



Automatisierungstechnik

2020/21 online

Reiner Doll, Technikerschule München

<http://portal.ts-muenchen.de>

mail@reinerdoll.de

Vorwort zur Onlineform

Dieses Skript ist eine modifizierte Form des "alten" AT-Skripts mit mehr erklärendem Text.

Sie arbeiten bitte die in den jeweiligen Paketen enthaltenen Skriptteile gründlich (!) durch.

Wo immer möglich wird das Verstehen durch eigene Praxis erzielt, rein theoretische Themen werden mit aktuellen Texten aus dem Web hinterlegt.

Die Tests am Ende der Pakete zeigen an Beispielen,, wie tief sie die Inhalte verstehen sollten. Die Tests bilden aber nie den gesamten Themenumfang ab !

Immer wenn es sinnvoll erscheint, diskutieren wir die Themen in einer Teams-Konferenz

Strukturen der Leitechnik



Anlagenstrukturen und Teilkomponenten sind selten komplette Neuentwicklungen mit konsequenter Anwendung modernster Techniken. Meist handelt es sich um einen Migrationsprozesses. Deshalb ist ein buntes Durcheinander sehr alter, alter und neuer Konzepte der Normalfall.

Ein kurzer Überblick zur Entwicklung der Struktur industrieller Leitsysteme soll Ihnen zunächst verständlich machen, warum moderne Anlagen heute modular aufgebaut werden. Dies wird entlang der Entwicklung der Leitechnik seit ca. 1970 von ersten Leitechnischen Anlagen (Teleperm, MAP) bis hin zu Industrie 4.0 und agentenbasierten Strukturen erläutert.

Ab der Struktur "Automatisierungsdreieck" wird es wichtig ...

zentrale Prozessleittechnik (ca. 1970)

Leitwarte mit Prozessrechner. Klassische Echtzeit-Betriebssysteme, Schnittstellen : 4...20mA, NPN/PNP. Einzelanzeigen, Einzelbedienelementen. Das ist heute nur in wenigen Ausnahmefällen zu sehen. (Kraftwerk, Flugzeug, Schiff)



Prozessrechentchnik

Um 1970 begann die Einführung von sogenannten „Minirechnern“ in industriellen Anlagen, wobei die Kraftwerkstechnik hier führend war. Mehrere Firmen (meist ehemalige Büromaschinenhersteller) brachten Rechensysteme auf den Markt, die programmierbar in Echtzeit Signale analoger Sensoren aufnehmen, wandeln und damit nach Verarbeitung Aktoren ansprechen konnten. Programmiert wurde z.B. in FORTRAN. Zu Anfang waren die Geräte kleiderschrank-groß, mußten klimatisiert werden und benötigten, bei einem Preis von mehreren hunderttausend Dollar, Spezialisten (Operator) zum Betrieb. Marktführer damals : DEC (PDP11)



modulare Prozessleitsysteme (ca. 1980)

Auslöser : Einführung des μ P.

Nun war Rechentechnik bezahlbar und klein. Schnell kam die Idee, statt zentraler Rechner viele kleine Systeme einzusetzen. Funktional sinnvolle Kleinstrukturen (Module, Fertigungszellen) wurden gebildet, und mit je einem Rechner ausgestattet (Zellenrechner, später PLC/SPS).

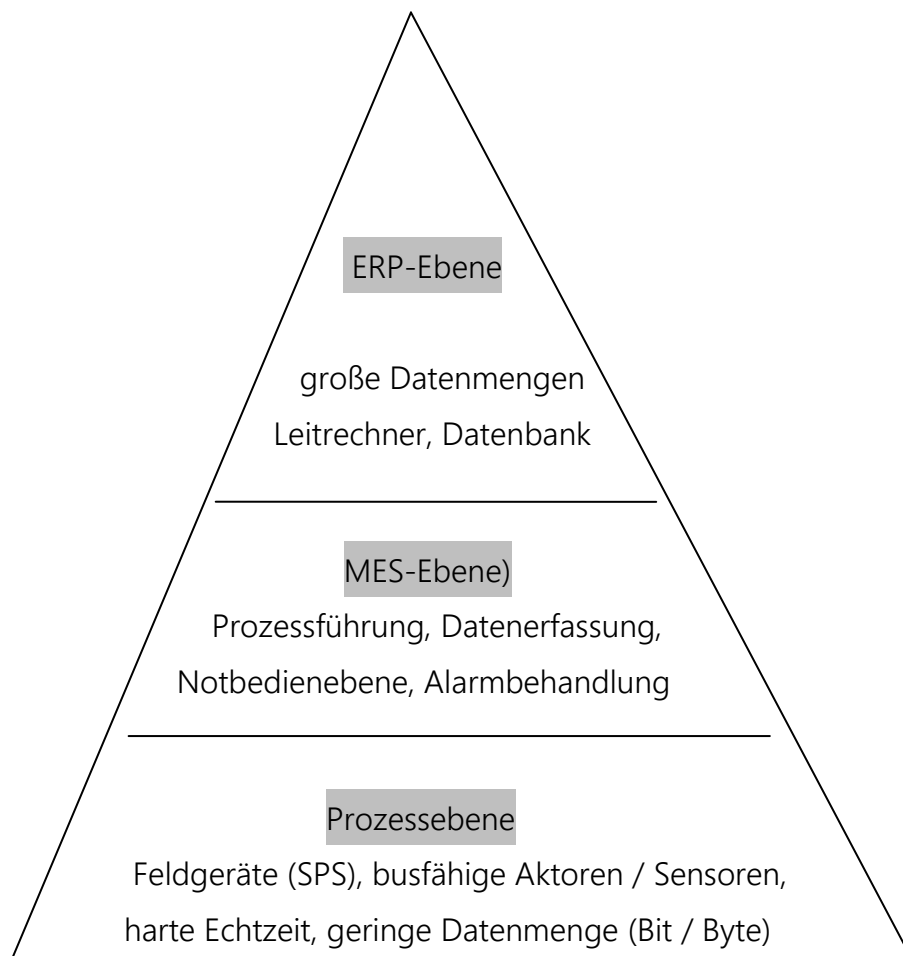
Diese sog. "modulare Struktur" hat viele Vorteile. Durch geringere Komplexität der Einzelzelle ist das System viel einfacher zu entwickeln und dann zu testen. Modifikationen sind übersichtlicher durchzuführen.

Aber Modularität hat auch einen Nachteil : Durch die Verteilung einer Gesamtfunktion auf Module entsteht die Notwendigkeit, daß die Module miteinander kommunizieren.

Das ist der Grund warum die moderne Automatisierungstechnik (und dieser Kurs hier) sich sehr intensiv mit dem Thema digitale Kommunikation beschäftigt.

Automatisierungsdreieck (ca. 2000)

Neben der grundsätzlichen Strukturierung der Anlagentechnik in modulare Aufbauten wurde eine zweite Strukturebene eingeführt. Die Anlage wurde in verschiedene Rechenebenen gegliedert :



Oben die IT, heute "weiße IT" genannt. Teppichboden, Kaffeemaschine, die Welt der Informatiker.

Unten die Anlage : Pneumatikgeruch, Hydraulik, ölfester Bodenbelag, Werkzeugmaschinen. Die Welt der Anlagentechniker. Auch da stehen heute viele Rechner, meist SPS, die "graue IT".

Dazwischen, weil die beiden Welten zunächst sehr inkompatibel sind, aktuell (noch) eine "Vermittlerebene", MES-Systeme (manufacturing execution system).

Hier ist auch der Kern des AIT-Profiles zu sehen :

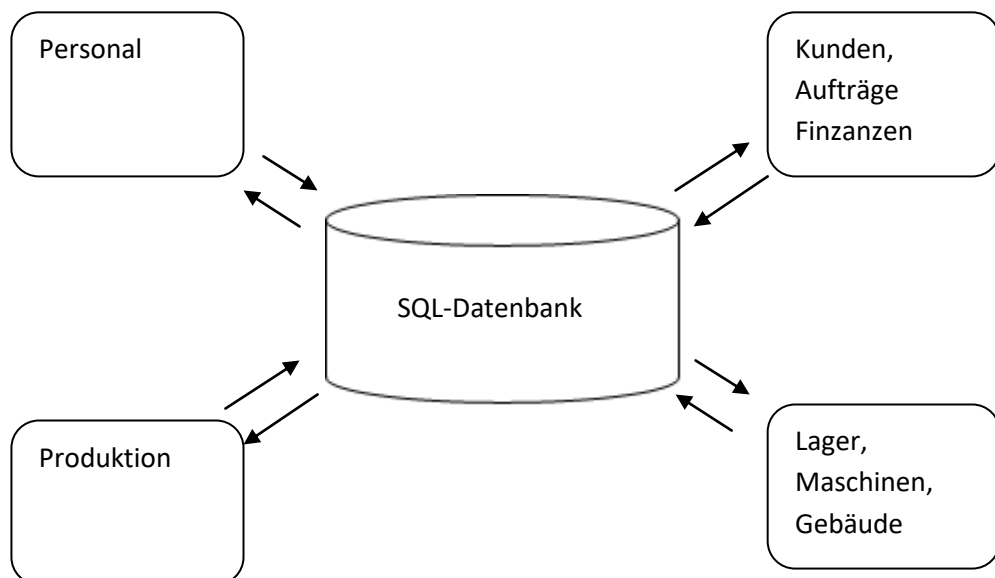
Die beiden Welten wachsen zusammen, und es entsteht ein großer Bedarf an Technikern, die sowohl in der weißen als auch in der grauen IT zurecht kommen.

ERP, MES und Prozessebene : zunächst ERP

Sie sollen hier nicht lernen, was ein ERP-System alles kann, wie das genau funktioniert und bedient wird. Das ist Aufgabenbereich der Betriebswirtschaft. Sie sollen nur die prinzipielle Bedeutung dieser Funktion als Datenquelle im Zusammenhang mit den anderen Ebenen erkennen.

Wichtig sind die kommunikationstechnischen Mittel , mit denen aus der MES-Ebene Informationen aus dem ERP-System abgerufen werden. Hier laufen komplexere IT-Kommunikation, in modernen Systemen ausschließlich Webservices, das etablierte Datenformat ist XML.

Ausgangsbasis für die Entstehung von ERP-Systemen (früher PPS, Produktionsplanungs-System, Warenwirtschaftssystem oder ähnlich genannt) ist im Kern die Idee, alle Firmendaten in einer gemeinsamen Datenbank zu speichern. Dann werden auch Querverbindungen möglich, die vorher schwer zu realisieren waren. Beispiel : Wenn die Personaldaten und die Produktionsplanung gemeinsam zugänglich gespeichert sind, kann ohne großen Aufwand der Personaleinsatz für eine bestimmte Produktionsphase geplant werden.



Entscheidend für die gute Funktionalität eines ERP-Systems ist die genaue Anpassung an die Bedürfnisse eines Betriebs, das sogenannte „Customizing“. Das macht es am Ende auch teuer. Es werden Module ausgewählt, die für die Geschäftsprozesse nötig sind, und diese dann an die lokalen Gegebenheiten angepasst. SAP war dafür berühmt, daß wichtige Funktionen sogar erst vor Ort beim Kunden programmiert worden sind.



MES-Ebene

MES-Systeme werden im Folgenden noch genauer betrachtet. Es handelt sich hier um PC-ähnliche Rechner (meist Windows, aber wesentlich zuverlässigere Hardware als PCs, Raid-Platten, redundante Netzteile usw.)

Die MES-Rechner steuern den Produktionsablauf in strategischer Art und Weise, indem sie abhängig von der Auftragsinformation (Produktaufträge) die modular strukturierten Fertigungszellen steuern. Man könnte das in etwa mit einem Dirigenten vergleichen, der seine Musiker führt.

Erste Ansätze in dieser Richtung fanden schon um 1970 statt, man propagierte damals "CIM" (computer integrated manufacturing), sprach von menschenleeren Fabriken. Wegen mangelhafter Zuverlässigkeit der Rechensysteme und vor Allem dem völligen Fehlen standardisierter Kommunikationssysteme wurde das aber damals nie real erfolgreich umgesetzt.

Prozess-Ebene

Manchmal auch "Shopfloor" oder in anderen Veröffentlichungen "Feldebene" genannt. Hier "spielt die Musik", hier wird nicht bloß gerechnet sondern auch etwas getan.

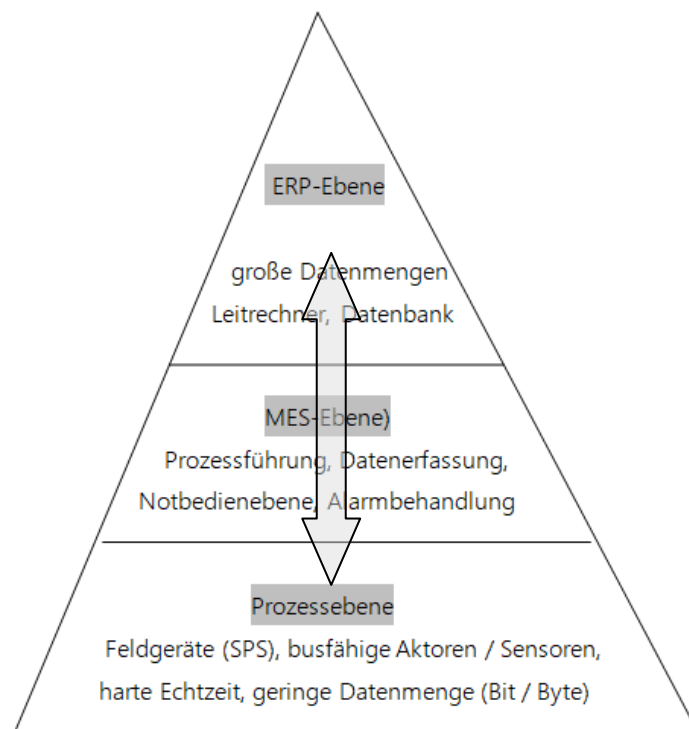
Pneumatik, Hydraulik, schwere Elektrotechnik...

Allerdings siedelt sich (siehe unten) zunehmend auch hier komplexe Rechentechnik an. Die Rechner (SPS) sind einem PC in der Leistung ebenbürtig, die Kommunikationssysteme sind Netze, die zunehmend Ethernetstandard aufweisen.

Natürlich gelten hier besondere Anforderungen, auch an die physische Stabilität der Systeme. Ein nicht unwesentliches Kriterium an Gehäuse, Sensoren usw. ist z.B. die "Begehrbarkeit". Geräte müssen in manchen Umgebungen (z.B. Lebensmittelindustrie) dem Strahl eines Heißblaugenstrahlers standhalten können (Machen Sie das mal mit ihrem PC ;-)

vertikale Kommunikation (ca. 2015)

Etwa 2010 beginnt nun in dieser Struktur die komplette vertikale Vernetzung (Modebegriff : Digitalisierung). Komponenten aus jeder Anlagenebene können mit Komponenten aus jeder anderen Anlageneben kommunizieren.



In Kombination mit Fertigungsmaschinen, die ohne Umrüsten verschiedene Varianten fertigen (bestücken) können (siehe oben : flexible Fertigung), sind so im Serienlauf kundenspezifisch konfektionierte „Einzelstücke“ machbar : Losgröße 1.

Der Kommunikationsaufwand ist enorm. Jeder einzelne variantenbehaftete Arbeitsvorgang in der Prozessebene (z.B. Lederlenkrad oder Kunststoff oder Metall ?) löst eine Anfrage bis in die Datenbank des ERP-Systems hinauf aus. Diese muß zeitnah beantwortet werden, um die Produktion nicht zu bremsen. (Warum man nicht Daten unten puffert o.Ä. besprechen wir noch)

Möglich wurde dies durch Etablierung stabiler, einheitlicher Kommunikationsprotokolle und die Einführung von Ethernet auch in der Prozessebene.

Modewort dafür : Industrie 4.0 !

Beispiel für eine solche Anlage : Die Modellfabrik der tsm.

<http://portal.ts-muenchen.de/index.php/digitale-fabrik-2018>

Agentenbasierte Fertigung, CPS (Zukunft !)

Die SPS-Technik wandelt sich vom 'besseren Schrittschaltwerk' hin zu komplexen multitasking-fähigen Rechnern auf PC-Niveau.

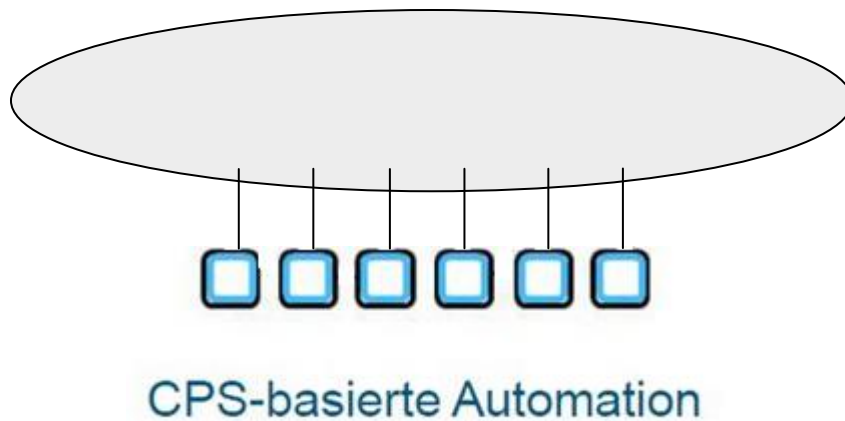
Zitat Sigmatek :

„Das Echtzeit-Betriebssystem unterstützt Tasks mit verschiedenen Prioritäten und erlaubt sowohl preemptiven als auch kooperativen Taskwechsel“

Es werden parallel klassische SPS-Strukturen, also zyklische, in Sprachen wie AWL oder SCL oder ähnlich geschriebene Abläufe, wie auch klassische IT-Strukturen, also Programme unter PC-ähnlichen, unter durch Echtzeitfähigkeit erweiterten, modernen Betriebssystemen (embedded Windows oder embedded Linux), ausgeführt.

Damit werden auf der SPS Funktionen möglich, die bisher den MES-Rechnern vorbehalten waren.

Die entstehende Systemstruktur ohne MES-Schicht wird als agentenbasierte Automatisierung (ein "Agent" ist eine selbständig handelnde Komponente – „agiere“ : griechisch „handeln“) bezeichnet. Die Module werden zu cyber-pysikalischen Systemen (CPS).



Hierbei wird auch die enge Vernetzung mit cloudbasierten Speichern und Rechendiensten (Software-as-a-Service) angestrebt. Ob dabei die Security-Aspekte Schritt halten können, wird man sehen ..