

Industrie 4.0 und IoT in der Produktion

Die Umsetzung von Produktionsanlagen, wie sie mit dem Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) oder der parallelen IoT-Entwicklung mit ihrer Industrial Internet Reference Architecture (IIRA) beschrieben werden, ist mittlerweile in der Realität angekommen. Die Firmen beziehungsweise Betreiber sind bereit, ihre Produktionsanlagen zu digitalisieren.

Doch wer kann den Betreiber auf diesen Weg begleiten? Zuerst denkt man natürlich an Firmen wie IBM mit ihrem Watson oder Siemens mit Mindsphere. Und tatsächlich sind die Big Player vor allem im Office Floor von Nöten. Der wichtigste Player ist jedoch der Betreiber selbst mit seinem Servicepersonal und der IT-Abteilung. Nur sie sind in der Lage, die Anforderungen und Prozesse zu definieren. Und es braucht mittelständische Spezialfirmen als dritten Player im Verbund, die in der Lage sind, diese Anforderungen und Prozesse in Zusammenarbeit mit dem Betreiber Maschine für Maschine, Service für Service auf dem Shop Floor zu integrieren.

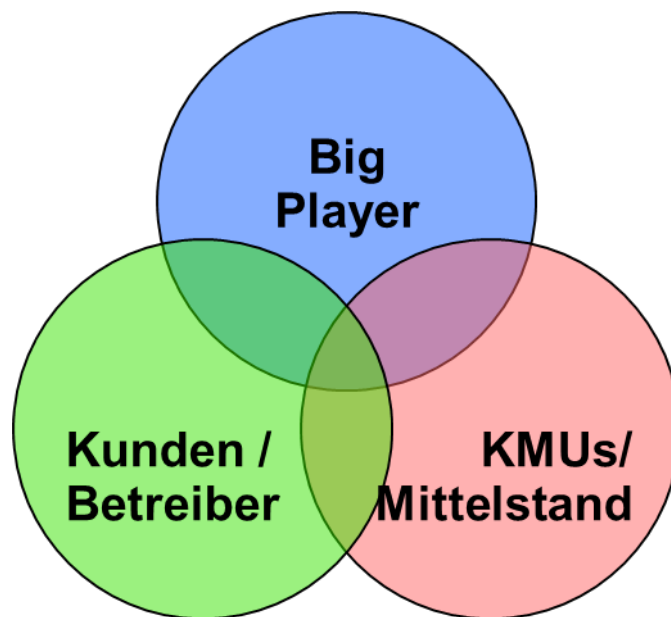


Abb. 1: Teilnehmer bei Digitalisierung von Produktionsanlagen

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)

Ziel dieser Norm (DIN SPEC 91345) ist ein gemeinsames Verständnis der grundlegenden Begriffe, ebenso wie ein Konsens über Referenzmodelle und -architekturen. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist es unumgänglich, sich mit den wichtigsten Kriterien der in der Norm enthaltenen Umsetzungsempfehlungen vertraut zu machen.

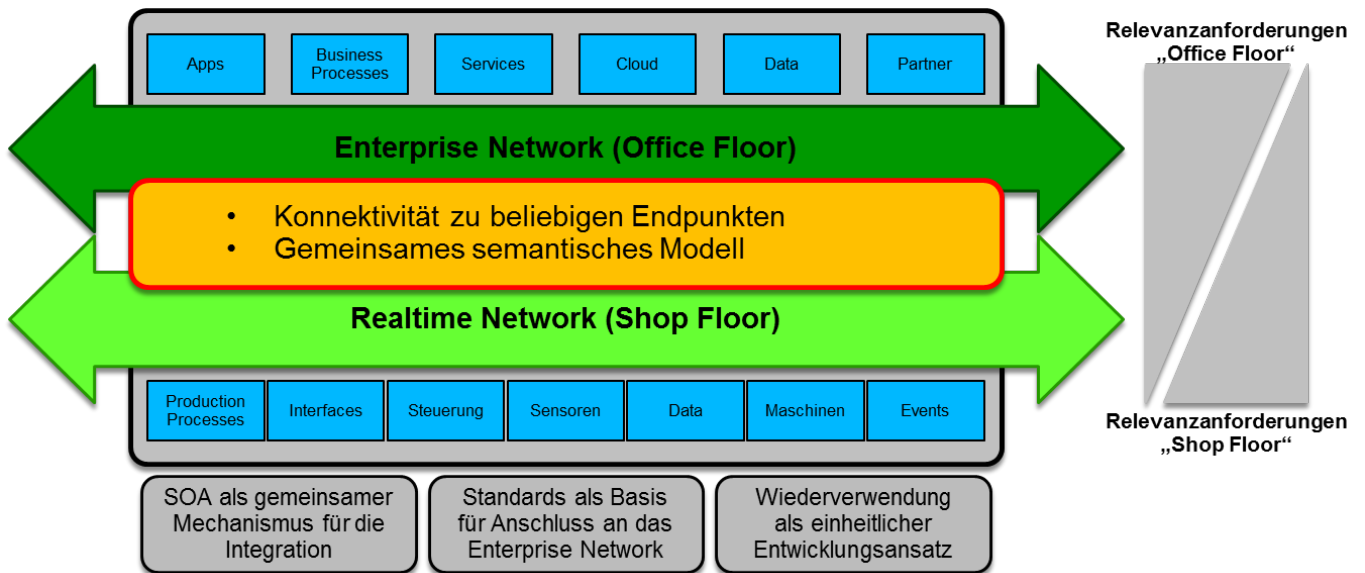


Abb. 2: RAMI4.0 – Prinzipieller Aufbau einer modernden Produktionsanlage (siehe Literaturverzeichnis)

Es ist wichtig zu sehen, dass ein modernes Produktionssystem nicht mehr aus einer Automatisierungspyramide besteht, sondern aus zwei Kommunikationsebenen, die zusammen eine entsprechende Konnektivität bzw. ein gemeinsames semantisches Modell bilden. Die dreidimensionale Darstellung aller relevanten Ebenen ist hier für ein Grundsatzverständnis ebenso wichtig:

- Layer-Ebene mit der detaillierten Schichtung vom Asset bis zum Business Layer
- Life Cycle und Value Stream mit der Darstellung der Lebensläufe von Assets und Produkten
- Hierarchie-Level , der eine funktionale Einordnung von Elementen ermöglicht

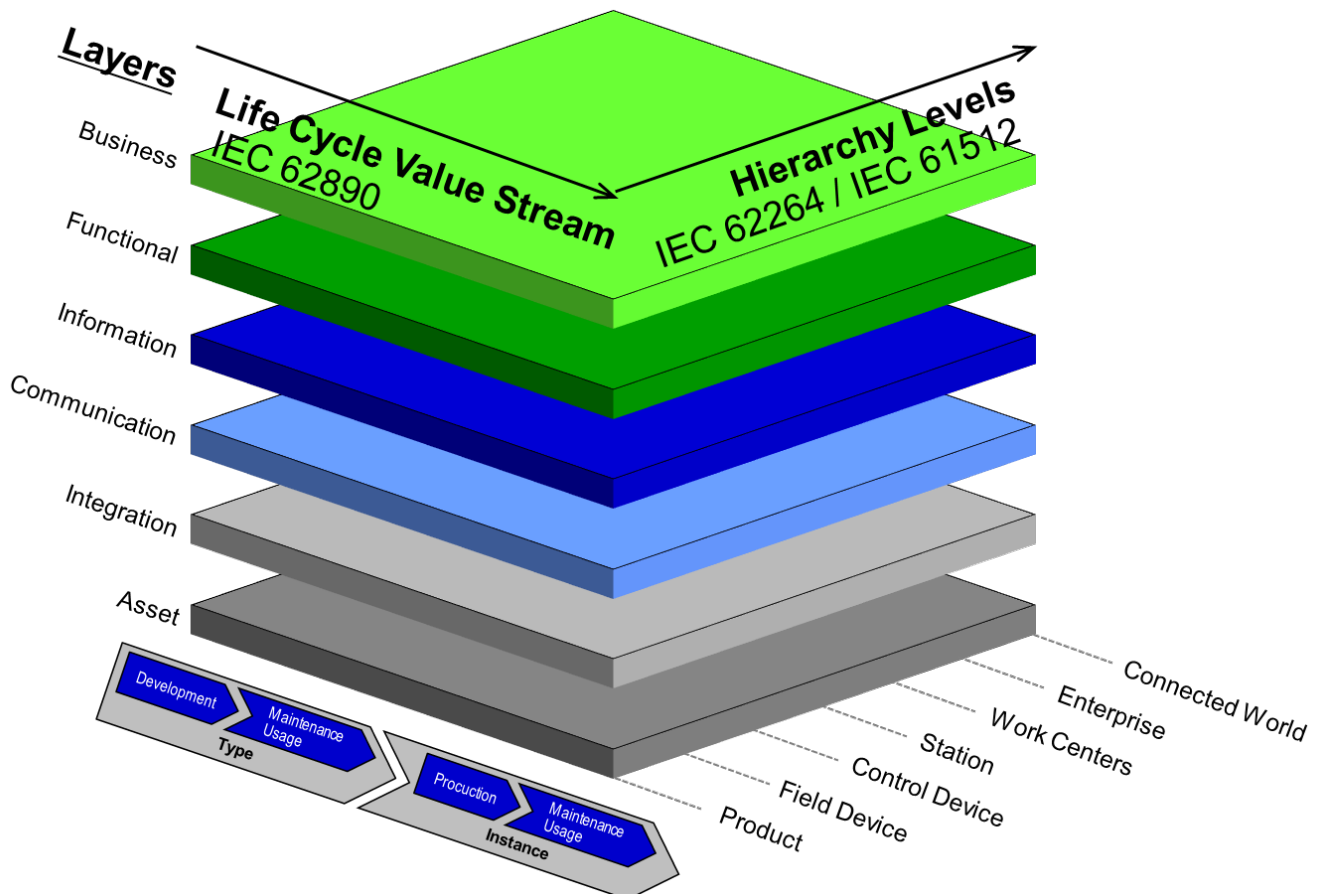


Abb. 3: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)

Für die Integration der Assets bzw. Maschinen wurde in der Norm eine sogenannte "Industrie 4.0-Komponente" definiert. Die Grafik veranschaulicht sehr eindrücklich, wie diese aufgebaut ist.

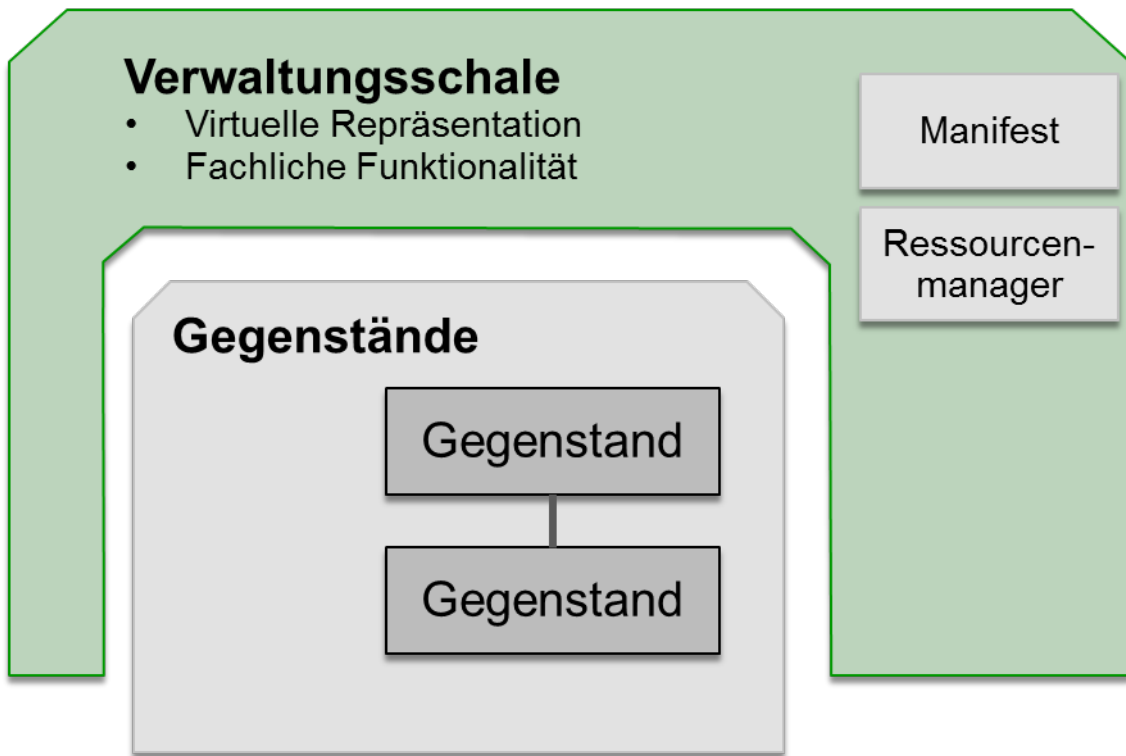


Abb. 4: Industrie 4.0-Komponente (siehe Literaturverzeichnis)

"Gegenstand" meint hier Maschinensteuerungen, Antriebe, aber auch manuelle Arbeitsplätze, die in eine einheitliche Serviceschale – die sogenannte Verwaltungsschale – integriert werden.

Kommunikationsmethoden im Shop Floor

Klassisch erfolgt die Steuerung von Maschinen mit SPS-Steuerungen. Sie sind Teil der Maschinen, den man aufgrund des Aufwands und des Gewährleistungsverlustes nicht ändern sollte. Hier werden Prozessdaten zyklisch eingelesen, verarbeitet und wieder ausgegeben. Wichtig sind hier nur die neuesten Informationen, die ein zeitnahes Abbild der Realität vermitteln können. Die Datenmenge reduziert sich ganz einfach durch Überschreiben älterer Daten.

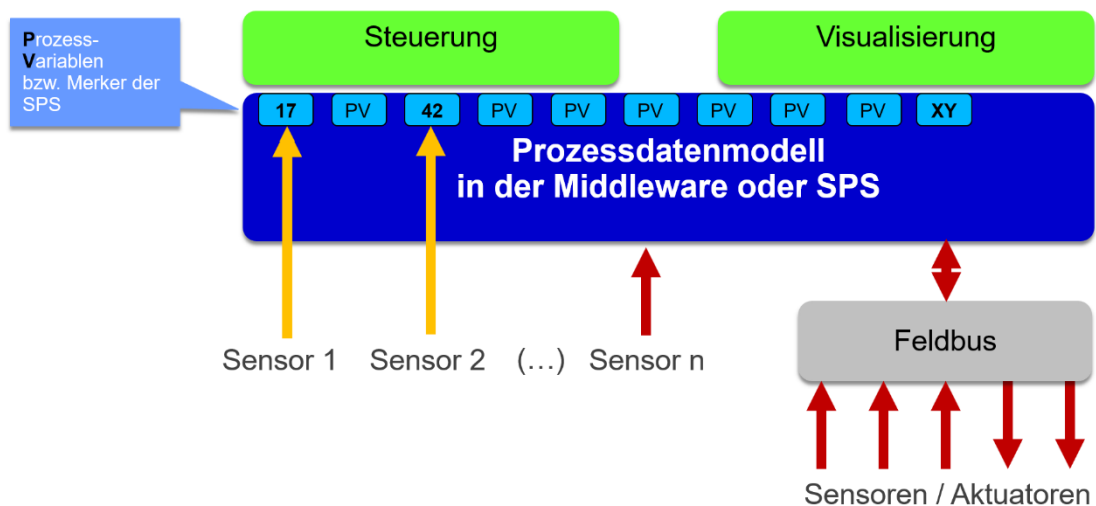


Abb. 5: Synchrones Kommunikationsmodell

Aufgrund einer fehlenden Persistenz ist das Modell beim Handling von Fehler- oder Statuswerten ungeeignet. Für die persistente Datenkommunikation eignet sich viel mehr die serialisierte Kommunikation von Daten und Kommandos (Messages) über Broker, die deren Verteilung organisieren. Die Daten bleiben dann so lange im System, bis sie von einem Client abgeholt werden. Dieses Verfahren bildet bei den meisten middlewarebasierten Technologien die alleinige Kommunikationsbasis. Das synchrone Prozessdatenmodell wird meist nicht unterstützt, obwohl es für die zyklische Verarbeitung unumgänglich ist.

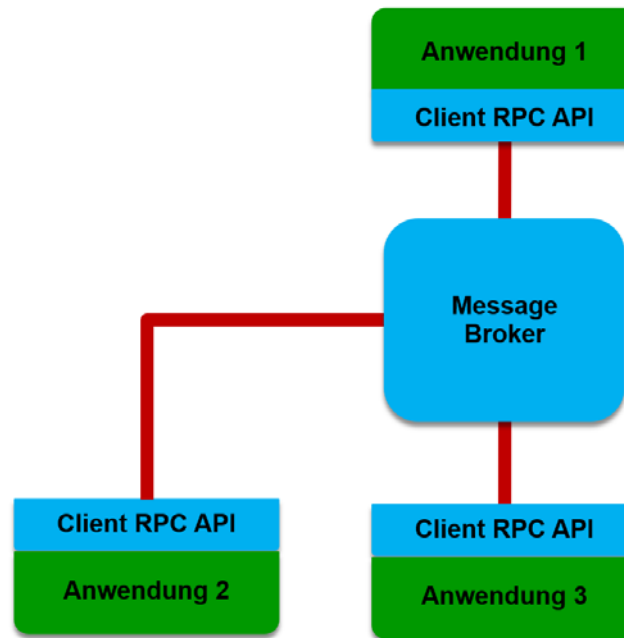


Abb. 6: Asynchrone messagebasierte Kommunikation

Dabei ist diese Form der Kommunikation nicht etwa langsam. In der Automatisierung übliche Steuerungsprogrammierung über "State Machines" ist mit Messages schneller und effizienter umsetzbar.

Informationen werden nun durch Adressierung an dedizierte Clients versendet. Alternativ dazu können Botschaften an sogenannte Topics (semantisch adressierte, virtuelle Kanäle) versandt werden (publish). Clients können sich nun mit Topics verbinden (subscribe) und erhalten so die Nachrichten des Publishers zugestellt. Mächtige Wildcard-Funktionen erleichtern dabei die Selektion der passenden Topics.

Publish/Subscribe ist die einzige Kommunikationsform, die keine direkte Kopplung zwischen Sender und Empfänger aufweist. Sie ist die wichtigste Neuerung in der Kommunikation, da ohne diesen Mechanismus eine Cloud nicht realisierbar ist.

Dazu kommen Quality of Service Funktionen, wie zum Beispiel "Last Will"; eine vordefinierbare Message, die verteilt wird, wenn ein Client vom Netz abgemeldet wird oder ausfällt.

Ein entscheidender Faktor bei der Auswahl einer Middleware ist eine Multibroker-Architektur. Die Clients können so über einen eigenen Broker lokal viel schneller und unabhängig von der Vernetzung kommunizieren. Systemübergreifend werden Nachrichten dann nur noch über die Broker verteilt. Die Kommunikation wird redundant und die Industrie 4.0-Komponenten bleiben auch bei einem Ausfall des Netzwerks funktionsfähig.

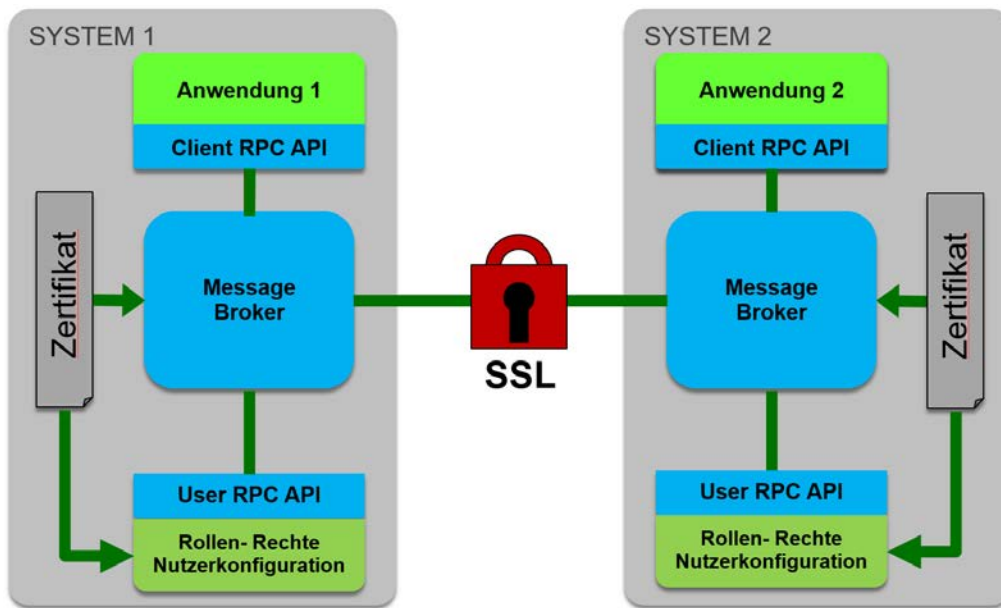


Abb. 7: Multibroker-System mit Securityfunktionen

Obwohl der Shop Floor in der Regel nicht mit dem Internet verbunden ist, sollte man trotzdem auf eine adäquate Absicherung mit Zertifikaten zur Authentifizierung und eine Verschlüsselung der übertragenen Daten nicht verzichten. Empfohlen ist auch eine rollenspezifische Einschränkung der Kommunikation.

Services in der Verwaltungsschale

Services sind Dienstprogramme, die Informationen aus einer oder mehrerer Maschinen bündeln und weiterverarbeiten. In einer Industrie 4.0-Komponente bilden Services die Verwaltungsschale und kommunizieren über den Resource Manager mit übergeordneten Services. Sie konzentrieren und koordinieren die Informationen maschinenübergreifend.

Ein wichtiges Beispiel für Services in einer Produktionsanlage ist das Fehlermanagement. Ein Service in der Verwaltungsschale erkennt aus den ihm vorliegenden Informationen den Fehlerzustand und "published" diesen an ein fest definiertes Topic. Wird aus den vorliegenden Informationen erkannt, dass in Kürze ein Fehler entstehen wird, so nennt man dies auch „Predictive Maintenance“. Übergeordnete Services abonnieren diese Meldungen und speichern sie in einer Datenbank oder informieren den Servicetechniker.

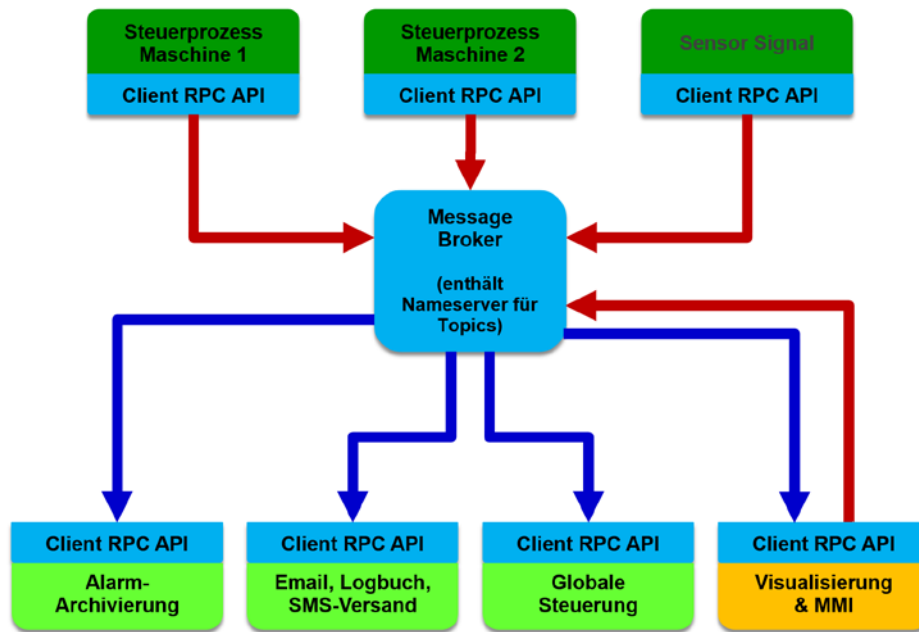


Abb. 8: Fehlermanagement-Services

Umsetzung

Zur Umsetzung werden alle Informationen aus den Qualitätsmanagementsprozessen, von Servicetechnikern, Mitarbeitern an der Produktionsstraße und der IT-Abteilung in Form von User Stories und Use Cases zusammengeführt. Daraus werden Spezifikationen abgeleitet, die dann in der Folge in überschaubaren Schritten umgesetzt werden.

Zur Implementierung werden bei den bestehenden Steuerungen die Daten auf unterschiedlichsten Wegen versucht auszulesen. Dazu sollte die Middleware bereits Schnittstellen für Feldbusse bereitstellen. Da auf der bestehenden Maschinensteuerung keine Veränderungen erfolgen dürfen oder können, werden die Daten nun in einem digitalen Zwilling, also einem synchronen Prozessdatenmodell, gespiegelt. Auf dieser Ebene kann dann die Weiterverarbeitung der Daten und deren Verdichtung über die Services der Verwaltungsschale erfolgen.

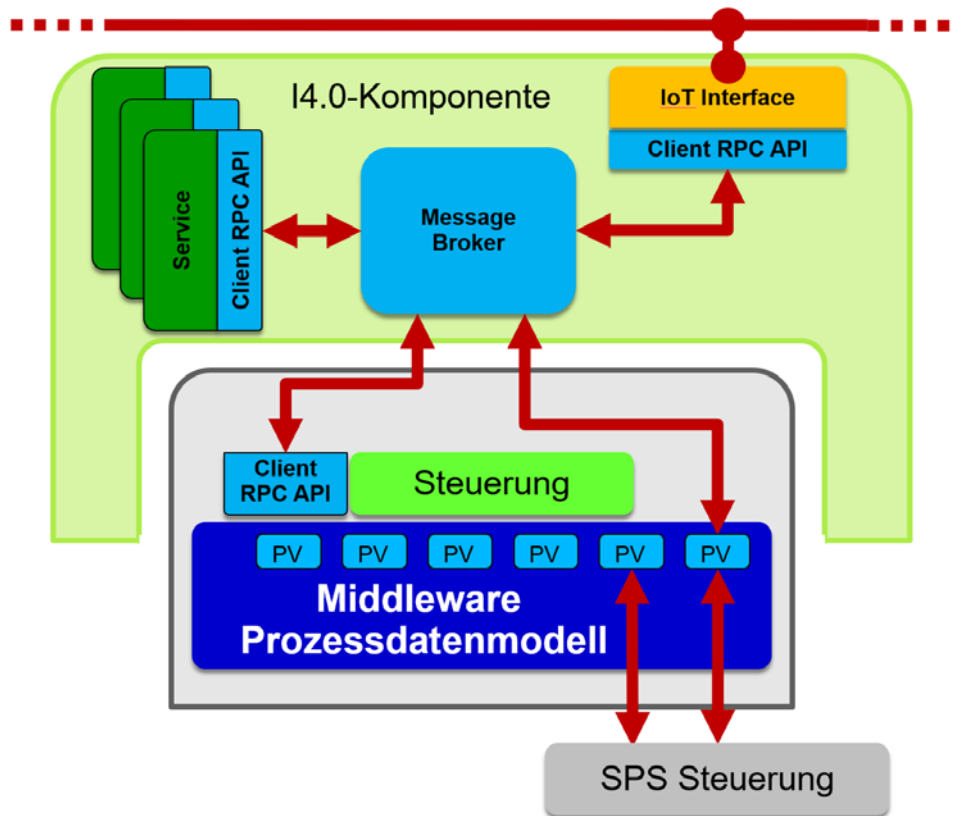


Abb. 9: Abbildung der Industrie 4.0-Komponente auf eine Middlewarearchitektur

Werden Maschinen neu entwickelt, kann das gleiche Modell verwendet werden. Anstelle der SPS-Steuerung wird ein Feldbus adaptiert, der die I/O-Signale erfasst und dem Prozessdatenmodell übergibt. Jetzt kann die Steuerungssoftware die Abläufe koordinieren, während die übergeordneten Services der Verwaltungsschale die Daten aufbereiten.

Neben unterschiedlichen Werkzeugen für die Steuerungs- und Serviceentwicklung muss die Middleware aber auch Werkzeuge für Test- und Simulation bereitstellen. Denn die vor-Ort-Programmierung, die bis zur Abwesenheit von Fehlern die Produktion lahm legt, ist nicht mehr möglich. Hier sollte Continuous Integration mit automatischem Rollout angestrebt werden.

Auf diese Weise werden nun alle Maschinen in der Fertigung in eine einheitliche Servicelandschaft überführt, in der alle Assets einheitlich verarbeitet und koordiniert werden können. In vielen Fällen muss zusätzlich zu der messagebasierten Kommunikation zwischen den Maschinen und deren synchronen Steuerungen auch ein synchrones Netzwerk etabliert werden. Darüber werden wenn nötig synchronisierte Echtzeitdaten übertragen.

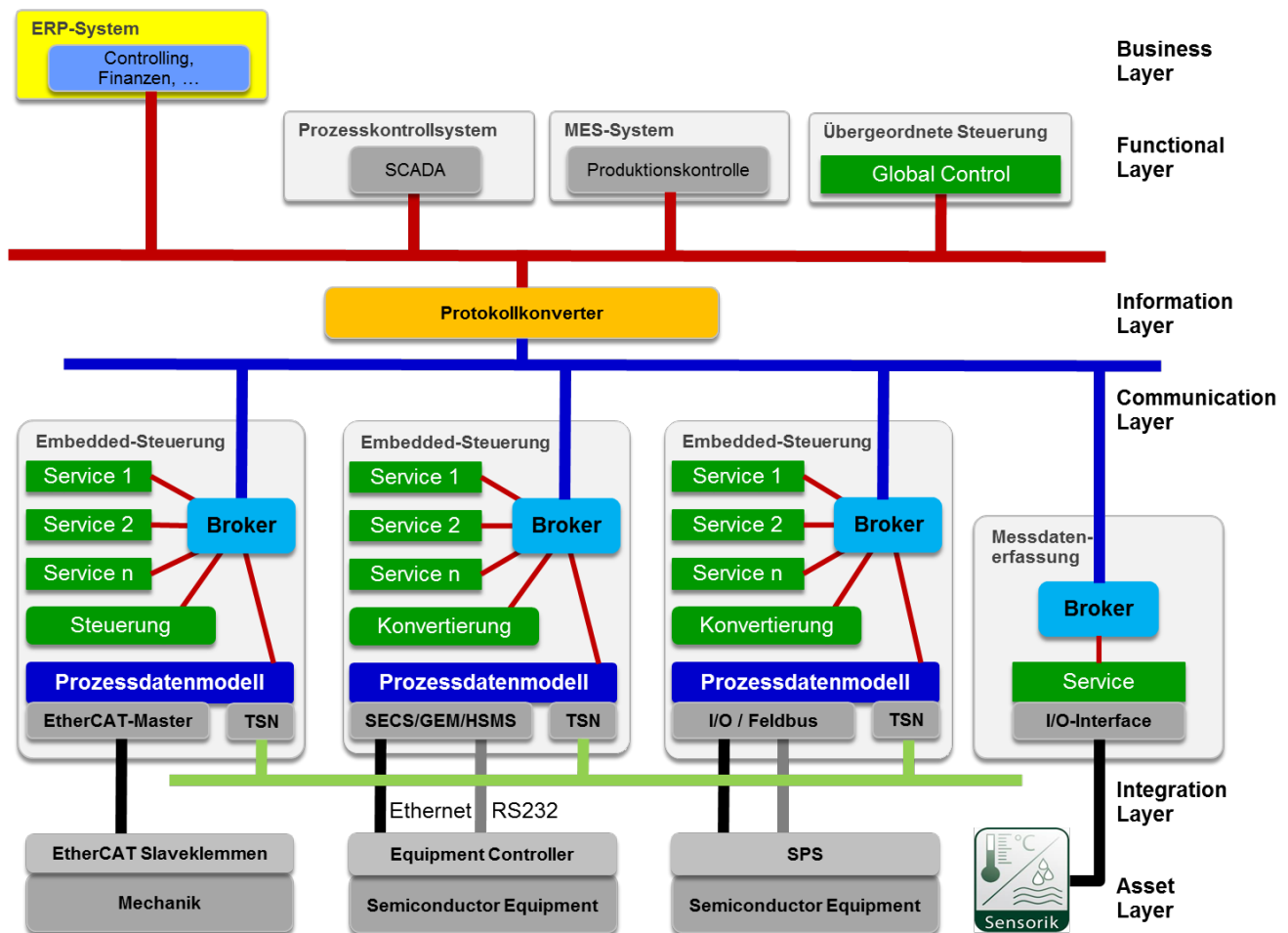


Abb. 10: Beispielhafte Gesamtdarstellung einer Fertigung

Erst jetzt wird auch die Kopplung mit dem übergeordneten Office Floor sinnvoll und möglich.

Ein Protokollkonverter übernimmt dabei die Übersetzung der Daten zwischen Office Floor und Shop Floor. Somit entsteht eine Konnektivität zu beliebigen Endpunkten und damit ein gemeinsames semantisches Modell.

Die erfolgreiche Umsetzung einer digitalisierten Fertigung ist nur möglich, wenn Betreiber, Mittelstand und Big Player zusammenarbeiten. Neben den Umsetzungsstrategien sind vor allem auch Migrationsstrategien zu entwickeln. Einseitige oder planlose Umsetzungen, wie sie leider derzeit vorkommen, gefährden solche Projekte bzw. den Betreiber ganz erheblich.

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] <https://www.zvei.org/themen/industrie-40/das-referenzarchitekturmodell-rami-40-und-die-industrie-40-komponente/>

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Robert Schachner ist Geschäftsführer der RST Industrie Automation GmbH und technischer Vorstand von Embedded4You e.V. Seit 30 Jahren beschäftigt er sich mit Middleware basierten embedded-Systemen. Bis heute konnte er mit seinem Team die Effizienz in mehr als 250 verschiedenen Projekten in

der Produktion, Maschinensteuerung und Test nachweisen. Zum Thema Middleware engagiert er sich an der VDI/VDE2657 Richtlinie, hält Informatik-Vorlesungen und Schulungen bzw. Consulting bei Kunden.



Kontakt

Internet: www.rst-automation.de
www.embedded4you.com
Email: rschachner@rst-automation.de