

## Whitepaper

### Produktionssteuerung und Werkerführung auf der Basis Digitaler Zwillinge

Cosmino MES Plus steuert über das Modul Manufacturing Manager den Herstellungsprozess für jede Variante eines Bauteils bzw. Artikels. Die Software sichert so die reibungslose und fehlerfreie Montage und Bearbeitung durch Maschinen und Mitarbeiter.



Cosmino MES Plus steuert auch den Weitertransport zwischen den Arbeitsstationen und die Bearbeitung in Fertigungszellen und an Maschinen. Manuelle Tätigkeiten und Montage werden am Arbeitsplatz mit Anweisungen, Bildern und Videos unterstützt.

Gerade in der Variantenfertigung und bei mehrstufigen und nicht linearen Arbeitsschritten behält das MES den Überblick über Qualität, Variante und richtigen Ablauf.

### Konfiguration statt Programmierung

Ein wichtiger Vorteil des Cosmino Manufacturing-Managers ist, dass die definierten Prozesse nicht programmiert, sondern lediglich konfiguriert werden. Die Lösung kann auf geänderte oder neue Produktionsprozesse frei erweitert werden.

1. Zunächst wird für die Bauteile ein Workflow definiert. Dieser legt fest, welche Tätigkeiten an welchem Arbeitsplatz durchgeführt werden können. Es sind optionale Arbeitsplätze möglich, die je nach Variante angesteuert werden können. Zusätzlich sind Nacharbeits- und Entnahmeplätze über den Workflow definiert. Zwischenlager und Puffer können als virtuelle Arbeitsplätze, an denen keine eigentliche Bearbeitung stattfindet hinterlegt werden. So können WIP-Bestände (Work in Progress) nachverfolgt werden.

2. Im Workplan wird für jedes Bauteil/jeden Artikel festgelegt, in welchen Workflow-Schritten eine Bearbeitung stattfinden soll. So kann sich der individuelle Weg eines Artikels durch den Herstellungsprozess bei Varianten durchaus unterscheiden.

3. Eine definierte Logik bestimmt, was mit dem Artikel/Bauteil am Arbeitsplatz genau zu tun ist. Diese definiert die eigentliche (Montage)-Tätigkeit und die Faktoren, die angeben, ob die Ausführung erfolgreich war.

4. Gleichfalls können die weiteren im Produktionsprozess involvierten Komponenten sowie Sensoren abgefragt oder angesteuert werden. Das Pick-to-Light System erhält die Information, welches Material benötigt wird. Ein Sensor wiederum

kann die Entnahme der Hilfsstoffe prüfen. Nur tatsächlich benötigtes Werkzeug wird freigeschaltet, sodass eine Fehlbenutzung ausgeschlossen ist. Erfasste Prozessparameter, wie z. B. das Drehmoment eines Schraubers, werden gegen definierte Grenzen überprüft, um die Qualität des Prozessschrittes zu belegen.

Es sind hoch komplexe Algorithmen definierbar, die sicherstellen, dass die Bearbeitung in der entsprechenden Reihenfolge und Qualität erfolgt.

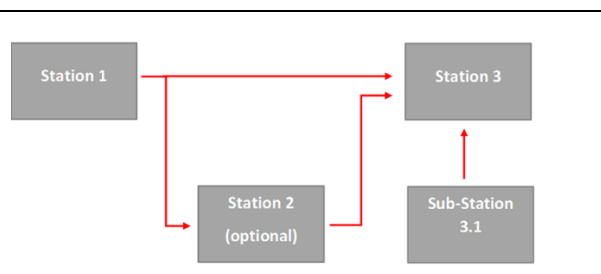


Abb.: Skizzierter Workflow eines Produkts

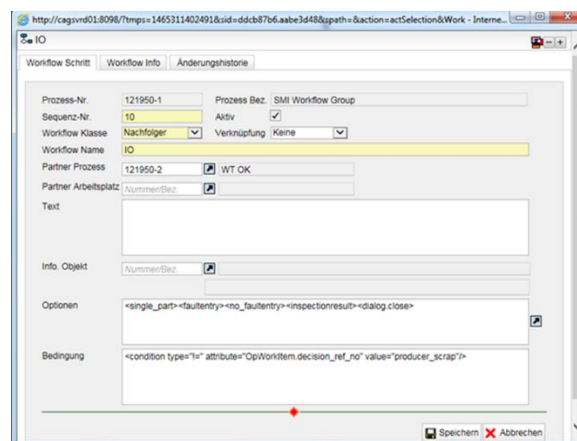


Abb.: Eingabemaske für den Workflowschritt

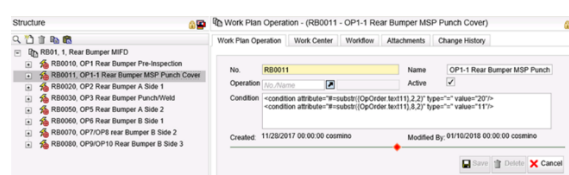


Abb.: Eingabemaske für den Workplan

**Variantenfertigung und Just-in-Sequence**

Die Bearbeitung und Montage eines Bauteils unterscheidet sich von Variante zu Variante. Cosmino MES Plus koordiniert die Produktion in Hinblick auf Reihenfolgesynchronität und Produktdifferenzierung.

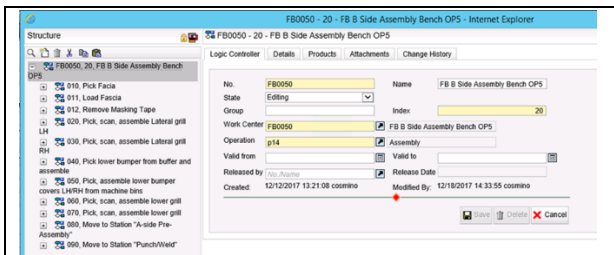


Abb.: Eingabemaske für die Tätigkeiten im Prozessschritt

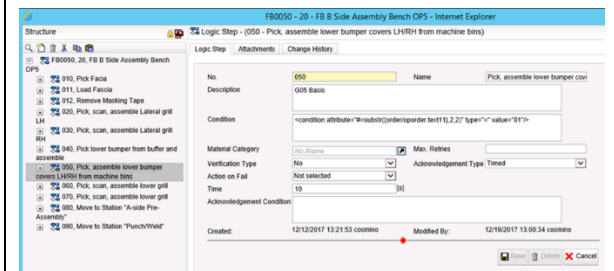


Abb.: Eingabemaske zur Definition der Erfüllungs-Algorithmen

1. Die Fertigungsaufträge für jede Linie werden sequenziert aus dem ERP oder einem Just-in-Sequence-System geladen.
2. Zudem benötigt und verwaltet Cosmino MES Plus den Varianten-Code mit den für die Variantensteuerung relevanten Optionen (Material, Farbe, segmentspezifische Erfordernisse, etc.).
3. Ein Auftrag, eine Charge bzw. das individuelle Bauteil werden an jedem Arbeitsplatz identifiziert (z. B. eingescannt, automatisches Lesen via

RFID-Gate, DMC-Kamera, Anlagen-SPS, Transportsystem, Auswahl aus Arbeitsvorrat, etc.). Dadurch wird eine hundertprozentige Rückverfolgbarkeit gewährleistet.

4. Wenn ein maschineller Bearbeitungsplatz ein Bauteil erhält, meldet er dessen ID an die Cosmino Software und erhält im Gegenzug den Varianten-Code, um das erforderliche Programm zu starten.
5. Die Maschine meldet die Tätigkeit fertig, so dass durch die Cosmino Software der nächste Schritt eingeleitet werden kann.

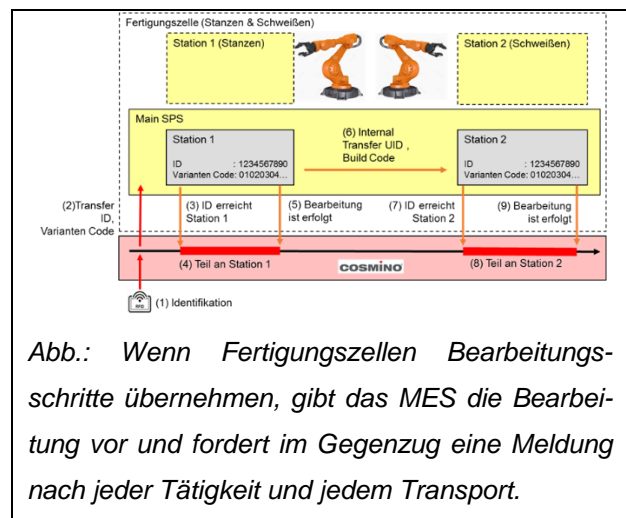


Abb.: Wenn Fertigungszellen Bearbeitungsschritte übernehmen, gibt das MES die Bearbeitung vor und fordert im Gegenzug eine Meldung nach jeder Tätigkeit und jedem Transport.

6. Bei der Bearbeitung in Fertigungszellen kann diese Kommunikation zwischen Cosmino MES Plus und der Kopfsteuerung stattfinden. Die Software meldet zu jeder Teile-ID den Varianten-Code, damit die SPS die richtige Bearbeitung starten kann. Jeder Bearbeitungsschritt und Transport innerhalb der Zelle wird durch die SPS an das MES zurückgemeldet.

**Assistenzsystem für Werker**

Neben der Kommunikation mit Maschinen und Werkzeugen unterstützt Cosmino MES Plus auch die im Fertigungsprozess involvierten Menschen bei der variantenabhängig richtigen Bearbeitung und Montage. Hierfür wird über den Cosmino On-linedialog ein Informationssystem mit Werkerführung abgebildet.

1. Dem Mitarbeiter werden die am Arbeitsplatz durchzuführenden Aufgaben nacheinander mit Texten, Dokumenten, Bildern oder Videos visualisiert.

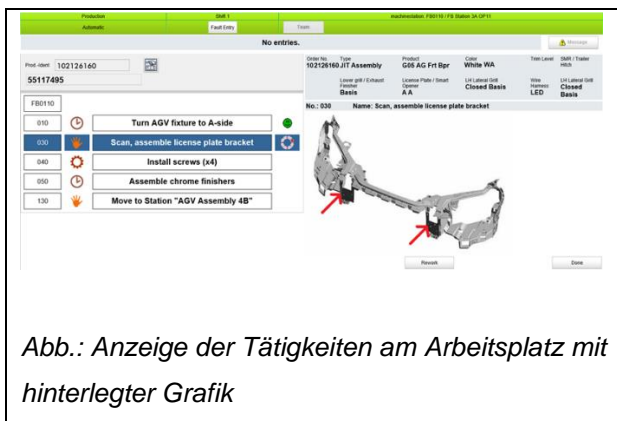


Abb.: Anzeige der Tätigkeiten am Arbeitsplatz mit hinterlegter Grafik

2. Cosmino MES Plus gibt z. B. Werkzeuge, Pick-to-Light-Systeme frei und überprüft basierend auf Prozessparametern die richtige Nutzung.

3. Unter Berücksichtigung der hinterlegten Konfiguration kontrolliert Cosmino, ob eine Tätigkeit ordnungsgemäß erfolgt ist. Erst dann wird der nächste Schritt freigegeben.

4. War ein Montageschritt oder eine Bearbeitung nicht in Ordnung, wird ein Nacharbeitsplatz angesteuert.

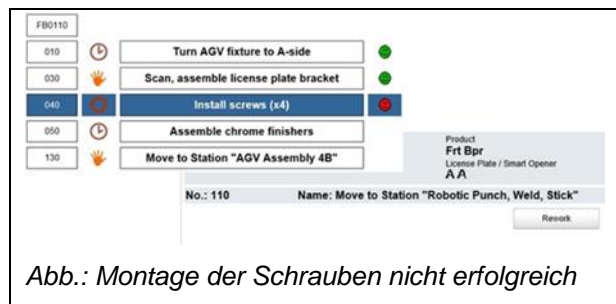





Abb.: Montage der Schrauben nicht erfolgreich

5. Ein manueller Modus zur Überprüfung des Montageschritts ist ebenfalls möglich. Dieser kann für einzelne Stationen der Linie oder für die gesamte Linie aktiviert werden, wenn keine Vernetzung des MES mit den weiteren Montage-Werkzeugen vorgesehen ist. Dann wird die Erfüllung der einzelnen Tätigkeiten manuell durch den Montagemitarbeiter bestätigt.

Typen von Worksteps an einem Arbeitsplatz mit zugehörigem Symbol:

-  Manueller Workstep
-  Zeitgesteuerter Workstep
-  Automatischer Workstep

Status von Worksteps am Arbeitsplatz mit zugehörigem Symbol:

-  Arbeitsschritt ok
-  Fehler bei der Kommunikation mit SPS/PLC
-  Arbeitsschritt muss nachgearbeitet werden

### Steuern des Transports und Materialflusses

Der Software ist zu jedem individuelle Bauteil bekannt, welche Workflow-Schritte bereits erfolgt sind und welche noch ausstehen. Die Qualität beeinflusst, ob und wann beispielsweise ein Nacharbeitsplatz aufgesucht werden muss.

Basierend auf dem aktuellen Zustand eines Artikels/Bauteils wird der Weitertransport koordiniert. Wenn mit der Steuerung des Transportsystems (Hängeförderer, fahrerloses Transportsystem, FTS, AGV, etc.) kommuniziert werden kann, wird die Produktionslogistik durch das MES geregelt.

1. Sind an einem Arbeitsplatz alle notwendigen Tätigkeiten erfolgt, bucht Cosmino MES Plus das Bauteil zunächst in den digitalen Arbeitsvorrat des Folgearbeitsplatzes.

2. Der physische Transport kann ebenfalls durch die Software eingeleitet oder freigegeben werden. Zum Beispiel aktiviert das MES nun das fahrerlose Transportsystem, um den Warenträger zum nächsten definierten Arbeitsplatz zu steuern.

3. Am Folgearbeitsplatz angekommen, wird das Bauteil nach der Identifikation freigegeben und dem Mitarbeiter oder der Maschine die nächste Tätigkeit vorgegeben.

4. Wird der Artikel/das Bauteil nach einer automatischen Bearbeitung direkt durch Roboter oder Förderbänder an den nächsten Arbeitsplatz gegeben, meldet die SPS diese Weitergabe an die Cosmino Software zurück. Somit ist das Bauteil dem MES am Folgearbeitsplatz bekannt, und eine zusätzliche Identifikation ist nicht erforderlich.

### Konfiguration von Sonderarbeitsplätzen

An speziellen Arbeitsplätzen, wie Prüf- und Nacharbeitsplätzen, kann die gesamte bisherige Montage- und Prüfhistorie zu jedem Bauteil eingesehen werden.

Soll eine Baugruppe an einem Nacharbeitsplatz komplett fertig montiert werden, visualisiert Cosmino MES Plus dort alle fehlenden Montageschritte nacheinander, ohne dass zwischendurch ein Weitertransport eingeleitet wird. Die schon erfolgten Worksteps sind als „OK“ oder „Rework“ markiert. Auf einen Blick ist ersichtlich, welche Tätigkeiten erneut durchgeführt werden müssen.

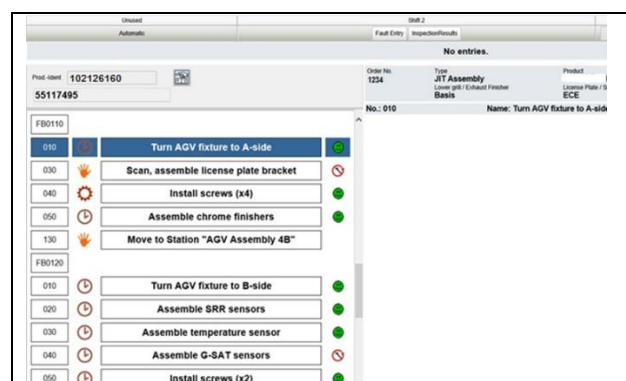


Abb.: Ein Nacharbeitsdialog, die nachzuarbeitenden Arbeitsschritte sind mit einem entsprechenden Symbol markiert.

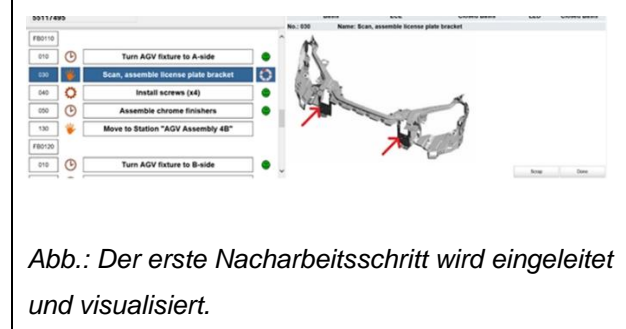


Abb.: Der erste Nacharbeitsschritt wird eingeleitet und visualisiert.

### Erfassen von Qualität, Maschinenzustand (OEE), Materialchargen etc.

Die klassischen MES-Funktion werden durch diese hochmoderne Industrie 4.0-Lösung ebenfalls unterstützt:

1. Der Status der Maschine kann im Cosmino Onlinedialog über Symbolfarben angezeigt werden. Grün zeigt an, dass sich die Station gerade in Produktion befindet. Liegt ein Stillstand vor, wechselt die Anzeige auf Rot, dann kann über die Schaltfläche "Störungseingabe" die Ursache für den Maschinenstillstand eingegeben werden. Die Maschinenzeiten und Stillstandsursachen sind für die Ermittlung von Kennzahlen wie der OEE interessant.

2. Zudem kann eine Qualitätsprüfung, unterstützt werden. Dem Mitarbeiter wird hierzu ein digitales Abbild des Bauteils von mehreren Seiten angezeigt, damit der Fehlerort eindeutig per Touch-Eingabe definiert werden kann. Alternativ kann auch ein Raster über das Produkt-Abbild gelegt werden. Ergänzend hierzu lässt sich die Fehlerart aus einer Liste auswählen. Dadurch können umfangreiche Berichte zu den Häufigkeiten von Fehlerlage und Fehlerart gewonnen werden. Auch eine messende Prüfung kann durch die Eingabe des Messwertes und einem Abgleich mit hinterlegten Eingriffs- und Toleranzgrenzen erfolgen.

3. Wird ein Bauteil als „NIO“ markiert, kann die Bearbeitung nicht fortgesetzt werden und es wird auf die zuständige Nacharbeitsstation gebucht.

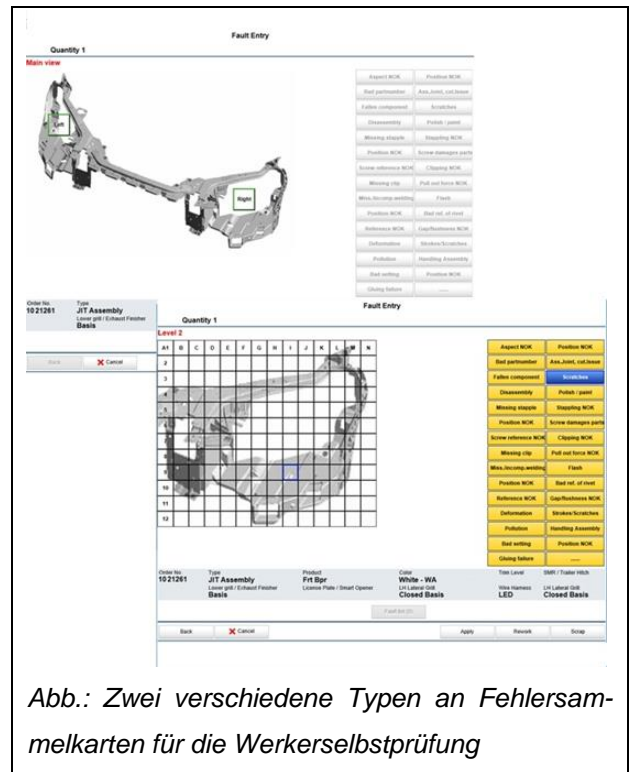


Abb.: Zwei verschiedene Typen an Fehlersammelkarten für die Werker selbstprüfung

4. Verbaute Materialien (Art, Charge oder Individualteil) können für die Rückverfolgbarkeit erfasst werden. Gleiches gilt, wenn verschiedene Vorprodukte miteinander verheiratet werden. Gegebenenfalls wird der Werker von Cosmino MES Plus aufgefordert, die verwendete Komponente durch einen Scan zu verifizieren. So lässt sich verhindern, dass falsche Materialien oder Bauteile montiert werden.

### Architektur Digitaler Zwillinge

Jeder Arbeitsplatz bzw. jedes individuelle Bauteil verfügt über einen eigenen Digitalen Zwilling. Der autarke und intelligente Funktionsbaustein verarbeitet erfasste Daten dezentral vor, bevor er diese in die MES Datenbank weitergibt. Datenhaltung mit Pufferung finden nahe am Produktionsprozess oder sogar am Bauteil selbst statt (RFID Chip o.ä.).

Anforderungen und Logiken des individuellen Bauteils sind daher auf dessen digitalem Gegenstück hinterlegt, sodass dieser im Millisekunden-Bereich prüfen und steuern kann. Eine Verbindung zum MES Server und der Datenbank ist hierfür nicht erforderlich, jedoch entlädt der Digitale Zwilling bei nächster Gelegenheit dorthin seine Daten.



### Praxiserfahrungen der MES-gelenkten Fabrik

Die MES-gelenkte Fabrik wird mit zunehmender Variantenvielfalt und kleiner werdenden Losgrößen immer wichtiger. Cosmino MES Plus sichert die richtige Bearbeitung und Produktqualität nach vorgegebenen Kriterien ab und entlastet dadurch den Mitarbeiter. Vor allem bei komplexen Montage-Schritten benötigt der Werker die Software-Unterstützung, um jede Variante schnell und richtig zusammenzubauen. Zudem können automatisierte Prüfungen schneller erfolgen und sparen wertvolle Produktionszeit.

In der Praxis zeigt sich dies durch eine reibungslose Kommunikation mit den Steuerungen der Fertigungskomponenten und dem sicheren Lenken der variantenabhängigen Bearbeitung. Soll beispielsweise ein Anbauteil montiert werden, visualisiert der Cosmino ManufacturingManager über die Werkerführung, welche Schrauben erforderlich sind und steuert das involvierte Pick-to-Light System an. Ein Sensor meldet die Entnahme der Schrauben durch den Mitarbeiter, womit als nächster Schritt eine Montageanleitung mit Bauteil und Schraubenposition dargestellt wird.

Die Software gibt parallel den vorab definierten Schrauber frei und kontrolliert über das abgefragte Drehmoment, ob die Montage erfolgt ist.

Der Weg zur Industrie 4.0 wird durch praxistaugliche MES-Lösungen geebnet, da Fehlerquellen eliminiert und die Werker auch ohne umfangreiche Schulungen von der Software unterstützt werden. Durch die Industrie 4.0-Architektur werden auch Montageprozesse mit nicht fest verketteten Arbeitsplätzen möglich (vom Fließband zum dynamisch gesteuerten Produktionsnetzwerk).

Mit intelligenten IT-Lösungen und nahezu 30 Jahren Erfahrung unterstützen wir Fertigungsunternehmen dabei, ihre Produktivität und Produktqualität zu steigern.

Als inhabergeführtes und eigen-finanziertes Unternehmen mit Hauptsitz in Nürnberg zählt die

COSMINO AG Industriebetriebe aus den unterschiedlichsten Branchen auf der ganzen Welt zu ihren zufriedenen Kunden. Einige davon kooperieren seit mehr als 20 Jahren mit uns und schätzen die unkomplizierte und professionelle Zusammenarbeit.



2018.08.

## **COSMINO AG**

Breitengraserstraße 8  
90482 Nürnberg

Fon: +49 (0) 911 46 26 76 - 0  
E-Mail: [info@cosmino.de](mailto:info@cosmino.de)  
[www.cosmino.de](http://www.cosmino.de)