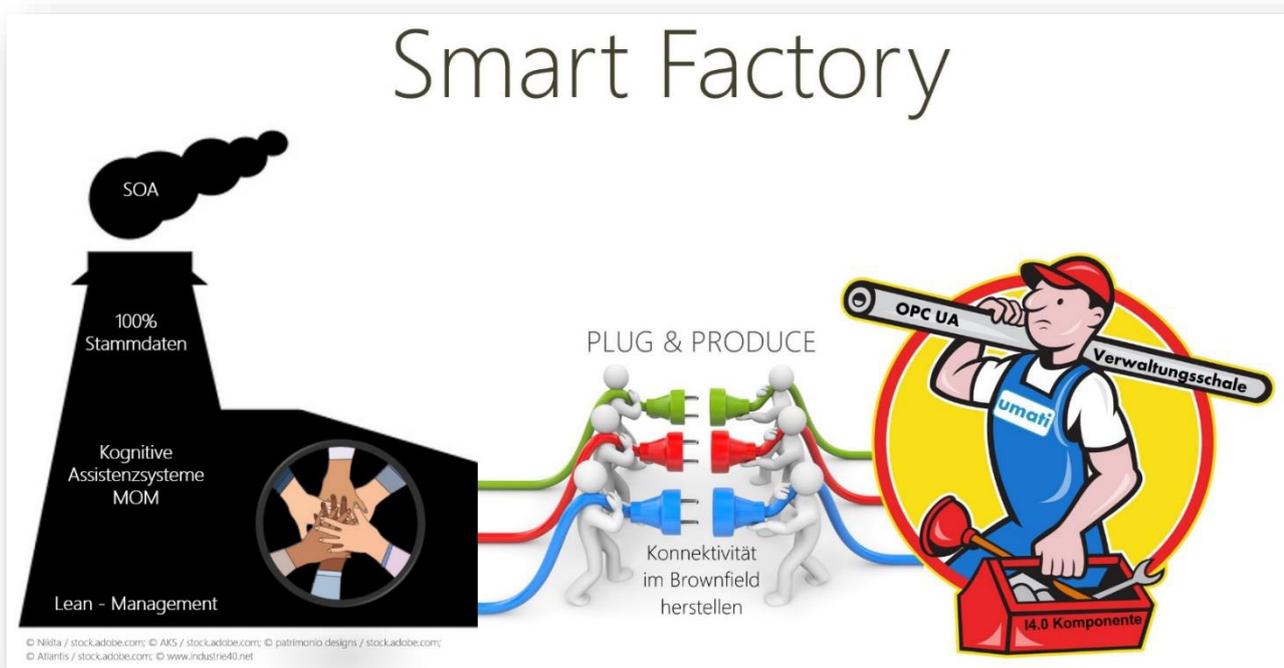


# Industrie 4.0

## Die Fabrik der Zukunft – Aus Sicht eines Pioniers

[www.JohannHofmann.info](http://www.JohannHofmann.info)



Nach der ursprünglichen Aufgabe 2011 Fördergelder zu verteilen, hat der Begriff INDUSTRIE 4.0 jetzt die Aufgabe die DIGITALE TRANSFORMATION zu standardisieren und zu normen, ohne die Innovationsfähigkeit der Maschinenhersteller zu beeinträchtigen.

### Hintergrund:

Ein allgemein in der Fertigung mit NC-Maschinen vorzufindendes Problem war es, bzw. ist es immer noch, dass die unterschiedlichen, an einem Fertigungsprozess beteiligten Aggregate (NC-Maschinen, Werkzeugetellgeräte, Lagersysteme, etc.) proprietäre Datenformate verwenden und eine aggregatübergreifende Bereitstellung der Prozessdaten regelmäßig sehr schwierig ist. Die Vernetzung eines historisch gewachsenen Maschinenparks ist ein #Gefrickel und gleicht einem Häuserkampf, der pro Maschine gewonnen werden muss. Zusätzlich entstehen durch diesen babylonischen Sprachwirrwarr in einem beliebig gemischten Maschinenpark unerklärliche Seiteneffekte, die am Ort der Softwareentwicklung nicht reproduzierbar sind! Die große Digitalisierungsbegeisterung in den 90 Jahren während und nach der CIM-Euphorie (Computer-integrated manufacturing) hat dazu geführt, dass fast jeder Anwenderwunsch durch eine Sonderprogrammierung gelöst wurde. Dadurch entstanden in jeder Fabrik unterschiedliche Prozesse für teilweise ansonsten gleiche Arbeitsschritte. Durch die Einführung von Lean konnte zwar ein Teil dieser Sonderlösungen wieder aufgelöst und standardisiert werden. Den bis heute verbliebenen großen Rest dieser firmenspezifischen Prozesse versuchen nun viele Firmen in die digitale Welt zu überführen. Das wird ausfolgenden zwei Gründen scheitern:

- Die Software der Zukunft kommt aus der Cloud und benötigt standardisierte Prozesse.
- Das riesige Volumen historischer Sonderlösungen ist mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht zu digitalisieren.

INDUSTRIE 4.0 gelingt deshalb nur dann, wenn man liebgewordene Trampelpfade verlässt und standardisierte Best Practice Lösungen übernimmt. Im Sinne der Update Fähigkeit, bei stark steigender Softwaredurchdringung aller Bereiche einer jeden Firma, wäre jedes andere Vorgehen langfristig ohnehin zum Scheitern verurteilt. In diesem Sinne benötigen zu allererst alle Akteure von Industrie 4.0 ein standardisiertes industrielles M2M-Kommunikationsprotokoll.

#### Vision:

Als einfaches Erfolgsbeispiel kann die Druckerinstallation dienen. Unter Windows XP, oder früher, war eine Druckerinstallation immer ein ähnliches #Gefrickel. Zu Zeiten von Windows 10 konfiguriert sich ein neu angesteckter Drucker vollkommen selbst. („Plug and Play“).

Mit „Plug & Produce“ muss dieses Prinzip in die Fabrikhallen übertragen werden, denn dadurch ließen sich CNC-Maschinen und Fertigungsanlagen ebenso einfach in Betrieb nehmen, weil sie sich quasi ebenso selbstständig konfigurieren würden.

#### Umsetzung:

Damit die Vision „Plug & Produce“ Wirklichkeit werden kann, muss es gelingen, dass alle Hersteller von vernetzungsfähigen Produkten (Assets) sich auf folgendes einigen:

1. **OPC UA WIRD ALS INTEGRATIONS-FRAMEWORK ZUM STANDARD.** Unter dieser Prämisse entstehen zeitnah einheitliche OPC UA Parametersätze (Companion Specifications), die die jeweiligen fachspezifischen Rahmenbedingungen abdecken. Bislang fehlt in der diskreten Fertigung jedoch noch das einheitliche Vokabular dieser „Weltsprache der Produktion“. Andere Branchen sind da bereits deutlich weiter.
2. **DIE VERWALTUNGSSCHALE (Asset Administration Shell) WIRD ALS ZENTRALER INTEGRATIONS-STECKER ZUM STANDARD** und pro Asset mit ausgeliefert. Bislang fehlt jedoch die Bereitschaft der Hersteller.

#### Begriffsdefinitionen:

- **OPC UA** steht für „Open Platform Communications Unified Architecture“ und beinhaltet eine Sammlung von Spezifikationen, die die Kommunikation im Umfeld der Industrieautomation standardisiert. Ein neuartiger und vielversprechender deutscher OPC UA Lösungsansatz zur Maschinenvernetzung ist „umati“.
- **Assets** sind vernetzungsfähige Dinge
- **Verwaltungsschale** ist die digitale Repräsentation eines physischen Assets
- **I4.0-Komponenten** sind Assets mit Verwaltungsschale
- **MOM** ist die Abkürzung für Manufacturing Operations Management und ist die Erweiterung eines MES in Richtung IoT (Internet of Things)

Der Dreh- und Angelpunkt für „Plug & Produce“ ist die Verwaltungsschale. Sie enthält alle relevanten Informationen über das Asset einschließlich seiner zu nutzenden Funktionen und deren Aufruf über die I4.0-Kommunikation. Sie ist in einen Header und einen Body untergliedert. Der Body kann mehrere Teilmodelle beinhalten. Die Teilmodelle bestehen aus einem streng einheitlichen Formatbereich und aus einem variablen, Asset spezifischen, Formatbereich. Sie beschreiben inhaltliche oder funktionale Aspekte eines Assets.

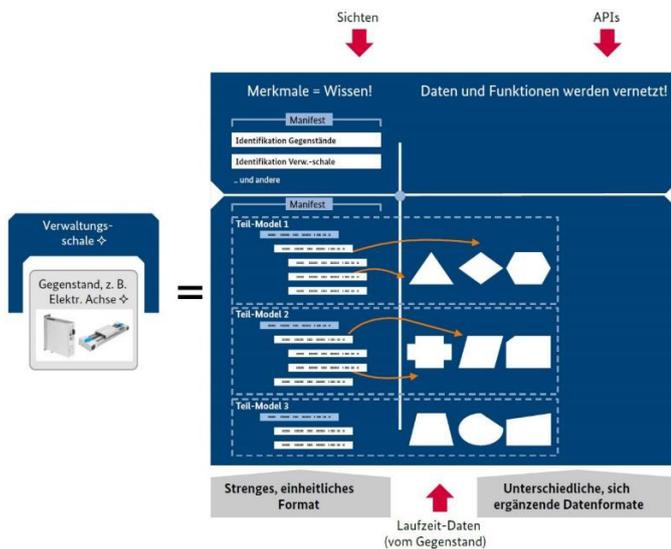
Beispiele für Teilmodelle der VWS:

- Digitales Typenschild
- Digitale Betriebsanleitung
- Digitale Lebenslaufakte
- MES-Anbindung

...

Auf der Webseite der [Industrial Digital Twin Association e. V.:](#) befinden sich 79 Teilmodelle. (Stand Sept. 2023)

Ein Asset wird erst durch eine „Unique Identification Number“ in seiner Verwaltungsschale einzigartig und damit zu einer Entität.



Verwaltungsschale  
Asset Administration Shell

Quelle: Industrie 4.0 Plattform

Durch die oben beschriebenen Rahmenbedingungen können sich MES zu MOM Systemen, sprich kognitiven Assistenzsystemen, weiterentwickeln und „Plug & Produce“ nutzen. Dabei geht es u.a. auch darum von “Execution” zu "Produktionsoptimierung durch Regelung" zu kommen.

Aktuell besteht dabei folgendes Henne-Ei-Problem:

- Die Maschinenhersteller ignorieren die Verwaltungsschale, weil es noch keine MOM Systeme gibt, die damit arbeiten
- Die Softwarehersteller ignorieren die Verwaltungsschale, weil es noch keine Maschinen gibt, die eine mitbringen

Die Erwartungshaltung des Autors an die INDUSTRIE 4.0 Plattform ist es, dass es ihr gelingt ein Regelwerk (Data Governance) für die Digitalisierung zu erstellen, an das sich alle Asset Hersteller halten, ansonsten ist für den Autor der Begriff INDUSTRIE 4.0 gescheitert! Dann digitalisieren wir eben weiter wie bisher mit dem üblichen Gefrickel. Wir nennen das dann aber bitte nicht mehr INDUSTRIE 4.0, sondern Gefrickel 4.0! Wir träumen dann auch nicht mehr von „Plug & Produce“, sondern leben weiterhin mit „Plug & Pray“.

Die wichtigsten Erkenntnisse aus über 30 Jahren Digitalisierungs-Erfahrung hat Hofmann unter folgendem Titel zusammengefasst und verdichtet: „Die 5 Naturgesetze der Digitalisierung“



(näheres siehe: [www.workshop.johannhofmann.info](http://www.workshop.johannhofmann.info))

Bislang wurde in diesem Aufsatz ausschließlich über „**Konnektivität im Brownfield herstellen**“ geschrieben. Die **Fabrik der Zukunft** benötigt aber als **Basis** auch die anderen vier Themen, die hier ebenfalls nur gestreift werden können:

#### LEAN MANAGEMENT KONSEQUENT EINSETZEN UND LEBEN

Prozesse sollten einfach, verschwundungsfrei, klar gestaltet und dokumentiert sein, bevor man sie digitalisiert. Schlechte analoge Prozesse werden durch die Digitalisierung nicht besser, sondern noch schlechter. Es ist auch keine gute Idee bewährte analoge Trampelpfade auf Mitarbeiterwunsch 1:1 zu digitalisieren, denn dadurch würde viel weiter greifendes Potential verschenkt.

#### STAMMDATEN MÜSSEN 100% VOLLSTÄNDIG UND FEHLERFREI SEIN

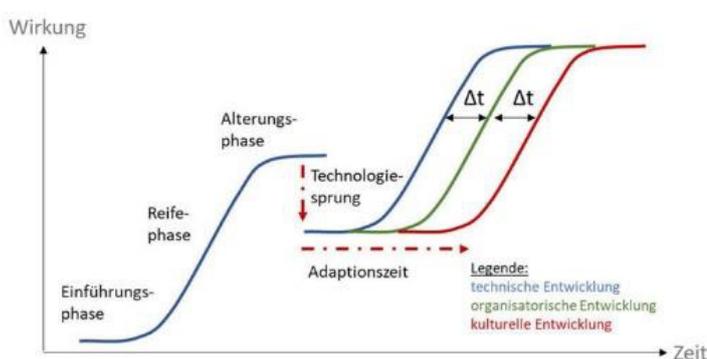
Daten gelten mittlerweile als vierter Produktionsfaktor neben Boden, Kapital und Arbeit. Daten sind somit als eine kritische Ressource zu betrachten, die es entsprechend zu managen gilt. Hier lauern zahlreiche Fallstricke. Viele enttäuschend gelaufene Projekte sind schlussendlich an den Stammdaten gescheitert. Die Anwendung, des an anderer Stelle bewährten Paretoprinzip (80-zu-20-Regel) ist hier komplett falsch und führt 100% zum Scheitern des Projektes! Wenn die erste große Hürde geschafft, und ein Teil der Stammdaten fehlerfrei und vollständig angelegt ist, dann darf auf keinen Fall über die Zeit eine Verschlechterung dieser Stammdaten einhergehen. Dazu ist ein automatisierter und immerwährender „Gesundheitscheck“ der Stammdaten notwendig.

#### ANSTELLE MONOLITHISCHER SYSTEME, EIGENSTÄNDIGE UND OFFENE ÖKO-SYSTEME IMPLEMENTIEREN, IN FORM VON KOGNITIVEN ASSISTENZSYSTEMEN

Viele suchen immer noch nach der eierlegenden Wollmilchsau, d.h. nach einem System, das alles kann. Ein monolithisches, allumfassendes System zur Digitalisierung des gesamten Unternehmens ist allerdings Illusion. Die Lösung sieht so aus: Die digitale Fabrik besteht aus verschiedenen, eigenständigen Öko-Systemen, in deren Zentrum ein planendes META – System sitzt, Stand heute ist das das ERP-System. Unterhalb dieser META-Ebene befinden sich die jeweiligen ÖKO-Systeme mit ihren domänenspezifischen Abläufen und Prozessen. Wie z.B. eine Feinsteuerung, ein Warehouse System, ein CAQ-System, ein PLM-System, ein Shopfloor System, etc. Als Software muss im jeweiligem Ökosystem ein kognitives Assistenzsystem eingesetzt werden. Die Interoperabilität dieser Assistenzsysteme ist dabei ein entscheidendes Kriterium für deren Auswahl. Die richtige Orchestrierung der einzelnen Ökosysteme bringt den echten Mehrwert der Digitalisierung.

#### MENSCHEN MITNEHMEN

Das fünfte und wichtigste Naturgesetz der Digitalisierung lautet: MENSCHEN MITNEHMEN! In der Industrie gibt es viele gescheiterte Digitalisierungsprojekte, die nur deshalb gescheitert sind, weil die betroffenen Mitarbeiter nicht von Anfang an mitgenommen wurden. Die berechtigte Digitalisierungsangst der Menschen ist enorm. Falls es Ihnen nicht gelingt, die Belegschaft für die neuen digitalen Prozesse zu begeistern, entsteht eine Parallelverschiebung in der Wirkung. Zur Erklärung dieser Parallelverschiebung eignet sich das S-Kurven-Konzept nach Foster, das besagt, dass sich jede Technologie im Zeitverlauf in drei Phasen entwickelt. (siehe Bild) Es wird davon ausgegangen, dass Technik bezüglich ihres Weiterentwicklungspotentials im Zeitverlauf immer irgendwann an Leistungsgrenzen stößt und folglich nach geraumer Zeit ein Technologiesprung erforderlich wird. Ein Technologiesprung (wie z.B. der Umstieg von analoger auf digitale Arbeitsweise) führt aber zu Beginn immer zu einer Verschlechterung. Denn die neue Arbeitsweise muss erst installiert, geschult und trainiert werden. Das kostet Zeit und Ressourcen, die woanders fehlen. Im Idealfall wird auf der neuen S-Kurve die Einführungsphase zügig durchlaufen, sodass die positiven Effekte zeitnah entstehen und das System in die Reifephase kommt.



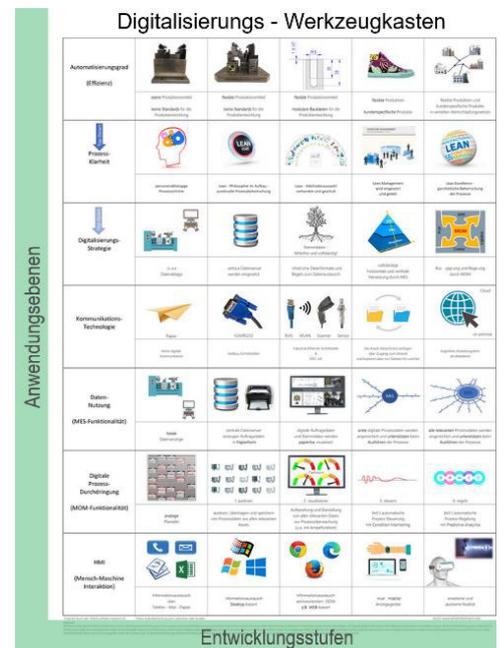
Im Schaubild steht die blaue Kurve nur für den Verlauf der technischen Entwicklung. Im Idealfall deckt sich diese Kurve mit den beiden anderen Kurven, die für den Verlauf der organisatorischen und kulturellen Entwicklung stehen. Die Praxis zeigt aber fast immer die hier dargestellte Parallelverschiebung. Je besser die digitale Kompetenz der Mitarbeiter ausgeprägt ist, umso kürzer ist der dazu notwendige Zeitraum. In schwierigen Fällen kann sich das bis weit über 2 Jahre hinziehen oder komplett scheitern. Hier

kann das Hinzuziehen eines externen Experten für Veränderungsmanagement helfen. Besser wäre es allerdings Ihre Mitarbeiter von Anfang an dafür zu begeistern, denn dann wird die digitale Transformation gelingen und die Parallelverschiebung gering ausfallen!

Um dieses Wissen in der Praxis anzuwenden hat sich der, vom VDMA-Werkzeugkasten inspirierte und in der Praxis umfangreich geänderte und erweiterte Digitalisierungs- Werkzeugkasten als roter Faden bewährt:

Damit lernen Sie diese Erfolgsmethode kennen und verkürzen dadurch Ihre Erfahrungskurve erheblich!

[www.workshop.johannhofmann.info](http://www.workshop.johannhofmann.info)



Johann Hofmann ist Maschinenbau-Ingenieur und beschäftigt sich seit über 30 Jahren mit der Digitalisierung von Fertigungsprozessen. Als Leiter der NC-Programmierung in der Maschinenfabrik Reinhausen hat er bereits in den 90er Jahren damit begonnen die Daten- und Informationsflüsse in der Fertigungshalle papierlos zu systematisieren. Er entwickelte mit seinem Team die Grundlagen für die Digitale Fertigung und holte mit dem daraus entstandenen Assistenzsystem ValueFactoring® 2013 den zum allerersten Mal vergebenen **INDUSTRIE 4.0 AWARD**. Darüber hinaus war er mit dem Geschäftsbereich ValueFactoring® bereits zweimal Finalist beim **INNOVATIONSPREIS DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT**.

In der Maschinenfabrik Reinhausen ist er der „**Founder of ValueFactoring®**“.

Deutschlandweit ist er **einer der gefragtesten Keynote-Speaker für INDUSTRIE 4.0**, denn sein Talent ist es komplexe Sachverhalte „**EINFACH anders**“ zu erklären. Er gilt als Pionier der Digitalisierung.

Mittlerweile hat er viele Firmen begleitet beim Digitalisieren ihrer Produktionsprozesse. Dabei hat er immer wieder die gleichen Muster, die gleichen Probleme und die gleichen Fehler erlebt. Bei näherem Hinsehen waren es immer die gleichen 5 Themen, die über Erfolg oder Misserfolg entschieden. Diese 5 wichtigsten Erkenntnisse aus über 30 Jahren praktischer Digitalisierungserfahrung sind für ihn mittlerweile wie Naturgesetze!

Dieses Wissen ist für jedes Unternehmen elementar und entscheidet über Erfolg oder Misserfolg von Digitalisierungsprojekten. Denn wenn Digitalisierungsprojekte zäh laufen oder gar scheitern, dann liegt es ausnahmslos an der Nichtbeachtung der 5 Naturgesetze der Digitalisierung!

Diese haben sich über Jahrzehnte als Basis für richtige Entscheidungen bewährt und haben auch in der Zukunft Gültigkeit. Wenn man sich daran orientiert, findet man viel leichter durch das Minenfeld der Digitalisierung.

Auch als Autor des [i4.0 online Lexikons](#) erklärt er auf seine Art „**4.0 EINFACH anders**“.

