

ALLES ÜBER MES – AUF EINEM BLATT

WAS IST EIN MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM (MES)?

Definition

Ein Manufacturing Execution System (MES) ist ein computergestütztes Informationssystem, das Fertigungsprozesse in Echtzeit überwacht, dokumentiert, steuert und optimiert. Als zentrales Bindeglied zwischen der ERP-Ebene und dem Shopfloor verbindet ein MES die Maschinenebene (OT) mit der Unternehmensebene (IT) und hilft Unternehmen, ihre Produktionseffizienz zu maximieren, Qualität zu sichern und Kosten zu senken.

Kernfunktionen eines MES

- Echtzeit-Überwachung aller Produktionsabläufe
- Steuerung und Optimierung der Fertigungsprozesse
- Lückenlose Dokumentation vom Auftrag bis zum Endprodukt
- Datenerfassung und -analyse zur Effizienzsteigerung
- Ressourcenorchestration unter Einhaltung von Qualitäts-, Zeit- und Kostenvorgaben

MES vs ERP

ERP-System

Fokus auf kaufmännische Prozesse und langfristige Planung

MES

Fokus auf operative Fertigung und Echtzeit-Steuerung

Offizielle Definitionen

MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association)

"Ein dynamisches Informationssystem, das die effektive Ausführung von Fertigungsoperationen ermöglicht."

VDI-Richtlinie 5600

"Ein prozessnah eingesetztes, integriertes Informationssystem zur Unterstützung der Fertigungssteuerung und -überwachung."

Zusammenfassung: Ein MES bildet das "Nervensystem" der Produktion, das kontinuierlich Daten sammelt, verarbeitet und in Echtzeit Entscheidungshilfen liefert. Es steht an der Schnittstelle zwischen Planungs- und Ausführungsebene fertigungsrelevanter Prozesse.

HISTORISCHE ENTWICKLUNG VON MES-SYSTEMEN

Die Evolution von Manufacturing Execution Systems lässt sich in vier charakteristische Entwicklungsphasen unterteilen, die technologische Reife und Anwendungsbreite dieser Systeme widerspiegeln.

1 Frühe Anfänge

1970er-1980er Jahre

In den 1970er Jahren entstanden die ersten rudimentären Systeme zur Produktionsdatenerfassung (PDE) und Betriebsdatenerfassung (BDE) als Vorläufer heutiger MES-Lösungen. Diese frühen Systeme konzentrierten sich vorwiegend auf die manuelle Erfassung von Betriebs- und Maschinendaten und arbeiteten weitgehend isoliert ohne echte Integration in die Unternehmensinfrastruktur. Diese Systeme hießen damals CIM.

2 Konsolidierung und Konzeptbildung

1990er Jahre

Ein entscheidender Meilenstein war die Gründung der Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA) im Jahr 1992, die erstmals ein einheitliches Konzept für Fertigungsmanagementsysteme formulierte. 1997 definierte MESA das erste umfassende MES-Modell mit 11 Kernfunktionen, das die Grundlage für die weitere Standardisierung bildete.

3 Standardisierung und Integration

2000er Jahre

Mit der Entwicklung des ISA-95-Standards (IEC 62264) ab 2000 wurde ein international anerkanntes Referenzmodell für die Integration von Unternehmens- und Produktionssystemen geschaffen. Parallel dazu veröffentlichte der VDI in Deutschland 2007 die Richtlinie 5600, die ein spezifisch deutsches MES-Verständnis kodifizierte.

4 Digitale Transformation und Industrie 4.0

2010er Jahre bis heute

Mit dem Aufkommen von Industrie 4.0 haben sich MES-Systeme grundlegend gewandelt. Moderne MES-Lösungen nutzen Cloud Computing, Industrial Internet of Things (IIoT), Big Data Analytics und Künstliche Intelligenz zur Prozessoptimierung. Die aktuellste Evolution sind cloud-native MES-Plattformen, die eine beispiellose Skalierbarkeit, Flexibilität und Implementierungsgeschwindigkeit bieten.

MES-ARCHITEKTUREN IM VERGLEICH: DIE ENTSCHEIDUNGSMATRIX

Kriterium	On-Premises	Cloud-Hosted	Cloud-Native Empfehlung
Anfangsinvestition	Hoch	Mittel	Niedrig
Skalierbarkeit	Begrenzt	Gut	Enorm
Time-to-Value	9-12 Monate	4-6 Monate	4-8 Wochen
Flexibilität	Gering	Moderat	Maximal
Kostenmodell	CapEx-lastig	Hybrid	Nutzungsbasiert

Cloud-native MES-Architekturen bieten in allen relevanten Bereichen signifikante Vorteile und sind die klare Wahl für zukunftsorientierte Unternehmen im Wettbewerbsumfeld von Industrie 4.0.

ISA-95: AUFGABENTEILUNG ZWISCHEN ERP UND MES

ISA-95 Funktionsbereich	ERP	MES
Produktdefinition	Grundlegende Produktstammdaten, Stücklisten, Grobplanung	Detaillierte Arbeitspläne, Prozessparameter, Prüfläne
Produktionsplanung	Grobplanung, Kapazitätsplanung auf Wochenenebene	Feinplanung auf Stunden-/Minutenbasis, Reihenfolgeoptimierung
Produktionsdurchführung	Auftragsfreigabe, Materialbereitstellungsanforderungen	Auftragssteuerung, Ressourcenzuweisung, Prozessüberwachung
Datenerfassung/-analyse	Verdichtete Kennzahlen für Management-Reporting	Echtzeitdatenerfassung, detaillierte Prozessanalyse, OEE-Berechnung

ON-PREMISES MES

On-premises MES-Systeme werden auf der unternehmenseigenen IT-Infrastruktur installiert und betrieben. Sie stellen den traditionellen Ansatz der MES-Implementierung dar, der in vielen Unternehmen noch dominiert.

Technische Charakteristika

Installation auf lokalen Servern oder firmeneigenen Rechenzentren	Oft monolithische Systemarchitektur mit fest integrierten Modulen
Typischerweise Client-Server-Architektur mit zentraler Datenhaltung	Physische Nähe zu Produktionsanlagen und Steuerungssystemen

Vorteile

- Kontrolle über Daten und Infrastruktur
- Hohe Verfügbarkeit unabhängig von Internetverbindungen

Herausforderungen

- Hohe initiale Investitionskosten für Hardware-Infrastruktur
- Hoher Wartungs- und Administrationsaufwand
- Komplexe und zeitaufwändige Updates
- Eingeschränkte Skalierbarkeit und Flexibilität

Typische Einsatzszenarien

- Unternehmen mit höchsten Anforderungen an Datensicherheit
- Hochregulierte Industrien mit besonderen Compliance-Anforderungen
- Produktionsumgebungen mit unzuverlässiger Internetanbindung
- Fertigungsprozesse mit extremen Echtzeitanforderungen

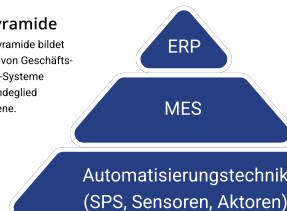
DIE STRATEGISCHE ROLLE IN DER AUTOMATISIERUNGSPYRAMIDE

In der klassischen Automatisierungspyramide nimmt das MES eine zentrale Position ein. Diese strategische Position zwischen der operativen Ebene (Feld- und Steuerungsebene) und der Unternehmensebene (ERP-Systeme) macht das MES zum entscheidenden Bindeglied, das vertikale Integration ermöglicht und eine durchgängige Informationsversorgung sicherstellt.

Mit Industrie 4.0 wandelt sich das klassische Modell der Automatisierungspyramide. Die strikte Hierarchie weicht zunehmend flexibleren, netzwerkartigen Strukturen, bei denen Informationen horizontal über Wertschöpfungsketten hinweg fließen. Moderne MES-Systeme entwickeln sich entsprechend zu offenen Plattformen, die nicht nur vertikale, sondern auch horizontale Integration unterstützen und damit zum Rückgrat der Smart Factory werden.

Automatisierungspyramide

Hinweis: Die Automatisierungspyramide bildet die Grundlage für die Integration von Geschäfts- und Produktionsprozessen. MES-Systeme fungieren dabei als kritisches Bindeglied zwischen ERP und Shopfloor-Ebene.



BRANCHENSPEZIFISCHE REGULATORISCHE ANFORDERUNGEN

Moderne MES-Systeme müssen branchenspezifische Regularien unterstützen:

Pharma	Lebensmittel	Automotive	Medizintechnik
FDA 21 CFR Part 11	PSSC 22000	LATF 16949	ISO 13485
EU GMP Annex 11	HACCP	VDA 6.4	FDA QSR
GAMP 5	IFS Food	TISAX	MDR/IVDR

MES-Funktionen für regulatorische Compliance

Elektronische Signaturen Manipulationssichere Aufzeichnungen und validierte Unterschriftenprozesse	Validierbare Systemarchitektur IQ, OQ, PQ-konforme Validierungskonzepte für regulierte Umgebungen
Prozessüberwachung Automatische Alarmierung bei Abweichungen von definierten Grenzwerten	Audit-Trails Lückenlose Rückverfolgbarkeit und vollständige Änderungshistorie

CLOUD-HOSTED MES

Cloud-hosted MES-Systeme (auch als "Lift-and-Shift" bekannt) basieren auf herkömmlichen MES-Anwendungen, die in einer Cloud-Umgebung wie AWS, Azure oder Google Cloud betrieben wurden. Dabei handelt es sich häufig um tradierte MES-Architekturen mit minimalen Anpassungen.

Technische Charakteristika

Deployment in virtuellen Maschinen oder Container-Umgebungen	Nutzung grundlegender Cloud-Dienste wie virtueller Server
Oft weiterhin monolithische Architektur mit geringer Cloud-Optimierung	Hybride Konfigurationen mit lokalen Edge-Devices für zeitkritische Funktionen

Vorteile

- Reduzierte Infrastrukturkosten durch Wegfall eigener Hardware
- Vereinfachte IT-Administration durch Cloud-Provider-Services

Herausforderungen

- Suboptimale Nutzung der Cloud-Vorteile durch tradierte Architektur
- Latenzprobleme bei zeitkritischen Anwendungen
- Begrenzte architektonische Flexibilität durch monolithischen Aufbau
- Abhängigkeit von stabilen Internetverbindungen

Typische Einsatzszenarien

- Unternehmen, die IT-Infrastrukturkosten reduzieren möchten
- Organisationen mit mehreren global verteilten Standorten
- Mittelständliche Fertigungsunternehmen mit begrenzten IT-Ressourcen
- Bestehende MES-Implementierungen im schrittweisen Cloud-Übergang

CLOUD-NATIVE MES

Modernste Technologie

Cloud-native MES-Systeme stellen die modernste Architekturvariante dar. Sie wurden von Grund auf für Cloud-Umgebungen konzipiert und nutzen fortschrittliche Technologien wie Microservices, Container-Orchestrierung und verteilte Datenarchitekturen für höchste Leistung und Flexibilität.

Technische Charakteristika

Edge-Computing-Integration für latenzempfindliche Prozesse und optimale Leistung	Event-getriebene Architektur mit API-zentrierter Kommunikation für Echtzeitfähigkeit und nahtlose Integration
Container-basiertes Deployment (Kubernetes, Docker) für konsistente Bereitstellung und hohe Portabilität	Microservices-Architektur mit unabhängig skalierbaren Funktionsmodulen für maximale Flexibilität

Vorteile

- Hohe Skalierbarkeit: automatische Anpassung der Ressourcen an Produktionsanforderungen in Echtzeit
- Maximale Flexibilität: modulare Architektur ermöglicht individuelle Anpassungen ohne Gesamtsystemänderungen
- Schneller Innovation: kontinuierliche Updates und neue Funktionen ohne Produktionsunterbrechungen
- Höchste Resilienz: automatische Fehlertoleranz und Self-Healing Mechanismen für maximale Verfügbarkeit
- Einfache IT-Administration durch Cloud-Provider-Services
- Nahtlose Integration: offene APIs ermöglichen einfache Anbindung an ERP, PLM, IIoT und Analytics-Tools

Herausforderungen

- Komplexere Architektur
- Stabile Netzwerkverbindungen für optimale Performance erforderlich
- Datenschutz- und Compliance-Anforderungen müssen berücksichtigt werden
- Organisatorischer Wandel

Ideale Einsatzszenarien

- Globale Produktionsnetzwerke mit komplexen, standortübergreifenden Supply Chains
- Wachstumsorientierte Unternehmen mit dynamischen Produktionsumgebungen und variablem Durchsatz
- Industrie 4.0-Vorreiter mit Fokus auf Smart Manufacturing und datengetriebene Entscheidungen
- Neue Produktionsstätten ohne Legacy-Systeme und historische Einschränkungen

Warum Cloud-native MES die Zukunft ist

Cloud-native MES-Systeme bieten als einzige Architekturvariante die nötige Agilität und Skalierbarkeit, um mit der rasanten Entwicklung der Fertigungsindustrie Schritt zu halten. Sie ermöglichen die nahtlose Integration neuer Technologien wie KI, Machine Learning und Advanced Analytics, um aus Produktionsdaten echte Wettbewerbsvorteile zu generieren.

Konventionelle Systemlandschaft "Automatisierungspyramide"



Ein erster Schritt: Durchgängige Integration und Digitalisierung



Vision der Industrie 4.0: Dezentral gesteuerte Module ohne Hierarchie



Vertiefen Sie Ihr MES-Wissen!

Testen Sie unsere Cloud-MES-Lösung kostenfrei für 30 Tage. Und steigern Sie Ihre OEE sofort! Keine IT-Projekte, keine Risiken - garantiert.

Besuchen Sie uns

symestic.com/de-de/free-trial

Optimieren Sie Ihre Produktion mit Cloud-native MES-Lösungen von SYMESTIC

