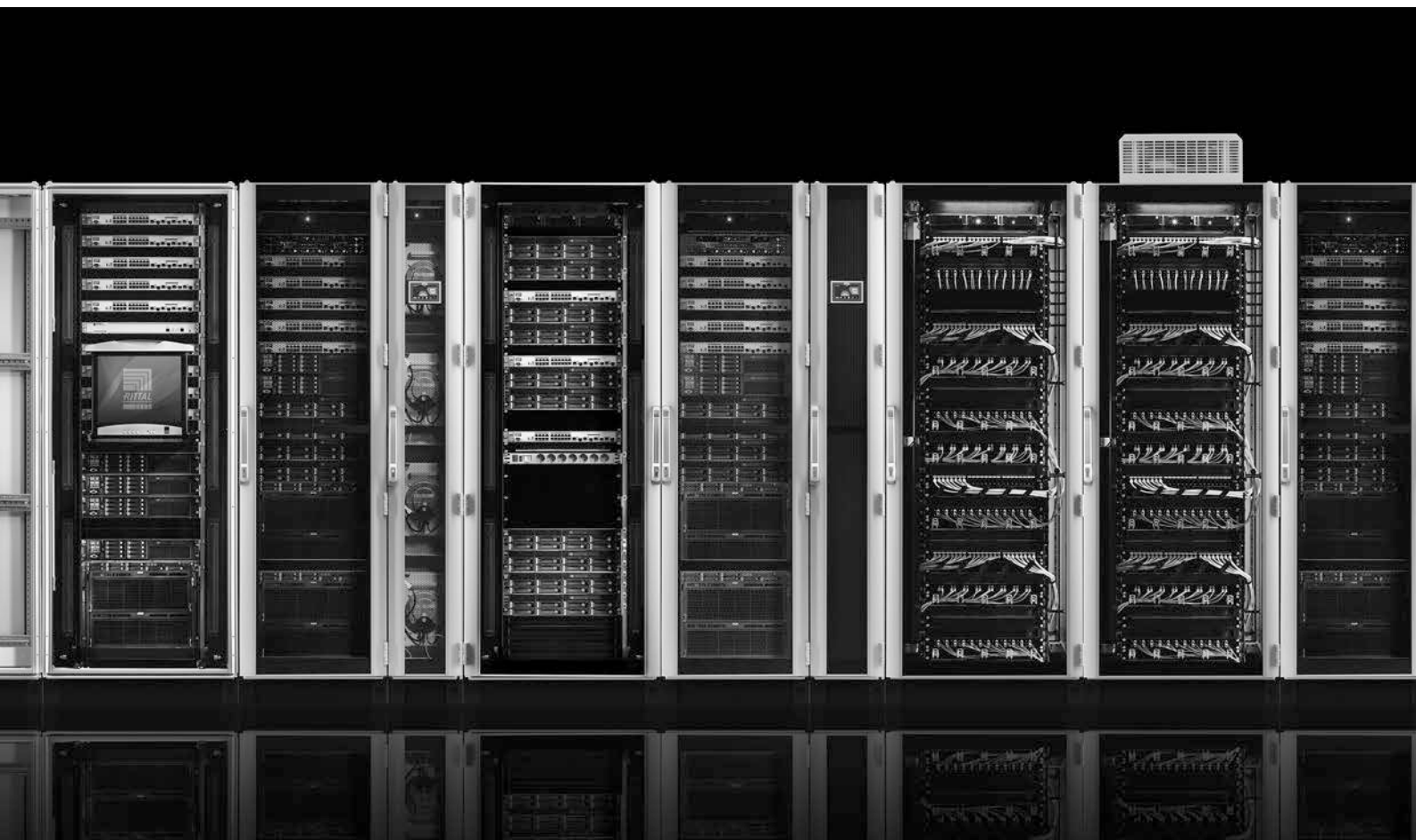


Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper: IT und IT-Infrastruktur im Kontext von Industrie 4.0

Bernd Hanstein, Rittal



SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	3
Executive Summary	4
Einführung.....	5
Begriffsdefinitionen.....	6
Industrie 4.0.....	6
Wertschöpfungskette.....	7
Wertschöpfungsnetzwerke	7
Smart Factory / Smart Production.....	7
Cyber Physical Systems.....	8
Internet der Dinge.....	8
Anforderungen an die IT.....	8
Identifikation der Anforderungen.....	8
Produktionssicht	9
Rechenzentrumssicht	10
Horizontale Integration	12
Vertikale Integration	13
Die Sicht von Rittal auf Industrie 4.0.....	15
IT-Infrastrukturen im Rechenzentrums/Büro-Umfeld.....	15
IT-Infrastrukturen im Produktionsumfeld	16
IT-Infrastrukturlösungen	20
Individuelle Rechenzentren (RiMatrix)	20
Standardisierte Rechenzentren (RiMatrix S).....	21
Micro Data Center	22
TS IT Schrankplattform.....	23
Monitoring System Computer Multi Control III.....	24
Abkürzungsverzeichnis.....	26
Literatur.....	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Rechenzentrum als Basis für die industrielle Produktion.....	4
Abbildung 2: Wertschöpfungskette	7
Abbildung 3: Disjunkte Sichtweise	8
Abbildung 4: Anforderungen aus der industriellen Sichtweise	9
Abbildung 5: Anforderungen aus IT-/RZ-Sicht	10
Abbildung 6: Horizontale Integration.....	12
Abbildung 7: Vertikale Integration.....	13
Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der IT-Infrastruktur eines Unternehmens.....	15
Abbildung 9: Beispiel Büroumgebungen.....	16
Abbildung 10: Beispiel Industrieumgebungen.....	17
Abbildung 11: Wertschöpfungskette im IT-Kontext	18
Abbildung 12: Individuelle Rechenzentren.....	20
Abbildung 13: Standardisiertes Rechenzentrum, Kältecontainer	21
Abbildung 14: Micro Data Center.....	22
Abbildung 15: Schrankplattform TS IT	24
Abbildung 16: Monitoring System CMC III	25

Executive Summary

Mit dem Begriff „Industrie 4.0“ wird eine innovative Weiterentwicklung der Produktionsabläufe skizziert, die aufgrund neuer Technologien möglich geworden ist. Ziel ist zum einen Effizienzpotentiale zu heben und somit kostengünstiger zu produzieren, zum anderen aber auch eine höhere Flexibilität zu erreichen, die in einem globalen Wettbewerb einen entscheidenden Vorteil bietet. Dabei werden nicht mehr einzelne Prozess- oder Produktionsschritte isoliert optimiert, sondern ganze Wertschöpfungsketten betrachtet, die bereits bei der Kundenschnittstelle beginnen. Es gilt, die Anforderungen des Kunden zu erfassen und diese im Engineering zu bearbeiten, um auf diese Weise konsistente Produkt- und Produktionsdaten zu erhalten.

Die Flexibilität des Produktionsprozesses erlaubt es im Idealfall, diese Anforderungen auch im Rahmen einer Serienfertigung abzudecken, ohne dass Effizienz und Auslastung leiden. Voraussetzung dafür ist jedoch die vollständige Integration aller Abläufe von der Anforderungsermittlung bis hin zur Produktion, Auslieferung, Installation und dem Service beim Kunden. Mit der einhergehenden Vernetzung von Wertschöpfungsketten zu Wertschöpfungsnetzwerken durch die Einbindung von Lieferanten gewinnen Konsistenz, Integrität und Sicherheit von Daten eine herausragende Bedeutung. Die Qualität der Daten ist ebenso wichtig wie das Produkt selbst.

IT und IT-Infrastrukturen kommt dabei eine Schlüsselrolle als Enabling-Technologie zu. Mit Industrie 4.0 bzw. dem „Internet der Dinge“ wird eine Domäne erschlossen, die bislang industriellen Protokollen mit Echtzeit-Datenverarbeitung vorbehalten war. Aus dem Produktionsumfeld werden somit neue, herausfordernde Ansprüche an die IT-Dienstleistungen und Prozesse, Protokolle und auch Sicherheitsmechanismen gestellt. Ohne flexible, skalierbare IT-Infrastrukturen lassen sich die Herausforderungen, die durch „Industrie 4.0“ gestellt werden, nicht meistern.



Abbildung 1: Das Rechenzentrum (links) als Basis für die industrielle Produktion.

Einführung

Auf der Hannover Messe 2011 wurde der Begriff „Industrie 4.0“ dem Fachpublikum vorgestellt. Damit wurde ein nachhaltiger Innovationszyklus initiiert, der nicht nur die Produktionswelt, sondern auch die zugehörige IT- Landschaft beeinflusst.

Die Realisierung vollständig integrierter Wertschöpfungsketten impliziert eine Reihe von Anforderungen sowohl an die Industrie- als auch an die IT-Umgebung. Die jeweilige Sicht ist dabei noch aus dem historischen Kontext heraus geprägt. Der wesentliche Aspekt in der industriellen Welt liegt in der Optimierung von Produktionsabläufen, der Materialversorgung und der Planung von Ressourcen. Ein besonderer Schwerpunkt ist die große Menge an Daten, die in Echtzeit verarbeitet werden müssen.

In der traditionellen IT beschränkt sich die Schnittstelle zur Produktion auf das Bereitstellen von Diensten und Daten, dem Engineering sowie den dazu notwendigen ERP- und PDM-Systemen. An der Maschine selbst waren nur Schnittstellen für industrielle Kommunikationsprotokolle implementiert. Mit neuen Trends und Technologien – wie dem „Internet der Dinge“ – werden diese Strukturen aufgebrochen. Maschinen kommunizieren miteinander auf Basis etablierter und damit auch kostengünstiger Internettechnologien.

„Um das Potenzial rund um Industrie 4.0 in Deutschland umfassend heben zu können, müssen die offenen Fragen bezüglich Kontrollhoheit, Sicherheit, Vertraulichkeit, Standardisierung, Rechtsrahmen und Infrastrukturausstattung (Ausbau moderner Strom- bzw. Kommunikationsnetze) nun angegangen werden – und dies ist dem Wesen nach nicht auf Deutschland oder Europa zu beschränken.“ [Ref. 2]

Damit kommt der IT und IT-Infrastruktur eine grundlegende Bedeutung für das Gelingen von Industrie 4.0 als eine Enabling-Technologie zu. Jedoch müssen die Vorteile, die ein „Internet der Dinge“ bietet, mit den Anforderungen einer Produktionsumgebung in Einklang gebracht werden. Dabei gilt es, nicht nur eine Vielzahl von Kommunikationsteilnehmern zu verwalten, sondern zudem stetig wachsende Datenmengen zu verarbeiten.

Die Daten an sich erhalten eine essentielle Bedeutung, denn Daten über ein (Teil-) Produkt sind so wichtig wie das Produkt selbst, da nur mit den entsprechenden Daten eine weitere Nutzung oder Verarbeitung möglich ist. Gerade im Hinblick auf die Anfälligkeit des Internets hinsichtlich Sicherheit sind Datenintegrität -sicherheit sowie der -qualität für jedes Unternehmen ein Faktor, der den Erfolg eines Produktes bestimmt.

Daher sind im Kontext von Industrie 4.0 nicht nur die IT-Themenfelder, sondern auch die dazu notwendigen IT-Infrastrukturen zu betrachten. Eine erste Hilfestellung dazu soll dieses Whitepaper bieten.

Begriffsdefinitionen

Zunächst sollen einige der grundlegenden Begriffe erläutert werden, da diese zum Verständnis notwendig sind. Es zeigt sich dabei, dass gerade bei Schlagwörtern wie Industrie 4.0 der Blickwinkel (Hersteller, Kunde, Branche, ...) ganz entscheidend für die jeweilige Interpretation des Begriffes ist.

Von der Plattform Industrie 4.0 – getragen von den drei großen Verbänden BITKOM, VDMA und ZVEI – wurde der Begriff Industrie 4.0 wie folgt definiert:

Industrie 4.0

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen. Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“ [Ref. 1]

Die Bezeichnung „4.0“ leitet sich dabei aus dem Postulat einer vierten industriellen Revolution ab:

- Erste industrielle Revolution: Die Nutzung von Wasser- und Dampfkraft für industrielle Anwendungen im 18. Jahrhundert
- Zweite industrielle Revolution: Die Nutzung von elektrischer Energie in der Massenproduktion von Gütern im 19. Jahrhundert.
- Dritte industrielle Revolution: Die Nutzung von Computern zur Automatisierung von Produktionsprozessen im 20. Jahrhundert.
- Vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0: Die fortschreitende Digitalisierung der Fabrik (Cyber Physical Systems, Internet der Dinge), um eine maximale Flexibilität und eine optimale Ressourcenauslastung sowie Effizienz zu erreichen.

Es werden nicht einzelne Engineering-, Produktions- oder Logistikschrte isoliert optimiert, sondern deren Zusammenspiel in Wertschöpfungsketten bzw. Wertschöpfungsnetzwerken mit der Zielsetzung, eine effiziente, kostengünstige Abwicklung bei maximaler Flexibilität und damit hohem Kundennutzen sicherzustellen.

Wertschöpfungskette

Mit dem Begriff der „Wertschöpfungskette“ werden alle Tätigkeiten eines Unternehmens beschrieben, die notwendig sind, um einen Kundenauftrag vollständig umzusetzen. In der nachfolgenden Abbildung 1 sind die einzelnen Schritte grob skizziert. Am Anfang steht der Kunde, der über geeignete Schnittstellen und Kommunikationsplattformen angesprochen wird, so dass dessen Anforderungen auf das Lösungsportfolio abgebildet werden können. Ggf. sind kundenspezifische Anpassungen im Engineering oder auch komplette Konstruktionen notwendig.

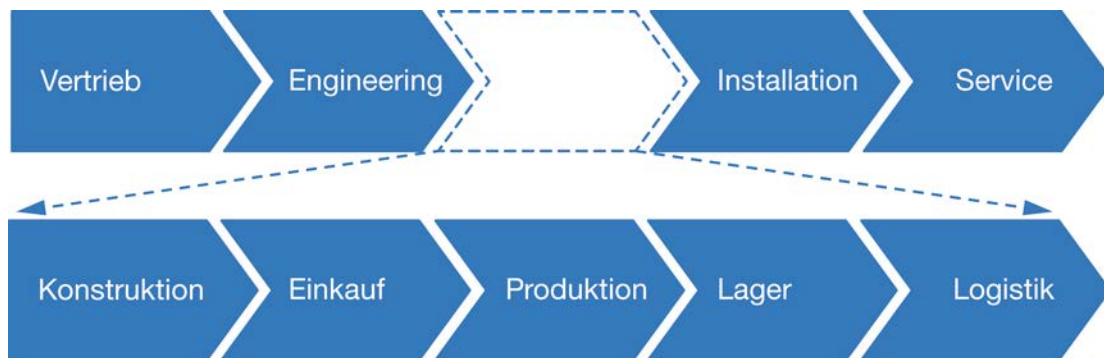


Abbildung 2: Wertschöpfungskette

Auf Basis der Kundenanforderungen kann entweder ab Lager geliefert werden oder es wird der entsprechende Kundenauftrag im Werk produziert. Die Auslieferung, die Installation und ggf. der Service sind Segmente am Ende der Wertschöpfungskette.

Wertschöpfungsnetzwerke

Wertschöpfungsnetzwerke beschreiben das Zusammenspiel voneinander abhängiger Wertschöpfungsketten z. B. das Einbinden von Unterlieferanten. In obigem Beispiel (Abbildung 1) ist dies durch den „Einkauf“ symbolisiert, über den wiederum Unterlieferanten eingebunden werden, die sich ähnlichen Wertschöpfungsketten bedienen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür sind intelligente, adaptive Produktionssysteme: Smart Factory.

Smart Factory / Smart Production

Mit dem Begriff „Smart Factory“ wird eine Produktionsumgebung charakterisiert, in der alle am Produktionsprozess beteiligten Objekte (z. B. Maschinen, Werkstücke, Logistikketten, Engineering) miteinander kommunizieren, um eine möglichst große Flexibilisierung bei gleichzeitig effizienter Auslastung der Ressourcen zu erreichen. Entscheidend ist dabei, die einzelnen Fertigungsabläufe so aufeinander abzustimmen, dass ein Minimum an Stillstandszeit, aber auch ein Minimum an Energieverbrauch erreicht wird.

Wichtige Basis-Technologien hierfür sind Cyber Physical Systems, die ihrerseits die Grundlage für Wertschöpfungsketten bilden, und das Internet der Dinge, da hierüber eine

standardisierte, hoch performante und zudem sichere Kommunikation aller Beteiligten realisiert werden muss.

Cyber Physical Systems

Ein Verbund von Objekten wie Maschinen, Geräten und Werkstücken wird als ein Cyber Physical System (CPS) bezeichnet, wenn die einzelnen Objekte miteinander zielgerichtet kommunizieren. Elektrische, elektromechanische, hydraulische Systeme und Systemkomponenten erhalten eine eigene Intelligenz (Steuerung, Sensorik, Aktoren) und eine Kommunikationsschnittstelle. Die Daten zwischen den einzelnen Systemkomponenten werden über das Internetprotokoll (Internet der Dinge) ausgetauscht.

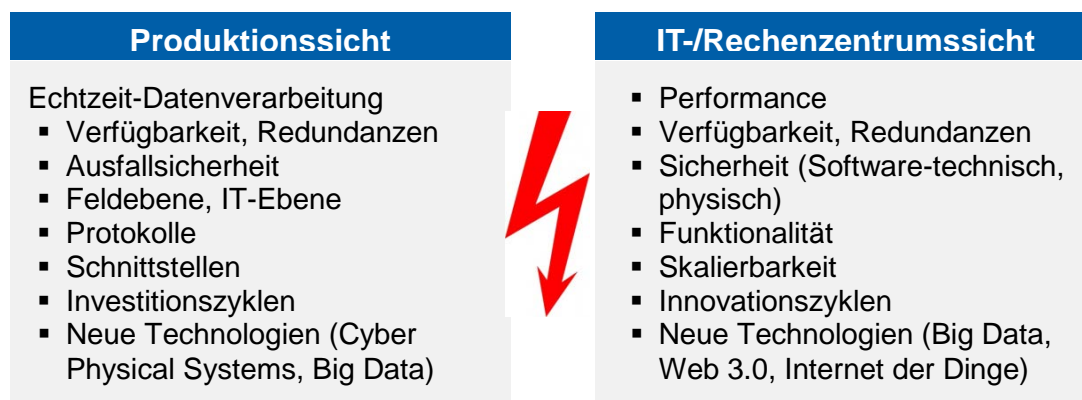
Internet der Dinge

Das Internet der Dinge beschreibt die Erweiterung der Nutzung des Internets, so dass Menschen, Maschinen, aber auch Objekte wie Werkstücke oder Waren, von den neuen technischen Möglichkeiten Gebrauch machen können. Alle Teilnehmer wie Computer und Maschinen benötigen eine eindeutige Identifizierung und kommunizieren auf der gleichen Basis. Der Austausch von Informationen (Identifikation, Adressierung, Datenformate, Übertragung) wird damit standardisiert und vereinheitlicht. Etablierte Technologien (Hardware, Software) aus der IT-Domäne halten dadurch Einzug in neue Domänen wie Produktionsprozesse und Logistikketten.

Anforderungen an die IT

Identifikation der Anforderungen

Trotz gleicher bzw. ähnlicher Begriffe sind die Anforderungen, die durch die Produktion bzw. durch RZ-Anwendungen an die IT gestellt werden, durchaus unterschiedlich wie in Abbildung 2 gezeigt wird.



Die beiden Welten sollen in den nachfolgenden Kapiteln genauer dargestellt werden.

Produktionssicht

Aus Sicht der Produktion ergeben sich für IT-Infrastrukturen eine Reihe von Anforderungen, die zunächst auf dem in Abbildung 3 skizzierten Grundprinzip basieren. In einem Schaltschrank werden Maschinen oder Maschinensteuerungen verbaut, die über Datenschnittstellen mit der Außenwelt kommunizieren. Diese Schränke müssen zuverlässig mit Strom versorgt werden und daher auch über eine ausreichende, bedarfsgerechte Klimatisierung verfügen. Ebenso ist es unerlässlich, die Schränke hinsichtlich verschiedener Kriterien wie Temperatur, Feuchte und Zugriff zu überwachen. Unter Umständen muss auch einem speziellen Sicherheitsbedürfnis Rechnung getragen werden (Schutzart, Feuerlöschung etc.).



Abbildung 4: Anforderungen aus der industriellen Sichtweise

Darauf basieren die Anforderungen an die IT, die sich wiederum in mehrere Dimensionen aufgliedern:

- Echtzeit-Datenverarbeitung
- Verfügbarkeit
- Ausfallsicherheit, Redundanzen bis hin zu Maschinen
- Feldebene, IT-Ebene
- Industrielle Schnittstellen und Protokolle
- Neue Technologien (Cyber Physical Systems, Big Data)
- Investitionszyklen in Abhängigkeit der Produktlebenszyklen

Rechenzentrumssicht

Das gleiche Grundprinzip lässt sich auf IT-Infrastrukturen im Rechenzentrumsumfeld anwenden (siehe Abbildung 4). In den Schränken (IT-Racks) befinden sich Switches, Server und Stagesysteme, die über eine sichere Stromverteilung mit Energie versorgt werden müssen. Die empfindlichen Geräte benötigen eine entsprechende Kühlung in einem vorgegebenen Temperatur- und Feuchtefenster. Die Betriebsparameter und ebenso die Zustände wie auch Alarmer sind zuverlässig zu überwachen. Ebenso sind die Einbauten vor physischen Bedrohungen (Zugriff, Brand, Rauch, Staub, Wasser etc.) zu schützen.

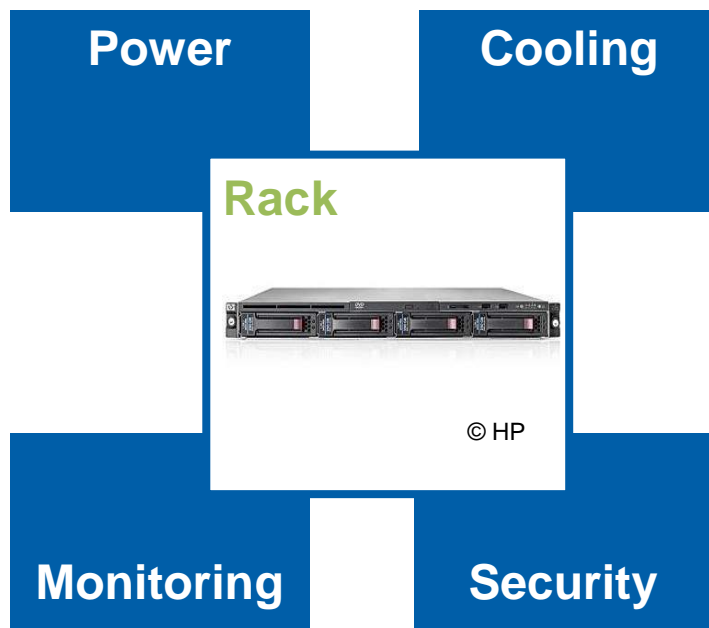


Abbildung 5: Anforderungen aus IT-/RZ-Sicht

Der Systemadministrator steht damit vor ähnlichen Herausforderungen wie die Produktionsleitung:

- Performance
- Verfügbarkeit, Redundanzen (Hardware oder Applikation)
- Sicherheit (Software-technisch, physisch)
- Funktionalität
- Skalierbarkeit (pay-as-you-grow)
- Neue Technologien (Big Data, Web 3.0, Internet der Dinge)
- Innovationszyklen (in Abhängigkeit der Applikationen, Software-Updates, Server-Generationen und der Entwicklung der Speicher-Systeme)

Die Darstellung der beiden Sichtweisen zeigt eine gemeinsame Schnittmenge teilweise deckungsgleicher Anforderungen, wobei jedoch gerade auf der Feld- und Maschinenebene deutliche Unterschiede festzustellen sind. Im Arbeitskreis Industrie 4.0 der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und acatech wurden diese auch als eine der größten Herausforderungen identifiziert.

„Die unternehmensübergreifende Nutzung von CPS-Plattformen durch IT-, Software- und Dienste-Anbieter sowie durch die Nutzer wird eine Referenzarchitektur Industrie 4.0 erfordern, die den unterschiedlichen Sichtweisen der IKT- und Produktionsbranche gerecht wird.“ [Ref. 3]

Im Kontext von Industrie 4.0 müssen daher die beiden Welten noch näher zusammenwachsen, wobei die folgenden Schwerpunkte zu betrachten sind:

- **Datenmengen**
Gerade in einem Produktionsumfeld fallen eine Vielzahl von Daten (Cyber Physical Systems, Big Data etc.an. Deren Auswertung ermöglicht nicht nur eine effizientere Planung der Maschinen, um eine effizientere Produktion zu ermöglichen. Auch fehlerhafte Abweichungen können frühzeitig erkannt und Serviceeinsätze pro aktiv gestaltet werden. An der Kundenschnittstelle (Vertrieb/Service) sind durch die Analyse von Daten Einblicke in das Kaufverhalten sowie in die Verwendung der Produkte möglich.
- **Datenintegrität, Datensicherheit**
Daten werden so wichtig wie das Produkt selbst. Eine Maschine – als Produkt – ist ein komplexes Gebilde, welches sich aus einer Vielzahl einzelner Komponenten zusammensetzt. Jedes Einzelteil wird durch einen Datensatz beschrieben. Diese Daten müssen vollständig und konsistent sein, damit sich ein in CAE-Tools geplanter Entwurf, der auf CAD-Modellen aus Bibliotheken beruht, auch realisieren lässt. Datensätze enthalten somit alle Produktinformationen und sind entsprechend zu schützen. Die Datenintegrität stellt die Konsistenz zwischen den Kundenanforderungen und der durch diese initiierte Fertigung eines Produktes sicher.
- **Objektorientierung (Zuordnung der Daten)**
Produkte, Komponenten und Einzelteile lassen sich ohne zugehörige Datensätze nicht nutzen. Diese Daten können zentral verwaltet werden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, diese auch dezentral zu spiegeln. RFID-Technologien ermöglichen, die Intelligenz bis auf das Werkstück zu übertragen. Das Werkstück weiß somit, wie es im Produktionsprozess zu verwenden ist. Das Produkt selbst hat das Wissen darüber, wie es zusammengebaut und ggf. für einen Endkunden konfiguriert wird. In einer „Smart Production“-Umgebung lassen sich somit in einem Serienprozess aufgrund der optimierten Produktionsprozesse im Idealfall individuelle Kundenlösungen abbilden (Stichwort: bedarfsorientierte Produktion, Losgröße 1).
- **Performance & Archivierung**
Mit der wachsenden Größe der zu verarbeitenden Datenmengen ergeben sich neue Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der IT-Systeme hinsichtlich der Übertragungs- und Verarbeitungsgeschwindigkeit. Zudem müssen intelligente Algorithmen eine performante Archivierung sicherstellen, so dass die Kosten für Speichersysteme begrenzt werden können. Lieferzeiten ergeben sich dadurch nicht nur durch Produktionszeiten, sondern auch aus der Dauer eines Engineering-Prozesses innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes, der für die Bereitstellung der benötigten Daten verantwortlich ist. Die Daten über ein Zukaufteil sind so wichtig wie das Teil selbst.

- **Schnittstellen und Datenaustausch**

Zwischen der „Echtzeit-Produktionswelt“ und der „Rechenzentrums-/Internetwelt“ müssen die entsprechenden Schnittstellen für einen sicheren Datenaustausch genutzt werden.

Die Qualität der Daten wird entscheidend für den Erfolg von Industrie 4.0 und ist damit ein Grundbaustein für die Absicherung des Wettbewerbsvorteils. IT und IT-Infrastrukturen sind dabei eine Enabling-Technologie, um die Prozesse und Applikationen der verschiedenen Domänen (Produktion, Rechenzentrum) zu verknüpfen.

Horizontale Integration

Die horizontale Integration (Abbildung 5) der Abläufe eines Unternehmens beschreibt das optimale Zusammenspiel aller Prozessschritte innerhalb der Wertschöpfungskette. Der IT bzw. IT-Infrastruktur kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da sie die Kommunikation der einzelnen Schritte wie auch deren zielgerichtete Steuerung ermöglicht. Entscheidend für den Erfolg einer horizontalen Integration ist zunächst die Umsetzung der Kundenanforderung in ein konkretes Produkt. Dabei ist eine Reihe von Schritten zu durchlaufen, die abhängig von der jeweiligen CAD/CAE-Unterstützung in den Phasen Consulting, Sales und Engineering ablaufen:

- Planung (standardisierte Daten, Datenblätter, Modelle, Bibliotheken, Schnittstellen)
- Projektierung, virtueller Produktaufbau (Gewerke: Mechanik, Elektrik, Hydraulik etc.)
- Auslegung und Konfiguration (mechanische, elektr. Überprüfung, Klimatisierung etc.)
- Kalkulationen und Validierung (Simulationen, FEM, CFD etc.)
- Bereitstellung aller relevanten Produkt- und Produktionsdaten

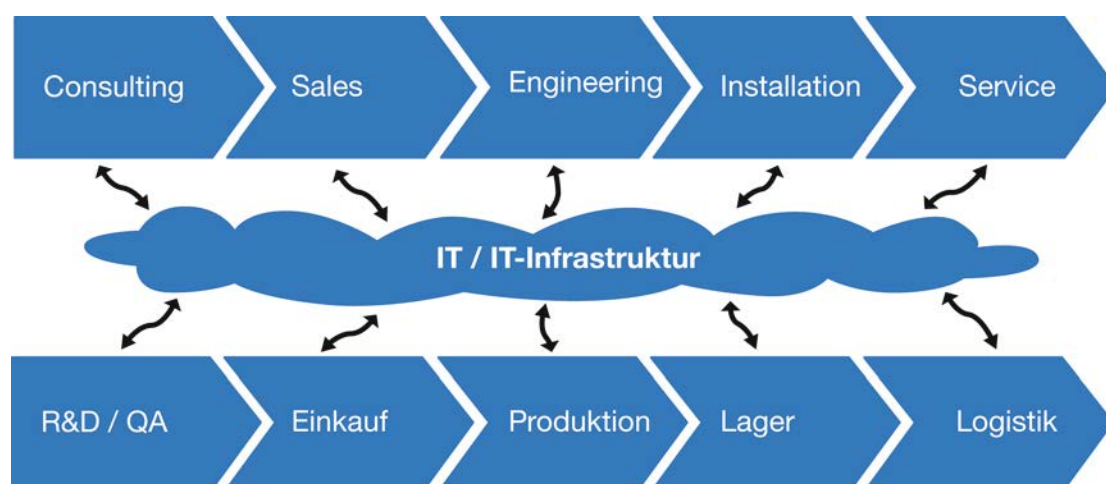


Abbildung 6: Horizontale Integration

In den nachgelagerten Phasen der Produktion/Konstruktion bis hin zur Installation im Kundenumfeld ist ebenfalls eine Reihe von Schritten zu durchlaufen:

- Mechanische Bearbeitung
- Aufbau und Montage der mechanischen Komponenten
- Aufbau und Integration der hydraulischen Systeme
- Aufbau und Integration der elektrischen Systeme
- Durchführen und Dokumentieren der notwendigen Prüfungen
- Dokumentation aller Teil-Gewerke
- Dokumentation des Produktes (und ggf. dessen Integration im Kundenumfeld)

Je nach Art des Produktes sind die Logistik (Lieferzeit, Lieferfähigkeit, Internationalität) sowie die entsprechenden Serviceprozesse als Dienstleistungsversprechen entscheidend:

- Installation
- Schulungen
- Wartung, proaktive Wartung
- Service

Vertikale Integration

Einen weiteren Blickwinkel auf die Produktionslandschaft erlaubt die Automatisierungspyramide, wie sie in Abbildung 6 dargestellt ist. Hierbei wird in einer vertikalen Sicht das Zusammenspiel der verschiedenen Prozesse in Abhängigkeit der jeweiligen logischen Ebene dargestellt.

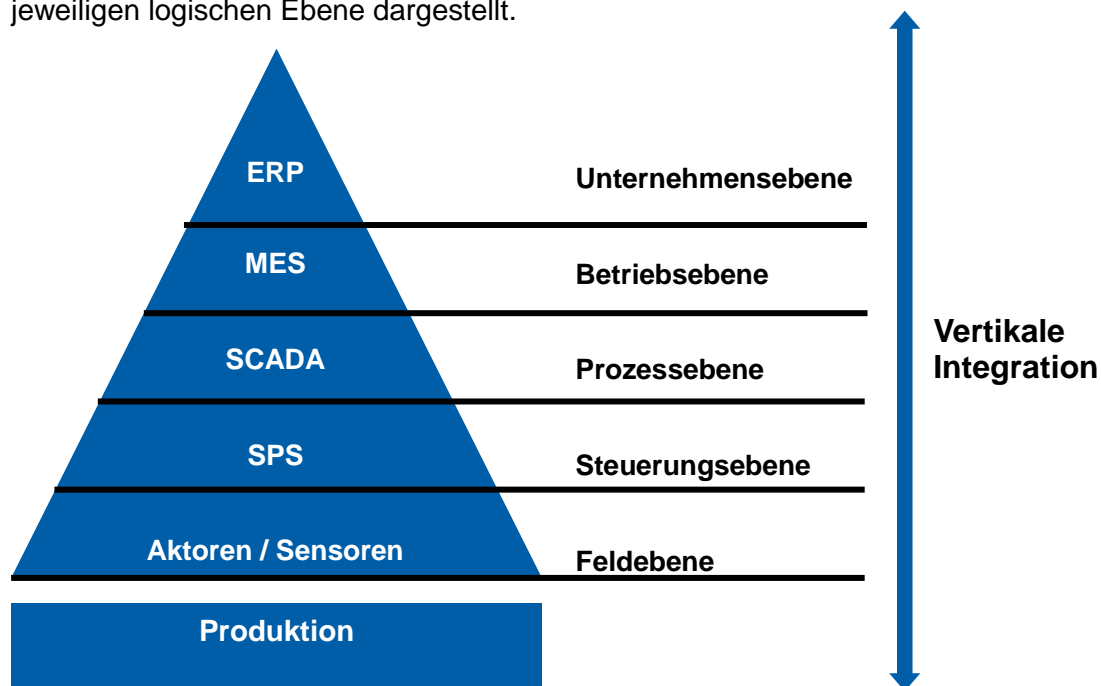


Abbildung 7: Vertikale Integration

In der Produktionshalle finden sich zunächst die Maschinen, mit denen die Werkstücke bearbeitet und Komponenten zusammengesetzt werden. Sensoren nehmen alle relevanten Parameter auf. Über Aktoren werden alle Produktionstätigkeiten durchgeführt. Diese Ebene der Produktion und Kommunikation wird „Feldebene“ bezeichnet. Die Datenerfassung und die Steuerung funktionieren über industrielle Rechner, die SPS-Systeme (Speicherprogrammierbare Steuerungen). Daraus leitet sich auch der Name „Steuerungsebene“ ab. Die Steuerung mehrerer SPS-Systeme innerhalb eines Produktionsabschnittes wird von industriellen Prozessrechnern übernommen, die in der Regel bereits auf Basis eines TCP/IP Protokolls kommunizieren.

Die Echtzeit-Steuerung eines gesamten Produktionsprozesses wird durch ein MES-System (Manufacturing Execution System, Fertigungsmanagementsystem) realisiert. Dazu gehört auch das Verwalten aller dazu notwendiger Ressourcen:

- Personal
- Betriebs- und Produktionsmittel
- Produkt- und Produktionsdaten
- Lieferteile, (Teil-)Komponenten

In der Regel ist das Fertigungsmanagementsystem in ein übergeordnetes ERP-System eingebettet, mit dem alle Ressourcen des Unternehmens geplant und gesteuert werden. Die Infrastruktur zum Bereitstellen und Verarbeiten von Daten nimmt dabei eine zentrale Rolle ein.

Die Sicht von Rittal auf Industrie 4.0

In Abbildung 7 wird exemplarisch die IT-Infrastruktur eines Unternehmens skizziert, welche sich grob in die Bereiche Büro (IT-Welt) und Fabrik (Produktionswelt) gliedern lässt.

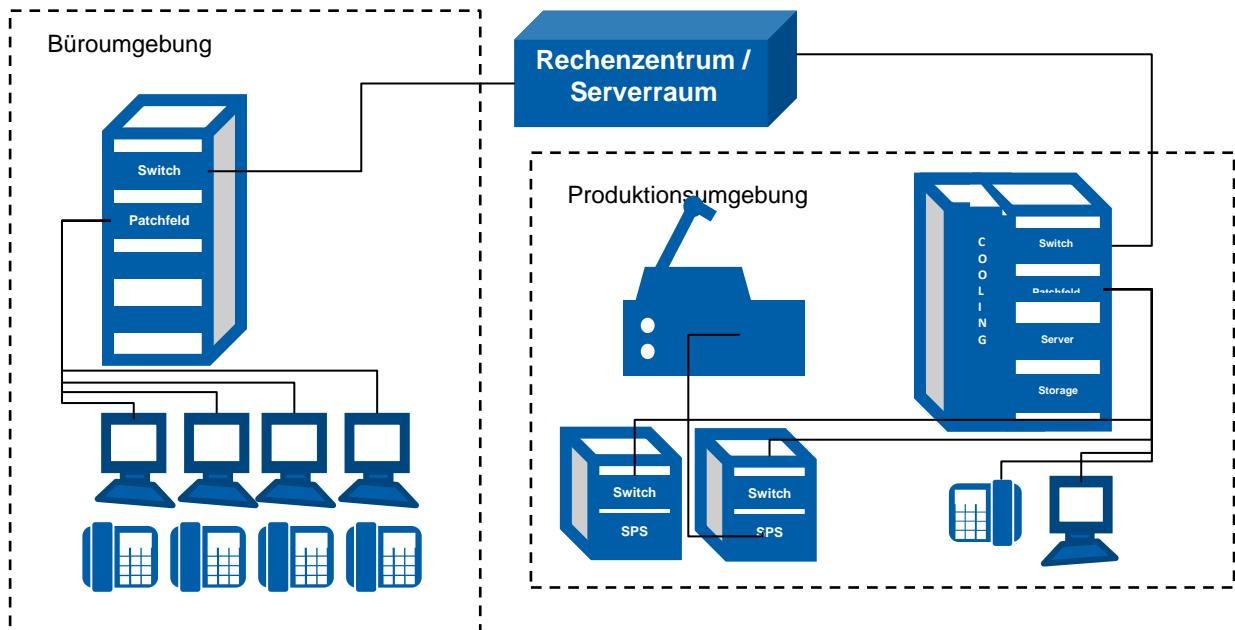


Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der IT-Infrastruktur eines Unternehmens

IT-Infrastrukturen im Rechenzentrums/Büro-Umfeld

Abbildung 8 zeigt den Ausschnitt der IT-Infrastrukturumgebung wie sie für Büroanwendungen typisch ist. An ein zentrales Rechenzentrum – bei kleineren Unternehmen ein Serverraum – sind die einzelnen Netzwerkschränke der jeweiligen Etage der Bürogebäude angeschlossen. Zur Anbindung und Bereitstellung der Netzwerkverbindungen dient ein Switch. Über Patchfelder sind die aktiven Komponenten der Büroumgebung angebunden:

- Desktop-PCs, Notebooks
- Thin Clients
- Drucker
- Fax-Geräte
- (IP-)Telefone
- Smart Devices (BYOD, WLAN etc.)

In seltenen Fällen finden sich auch Server bzw. Storage-Systeme, wenn eine lokale Rechenleistung/Datenhaltung aus Anwendungsgründen unerlässlich ist.

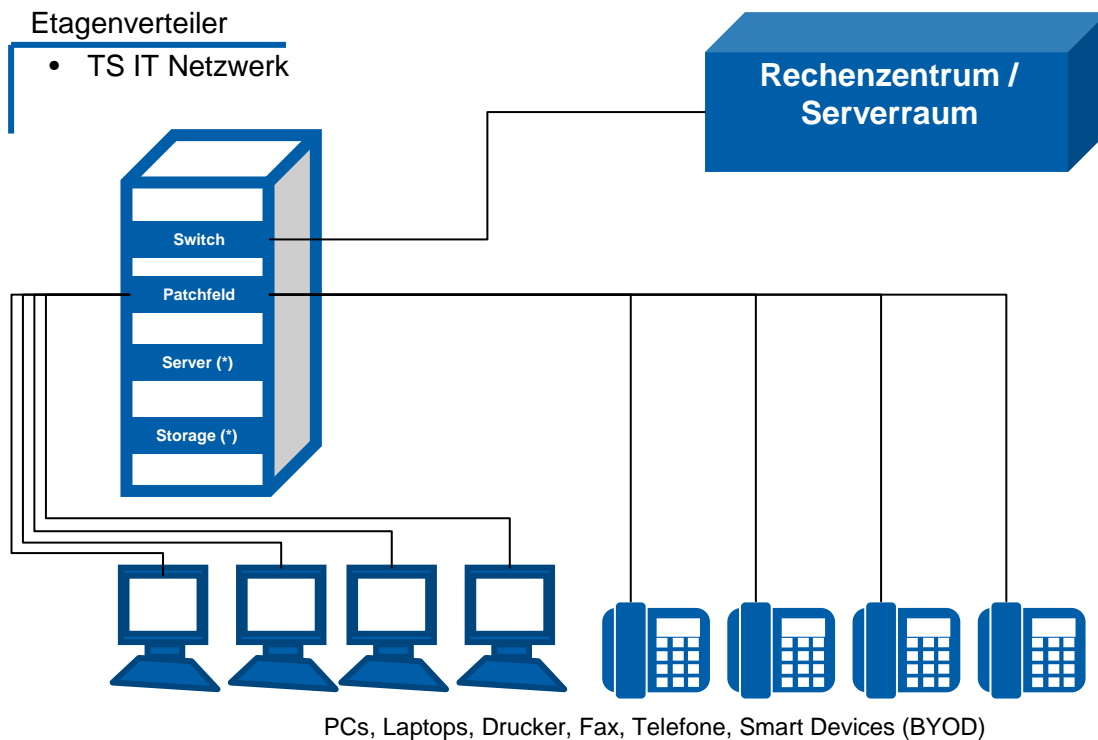


Abbildung 9: Beispiel Bürourumgebungen

IT-Infrastrukturen im Produktionsumfeld

Der Ausschnitt einer IT-Infrastruktur im Produktionsumfeld wird in Abbildung 9 wiedergegeben. Die Produktionsstätten sind an das zentrale Rechenzentrum angebunden. In der Produktionsstätte findet sich ein Hallenverteiler, in dem u. U. auch Server bzw. Storage-Systeme sind, wenn eine lokale Rechenleistung/Datenhaltung aus Produktionsgründen unerlässlich ist. In diesem Fall ist jedoch ein besonderes Augenmerk auf die physische Sicherheit, die Kühlung und die Stromabsicherung zu legen.

Über Patchfelder sind alle aktiven Komponenten angebunden:

- Linienverteiler (SPS-Systeme)
- SPS-Systeme
- PCs
- Drucker
- Fax-Geräte
- (IP-)Telefone

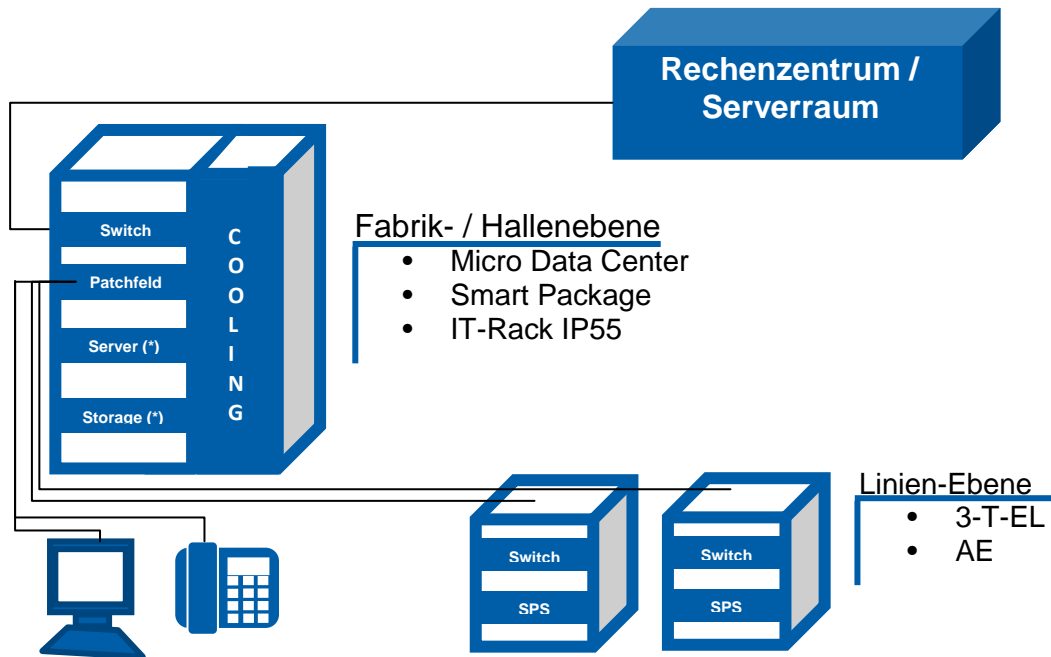


Abbildung 10: Beispiel Industrieumgebungen

So wird in Abbildung 9 verdeutlicht, dass auf Fabrik- bzw. Hallenebene je nach Anwendungsart und Ausprägung der IT unterschiedliche Lösungen zum Einsatz kommen können:

- **Micro Data Center:** Hierbei handelt es sich um ein komplettes Rechenzentrum in einer Safe-Hülle, welches über alle notwendigen Leistungsmerkmale der Stromabsicherung, Kühlung, Überwachung und Sicherheit verfügt. Im Falle von lokalen Server- und Speichersystemen, die in einer rauen Produktionsumgebung geschützt werden müssen, sind damit die relevanten Anforderungen erfüllt. (Siehe auch Kapitel: „Micro Data Center“)
- **Smart Package:** Ein Smart Package ist ein IT-Schrank, der darüber hinaus noch die wesentlichen Elemente der Stromabsicherung, Klimatisierung und Überwachung umfasst und somit eine komplette IT-Infrastruktur für die aktiven Komponenten bereitstellt.
- **IT-Rack (IP55):** Der Netzwerkschrank hat eine erhöhte IP-Wertigkeit, um einen Schutz gegen Fremdkörper/Berührung (erste Ziffer) und gegen Wasser (zweite Ziffer) zu gewährleisten. Können Staub (IP 5x) oder Strahlwasser (IP x5) nicht ausgeschlossen werden, so empfiehlt sich z. B. ein Schrank mit der Schutzart IP55 zur Verwendung als Netzwerkschrank bzw. Hallenverteiler. (Siehe auch Kapitel: „TS IT Schrankplattform“)

Auf der Linien-Ebene in der Produktion kommen – je nach Anzahl und Art der IT-Komponenten – Schränke verschiedener Größen zum Einsatz wie etwa Großschränke, Kompakt- und Kleingehäuse.

Ein wesentliches Merkmal einer durchgängigen IT-Infrastrukturlösung ist die Skalierbarkeit und die flexible Anpassung an die jeweiligen Erfordernisse eines Unternehmens. In der nachfolgenden Abbildung 10 wird dies im Kontext der Wertschöpfungskette dargestellt.

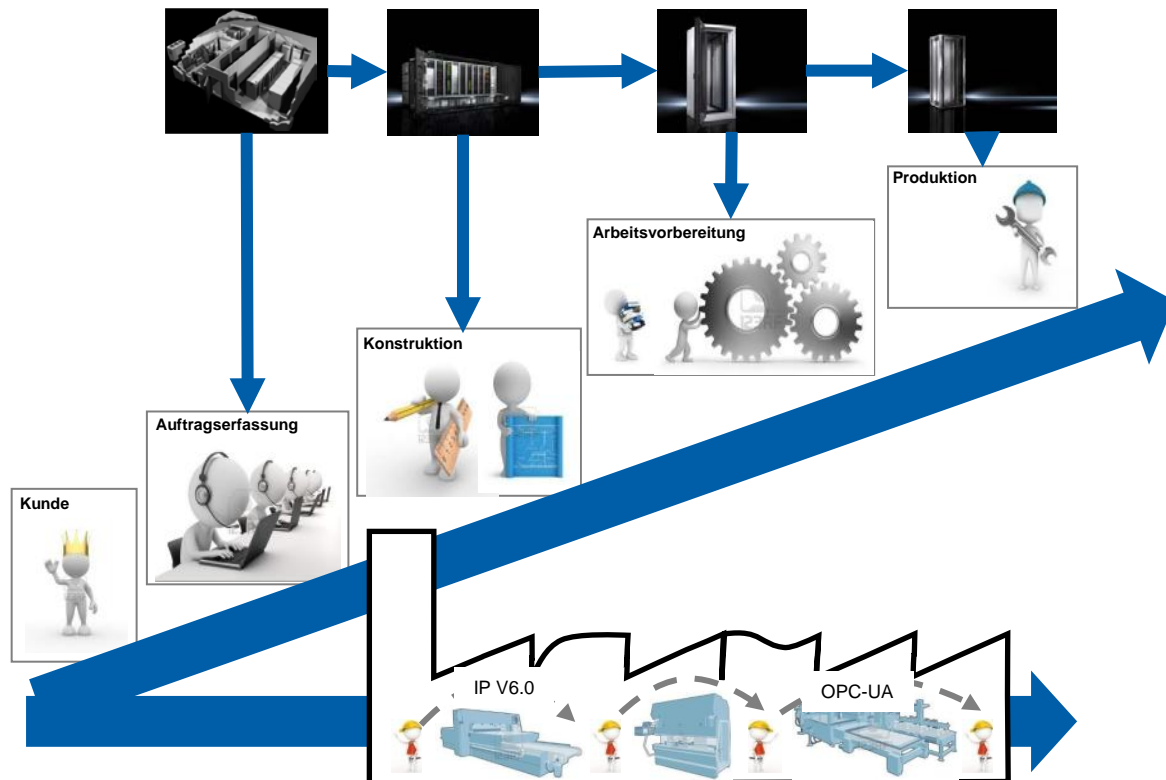


Abbildung 11: Wertschöpfungskette im IT-Kontext

Die wesentlichen Elemente sind dabei:

- **Unternehmensrechenzentrum/Backup-Rechenzentrum:** Alle zentralen Prozesse sowie die zentrale Datenhaltung werden hier realisiert. Im unten genannten Beispiel sind die Kundenschnittstellen, das CRM-System, zentral allokiert (siehe Kapitel: Individuelle Rechenzentren (RiMatrix)).
- **Niederlassung/Zweigstelle:** Hier findet sich ein kleineres Rechenzentrum, welches auf Basis vordefinierter, standardisierter RZ-Module realisiert worden ist. Lokale Kundenanforderungen können hier z. B. in konkrete Produktionsdaten umgesetzt werden (siehe Kapitel: Standardisierte Rechenzentren (RiMatrix S)).
- **Produktion, Fertigungshalle:** Um lokale, fertigungsrelevante IT-Komponenten wirkungsvoll zu schützen, kommt ein Micro Data Center zum Einsatz (siehe Kapitel: „Micro Data Center“).

- **Hallen-, Linienebene:** Hier kommen eine Reihe von Schrank- und Gehäusesystemen zum Einsatz (siehe Kapitel „TS IT Schrankplattform“).

IT-Infrastrukturlösungen

Individuelle Rechenzentren (RiMatrix)

Die Ausgestaltung eines Rechenzentrums orientiert sich an den Bedürfnissen des Kunden. Die wesentlichen Aspekte dabei sind Funktionalität und Leistungsmerkmale, Sicherheit und Verfügbarkeit, Effizienz, Skalierbarkeit und Zukunftssicherheit. Parallel werden die Investitions- und Betriebskosten betrachtet. Dabei gliedert sich ein Rechenzentrum in mehrere Gewerke auf: Es sind die Dienste und Applikationen, die aktiven Komponenten wie Server, Switches und Stagesysteme und die gesamte IT-Infrastruktur, die zum Betrieb dieser Systeme notwendig ist. Eine besondere Bedeutung kommt den Versorgungspfaden der Energieversorgung und der Klimatisierung zu.

So umfasst der Stromversorgungspfad die folgenden Einzelkomponenten: Einspeisung, Netzersatzanlage, Haupt- und Unterverteilung, Stromabsicherung, Unterverteilung auf Schrankreihen und die Verteilung in den Schränken über passive oder aktive Steckdosenleisten. Neben den funktionalen Schnittstellen, die den Stromfluss sicherstellen, sind parallel die Monitoring-Schnittstellen zu beachten, über die Messwerte und Alarmlmeldungen an eine zentrale Management-Konsole weitergegeben werden.



Abbildung 12: Individuelle Rechenzentren

Ebenso ist der Versorgungspfad der Klimatisierung zu betrachten, der aus den Komponenten der Kälteerzeugung, dem Kältetransport, der Kälteverteilung im Rechenzentrum und dem Abtransport der Abwärme besteht. Auch hier ist ein Monitoring-Netzwerk zu implementieren, welches Parameter und Alarmsignale an die Überwachungskonsole weitergibt.

Ergänzend müssen dabei die mechanischen Komponenten (Server-, Netzwerkschränke, Doppelboden, Gangeinhausungen) sowie die Sicherheitseinrichtungen (Sensor-Netzwerk, Brandfrüherkennung, Feuerlöschung, Zugriffsschutz) bis hin zur Hülle des Rechenzentrums (Container, Schutzraum, Trockenbau) betrachtet werden.

Die Planung, die Installation, der Betrieb und auch die Wartung eines kundenindividuellen Rechenzentrums vereinfachen sich, wenn die Komponenten aus einem Systembaukasten – wie RiMatrix – gewählt werden. Dadurch ist sichergestellt, dass die einzelnen Teilsysteme zueinander passen und eine funktionale Einheit bilden.

Die Vorteile eines individuellen Rechenzentrums ergeben sich aus den großen Freiheitsgraden:

- Wahl der Kühltechnologie, Mischen verschiedener Ansätze, wenn unterschiedliche Klimazonen in einem Rechenzentrum realisiert werden müssen
- Modularität und Skalierbarkeit, da bestehende Infrastrukturen einfach erweitert werden können (pay-as-you-grow)
- Integration von Fremdgeräten, die jedoch internationalen Standards – auch hinsichtlich der Kommunikationsschnittstellen – genügen müssen.

Ein individuelles Rechenzentrum erfordert eine kundespezifische Ausführungsplanung. Aussagen über die Effizienz und damit über die Betriebskosten lassen sich nur aufwändig oder durch Prognosen erstellen. Eine Alternative dazu bieten standardisierte Rechenzentren.

Standardisierte Rechenzentren (RiMatrix S)

Ein Baukastensystem sich ergänzender Rechenzentrums-Module (Abbildung 12) eröffnet neue Perspektiven in der Planung, der Implementierung und dem Betrieb von Rechenzentren [Ref. 4]. Einzelne Server-Module werden mit zentralen Versorgungsmodulen (Stromversorgung, Kühlung) zu Gesamtlösungen anhand definierter, standardisierter Schnittstellen integriert.



Abbildung 13: Standardisiertes Rechenzentrum, Kältecontainer

Dies vereinfacht nicht nur die Planungsphase, sondern es verkürzt auch deutlich die Liefer- und Inbetriebnahmezeit. Die einzelnen Module sind zudem optimal aufeinander abgestimmt, so dass sich eine herausragende Energieeffizienz ergibt. Die Datenblätter der Rechenzentrums-Module erlauben eine vollständige ROI-Betrachtung (Return on Investment). Hierzu gehört neben der Investitionssumme auch eine detaillierte Analyse der

zu erwartenden Betriebskosten; hierbei werden vor allem die Stromkosten dargestellt, die durch eine intelligente Klimatisierung deutlich gesenkt werden können.

Micro Data Center

Ein Micro Data Center realisiert innerhalb eines Schutz-Safes ein komplettes Rechenzentrum und stellt die wesentlichen Merkmale einer IT-Infrastruktur zur Verfügung (Siehe Abbildung 13):

- Stromverteilung und Kühlung
- Brandfrüherkennung und Löschung
- Überwachung der Betriebsparameter und Alarmierungen

Die Ausgestaltung der Hülle bietet dabei einen entsprechenden Schutz vor physischen Bedrohungspotenzialen wie Einbruch, Vandalismus, Feuer, Rauch, Wasser und Staub.



Abbildung 14: Micro Data Center

Die wichtigsten Leistungsmerkmale sind:

- Zwei Ausführungen der Schutzhülle in verschiedenen Wertigkeiten gegen physische Bedrohungspotenziale
- Energieeffizientes Kühlkonzept
 - leistungsgeregelte Kühlleistung von 5kW bis 30kW
 - verschiedene Klimatisierungsoptionen

- Zukunftsorientierung durch Erweiterbarkeit
 - bedarfsgerechtes Wachstum mit der IT durch Anreihbarkeit
- Wirtschaftliches Sicherheitskonzept für kleine Rechenzentren
 - skalierbares Produktsortiment
 - umfangreiches Zubehör aus dem IT-Systembaukasten RiMatrix

Gerade für kleine Unternehmen, aber auch für Werkshallen und abgesetzte Standorte bietet somit ein Micro Data Center einen kompletten Rundum-Schutz für die wichtigen IT-Geräte wie Server, Switches und Storage-Systeme.

TS IT Schrankplattform

Server- und Netzwerkschränke stellen das Rückgrat eines jeden Rechenzentrums dar, da sie alle aktiven Komponenten wie Server, Switches und Stagesysteme aufnehmen. Die Schranksysteme sorgen dafür, dass die empfindlichen Geräte stabil untergebracht sind. Außerdem bringen sie Kühlung, Strom und Verbindungstechnik punktgenau an die richtigen Positionen für die Hardware. Sie dienen als Schnittstelle zum eingesetzten Kühlkonzept und gestatten durch intelligente Managementfunktionen einen Einblick in den Ist-Zustand des Rechenzentrums.

Die Schrankplattform TS IT [Ref. 5]. bildet die Grundlage für individuelle oder standardisierte Rechenzentrumslösungen. Ganz ohne Werkzeuge lassen sich die 19“-Ebenen verstellen und weiteres Systemzubehör wie Geräteböden und Kabelkanäle mithilfe einer neuen Snap-In-Technologie befestigen. Die Flexibilität der möglichen Ausbaumaße erleichtert den Einsatz als Schrank für die Server- und Netzwerktechnik.

Der TS IT wird in einem breiten Variantenspektrum angeboten. Dieses ergibt sich zunächst aus dem Angebot verschiedener Abmessungen (Breite, Höhe und Tiefe) des Schrankes sowie den verschiedenen Ausführungsvarianten, die innerhalb dieses Spektrums möglich sind (siehe Abbildung 14). Grundsätzlich werden zwei verschiedene Möglichkeiten der 19“-Technik angeboten:

Im TS IT mit Standard 19“ werden die 19“-Profilschienen über Tiefenstreben mit dem Gehäusechassis verbunden, so dass der Schrank in dieser Ausführung bis zu 1.500 kg an Einbauten aufnehmen kann. Der TS IT ist in dieser Ausführung ohne zusätzliche Verschraubung für die Gesamtlast von 15.000 N 1.500 kg freigegeben. Das wird durch die Tiefenstreben möglich, die die Last auf den TS Rahmen ableiten. Die werkzeuglose Montage der Befestigungsprofile ist selten bei einem 19“-Schrank zu finden, gerade weil hohe Lasten zu tragen sind. Im TS IT sparen die Schnellverschlüsse mit Snap-In-Technik Zeit bei der Montage und erleichtern nachträgliche Umbauten.

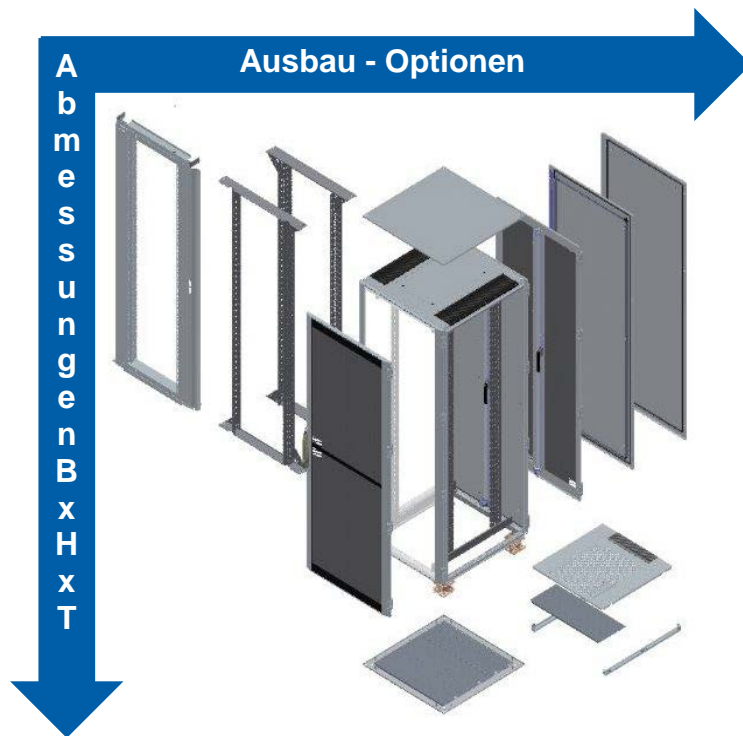


Abbildung 15: Schrankplattform TS IT

Alternativ gibt es die Möglichkeit, einen in sich verschweißten 19“-Montagerahmen einzusetzen, der durch den Verzicht auf zusätzliche Ausbauschieben eine besonders flexible Verkabelung ermöglicht. Der TS IT ist bei Einsatz dieses Montagerahmen für eine Gesamtlast von 10.000 N/1.000 kg in der 19“-Ebene freigegeben. Der 19“-Montagerahmen basiert auf der gleichen Profilform wie die Profilschienen und ermöglicht so ein Höchstmaß an Kompatibilität im Bereich des Zubehörs. Zudem werden vormontierte Schränke (praxisorientierte Komplettpakete), Leerschränke für den individuellen Ausbau sowie Schränke mit Schutzart für den Einsatz in rauen Umgebungen angeboten.

Monitoring System Computer Multi Control III

Zur Überwachung von Rechenzentren werden heute Überwachungssysteme eingesetzt, die es den IT-Verantwortlichen ermöglichen, von einer zentralen Stelle alle Umgebungsverhältnisse in den Rechenzentren zu überwachen. Mit zunehmender Größe der Anlagen steigt auch deren Komplexität und die Verkabelung einzelner Komponenten – auch des Überwachungssystems – wird schwieriger. Das Computer Multi Control (CMC) III System [Ref. 6] löst dieses Problem durch den Einsatz des CAN-Busses, der einen seriellen Anschluss verschiedener Überwachungssensoren an eine zentrale Station ermöglicht. Die wesentlichen Leistungsmerkmale sind:

- Überwachung und Steuerung
- Protokolle: TCP/IPv4 und TCP/IPv6, SNMP, OPC-UA
- Alarm per E-Mail, SMS, SNMP-Trap

- Data Logger über SD-Speicher-Card oder USB-Stick
- Integrierter Temperatur-, Zugangssensor, zwei digitale Eingänge und Relaisausgang
- Anwendungen Klimaüberwachung: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lüfter, Filtermatte, Störung Klimageräte
- Steuerung/Regelung: Lüfter, Heizung, Klimagerät über Tür, Türöffnung;
- Integrierte redundante Spannungsversorgung

CAN-Bus und die Möglichkeit der redundanten Spannungsversorgung sorgen für die geforderte Sicherheit und Fehlererkennung.



Abbildung 16: Monitoring System CMC III

Der CMC III ist für den Einsatz in größeren IT-Anwendungen ausgelegt, doch die Compact-Version empfiehlt sich auch für den Einsatz in kleineren Anlagen und Einzelschrank-Anwendungen. Das geringere Anforderungsprofil ermöglicht einen geringeren Funktionsumfang, wodurch ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis erzielt werden kann. Mittels OPC kann das CMC III in nahezu alle Leitstände eingebunden werden und höheren Managementebenen die gemessenen Daten bereitstellen.

Der Autor Bernd Hanstein ist Hauptabteilungsleiter Produktmanagement IT bei Rittal in Herborn.

Abkürzungsverzeichnis

BITKOM	BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
BYOD	Bring Your Own Device
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAN	Controller Area Network
CFD	Computational Fluid Dynamics
CMC	Computer Multi Control (IT Management System der Firma Rittal)
CPS	Cyber Physical Systems
ERP	Enterprise Resource Planning
EtherCAT	Ethernet for Controller and Automation Technology, ist ein Echtzeit-Ethernet, welches für Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik genutzt wird
Ethernet Powerlink:	ist ein Echtzeit-Ethernet. Der Hauptanwendungszweck ist die Übertragung von Prozessdaten in der Automatisierungstechnik.
FEM	Finite Elemente Methode
HW	Hardware
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IP	Internet Protocol
IP 55	International Protection Code (hier: 55)
IT	Informationstechnologie
MES	Manufacturing Execution System
M2M	Machine to Machine (Kommunikation)
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control

OPC UA	OPC Unified Architecture, ist ein industrielles M2M-Protokoll; es hat die Fähigkeit, Maschinendaten nicht nur zu transportieren, sondern auch maschinenlesbar zu beschreiben.
PROFINET	Process Field Network, ist ein Industrial Ethernet Standard für die Automatisierung. Profinet basiert auf TCP/IP und wird zum Aufbau von Feldbus Systemen genutzt.
RFID	Radio Frequency Identification
RZ	Rechenzentrum
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SD	SD Card - Secure Digital Memory Card
SMS	Short Message Service
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SW	Software
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TS IT	IT Schrankplattform der Firma Rittal
USB	Universal Serial Bus
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
WLAN	Wireless LAN (Local Area Network)
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Literatur

- Ref. 1 Whitepaper: „Industrie 4.0“; Plattform Industrie 4.0; 3. April 2014
- Ref. 2 Whitepaper: Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor; Deutsche Bank Research; 4. Februar 2014
- Ref. 3 Bericht: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0; Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, acatech; April 2013
- Ref. 4 Whitepaper: RiMatrix S – Ein Konzept für den standardisierten Rechenzentrumsbau; Rittal GmbH & Co. KG; 8. Oktober 2014
- Ref. 5 Whitepaper: Netzwerk-/Serverschrank Rittal TS IT; Rittal GmbH & Co. KG; 11. September 2014
- Ref. 6 Whitepaper: CMC III – Sensornetzwerk zur Rack- und Raumüberwachung; Rittal GmbH & Co. KG; 25. September 2014

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg · D-35726 Herborn
Phone + 49(0)2772 505-0 · Fax + 49(0)2772 505-2319
E-Mail: info@rittal.de · www.rittal.de · www.rimatrix5.de

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

