

ENERGIE- UND VERSORGUNGSINDUSTRIE

Siemens Energy

Mit modellbasierter Definition schneller zum vollständigen digitalen Zwilling

Produkte

NX, Teamcenter, Simcenter

Herausforderungen

Anlagen für die Energiewende entwickeln und produzieren

Anspruchsvolle Anforderungen an die Produzierbarkeit erfüllen

In wettbewerbsintensiver Branche Führungsposition behaupten

Erfolgsfaktoren

NX für die Konstruktion

Modellbasierte Definition mit PMI-Regelgenerierung

Formtoleranz-Definition automatisieren

NX-Modelle für Qualitätssicherung wiederverwenden

Ergebnisse

Erstellung des vollständigen digitalen Zwillings beschleunigt

Energieunternehmen befähigt, Energiewende und Nachhaltigkeit voranzutreiben

Zeichnungen aus der Produktdefinition eliminiert

OEE um 31 % von 65 auf 85 % erhöht

Teilebearbeitungszeit um 25 bis 36 % gesenkt

Beinahe 26 %

CAX-Kostenreduktion

Mittels NX, Teamcenter und Simcenter hilft Siemens Energy Energieunternehmen, Nachhaltigkeit und Energiewende voranzutreiben

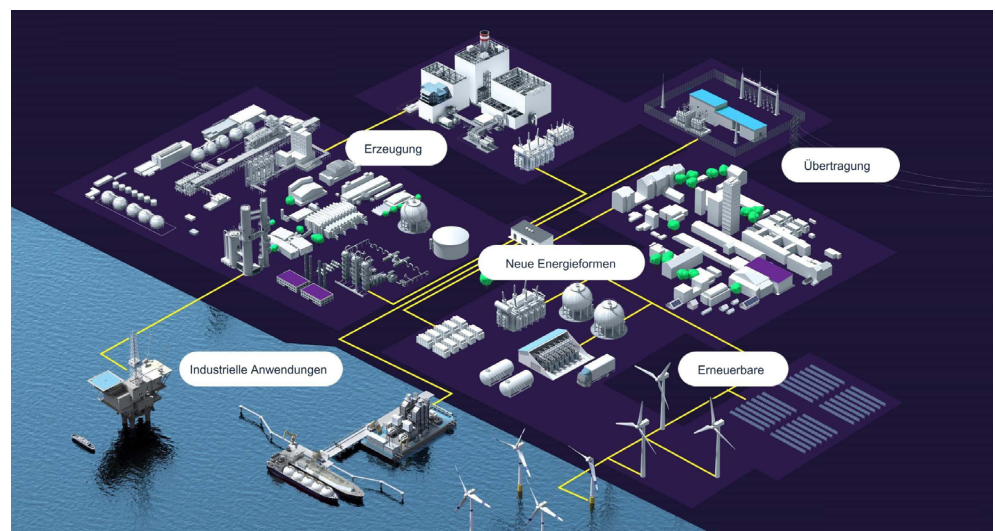
Die Energiewende ermöglichen

Nachhaltige Energiequellen für die Stromerzeugung zu nutzen gilt als Schlüsselfaktor für die Bemühungen, die Erderwärmung einzudämmen. Noch 2021 waren 770 Millionen Menschen ohne Elektrizitätsversorgung. Bis 2040 wird der Verzicht auf die direkte Nutzung fossiler Energieträger für Mobilität, Heizung und Industrieproduktion zu einer Steigerung der Stromerzeugung um 50 % führen. Die steigende Nachfrage nach elektrischer Energie zu befriedigen und zugleich das Weltklima zu schützen ist eine gewaltige

Herausforderung für Regierungen und Energieunternehmen.

Um die nachhaltige Energiewende zu ermöglichen, braucht es innovative Lösungen für die Elektrifizierung, zur Verbesserung der Netzstabilität und zur Dekarbonisierung. Die Siemens Energy AG zählt zu den weltweit führenden Energietechnikunternehmen. Ihre Angebot beinhaltet ein breites Portfolio an Produkten, Lösungen und Dienstleistungen für die zentralisierte und verteilte Stromerzeugung, die Wasserstoff-Elektrolyse und Herstellung von e-Fuels, die Stromübertragung und -Verteilung sowie Industrieanwendungen.

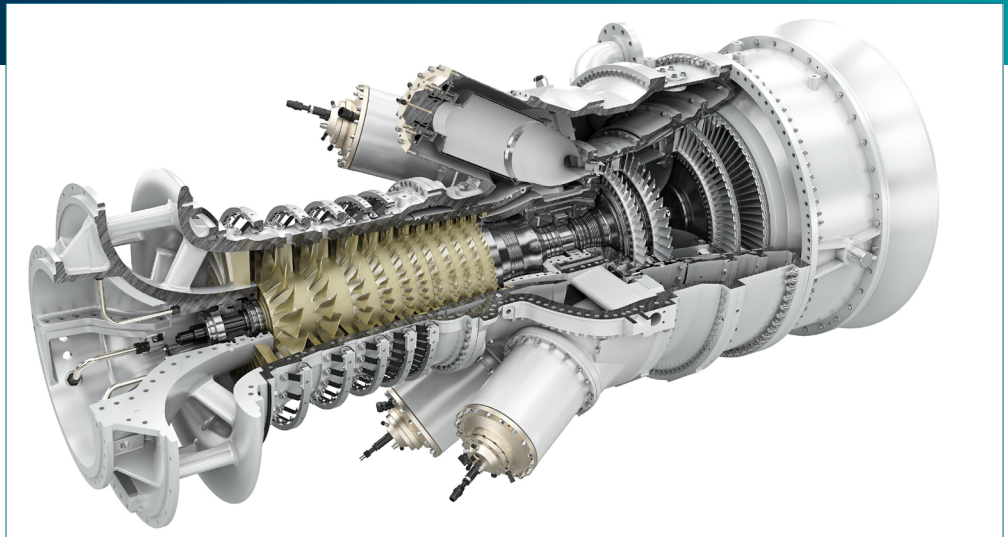
Siemens Energy ist ein wesentlicher Treiber der Entwicklung hin zu einer kohlenstofffreien Energieversorgung. Beispielsweise entwickelt und produziert das Unternehmen technisch



Siemens Energy bietet ein breites Portfolio an Produkten, Lösungen und Dienstleistungen für die zentralisierte und verteilte Stromerzeugung, die Wasserstoff-Elektrolyse und Herstellung von e-Fuels, die Stromübertragung und -Verteilung sowie Industrieanwendungen.

»Das automatische Erzeugen abmaßgeführter Formtoleranzen und Oberflächeneigenschaften führte zu konstruktiven Optimierungen, verbesserter Produzierbarkeit und einem vorteilhaften Preis-Leistungs-Verhältnis unserer Produkte. Zusätzlich liefert es wertvolle Informationen für andere Bereiche, etwa der Qualitätssicherung.«

Falk Elsner
Modellbasierte Fertigung
Siemens Energy



Zum Portfolio von Siemens Energy gehören Gas- und Dampfturbinen, die zunächst mit Erdgas und später mit grünem, durch Elektrolyse mittels Wind- oder Solarstrom erzeugtem Wasserstoff befeuert werden können. Das ermöglicht einen CO₂-freien, klimaneutralen Anlagenbetrieb.

führende Gasturbinen für Blockheizkraftwerke, die zunächst mit Erdgas, später mit grünem, durch Elektrolyse mittels Wind- oder Solarstrom erzeugtem Wasserstoff befeuert werden können. Das ermöglicht einen CO₂-freien, klimaneutralen Anlagenbetrieb.

Eine nachhaltige Zukunft gestalten

Siemens Energy entwickelt, produziert und serviziert an zahlreichen Standorten auf mehreren Kontinenten. Gas- und Dampfturbinen sowie Kompressoren entwickelt das Unternehmen in Deutschland, Schweden und in den Vereinigten Staaten.

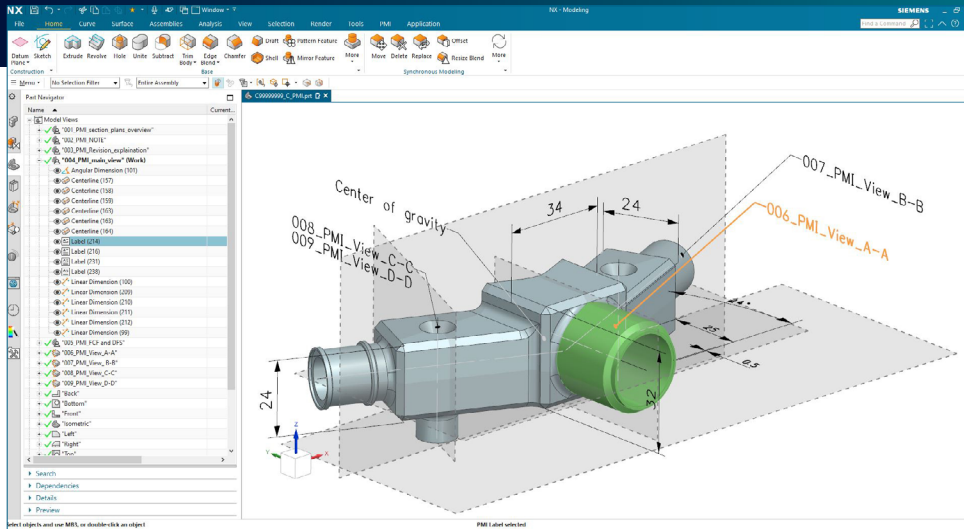
Die Entwickler von Siemens Energy nutzen verschiedene Softwareprodukte aus dem Xcelerator-Portfolio, dem umfassenden, inte-

grierten Portfolio an Software und Dienstleistungen von Siemens Digital Industries Software. Zu diesen gehören NX™ für die computergestützte Konstruktion (CAD) und Produktion (CAM), Simcenter™ für die Festigkeits- und Strömungssimulation und das Teamcenter®-Portfolio für das Produktlebenszyklusmanagement (PLM).

Mittels dieser Softwareprodukte erstellt Siemens Energy den vollständigen digitalen Zwilling von immer mehr Produkten und zieht einen digitalen roten Faden durch deren gesamtes Produktleben, von der Ideenfindung über die Produktion bis zum Betrieb. Mithilfe dieser Werkzeuge konnte Siemens Energy die Gesamtanlageneffizienz (OEE) um 31 % von 65 auf 85 % steigern, die

» NX Model Based Definition ermöglicht uns das Speichern, Teilen und Wiederverwenden aller aus dem Konstruktionsprozess resultierenden Aspekte.«

Falk Elsner
Modellbasierte Fertigung
Siemens Energy



»Durch die Verwendung der in die 3D-Modelle eingebetteten PMI im CAM-Prozess erzielen wir nahezu 26 % Einsparungen im Cax und erhöhten die OEE der Werkzeugmaschinen von 65 auf 85 %.«

Falk Elsner
Modellbasierte Fertigung
Siemens Energy

Mittels NX Model Based Definition nutzt Siemens Energy in die 3D-Modelle von Komponenten und Baugruppen eingebettete Produkt- und Fertigungsinformationen statt Anmerkungen in 2D-Zeichnungen.

Teilebearbeitungszeit um 25 bis 36 % senken und beinahe 26 % Cax-Kostenreduktion erzielen.

Hinsichtlich der Entwicklungsprozesse verfolgt Siemens Energy für seine verschiedenen Produktlinien unterschiedliche Ansätze. Kleinere Turbinen werden kundenspezifisch entwickelt, während Hochleistungsgas- und -dampfturbinen auftragspezifisch konfiguriert werden. Deshalb gibt es mehrere Arten des Umganges mit Entwicklungsstücklisten (EBOM). Während manche Stücklisten unzweideutig die Konstruktion abbilden, kommen Teile, Baugruppen oder vollständige Produkte in anderen Fällen in mehreren Stücklisten vor, die Varianten und Konfigurationen repräsentieren.

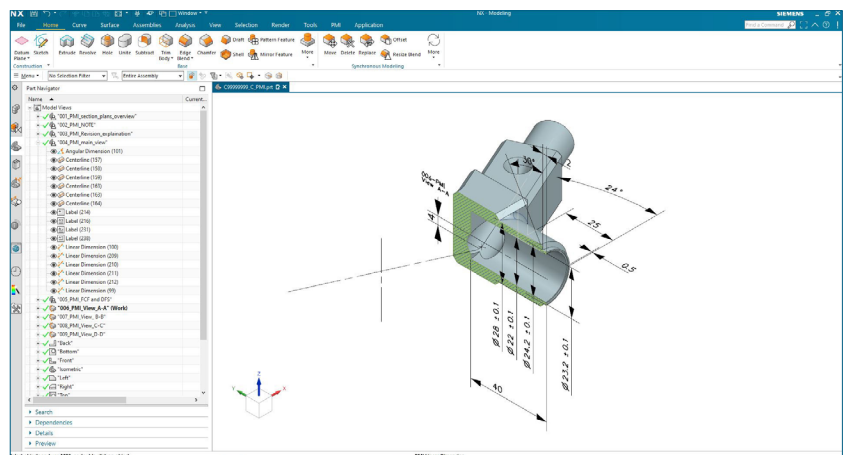
Vollständige, durchgängige Fertigungsinformationen

Siemens Energy nutzt unter anderem auch die Additive Fertigung (AF). Dennoch entsteht die Mehrzahl der Komponenten durch Zerspanung in Werkzeugmaschinen. Neben den 3D-Modellen der Teile benötigt die Fertigung zusätzliche Geometriedaten. Zu diesen gehören Form-, Ausrichtungs-, Lage- und Rundlauf toleranzen sowie die Oberflächengüte. «

In der Vergangenheit wurde diese Informationen in 2D-Zeichnungen eingearbeitet, diese den Fertiggern zusätzlich zu den 3D-Modellen zur Verfügung gestellt. »Die

Fertiger waren zwar mit diesem etablierten Verfahren bestens vertraut, dennoch läuft die Notwendigkeit, gleichzeitig ein 3D-Modell und eine Zeichnung zu handhaben, unseren Digitalisierungsanstrengungen zuwider«, sagt Falk Elsner, Leiter modellbasierte Fertigung bei Siemens Energy. »Wir wollen die Fertigung mit vollständigen, durchgängigen digitalen Informationen aus einer einzigen Quelle versorgen.«

Anlässlich der Überarbeitung eines Kompressors nutzten Konstrukteure und Fertigungstechniker bei Siemens Energy erstmals in die 3D-Modelle der Komponenten



Die automatisch erzeugten PMI docken an der Geometrie des 3D-Modells an. So entsteht ein umfassendes GPS. Zur einfachen Nutzung in Fertigung, Qualitätssicherung oder anderen Folgeprozessen lässt sich das Ergebnis in den Datenformaten JT oder STEP exportieren.

und Baugruppen eingebettete Produkt- und Fertigungsinformationen (PMI). Sie nutzen Attribute wie Maße und Toleranzen, 3D-Anmerkungen und Bemaßung, Oberflächengüte und Materialspezifikationen. Damit transportierten sie für die Fertigung benötigte, nicht-geometrische Informationen als Teil der mittels NX und Teamcenter erstellten 3D-Modelle. Ihr Ziel war, 2D-Zeichnungen vollständig zu eliminieren.

Mit PMI-Bemaßung Zeichnungen ersetzen

»Bei unseren ersten Versuchen, Zeichnungen durch PMI zu ersetzen, überstieg der Aufwand den Nutzen«, erinnert sich Elsner. Dies deshalb, weil die Ingenieure mit PMI frühere Zeichnungseigenschaften direkt ersetzt hatten. »Um die Vorteile von PMI nutzbar zu machen, mussten wir unsere Produktdefinition umstellen.«

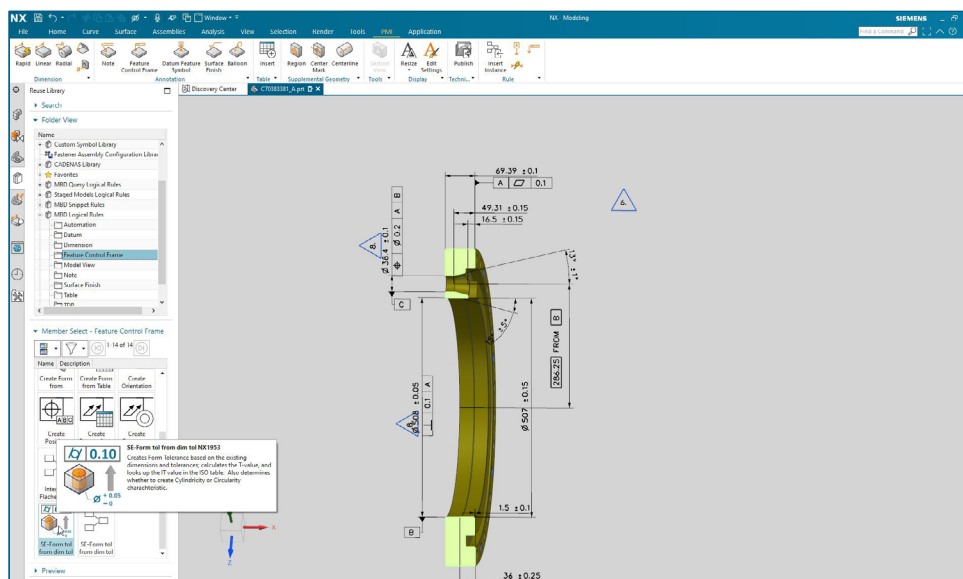
Immer noch mit dem Ziel, Zeichnungen durch mit PMI angereicherte 3D Modelle zu ersetzen, machte Siemens Energy eine Umfrage unter Konstruktions- und Fertigungsmitarbeitern sowie externen Partnern. Diese ergab unter anderem den

starken Wunsch danach, PMI innerhalb von NX CAM zu verwenden. Ihre Verwendung in Verbindung mit merkmalsbasierter Zerspaltung (feature-based machining; FBM) bringt erhebliches Potenzial zur Komplexitätsreduktion, beschleunigten Codegenerierung und Qualitätsverbesserung bei NC-Programmen. Zusätzlich ermöglicht sie PLM-integrierte Freigabeverfahren für Produkte und Produktvarianten.

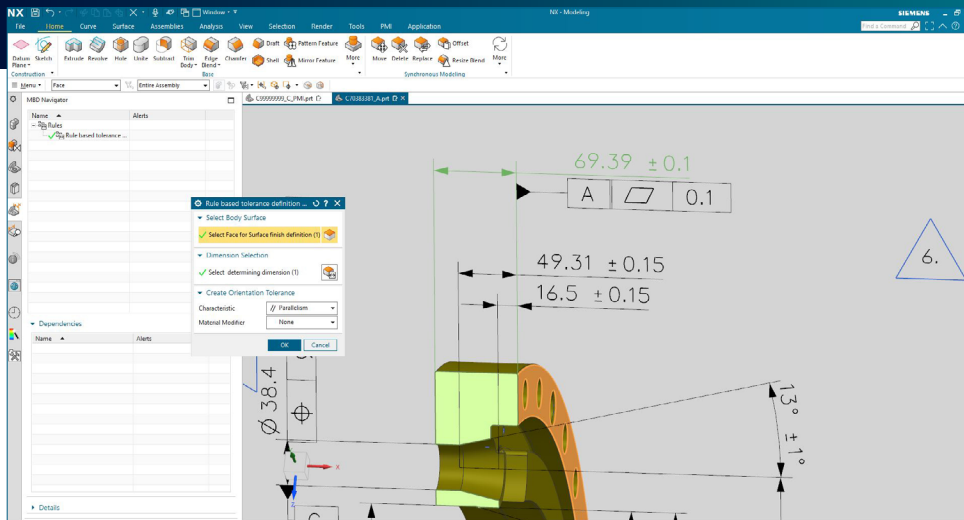
Damals waren diese Anforderungen noch nicht vollständig in NX implementiert. Nachdem sich Siemens Energy an Siemens Digital Industries Software wandte, wurde der Umfang der PMI-Funktionalität in NX bedeutend erweitert. Aktuelle Versionen verfügen über branchenweit führende PMI-Fähigkeiten.

Abmaßgeführte Formtolerierung

Der Umstieg auf die modellbasierte Definition (MBD) zum Erzeugen eines vollständigen digitalen Zwillings war für Siemens Energy ein wichtiger Schritt zur digitalen Transformation. Das Unternehmen versuchte, in der Produktdefinition großer Teile und



Die umfassenden MBD-Fähigkeiten von NX rund um die automatische, regelbasierte PMI-Erstellung für GPS ermöglicht Unternehmen das Erstellen, Speichern und Verwalten eigener Regeln und Normen in einer Bibliothek über einen eingebauten Logik-Editor.



Durch Formulieren von Parametern, die nach Auswahl in einer Bibliothek automatisch implementiert werden, steigerte Siemens Energy die Gesamtanlageneffizienz (OEE) der Werkzeugmaschinen von 65 auf 85 % und eliminierte copy & paste.

Baugruppen von copy & paste weg zu kommen. Dabei wurden Formtoleranzen und Oberflächenqualitäten oft unnötig eng spezifiziert. Als Voraussetzung dafür führte das Unternehmen die geometrische Produktspezifikation (GPS) nach ISO 14405 ein. Diese ersetzt das Hüllkurvenprinzip bei Toleranzen durch das Unabhängigkeitsprinzip.

Eine nicht mehr verwendete deutsche Norm beschrieb mathematische Korrelationen zwischen Maß- und Formtoleranzen wie Rundheit, Zylindrizität, Flachheit und Parallelität planparalleler Oberflächen. Unter Verwendung dieser Korrelation implementierte Siemens Energy eine regelbasierte, automatische Formtoleranzerstellung. Diese gewährleistet die automatische Festlegung der größtmöglichen Formtoleranz oder Richtungstoleranz für die Parallelität. Mithilfe ähnlicher Mechanismen erfolgt bei Siemens Energy automatisch die Ableitung und Festlegung von Anforderungen an die Oberflächengüte. Das sorgt ohne die Notwendigkeit von Eingriffen der Konstrukteure für die optimale Korrelation zwischen Bauteilgröße, Toleranzen und Oberflächeneigenschaften.

»Das automatische Erzeugen abmaßgeführter Formtoleranzen und Oberflächeneigenschaften führte zu konstruktiven Optimierungen, verbesserter Produzierbarkeit und einem vorteilhaften Preis-Leistungs-

Verhältnis unserer Produkte«, bestätigt Elsner. »Zusätzlich liefert es wertvolle Informationen für andere Bereiche, etwa der Qualitätssicherung.«

Papierlose Produktdefinition

Mittels der umfassenden MBD-Fähigkeiten innerhalb von NX rund um die automatische, regelbasierte PMI-Erstellung für GPS eliminierte Siemens Energy Zeichnungen aus der Produktdefinition. »Das ermöglicht uns das Erstellen, Speichern und Verwalten unserer eigenen Regeln und Normen in einer Bibliothek über einen eingebauten Logik-Editor«, betont Elsner. »NX ermöglichte uns durch das Formulieren von Parametern zur automatischen Implementierung den Verzicht auf copy & paste.«

Die automatisch erzeugten PMI docken an der BREP (Boundary Representation) Geometrie des 3D-Modells an. So entsteht ein umfassendes GPS. Zur einfachen Nutzung in Fertigung, Qualitätssicherung oder anderen Folgeprozessen lässt sich das Ergebnis in den Datenformaten JT™ oder STEP exportieren. Da die Verwendung von PMI bei internen wie externen Fertigern noch nicht sehr verbreitet ist, investierte Siemens Energy zur Verbesserung der Akzeptanz in ein Lieferantentraining.

Die regelbasierte PMI-Erzeugung entlastete die Konstrukteure bei Siemens Energy von

Lösungen/Dienstleistungen

NX CAM

[siemens.com/nxcam](https://www.siemens.com/nxcam)

Teamcenter

[siemens.com/teamcenter](https://www.siemens.com/teamcenter)

Simcenter STAR-CCM+

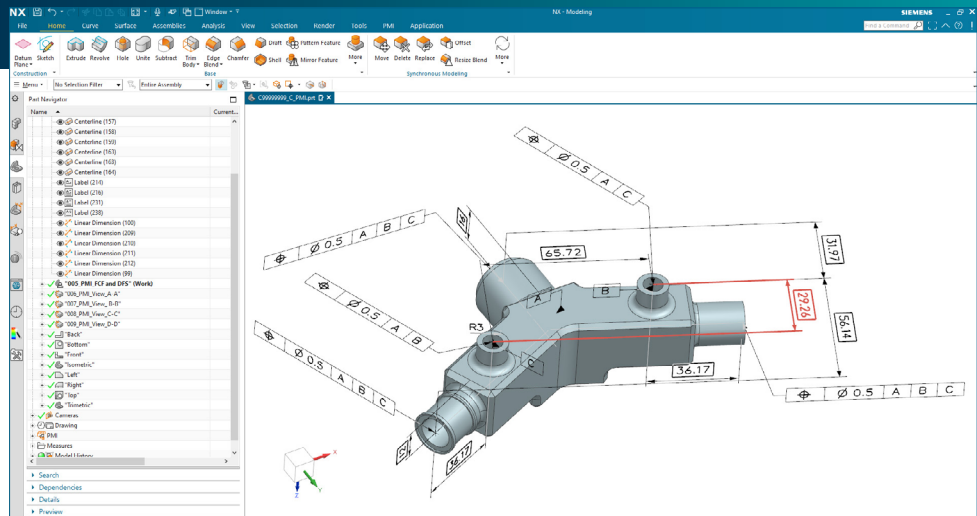
[siemens.com/simcenterccm](https://www.siemens.com/simcenterccm)

Hauptgeschäft des Kunden

Die Siemens Energy AG ist ein führender Hersteller von Anlagen für die Erzeugung, Übertragung und Speicherung elektrischer Energie. Das Unternehmen mit Sitz in Deutschland beschäftigt 91.000 Mitarbeiter, ist in mehr als 90 Ländern tätig und erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2021 einen Jahresumsatz von 28,5 Mrd. €. Ein Sechstel der weltweiten Stromerzeugung erfolgt mittels Technologie von Siemens Energy.
www.siemens-energy.com

Standort

München
Deutschland



In die 3D-Modelle in NX eingebettete PMI führten im CAM-Prozess zu einer Beschleunigung der NC-Programmerstellung.

unbeliebten, unproduktiven Tätigkeiten wie dem Anfügen von Anmerkungen. Wo das nicht möglich ist, verlagerte das diese Tätigkeiten von bürokratischer Zusatzarbeit in den natürlichen Arbeitsablauf.

»NX Model Based Definition ermöglicht uns das Speichern, Teilen und Wiederverwenden aller aus dem Konstruktionsprozess resultierenden Aspekte«, sagt Elsner. Zwar kann das Formulieren der GPS-Regeln für die

automatisierte PMI-Erstellung ähnlich viel Zeit beanspruchen wie traditionelle Methoden, es hilft jedoch, Fehler zu vermeiden und erleichtert das Reagieren auf veränderte Vorschriften. »Durch die Verwendung der in die 3D-Modelle eingebetteten PMI im CAM-Prozess erzielten wir nahezu 26 % Einsparungen im CAx und erhöhten die OEE der Werkzeugmaschinen von 65 auf 85 %.«

» NX ermöglichte uns durch das Formulieren von Parametern zur automatischen Implementierung den Verzicht auf copy & paste.«

Falk Elsner
Modellbasierte Fertigung
Siemens Energy

Siemens Digital Industries Software

Deutschland +49 221 20802-0
Österreich +43 732 37755-0
Schweiz +41 44 75572-72

Alle weiteren Nummern: [hier](#)

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2022 Siemens. A list of relevant Siemens trademarks can be found [here](#). Other trademarks belong to their respective owners.
84423-DE-D3 5/22 A