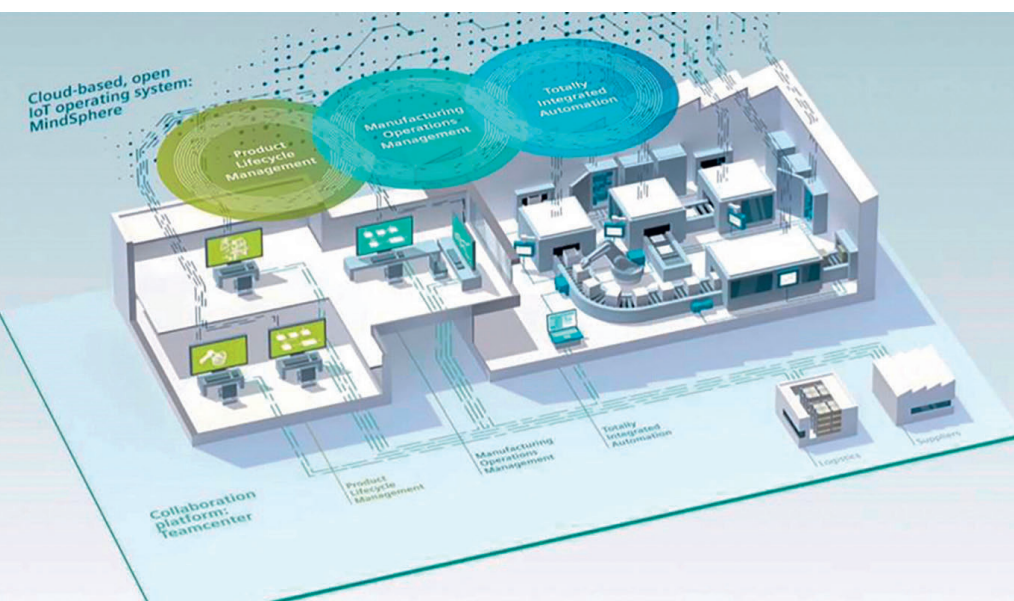


Digitale Transformation

Modellbasierte Teilefertigung in der digitalen Prozesskette

Durchgängige Integrationen bis in die Werkzeugmaschine nehmen an Bedeutung zu. Somit haben Echtzeitdaten aus der Werkzeugmaschine direkte Auswirkungen auf den CAM-Prozess. Neue Effekte einer modellbasierten Fertigung werden greifbar.

von Thomas Mücke



1 Integration zwischen Engineering und der Automatisierung © Siemens

Heutige Produktionsabläufe sind vom ERP-System geprägt. Hierbei werden in der Regel wenige detaillierte Prozessdaten aus der Werkzeugmaschine berücksichtigt. Somit ist der Ablauf statisch und transaktionsorientiert, wodurch Änderungen und Anpassungen einen hohen Aufwand verursachen. Die Folge ist nicht nur eine unzureichende Maschinenauslastung, sondern auch teilweise nicht korrekte Darstellungen von Kennzahlen, da zum Beispiel der OEE-Index (Overall Equipment Effectiveness, eine

Kennzahl aus Verfügbarkeit-, Leistungs- und Qualitätsgrad) den Leistungsgrad aufgrund der Soll-Leistung (Vorgabezeit) ermittelt. Nachdem speziell bei kleinen Losgrößen die Vorgabezeiten meist ungenau sind, ist auch das Ergebnis für Auswertungen nicht exakt. Eine optimale Auslastung der Maschine ist aufgrund von Planvorgaben, den aktuellen Kapazitäten und Ressourcen im Fertigungsumfeld nur bedingt optimal. Einige Nachteile heutiger Prozessabläufe in der Teilefertigung sind in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet.

Der Ausblick in die Zukunft

Die heutigen Prozesse werden den Anforderungen von morgen mit flexiblen, autonomen Strukturen mittels CPS (Cyber physischen Systemen) nicht mehr gerecht. Eine autonome und sich selbstorganisierbare Teilefertigung benötigt hierzu die Echtzeitdaten in der Planungsebene. Hierzu ist eine Datendurchgängigkeit basierend auf Feature-Strukturen anhand des CAD-Bauteils mit Bearbeitungsobjekten und technologischen Informationen notwendig. Des Weiteren sollten Ressourceninformationen aus den Maschinen bei der NC-Programmgenerierung mittels Feature-Technologie berücksichtigt werden, um flexibel und autonom fertigen zu können. Hierzu unterstützen ebenfalls Echtzeitdaten aus der Werkzeug-

INFORMATION & SERVICE

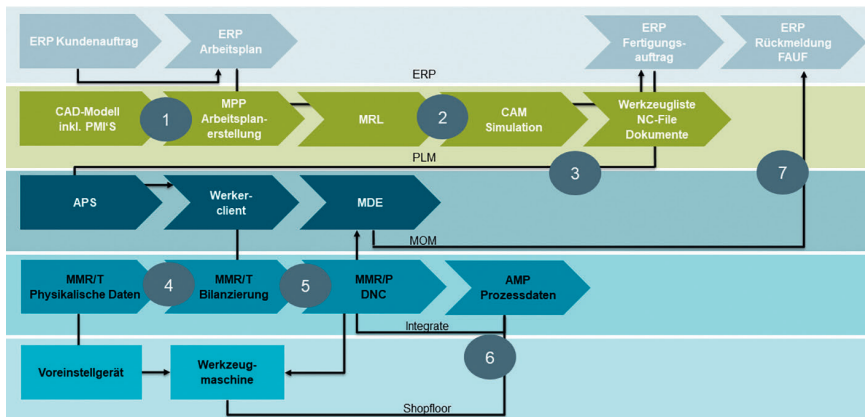


HERSTELLER

Siemens Digital Industries Software
80333 München
Tel. +49 89 636-00
www.siemens.de

DER AUTOR

Dr.-Ing. Thomas Mücke ist im strategischen Business Consulting, Siemens Industry Software GmbH, tätig.
thomas.muecke@siemens.com



2 Grundsätzlicher systematischer Prozessablauf heutiger Teilefertigung © Siemens

| heutige Abläufe bei Anpassungen | Nachteile | Auswirkung |
|---|---|--|
| Änderungen von Bauteilen, Stücklisten, Arbeitspläne, NC-Programmen und Werkzeugen | Alle relevanten Daten müssen angepasst und konsistent gehalten werden | Hoher administrativer Aufwand |
| Optimierung von NC-Programmen und Werkzeugen im Shopfloor | NC-Programme, Dokumente und Arbeitspläne müssen angepasst werden | Hoher administrativer Aufwand und kein geschlossener Kreislauf |
| Kauf neuer NC-Maschinen, Werkzeuge und Vorrichtungen | NC-Programme, Dokumente und Arbeitspläne müssen angepasst werden | Hoher administrativer Aufwand |
| Umplanen von Aufträgen in der Feinplanung | manuelle Umplanung von Arbeitsplänen und i.d.R. Neuerstellung von NC-Programmen notwendig | Hoher administrativer Aufwand |

3 Auszug von Auswirkungen bei Anpassungen und Änderungen © Siemens

maschine, um über Edge-Funktionalitäten basierend auf NC-Sätzen in Verbindung mit dem Fertigungsauftrag Prozesse während der Bearbeitung zu verbessern und zugleich die Echtzeitinformationen in den Planungsprozess zu transferieren. Somit können NC-Programme in Abhängigkeit von Operationen und Bauteilklassifizierungen dynamisch erstellt werden, wodurch eine hohe Flexibilität in der Fertigung entsteht. Aufwendige Änderungen bestehender NC-Programme, Arbeitspläne et cetera sind aufgrund der Dynamik teilweise nicht mehr notwendig. Die Anpassung bestehender Arbeitspläne bei Neumaschinenbeschaffung, Werkzeugänderungen ist somit bauteilspezifisch obsolet. Dies ist die Basis für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess und bildet dadurch den CLM-Prozess (closed loop manufacturing) ab, welcher mittels der Durchgängigkeit bidirektional vom Engineering zur Werkzeugmaschine die notwendigen Prozessdaten aus der Maschine berücksichtigt.

Mittels der Echtzeitdaten aus der Maschine und dem modellbasierten Ansatz werden die Nachteile, wie in Bild 3 dargestellt, eliminiert und somit

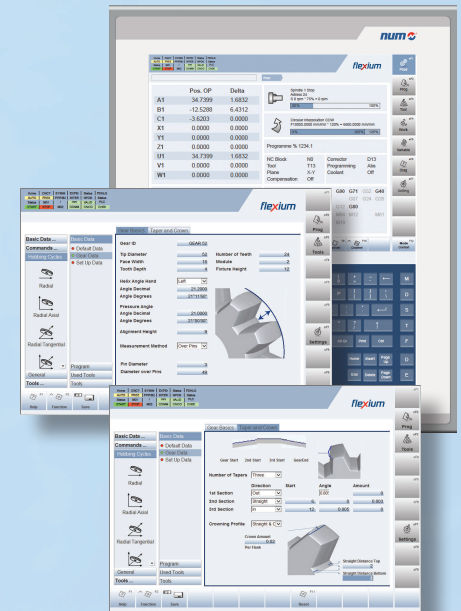
die Basis für eine hoch flexible, autonome Produktion geschaffen. Es können kleine Losgrößen zu Kosten der Großserie hergestellt werden. Es wird ersichtlich, dass zukünftige Produktionsstrukturen mit den Systemen aufgrund von Top-Down-Ansätzen wie bei ERP, PLM und Werkzeugverwaltungssystemen diese Anforderungen nicht erfüllen können.

Somit sind NC-Programme, wie in Bild 4 vereinfacht dargestellt, auf Basis der Berücksichtigung von Ressourcen und Echtzeitdaten in Verbindung von Bearbeitungsobjekten optimiert. Dadurch können speziell bei kleinen Losgrößen die Rüst- und Nebenzeiten erheblich reduziert werden, welche einen anderen Auftragsmix auf der Maschine zulassen, da nicht nur die reine Bearbeitungszeit optimiert wird, sondern die Gesamtauftragszeit über den kompletten Wertschöpfungsprozess im Vordergrund steht. Mittels dieser Strukturen können Eilaufträge, Modelländerungen oder Bauteile mit einfachen Operationen in den vorhandenen Produktionsfluss eingesteuert werden, da die starren Strukturen von Top-Down-Ansätzen aufgebrochen werden. Die lückenlose Nachverfolgung mit Ist-Daten

CNC Power-Engineering



Gesamtlösung für die Zahnradherstellung



Flexium+ CNC-System neuester Generation:

- Grafische Benutzeroberfläche optimiert für die Produktion von Zahnradern
- Zahlreiche verschiedene Zyklen zum Wälzfräsen und Schleifen (axial, radial, diagonal)
- Offenes System, das die Implementierung Ihrer Spezialzyklen ermöglicht

Wir lösen auch Ihre Aufgabenstellung. Gerne beraten wir Sie persönlich.

Überzeugen Sie sich selbst!

NUM GmbH
Zeller Straße 18
D-73271 Holzmaden

www.num.com



aus der Produktion werden über die digitalen Zwillinge abgebildet, welche die Datendurchgängigkeit auf Operationsebene sicherstellen.

Aufgrund eines Stufenkonzepts können Unternehmen die Basis für den nächsten Evolutionsschritt mittels einer durchgängigen Systematik legen, um aus Digitalisierungslösungen einen Nutzen zu erhalten. Dieser objektorientierte Ansatz bildet wiederum die Basis für neue Geschäftsmodelle.

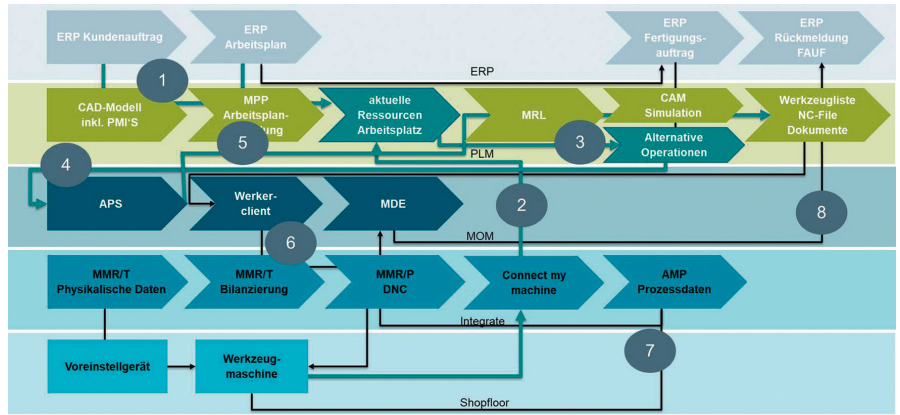
Neue Geschäftsmodelle auf Basis modellbasierter Abläufe

Die vertikale und horizontale Integration mit der Datendurchgängigkeit des Engineerings sind die drei wesentlichen Aspekte einer Digitalisierung (Industrie 4.0). Eine Smart Factory mit modellbasierten Ansätzen führt zur Realisierung der Prozessoptimierungen und der selbstorganisierbaren Produktion.

Um die Verbesserungen in der horizontalen Ebene zu erzielen, müssen Kundenanforderungen, Engineering- und Lieferantenprozesse integriert werden. Dadurch können neue Geschäftsmodelle, wie es zum Beispiel C-Com oder Toolscope bereits teilweise abbilden, entstehen. Etwa können in der Teilefertigung mit Werkzeuglieferanten neue Strategien definiert werden, wie

- Pay-per-Use-Konzepte von Werkzeugkosten,
- Optimierung der Technologiedaten für Operationen bei bestimmten Maschinen auf Basis von Echtzeitdaten aus der Maschine.

Zur Realisierung ist eine dementsprechende Datendurchgängigkeit mittels der digitalen Zwillinge nötig, wie



4 Beispiel eines möglichen Auszugs zur NC-Erstellung © Siemens

| Position | Prozessschritt | Ergebnis |
|----------|---|--|
| 1 | Erzeugung CAD-Modell mit PMI's | Detaillierte Modelle mit allen Fertigungsinformationen |
| 2 | Aktualisierung der Echtzeitdaten aus der Maschine im Teamcenter mit Zugriff auf die Manufacturing Resource Library | Zugriff auf alle relevanten Ressourcen-Informationen in Echtzeit im Planungszustand |
| 3 | Automatisierte Erzeugung von alternativen Operationen auf Basis der Echtzeit- und Stammdateninformationen mit feature based machining auf Basis von Regelwerken und Bauteilklassifizierungen vor Produktionsstart | Alternative Operationen zur Ermittlung der dynamischen Reihenfolgeberechnung |
| 4 | Ermittlung der optimalen Reihenfolge im Feinplanungssystem mit Berücksichtigung von Maschineninformationen und Kundenendterminen über das Auftragsnetz | Reduzierung der Durchlaufzeit mit zugleich Erhöhung der Flexibilität und Maschinenauslastung |
| 5 | Automatisierte Erstellung und Simulation der NC-Programme auf Basis der Randbedingungen | Generierung der NC-Programme |
| 6 | Werkereinrichtungen vom ERP und PLM im MES, inkl. DNC und Werkzeugbilanzierung mit Bereitstellung und kompletter Lagerverwaltung (Werkzeuglogistik) | Automatisierte Abläufe in der Produktion |
| 7 | Prozessdaten aus der Werkzeugmaschine für MDE, Auswertungen und Nachvollziehbarkeit | detaillierte Prozessdaten |
| 8 | Rückmeldung ins ERP von Arbeitsgängen / Bauteilen | Fertigteilrückmeldungen ins ERP |

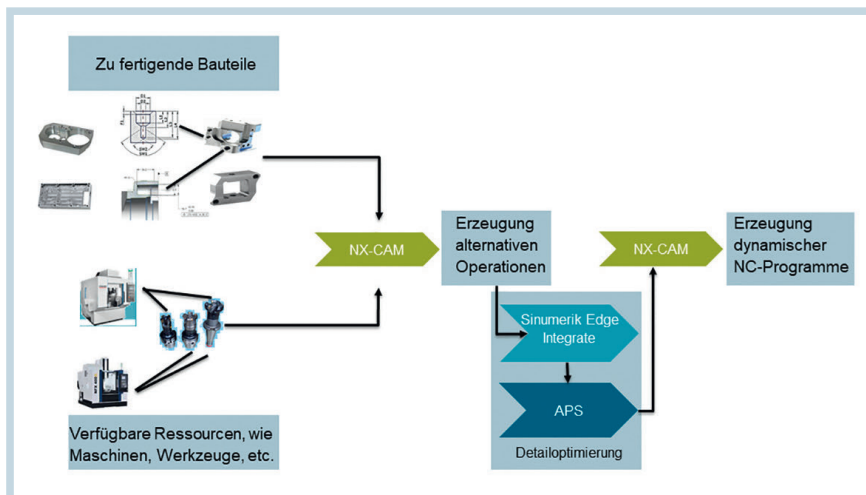
5 Auszüge aus Prozessabläufen bei einer modellbasierten Fertigung © Siemens

Siemens dies als Feedback-Loop in Verbindung mit Echtzeitdaten aus der Maschine mit Sinumerik-Edge oder Sinumerik-Integrate-Anbindung abbildet, welche Details und Prozessdaten liefern.

Spürbare Effekte

Die Effekte sind bereits heute in unterschiedlichen Siemens-Werken ersichtlich. Es können Bauteile von Niedriglohnländern in Deutschland gefertigt werden, wodurch sich Abhängigkeiten und Transportaufwendungen reduzieren. Die daraus resultierenden Effekte tragen zu einer ökologischen und nachhaltigen Fertigung bei. Die Bedeutung von Edge-Computing an den Maschinen nimmt somit zu, da Echtzeitdaten zukünftig zu jedem Bearbeitungsobjekt die Datenbasis zur Prozessverbesserung bilden werden.

Siemens bietet mit seinen Lösungen die Möglichkeit Produktionsoptimierungen weiter zu forcieren um flexibel die wettbewerbsfähige und nachhaltige Zukunft des Produktionsstandorts Deutschland mit automatisierten Lösungen vom Engineering bis zur Steuerungswelt zu stärken. ■



6 Beispiel eines systematischen Ablaufs zukünftiger autonomer Prozesse © Siemens