



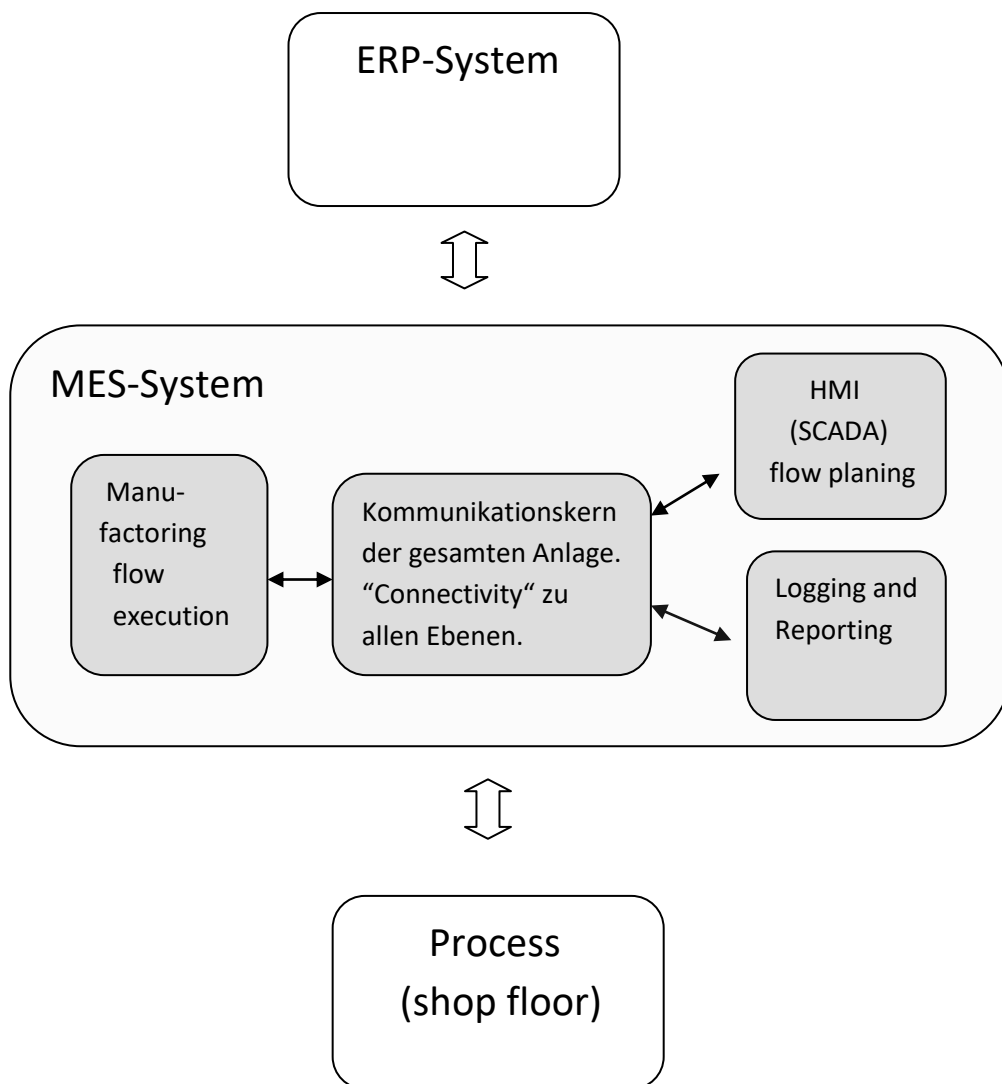
MES-Ebene

Die wesentlichen "strategischen" Funktionen einer leittechnischen Struktur werden heute meist als Software auf MES-Systemen ausgeführt. Das Leitsystem soll die Anlage bedienen und im Fehlerfall idealerweise reagieren können. Der Anlagenfahrer hat nur noch kontrollierende Aufgaben.

Wir betrachten hier zunächst, welche Grundfunktionen MES-Systeme allgemein haben.

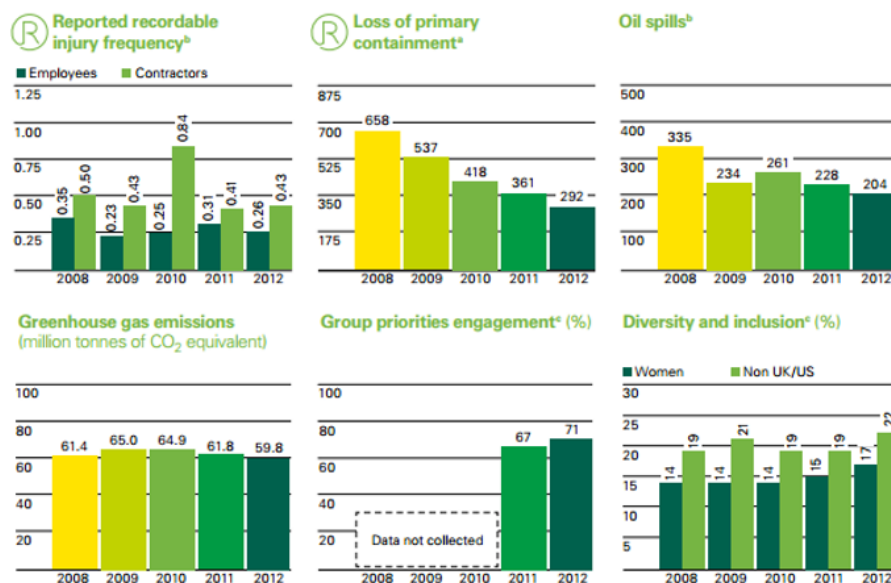
Komponenten eines MES-Systems

Obwohl die in der Praxis vorkommenden MES-Systeme sehr individuell stark dem jeweiligen Prozess angepasst sind, läßt sich doch meist eine innere Grundstruktur erkennen :



Logging, Reporting

Prozessdaten (Meßwerte, Energieverbrauch, Fehlermeldungen, usw....) werden aus der Prozessebene (SPS) an die MES-Ebene kommuniziert. Sie werden dort in großen Mengen gespeichert und archiviert. Bei auftretenden Fehler kann dann z.b. anhand der Verlaufsdaten eine Analyse möglich werden. Die Daten können weiter mit Grafiktools zu zusammenfassenden Aussagen aufbereitet werden, und bilden dann sog. KPI-Daten (key performance indicators) :



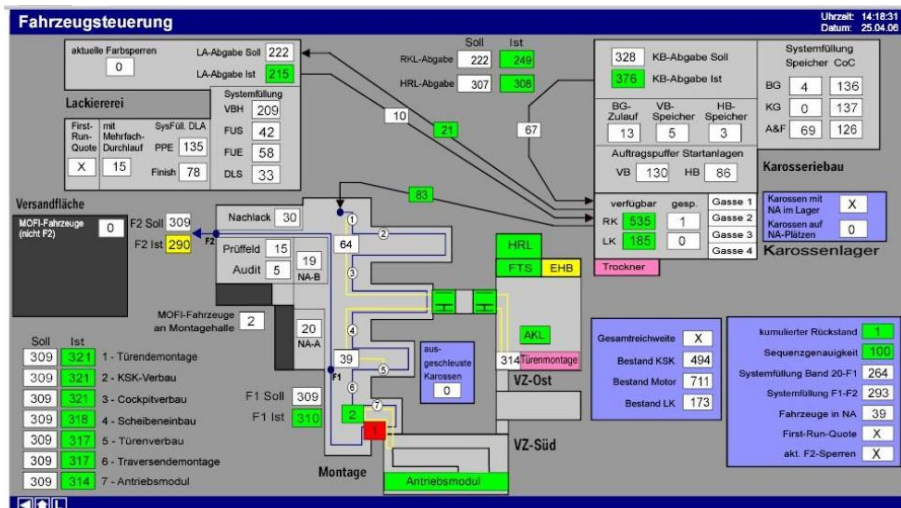
Daten werden erfasst : Tag (Wert + Zeitstempel) logging.

Daten werden auf Grenzwerte geprüft : Alarming

Daten werden zu grafischen Darstellungen : Report Design

HMI, SCADA

(Human machine interface und supervisory control and data acquisition) bezeichnen die Schnittstelle, an der Eingriffe und Kontrolle durch den Anlagenfahrer möglich sind. Prozessvisualisierung wird das auch genannt, hier werden Abläufe grafisch dargestellt :



Manufacturing flow execution

Produktaufträge aus der ERP-Ebene werden zu Fertigungsschritten im Prozess aufbereitet.

Das MES-System steuert wie ein Dirigent die Abfolge der Aktionen in der modular aufgebauten Prozessebene, reagiert auf Fehler und läßt eine manuelle (Not-) Bedienung zu. Der Übergang zwischen manuell vom Anlagenfahrer bedienten Anlagen und voll-automatischen MES-geführten Anlagen ist hier fließend. Ein wichtiger Begriff im Rahmen des Entwurfs von Flow execution ist die Art und Weise, wie die Modulaktionen voneinander abhängen (wird auch flow design genannt). Werden Sie immer gleichzeitig gestartet (gemeinsamer Anlagentakt), nacheinander oder laufen Sie völlig unabhängig voneinander ?

Im Maschinenbau wird diese Struktur Verkettung genannt (ursprünglich ein Begriff für die Struktur des Materialtransports von einem Modul zum Nächsten). Für die Leittechnik bedeutet Verkettung heute auch die Koordinierung der Modulaktionen in der Prozessebene

Das genau ist unser nächstes Ziel : Sie sollen Fertigungsabläufe programmieren !



Begriffe zum flow execution

Je nach Quelle und Industriesparte werden Kernbegriffe sehr unterschiedlich benutzt, deshalb zunächst kurze Definitionen, auf die wir uns bitte einigen. Es geht immer um eine modular aufgebaute Fließfertigung, also Werkstücke (oder Autos oder so) werden mit einem gemeinsamen Transportsystem von Modul zu Modul transportiert.

Betrachten Sie drei Tische in der ersten Bankreihe ihrer Klasse :

Tisch 1 schneidet Brotscheiben von Laiben ab. Es sind 2 Varianten möglich : Roggenbrot oder Weißbrot. Die Scheibe wird dann zum 2. Tisch weitergegeben.

Tisch 2 schmiert 2 Varianten drauf : entweder Butter oder Frischkäse. Danach wird die bestrichene Brotscheiben an Tisch 3 weitergegeben.

Tisch 2 vollendet das Brot indem entweder Honig, Erdbeermarmelade oder Nutella draufgestrichen wird. Dann kommt das fertige Brot auf den Tisch daneben (Lager).

Der Lehrer steuert den Fertigungsablauf, indem er den Tischen jeweils sagt, welche Variante sie fertigen sollen, und ihnen mit Handzeichen angibt, wann genau der Vorgang beginnen soll. Das wäre die flow-execution-Funktion des MES-Systems.

Mögliche Verkettungsmethoden dabei :

serielle Kopplung

Manufakturbetrieb (Herstellen von Einzelstücken). Die Module arbeiten nacheinander. Der Lehrer sagt Tisch 1 : "Roggen" und gibt das Startzeichen. Tisch 1 schneidet die Scheibe, sie kommt zu Tisch 2. Der Lehrer sagt Tisch 2 : "Butter" und gibt das Startzeichen. Und so weiter. Am Ende wurde ein Brot gefertigt.

parallele Kopplung

Produktion einer "Serie" mit allen Modulen gleichzeitig (Chargenfertigung). Jetzt wirds kompliziert.

Anlaufphase : Der Lehrer sagt zu Tisch 1 : "Roggen". Er startet Tisch 1. Tisch 1 gibt die Roggenbrotscheibe an Tisch 2.

Jetzt sagt der Lehrer zu Tisch 1 : "Weißbrot" und zu Tisch 2 : "Butter". Er startet beide Tische. Tisch 1 wird fertig, legt das Weißbrot zu Tisch 2. Tisch 2 wird fertig, legt das bestrichene Roggenbrot zu Tisch 3.

Serienbetrieb : Der Lehrer sagt zu Tisch 1 : "Weißbrot", zu Tisch 2 : "Butter" und zu Tisch 3 : "Honig". Dann startet er alle 3. So geht das jetzt weiter. Unser Problem später wird sein, rauszukriegen, zu welcher Zeit welcher Auftrag an die Module zu geben ist.

Auslaufphase : Der Lehrer bedient Tisch 1 nicht mehr. Er sagt zu Tisch 2 : "Roggen" und zu Tisch 3 : "Honig". Er startet Tisch 2 und Tisch 3. Als nächsten Schritt bedient er auch Tisch 2 nicht mehr, er sagt nur noch Tisch 3 den Auftrag und startet ihn. Dann ist die Serie gelaufen.

Die beschriebene parallele Kopplung kann man nun auf 2 Arten betreiben :

starre Kopplung

Die klassische Fließbandfertigung. Die Module werden von einem gemeinsamen Anlagentakt gesteuert. Es werden alle Module mit Aufträgen versorgt, und zum gleichen Zeitpunkt gestartet (Takt). Dann wird gewartet, bis alle (!) fertig sind. Dann erfolgt der nächste Takt.

lose Kopplung

Die Module laufen frei ohne überlagerten Anlagentakt. Das hat sehr viele Vorteile, ist aber nicht so einfach zu realisieren. Sinnvoll ist das nur, wenn alle Module im Mittel (!) gleich schnell sind. Das kann z.B. durch Parallelmodule oder andere Strukturen erzielt werden.

Wenn die Module in ihrer Geschwindigkeit schwanken (je nach Fertigungsvariante oder auch bei kurzen Ausfällen) entstehen dabei Staus. Diese müssen durch Pufferlager zwischen den Modulen abgefangen werden. Hören Sie sich hierzu das Audio auf dieser Seite an :

<https://www.bitto.com/de-de/fachwissen/artikel/was-ist-ein-pufferlager/>

Je nach Größe der Werkstücke kann das teuer werden. Auch Autos werden gepuffert, dazu brauchen sie dann eine eigene Halle...

Denken sie nochmal über die Problematik nach, welches Modul zu welchem Zeitpunkt welchen Auftrag bekommt (Butter oder Frischkäse ?). Und das koppeln wir jetzt lose (Tisch 2 und Tisch 3 haben Pufferlager mit bis zu 15 Broten). Woher weiß der Lehrer, welches Brot gerade an Tisch 2 ansteht, und was da drauf soll ??

Dazu später

Charge

Anzahl von Produkten, die in einem Serienlauf (Serienanlauf – Serie – Serienauslauf) gefertigt werden.

Los

Minimale Anzahl der Produkte innerhalb einer Charge, die in Folge identischen Aufbau haben müssen.

Also wenn immer 4 Brote von einem Laib geschnitten werden, damit man nicht dauernd den Laib wechseln muß, ist das Losgröße 4 innerhalb dieses Moduls.

Wenn die ganze Anlage aber beliebige Brote hintereinander fertigen kann, so läuft die Anlage in Losgröße 1.

resiliente Kopplung

Identische Module werden parallel angeordnet : "Redundanz".

Wir arbeiten mit Tisch 2 und setzen den Tisch dahinter (Tisch 2 in Reihe 2) für die gleiche Aufgabe ein.

dynamische Redundanz :

Ersatzkomponente wird erst im Fehlerfall betrieben: "cold standby"

Der Tisch dahinter kann rumblödeln oder schlafen, erst wenn

Tisch 2 das Material ausgeht oder der "Werker" einschläft oder so, wird der Tisch dahinter eingesetzt.

statische Redundanz :

Ersatzkomponente läuft immer mit : "hot standby". Damit nicht die Gefahr besteht, daß der Tisch 2 schläft, wenn man ihn braucht, muß er auch dauernd arbeiten. Tisch 2 und sein Redundanztisch dahinter arbeiten abwechselnd, fällt einer aus, macht der andere die ganze Arbeit.

Push-Prinzip

Die Leitebene beauftragt und steuert sämtliche Abläufe (PPS).

Also der Lehrer muß bei jedem Schritt Fertigungsinformation und Timing steuern.

Pull-Prinzip

Anlagenmodule oder Produkte steuern Abläufe. Das Timing ergibt sich aus dem Ablauf, die Akteure (SPS) laufen ohne Taktung durch ein MES-System. Die Leitebene liefert nur auf Anfrage nötige Informationen (Auftragsdetails etc.).

Spätestens jetzt haben sie alle Vorkenntnisse, um die Anlagen-
beschreibung der Modellfabrik völlig zu verstehen.

Bitte lesen Sie jetzt noch :

<https://portal.ts-muenchen.de/Portaldateien/Modellfabrik/Funktion.pdf>