VIRTUAL DIMENSION **CENTER**

Zukunftsstudie

Digitales Engineering 2025

Zukunftsstudie Digitales Engineering 2025

Bild Titelseite: Design-Review bei Miele & Cie. KG

Inhalt

1. Vorwort ... 3
2. Ausgangspunkt und Überblick ... 4
3. Grundlage der Studie ... 5
4. Durchgängige digitale Entwicklungsprozesse ... 8
5. Einsatz von Virtual Reality im Entwicklungsprozess ... 10
6. Anwendungs- und firmenübergreifender Datenaustausch ... 13
7. Daten-, Modell-, Softwaremanagement ... 16
8. Daten und digitale Modelle von Produkten – „Durchgängige Beipackzettel" ... 18
9. Wandlungsfähige Produktion ... 20
10. Zusammenfassung ... 22

Literatur ... 23

Impressum ... 24

1. Vorwort

Christoph Runde

Wir freuen uns über Ihr Interesse an der Zukunftsstudie Digitales Engineering 2025. Das Virtual Dimension Center (VDC) hat diese Studie erstellt mit dem Ziel, Firmen, insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen, Visionen und Szenarien zum Einsatz von 3D-Technologien in der Industrie für das Jahr 2025 aufzuzeigen.

Digitale Methoden der Produktentwicklung und Produktionsplanung werden in Zukunft eine noch wesentlichere Rolle bei der Verwirklichung innovativer Produkte, Lösungen, Prozesse und Projekte im industriellen Bereich spielen. Wohin die Reise geht, dazu sind heute jedoch nur wenige konkrete Anhaltspunkte verfügbar. Die Auswertung einer VDC-Mitgliederbefragung aus dem Jahr 2012 ergab dann auch folgerichtig, dass von Seiten der Mitglieder sowohl unter den Anbietern und Dienstleistern als auch den Anwendern von 3D-Technologien ein sehr großes Interesse an einer „Vision Digitales Engineering 2025" besteht.

Mit der Erstellung der Zukunftsstudie haben wir die Ergebnisse für das Technologiefeld Digitales Engineering 2025 dokumentiert. Die Studie soll als Roadmap für die wesentlichen Akteure (Technologieanwender und Technologieanbieter) dienen und zukünftige Forschungsstrategien und Markt- und Technologietrends für eine der Schwerpunktbranchen der Region Stuttgart, den Maschinen- und Anlagenbau, aufzeigen.

Wir danken den Experten für ihre Teilnahme an der Prognosestudie Digitales Engineering 2025.

Ein besonderer Dank geht an die Firma Festo und Herrn Wolfgang Engler für seine tatkräftige und engagierte Mitwirkung im Projekt.

Wir danken ausdrücklich auch der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart für die finanzielle Unterstützung, ohne die dieser Ratgeber nicht möglich gewesen wäre.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Umsetzung!

Fellbach im Oktober 2016

Dr.-Ing. Christoph Runde,
Geschäftsführer, Virtual Dimension Center

2. Ausgangspunkt und Überblick

Bereits heute sind Technologien und Methoden der 3D-Produktentwicklung bzw. des Digitalen Engineerings von hoher Relevanz, um (hoch)komplexe Produkte und Fertigungseinrichtungen geometrisch zu planen und zu vermarkten. Aufgrund der umfassenden steigenden Komplexität, sowohl von Produkten selbst als auch der Entwicklungsprozesse, werden auch in Zukunft die Bedeutung dieser Technologien sowie deren Anforderungen weiter zunehmen. Hierfür muss möglichst frühzeitig die richtige Weichenstellung für eine erfolgreiche Zukunft vorgenommen werden. Konkrete Anhaltspunkte darüber, wohin die Reise gehen wird, sind derzeit jedoch nicht ausreichend.

Digitale und immersive 3D-Technolgien sind heute ein Mittel des Frontloadings[1]. Sie werden eingesetzt, um schnelle Entwicklungszyklen als aktives Prozesselement zu unterstützen. Es gilt, frühe Entwicklungsphasen zu betonen und Änderungskosten durch frühes Ergebnisfeedback zu reduzieren. Alternative Produktkonzepte können besser entwickelt werden; Variantenvergleiche fallen leichter; die Entscheidung über die Produktspezifikation wird unterstützt. Der Einsatz digitaler Technologien im Entwicklungsprozess von Beginn an hilft zudem, Medienbrüche zu reduzieren und die Kooperation über Distanz zu stimulieren. Unter 3D-Technologien werden in diesem Zusammenhang die Erzeugung (z.B. Modellierung, Laserscanning, CT), Aufbereitung (z.B. Konvertierung, Simulation) und Ausgabe (z.B. Projektion, Visualisierung) von 3D-Daten verstanden. Das Testen möglicher Produkteigenschaften schon in frühen Phasen der Produktentwicklung an digitalen Prototypen ermöglicht die Optimierung bereits ab der Konzeptphase. Ebenso verhält es sich mit der Simulation neuer Fertigungsverfahren und neuer Produktionskonzepte. Die Generierung von Fertigungsdaten aus dem Produktmodell und die frühzeitige Überprüfung der Produzierbarkeit eines Produkts in allen Facetten sind weitere Potenziale, die sich aus den Werkzeugen der digitalen Produktentwicklung und Produktionsplanung ergeben. 3D-Methoden haben sich in den vergangenen Jahren nicht nur technologisch, sondern auch in ihrer Beschäftigungswirkung stetig weiterentwickelt. In Europa sind die deutschsprachigen Länder mit 38% Umsatzanteil der größte Markt, gefolgt von den französisch-sprachigen Ländern mit 26% und UK & Irland mit 12% nach einer Studie

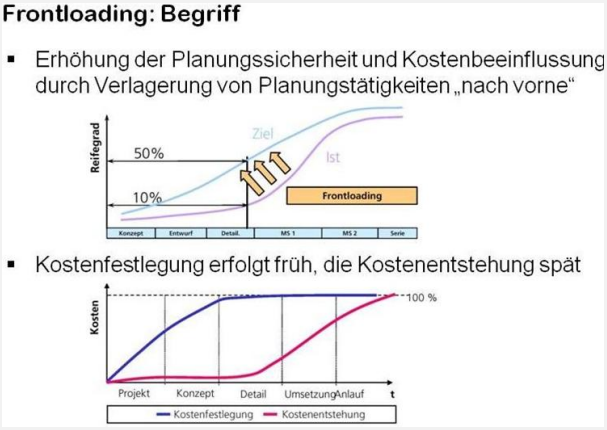

Abb. 1: Frontloading

[1] Mit Frontloading wird das Ziel bezeichnet, Funktion, Betriebsverhalten, technologischen und sonstigen Eigenschaften eines Produktes / Bauteiles o. ä. so früh wie möglich in der Entwicklung mit Hilfe von digitalen Modellen zu verwirklichen - ohne vorher Versuche und Tests mit realen Prototypen durchführen zu müssen.

„MCAE Market Europa 2007“ der 01Consulting (MCAE steht hierbei für Mechanical Computer Aided Design) [6].

Die Prognos AG veröffentlichte 2012 gemeinsam mit dem Fraunhofer IGD und der MC Marketing Consulting eine Studie „Marktperspektiven von 3D in industriellen Anwendungen“ [3]. Darin werden folgende Zahlen für den deutschen Markt ermittelt:

- Es gibt ca. 2.500 Unternehmen mit 3D-Angeboten in Deutschland.
- Der Umsatz betrug 2010 rund 8,7 Milliarden Euro (Hard- und Software, Dienstleistungen).
- 3D-Technologien haben eine wichtige Bedeutung für die exportstarken Industriebereiche Automobil- und Maschinenbau sowie Medizintechnik.
- In der Forschung liegt Deutschland bei Publikationen und Patenten hinter den USA, China und Japan auf einem Spitzenplatz und verfügt über eine hervorragende Basis an gut ausgebildeten Experten.
- Die Prognose für das weitere Wachstums des 3D-Bereichs liegt in Höhe von 3% bei kontinuierlicher Fortschreibung.

Die 3D-Branche ist dabei stark mittelständisch geprägt. 92% der Firmen aus dem Bereich 3D sind kleine und mittelständische Unternehmen (kmU) nach EU-Definition, sowohl was Mitarbeiteranzahl wie auch Umsätze betrifft [3]. Damit dürfte in der 3D-Branche aufgrund seiner mittelständischen Prägung auch einige Bedeutung – jetzt schon und auch in Zukunft – für den Arbeitsmarkt liegen. Richtet man den Blick auf die Verteilung der Anbieter von 3D-Technologien auf die einzelnen Bundesländer, so findet sich Baden-Württemberg (mit 21,8%, ca. 550 Unternehmen) an zweiter Stelle hinter Bayern (mit 24,5%) [3]. Lediglich Nordrhein-Westfalen hat noch einen signifikant hohen Anteil (17,7%) und Hessen ist überdurchschnittlich (8,3%).

3. Grundlage der Studie

Grundlage der Prognose-Studie bilden verschiedene Sekundärliteraturquellen, die sich mit dem Thema Digitales Engineering der Zukunft beschäftigen. Dabei handelt es sich zum Großteil um Roadmaps, Marktstudien und Postitionspapiere. Insgesamt wurden sechs verschiedene Sekundärliteraturquellen in den Literaturpool zur näheren Analyse aufgenommen:

- IMS 2020 – Roadmap on Sustainable Manufacturing, Energy Efficient Manufacturing and Key Technologies (2009)
- Manufuture –A Vision for 2020 (2009)
- Marktperspektiven von 3D in industriellen Anwendungen (2012)
- ICT for Manufacturing. The ActionPlanT Roadmap for Manufacturing 2.0 (2012)
- Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 (2013)
- Trends in der Virtuellen Produktion (2010).

Die Literaturanalyse ergab ein sehr umfassendes Bild zum Thema Digitales Engineering, das verschiedene Themengebiete adressiert wie z.B. Treiber, Rahmenbedingungen, Potenziale, Anforderungen, sozioökonomische und technologische Megatrends, Handlungsfelder sowie Trends aus Anwender- und Technologiesicht. Insgesamt wurden 111 Thesen der unterschiedlichen Quellen identifiziert, gesammelt, analysiert und auf neun übergeordnete Themenstellungen verdichtet, die das Fundament der Experten-Befragung bildeten (siehe Abb. 2).

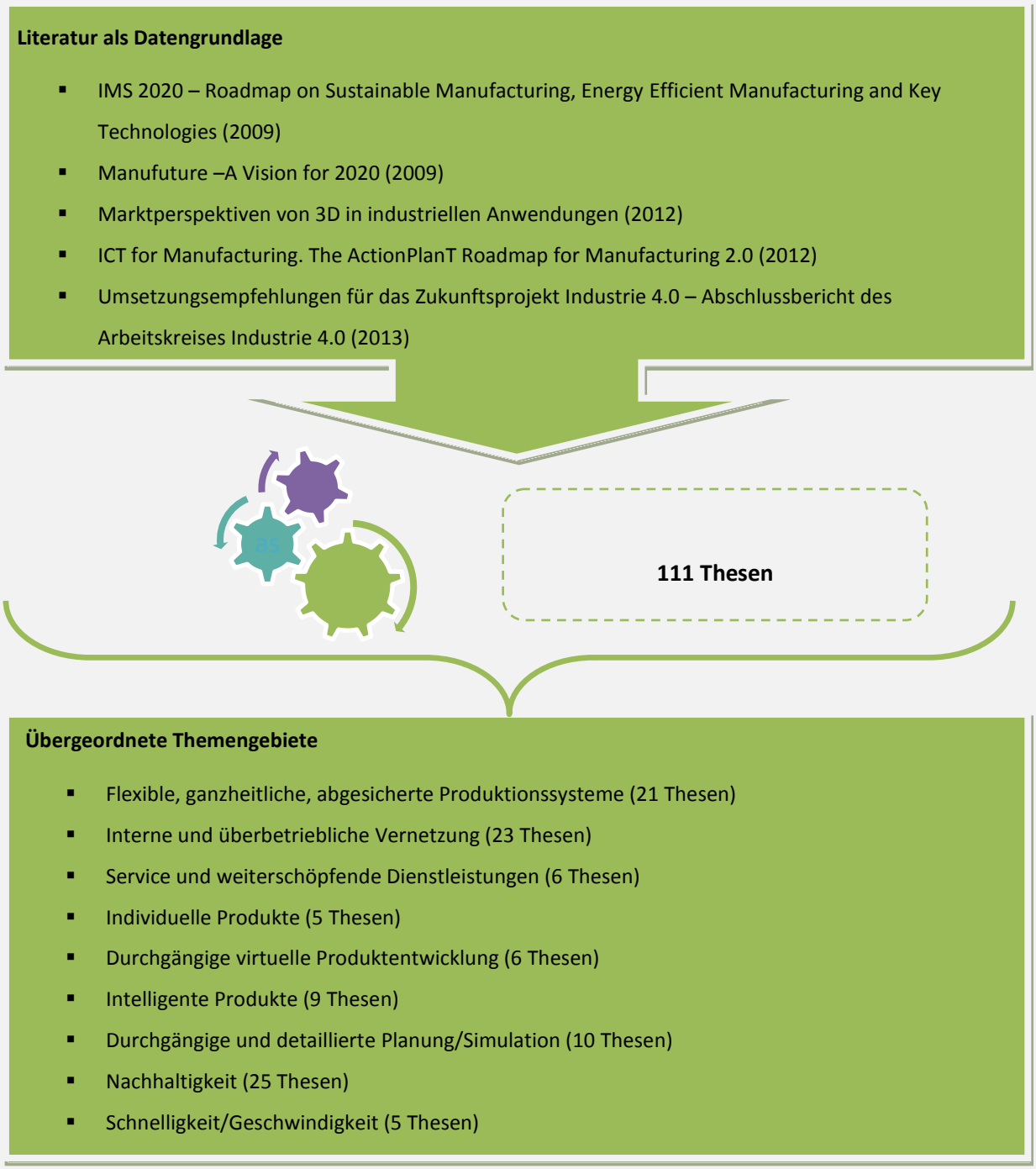

Abb. 2: Grundlage der Experten-Befragung [Bild: VDC]

Ziel der Studie ist es, die Anforderungen zu ermitteln, die sich aus den antizipierenden Veränderungen im „virtuellen Engineering“ an die Produkte von Komponenten- und Teilsystemlieferanten des Maschinen- und Anlagenbaus ergeben und die Zeiträume bis zum Eintreten dieser Veränderungen abzuschätzen. Der Bereich Fabrikplanung liegt nicht im Fokus der Umfrage. Folgende aus der Sekundärliteraturanalyse abgeleiteten Punkte beschreiben die Rahmenbedingungen für die Experten-Befragung „Digitales Engineering 2025“:

- Die Engineeringprozesse im Maschinen- und Anlagenbau werden weiter digitalisiert und virtualisiert bis hin zur vollständigen virtuellen Konzeption von Anlagen oder Anlagenteilen inklusive ihrem Verhalten und dem „Nebeneinander und Miteinander“ von virtuellen und physischen Anlagen oder Anlagenteilen. Treiber für diese Prozesse sind sowohl Zeitersparnis und Fehlervermeidung sowie Zusatznutzen durch erweiterte Softwarefunktionen.
- Dies impliziert, dass ein Produkt neben der Hardware in immer höherem Maße aus Daten, Modellen und Software besteht, die im Produktentwicklungsprozess parallel zur Hardware erstellt werden müssen.
- Für Hardware (im weitesten Sinne „Mechanik“) werden etablierte und über Jahrzehnte gereifte Entwicklungsprozesse mit vielfältiger Methodik- und Toolunterstützung eingesetzt. Für die Softwareentwicklung in industriellen Anwendungen hat erst mit dem Aufkommen der Mechatronik die Etablierung entsprechender Prozesse begonnen.
- Die Weiterentwicklung von Rechnerkapazität, neuen Programmiersprachen und neuen Bedienkonzepten erfolgt in der Softwareentwicklung mit hoher Dynamik. Die eingesetzten Werkzeuge und Methoden haben bereits mehrere Evolutionszyklen durchlaufen.
- Bei der Modellierung von Komponenten und Systemen findet man heute weit ausgereifte Werkzeuge und eine hohe Durchdringung beim Einsatz von CAD- und FEM-Methoden. Weitere Simulationsmethoden sind auf dem Weg zur Nutzung in der Breite (Strömungssimulation, Mehrkörperdynamiken, Anlagensimulation usw.). Bei Werkzeugen wie Matlab fand eine rasante Entwicklung statt bis hin zu ersten Open Source Anwendung.
- Vielfach stellen die eingesetzten Tools noch Insellösungen dar, da insbesondere der Daten- und Modellaustausch und die Modellvereinfachung Probleme bereiten.
- Unter Datenaustausch ist im hier betrachteten Kontext nicht nur die Beschreibung von Produkten sondern auch die Kommunikationsfähigkeit von Produkten zu verstehen. Offene Standards gibt es in diesem Bereich noch nicht. Einen entsprechenden Ansatz findet man z.B. in OPC-UA.

Die Experten wurden aus einem Pool von Teilnehmern verschiedener Arbeitskreise und Veranstaltungen aus dem Bereich des Engineerings im Anlagenbau ausgewählt. Hierbei handelt es sich sowohl um Mitarbeiter in einer Führungsfunktion von KMUs als auch Großunternehmen. Zudem beteiligten sich auch Professoren und wissenschaftliche Mitarbeiter aus dem Universitär- und Hochschulbereich sowie Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen.

4. Durchgängige digitale Entwicklungsprozesse

Durchgängige digitale Entwicklungsprozesse reduzieren nicht nur die Entwicklungszeit und -kosten, sondern erhöhen gleichzeitig die Qualität und Zuverlässigkeit eines Produkts mit Hilfe von Frontloading. Digitale Methoden werden als aktives Prozesselement eingesetzt, um schnelle Entwicklungszyklen zu unterstützen. Hierbei gilt es frühe Entwicklungsphasen zu betonen, um Änderungskosten durch frühes Ergebnisfeedback zu reduzieren. Der Einsatz digitaler Methoden ist heute bereits Standard bei der Entwicklung von Automobilen, Flugzeugen und vielen anderen Produkten. Von der Evaluation von Designvorschlägen, über strömungsmechanische und thermische Untersuchungen, bis hin zur Bewertung von Steuerungs- und Mechatronikkonzepten finden heute digitale Methoden breite Anwendung in den Unternehmen. Eine Abflachung des Trends

Abb. 3: Arbeit mit einem digitalen Menschmodell vor der Powerwall [Grafik: ESI Group]

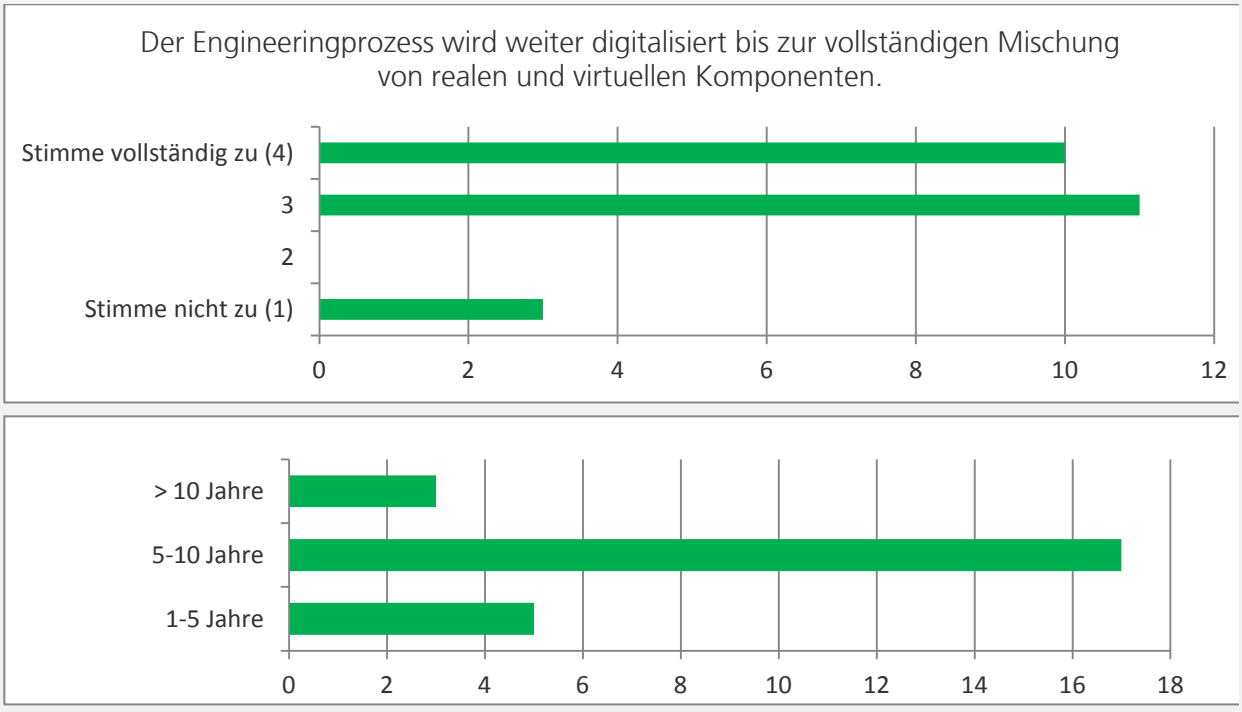

Abb. 4: Digitalisierung und Virtualisierung von Engineeringprozessen, N=26 [Grafik: VDC]

sehen die befragten Experten hierbei nicht, vielmehr gehen sie davon aus, dass der Engineeringprozess weiter digitalisiert und virtualisiert wird, bis hin zur vollständigen Mischung von realen und virtuellen Komponenten, Subsystemen, Anlagenteilen oder Anlagen. Der Großteil der Befragten rechnet mit einem Zeitraum von 5-10 Jahren für den Eintritt des Szenarios (Abbildung 4).

Hemmnisse werden vor allem im Know-How und der Akzeptanz der Mitarbeiter und Kunden gesehen. Weniger gravierend fallen jedoch technische Aspekte wie z.B. Sicherheitsanforderungen und Schnittstellenprobleme sowie Investitionskosten ins Gewicht. So

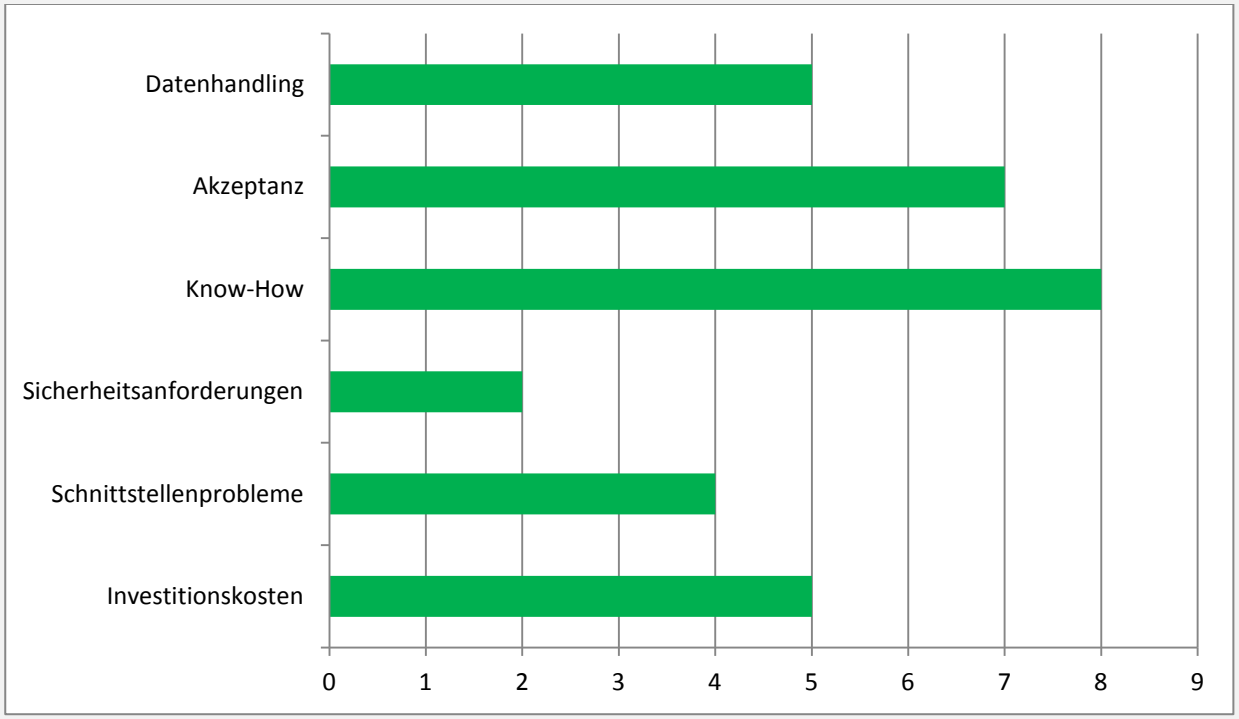

Abb. 5: Hemmnisse Digitalisierung und Virtualisierung Entwicklungsprozess, Mehrfachnennungen möglich [Grafik: VDC]

wurde beispielsweise angegeben, dass den Entscheidern digitale Themen nicht bewusst sind, da sie noch mehrheitlich aus der Generation der analogen Welt stammen. Darüber hinaus wird die Überwindung zum Einsatz von Innovationen im konservativen Maschinen- und Anlagenbau als Hemmnis gesehen. Hierbei scheint die Angst vor realitätsnaher Darstellung von Fehlplanungen die Bereitschaft für den Einsatz weitere digitaler Methoden zu senken (Abbildung 5).

Um den Hemmnissen entgegenzuwirken, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden.

Zur Minimierung von Akzeptanzproblemen sollte bei Projekten, die Entwicklungsprozesse durch Einführung neuer Methoden digitalisieren, ein hoher Aufwand für das Changemanagement betrieben werden, damit Betroffene zu Beteiligten werden. Wichtig ist hierbei Schlüsselnutzer in den Prozess einzubinden. Desweiteren sollten Projekte in kleine, aber effektive Prozessschritte aufgeteilt werden, um frühzeitig Erfolgserlebnisse zur vermitteln. Die Ausbildung und Weiterbildungen der Mitarbeiter zur Erlangung von spezifischem Fachwissen und Know-How ist ein weiterer Aspekt, um den Hauptproblemen entgegenzuwirken. Für kurzfristige Maßnahmen kann auch die Einstellung von Personal mit dem notwendigen Know-How in Betracht gezogen werden.

5. Einsatz von Virtual Reality im Entwicklungsprozess

Der Stellenwert für die Zusammenarbeit in Produktions- und Entwicklungsnetzwerken wird für Unternehmen in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen. Durch die Zusammenarbeit in regionalen Clustern können höhere Potenziale generiert werden, indem eigene Kernkompetenzen in flexible Netzwerke entlang von Wertschöpfungsketten eingebracht werden.

Abb. 6: Freiformflächengestaltung in einem 6-Wand-Projektionsraum "CAVE" [Grafik: Fraunhofer IPK]

Die Folge der engen Zusammenarbeit ist ein erhöhter Planungsaufwand und eine steigende Komplexität im Entwicklungsprozess, insbesondere im Hinblick auf Simulationen, Datenaustausch und Projektmanagement. Um eine qualitativ hochwertige Prozessintegration innerhalb von Kooperationen zu gewährleisten, sind Modelle, Werkzeuge und Standards für Inter- und Intraorganisationsprozesse notwendig. Darüber hinaus ist das Handling der enormen Datenmengen und die geeignete Visualisierung dieser Daten innerhalb der Kooperation sehr anspruchsvoll. Neue Methoden und Technologien wie z.B. Virtual Reality (VR) oder Augmented Reality (AR) erleichtern die interdisziplinäre Zusammenarbeit und unterstützen dadurch den Kooperations- und Integrationsgedanken solcher Netzwerke.

Der Einsatz von VR- und AR-Methoden beschleunigt hierbei nicht nur den Entwicklungsprozess. Vielmehr kann eine höhere Qualität des Entwicklungsprozesses erreicht, die interdisziplinäre Zusammenarbeit unterstützt, ein verbessertes Produktverständnis

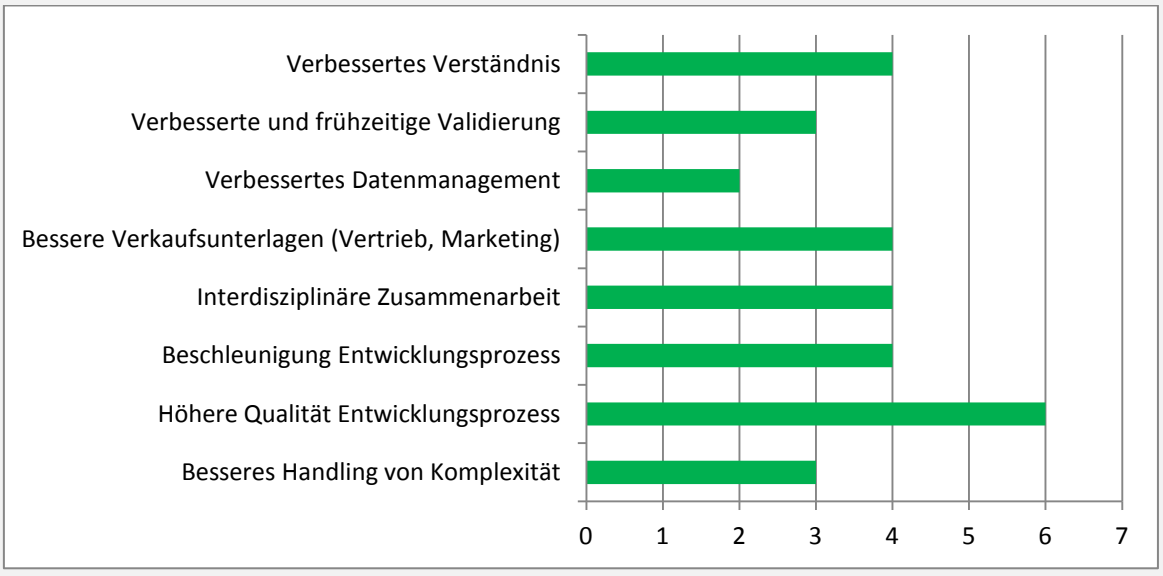

Abb. 7: Zusatznutzen Virtual Reality, Mehrfachnennungen möglich [Grafik: VDC]

gewährleistet und eine erhöhte Komplexität handhabbar gemacht werden (Abbildung 7).

Abb. 8: Proband in physischer Sitzkiste in CAVE: Erreichbarkeitstests [Grafik: Daimler AG]

Unter anderem können Analysen einfacher durchgeführt und dadurch Zusammenhänge, mit Hilfe der globalen Zusammenarbeit von verteilten Unternehmensbereichen, früher erkannt werden. Auch wurde das verbesserte Systemverständnis, die realitätsnahe 1:1 Skalierung sowie die Verkürzung des Zeitaufwands in den Phasen der Entwicklung und der Inbetriebnahme genannt. Zu guter Letzt wurde auch die Kosteneinsparung durch die Reduzierung von Prototypen, die Verbesserung von Qualität und Effizienz in der Herstellung und Instandhaltung und bessere Verkaufsunterlagen für den Vertrieb genannt.

Vielen weiteren Unternehmens- und Anwendungsbereichen wird dem Einsatz von Virtual Reality ein hohes Potenzial zur Nutzung in der Zukunft zugeschrieben. Allen voran im Bereich der Fabrikplanung, den Digital Mock Ups (DMU), der Produktionsplanung, in

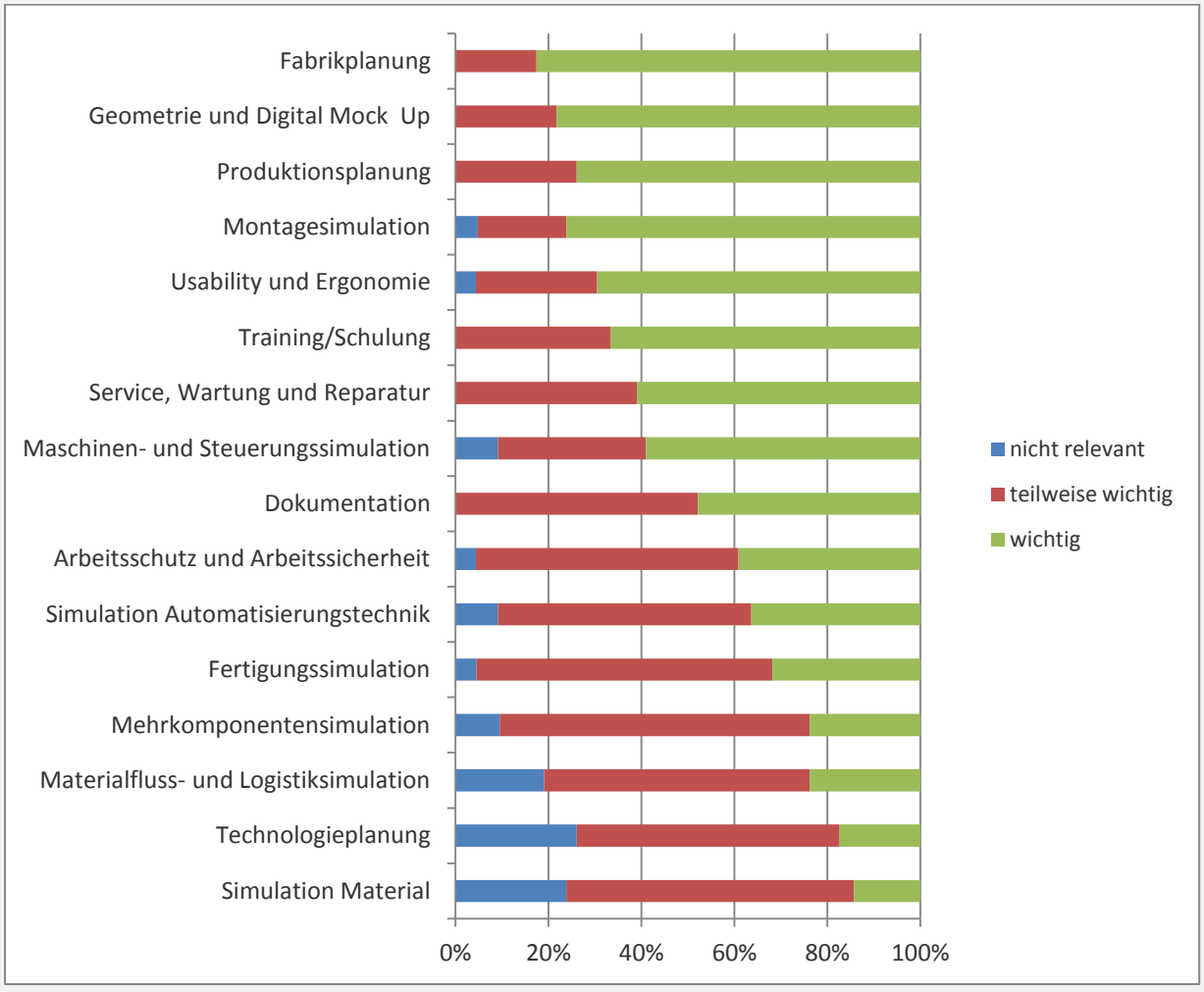

Abb. 9: Potenziale VR- und AR-Methoden in Anwendungs- und Unternehmensbereichen [Grafik: VDC]

der Montageplanung und zur Evaluation von Benutzerfreundlichkeit und Ergonomie (Abbildung 9).

Besonderes Augenmerk bei der Befragung wurde auf das Thema Handling großer Datenmengen gelegt. Auch hier sind sich die Experten einig, dass VR- und AR-Anwendungen neben eindeutigen Schnittstellendefinitionen, transparenten Prozessinhalten und klaren PDM- und PLM-Landschaften, das Handling großer Datenmengen erleichtern (Abbildung 10).

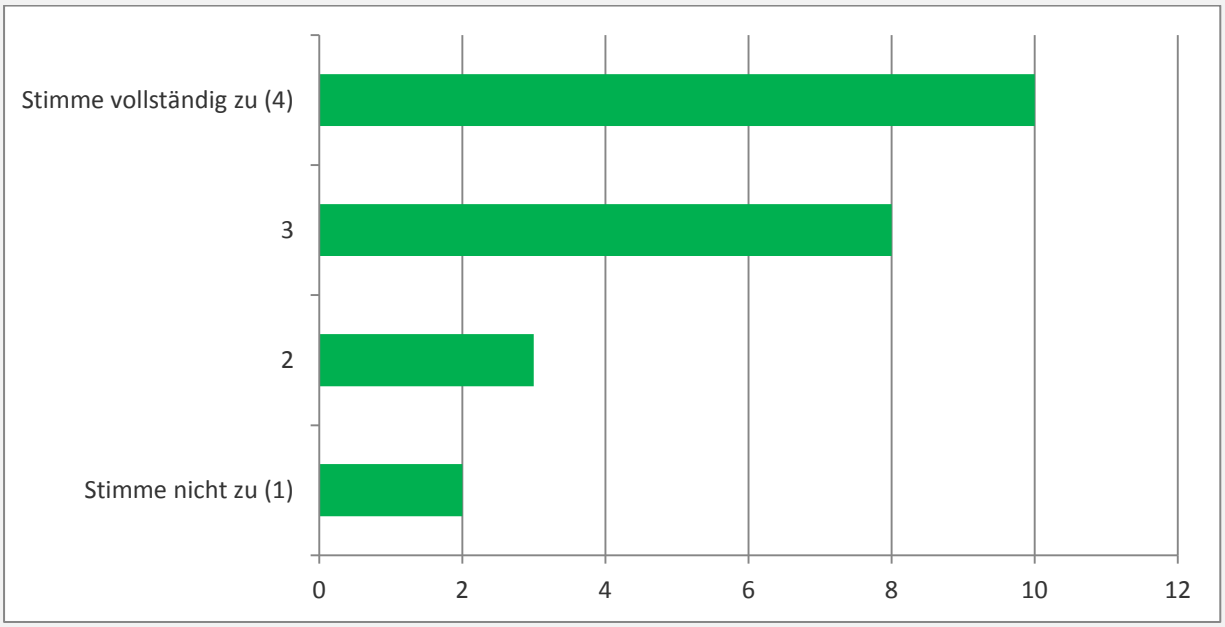

Abb. 10: AR- und VR-Anwendungen zur Visualisierung großer Datenmengen werden künftig an Bedeutung gewinnen, N=23 [Grafik: VDC]

6. Anwendungs- und firmenübergreifender Datenaustausch

Wie bereits in Kapitel 5 angemerkt ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen Positionierung in den Märkten künftig die horizontale und vertikale Vernetzung auf überbetrieblicher Ebene, die in Form von neuen Kooperations- und Partnerschaftsmodellen realisiert werden muss. Hierdurch können Kosteneinsparungen auf Netzwerkebene verteilt und Skalierungseffekte genutzt werden [1]. Eine durchgängige Vernetzung mit anwendungs- und firmenübergreifendem Datenaustausch wird daher laut den Experten an Bedeutung gewinnen (Abbildung 11)

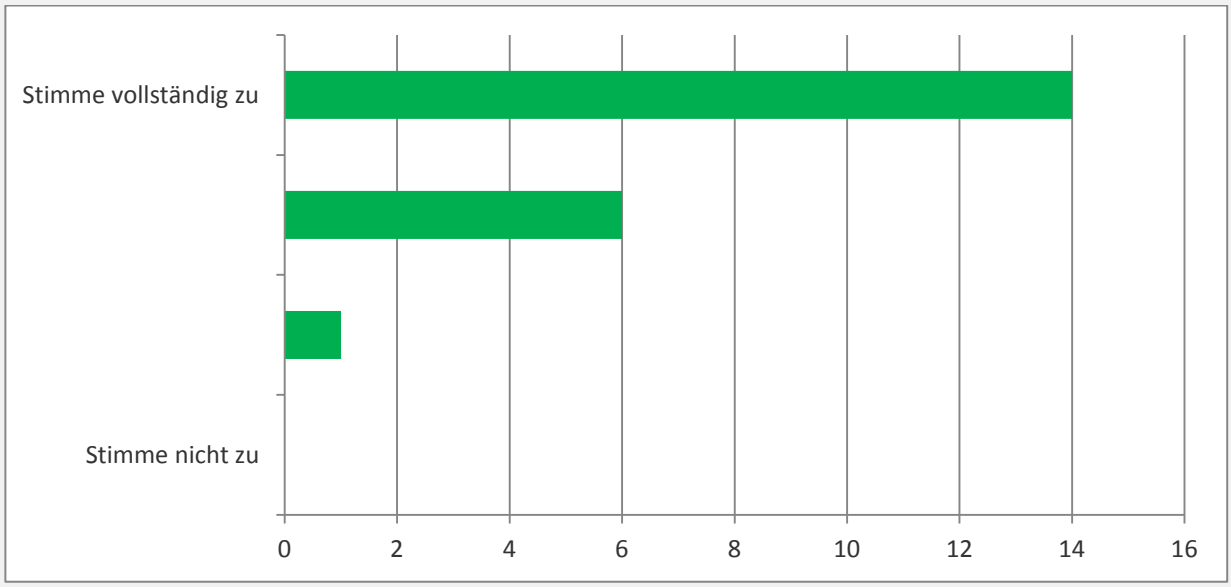

Abb. 11: Durchgängige Vernetzung mit anwendungs- und firmenübergreifendem Datenaustausch wird an Bedeutung gewinnen, N=23 [Grafik: VDC]

Jeder Teilnehmer einer Wertschöpfungskette (engl. Supply Chain, SC) ist bestrebt seine Kosten zu minimieren. Lokale Optimierungen in einer SC führen jedoch häufig zu Ineffizienzen an anderen Stellen, d.h. aus globaler Sicht sind Kostensenkungen einzelner Teilnehmer nicht immer sinnvoll. Eine ganzheitliche Betrachtung der SC mit allen Teilnehmern, eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen ihnen und ein ausgiebiger firmenübergreifender Datenaustausch wird in Zukunft unabdingbar sein [IMS 2020]. Eine wesentliche Voraussetzung für eine enge Zusammenarbeit in Netzwerken mit ausgiebigem firmenübergreifendem Datenaustausch zwischen den Partnern ist Vertrauen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass der Stellenwert für die Entwicklung von Werkzeugen, Methoden und Systemen zum Aufbau von Vertrauen von den Experten als sehr wichtig eingestuft wird. Auch müssen neue Regelungen für die Sicherung des geistigen Eigentums bereitgestellt werden (Abbildung 12). Hierdurch wird der Informationsaustausch im Kooperationsnetzwerk verbessert und eine genauere Planung, insbesondere im Sinne der Ziel- und Planungsharmonisierung, ermöglicht.

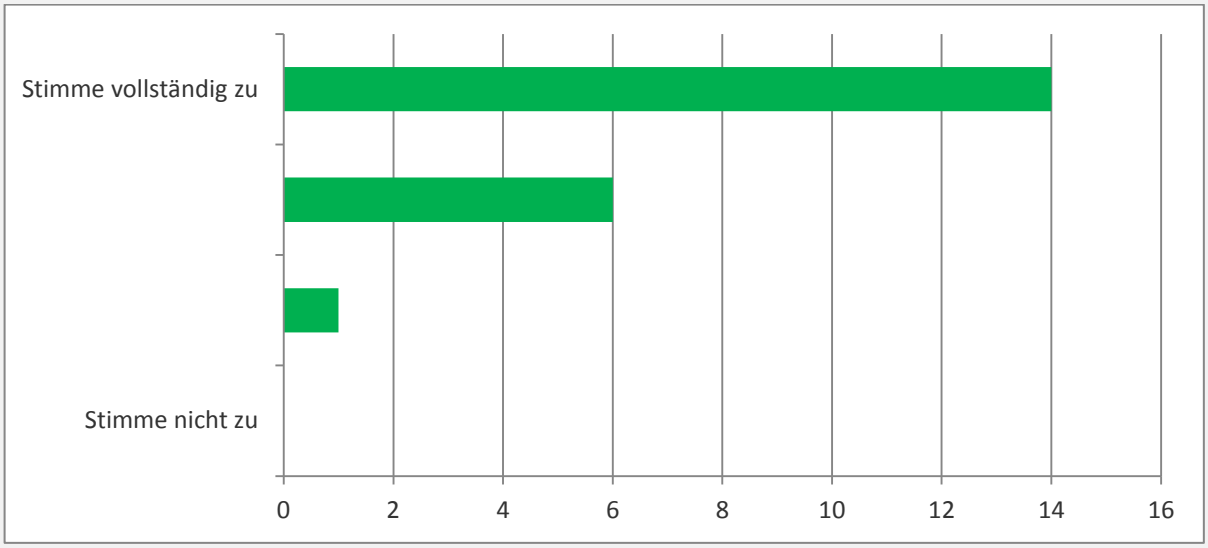

Abb. 12: Für eine effiziente kollaborative Zusammenarbeit werden künftig weitere Werkzeuge und Systeme zum Aufbau von Vertrauen und zur Sicherung des geistigen Eigentums notwendig, N=21 [Grafik: VDC]

Neben dem firmenübergreifenden Datenaustausch wird künftig auch der anwendungsübergreifende Austausch von Daten innerhalb einer Produktion im Sinne von Smart Factory eine wesentliche Rolle spielen. Räumlich verteilte autonome Produktionsressourcen (Produktionsmaschinen, Roboter, Förder- und Lagersysteme, Betriebssysteme) müssen ganzheitlich vernetzt, eine Kommunikation sichergestellt und ein Datenaustausch zwischen den Einheiten ermöglicht werden. Dadurch wird ein sich situativ selbst steuerndes und selbst konfigurierendes Produktionssystem ermöglicht, das sensorgestützt und wissensbasiert agiert [4]. Um einen reibungslosen und anwendungsübergreifenden Datenaustausch zu gewährleisten, müssen laut der Experten jedoch noch verschiedene technische und organisatorische Voraussetzungen ausgebaut und verbessert werden. Insbesondere das Thema offene Datenaustauschformate und Kommunikationsprotokolle sowie standardisierte Produktbeschreibungen werden als eine wesentliche Voraussetzung hierfür gesehen (Abbildung 13).

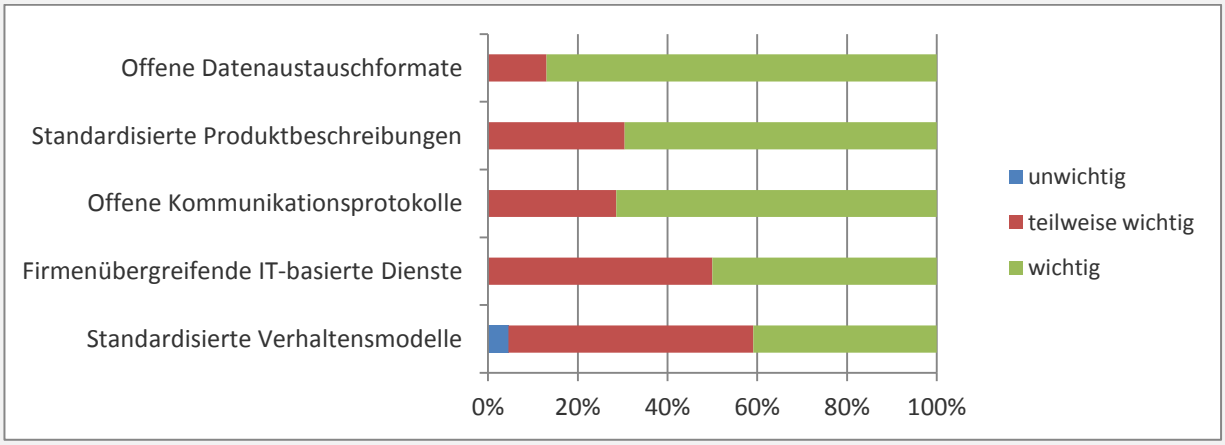

Abb. 13: Voraussetzungen für anwendungsübergreifenden Datenaustausch [Grafik: VDC]

Aktuell gibt es offene Standardisierungsbemühungen wie z.B. ProStep iViP, AutomationML, STEP (Standard for the exchange of Product model data), JT-Format, DEXPI (Data Exchange in the Process Industry) und eCl@ss (classification and product despricption), jedoch sind sich die Befragten in diesem Punkt uneinig, ob sich offene Standards durchsetzen oder wenige proprietäre Ansätze etablieren werden (Abbildung 14).

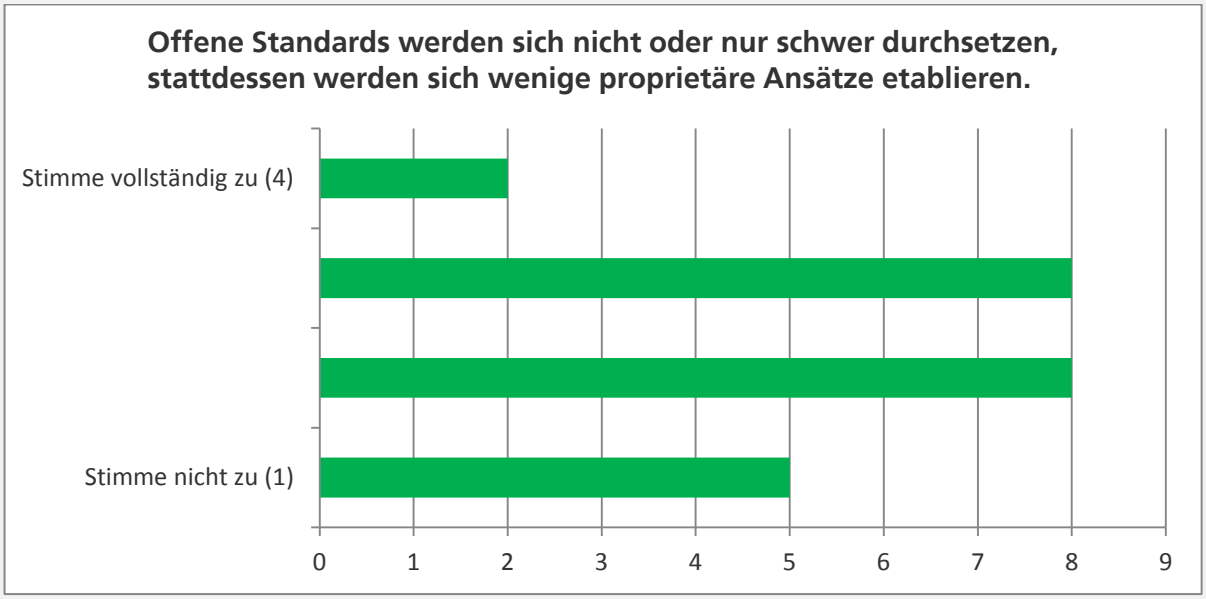

Abb. 14: Offene Standards oder wenige proprietäre Ansätze, N=23 [Grafik: VDC]

Grund hierfür ist unter anderem, dass offene Standards und Formate zwar von vielen gewünscht sind, die Erfahrung mit IKT jedoch zeigt, dass sich meist wenige kommerzielle Programme (z.B. Microsoft, SAP) durchsetzen.

7. Daten-, Modell-, Softwaremanagement

Der in Kapitel 6 thematisierte anwendungs- und firmenübergreifende Datenaustausch, der in Zukunft einen noch höheren Stellenwert einnimmt, stellt die Unternehmen vor neue Herausforderungen auch im Hinblick auf das Daten-, Modell- und Softwaremanagement.

Ein wichtiger Aspekt für effizientes kooperatives Arbeiten in Netzwerken ist die einfache und schnelle Integration von Teilsystemen, Anlagenteilen und Komponenten. Für eine effiziente Zusammenführung von Teilsystemen sind laut den Experten künftig neben der Hardware noch zusätzliche Modelle (z.B. CAD-Modelle, Simulationsmodelle), Daten (z.B. Datenblatt, Sachmerkmale) und Software für den Betrieb des zu integrierenden Produkts notwendig. Analog zur Hardware müssen diese im Produktentwicklungsprozess mit entwickelt und mit dem Produkt ausgeliefert werden (Abbildung 15).

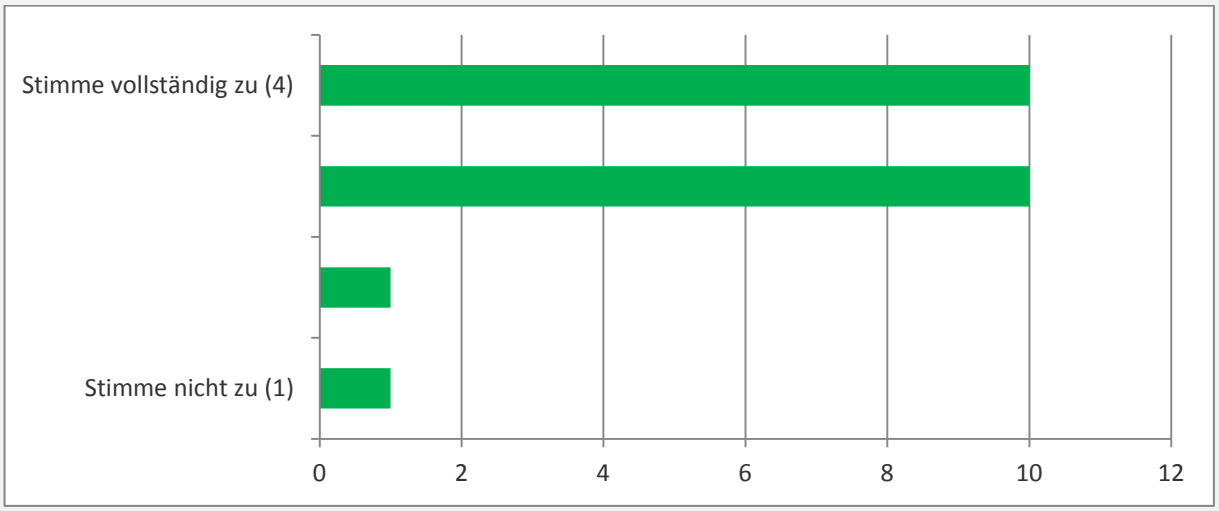

Abb. 15: Modelle, Daten und Software müssen im Produktentwicklungsprozess analog zur Hardware entwickelt und mit dem Produkt ausgeliefert werden, N=22 [Grafik: VDC]

Im Vergleich zum bereits ausgereiften Produktionsprozess von Hardware (Mechanik) geschieht die Entwicklung von Modellen, Daten und Software nach Meinung der befragten Experten jedoch heute teilweise noch ineffektiv und ineffizient (Abbildung 16).

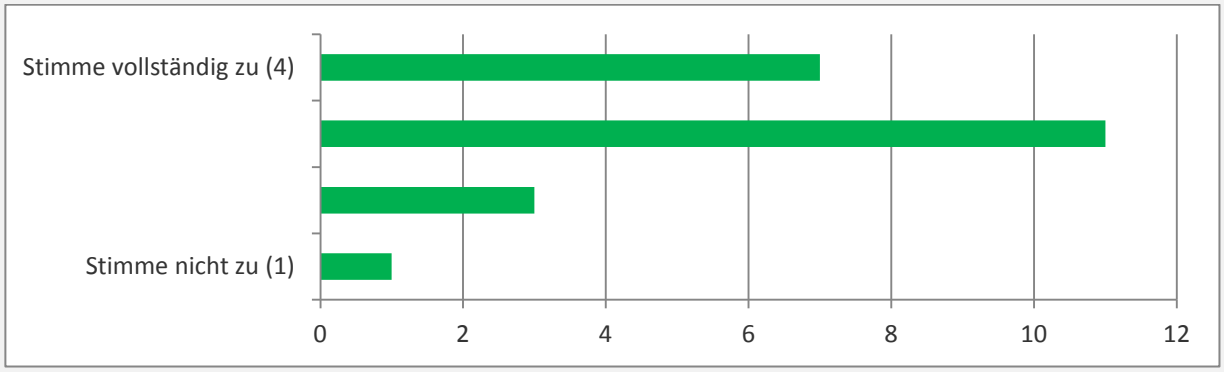

Abb. 16: Im Vergleich zum bereits ausgereiften Produktionsprozess von Hardware (Mechanik) geschieht die Entwicklung von Modellen, Daten und Software heute teilweise noch ineffektiv und ineffizient, N=22 [Grafik: VDC]

Aufgrund der steigenden Anzahl an unterschiedlichen Modellen und Daten in zum Teil unterschiedlichen Versionen steigt die Komplexität für die Verwaltung dieses Datenpools. Zum Management werden bereits heute verschiedene Methoden zum Handling in den Unternehmen eingesetzt. In den seltensten Fällen geschieht dies jedoch durchgängig. Häufig anzutreffen sind Methoden für das Änderungsmanagement, Produktdatenmanagement und Softwareversionsmanagement. Hingegen werden aktuell das Simulationsdatenmanagement und die Verwaltungssysteme für Simulationsmodelle als weniger relevant angesehen (Abbildung 17).

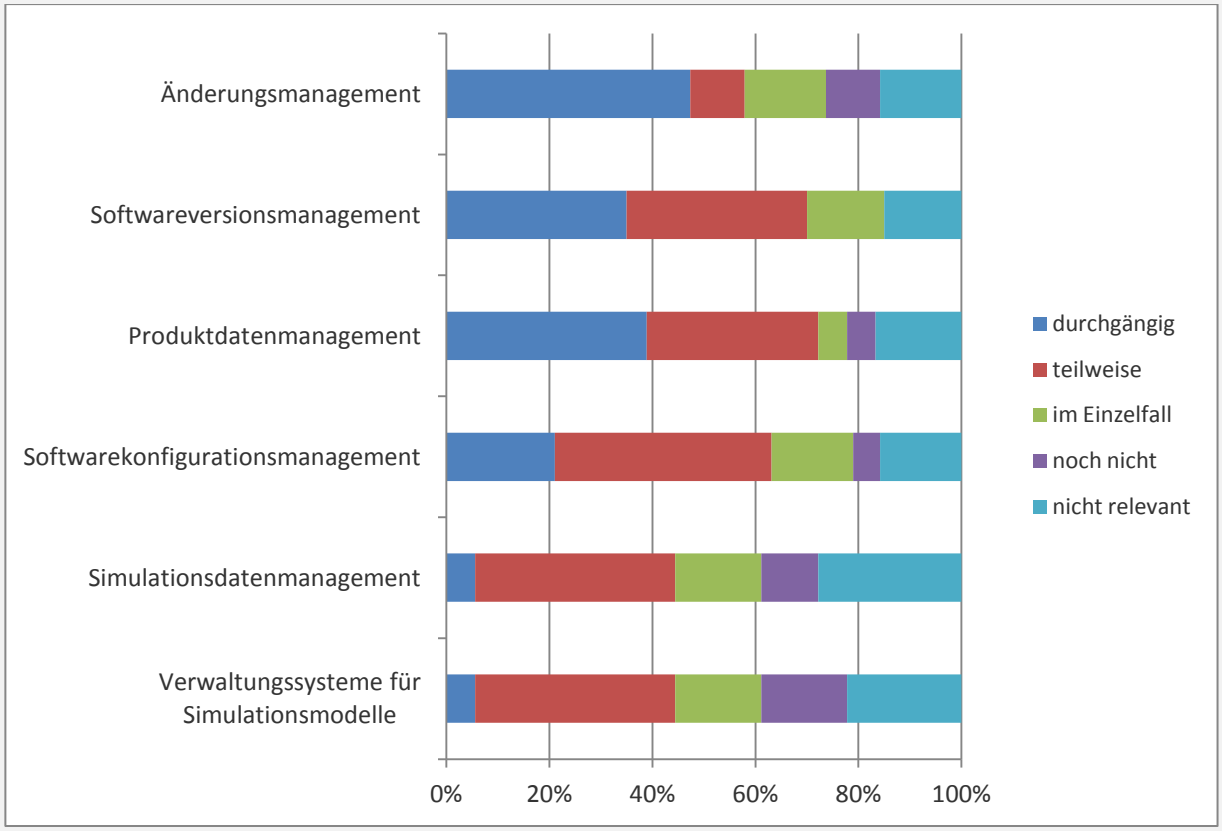

Abb. 17: Eingesetzte Methoden für Datenmanagement [Grafik: VDC]

8. Daten und digitale Modelle von Produkten – „Durchgängige Beipackzettel“

Das Kapitel „durchgängige Beipackzettel“ für Produkte beschäftigt sich mit den zusätzlichen Daten, Modelle und Software, die neben dem eigentlichen Produkt gewünscht bzw. notwendig sind und über welche Distributionswege diese bereitgestellt werden sollen.

Abbildung 18 zeigt das Ergebnis zur Frage welche Daten und Informationen künftig als Beipackzettel zum Produkt erwartet und als sinnvoll erachtet werden.

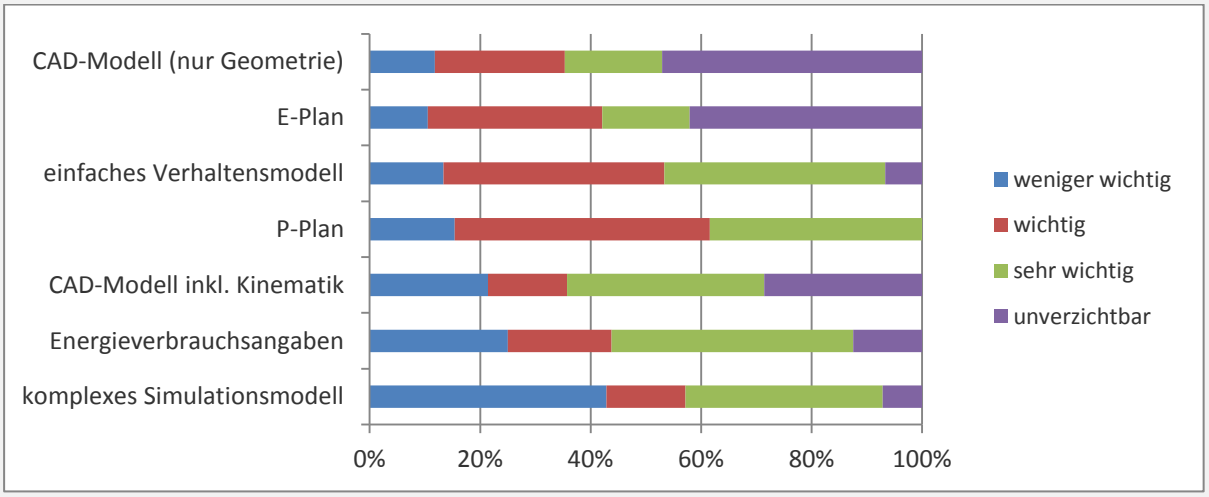

Abb. 18: Welche der nachfolgend genannten Daten/Informationen erwarten Sie künftig als "Beipackzettel" zum Produkt und welche Prioritäten (Nutzen) haben diese? [Grafik: VDC]

Als wichtig bzw. unverzichtbar wurden CAD-Modelle (nur Geometrie), E-Pläne, einfache Verhaltensmodelle und P-Pläne eingeschätzt. Komplexe Simulationsmodelle, Energieverbrauchsangaben und CAD-Modelle inklusive Kinematik werden hingegen auch in Zukunft nicht zwingend erwartet.

Bei der Form der Lieferung der Daten werden Onlinebeschaffungswege bevorzugt. Physische Datenträger wie z.B. CDs oder USB-Sticks werden nicht mehr gewünscht (Abbildung 19).

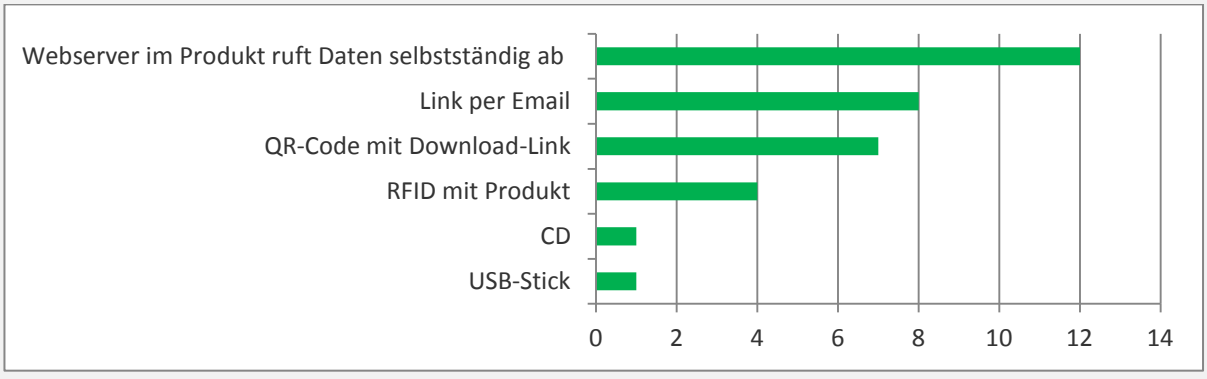

Abb. 19: In welcher Form sollen die gewünschten Daten geliefert werden?, Mehrfachnennungen möglich [Grafik: VDC]

Ein ähnliches Bild zeichnet sich für die Auswahl und Konfiguration von Produkten, Zulieferteilen und Lösungen ab. Auch hier werden von den Unternehmen Online-Lösungen präferiert und überwiegend angeboten. Am häufigsten werden Online-Kataloge, Downloadseiten von Lieferanten oder Normteilebibliotheken als Auswahltool genutzt. Weniger häufig verbreitet sind Online-Auslegungstools oder direkte Zugänge zu Lieferantendiensten sowie Papierkataloge (Abbildung 20).

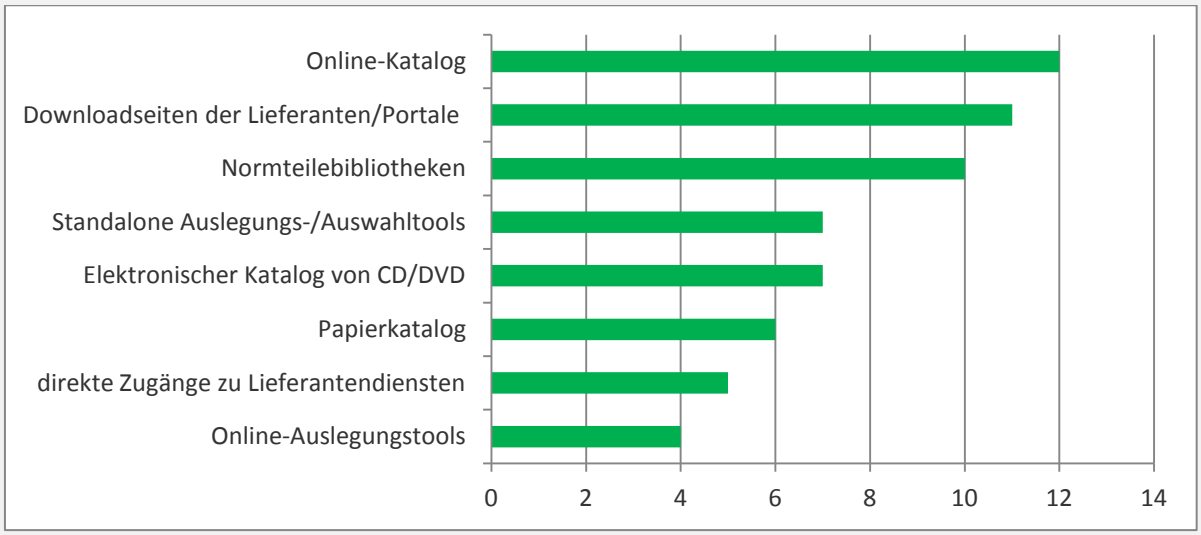

Abb. 20: In welcher Form sollen die gewünschten Daten geliefert werden?, Mehrfachnennungen möglich [Grafik: VDC]

Nach Auswahl, Bestellung und Anlieferung der Anlagenteile müssen diese zusammengebaut und einem ersten Funktionstest unterzogen werden. Erst danach erfolgt der Einbau in eine Anlage mit anschließendem Testlauf. Für jede dieser vielen unterschiedlichen Phasen im Engineeringprozess werden unterschiedliche Werkzeuge benötigt. Speziell für die Phase in der Bestandteile einer Anlage parametrisiert sowie konfiguriert, die Steuerung in die Anlage eingebunden und die Inbetriebnahme programmiert wird, ist eine umfangreiche Engineering-Toolkette notwendig. Aktuell weist diese Toolkette noch Lücken auf, die hohe zeitliche Aufwände durch Workarounds mit sich bringen, wie z.B. Probleme beim Datenaustausch und der Datendurchgängigkeit, da kein einheitliches Datenmodell genutzt wird. In Folge dessen kann es dadurch zu Stammdatenprobleme kommen. Auch bei der Integration von OEM und Zulieferer gibt es Lücken in der Engineering-Toolkette. Darüberhinaus wurden abermals Schnittstellenprobleme zwischen Anwendungen (z.B. CAD – ERP) und anderen Abteilungen oder Firmen als Schwachstellen im Prozess deklariert. Auch der Datenabgleich im CAD/CAE Umfeld erweist sich als Schwachstelle, da keine gemeinsame Datenbank von allen Beteiligten genutzt wird.

9. Wandlungsfähige Produktion

Auch Industrie 4.0, als einer der bekanntesten Initiativen in Deutschland, beschäftigt sich insbesondere mit dem Thema wandlungsfähige Produktion. Durch die große Medienpräsenz ist es daher auch nicht verwunderlich, dass die Thesen von Industrie 4.0 unter den Experten überwiegend bekannt bzw. teilweise bekannt sind (Abbildung 21). In der

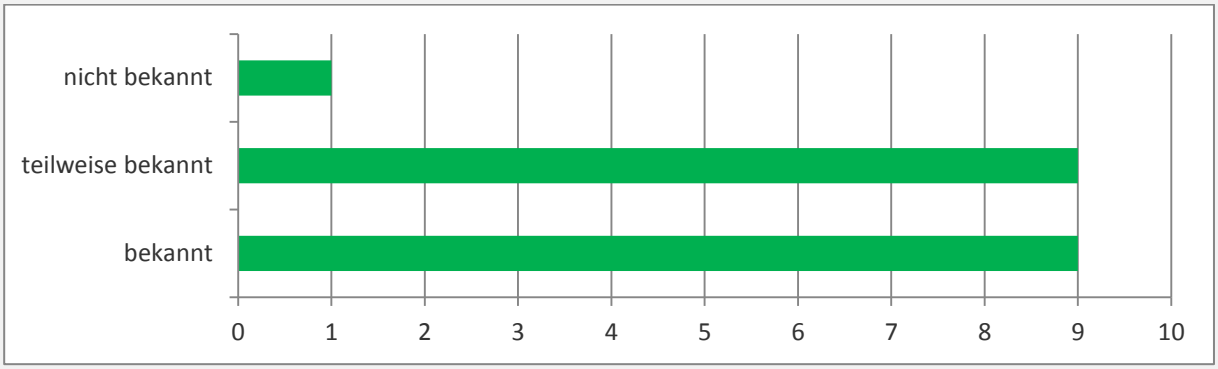

Abb. 21: Bekanntheit der Thesen von Industrie 4.0, N=19 [Grafik: VDC]

Einschätzung für die Zeit bis zur signifikanten Durchdringung des Industrie 4.0 Ansatzes rechnen der Großteil der befragten Experten mit mindestens fünf bis zehn oder mehr Jahren.

Aufgrund veränderter und anspruchsvoller Kundenwünsche werden künftig variantenreiche Kleinserienfertigungen, im Extremfall mit der Losgröße eins, zunehmen. Modulare und individuell konfigurierbare Produktionssysteme sollen laut Experten die Unternehmen künftig befähigen, alle geforderten Varianten in angemessener Qualität zu vertretbaren Kosten zu produzieren (Abbildung 22).

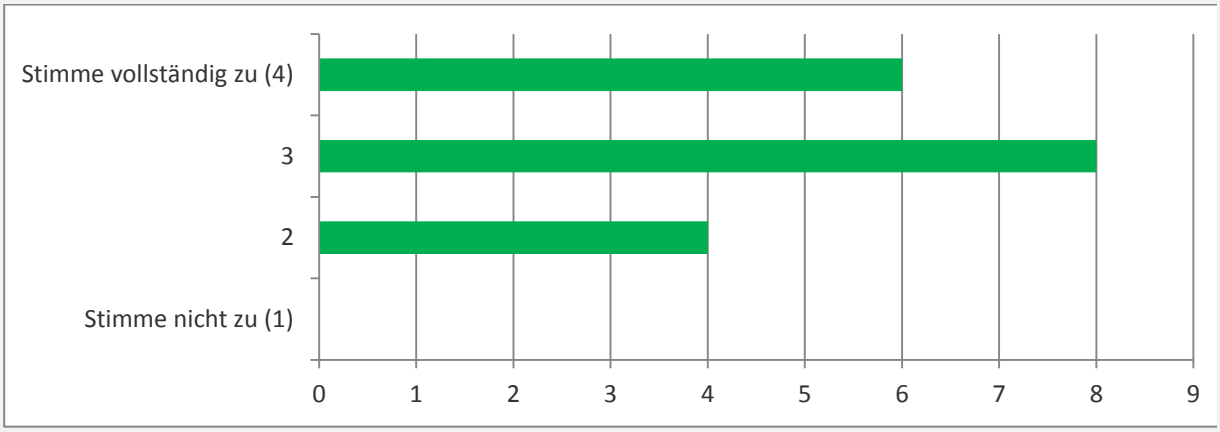

Abb. 22: Individuelle Produktionssysteme befähigen Unternehmen künftig, alle Varianten in angemessener Qualität bei gleichzeitig reduzierten Kosten zu produzieren, N=18 [Grafik: VDC]

Hierfür müssen sowohl Standards für Produktionssysteme als auch ganzheitliche Produktionssysteme, bestehend aus konfigurierbaren Elementen, entwickelt werden [1]. Auch sind Methoden und Werkzeuge für die Erleichterung der Konfiguration von Produkten notwendig. Dies kann beispielsweise durch Modularisierung, Standardisierung und Flexibilität in Funktion und Geometrie erreicht werden (Abbildung 23).

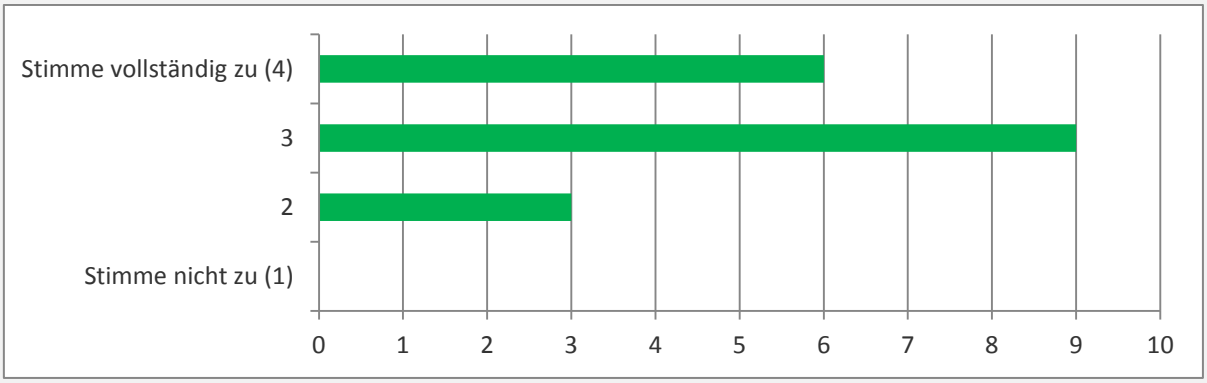

Abb. 23: Es werden neue Methoden und Werkzeuge für die vereinfachte Konfiguration von Produkten notwendig, N=18 [Grafik: VDC]

Maschinen und Systemkomponenten werden künftig drahtlos miteinander verbunden und durch Kontrollsysteme überwacht, um die virtuelle Planung von Produktionssysteme und -prozesse zu unterstützen. Dabei sehen die Experten keine Probleme hinsichtlich der Datenübertragung, da eine Skalierbarkeit der Verbindungen möglich ist.

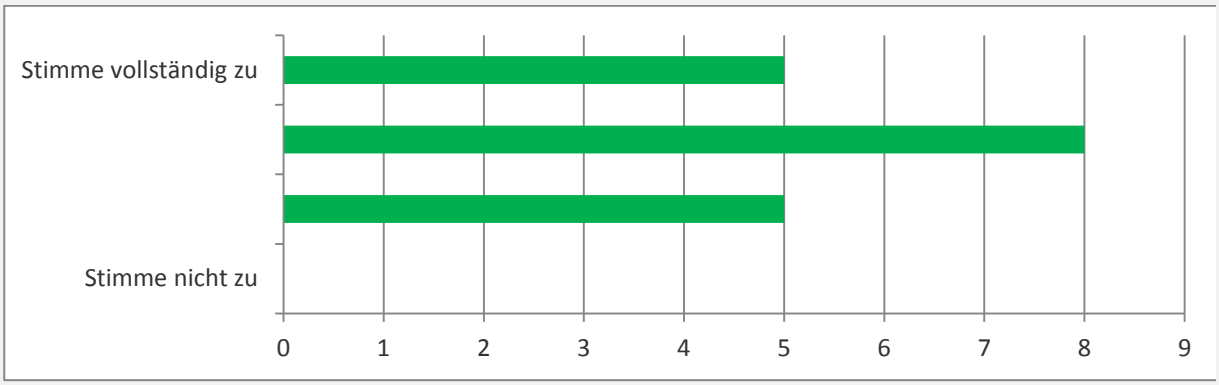

Abb. 24: Maschinen und Systemkomponenten werden künftig drahtlos miteinander verbunden und durch Kontrollsysteme überwacht, N=18 [Grafik: VDC]

Darüber hinaus werden durch die Vernetzung der Produktion zukünftig intelligente Produkte als aktive Informationsträger eindeutig über alle Lebenszyklusphasen hinweg identifizierbar und lokalisierbar sein, was beispielsweise „Track and Trace" ermöglichen wird (Abbildung 24).

10. Zusammenfassung

Die zunehmende Verschmelzung von virtueller und realer Fertigungswelt durch modernste industrielle IT und Software wird die Art zu produzieren grundlegend verändern. Die Entwicklung und der intelligente Einsatz von leistungsstarker industrieller Software werden zum bestimmenden Faktor für die Industrie werden [8]. Die zunehmende Virtualisierung in der Industrie inklusive aller darin ablaufenden Prozesse erfordert den Einsatz neuer Methoden, Werkzeuge und Technologien wie beispielsweise Virtual Reality in der unternehmerischen Wertschöpfungskette [9]. Wie hier aufgezeigt ist der Einsatz von digitalen Methoden, wie z.B. Virtual Reality und Augmented Reality Anwendungen, im Anlagenbau sehr interessant. Je nach konkretem Anwendungsfall ist der Einsatz andere Software und/oder Hardware sinnvoll. Die oft postulierte Stückzahl eins ist kein Argument gegen den Einsatz von Simulationstechnik. Im Gegenteil: Gerade die Testerfordernis nimmt mit dem Neuheitsgrad eines Produkts zu. Je relevanter die Produktkomplexität und das Risiko für Fehlerfolgekosten sind, desto eher müssen Voraussetzzungen in Form digitaler Entwicklungsprozessketten, die als Datenlieferant und Entscheidungsgrundlage dienen, geschaffen werden.

Die Digitalisierung und Virtualisierung von Entwicklungsprozessen wird in den nächsten fünf bis zehn Jahren weiter voranschreiten, bis hin zur vollständigen Austauschbarkeit von virtuellen und physischen Anlagenteilen. Größte Hemmnisse der Entwicklung liegen jedoch nicht bei technischen Problemstellungen sondern vielmehr beim Know-How und der Akzeptanz der Mitarbeiter. Eine Beschleunigung des Entwicklungsprozesses durch den Einsatz digitaler Techniken und Virtual Reality sehen die Befragten nicht als größten Vorteil bei der Nutzung an, sondern die Qualitätsverbesserung des Entwicklungsprozesses und das verbesserte Verständnis der Mitarbeiter für den Gesamtkontext.

Auch beim Thema kooperative Zusammenarbeit in Produktionsnetzwerken besitzen digitale Methoden ein großes Potenzial, jedoch sehen die befragten Experten noch großen Nachholbedarf in technischer Hinsicht beim anwendungs- und firmenübergreifenden Datenaustausch, da notwendige offene Datenaustauschformate und Kommunikationsprotokolle derzeit noch unzureichend sind.

Literatur

[1] EU-Commission, editor. MANUFUTURE – a vision for 2020 Assuring the future of manufacturing in Europe, Luxemburg, 2004. Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-894-8322-9

[2] IMS 2020 (2010), Roadmap on Sustainable Manufacturing, Energy Efficient Manufacturing and Key Technologies, http://data.fir.de/projektseiten/ims2020/files/Action_Roadmap.pdf, abgerufen am 05.02.2013

[3] Marktperspektiven von 3D in industriellen Anwendungen. Abschlussbericht Prognos AG, Berlin, 2012

[4] Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main, 2013

[5] ActionPlanT EU FP7 Projekt, ICT for Manufacturing the ActionPlanT Roadmap for Manufacturing 2.0, 2012.

[6] 01consulting: MCAE Market Europe 2007, Paris, 2007.

[7] Virtual-Reality-Installationen in Deutschland, Virtual Dimension Center, Fellbach, 2012.

[8] Russwurm, S.: Software: Die Zukunft der Industrie in Industrie 4.0, S. 21-36. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2013.

[9] Schenk, M.; Wirth, S.; Müller, E.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2013.

[10] Trends in der Virtuellen Produktion. Abschlussbericht Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen, 2010.

Impressum

Verantwortlich für die Inhalte dieses Atlasses ist das Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach. Die Inhalte dieses Atlasses wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte kann jedoch keinerlei Gewähr übernommen werden. Die Inhalte unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedürfen der schriftlichen Zustimmung des Erstellers.

Verantwortlich für den Inhalt:

Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach
Kompetenzzentrum für Virtuelle Realität und kooperatives Engineering w.V.
Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Auberlenstr. 13
70736 Fellbach
URL: www.vdc-fellbach.de

Kontakt:

Tel.: +49(0)711 58 53 09-0
Fax : +49(0)711 58 53 09-19
Email: info@vdc-fellbach.de

VIRTUAL DIMENSION **CENTER**

wird unterstützt von:

Stadt Fellbach
Stadt der Weine und Kongresse

Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart