

# MODEL BASED DEFINITION: DER WEG ZUM 3D-MASTER

Die durchgängige Nutzung der digitalen Informationen im Engineering wird heute durch die Tatsache erschwert, dass in vielen Unternehmen die 2D-Zeichnung neben dem 3D-Modell nach wie vor ein zentraler Informationsträger für Folgeprozesse ist. Dadurch stehen fertigungs- oder qualitätsrelevante Informationen nicht in maschinenlesbarer Form zur Verfügung. Die Implementierung des 3D-Master-Konzepts ist deshalb der erste Schritt auf dem Weg zur digitalen Durchgängigkeit und zum Model-Based Enterprise. Das vorliegende Whitepaper beschreibt, warum es ratsam ist, diesen Weg einzuschlagen und welche Herausforderungen damit im PLM-Kontext verbunden sind.



# Einleitung

Seit Jahrzehnten konstruieren Unternehmen die mechanischen Bestandteile ihrer Produkte und Produktionssysteme mit 3D-CAD-Applikationen. Das hat jedoch nicht zu einem völligen Verzicht auf 2D-Zeichnungen in den Downstream-Prozessen geführt. Die durchgängige Nutzung der 3D-Daten aus der mechanischen Konstruktion in Arbeitsvorbereitung, Werkzeugbau und Qualitätssicherung, aber auch in der Technischen Dokumentation oder im Service ist ein wichtiger Gradmesser für die digitale Durchgängigkeit der Informationsflüsse im Unternehmen und in der Zulieferkette. Oder anders ausgedrückt: Die 3D-Modelle sind ein zentraler, wenn auch nicht hinreichender Bestandteil für den Digital Thread und den Digital Twin.

Um 3D-Modelle prozessdurchgängig nutzen zu können, müssen sie als 3D-Master neben den reinen Geometriedaten auch Maße, Toleranzen, Informationen zur Oberflächengüte oder andere fertigungsrelevante Attribute enthalten. Bislang hat jedoch erst eine Minderheit von Unternehmen das Konzept der Model-Based Definition (MBD) konsequent umgesetzt. Stattdessen basieren viele Prozesse immer noch auf Informationen, die per Zeichnung weitergegeben und deshalb nicht automatisch weiterverarbeitet werden können. Das liegt daran, dass Chancen wie Zeiteinsparungen in den Downstream-Prozessen und einer höheren Prozesssicherheit ein relativ großer Aufwand für die Änderungen der Abläufe gegenüberstehen. Das vorliegende Whitepaper beschreibt die komplexen Zusammenhänge im PLM-Kontext und warum es trotzdem ratsam ist, den Weg zum Model-Based Enterprise einzuschlagen.

## Der 3D-Master im Kontext des Digital Threads

Daten und Informationen von Produkten und Systemen auf der Reise durch den kompletten Lebenszyklus nachvollziehbar zu verbinden, ist die zentrale Aufgabe des Digital Thread oder des digitalen roten Fadens, wie man im Deutschen sagt (siehe Abbildung 1). Dank Sensorik und Internet der Dinge und Dienste produzieren Produkte und Produktionssysteme immer mehr Daten, die dazu dienen, sie effizienter zu warten oder im laufenden Betrieb zu verbessern.

Manche Daten sind unabhängig voneinander, andere stehen in enger Beziehung und beeinflussen sich gegenseitig. Man kann das eine Datum nicht ohne das andere ändern. Die Herausforderung ist, dass sie selbst oft nichts von dieser Beziehung wissen, weil sie in vielen kleinen und großen Datensilos schlummern, die nicht miteinander verbunden sind. Oder weil sie in Dokumenten eingebettet sind, so dass man sie nur schwer extrahieren kann. Ziel des Digital Thread ist, diese Beziehungen durch Verlinkungen zwischen den einzelnen Daten-Objekten digital herzustellen und zu verwalten.

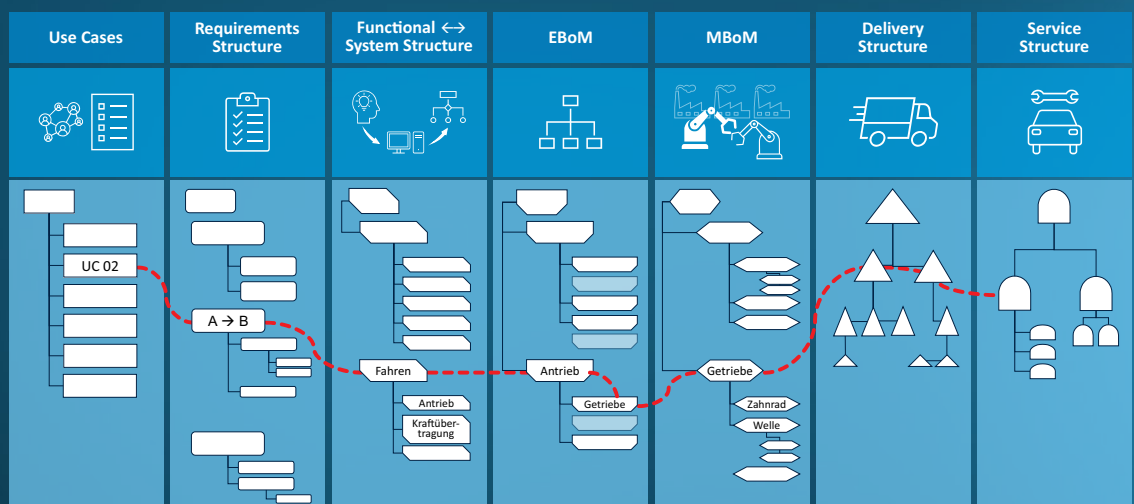


Abbildung 1: Digitale Durchgängigkeit im Lebenszyklus

Der Digital Thread soll die Unternehmen in Produktentwicklung, Fertigung und Betrieb effizienter machen und Fehler vermeiden, insbesondere bei Änderungen. Er soll den digitalen Wandel und entsprechende Geschäftsmodelle unterstützen. Und er ist der Schlüssel zur Traceability, die den Produktlebenslauf vollständig nachvollziehbar macht. Ohne den Digital Thread lässt sich nicht nachvollziehen, wie ein Produkt entstanden ist und wie z.B. ein möglicher Fehler zustande gekommen ist. Ohne ihn gibt es kein virtuelles Abbild eines real existierenden Produkts oder Assets. Der Digital Thread ist der Vater des Digital Twins.

Neben Elektronik und Software ist die mechanische Konstruktion ein bedeutender Teil der Produktdefinition, auf den nun fokussiert wird. Grundlage für die digitale Durchgängigkeit im Kontext der mechanischen Konstruktion ist der Ansatz der Model-Based Definition (MBD) oder des 3D-Masters. Er kombiniert das 3D-Modell mit Anmerkungen für Produkt- und Fertigungsinformationen, mit dem Ziel, alle relevanten Informationen an einer zentralen Stelle zu definieren und lesbar für Mensch und Maschine zur Verfügung zu stellen. Das ermöglicht im weiteren Verlauf ein automatisiertes Auslesen und Weiterverwenden der Daten, was das händische Übertragen minimiert. Die herkömmliche Zeichnung zur Dokumentation der Konstruktion wird dadurch de facto ersetzt.

Digital verbinden kann man nur, was in digitaler Form existiert. Um ein ausgeliefertes Produkt in einem digitalen Zwilling vollständig beschreiben zu können, müssen alle relevanten Produktdaten digital verfügbar sein. Davon sind viele Unternehmen in der Realität noch ein Stück weit entfernt. In den digitalen Prozessketten und Informationsflüssen klaffen Lücken, angefangen von der fertigungsgerechten 3D-Modellierung der mechanischen Bauteile über die Integration von Elektro/Elektronik-Bauteilen und Software-Bausteinen bis zur konsequenten Einbindung und Nutzung der Simulationsdaten.

Ungeachtet des wachsenden Wertschöpfungsanteils von Elektrik/Elektronik und Software haben auch smarte Produkte eine geometrische Form, die heute üblicherweise in 3D modelliert wird. Die 3D-Modelle aus der Konstruktion sind deshalb ein zentraler Bestandteil des Digital Thread. Trotz nach wie vor bestehender Medienbrüche sind sie zusammen mit den 2D-Zeichnungen der vielleicht wichtigste Informationsträger für die Kommunikation von Produktinformationen innerhalb des Unternehmens und über Unternehmensgrenzen hinweg. Und sie sind im Unterschied zu 2D-Zeichnungen auch für Nicht-Techniker einfacher verständlich, was Missverständnisse vermeidet und die Komplexität reduziert. 3D-Modelle spielen in allen Phasen des Lebenszyklus eine zentrale Rolle.

Der Digital Thread ist eine langfristige strategische Weichenstellung, die gut vorbereitet sein will. Die Unternehmen müssen das modellbasierte Arbeiten in allen Bereichen der Produktentstehung konsequent adaptieren und sich in Model-Based Enterprises verwandeln. Ein erster Schritt dazu ist, das klassische 3D-Modell zum 3D-Master zu machen, der alle für die Downstream-Prozesse erforderlichen Geometrie-bezogenen digitalen Informationen enthält. Schritt zwei bedeutet, diese Informationen dann auch durchgängig zu nutzen. Der 3D-Master kann dann um weitere Informationen für den Digital Thread ergänzt werden. Was ein 3D-Master ist und welche Vorteile er bietet, beschreibt das vorliegende Whitepaper.

## Aktuelle Herausforderungen und Grenzen der 3D-Produktdefinition

In Anbetracht der Tatsache, dass die Unternehmen ihre Produkte seit Jahrzehnten in 3D modellieren, stellt sich die Frage, warum sie gerade fertigungsrelevante Informationen immer noch zeichnungsbasiert kommunizieren, anstatt sie als Product & Manufacturing Information (PMI) an die 3D-Modelle anzubringen. In vielen Unternehmen ist die Zeichnung nach wie vor das führende Dokument, also der Master. Das bedeutet, dass die auf den Zeichnungen enthaltenen Informationen nicht maschinell ausgelesen und somit nicht automatisiert weiterverwendet werden können.

Für die unvollständige digitale Durchgängigkeit der 3D-Modelldaten gibt es verschiedene Gründe. Zunächst einmal war und ist die 3D-Annotation in vielen CAD-Systemen mangels entsprechender Automatismen nicht oder nicht viel schneller als die Zeichnungserstellung, so dass der Anreiz für die Anwendenden in der Konstruktion gering ist. Der Nutzen des MBD bzw. des 3D-Masters erschließt sich im Wesentlichen in den Folgeprozessen, die jedoch bei vielen Unternehmen noch nicht vollständig digitalisiert sind. Das gilt insbesondere für die Qualitätssicherung, in der die gestempelte Prüfzeichnung oft noch das Maß aller Dinge ist.

Auch bei der Zusammenarbeit mit externen Fertigungspartnern ist meist die Zeichnung das vertraglich verbindliche Dokument, insbesondere wenn es sich um Partner in Ländern handelt, die nicht auf dem neuesten Stand der Technik sind. Die 2D-basierten Abläufe sind seit Jahren eingespielt und funktionieren gut, so dass es bislang keinen großen Leidensdruck gab. Erst allmählich stellen die Unternehmen fest, dass hier ein erhebliches Rationalisierungspotential schlummert, was die Verkürzung der Durchlaufzeiten und die Reduzierung von Fehlern anbelangt.

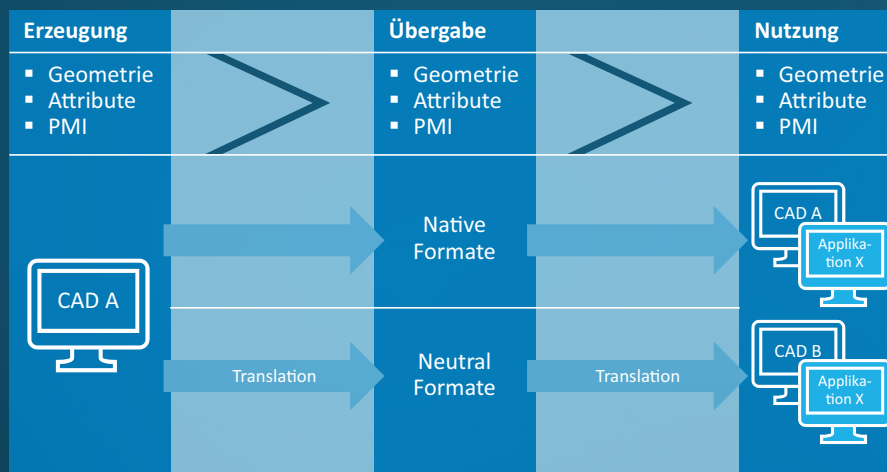


Abbildung 2: Erzeugung und Nutzung von 3D-Modelldaten

Ein großes Hindernis für die digitale Durchgängigkeit sind die heterogenen CAD- und CAM-Systemlandschaften innerhalb der Unternehmen, aber auch und vor allem in ihrer Zulieferkette. Das bedeutet, dass die 3D-annotierten Modelle normalerweise nicht in den nativen Formaten ausgetauscht werden, was aus Gründen des Know-how-Schutzes ohnehin problematisch ist, sondern in Neutralformaten wie STEP, JT oder 3D PDF. Dabei ist jedoch nicht sichergestellt, dass die PMI-Informationen korrekt und in einer maschinenlesbaren Form ankommen.

Während sich die Geometrie heute zuverlässig über B-REP-Darstellungen austauschen lässt, werden PMI-Informationen entweder grafisch oder semantisch weitergegeben. Maschinenlesbar sind aber nur semantische Informationen. Die Herausforderung besteht darin, dass es für die Übergabe dieser Informationen teilweise noch keine allgemein verbindliche Definition gibt, was die Ausgabe der PMIs in Neutralformaten und den Import der Informationen in die Zielsysteme erschwert. Hinzu kommt, dass viele Bearbeitungsoperationen direkt auf der CAD-Geometrie aufsetzen, so dass für ihre Programmierung eine tolerierte CAD-Geometrie wichtiger wäre als ein im Nennmaß konstruiertes, aber annotiertes 3D-Modell. Es ändern sich die Anforderungen an die 3D-Produktinformation im CAD, d.h. eine Bohrung muss z. B. mit einem Bohrungsfeature erzeugt werden, weil ein Rotations-Materialschnitt zwar die identische Geometrie erzeugt, aber nicht als Bohrung identifiziert wird.

## Notwendige PLM-Fähigkeiten für den 3D-Master

Um die Modelldaten prozessdurchgängig nutzen zu können, müssen die Unternehmen eine Reihe von Maßnahmen technischer und organisatorischer Natur treffen. Im ersten Schritt geht es vor allem darum, die zeichnungs-basierte Kommunikation von Produktinformationen abzulösen und das modellbasierte Arbeiten zu implementieren. Die Unternehmen müssen das 3D-Modell zu einem wirklichen 3D-Master machen, der neben der Geometrie alle fertigungs-, qualitäts- und funktionsrelevanten Daten enthält, die im Produktlebenszyklus benötigt werden.

Grundlage des modellbasierten Arbeitens ist der Ansatz der Model-Based Definition (MBD), der genau dieses Ziel verfolgt. Hierbei ist zu unterscheiden, welche Informationen direkt am 3D-Modell benötigt werden und welche lediglich mit ihm verknüpft werden, um die Informationen passend handhaben zu können. Die Details der Materialdefinition, die in einer Materialdatenbank abgelegt sein können, ist ein Beispiel hierfür. Aus diesem Grund muss das 3D-Master-Konzept in die PLM-Gesamtstrategie eingebettet sein und um weitergehende PLM-Fähigkeiten ergänzt werden.



Unternehmen benötigen bestimmte PLM-Fähigkeiten, um MBD umsetzen zu können. In der so genannten Heatmap in Abbildung 3 sind die wichtigsten Fähigkeiten rot markiert, die für die Umsetzung eines 3D-Master-Konzepts benötigt werden. Grundlage der Heatmap ist die von PROSTEP entwickelte PLM Capability Map. Sie stellt das zentrale Element in der PROSTEP-Methodik dar, um den Ist-Zustand der Fähigkeiten im Unternehmen einzuschätzen und den Soll-Zustand zu definieren. Ausprägungen der Fähigkeiten, Schwerpunkte und die angewandte Vorgehensweise bei ihrer Implementierung sind dabei stets den individuellen Gegebenheiten anzupassen. Jedes Unternehmen muss für sich definieren, welchem Anspruch es in den verschiedenen Fähigkeiten gerecht werden will.

Im oberen Teil der Capability Map sind die für die Erzeugung der Daten verantwortlichen Fähigkeiten aufgeführt. Für den 3D-Master stehen hier das Mechanische Design und das E/E Design als Kerndisziplinen der Geometrie- und PMI-Erzeugung im Mittelpunkt. Die zusätzlich markierten Fähigkeiten wie z.B. Simulation oder Production Planning nutzen diese Daten und erzeugen damit weitere Prozessdaten.

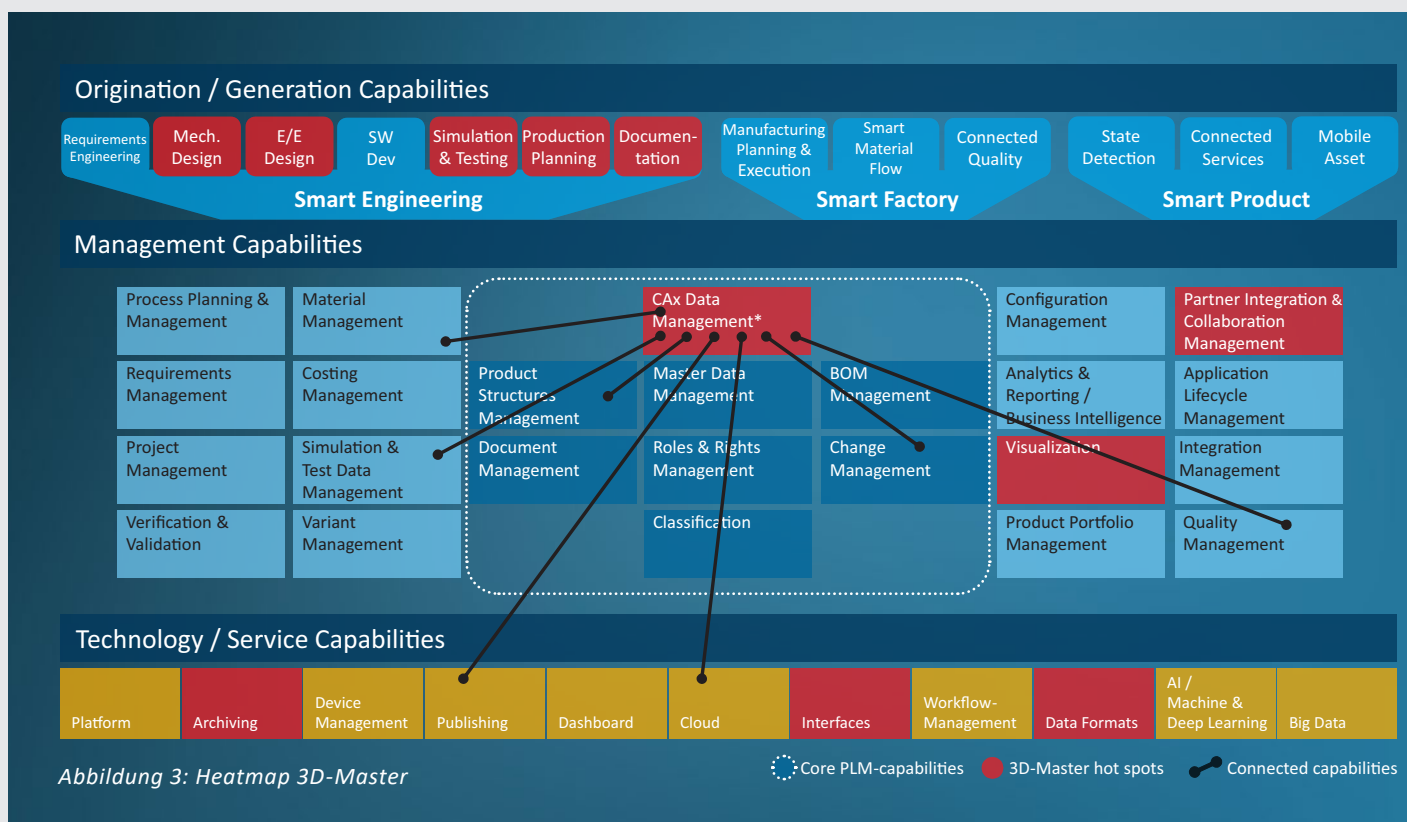


Abbildung 3: Heatmap 3D-Master

Der mittlere Bereich - die Management Capabilities - beschreibt die Fähigkeiten, die für die Handhabung und Verwaltung der Daten erforderlich sind. Das CAX-Daten-Management stellt in diesem Segment die zentrale Fähigkeit für den 3D-Master dar. Sie ist dafür zuständig, die Daten abzulegen und in geeigneter Weise in den PLM-Gesamtkontext einzubetten.

Über die Partner-Integration werden interne und externe Partner in die Erstellung und Nutzung des 3D-Masters eingebunden. Die Visualisierung stellt für unterschiedliche Anwendungsfälle passende, ggf. vereinfachte und leichtgewichtige Darstellungen bereit. Darüber hinaus können zu weiteren Fähigkeiten optionale Beziehungen bestehen. Das Material-Management beispielsweise bildet Materialkennwerte von zur Produktion zugelassenen Werkstoffen ab.

Die Technologie und Service-Fähigkeiten im unteren Abschnitt der Map stehen im prozessualen Durchlauf durchgängig zur Verfügung. Interfaces und Datenformate werden im Sinne der Kollaboration eingesetzt. Das Publishing beschreibt die Bereitstellung von Daten für einen bestimmten Zweck, ggf. eines ganzen Datenpakets. Der Bedarf an PLM-Fähigkeiten ist abhängig von der individuellen Unternehmenssituation.

## Umsetzung des 3D-Master-Konzepts

Die Umstellung auf das 3D-Master-Konzept bedeutet für die Unternehmen in mehrfacher Hinsicht eine Herausforderung. Zum einen müssen sie die Arbeitsweise in der Konstruktion bzw. den technischen Büros umstellen, zu deren Tätigkeiten neben der 3D-Modellierung heute meist noch die Zeichnungsableitung und ihre fertigungsgerechte Aufbereitung gehört. Zum anderen müssen die Abläufe in den nachgelagerten Abteilungen dahingehend angepasst werden, dass die Informationen der mit PMIs versehenen 3D-Modelle ausgelesen und weiterverwendet werden können. Das schließt die Klärung der Frage ein, welche ihrer externen Fertigungspartner in der Lage sind, PMIs zu verarbeiten und wie sie bei der Umstellung unterstützt werden können. In diesem Zusammenhang ist juristisch zu klären, inwieweit die 3D-Modelle als Vertragsgrundlage nutzbar sind und Zeichnungen weggelassen werden können.

Konstrukteure und technische Zeichner verbringen im Schnitt die Hälfte ihrer Konstruktionszeit mit der Erstellung der 3D-Modelle, die andere Hälfte mit der Erstellung oder Änderung von Zeichnungen. Der Verzicht auf die Zeichnungserstellung bedeutet für sie zunächst eine erhebliche Zeitersparnis, die allerdings zum Großteil durch den Aufwand für die Anbringung der PMIs wieder aufgezehrt wird. Wie viel Zeit sie dafür benötigen hängt auch davon ab, wie weit das jeweilige CAD-System sie dabei durch Automatismen unterstützt. Hinzu kommt gerade in der Umstellungsphase der Zeitaufwand zur Definition der neuen Arbeitsweise, für Schulungen und die Einarbeitung.



Die Anwender müssen den Umgang mit den PMI-Funktionen ihrer CAD-Applikation erlernen und sie müssen lernen, die PMIs methodisch an die 3D-Modelle anzubringen, so dass die Kollegen in anderen Abteilungen den Überblick behalten und dass sie für die Folgeprozesse nutzbar sind. Standardisierte Geometrielemente, z.B. Bohrungsfeatures, die bereits vordefinierte PMI-Informationen enthalten sind eine Möglichkeit. Unternehmensweit einheitliche Richtlinien, wie es sie für die CAD-Modellierungsmethoden geben sollte, sind für die 3D-Annotation ebenfalls erforderlich. Es ist z.B. üblich, Fertigungsinformationen auf festgelegten Ebenen im Modell darzustellen und nach Namenskonventionen benannten Ansichten zuzuordnen, so dass bemaßte Ansichten des 3D-Modells im Bedarfsfall wie ein Zeichnungsersatz ausgedruckt werden können. Gerade bei der Abstimmung mit externen Partnern, die vielleicht noch nicht in der Lage oder willens sind, die PMI der annotierten 3D-Modelle automatisch auszulesen und weiter zu verarbeiten, ist eine solche methodische Vorgehensweise hilfreich.

Der 3D-Master sorgt nicht automatisch für mehr digitale Durchgängigkeit in Richtung Fertigung. Wenn die Unternehmen eine durchgängige CAX-Prozesskette aus der Hand eines Herstellers nutzen, ist sie in aller Regel gegeben. Schwieriger ist die Situation, wenn sie mit CAX-Applikationen unterschiedlicher Hersteller arbeiten bzw. mit Fertigungspartnern zusammenarbeiten, die eine CAM-Applikation eines anderen Herstellers einsetzen. In diesen Fällen müssen die PMI-Informationen über Neutralformate wie z.B. STEP oder JT übertragen werden. Dies ist grundsätzlich möglich, allerdings ist zu klären, ob und in welchen Neutralformaten die jeweiligen Applikationen in den nachgelagerten Bereichen die PMIs semantisch auswerten können.

Die Umstellung der Arbeitsweise ist sowohl für die Erzeuger als auch für die Nutzer der annotierten 3D-Modelle mit einem gewissen Aufwand verbunden. Deshalb ist es wichtig, einen Sponsor für die Umstellung im Management zu finden, der die mittel und langfristigen Nutzeneffekte erkennt und die Effizienzverluste in einer Übergangsphase akzeptiert.

## Nutzung und Nutzen des 3D-Masters

Die Einführung eines 3D-Masters erhöht die Geschwindigkeit, Genauigkeit und Effizienz in der Produktentwicklung, aber vor allem in der Fertigungsvorbereitung und der Qualitätssicherung. Ziel ist es, die Time-to-Market zu verkürzen und die Produktqualität zu verbessern. Das gemeinsame Arbeiten an einem einheitlichen Modell ermöglicht schnellere Feedback-Schleifen und - dank der Automatisierung bestimmter Prozessschritte - eine schnellere Weitergabe der Informationen an die Produktion. Dahingegen sind alle Informationen, die auf der Zeichnung stehen, nicht maschinenlesbar und müssen erneut händisch eingegeben werden. Dies ist zeitaufwändig und fehlerbehaftet. Arbeitsintensiv sind vor allem Überarbeitungen und die Fehlerbeseitigung.

Der 3D-Master bietet den Vorteil, dass alle geometriebezogenen produkt- und fertigungsrelevanten Informationen als PMIs am 3D-Produktmodell hängen und digital nutzbar sind. Das verbessert die Kommunikation der Informationen an andere Abteilungen im Unternehmen oder an externe Entwicklungspartner und Zulieferer und vermeidet Fehler durch Inkonsistenzen zwischen 3D-Modell und 2D-Zeichnungen. Weiterhin erleichtert es die elektronische Archivierung der Produktdaten in einem einheitlichen, langzeitfähigen Neutralformat. Die mit PMI versehenen 3D-Modelle können für unterschiedliche Anwendungsfälle im Unternehmen von digitalen Ausschreibungen über die Arbeitsvorbereitung und Qualitätssicherung bis zur Technischen Dokumentation genutzt werden.



Der hauptsächliche Nutzen des 3D-Masters ist die maschinelle Lesbarkeit und automatisierte Weiterverwendung der PMIs für Model-Based Engineering und Digital Manufacturing. Insbesondere bei der CNC-Programmierung der mechanischen Bearbeitung, aber auch bei der Programmierung von Koordinatenmessmaschinen sind dadurch erhebliche Zeiteinsparungen möglich. Außerdem vermeidet die digitale Durchgängigkeit der CAX-Prozesskette Fehler durch manuelle Eingaben, die kostspielige Änderungen oder Nacharbeiten nach sich ziehen.

Um das Potenzial des 3D-Masters voll auszuschöpfen, müssen die 3D-Modelle mit PMIs über die gesamte Prozesskette, insbesondere nach der Konstruktionsphase, nutzbar sein. Das bedeutet z.B. auch in der Qualitätssicherung, in der heute oftmals noch die gestempelte Prüfzeichnung die Grundlage für die Erstellung der Prüfprogramme ist. In der Fertigung und der Montage müssen die Anwender in die Lage versetzt werden, die annotierten 3D-Modelle in elektronischer Form zu konsumieren. Dazu benötigen sie robuste, fertigungstaugliche Hardware und einfach zu bedienende Software, die die Modelle entweder in nativen oder in Neutralformaten visualisieren können.

Die Implementierung des 3D-Master-Konzepts bedeutet für die Unternehmen und ihre Mitarbeiter eine erhebliche Umstellung, die sich bezahlt macht. Zunächst einmal spart die einmalige Eingabe der PMIs und ihre Wiederverwendung Zeit und vermeidet Fehler, deren Behebung noch mehr Zeit und Geld kostet. Die Informationen sind schneller in den Folgeprozessen verfügbar, was den Ablauf im Concurrent Engineering verbessert. Beschleunigt wird auch die Umsetzung von Änderungen, weil die Informationen nur einmal geändert werden müssen und in den Programmen für die Folgeprozesse einfacher aktualisiert werden können. Die Tatsache, dass alle fertigungsrelevanten Informationen am 3D-Modell hängen, sorgt für konsistentere Produktdaten. Die Daten können als Technical Data Package in einem einheitlichen, langzeitfähigen Neutralformat ausgetauscht und dokumentiert werden.

Erfolgreiche Unternehmen erstellen nicht nur MBD-Modelle, sondern wenden auch modellbasierte Verfahren in nachfolgenden Bereichen wie Beschaffung, Fertigung oder Service an, um den Wert des MBD zu maximieren. Dazu setzen fortschrittliche Unternehmen MBD-Modelle in einer Reihe von modellbasierten Verfahren ein, um z.B. Ausschreibungsprozesse zu versorgen, numerisch gesteuerte Werkzeugpfade für die Bearbeitung und Qualitätsprüfung zu entwickeln und technische Anweisungen zu verfassen. Der Wert einer MBD Initiative hängt davon ab, wie vollständig eine Organisation sie umsetzt.

## Möglichkeiten der Weiterentwicklung

Für viele Unternehmen ist der 3D-Master der erste Schritt auf dem Weg zum modellbasierten Unternehmen, das alle Informationen digital kommuniziert und durchgängig nutzt. Er liefert dafür die vollständige geometrische Produktbeschreibung einschließlich der Informationen, die für die Fertigung der einzelnen Komponenten erforderlich sind. Das macht ihn zu einem Kernbestandteil innerhalb der Digitalen Durchgängigkeit.

Wie eingangs erwähnt enthalten zu entwickelnde Produkte und Systeme immer mehr Elektrik/Elektronik und Software, die mit den mechanischen Komponenten interagieren, aber nicht integraler Bestandteil des 3D-Masters sind. Ihre Eigenschaften und Funktionsweise werden durch Markt- und Kundenanforderungen sowie gesetzliche Rahmenbedingungen vorgegeben, die schon vor der Erstellung der ersten 3D-Modelle während der Produktplanung definiert und erfasst werden und die das Produkt über seinen gesamten Produktlebenszyklus begleiten. Das bedeutet, dass der 3D-Master mit weiteren Informationen verknüpft werden muss, um ein vollständiges digitales Produktmodell zu erhalten, das die Durchgängigkeit und Rückverfolgbarkeit (Traceability) im Sinne des Digital Thread gewährleistet.

Dieses digitale Produktmodell ist ein Informationsmodell oder -netzwerk, das aus verschiedenen, miteinander verknüpften Partialmodellen besteht. Neben dem 3D-Master gehören dazu beispielsweise Anforderungs-, Funktions- und Logikmodelle, die mit Hilfe von Werkzeugen und Methoden des MBSE (Model based Systems Engineering) beschrieben werden, aber auch die Versionsstände der Software, die üblicherweise mit ALM-Systemen (Application Lifecycle Management) verwaltet werden. Das kann bedeuten, dass klassische PLM-Lösungen nicht mehr ausreichen, um das komplexe Geflecht an Beziehungen zwischen den Informationsobjekten zu beherrschen.

Unternehmen, die das 3D-Master-Konzept umsetzen, sollten sich bereits über die nächsten Schritte in Richtung eines vollständig digitalen Produktmodells Gedanken machen, das als Grundlage für den Digital Twin dient. Dieses digitale Produktmodell hat neben geometrischen Dimensionen auch unterschiedliche zeitliche Reifegrade und Gültigkeiten, die mit Hilfe so genannter Baselines dokumentiert werden. Es kann mit den Betriebsdaten aus der Produktion verknüpft werden, um den Betriebszustand zu überwachen und zu optimieren oder das Produkt im laufenden Betrieb weiterzuentwickeln. Dieser um die zeitliche Dimension erweiterte und mit dem Betriebsleben verknüpfte 3D-Master stellt weitergehende Anforderungen an die IT- und PLM-Bebauung, die bei der Definition der PLM-Strategie berücksichtigt werden müssen.

## Fazit

Der Digital Thread soll Informationen aus Produktentwicklung, Fertigung und Betrieb system-, domänen- und unternehmensübergreifend verbinden. Für diese Durchgängigkeit ist es notwendig, die Unternehmen in Model Based Enterprises MBE zu transformieren. Die Informationen müssen in digitaler Form vorliegen bzw. digital nutzbar sein. Deshalb ist der Aufbau eines 3D-Masters, der neben den geometrischen Dimensionen alle produktdefinierenden und fertigungsrelevanten Eigenschaften abbildet, ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum vollständig digitalem Produktmodell.

Stand heute wird die durchgängige Nutzung der digitalen Informationen erschwert durch die Tatsache, dass viele Unternehmen ihre Produkte noch nicht vollständig in 3D beschreiben. 2D-Zeichnungen sind nach wie vor ein zentraler Informationsträger für Folgeprozesse, was den Nachteil hat, dass die Informationen nicht automatisch ausgewertet und weiterverarbeitet werden können. In vielen Fällen sind die Zeichnungen immer noch die Vertragsgrundlage für die Zusammenarbeit mit externen Fertigungspartnern. Ziel des Model-Based Definition (MBD) ist es deshalb, zusätzlich zur Geometrie auch Maße, Toleranzen und andere Product & Manufacturing Informationen als semantisch PMIs direkt an das 3D-Modell anzubringen, um in der Definition auf Zeichnungen komplett verzichten zu können. Als Ergebnis gelangt man zu Modellen, die sowohl für Menschen als auch für Maschinen lesbar sind.

Die Implementierung von MBD und die Umsetzung des 3D-Master-Konzepts bedeuten für die Unternehmen ein grundsätzliches Umdenken. Sie müssen zum einen die Arbeitsweise in den Technischen Büros umstellen und einheitliche Regeln definieren, wie sie welche Informationen an die Modelle anbringen, damit sie für die Folgeprozesse optimal nutzbar sind. Zum anderen müssen sie die Abläufe in den nachgelagerten Abteilungen und in ihrer Zulieferkette dahingehend anpassen, dass PMIs automatisiert ausgelesen und weiterverwendet werden können. Nur auf diese Weise wird der zu leistende Aufwand den angestrebten Nutzen bringen.

Konsequent umgesetzt, verspricht das 3D-Master-Konzept erhebliche Vorteile. Die Unternehmen verbessern die Kommunikation zwischen den Abteilungen und mit externen Partnern und Zulieferern, weil alle relevanten Informationen am Modell definiert sind, was zudem ihre Archivierung erleichtert. Die mit PMIs versehenen 3D-Modelle können für digitale Ausschreibungen oder die Technische Dokumentation weiterverwendet werden. Die Auswertung der semantischen PMIs ermöglicht erhebliche Zeiteinsparungen bei der CNC-Programmierung der mechanischen Bearbeitung, aber auch bei der Programmierung von Messmaschinen in der Qualitätssicherung, was die Time-to-Market verkürzt.

Mit dem 3D-Master-Konzept stellen Unternehmen die Weichen in Richtung Model-Based Enterprise und schaffen damit die Grundlage für ein vollständig digitales Produktmodell, das neben den 3D-Master Daten auch Informationen aus anderen Domänen wie Anforderungsmanagement, Elektrik/Elektronik- und Software umfasst. PROSTEP unterstützt Sie in der Definition und Umsetzung dieses Konzepts und der Auswahl der dafür erforderlichen PLM-Fähigkeiten. Sprechen Sie uns an!



PDF Version des Whitepapers:  
[www.prostep.com/whitepaper](http://www.prostep.com/whitepaper)  
oder scannen Sie den QR Code



## Sie haben Anmerkungen oder Fragen?

Wir freuen uns auf Ihr Feedback an  
[infocenter@prostep.com](mailto:infocenter@prostep.com)

**PROSTEP AG**  
Dollivostraße 11 · 64293 Darmstadt · Deutschland  
Telefon +49 6151 9287-0 · Telefax +49 6151 9287-326 · E-Mail [info@prostep.com](mailto:info@prostep.com)

© 2022 PROSTEP AG. Alle Rechte vorbehalten.  
Alle durch ® oder ™ gekennzeichneten Marken sind das Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

### IMPRESSUM

Herausgeber  
PROSTEP AG

Ansprechpartner:  
Stefan Just  
[stefan.just@prostep.com](mailto:stefan.just@prostep.com)

Edition 1, 2022