

# Den Digital Thread in Ihrem Unternehmen umsetzen

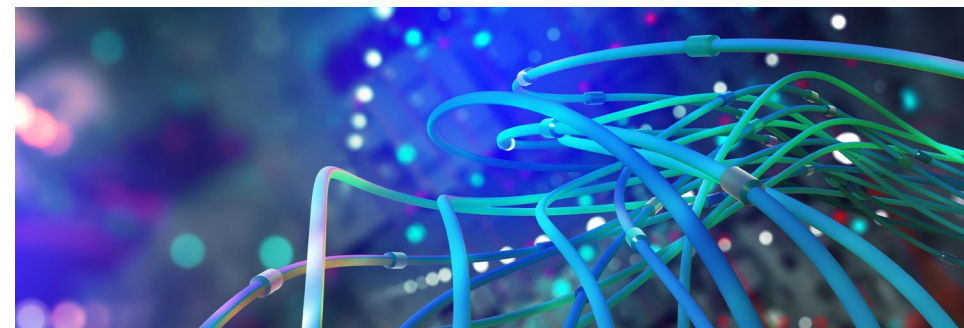
---

## Einführung in den Digital Thread

Digitale Technologie verändert zunehmend unsere physische Welt. Diese stetig wachsende digitale Transformation erfordert einen Digital Thread, der das Unternehmen und den Projektentwicklungsprozess verbindet. Der Digital Thread sorgt für einen geschlossenen Kreislauf zwischen der digitalen und der physischen Welt und verändert die Entwicklung, die Herstellung und die Bedienung der Produkte. Er dient als allgemein gültige Datenquelle und ermöglicht funktionsübergreifende Konsistenz, Zusammenarbeit und Koordination, da verbundene Informationen in Echtzeit aktualisiert werden.

Während des gesamten Produktlebenszyklus interagiert der Produktdesigner kontinuierlich mit vielen anderen Prozessen. Dieses Zusammenspiel wird durch Technologien wie das Internet der Dinge (IoT), Augmented Reality (AR), Produktlebenszyklus-Management (PLM) und Computer-Aided Design (CAD) erleichtert. Dabei werden Informationen und Feedback vom eigentlichen Produkt zurückgesendet, um die digitale Konstruktion zu verbessern. Diese digitalen Informationen unterstützen die Entscheidungsfindung sowie Prozesse in mehreren Abteilungen, Regionen und Organisationen. Für eine nahtlose Produktentwicklung ist ein nahtloser Digital Thread notwendig. Durch die Eliminierung punktueller Lösungen und die Sicherstellung eines optimierten Digital Threads können Unternehmen Daten im gesamten Betrieb wirksam einsetzen, um schneller, effizienter und mit verbesserter Qualitätskontrolle zu agieren.

Von der Konzeptentwicklung bis zur Entwicklung des Fertigungsprozesses wird das native CAD-Modell zur treibenden Kraft hinter dem Digital Thread. 3D-CAD und insbesondere die parametrische Modellierung ermöglichen eine problemlose Darstellung der Konstruktionsabsicht einschließlich Funktionen und Randbedingungen. Dadurch lässt sich leichter definieren, wie sich das Modell im Fall einer Änderung verhalten sollte. Darüber hinaus ist erstklassige parametrische Modellierung stark assoziativ, sodass bei Änderungen in einem Teil des Modells automatisch relevante Updates in verbundenen geometrischen und nachgeschalteten Artefakten generiert werden. Durch die modellbasierte Definition (MBD) können alle relevanten Daten, die für Fertigung und Qualitätssicherung benötigt werden, in einem gemeinsamen 3D-Modell bleiben, das als zentrale Instanz fungiert, welche alle entwicklungstechnischen und nachgeschalteten Aktivitäten steuert. CAD und MBD gestalten zusammen die digitale Grundlage für die Produktentwicklung und sorgen so für eine nahtlose Übertragung von Konstruktionsdaten und Informationen von der Konzeptphase bis zur Fertigung und darüber hinaus.



## Die Weiterentwicklung von CAD in der Produktentwicklung

Die Entstehung der CAD-Software begann in den 1960er Jahren und war die Antwort auf die immer komplexer werdenden Entwicklungsdesigns, deren frühe Systeme darauf spezialisiert waren, 2D-Darstellungen zu generieren. Als in den 1970er Jahren die 3D-Modellierung entstand, waren die Ingenieure in der Lage, ihre Konstruktionen realistischer und umfangreicher darzustellen. Mit der Kommerzialisierung und der breiten Anwendung von CAD führte PTC Pro/ENGINEER (heute PTC Creo) 1987 die parametrische Modellierung ein, die es den Ingenieuren erlaubte, Beziehungen zwischen den Bauteilen herzustellen und die Konstruktionsänderungen zu automatisieren. In den folgenden Jahrzehnten entwickelten sich Bereiche wie kollaborative Konstruktion, erweiterte Simulation, Cloud-basierte CAD-Lösungen und KI-gestützte generative Design-Tools. Mit jeder Weiterentwicklung revolutioniert die CAD Software den Konzeptions-, Konstruktions- und Fertigungsprozess von Produkten aufs Neue.

Beispielsweise war der Wechsel zur 3D-Modellierung ein wichtiger Schritt bei der Unterstützung der MBD, weil dadurch kommentierte 3D-Modelle erstellt werden konnten, bei denen Maße, Toleranzen und andere Fertigungsinformationen direkt mit der 3D-Geometrie verknüpft wurden. Durch die Unterstützung der verschiedenen Dateiformate verbesserten die CAD-Systeme die Dateninteroperabilität

und gewährleisteten auf diese Weise, dass die MBD-Daten problemlos weitergegeben werden konnten. Dies förderte die Zusammenarbeit innerhalb des Digital Threads.



## Prinzipien und Vorteile der modellbasierten Definition (MBD)

MBD ist ein kommentiertes 3D-CAD-Modell, wobei die zugeordneten Datenelemente das Produkt definieren, ohne dass dazu eine 2D-Zeichnung benötigt wird. MBD soll 2D-Zeichnungen überflüssig machen, indem alle relevanten Konstruktions- und Fertigungsinformationen direkt im 3D-Modell eingebettet sind. Durch die direkte Integration aller Produktinformationen in das 3D-Modell vermeiden Ingenieure Diskrepanzen, die bei der Arbeit mit 2D-Zeichnungen entstehen können. Bei 2D-Zeichnungen bereitet die Versionskontrolle zahlreiche Probleme, die die Zusammenarbeit erschweren und Prozesse fehleranfälliger machen.

Wenn das 3D-Modell als Hauptquelle für die Produktinformationen verwendet wird, verbleiben alle Daten im Modell, die Konstruktionsabsicht bleibt erhalten und die Assoziativität bleibt intakt. Die Anwendung der MBD bietet verschiedene Vorteile, die die Konstruktion des Produkts, die Fertigung und die Zusammenarbeit erheblich verbessern. Die klarere Darstellung des Produktdesigns und seiner Anforderungen vereinfacht den Konstruktions- und Fertigungsprozess, da keine 2D-Zeichnungen separat erstellt und verwaltet werden müssen. Dies führt zu schnelleren Entwurfsiterationen, weniger Prototypenherstellung sowie zu stärkerer

funktionsübergreifender Zusammenarbeit, wobei dasselbe 3D-Modell gemeinsam genutzt wird.

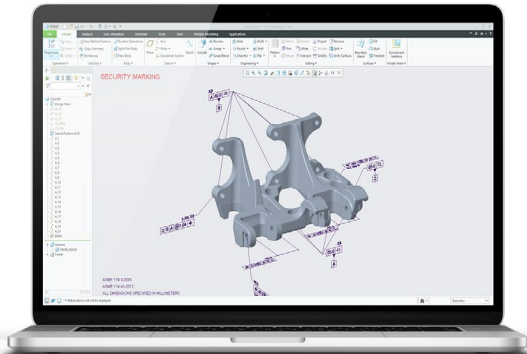
Creo hat MBD weiterentwickelt und unterstützt vollständige semantische Definitionen, sodass sowohl Menschen als auch Maschinen die geometrischen Referenzen interpretieren können. [GD&T Advisor](#) und [EZ Tolerance](#) sind zwei Software-Add-On-Erweiterungen, mit denen das Modell für nachgeschaltete Prozesse definiert werden kann. In der Abbildung unten wird die Entwicklung von MBD innerhalb der Creo Umgebung beschrieben.

### EVOLUTION VON MBD IN CREO

CREO FOKUSSIERT SICH WEITERHIN DARAUF, INNOVATIONEN BEI MBD VORANZUTREIBEN

<b>Creo 4</b> Vollständige semantische Definition von 4 Anmerkungsarten Optimierte Anmerkungs-Workflows Verbesserte Unterstützung von ASME/ISO-Standards Semantische PMI-Daten mit STEP AP242 GD&T Advisor	<b>Creo 5</b> Semantische Abfrage Konvertierungs-Tool für Anmerkungen Verbesserte Handhabung von Anmerkungen bei fehlerhaften Referenzen	<b>Creo 6</b> Modernisierung von Notizen Verbessertes Eltern/Kind-Verhalten für Anmerkungen Unterstützung von Anmerkungen für erweiterte Modellierungskonzepte (Funktionen für Datenaustausch und Modellprüfung für MBD)	<b>Creo 7</b> Aktualisierte ISO 1101- und ASME Y14.5-Compliance Modernisierte Erweiterung für ID-Toleranzanalysen (EZ Tolerance Analysis)	<b>Creo 8</b> Symbolmodernisierung Modernste Flächensammlungs-methoden GD&T Advisor mit Baugruppenunterstützung und Verwaltung falsch zugeordneter Anmerkungen	<b>Creo 9</b> Modernisierung der Oberflächengüte Aktualisierte ISO/ASME-Oberflächengüten-Symbole Anpassbare Symbolparameter Verbesserungen der Benutzerfreundlichkeit von GD&T Advisor und EZ Tolerance Analysis	<b>Creo 10</b> Verknüpfung von Symbolen und Oberflächengüte mit anderen Anmerkungen Verbessertes semantisches Verhalten für allgemeine Profitoleranzen mit dem GD&T Advisor Verbesserte Definition von Aufmaßen und Produktivität bei EZ Tolerance Analysis

# Integration von CAD und MBD in die Produktentwicklung



CAD und MBD arbeiten Hand in Hand, um den Digital Thread zu ermöglichen. Beide haben die 3D-Modellierung als Grundlage. Dabei ist CAD das primäre Tool für die Erstellung von 3D-Modellen von Produkten oder Bauteilen und MBD dient als Ausgangspunkt für die Integration aller Produktinformationen. MBD verwendet die Kommentarfunktionen von CAD und integriert die Anmerkungen in das 3D-Modell, sodass die Anmerkungen zuverlässig spezifischen Modelloberflächen zugeordnet sind. MBD nutzt die Tatsache, dass CAD-Modelle parametrisch und assoziativ sind. Bei Änderungen am 3D-Modell werden zugeordnete Anmerkungen und Abmessungen automatisch aktualisiert, sodass im Digital Thread durchgehende Datenkonsistenz und Genauigkeit gewährleistet sind.

Zeichnungsorientiert	Modellorientiert	Modellbasierte Definition	Model-Based Enterprise
REIFEGRAD 0	REIFEGRAD 1	REIFEGRAD 2	REIFEGRAD 3
<b>2D-Zeichnung ist der Master-Datensatz</b>	<b>2D-Zeichnung ist der Master-Datensatz</b>	<b>3D-Modell ist der Master-Datensatz</b>	<b>Alle Informationen umfassendes 3D-Modell ist der Master-Datensatz</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>3D-Modell ist nicht verifiziert</li> <li>3D-Modell unterliegt keiner Konfigurationssteuerung</li> <li>2D-Zeichnungen sind die Master-Datensätze</li> <li>2D-Zeichnungen sind die primären Lieferbestandteile für interne und externe Kunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D-Modell ist verifiziert</li> <li>3D-Modell kann einer Konfigurationssteuerung unterliegen</li> <li>2D-Zeichnungen sind weiterhin die maßgeblichen Datensätze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktionsabsicht im kommentierten 3D-Modell erfasst</li> <li>3D-Modell ist validiert und unterliegt der Konfigurationssteuerung</li> <li>Aus diesen 3D-Modellen generiertes technisches Datenpaket (TDP) wird im beschränkten Umfang in nachgeordneten Phasen genutzt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Informationen umfassende 3D-Modelle mit zugeordneten Artefakten definieren das Produkt vollständig</li> <li>Konfigurationsverwaltung, automatische Erstellung von detaillierten TDPs, Archivierungsverfahren implementiert</li> <li>Detaillierte TDPs können von allen Benutzern in nachgeordneten Bereichen direkt verwendet werden</li> </ul>

Aufgrund des strikten Integrationsprozesses zwischen CAD und MBD, während die Organisation die Reifematrix durchläuft, bleibt der Digital Thread nahtlos und kontinuierlich im gesamten Unternehmen erhalten.

CAD-Software umfasst oft digitale Anmerkungs-Tools wie Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T), um mit Branchenstandards konforme Anmerkungen zu erstellen. GD&T und andere Anmerkungs-Tools ermöglichen die präzise und standardisierte Darstellung von Produktinformationen innerhalb des 3D-Modells. Für den Austausch von MBD-Daten zwischen CAD-Lösungen spielt Dateninteroperabilität ebenfalls eine entscheidende Rolle, da sie die Integration mit einem Digital-Thread-Framework sicherstellt.

## LIXIL: Eine Digital-Thread-Fallstudie

CAD und MBD wurden bereits in verschiedenen Branchen erfolgreich in den Produktentwicklungszyklus integriert. Mit Marken wie American Standard und Grohe gehört [LIXIL](#) zu den führenden Herstellern von Küchen- und Badprodukten wie Formstücken, Sanitärobjekten aus Keramik und Armaturen. Da die Erwartungen der Verbraucher sich permanent verändern, musste American Standard sein Angebot so schnell und effizient wie möglich daran anpassen. Das Unternehmen besteht aus unterschiedlichen Segmenten und Geschäftsbereichen mit Niederlassungen in mehreren Regionen. Alle Teammitglieder gleichzeitig in einen bestimmten Produktentwicklungsprozess einzubinden, vor allem in der Konzeptionsphase eines Industrieprodukts, ist daher zeitaufwendig und problematisch.

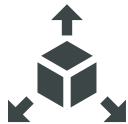
Dass es keine konsistenten, nativen CAD-Dateien gibt, die unternehmensweit zur Verfügung stehen, bedeutet für einige Segmente von American Standard einen erheblichen Nachteil. Wenn in späten Entwicklungsphasen ein relevanter Defekt entdeckt wurde und die Ursachenanalyse ergab, dass die Konstruktion zur Behebung des Problems modifiziert werden musste, waren die Ingenieure in einigen Teilen des Unternehmens gezwungen, sich wieder an das Industriedesignerteam zu wenden. Das heißt, die Datei musste auf einer anderen Plattform geöffnet, die Änderung repliziert und die Datei dann wieder an F&E zurückgesandt werden. So ging wertvolle Time-To-Market verloren.

Jetzt setzt man sich bei American Standard mit einem Industriedesigner zusammen, der ebenfalls Creo verwendet, und erarbeitet gemeinsam eine Lösung. In nur einer Stunde können die Konstruktionsingenieure die Daten aus der Fertigung untersuchen, das Problem eingrenzen, in der neuesten in [Windchill](#) gespeicherten Dateiversion eine Konstruktionslösung festlegen und diese direkt in eine technische Änderungsanforderung einfließen lassen, sodass die Änderungsnachricht praktisch sofort bearbeitet werden kann. Dank dieser einen nativen CAD-Datei, die das gesamte Unternehmen durchläuft, können Änderungsanforderungen, Änderungsnachrichten und sogar Modifikationen an den Werkzeugen sehr schnell aktualisiert werden. Unter diesen Umständen können die Konstruktionsingenieure, sobald die Daten zur Verfügung stehen, innerhalb eines einzigen Tages die Konstruktionslösung vorlegen. In anderen Teilen des Unternehmens dauert es Wochen.

Die Wirkung ist enorm. American Standard konnte seine Time-To-Market verkürzen und Fehler in späten Entwicklungsphasen beheben, weil alle Beteiligten gleichzeitig und agil an der gleichen Datei arbeiten. Das ist der entscheidende Faktor, wenn es darum geht, die Kunden zufriedenzustellen. Durch diese [modellbasierte Produktentwicklung \(Model-Based Product Development, MBPD\)](#) konnte American Standard die Time-To-Market um volle zwei Monate reduzieren und sich damit einen wichtigen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

## Herausforderungen und Best Practices bei der Implementierung des Digital Threads

Die Implementierung des Digital Threads mithilfe von CAD und MBD kann bei der Entwicklung und Fertigung von Produkten wichtige Vorteile bieten. Beim Aufbau eines effektiven Digital Threads müssen Unternehmen jedoch einige häufige Herausforderungen und Hindernisse überwinden.



Viele Unternehmen haben veraltete CAD-Systeme und inkompatible Datenformate. Die Integration dieser Systeme mithilfe der MBD-Tools ist mitunter schwierig, da hierfür Daten umgewandelt und migriert werden müssen. [Unite Technology](#) und [Creo Legacy Migration Extension \(LMX\)](#) unterstützen Datenmigration, CAD-Konsolidierung und die Zusammenarbeit in Umgebungen mit mehreren CAD-Tools und helfen somit, diese Herausforderungen zu bewältigen.



Der wachsende Fachkräftemangel kann Arbeitskräfte daran hindern, CAD- und MBD-Tools effektiv zu nutzen. Möglicherweise müssen Unternehmen mit Schulungen und anderen Weiterbildungsmaßnahmen sicherstellen, dass die Mitarbeitenden diese Technologien wirksam einsetzen. Beschleunigen Sie die Entwicklung der Nutzerkompetenzen mit [Creo LEARN Online](#).



Inkonsistente Datenformate, Benennungsstandards und uneinheitliche Standards zwischen verschiedenen CAD-Systemen und Abteilungen können die Dateninteroperabilität beeinträchtigen und bei der Datenintegration zu Problemen führen. Die [Creo Collaboration Extensions](#) vereinfachen die Integration und die Arbeit mit Daten aus anderen CAD-Lösungen.



Der Austausch von CAD- und MBD-Daten zwischen Abteilungen und externen Stakeholdern lässt Bedenken in Bezug auf Datensicherheit und den Schutz von geistigem Eigentum aufkommen. Diese müssen mit Datenzugriffskontrollen und Sicherheitsmaßnahmen behoben werden. Mit [Creo AR Design Share](#) können Sie AR-Erfahrungen ganz einfach erstellen und sicher weitergeben.

## Herausforderungen und Best Practices bei der Implementierung des Digital Threads



Ingenieure können Änderungen skeptisch gegenüber stehen. Wenn sie an die herkömmlichen 2D-CAD-Prozesse gewöhnt sind, kann dies ein signifikantes Hindernis sein. Um diesen Widerstand zu überwinden, benötigen Sie [Strategien für das Änderungsmanagement](#) sowie einen Befürworter für den Digital Thread auf Führungsebene.



Die Gewährleistung der hohen Datenqualität ist entscheidend, da sie verhindert, dass ungenaue und unvollständige CAD- und MBD-Daten und Fehler in nachgeschalteten Prozessen verwendet werden. Durch die Nutzung von [MBD](#) in Creo Parametric können Ingenieure eine allgemein gültige Datenquelle für Konstruktions-, Fertigungs- und Prozessdaten etablieren.



In bestimmten Branchen gelten bestimmte Standards. Branchen mit strengen gesetzlichen Anforderungen müssen sicherstellen, dass die Implementierung eines Digital Threads den relevanten Standards entspricht. [GD&T Advisor](#) kann dabei helfen, indem es für alle MBD-Ingenieure im Unternehmen konsistente und standardkonforme Symbole für Form-Lage-Toleranzen anwendet.



Schließlich ist die Integration der CAD- und MBD-Daten in ein PLM-System wie [Windchill](#) entscheidend, um einen robusten Digital Thread zu erhalten. Die nahtlose Integration kann jedoch besonders bei der Arbeit mit verschiedenen Lösungen eine herausfordernde Aufgabe sein.

Die Bewältigung dieser Hindernisse und Herausforderungen erfordert eine sorgfältige Planung, die Bereitschaft für Veränderung, Investitionen in Technologien, Schulungen sowie die fortlaufende Überwachung der Digital-Thread-Prozesse. Unternehmen, die diese Herausforderungen erfolgreich bewältigen, profitieren von gesteigerter Effizienz, reduzierter Fehleranzahl und verbesserter Zusammenarbeit im Produktentwicklungszyklus.

## Bosch: Eine Digital-Thread-Fallstudie

**Bosch**, ein führender globaler Anbieter verschiedenster Technologien und Dienstleistungen, musste eine Möglichkeit finden, Produkte und Bauteile schneller zu entwickeln und zu produzieren. Herausforderungen wie Zusammenarbeit, eine geschlossene Qualitätsschleife und simultanes Engineering erfordern den Aufbau einer soliden PLM-Grundlage. Nachdem bei Bosch fehlende oder schwache Elemente in der Architektur identifiziert wurden, erkannte das Unternehmen, dass eine digitale Produktdefinition entwickelt werden musste. Beispielsweise wurde in Pilotprojektbereichen wie Elektrowerkzeugen der digitale Master eingeführt und mit der funktionalen Ansicht kombiniert. Bosch sieht dadurch, wie die Funktionen und die Elemente mit anderen Funktionen verbunden sind.

In einem anderen Fall bei der Platinenfertigung wurde eine Korrelation zwischen der Ausbeute und einem Fehler am Design entdeckt. Bosch nutzte die Darstellung des Platinendesigns im digitalen Modell und das Fehler-Feedback aus der

Produktion, um die Korrelation zu finden. Dabei erkannte das Unternehmen, dass der Fehler nur bei bestimmten konstruktiven Elementen auftrat. Produktdaten erfassen und vernetzen zu können ist der entscheidende Schlüssel. Diese Verbindung umfasst auch Produkte, Maschinen und deren Sensoren und ergibt eine komplette Produktdefinition. Dadurch entsteht ein modellbasiertes Unternehmen, das Ingenieurwesen, Produktion, Lieferkette und Service-Teams durch ein umfassendes PLM-Programm und den Digital Thread miteinander verbindet.



## Fazit

Mit der Weiterentwicklung der digitalen Technologie und der Umgestaltung der physischen Welt spielen CAD- und MBD-Tools bei der Gewährleistung eines nahtlosen Digital Threads im gesamten Produktentwicklungszyklus eine entscheidende Rolle. Um den sich wandelnden Kundenerwartungen in Bezug auf Geschwindigkeit und Qualität gerecht zu werden, richten Unternehmen effiziente Prozesse ein, die die Vorteile von CAD und MBD effektiv nutzen. Ohne optimierte CAD- und MBD-Prozesse verpassen Unternehmen hervorragende Gelegenheiten, die Zusammenarbeit zu verbessern, die Produktentwicklung voranzutreiben und Fehler zu minimieren. CAD und MBD werden bereits seit Jahren entwickelt. Es war noch nie so sinnvoll, das 3D-Modell und den Digital Thread zu nutzen.



## DER CREO VORTEIL:

Creo ist die 3D-CAD-Lösung, die schnelle Produktinnovationen ermöglicht. So lassen sich bessere Produkte schneller realisieren. Creo ist leicht zu erlernen und verwendet einen modellbasierten Ansatz, der Sie nahtlos von den ersten Phasen der Produktkonstruktion bis zur Fertigung und darüber hinaus führt. Creo kombiniert leistungsstarke, bewährte Funktionalität mit neuen Technologien wie generatives Design, Echtzeitsimulation, erweiterte Fertigung, IIoT und erweiterte Realität (Augmented Reality, AR) und hilft Ihnen, schneller zu iterieren, Kosten zu senken und die Produktqualität zu verbessern. Creo ist auch als SaaS-Produkt erhältlich und bietet innovative Cloud-basierte Tools für die Zusammenarbeit in Echtzeit sowie eine optimierte Lizenzverwaltung und -bereitstellung. Die Welt der Produktentwicklung wandelt sich rasant und Creo stellt wie kein anderes Produkt transformative Tools bereit, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen und Marktanteile zu gewinnen.

Auf der [PTC Supportseite](#) finden Sie die neusten Angaben zu unterstützten Plattformen und Systemanforderungen.



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

121 Seaport Blvd, Boston, MA 02210

© 2023, PTC Inc. (PTC). Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung, Bedingung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das PTC Logo, Product & Service Advantage, Creo, Elements/Direct, Windchill, Mathcad und alle anderen PTC Produktnamen und Logos sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von PTC und/oder Tochterunternehmen in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer. PTC kann Termine für Produktveröffentlichungen, einschließlich des jeweiligen Funktions- oder Leistungsumfangs, nach eigenem Ermessen ändern.