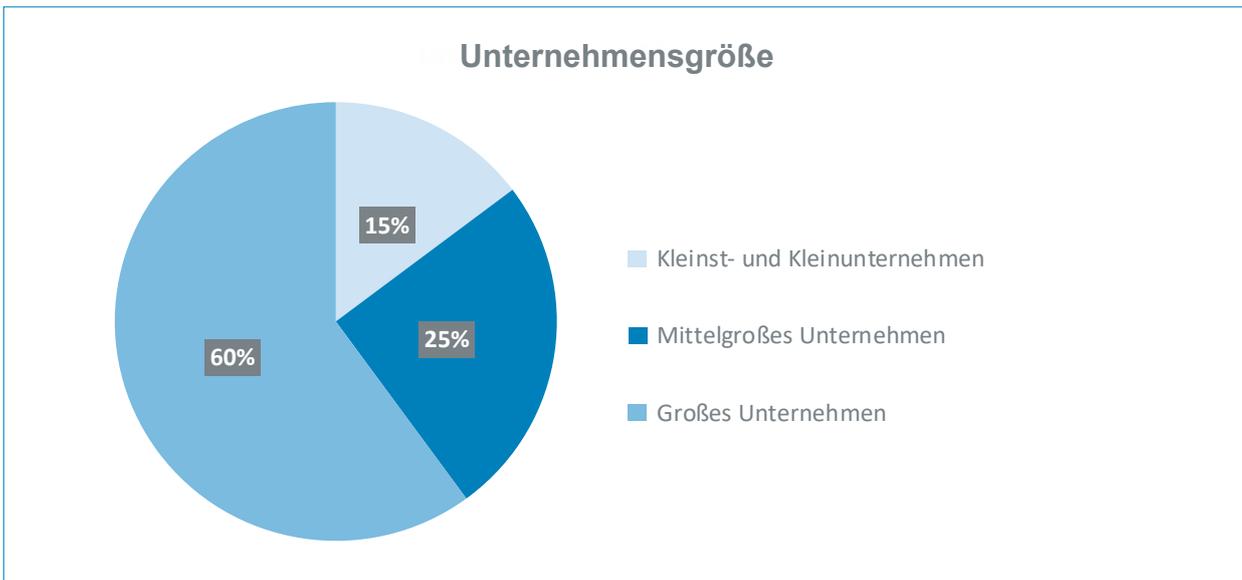


Abbildung 2: Verteilung der Stichprobe der Onlinebefragung nach Unternehmensgröße.

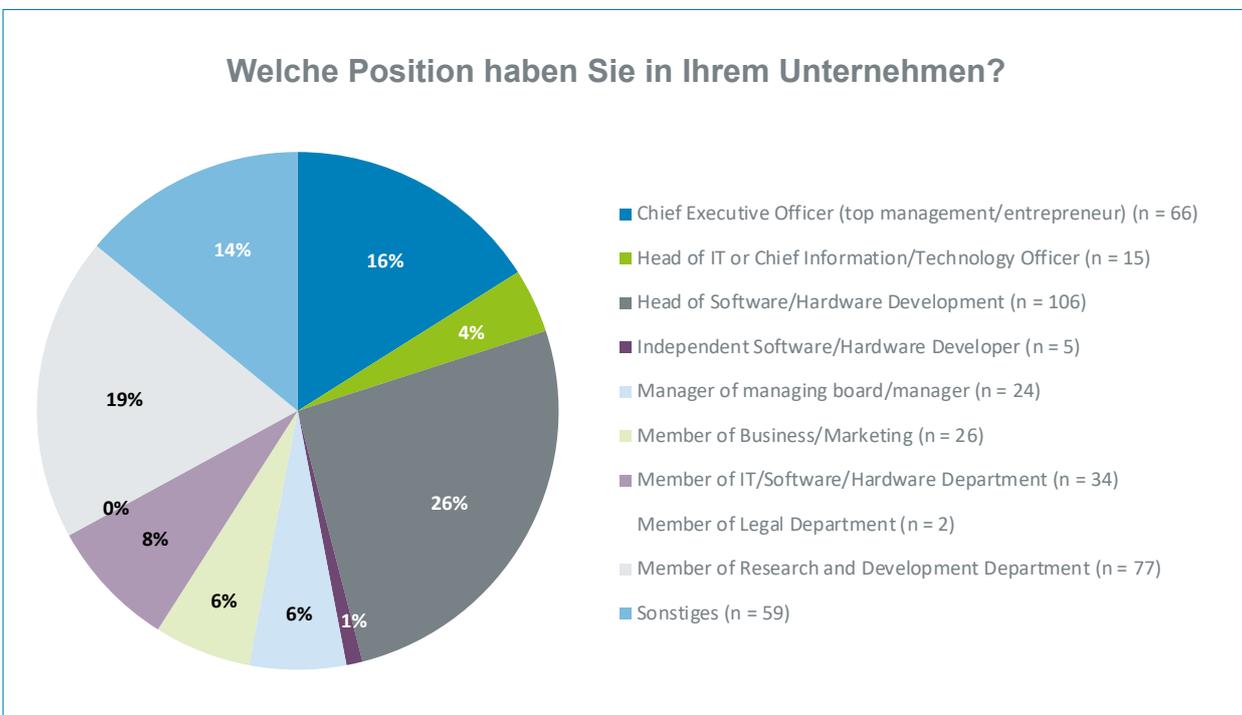


Abbildung 3: Verteilung der Stichprobe der Onlinebefragung nach Position im Unternehmen

## 3. Ergebnisse

Die Datenauswertung erfolgt unter Berücksichtigung der Onlinebefragung und der Ergebnisse aus den Experteninterviews. Dabei stützt sich die Auswertung der Onlinebefragung auf Generalisierungen und statistische Auswertungen. Ergänzt wird sie durch eine interpretative Auswertung der Ergebnisse aus den Interviews zur Beschreibung der Situation.

Das folgende Kapitel zur Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an den Ausgangsfragestellungen der Studie. Kapitel 3.1 thematisiert die Bedeutung von interoperablen Schnittstellen aus Sicht der Unternehmen, gefolgt von einer Bewertung der Kriterien zur Wahl eines Kommunikationsstandards in Kapitel 3.2. Dem folgt einer Erhebung und Diskussion möglicher Anwendungsfälle für eine interoperable Schnittstelle in Kapitel 3.3, die um eine Darstellung der zu realisierenden Kommunikationswege in Kapitel 3.4 ergänzt werden. Das Thema OPC UA ist ein vergleichsweise neues Thema, so dass sich

Kapitel 3.5 der Frage widmet, inwieweit OPC UA von den Unternehmen bereits implementiert wird. Abschließend wird in Kapitel 3.6 aufgezeigt, weshalb Unternehmen sich entscheiden, aktiv in der Standardisierung rund um OPC UA mitzuwirken.

### 3.1 Die Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle für die Unternehmen

Interoperabilität wird immer wieder als strategische Schlüsselkomponente für Industrie 4.0 hervorgehoben. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass alle beteiligten Kommunikationspartner die Schnittstelleninhalte verstehen – das ist die Grundvoraussetzung vieler neuer digitaler Geschäftsmodelle.

Aber wie bewerten die Unternehmen die Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle für Ihr Unternehmen?

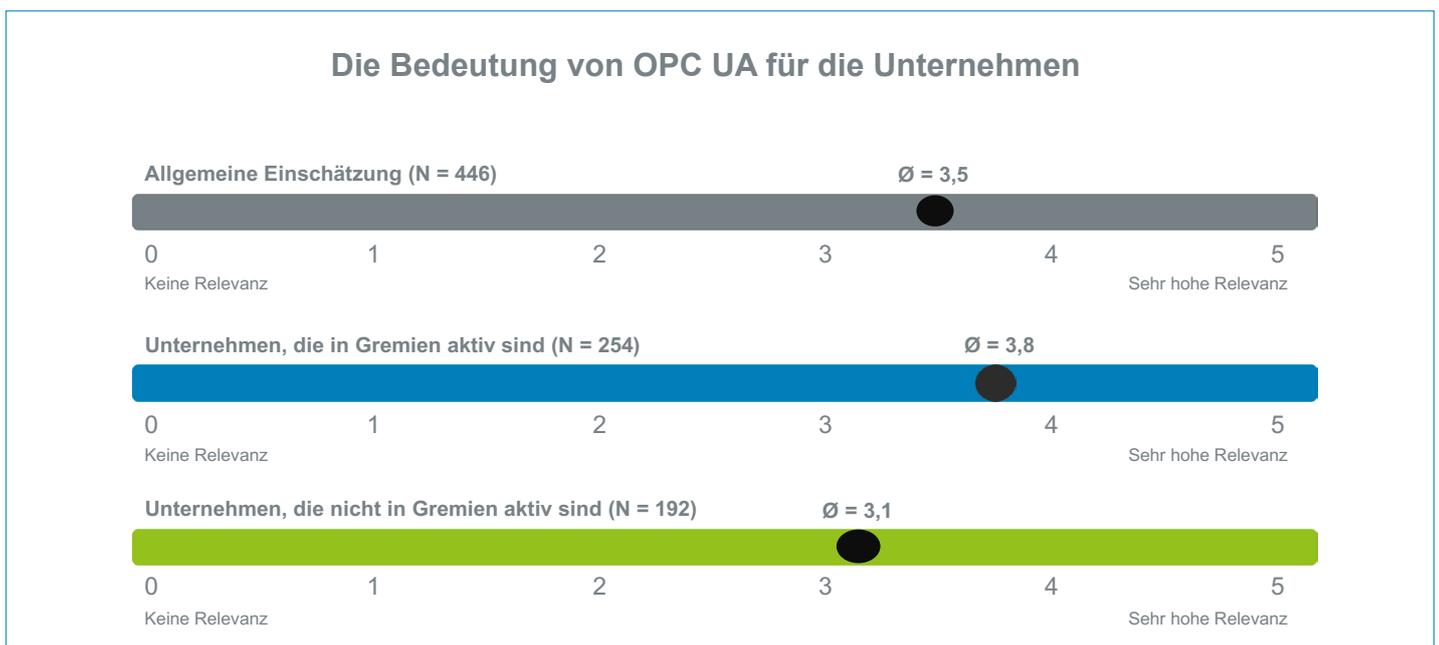


Abbildung 4: Die Relevanz interoperabler Schnittstellen aus Unternehmenssicht.

**Insgesamt geben 56 % der Unternehmen an, dass eine interoperable Schnittstelle für das Unternehmen von hoher bis sehr hoher Bedeutung ist.**

Dazu wurden die Unternehmen gebeten, die Relevanz einer interoperablen Schnittstelle auf einer Skala von 0 (keine Relevanz) bis 5 (sehr hohe Relevanz) zu bewerten, vgl. Abbildung 4.

Wird die Bewertung der Unternehmen danach analysiert, ob ein Unternehmen in Standardisierungsgremien aktiv ist oder nicht, differenziert sich das Bild weiter (siehe Abbildung 4, Mitte und unten). So zeigt sich, dass Unternehmen, die aktiv in Standardisierungsgremien mitwirken, die Relevanz einer interoperablen Schnittstelle signifikant höher bewerten als Unternehmen, die nicht in Standardisierungsgremien aktiv sind:

- 69 % der „aktiven“ Unternehmen sprechen einer interoperablen Schnittstelle aus Unternehmenssicht eine hohe bis sehr hohe Relevanz zu
- 38 % der „nicht aktiven“ Unternehmen sprechen einer interoperablen Schnittstelle aus Unternehmenssicht eine hohe bis sehr hohe Relevanz zu

Neben der generellen Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle stellt sich die Frage, welche strategische Bedeutung die Unternehmen einer solchen Schnittstelle zusprechen. Im Rahmen der Interviews wurden die beteiligten Unternehmen ergebnisoffen gefragt, welche strategische Bedeutung eine interoperable Schnittstelle für das Unternehmen hat. Die Antworten wurden in elf strategische Aspekte geclustert. Im Rahmen der nachfolgenden Onlinebefragung wurden die Unternehmen gebeten, alle Aspekte anzukreuzen, die für sie relevant sind, mit dem in Abbildung 5 dargestellten Ergebnis.

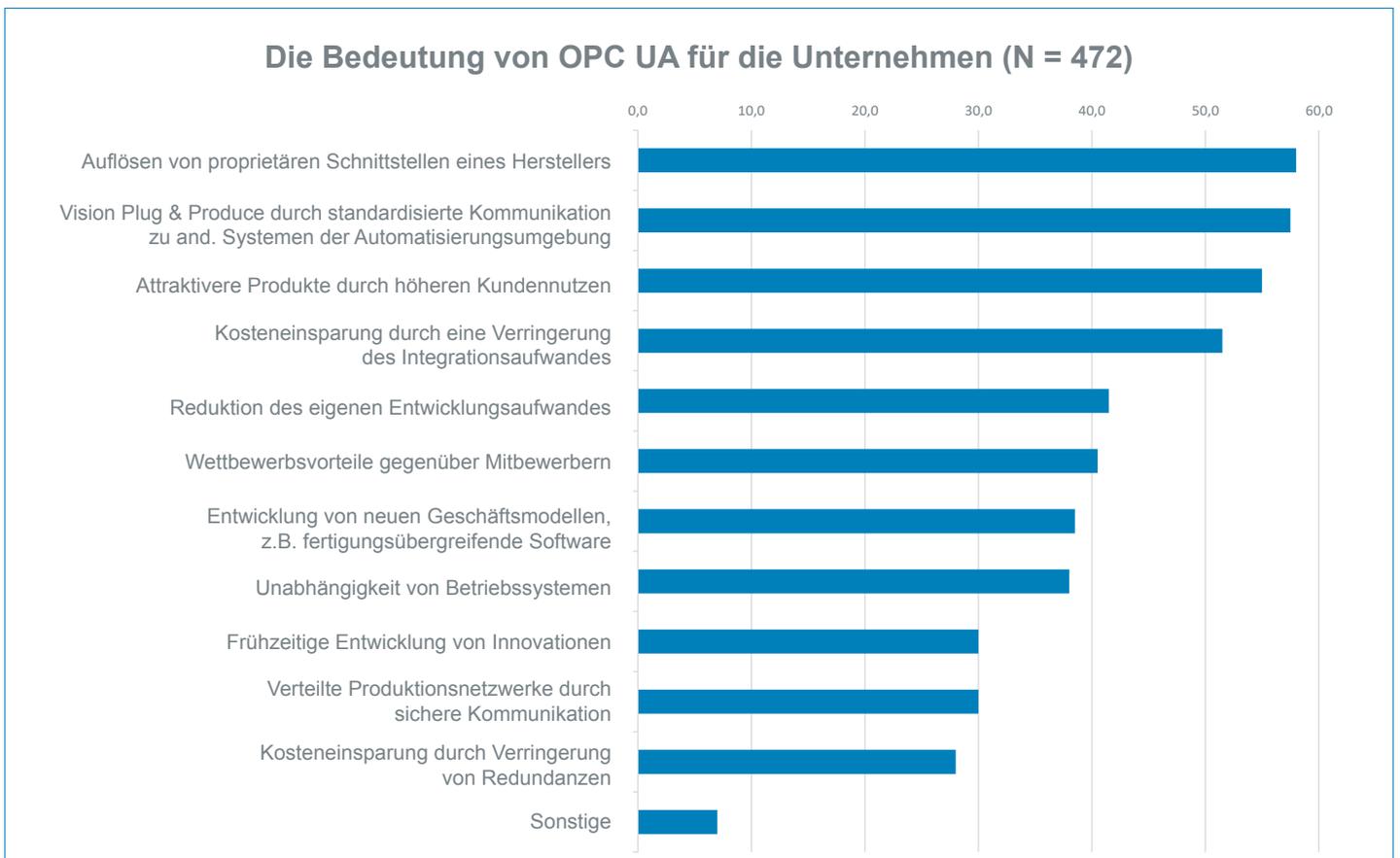


Abbildung 5: Die strategische Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle aus Unternehmenssicht.

Die höchste strategische Bedeutung hat für die Unternehmen das **Auflösen von proprietären Schnittstellen**. Dabei handelt es sich gleichzeitig um eine Grundvoraussetzung für weitere Aspekte, wie z.B. die Vision „Plug and Produce“. Eine Schnittstelle kann als der Punkt betrachtet werden, an dem zwei Systeme oder Maschinen aneinander Daten übergeben. Zurzeit werden häufig proprietäre, herstellerspezifische Schnittstellen angeboten, die auf wenige Systeme speziell zugeschnitten werden können. Durch das Auflösen dieser proprietären Schnittstellen wird eine Kommunikation möglich, die einen plattformunabhängigen Datenaustausch ermöglicht. Zugleich ermöglichen diese offenen Standards Szenarien wie „Plug and Produce“. Aus dem Alltag ist dies bereits bekannt. Drucker beispielsweise müssen heute nicht mehr über diverse Treiber installiert werden, die Durchführung ihrer Grundfunktionen wurde standardisiert, sodass ein vorinstallierter Treiber bereits ausreicht und Drucker lediglich verbunden werden müssen. Der Maschinen- und Anlagenbau möchte mit der **Vision „Plug and Produce“ durch standardisierte Kommunikation** diesem Beispiel folgen und versucht die Integration von Anlagen, Maschinen oder Komponenten ebenso einfach zu ermöglichen. Dadurch lässt sich der Aufwand bei der Inbetriebnahme auf Kunden- wie auf Lieferantenseite deutlich senken und **Kosteneinsparungen durch eine Reduktion des Integrationsaufwandes** realisieren.

Wie alle Innovationen, die Industrie 4.0 mit sich bringt, bietet auch die Interoperabilität zwischen Maschinen die Möglichkeit, **neue Geschäftsmodelle zu entwickeln und damit auch neue Geschäftsfelder**. So ergeben sich beispielsweise durch die Möglichkeit, Daten rückzuverfolgen und Prozesse transparent gestalten zu können, ganz neue Anwendungsfälle, die in neuen Geschäftsmodellen abgebildet werden können. Die **frühzeitige Entwicklung von Innovationen** kann hierbei ebenso ein entscheidender Wettbewerbsvorteil werden. Aus den Interviews ist bekannt, dass einige Unternehmen neben Maschinen- und Anlagen (zukünftig) auch Softwarelösungen anbieten werden. Ein solches Geschäftsmodell macht ihrer Meinung nach aber nur dann Sinn, wenn sich die Maschinen unterschiedlicher Hersteller mit geringem Aufwand integrieren lassen – das

Auflösen proprietärer Schnittstellen stellt hierfür eine Grundvoraussetzung dar. Dies gilt in zwei Richtungen: Auf der einen Seite lassen sich über standardisierte Schnittstellen Fremdsysteme ohne großen Anpassungsaufwand in eine eigene Softwarelösungen einbinden, auf der anderen Seite öffnet es den Markt für fremde Anwendungen, d.h. ein Unternehmen muss nicht alles selbst anbieten. Verstärkt wird dieser Effekt, wenn dabei standardisierte Datenmodelle übertragen werden. So kann die Auswertung und Verwertung dieser Datenmodelle überall gleich geschehen und verringert den Bedarf an individuellen Lösungen. Das gibt dem Hersteller die Möglichkeit, **attraktivere Produkte durch einen höheren Kundennutzen** anzubieten, was sich wie bei vielen weiteren Faktoren zu einem **Wettbewerbsvorteil gegenüber Mitbewerberinnen und Mitbewerbern** entwickeln und global auswirken kann.

In einer globalisierten Welt, die vom Leitbild Industrie 4.0 geprägt wird, sind auch **verteilte Produktionsnetzwerke** von immer größerer Bedeutung. Besonders weltweit agierende Unternehmen wie große Original Equipment Manufacturer (OEMs) verfolgen das Ziel, einheitliche Standards in der Produktion zu haben, da Daten auf der ganzen Welt sicher ausgetauscht werden sollen. Aus Kundensicht ist eine Standardisierung der Schnittstellen über die Branche hinweg wichtig, da sie deshalb selbst weniger Know-how in die Spezifizierung von Schnittstellen stecken müssen.

Die Wahl eines offenen, industrieübergreifenden Vorzugsstandards bietet damit auch vielschichtige Möglichkeiten für das eigene Unternehmen. Hersteller können die **Reduktion des eigenen Entwicklungsaufwandes** forcieren, da nicht mehr viele proprietäre Schnittstellen bedient werden müssten. Liegen proprietäre und keine standardisierten Schnittstellen vor, werden die Lieferanten gezwungen, individuell definierte Schnittstellen zu implementieren, was in den Unternehmen wiederum zu einer hohen Variantenvielfalt führt. Die **Unabhängigkeit von Betriebssystemen** wie sie bspw. OPC UA bietet, verstärkt diesen Aspekt. Aus den Interviews ist bekannt, dass der zusätzliche Entwicklungsaufwand für kundenspezifische Schnittstellenlösungen finanziell oftmals nicht

vollständig in den Aufträgen mit abgedeckt ist. Neben dem hohen Entwicklungsaufwand fällt zusätzlich noch Pflege- und Verwaltungsaufwand an, was sich kostenlastig im Unternehmen niederschlägt. Folglich führt die Einführung einer standardisierten Schnittstelle zu einer **Kosteneinsparung durch Verringerung von Redundanzen** (viele Schnittstellen mit gleicher Funktion).

### 3.2 Kriterien für die Wahl eines Kommunikationsstandards

Im Rahmen der Interviews wurden die Unternehmen gefragt, welche Anforderungen sie an eine interoperable Schnittstelle stellen. Die genannten Anforderungen wurden geclustert und in der Onlinebefragung von Unternehmen auf einer Skala 0 (nicht relevant) bis 5 (sehr relevant) bewertet.

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse aus der Bewertung. Dargestellt ist jeweils der Mittelwert der Bewertung.

Ein wichtiges Kriterium ist die **technische Beständigkeit** der Schnittstelle. Unternehmen achten besonders auf Faktoren wie die Anpassungsfähigkeit des Standards an Entwicklungen im IT-Bereich. Produkte aus dem Maschinen- und Anlagenbau sind häufig mehrere Jahrzehnte im Einsatz, dementsprechend darf sich der verwendete Kommunikationsstandard nicht häufig oder gar nicht ändern. Er muss sich kontinuierlich mit den sich verändernden Bedürfnissen der Anwender über ein Versionsmodell weiterentwickeln. Ein Versionsmodell ist auch deshalb von Bedeutung, da gleichzeitig sichergestellt werden muss, dass sich auch ältere Maschinen mit älteren Versionen integrieren lassen. Darüber hinaus bedeutet technische Beständigkeit für die Unternehmen nicht nur, dass ein System einwandfrei funktioniert, sondern auch zu gewährleisten, dass eine Analyse möglicher Fehler und Schwachstellen einfach ist.

Eine beständige Schnittstelle fordert besonders bei interoperabler Kommunikation eine **weitreichende Akzeptanz des Standards**. Damit können Hersteller ihren Kunden Investitionssi-

cherheit gewähren. Im Kontext der Industrie 4.0 muss dies branchen- und länderübergreifend geschehen.

Aus technischer Sicht muss der Standard vor allem **Plattformunabhängigkeit** gewährleisten. Im Kontext interoperabler Kommunikation erhält dies einen besonders hohen Stellenwert, da vom Feldgerät über die Maschine bis hin zur Unternehmensleitebene verschiedene Systeme an der Kommunikation teilnehmen. Darüber hinaus stellt die **sichere Datenübertragung** ein weiteres wichtiges Kriterium dar. Mit Industrie 4.0-Szenarien wie verteilten Produktionsnetzwerken erhält Datensicherheit einen immer höheren Stellenwert. Nach Ansicht einiger Interviewpartner wird das Thema Security und sichere Datenübertragung in Zukunft eines der wichtigsten Themen sein. Für viele Unternehmen hat das Thema zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht oberste Priorität, da die Produktionsnetzwerke in der Regel in sich abgeschottete Systeme sind.

Szenarien wie „Plug and Produce“ erfordern hingegen **standardisierte Datenmodelle**. Anlagen, Maschinen oder auch Komponenten erhalten semantische Beschreibungen, mit denen sie unabhängig vom Hersteller Informationen bereitstellen. Darin liegt für den Betreiber ein großer Mehrwert. Für die Hersteller stellt die Implementierung der Schnittstelle ohne eine geeignete Standardisierung ebenso eine Herausforderung dar, die sich vor allem im Abstimmungs- und Zeitaufwand widerspiegelt. Standardisierte Datenmodelle lassen sich viel schneller anpassen als traditionelle Schnittstellen. Nach Ansicht eines Interviewpartners sei es gar nicht möglich, dass ein Standard alle Bedürfnisse eines Unternehmens abdeckt. Wichtig sei dagegen, dass ein funktionierender Kommunikationskanal, ein funktionierender Server und ein geeignetes Informationsmodell zur Verfügung stehen. Werden 90 % der Anwendungsfälle abdeckt und lässt sie sich darüber hinaus für den individuellen User adaptieren, besteht kein Grund, individuelle Bypass-Systeme aufzubauen. Folglich ist ein weiteres wichtiges Kriterium die **Reduktion des Integrationsaufwandes**, der maßgeblich von der Plattformunabhängigkeit und der Standardisierung der Datenmodelle abhängt. Es bietet nicht

### Kriterien für die Wahl eines Kommunikationsstandards

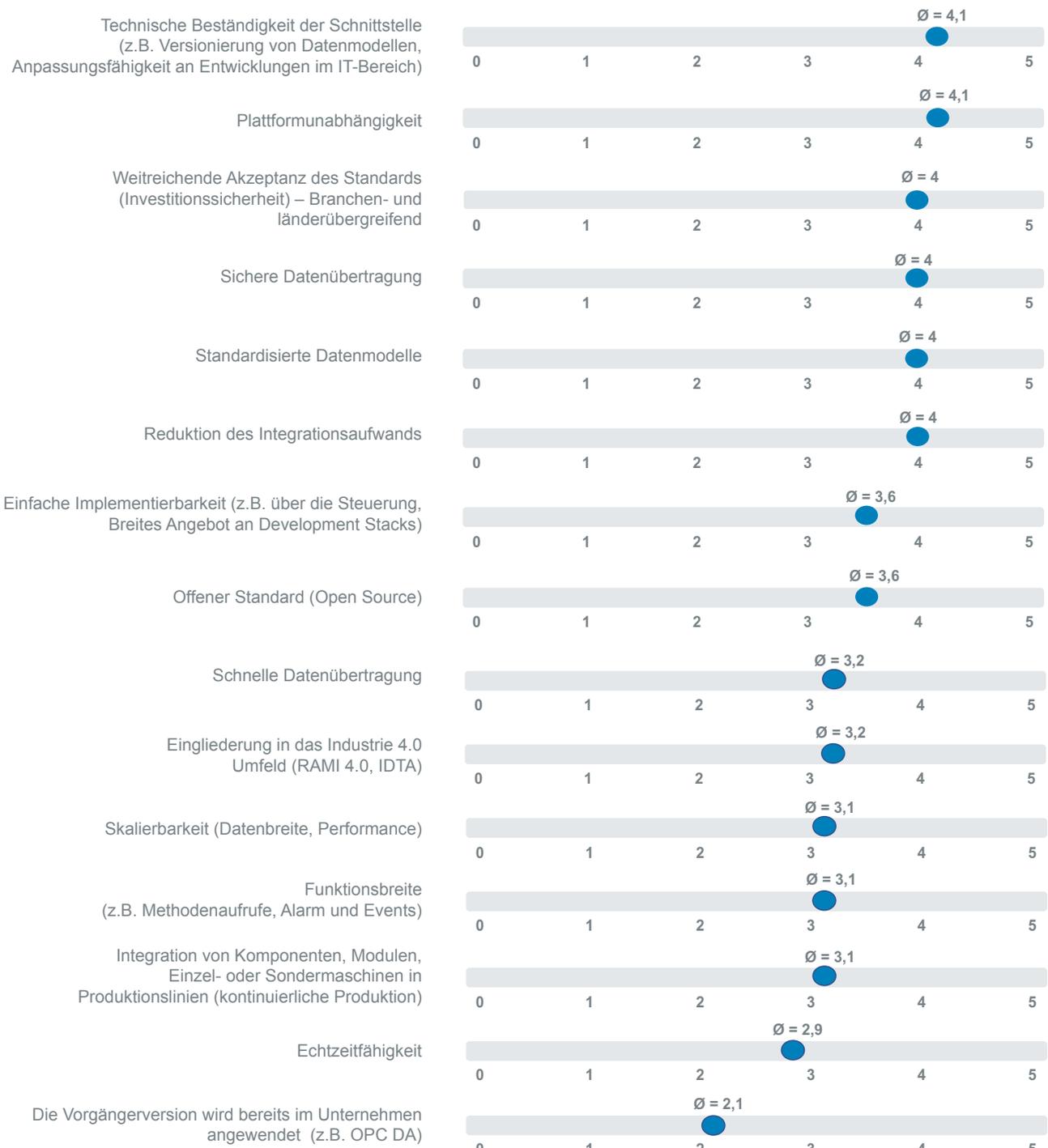


Abbildung 6: Gründe für die Wahl eines Kommunikationsstandards.

nur den Herstellern Vorteile, sondern soll vor allem auch Kundenindustrien einen leichteren Zugang zur Technologie gewähren.

Darüber hinaus ist **eine einfache Implementierung** wichtig, die den Herstellern über ein breites Angebot an Hilfstoos (Software Development Kits (SDKs), Software-/ Hardware-Lösungen) ermöglicht werden soll. Dazu zählt auch eine einfache Vernetzung auf Ethernet-Basis. Gleichzeitig muss die interoperable Schnittstelle über **eine hohe Funktionsbreite** verfügen. Den Unternehmen ist wichtig, dass eine solche Schnittstelle nicht nur der Datenübertragung dient, sondern dass sich beispielsweise damit auch der Produktionsablauf erleichtern lässt. Das bedeutet, dass das Informationsmodell in alle Prozesse, die in einer Maschine ablaufen, integrierbar sein muss. Dazu seien Funktionsmechanismen wie State Machines, Methodenaufrufe, Events und Status notwendig. Damit keine individuellen Lösungen geschaffen werden müssen, sollen die Mechanismen als Methoden und Strukturen im Vorhinein feststehen.

Auch **offene Standards** in Form von „Open Source“-Technologien sind gerne gesehen. Projekte und Entwicklungen, die öffentlich zur Verfügung stehen, ermöglichen jedem Teilnehmer einen einfachen Zugriff auf die Technologie.

Von mittlerer Wichtigkeit werden technische Kriterien **wie eine schnelle Datenübertragung, Echtzeitfähigkeit** oder **Skalierbarkeit** eingeschätzt. Die Skalierbarkeit bezieht sich vor allem darauf, die Datenbreite und die Performance bedarfsgerecht anpassen zu können.

Die **Eingliederung in das Industrie 4.0-Umfeld** ist ebenfalls von mittlerer Wichtigkeit. In welchem Verbandsumfeld der Standard entwickelt wird und wie er sich beispielsweise in der Referenzarchitektur Industrie 4.0 (RAMI 4.0) verortet, ist eher zweitrangig.

Ein eher unwichtiges Kriterium zur Auswahl eines Kommunikationsstandards ist für die Befragten die Tatsache, dass das Unternehmen **bereits eine Vorgängerversion des Standards verwendet**.

	Gremien	keine Gremien
Standardisierte Datenmodelle	4,351	3,965
Technische Beständigkeit der Schnittstelle (z.B. Versionierung von Datenmodellen, Anpassungsfähigkeit an Entwicklungen im IT-Bereich)	4,218	4,175
Weitreichende Akzeptanz des Standards (Investitionssicherheit) – Branchen- und länderübergreifend	4,113	4,058
Schnelle Datenübertragung	3,097	3,287
Sichere Datenübertragung	4,073	3,982
Plattformunabhängigkeit	4,012	4,158
Reduktion des Integrationsaufwands	4,089	3,953
Integration von Komponenten, Modulen, Einzel- oder Sondermaschinen in Produktionslinien (kontinuierliche Produktion)	3,242	3,105
Skalierbarkeit (Datenbreite, Performance)	3,222	3,175
Funktionsbreite (z.B. Methodenaufrufe, Alarm und Events)	3,423	3,175
Echtzeitfähigkeit	2,770	2,895
Einfache Implementierbarkeit (z.B. über die Steuerung, Breites Angebot an Development Stacks)	3,548	3,684
Eingliederung in das Industrie 4.0 Umfeld (RAMI 4.0, IDTA)	3,282	3,287
Offener Standard (Open Source)	3,548	3,684
Die Vorgängerversion wird bereits im Unternehmen angewendet (z.B. OPC DA)	1,500	1,170

Abbildung 7: Wertung der Gründe für die Wahl eines Kommunikationsstandards unterteilt nach Gremienaktivität

Die Integration von Komponenten, Modulen, Einzel- oder Sondermaschinen in Produktionslinien (kontinuierliche Produktion) wird ebenfalls als eher unwichtig bewertet, da die Kommunikation auf dieser Ebene derzeit meistens über Feldbussysteme realisiert wird. Gerade Systemintegratoren sehen zum jetzigen Zeitpunkt keinen Vorteil darin, diese auf OPC UA umzustellen, da das Aufwand/ Nutzen- Verhältnis derzeit nicht gegeben sei.

Wird die Bewertung der Kriterien für die Wahl eines Kommunikationsstandards nach Gremienaktivität untersucht, ergibt sich das Ergebnis in Abbildung 7.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die durchschnittliche Bewertung der Kriterien für folgende Punkte signifikant unterscheidet:

- **Standardisierte Datenmodelle:** Dieser Aspekt wird von Unternehmen, die in Gremien aktiv sind, als signifikant wichtiger bewertet, wobei die absolute Differenz lediglich 0,35 Punkte beträgt. Das Ziel der Gremienarbeit ist es, standardisierte Datenmodelle zu entwickeln, da diese die Grundvoraussetzung für eine Vielzahl von Anwendungsfällen bilden. Die Relevanz und die Tragweite solcher Modelle sind folglich auch bei Unternehmen bekannt, die sich (bislang) nicht aktiv in Gremien beteiligen.
- **Funktionsbreite:** Ein Informationsmodell soll in alle Prozesse, die in einer Maschine ablaufen, integrierbar sein. Je mehr Funktionsmechanismen in der Technologie vorgegeben sind, umso weniger individuelle Lösungen werden geschaffen und umso einfacher ist es, bestimmte Funktionen in den Standard zu integrieren. Insbesondere für Unternehmen, die in Gremien mitarbeiten, ist dies von Bedeutung, da der entwickelte Standard eine möglichst breite Anwendung finden soll und die Unternehmen gleichzeitig auf andere Companion Specifications zurückgreifen wollen, die sich in ihrer Struktur ähneln.
- **Schnelle Datenübertragung:** Der Punkt schnelle Datenübertragung wird von Unternehmen als signifikant wichtiger bewertet, die nicht in Gremien aktiv sind. Einer der

Hauptkritikpunkte an OPC UA als Technologie ist die schnelle Datenübertragung und die fehlende Echtzeitfähigkeit. Dies kann ein möglicher Grund sein, weshalb sich Unternehmen bewusst gegen OPC UA und für eine andere Technologie entscheiden. Das Thema wird auch in den Arbeitskreisen diskutiert, d.h. die Awareness ist gegeben. Jedoch haben einige Experten in den Interviews angegeben, dass Echtzeitfähigkeit und schnelle Datenübertragung für sie nicht relevant seien, weil die Prozesse es nicht erfordern. Daher sei das Kriterium für sie aktuell nicht von sehr hoher Bedeutung. Andere wiederum setzen derzeit OPC UA und MQTT komplementär ein, bis OPC UA in Kombination mit TSN funktioniert.

### 3.3 Anwendungsfälle

Die Ergebnisse der Studie zeigen die hohe strategische Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle für die Unternehmen. Folglich stellt sich die Frage, welche Anwendungsfälle die Unternehmen mit einer interoperablen Schnittstelle realisieren wollen. Auf Basis der Ergebnisse aus den Interviews wurden mögliche neun Antworten abgeleitet, die im Folgenden näher beschrieben werden.

Die **Überwachung der Produktion** beinhaltet unter anderem das Übertragen des aktuellen Maschinenstatus, von Fehlermeldungen, der aktuellen Auslastung einer Maschine oder auch die Ermittlung der Effizienz einer Maschine.

Dies geht einher mit dem zweiten Anwendungsfall, **Prozessdaten bereitzustellen**. Hierbei werden beispielsweise Sensormesswerte wie Temperaturen zur Verfügung gestellt.

Ein weiterer Anwendungsfall ist das **Condition Monitoring**. Ein Anwendungsfall, der im Kontext von Industrie 4.0 immer mehr an Bedeutung gewinnt. Hierbei soll über diverse Maschinendaten eine Einschätzung hinsichtlich Wartung und Verschleiß der Maschine abgeleitet werden. Ebenso ist das **Asset Management** oder die **Inventarverwaltung** von großer

Bedeutung. Dies beinhaltet bspw. eine Identifikation von Maschinen und Komponenten, um diese während des Produktlebenszyklus auszutauschen.

Wichtig ist, dass das Steuern der Produktion vom direkten Ansteuern einer Maschine abgegrenzt wird. Während die **Steuerung der Produktion** lediglich das Übergeben, Starten und Verwalten von Aufträgen und Rezepten beinhaltet, wird beim **direkten Ansteuern einer einzelnen Maschine** z.B. Einfluss auf eine Achse genommen und diese in eine bestimmte Position verfahren. Ein besonderer Anwendungsfall dabei ist die **sicherheitsgerichtete Steuerung**, die hohe Anforderungen an die Sicherheit der Maschine und damit auch die Übertragung der Daten stellt.

Weitere Anwendungsfälle einer Schnittstelle sind die **Fernwartung** oder auch die **virtuelle Inbetriebnahme**.

Die Ergebnisse der Befragung (vgl. Abbildung 8) zeigen, dass die Überwachung der Produktion den am häufigsten genannten Anwendungsfall darstellt. Dieser Anwendungsfall eröffnet viele neue Möglichkeiten, die sich z.B. in neue Geschäftsmodelle überführen lassen. Allerdings setzt er voraus, dass alle Maschinen in der Produktion über eine standardisierte Schnittstelle verfügen oder entsprechend so eingebunden sind, dass alle relevanten Daten übertragen werden.

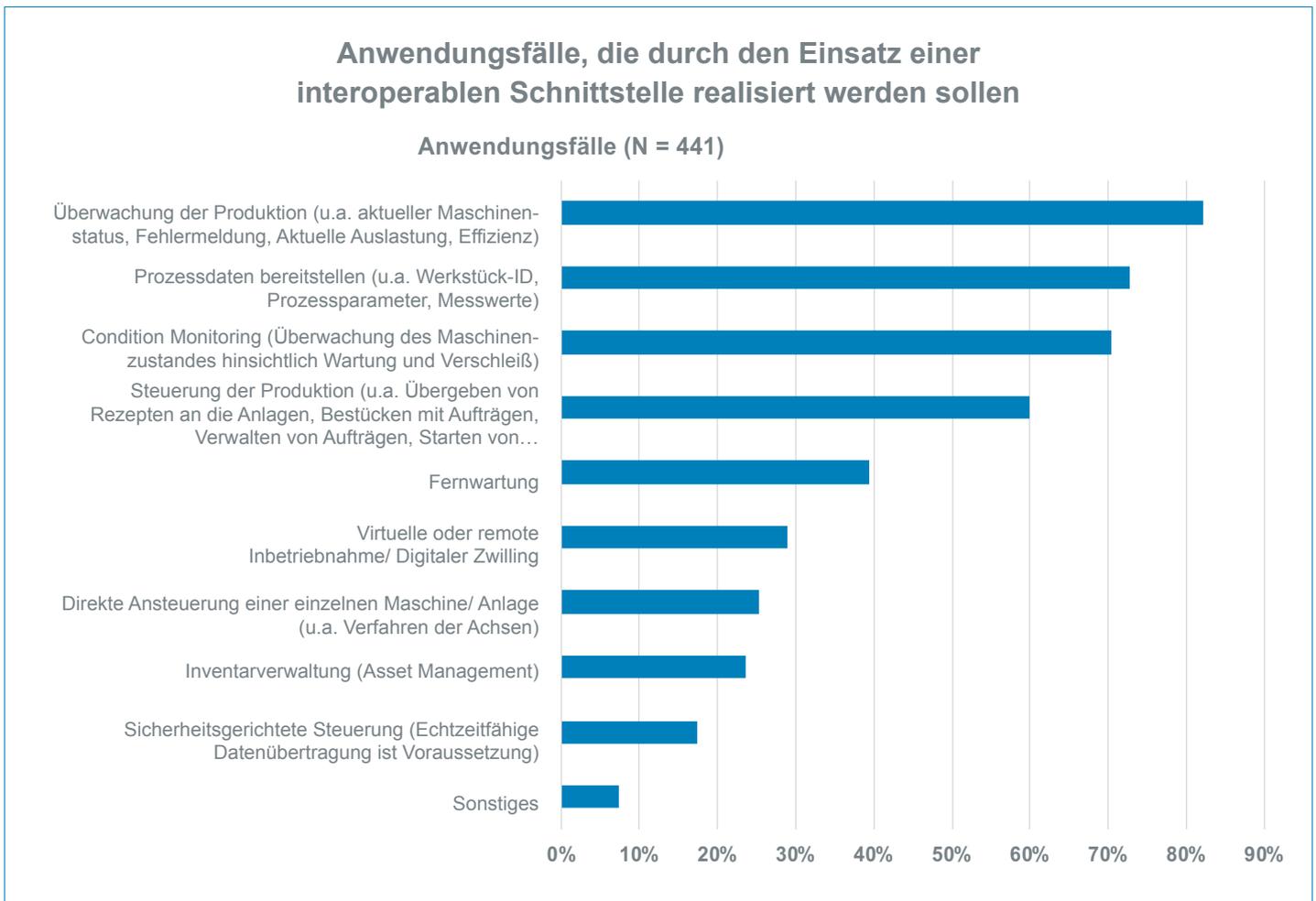


Abbildung 8: Anwendungsfälle, die durch den Einsatz einer interoperablen Schnittstelle realisiert werden sollen.

So lassen sich beispielsweise

- durch das gezielte Sammeln und Auswerten von Daten die gesamte Produktion optimieren und viel über die gesamte Produktion lernen.
- über Dashboards die Effizienz des Maschinenparks darstellen.
- über gezieltes **Machine Monitoring** die Auslastung der einzelnen Maschinen darstellen.
- die gesamte Produktion transparent und durchgängig machen, wenn die Informationen direkt von der Maschine an ein übergeordnetes Programm übertragen werden. Damit ist jederzeit ersichtlich, welche Maschine welchen Auftrag mit welcher Qualität bearbeitet. Somit können Auffälligkeiten sofort sichtbar werden und Qualitätsprobleme umgehend gemeldet werden.

Die Umsetzung dieses Anwendungsfalls in all seinen Facetten ist im Moment noch ein Zukunftsthema: Die Zusammensetzung der Maschinenparks und die damit verwendeten Schnittstellen sind im Kundenumfeld derzeit noch sehr heterogen. Damit ist die Bereitstellung der Daten eine Herausforderung.

Der zweitwichtigste Anwendungsfall ist mit 72 % die **Bereitstellung von Prozessdaten**. Dahinter verbirgt sich auch die Ablage der Daten in einem einheitlichen Format. Einige Unternehmen berichten, dass immer mehr Kunden schon heute und auch zukünftig auf die Daten zugreifen wollen, d.h. die Bereitstellung von Daten wird immer wichtiger.

### Die Bereitstellung von Daten wird immer wichtiger.

Die Daten werden dann je nach Bedarf weiterverarbeitet. Die **Bereitstellung der Prozessdaten** ist wie auch die Ablösung von proprietären Schnittstellen eine Grundvoraussetzung, die erfüllt sein muss, um andere Anwendungsfälle zu ermöglichen. Die Datenbereitstellung erfolgt derzeit in der Regel in ein übergeordnetes System, z.B. in ein MES-System. Dieser Anwendungsfall zielt aber auch darauf ab, Daten zukünftig über offene Gateways herstel-

lerübergreifend in eine Cloud transferieren zu können, die dann in neuen Geschäftsmodellen weiter verwertet werden können.

70 % der befragten Unternehmen möchten den Anwendungsfall **Condition Monitoring** realisieren. Einige Interviewpartner bieten bereits eine Zustandsüberwachung ihrer wichtigsten Komponenten inklusive einer Lebensdaueranalyse und -vorhersage an, allerdings basieren diese Lösungen bisher vollständig auf proprietären Lösungen und sind nur für einzelne Komponenten verfügbar.

Als vierter Punkt wird die **Steuerung der Produktion** genannt, die zukünftig über OPC UA realisiert werden soll. Eine solche Fernsteuerung wird von einigen Herstellern bisher über sehr komplexe proprietäre Schnittstellen für ihre eigenen Maschinen realisiert. Bei der direkten Maschinensteuerung handelt es sich auch um ein Zukunftsthema, da als Grundvoraussetzung zunächst das Maschinenberichtswesen (z.B. Übertragung des Maschinen- oder Auftragsstatus) standardisiert und implementiert werden muss.

Ein weiterer wichtiger Punkt für 40 % der Firmen ist die **Fernwartung**. Im Fokus steht die Unterstützung der Kunden bei der Maschinenoptimierung und bei Servicefällen. Werden die Daten beispielsweise standardisiert in einer Cloud abgelegt, kann der Lieferant den Kunden beim Service unterstützen oder ein akutes Problem lösen, ohne vor Ort agieren zu müssen.

Hier stellt sich auch die Frage, ob die Unternehmen, die in Gremien aktiv sind, andere Prioritäten setzen als Unternehmen, die nicht in Gremien aktiv sind. Abbildung 9 zeigt die Anwendungsfälle aufgetragen nach ihrer Bewertung durch die beiden Gruppen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die einzelnen Anwendungsfälle von den „aktiven“ Unternehmen generell häufiger als relevant eingeschätzt werden. Bei der Arbeit in den Arbeitskreisen tauschen sich die Unternehmen zu verschiedenen Themen aus und diskutieren auch die verschiedenen Anwendungsfälle. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass durch die aktiven Diskussionen auch die Wahrnehmung für weitere Anwendungsfälle steigt.

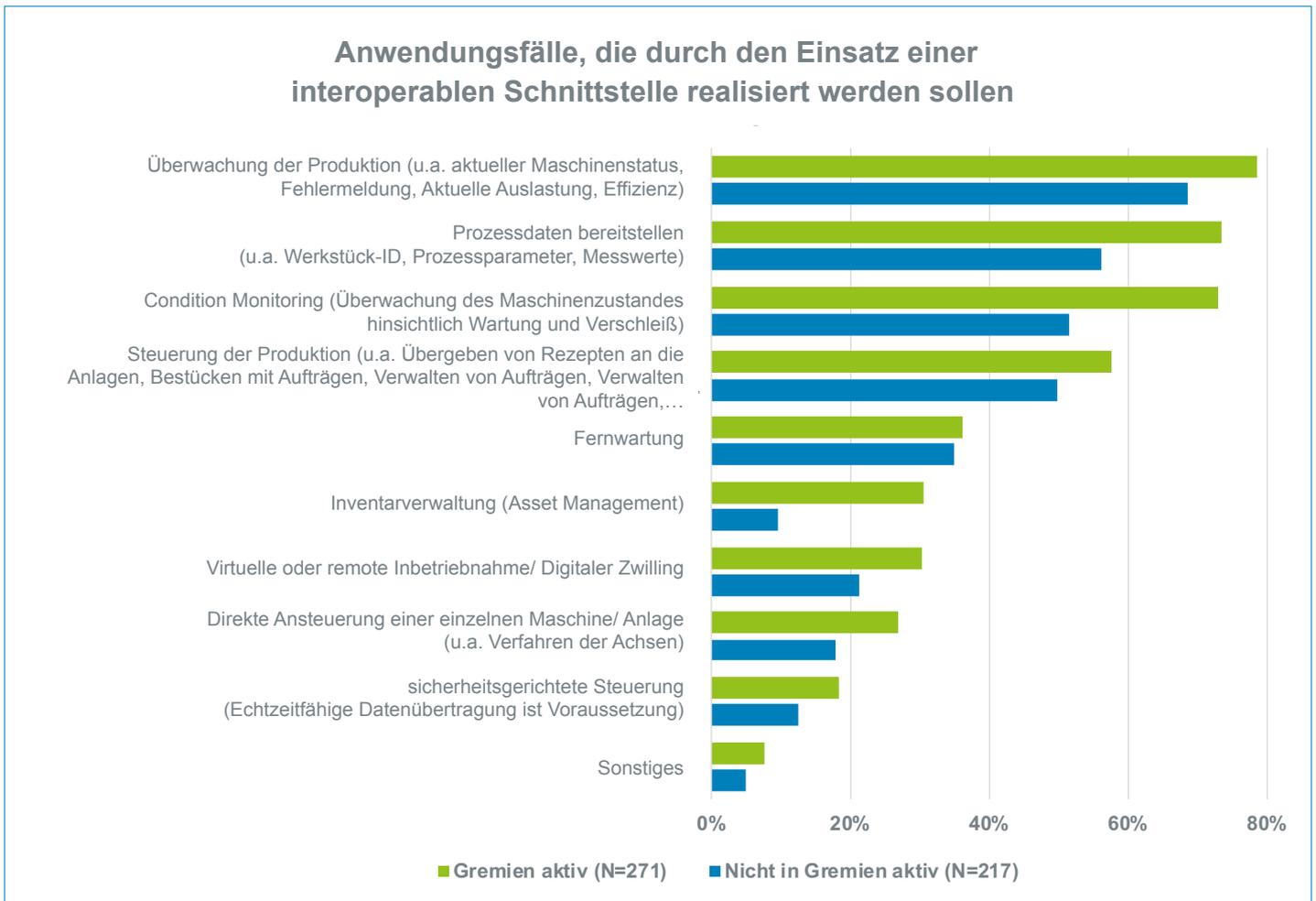


Abbildung 9: Anwendungsfälle, die durch den Einsatz einer interoperablen Schnittstelle realisiert werden sollen, aufgeteilt nach „aktiven“ und „nicht aktiven“ Unternehmen

Der einzige Anwendungsfall der von beiden Gruppen annähernd gleich bewertet wird, ist die **Fernwartung**. Dabei handelt es sich um einen Anwendungsfall, der über die Systemgrenze der Produktionsstätte hinauswirkt. Unternehmen sind hier auf eine sichere Kommunikation angewiesen, die OPC UA bereits von Haus aus bereitstellt. Der sichere Datenaustausch ist ein Thema, das auch Unternehmen außerhalb der Standardisierung beschäftigt (vgl. Abbildung 7). Signifikant öfter als relevant bewertet die „aktive“ Gruppe hingegen die **Inventarverwaltung / Asset Management**.

Dem Ergebnis in Abbildung 9 werden die behandelten Anwendungsfälle OPC UA Arbeitskreise gegenübergestellt, siehe Abbildung 10.

Aus der Übersicht in Abbildung 10 ist ersichtlich, dass die am wichtigsten bewerteten Anwendungsfälle bereits in den Arbeitskreisen behandelt werden. Das bedeutet nicht, dass der gesamte Anwendungsfall mit der jeweiligen CS schon abgedeckt ist. Die genaue Ausprägung des jeweiligen Anwendungsfalls ist individuell zu definieren. Auch müssen gegenseitige Abhängigkeiten zwischen den Anwendungsfällen beachtet werden. Eine **Steuerung der Produktion** wird beispielsweise erst möglich, wenn bestimmte Prozessdaten zur Verfügung gestellt werden. Zum anderen sind sie in sich sehr komplex, so dass sie über einen längeren Zeitraum hinweg in mehreren Zyklen immer weiter konkretisiert werden. Allerdings liefern die CS bereits zum jetzigen Zeitpunkt wichtige Teilbausteine, wie z.B. die Abbildung des Maschinenstatus.

Auffällig ist, dass eine Vielzahl an Arbeitskreisen das Thema **Inventarverwaltung** behandelt, obwohl es in der Bewertung (vgl. Abbildung 9) nicht hervorsticht. Der Grund dafür liegt darin, dass u.a. Themen wie die Identifizierung von Maschinen und Komponenten bereits in der für den gesamten Maschinen- und Anlagenbau gültigen OPC UA Companion Specification „OPC UA for Machinery“ abgedeckt werden. Branchenspezifische Gruppen verweisen auf diesen übergreifenden Standard und verwenden die enthaltenen Modelle, die so genannten „Building Blocks“.

### 3.4 Kommunikationswege

In der Diskussion der strategischen Bedeutung und auch der möglichen Anwendungsfälle muss immer auch der Kommunikationsweg mit beachtet werden, d.h. die Betrachtung dessen, wer miteinander kommunizieren soll. So ist beispielsweise für die Realisierung des Anwendungsfalls Überwachung der Produktion mindestens eine Kommunikation zwischen der Maschine und einem übergeordneten System notwendig.

Der abzubildende Kommunikationsweg kann horizontal oder vertikal sein. Im Rahmen der Studie sind sie wie folgt definiert:

- Horizontale Kommunikation: Maschine zu Maschine (M2M) und Feldgerät zu Maschine (FG2M)
- Vertikale Kommunikation: Maschine zu MES (M2MES), Maschine zu ERP (M2ERP) und Maschine zu Cloud (M2C)

Ein OEM fasst es wie folgt zusammen: „Wenn es nach unseren Ideen geht, ist OPC UA die Kommunikationsschnittstelle im Shop-floor, als auch heraus in übergeordnete Systeme – deswegen sehen wir sowohl horizontale als auch vertikale Kommunikation.“ Generell halten es die Unternehmen für relevant, beide Arten der Kommunikation über OPC UA abzubilden.

### Ziel ist es, Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig abzubilden

Ziel ist es, Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig abzubilden, d.h. Industrie 4.0 soll gekennzeichnet sein, dass jeder Teilnehmer im Kommunikationsnetzwerk problemlos kommunizieren kann.

Anwendungsfall	Beispiel	KuG	IJT	EoAT	MV	Rob	Met	Wzm	EAnt	NuV	OT
Überwachung der Produktion	aktueller Maschinenstatus, Fehlermeldung, aktuelle Auslastung, Effizienz	x	x	x	x		(x)	x	(x)	x	(x)
Prozessdaten bereitstellen	Werkstück-ID, Prozessparameter, Messwerte	x	x	x			(x)	(x)		x	(x)
Condition Monitoring	Überwachung des Maschinenzustandes hinsichtlich Wartung und Verschleiß	x	x	x	(x)	x	(x)	(x)			(x)
Steuerung der Produktion	Übergeben von Rezepten an die Anlagen, Bestücken mit Aufträgen, Starten von Aufträgen	x		(x)	x	(x)	(x)	(x)			
Fernwartung			(x)								
virtuelle Inbetriebnahme / Digitaler Zwilling			(x)	(x)			(x)				
Direkte Ansteuerung einer einzelnen Maschine / Anlage	Verfahren der Achsen	(x)					(x)				
Inventarverwaltung	Asset Management, Austausch von Komponenten dokumentieren	x		(x)			(x)	x	(x)		(x)
Sicherheitsgerichtete Steuerung	Echtzeitfähige Datenübertragung von sicherheitsrelevanten Daten									(x)	(x)

x = Bestandteil einer Spec (x) = derzeit in Erarbeitung

Abbildung 10: Anwendungsfälle, die in ausgewählten Gremien behandelt werden.

Es entscheiden sich aber eine Reihe von Arbeitskreisen dafür, zunächst die vertikale Kommunikation und in einem zweiten Schritt die horizontale Kommunikation zu beschreiben und zu implementieren. Abbildung 11 zeigt dazu nach Branchen zusammengefasst die aktuell abgebildeten Kommunikationswege in bereits veröffentlichten Companion Specifications.

Der Bedarf einer Standardisierung wird zum aktuellen Zeitpunkt insbesondere für die vertikale Kommunikation gesehen, da hier die Not am größten sei. Kunden seien direkt betroffen. Diese haben beispielsweise einen Bedarf, OEE-Kalkulationen durchzuführen, Aufträge an Maschinen zu übergeben und Rückmeldungen über den Maschinen-/Auftragsstatus zu erhalten. Hierbei liegt der Fokus im Moment eindeutig auf der Kommunikation zwischen Maschine und MES. Die Kommunikationswege werden sich aber nach Ansicht der Interviewpartner zukünftig ändern. Bei der vertikalen Kommunikation wird der Schwerpunkt nicht mehr auf der Kommunikation zwischen Maschine und MES liegen, die den alten Stand der Automatisierungspyramide abbildet. Zukünftig wollen die Firmen direkt von der Maschine oder Produktionsanlage in die Cloud kommunizieren. Neben der Definition der Schnittstellen und der Beschreibung der Use Cases gibt es nach Ansicht der befragten Unternehmen noch einige

Herausforderungen, die gelöst werden müssen, bevor eine branchenübergreifende Kommunikation in die Cloud tatsächlich realisiert werden kann:

- Die Festlegung einer Struktur, die die Anforderung an Datenintegrität erfüllt
- Die Zugriffs- und Eigentumsrechte von Daten
- Die sichere Datenübertragung

Die horizontale Ebene ist aus Sicht einiger Unternehmen, insbesondere der Systemintegratoren, mehr ein unternehmensinternes Thema. Die Kommunikation wird derzeit in der Regel über Feldbusse realisiert. Der Aufwand, sie in OPC UA abzubilden, wird als hoch angesehen und für einige Anwendungen fehlt die erforderliche Echtzeitfähigkeit, so dass zum aktuellen Zeitpunkt nicht von allen Akteuren der Mehrwert gegenüber den existierenden Lösungen gesehen wird. Dennoch ist die horizontale Kommunikation über OPC UA zukünftig ein Thema, das relevant wird, sobald der gesamte Shopfloor in den Fokus rückt.

Herstellerautark arbeitende Maschinen hingegen wollen alle benötigten Maschinendaten an der Stelle bereitstellen, an der sie gebraucht werden, ohne sich auf horizontale oder vertikale Kommunikation festzulegen.

Kommunikationsweg	horizontal	vertikal
Machinery	x	x
Werkzeugmaschinen		x
Robotics		x
Machine Vision	x	x
Kunststoff- und Gummimaschinen	x	x
Wägetechnik		x
Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen		x
Holzbearbeitungsmaschinen		x
Pumpen und Vakuumpumpen		x
Kompressoren		x

Abbildung 11: Kommunikationswege in bereits veröffentlichten Companion Specifications

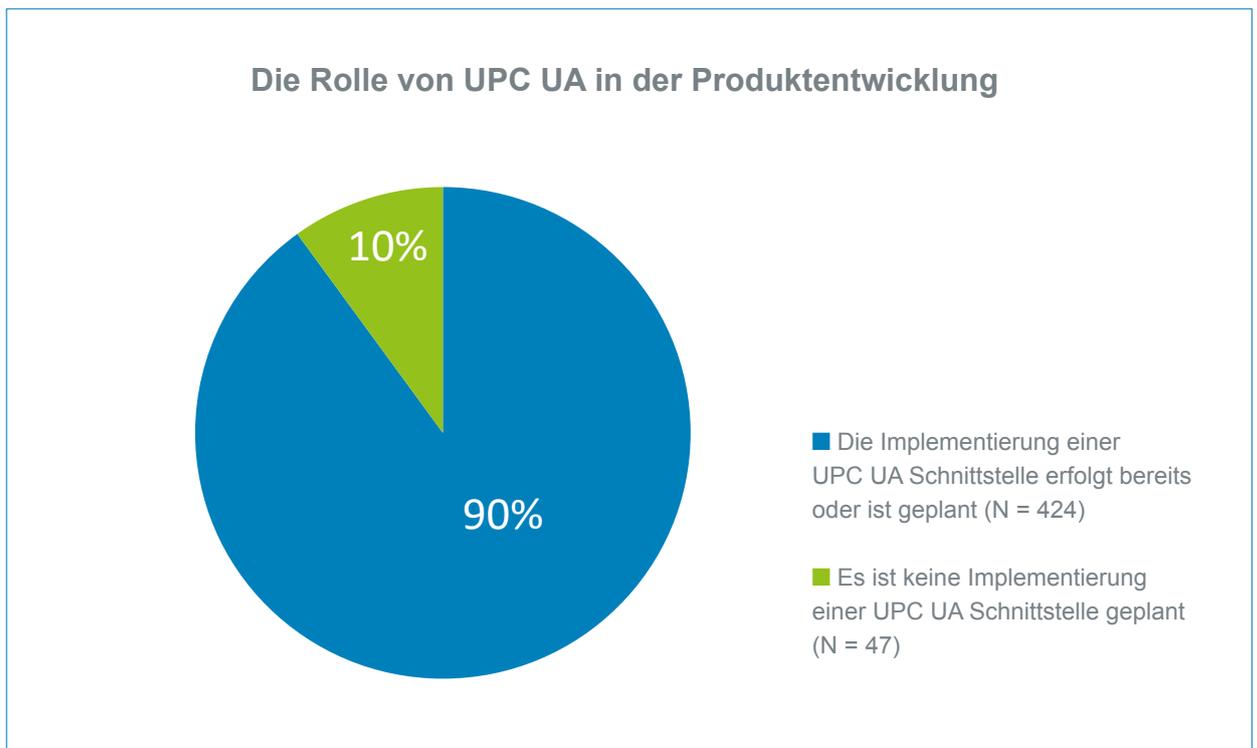


Abbildung 12: (Geplante) Integration von OPC UA

Sowohl die vertikale als auch die horizontale Kommunikation soll zukünftig nicht nur herstellerübergreifend, sondern branchenübergreifend erfolgen, da Anwendungsfälle wie beispielsweise **Asset Management** oder **Condition Monitoring** nicht nur für eine einzelne Maschine oder Branche realisiert werden sollen. Der VDMA engagiert sich in diesem Bereich besonders. Seit dem Jahr 2019 wird in einem branchenübergreifenden Arbeitskreis die sogenannte „OPC UA for Machinery“ Spezifikation erarbeitet. Diese bearbeitet branchenübergreifende Anwendungsfälle und entwickelt für diese allgemeingültige Informationsmodelle.

### 3.5 Die Rolle von OPC UA in der Produktentwicklung

Aus der Befragung geht hervor, dass OPC UA für die Unternehmen aus unterschiedlichen Gründen eine hohe Relevanz aufweist. Folglich stellt sich die Frage, inwieweit OPC UA als Technologie in den Unternehmen bereits verbreitet ist. Es zeigt sich, dass 90 % der befragten Unternehmen OPC UA als Schnittstelle bereits implementiert haben oder es zukünftig

planen, siehe Abbildung 12. Lediglich 10 % geben an, dass sie zum aktuellen Zeitpunkt keine Implementierung planen.

**90 % der Unternehmen haben OPC UA als Schnittstelle bereits implementiert oder planen es zukünftig.**

Aus Produktentwicklungssicht kann sich die Implementierung einer OPC UA-Schnittstelle in drei unterschiedlichen Phasen befinden:

- 1. Eine OPC UA-Schnittstelle ist bereits in die Produkte integriert worden und ist damit am Markt verfügbar.
- 2. Die Implementierung ist Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte und wird mit einer nachfolgenden Produktgeneration oder einem neuen Produkt auf den Markt kommen.
- 3. Die Implementierung einer Schnittstelle ist zukünftig geplant, d.h. es handelt sich um ein strategisches Entwicklungsziel oder um ein Vorentwicklungsprojekt.

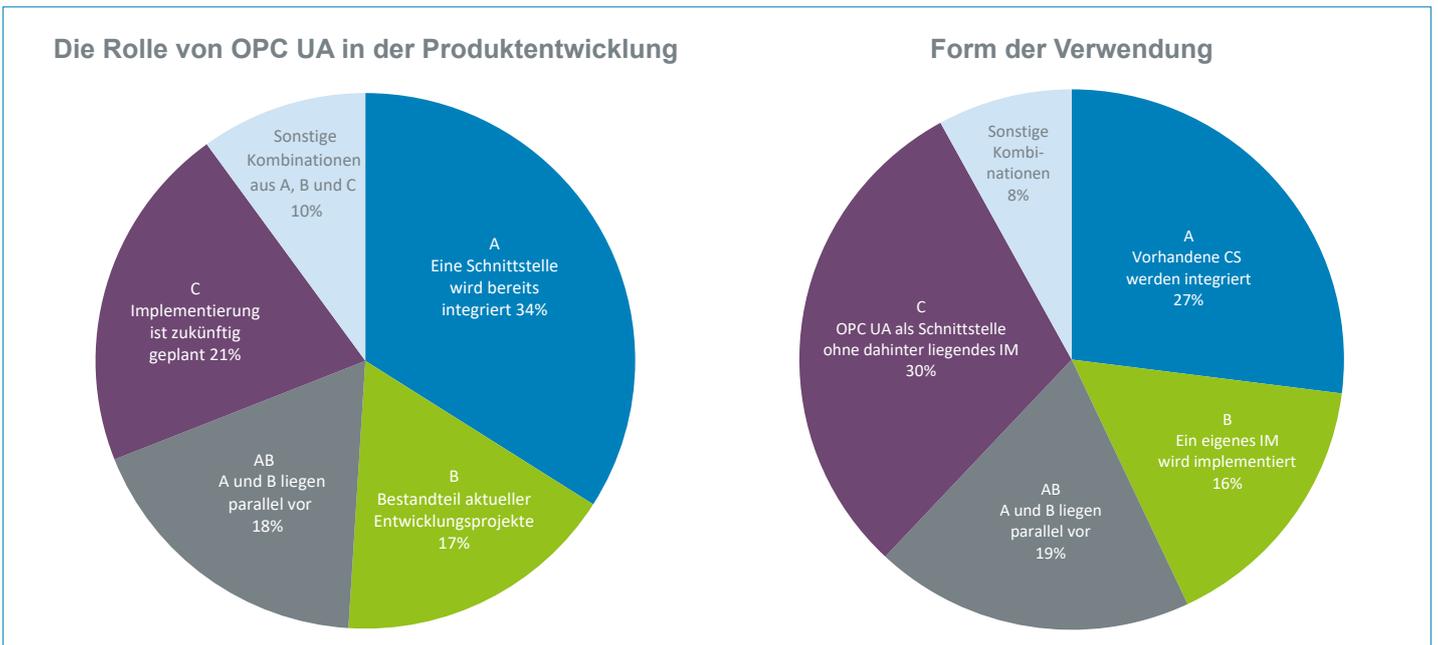


Abbildung 13: Implementierungsgrad von OPC UA in die Produkte.

Abbildung 14: Form der Verwendung von OPC UA in den Produkten.

Die verschiedenen Phasen lassen sich nicht starr voneinander trennen, sodass möglicherweise mehrere Phasen parallel vorliegen. Produkte können sich im Übergang zwischen zwei Phasen befinden, die Tiefe der Verwendung von OPC UA über zwei Produktgenerationen variieren oder verschiedene Produkte eines Unternehmens in Bezug auf einen Kommunikationsstandard unterschiedlich weit entwickelt sein. Abbildung 13 zeigt den aktuellen Stand in den befragten Unternehmen.

**69 % der Unternehmen haben bereits eine OPC UA-Schnittstelle in die Produkte implementiert und/ oder die Implementierung ist Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte.**

Werden die Kategorien A, B und AB (vgl. Abbildung 13) zusammengefasst, zeigt sich, dass insgesamt 69 % der Unternehmen bereits eine OPC UA-Schnittstelle in die Produkte implementiert haben und/ oder die Implementierung Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte ist.

Lediglich 21 % (Kategorie C in Abbildung 13) der Unternehmen planen eine Schnittstelle erst zukünftig zu implementieren. Damit zeigt

sich deutlich, dass OPC UA als Kommunikationsstandard bei den Unternehmen etabliert ist.

**OPC UA ist als Kommunikationsstandard bei den Unternehmen etabliert.**

Das bedeutet aber nicht, dass damit bereits das Ziel der Interoperabilität erreicht ist. Dieses lässt sich erst erreichen, wenn die beteiligten Kommunikationspartner die Schnittstelleninhalte auch verstehen. Dafür wird ein einheitliches Informationsmodell benötigt, das in den Companion Specifications definiert und beschrieben wird. Die Implementierung dieser Spezifikationen wird durch **umat** unterstützt.

Dabei kann eine OPC UA Schnittstelle grundsätzlich in 3 Varianten implementiert werden:

- 1. Es wird auf bereits definierte Companion Specifications (CS) zurückgegriffen
- 2. Es wird ein firmenspezifisch definiertes (eigenes) Informationsmodell entwickelt und verwendet
- 3. Es werden Daten über OPC UA ohne ein definiertes Informationsmodell übertragen

Darüber hinaus können Kombinationen dieser Varianten auftreten. Abbildung 14 zeigt, welche Form der Verwendung die Unternehmen verfolgen oder zukünftig planen.

Daraus geht hervor, dass 62 % der Unternehmen (A, B und AB in Abbildung 14) bereits vorhandene CS, ein eigenes Informationsmodell oder eine Mischform aus beidem implementieren.

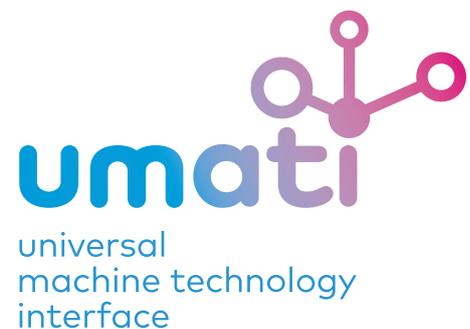
Fast ein Drittel der Unternehmen implementiert bereits vorhandene CS in ihre Produkte. Der Standard muss dabei nicht zwangsläufig vollumfänglich implementiert werden. Einige Unternehmen verwenden nur Teilmodelle mit den Funktionen, die für das jeweilige Produkt benötigt werden. Die Verwendung bereits vorhandener CS ist derzeit noch durch die begrenzte Verfügbarkeit in einigen Branchen limitiert. Eine Vielzahl an Spezifikationen befindet sich zum aktuellen Zeitpunkt noch in der Entwicklung und es ist bisher kein Standard verfügbar. Für viele Maschinentypen und Branchen hat sich zum aktuellen Zeitpunkt auch noch kein Arbeitskreis gebildet. An dieser Stelle greifen eine Vielzahl an Unternehmen auf eigene standardisierte Firmenspezifikationen zurück, die bei Bedarf kundenspezifisch erweitert werden. Aus den Interviews ist bekannt, dass Unternehmen ihre Vorarbeiten oftmals direkt oder indirekt in die Gremienarbeit einbringen, sobald ein Arbeitskreis gegründet wird. Gründe dafür sind unter anderem, den firmenspezifischen Anpassungsaufwand bei Erscheinen der Companion Specifications möglichst gering zu halten, die eigene Investition abzusichern oder auch um sicherzustellen, dass die eigenen Anforderungen in einem öffentlich zugänglichen Standard hinreichend abgebildet sind.

Ein Fünftel der Unternehmen gibt an, dass sie sowohl auf bereits vorhandene Spezifikationen zurückgreifen, als auch eigene Informationsmodelle implementieren. Die Gründe für eine solche Vorgehensweise sind vielschichtig, z.B.:

- es sind nicht für alle Produkte, die das Unternehmen am Markt anbietet, CS vorhanden

- OPC UA wird schon länger in verschiedenen Produkten eingesetzt und die Implementierung vorhandener CS ist Teil der Entwicklung einer nächsten Produktgeneration, bei der u.U. proprietäre Protokolle vollständig ersetzt werden
- bereits verfügbare CS decken nicht vollumfänglich das Anforderungsprofil des Kunden ab und wird zu diesem Zweck durch interne Spezifikationen ergänzt.
- es werden sehr allgemein gehaltene CS wie z.B. die OPC UA for Devices (DI) verwendet und diese dann um eigene Spezifikationen erweitert

Ein Drittel der Unternehmen hingegen verwendet OPC UA als Schnittstelle zur Datenbereitstellung, ohne auf ein definiertes Informationsmodell zurückzugreifen. Die Schnittstelle kann kundenspezifisch entwickelt werden, indem die Spezialisten des Lieferanten und des Kunden gemeinsam die jeweilige Schnittstelle für das



#### **umati**

(universal machine technology interface) ist eine Community des Maschinen- und Anlagenbaus und seiner Kunden zur Verbreitung und Implementierung der OPC UA Companion Specifications.

umati erleichtert, dass Maschinen und Anlagen untereinander kommunizieren oder in kunden- und anwenderspezifische IT-Ökosysteme integriert werden können – einfach, nahtlos und sicher.

Eine Initiative zur Erschließung neuer Potenziale für die Produktion der Zukunft – weltweit.

**umati.org**

Produkt definieren. Eine weit verbreitete Vorgehensweise in dieser Gruppe ist das Zukaufen von am Markt verfügbaren OPC UA Modulen, die die Daten zumeist unstrukturiert in OPC UA umsetzen. Eine Auswertung dieser Daten ist häufig nicht ohne ein entsprechendes Referenzdokument zur Erklärung der Parameter möglich.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie weit welche Verwendungsform von Informationsmodellen in den verschiedenen Implementierungsphasen verbreitet ist, werden die in Abbildung 13 und in Abbildung 14 dargestellten Ergebnisse in Korrelation gesetzt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 15.

Zukünftig plant ein höherer prozentualer Anteil bei der Implementierung auf vorhandene CS zurückzugreifen. In den letzten Monaten wurde eine Vielzahl neuer Arbeitskreise in verschiedenen Fachzweigen gegründet, so dass die Anzahl und Bandbreite verfügbarer CS in naher

Zukunft deutlich zunehmen wird. Das bedeutet, dass die Entwicklung der CS in den Arbeitskreisen und die Umsetzung in den Unternehmen gewissermaßen parallel verläuft.

Trotz der Vielzahl neuer Arbeitskreise planen ein Drittel der Unternehmen OPC UA auch zukünftig als Schnittstellenstandard ohne ein definiertes Informationsmodell anzubieten. Die Gründe für diese Vorgehensweise sind vielschichtig. Beispielsweise kann es sich dabei um Produkte des Sondermaschinenbau handeln, die nicht über eine standardisierte Schnittstelle abgedeckt werden können.

Weiterhin auffällig ist, dass ein Drittel der Unternehmen, die bereits eine OPC UA Schnittstelle integrieren und eine Implementierung als Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte verfolgen, vorhandene CS sowie eigene Informationsmodelle nutzen (Kategorie AB der Gruppe 1. und 2. in Abbildung 15).

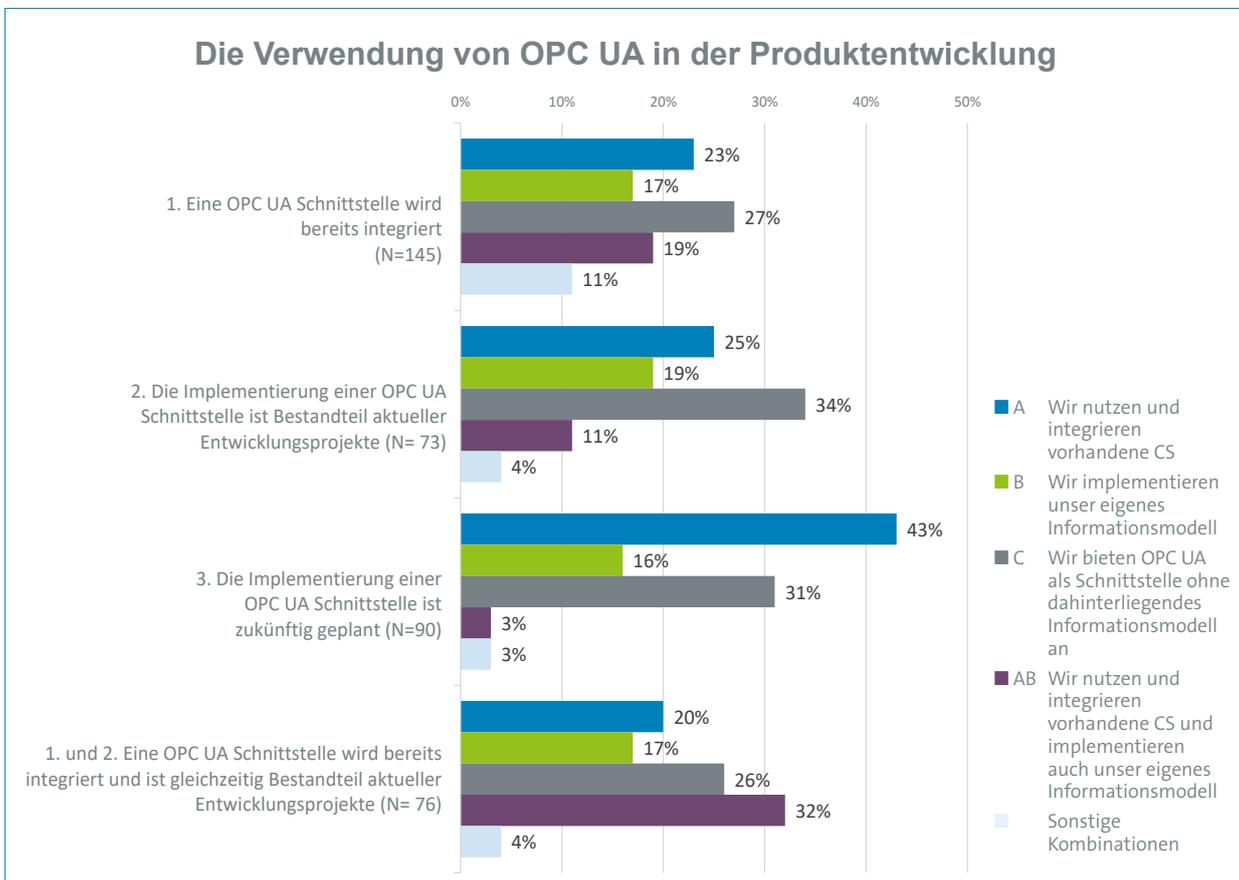


Abbildung 15: Korrelation zwischen Implementierungsgrad und Form der Verwendung von OPC UA

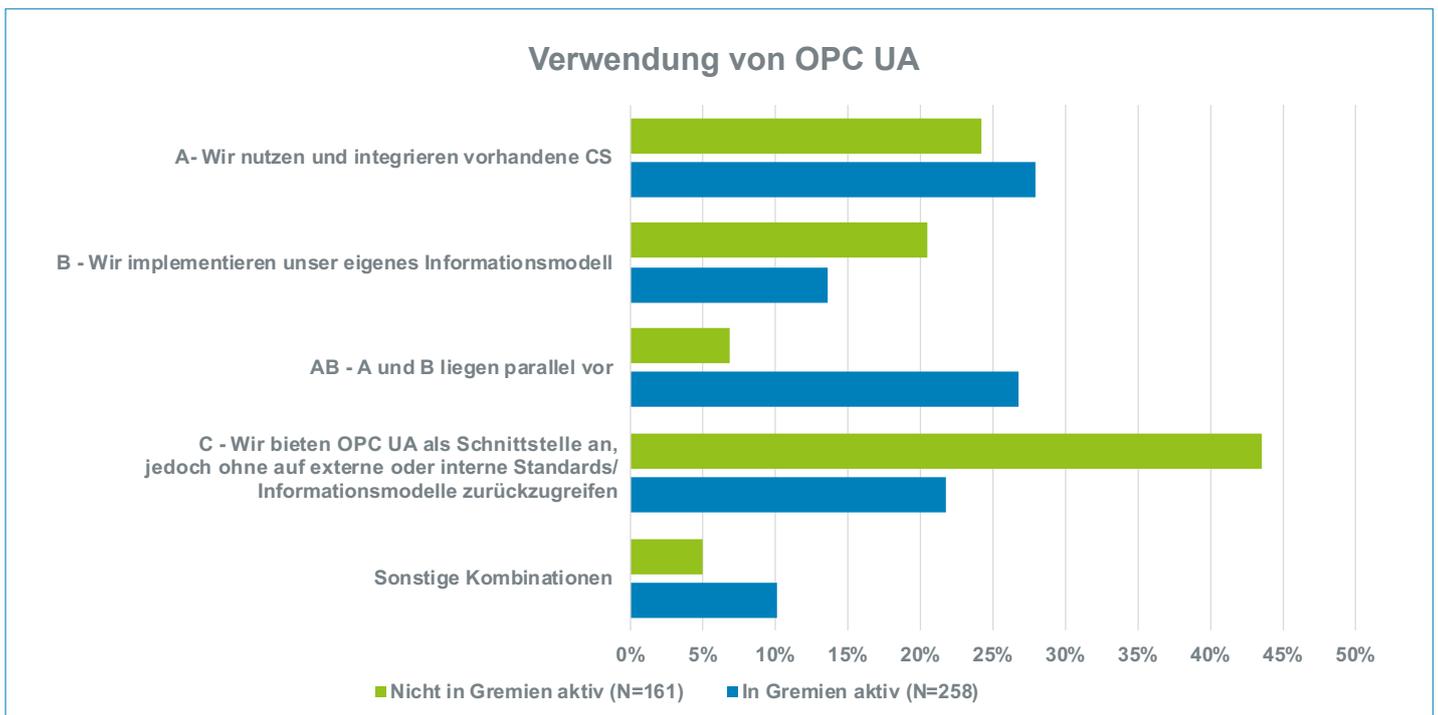


Abbildung 16: Verwendung von OPC UA nach Gremienaktivität

Zum einen handelt es sich um Unternehmen, die beide Ansätze parallel einsetzen, um beispielsweise eine größere Bandbreite an Funktionalitäten abzudecken. Zum anderen ist aus den Interviews bekannt, dass einige Unternehmen schon länger auf Basis von OPC UA eigene Informationsmodelle in verschiedenen Produkten anbieten, die in der nächsten Produktgeneration durch zwischenzeitlich entstandene CS abgelöst werden.

Es stellt sich die Frage, welchen Einfluss eine Aktivität des Unternehmens in Standardisierungsgremien auf die Form der Verwendung von OPC UA in den eigenen Produkten hat. Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang.

Somit werden bereits vorhandene CS etwas häufiger von Unternehmen genutzt, die aktiv in Gremien mitarbeiten. Ein eigenes Informationsmodell implementieren tendenziell eher Unternehmen, die nicht in der Standardisierung aktiv sind.

Auffällig ist, dass eine Mischform aus beiden Ansätzen (A und B parallel) deutlich häufiger von „aktiven“ Unternehmen verfolgt wird. In dieser Gruppe implementieren immerhin 27 % beide Formen, während es bei den „nicht akti-

ven“ Unternehmen nur ca. 7 % sind. Ein Grund dafür ist möglicherweise, dass „nicht aktive“ Unternehmen nicht alle am Markt verfügbaren Spezifikationen kennen und folglich eher dazu tendieren, ein eigenes Informationsmodell zu entwickeln oder OPC UA als Schnittstelle ohne dahinterliegendes Informationsmodell zu verwenden. In der Arbeit mit den Arbeitskreisen zeigt sich immer wieder, dass an dieser Stelle von Seite der Unternehmen viel Informationsbedarf besteht, da nicht alle Unternehmen über ausreichend Kapazitäten verfügen, um die gesamte Entwicklung zu verfolgen.

Darüber hinaus zeigt sich, dass 43 % der „nicht aktiven“ Unternehmen OPC UA als Schnittstelle implementieren, ohne dabei auf externe oder interne Standards/ Informationsmodelle zurückzugreifen. Bei den „aktiven“ Unternehmen hingegen sind es nur 22 %. Da an dieser Stelle keine weiteren Informationen zum Grad der Nutzung in den jeweiligen Produkten vorliegen, kann keine Aussage darüber getroffen werden, in welcher Tiefe OPC UA tatsächlich verwendet wird. Wie zuvor beschrieben reicht die Bandbreite hier von kundenspezifischer Schnittstellengestaltung bis hin zur Verwendung von am Markt verfügbaren OPC UA Modulen.

### 3.6 Mitarbeit in Gremien

Zum jetzigen Zeitpunkt existieren allein im VDMA über 35 Arbeitskreise zur Erstellung von OPC UA Companion Specifications. Dabei treffen sich Unternehmensvertreter verschiedener Branchen um Informationsmodelle für ihren Bereich zu definieren. Die Anzahl der Arbeitskreise nimmt dabei weiter zu. Daher stellt sich die Frage, was Unternehmen dazu motiviert, sich aktiv in Standardisierungsgremien einzubringen und Kapazitäten dafür bereitzustellen. Auch hier wurden zunächst die Interviewpartner nach ihrer Motivation befragt, sich in den Gremien zu engagieren. Die Teilnehmer der Onlinebefragung wurden anschließend gebeten, die Gründe aus ihrer Perspektive auf einer Skala von 0 (gar nicht relevant) bis 5 (sehr relevant) zu bewerten. Abbildung 17 zeigt die Mittelwerte aus der Bewertung.

Große Unternehmen oder Unternehmen, die in ihrem Bereich einen hohen Marktanteil haben, sehen sich teilweise in der Pflicht, an dieser Stelle voranzugehen und sich in Arbeitskreisen zu engagieren. Dasselbe gilt für Unternehmen, die an sich selbst den Anspruch haben, als Innovatoren in ihrer Branche wahrgenommen zu werden. Dahinter steht ein wichtiger Punkt – die **Möglichkeit den Standard inhaltlich mitzugestalten**. Den Unternehmen bietet sich die Chance, richtungsweisend zu agieren und die eigenen Bedarfe in die Entwicklung des Standards mit einzubringen. Vermieden wird durch das Mitwirken im Arbeitskreis auch, Dinge umsetzen müssen, die dem eigenen Anspruch nicht genügen. So erklärt ein großer Endkunde im Rahmen der Interviews, dass sie nicht nur Standards einsetzen wollen, die die Industrie ihnen zur Verfügung stelle, sondern, dass sie die Inhalte direkt mitgestalten wollen, um sicher zu stellen, dass ihre Anforderungen auch umgesetzt werden. Dies würde sonst u.U. dazu führen, dass sie weiterhin auf proprietäre Lösungen zurückgreifen müssten, weil das im Standard beschriebene Informationsmodell nicht mit den eigenen Bedürfnissen an die Schnittstelle vereinbar ist.

Damit haben die Unternehmen gegenüber den nicht mitwirkenden Wettbewerbern **einen Informationsvorsprung**. Hinzu kommt, dass die Unternehmen frühzeitig erfahren, in welche Richtung es gehen wird und welche Ideen diskutiert werden. Damit haben die Unternehmen die Möglichkeit, die neuen Entwicklungen frühzeitig in die Produktplanung mit einfließen zu lassen.

Die Companion Specification beinhaltet am Ende eine konsolidierte Lösung, die das Beste aus verschiedenen Ansätzen vereint. Gerade Unternehmen, die sich frühzeitig mit dem Thema auseinandergesetzt und interne Datenmodelle entwickelt haben, **bringen ihre Vorarbeiten gerne in den Standard mit ein**. Damit schützen sie ihre eigenen Vorarbeiten und halten den Anpassungsbedarf gering.

**„Wir haben wirklich viel gelernt und dieses Wissen tragen wir auch nach innen. Für mich war es ein starker Motivator mitzuarbeiten. Wir haben uns mit Sachen auseinandergesetzt, an die wir früher nicht herangekommen sind und haben Hinweise bekommen, wie wir Dinge anders machen könnten und sollten.“**

Eine große Motivation für viele Unternehmen ist der **Bedarf nach einem einheitlichen Datenmodell in der Branche**. OPC UA ist die Technologie und nicht das Modell und die Semantik dahinter. Die Einheitlichkeit ist aber erforderlich, um Visionen wie „Plug and Produce“ realisieren zu können. Sie bildet die Grundlage für viele Anwendungsfälle (siehe Kapitel 3.3) und ist damit die Basis für neue Geschäftsmodelle. Hinzu kommt, dass die Unternehmen sich von einem gemeinsamen Standard **einen Schutz der eigenen Investitionen** versprechen. Wenn sich eine ganze Branche auf ein bestimmtes Thema fokussiert und dazu Standards entwickelt, ist das strömungs- und richtungsweisend, auch für das eigene Unternehmen. Hinzu kommt, dass durch Gremienarbeit gleichzeitig auch Öffentlichkeitsarbeit betrieben wird, d.h. ein Teil der Aufwände lässt sich dadurch kompensieren.

## Gründe für eine Beteiligung am Arbeitskreis

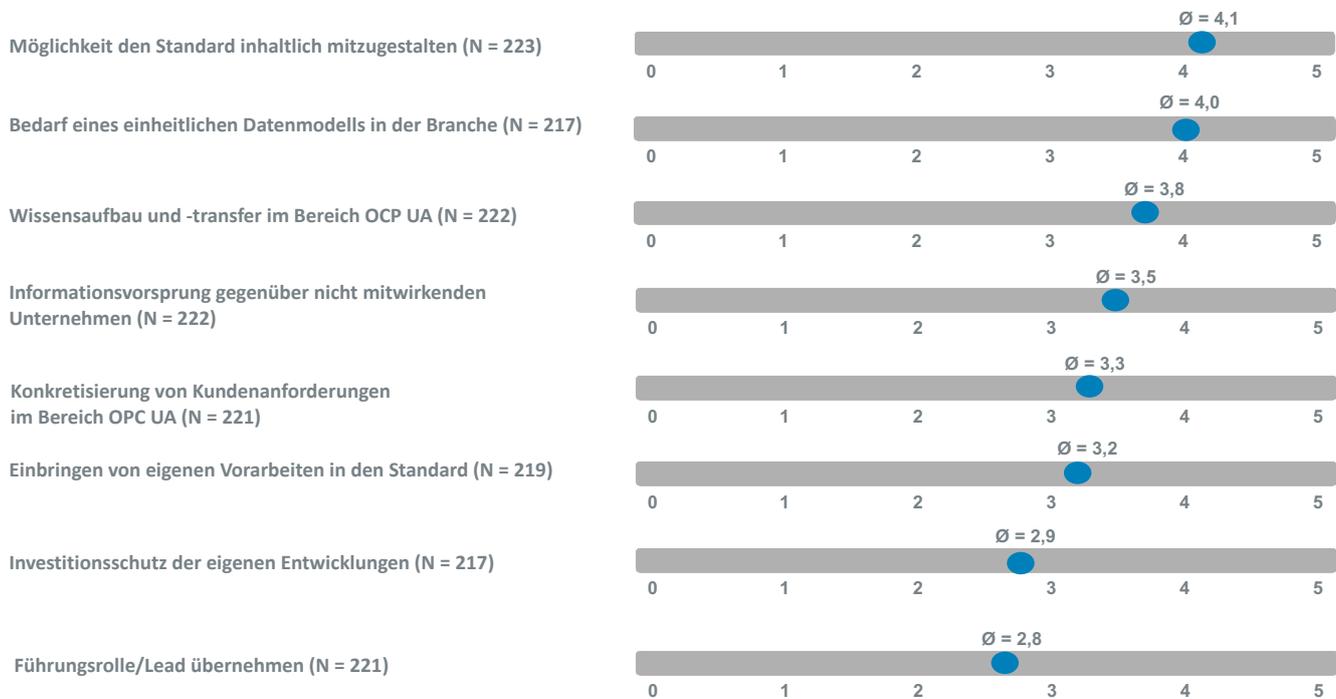


Abbildung 17: Gründe von Unternehmen zur Mitarbeit in Gremien

In der Gremienarbeit kommt es automatisch zu einem **Wissenstransfer** zwischen den diskutierenden Expertinnen und Experten. Ein Unternehmensvertreter beschreibt seine Erfahrung wie folgt

„Wir haben wirklich viel gelernt und dieses Wissen tragen wir auch nach innen. Für mich war es ein starker Motivator mitzuarbeiten. Wir haben uns mit Sachen auseinandergesetzt, an die wir früher nicht herangekommen sind und haben Hinweise bekommen, wie wir Dinge anders machen könnten und sollten.“

Einige Endkunden beteiligen sich eher passiv an der Entwicklung des Standards. Sie geben ihre Anforderungen in die Arbeitsgruppen und überlassen es dann den Experten für die Anlagen oder Komponenten diese entsprechend umzusetzen. Sie wollen nicht auf Standards zurückgreifen, die die Industrie ihnen vorgibt. Unter Umständen müssen sie dann weiterhin proprietäre Lösungen schaffen, weil mehr oder

andere Informationen benötigt werden. Das Mitwirken der Kunden wiederum hilft den Herstellern, die **Kundenanforderungen in Bezug auf OPC UA zu konkretisieren** und die eigene Entwicklung darauf abzustimmen. So hilft nach Aussage eines Interviewpartners die gemeinsame Erarbeitung eines Modells dabei, spätere Probleme in der Entwicklung zu verhindern. Aus Kapitel 3.5 ist ersichtlich, dass eine Reihe von Unternehmen auf bereits vorhandene CS zurückgreifen und parallel dazu eigene Informationsmodelle entwickeln, die beispielsweise komplementär eingesetzt werden. Diesen Unternehmen hilft die Arbeit in den Arbeitskreisen, ihr eigenes spezifisches Informationsmodell auf Basis der Kundenanforderungen und der zu entwickelnden Companion Specifications weiter zu konkretisieren.

## 4. Zusammenfassung und Fazit

Der VDMA führte die Studie durch, um mehr über die Relevanz interoperabler Schnittstellen aus Sicht der einzelnen Unternehmen zu erfahren. Zielsetzung war es, die strategische Bedeutung einer interoperablen Schnittstelle wie z.B. OPC UA in den Unternehmen zu untersuchen.

Dazu wurden Fragestellungen definiert, die über einen kombinierten Ansatz an qualitativen und quantitativen Methoden der empirischen Forschung untersucht wurden:

### 1. Welche strategische Bedeutung hat eine interoperable Schnittstelle wie z.B. OPC UA für die Unternehmen?

Über 56 % der befragten Unternehmen (N=549) geben an, dass eine interoperable Schnittstelle für ihr Unternehmen von hoher bis sehr hoher Bedeutung ist. Bei den Unternehmen, die sich aktiv in Standardisierungsgremien engagieren, sind es fast 70%.

Aus strategischer Sicht liegt für die Unternehmen der Fokus ganz deutlich auf dem Auflösen proprietärer Schnittstellen – die Voraussetzung für einen plattformunabhängigen Datenaustausch. Damit wird die Umsetzung der Vision „Plug and Produce“ erst ermöglicht, die für mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen eine strategische Relevanz aufweist. Neben der Möglichkeit attraktivere Produkte anzubieten, profitieren sowohl Kunden als auch Lieferanten von einer Reduzierung des Integrationsaufwandes, dies führt wiederum zu Kosteneinsparungen auf beiden Seiten.

Für ca. 40 % der befragten Unternehmen steht eine interoperable Schnittstelle für Kosteneinsparungen durch Reduktion des eigenen Entwicklungsaufwandes sowie für die Möglichkeit neue Geschäftsmodelle, beispielsweise neben Maschinen- und Anlagen auch Softwarelösungen, anbieten zu können.

### 2. Welche Kriterien muss ein Kommunikationsstandard erfüllen?

Oberste Priorität hat für die Unternehmen die technische Beständigkeit der Schnittstelle, d.h. der Kommunikationsstandard muss sich kontinuierlich mit den sich verändernden Bedürfnissen der Anwender über ein Versionsmodell weiterentwickeln. Damit wird gleichzeitig sichergestellt, dass sich auch ältere Maschinen mit älteren Versionen integrieren lassen. Die Beständigkeit ist für die Unternehmen fast gleichbedeutend mit einer weitreichenden Akzeptanz des Standards, um Investitionssicherheit zu gewährleisten. Weitere Aspekte, denen von Seiten der Unternehmen eine hohe Relevanz zugesprochen wird, ist die Plattformunabhängigkeit, die Reduktion des Integrationsaufwandes und die sichere Datenübertragung sowie standardisierte Datenmodelle.

### 3. Welche Anwendungsfälle sollen (zukünftig) mit einer interoperablen Schnittstelle wie z.B. OPC UA realisiert werden?

Einen besonderen Stellenwert als Anwendungsfall nimmt die Überwachung der Produktion ein, welche von über 80 % der befragten Unternehmen als relevant eingestuft wird. Dem folgt mit über 70 % der Nennungen die **Bereitstellung von Prozessdaten und Condition Monitoring**. Die vollständige Umsetzung dieser Anwendungsfälle in allen Facetten ist im Moment noch ein Zukunftsthema. Eine stichprobenartige Analyse der aktuellen Themenschwerpunkte in den Arbeitskreisen rund um OPC UA zeigt allerdings, dass notwendige Teilaspekte zur Umsetzung der genannten Anwendungsfälle bereits in Companion Specifications abgebildet werden, wie z.B. Maschinenidentifizierung oder Maschinenzustand.

Relevant ist für mehr als die Hälfte der Unternehmen auch eine **Steuerung der Produktion**. Dies ist aktuell noch eine Herausforderung. Die nötigen Echtzeitmechanismen befinden sich noch in der Entwicklung und gleichzeitig benötigt dieses Vorhaben die bereits angeführten Anwendungsfälle als Grundlage.

#### 4. Welche Kommunikationswege sollen in den Companion Specifications abgebildet werden?

Ein zentraler Punkt in der Diskussion möglicher Anwendungsfälle ist immer auch der Kommunikationsweg, d.h. die Betrachtung dessen, welche Systeme miteinander kommunizieren sollen. Generell halten es die Unternehmen für relevant, sowohl die horizontale als auch die vertikale Kommunikation über OPC UA abzubilden, um Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig repräsentieren zu können. Der Fokus liegt in den Arbeitskreisen derzeit aber auf einer Beschreibung der vertikalen Kommunikation. Während hierbei der Schwerpunkt aktuell noch auf der Kommunikation zwischen Maschine und MES liegt, wollen die Firmen zukünftig direkt von der Maschine oder Produktionsanlage in die Cloud kommunizieren. Die horizontale Kommunikation folgt erst in einem zweiten Schritt.

#### 5. Inwieweit sind interoperable Schnittstellen, wie z.B. OPC UA, bereits in die Produkte implementiert worden?

Dass interoperable Schnittstellen für die befragten Unternehmen eine hohe Relevanz aufweisen, zeigt sich deutlich in der Befragung. 90 % der Unternehmen, die interoperable Schnittstellen für relevant halten, geben an, OPC UA als Schnittstelle bereits implementiert zu haben oder planen dies zukünftig. Davon implementieren 69 % der Unternehmen zum aktuellen Zeitpunkt bereits eine OPC UA Schnittstelle in die Produkte und/ oder die Implementierung ist Bestandteil aktueller Entwicklungsprojekte. Dabei greifen 62 % auf bereits vorhandene Companion Specifications, ein eigenes Informationsmodell oder eine Mischform der Erstgenannten zurück.

#### 6. Mit welcher Motivation beteiligen sich die Unternehmen aktiv an der Erstellung von Companion Specifications?

Die drei wichtigsten Aspekte, weshalb sich Unternehmen an der Erarbeitung von Companion Specifications beteiligen, ist die Möglichkeit, den Standard aktiv mitzugestalten, der Bedarf nach einem einheitlichen Datenmodell in der Branche sowie Wissensaufbau und -transfer im Bereich OPC UA.

#### Was bedeuten die Einzelergebnisse im Allgemeinen für die strategische Bedeutung von OPC UA und damit für die weitere Vorgehensweise?

Die Umfrage lässt vermuten, dass das branchenübergreifende Gesamtziel die durchgängige Abbildung von Produktionssystemen in ihrer Gesamtheit ist. Das bedeutet, Industrie 4.0 soll damit gekennzeichnet sein, dass jeder Teilnehmer im Kommunikationsnetzwerk problemlos kommunizieren kann. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass durch den Einsatz von interoperablen Schnittstellen zukünftig die **Überwachung der Produktion, Condition Monitoring** und auch die **Steuerung der Produktion** ermöglicht werden soll. Eine wesentliche Grundlage für die Umsetzung dieser Anwendungsfälle ist die strukturierte Bereitstellung von Daten sowie Prozessinformationen. Das bedeutet, dass dem am zweithäufigsten genannten Anwendungsfall eine besondere Bedeutung zufällt, da er die Basis für alles Weitere bildet. Eine weitere Voraussetzung, um Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit abzubilden, ist das branchenübergreifende Auflösen proprietärer Schnittstellen, um einen plattformunabhängigen Datenaustausch zu schaffen. Dies bedeutet nicht nur, sich auf eine einheitliche Technologie festzulegen, wie es mit der Wahl von OPC UA als Vorzugsstandard erfolgt ist, sondern auch das gemeinsame Entwickeln von standardisierten Datenmodellen. Nur wenn diese branchenübergreifend vorliegen, lassen sich Anwendungsfälle wie die **Überwachung** und **Steuerung der Produktion** vollumfänglich realisieren.

Der Bedarf an standardisierten Datenmodellen ist den Unternehmen bewusst, was sich daran zeigt, dass dieser Punkt einer der Hauptmotivatoren ist, um sich in Gremien zu engagieren. Die konkrete Umsetzung des wichtigsten Anwendungsfalls, dem **Überwachen der Produktion**, basiert darauf, dass die Maschinen alle notwendigen Informationen und Daten vor allem übergeordneten Systemen zur Verfügung stellen. Damit erklärt sich auch die Entscheidung der Arbeitskreise, zunächst die vertikale Kommunikation in den Companion Specifications abzubilden.

Während eine **Überwachung der Produktion** auch im geschlossenen Produktionsnetzwerk erfolgen kann, ist für ein funktionierendes **Condition Monitoring**-Konzept eine Verbindung nach außen zum Hersteller, beispielweise über eine Cloud, notwendig. Folglich gewinnt die Kommunikation zwischen Maschine und Cloud zukünftig an Bedeutung.

Es wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen, bis tatsächlich Produktionssysteme in ihrer Gesamtheit durchgängig abgebildet werden und alle Teilnehmer in einem Produktionsnetzwerk problemlos miteinander kommunizieren können. Die Vielzahl der Arbeitskreise, die bereits im VDMA bestehen und die kontinuierlich neu entstehen, zeigt aber, dass die Richtung definiert ist und der Maschinen- und Anlagenbau als Branche den Weg gemeinsam beschreitet und die dafür benötigten standardisierten Datenmodelle entwickeln wird. Der gemeinsame Wille zeigt sich zudem in den Harmonisierungsaktivitäten in der „OPC UA for Machinery“ und durch die Bestrebungen, die weit über die reine Schnittstellenstandardisierung hinaus angestoßen wurden – umati. umati steht für **universal machine technology interface** und ist eine Marke und Community bestehend aus Herstellern und Kunden mit dem Ziel die Verbreitung und Einführung der OPC UA Schnittstellen in der Praxis global zu fördern und durch Demonstratoren und Marketing erlebbar zu machen.

## Projektpartner / Impressum

### **VDMA**

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main  
Internet vdma.org

### **Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM)**

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

### **Projektleitung**

Dr. Sandra Drechsler,  
VDMA Metallurgy

Andreas Faath,  
Industrial Interoperability, FKM

Timo Helfrich,  
Industrial Interoperability, FKM

### **Design und Layout**

VDMA Verlag GmbH

### **Erscheinungsjahr**

2021

### **Copyright**

VDMA

### **Bildnachweise**

Titelbild: Shutterstock  
Seite 1: VDMA

### **Grafiken**

VDMA

### **Hinweis**

Die Verbreitung, Vervielfältigung und öffentliche Wiedergabe dieser Publikation bedarf der Zustimmung des VDMA und seiner Partner. Auszüge der Publikation können im Rahmen des Zitatrechts (§ 51 Urheberrechtsgesetz) unter Beachtung des Quellenhinweises verwendet werden.

**Forschungskuratorium  
Maschinenbau e.V. (FKM)**

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

**VDMA e.V.**

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main  
Internet [vdma.org](http://vdma.org)

**Kontakt**

Andreas Faath  
Head Industrial Interoperability  
Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM)  
Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main  
Telefon +49 69 6603-1495  
E-Mail [andreas.faath@vdma.org](mailto:andreas.faath@vdma.org)



**[vdma.org/opcua](http://vdma.org/opcua)**

**Förderhinweis**

Das Projekt „Interoperable Interfaces for Intelligent Production – II4IP“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Durchgeführt wird das Projekt vom Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM) in Kooperation mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) in der Zeit von Februar 2020 bis Januar 2023.