



# Eine stücklistenorientierte Strategie: Zehn Wege zu erfolgreicher Datenorganisation und Digitalisierung

WHITEPAPER



## Zusammenfassung

### Die digitale Transformation beginnt mit der Stücklistenverwaltung

Kürzere Time-to-Market, schnellere Iterationen, niedrigere Kosten: Diese Ziele verfolgen die meisten Produktentwicklungsorganisationen. Das Produktlebenszyklus-Management (PLM) ist eine wichtige Grundlage, um diese Ziele zu erreichen, und die meisten Hersteller nutzen PLM. Wo liegt also das Problem? PLM ist weit verbreitet, aber viele Hersteller nutzen mehrere getrennte Legacy-Systeme, die mit den Geschäftsprozessen einfach nicht Schritt halten können. In vielen Organisationen fehlt eine genaue, aktuelle und teileorientierte Stückliste – und damit eine verlässliche, allgemeingültige Datenquelle.

Was passiert, wenn Systeme nicht miteinander verbunden sind? Entwicklungsteams, die Zeichnungen als Arbeitsgrundlage nutzen, verlieren Zeit mit nicht wertschöpfender Arbeit, weil sie zum Beispiel für Fertigung, Lieferkette, Service und Kunden mehrfach Daten aus Zeichnungen eingeben oder immer wieder aus Zeichnungen und CAD-Systemen abrufen müssen. Bei Änderungen ist es fast unmöglich, die richtigen Informationen zu finden, da die Daten unter Umständen über viele Orte verteilt sind. Einkaufs-Manager bestellen die falschen Teile, weil es keine Möglichkeit gibt, bevorzugte Zulieferer und Komponenten ausfindig zu machen und Mengenrabatte auszuhandeln. Lieferketten-Manager treffen falsche Bestandsentscheidungen, die zu geringer Wiederverwendung und hohen Lagerbeständen führen. Fabrikplaner passen Maschinen nicht rechtzeitig an, sodass sich Produkteinführungen verschieben. Sie fangen mit Prozessaktualisierungen an, richten also die Fertigungsstraße ein und entwickeln Arbeitsanweisungen und können schon bald die Zeitpläne nicht mehr einhalten, sodass Kunden nicht termingerecht beliefert werden. Autoren technischer Dokumente produzieren Benutzerhandbücher mit falschen Anweisungen, was eine Flut von Anrufen beim Service nach sich zieht.

## Transformation der Stückliste zur Verbesserung der Organisation

Mit der richtigen Stücklistenstrategie und dem richtigen System lassen sich Produktinformationen bei jedem Schritt im Produktlebenszyklus mit einer vollständig digitalen Produktdefinition erfassen, konfigurieren und verwalten. So können Organisationen die Effizienz steigern und trotzdem weiterhin innovative Produkte hoher Qualität auf den Markt bringen. Eine vollständig digitale Produktdefinition fungiert als digitale Darstellung eines Produkts (oder mehrerer Produkte) und als zuverlässige und allgemeingültige Datenquelle (Single Source of Truth) für alle zugehörigen Artefakte (z. B. CAD-Modelle, Zeichnungen, Anforderungen, Teilestrukturen und andere relevante Informationen). Damit lässt sich die Komplexität der Daten, Prozesse, Systeme und Organisation reduzieren, was mehr Effizienz und kürzere Zykluszeiten verspricht.

Eine ganzheitliche, über digitale Zeichnungen hinausgehende Produktdefinition trägt effektiv zur Optimierung zentraler Geschäftsprozesse bei. Einfach ausgedrückt, ermöglicht sie die Zusammenarbeit in Bezug auf die Produktstückliste, was es wiederum möglich macht, die Produktentwicklung auf strategische Unternehmensziele abzustimmen und bessere Geschäftsergebnisse zu erzielen.

Diese Vorgehensweise kann eine echte Transformation bewirken, und das ohne vollständige Überarbeitung der PLM-Verfahren im Unternehmen. Stattdessen kann die Transformation schrittweise erfolgen, indem Funktionen für digitale Produktdefinitionen nach den individuellen Prioritäten und geschäftlichen Anforderungen implementiert werden.

Dieses White Paper stellt zehn Wege vor, mit denen sich die Vorteile einer digitalen Produktdefinition sofort nutzen lassen, während gleichzeitig die Umstellung auf eine umfassende Stückliste vorangebracht wird, was letztlich zu einer vollständigen Transformation der Produktentwicklung führt.

# Wertschöpfung in Aktion

## Realisierte Wertschöpfung bei medizinischen Geräten

**Philips** mit Sitz in den Niederlanden ist ein führender Anbieter von Medizintechnik für diagnostische Bildgebung, bildgesteuerte Therapie, Patientenüberwachung und medizinische Informatik sowie von Gesundheits- und Körperpflegeprodukten für Verbraucher. Philips erstellt und pflegt vollständige technische Entwicklungsstücklisten (eBOMs) und sorgt damit für Flexibilität und Agilität in der Produktion („Design Anywhere, Build Anywhere“). Dank der anhand von Best Practices für die Stücklistenverwaltung in Windchill vollzogenen Standardisierung konnte das Unternehmen die Qualität steigern und die Kosten senken. Die Time-to-Market ist jetzt besser berechenbar und es kommt zu weniger Verzögerungen.

## Realisierte Wertschöpfung in den Bereichen Bundesverwaltung, Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigung

Die **Marine der Vereinigten Staaten**, eine Organisation mit über 300.000 Mitarbeitern im aktiven Dienst, Hunderten von Schiffen und Tausenden von Zulieferern, nutzt Windchill SaaS, um eine integrierte und modellbasierte Sicht aller für die Wartung, den Support und den Betrieb von Schiffen benötigten Informationen bereitzustellen. Mit einem die gesamte Organisation umfassenden digitalen Transformationsprojekt steigert die US-Marine Verfügbarkeit und Einsatzbereitschaft der Flotte, reduziert die IT-Kosten und schafft effiziente Prozesse für Logistik, Services und weitere Bereiche.

## Realisierte Wertschöpfung in der Industrieproduktion

**Nidec Global Appliance**, einer der größten Hersteller von Kompressoren für die Kältetechnik, nutzt die Stücklistenverwaltung in Windchill für die Produkt- und Prozesssteuerung und Verfolgbarkeit. Ihr digitales Transformationsprojekt hat zu einer Verkürzung der Markteinführung um 48 % und zu einem Zuwachs von 284 % bei der Zahl der Großprojekte geführt, bei nur 78 % des Ressourceneinsatzes. Dank besserer First-Pass-Ergebnisse und weniger Produktionslinienausfällen sowie Gewährleistungsansprüchen konnten die Gesamtkosten für mangelnde Qualität um 40 % gesenkt werden.

## Realisierte Wertschöpfung in Elektronik und Hightech

**Seagate**, ein führender Weltkonzern für Datenspeicherlösungen, nutzt die Stücklistenverwaltung in Windchill als Grundlage für einen unternehmensweiten digitalen Thread, der 30 Millionen Datensätze (Teile, Stücklisten, Änderungsnachrichten, Dokumente), über 35 vor-/nachgeschaltete Systeme, mehrere Geschäftseinheiten und Funktionsgruppen sowie interne und externe Zulieferer umspannt. Mittels Stücklistenstandardisierung und -rationalisierung über Konstruktionszentren und Produkte hinweg konnte das Unternehmen den Zeitaufwand für das Erledigen von Aufgaben und die Informationssuche sowie Fehlerraten und Nacharbeiten reduzieren und damit Leistung (Arbeitsqualität) und Produktivität (Effizienz und Skalierung) steigern.

## Realisierte Wertschöpfung in der Automobilindustrie

Die **BMW Group**, einer der größten Automobilkonzerne der Welt, nutzt Windchill als PLM-Backbone für seine Produktions- und Beschaffungsstücklisten. Windchill ermöglicht als Schlüsselement die globale Konfiguration und Freigabe von Automobilen für die Produktion.

# Einführung

## Einführung: Die Grundlage für künftige Erfolge

In den meisten Fertigungsorganisationen gibt es unterschiedliche Fachbereiche und ausgedehnte Lieferketten, die im Rahmen der Produktentwicklung miteinander kommunizieren und zusammenarbeiten müssen. Die digitalen Daten, die im Lauf des Produktlebenszyklus von verschiedenen Teams erstellt werden, sind so unterschiedlich wie die beteiligten Personen. Ingenieure, die Anforderungen analysieren, Mechanik- und Elektrokonstrukteure, Softwareentwickler, Prüflingenieure, Fabrikplaner, Qualitätsprüfer, Aufsichtsbehörden, Servicetechniker, Konstruktions- und Fertigungspartner und der Vertrieb – sie alle haben unterschiedliche Datenanforderungen. Diese digitalen Daten sind nicht nur umfangreich und vielfältig, sondern entwickeln sich im Lauf der Zeit weiter – und zwar schnell. Damit alle Produkte den Anforderungen genügen und eine hohe Qualität aufweisen, müssen alle Stakeholder Zugriff auf aktuelle Produktinformationen haben.

In den meisten Organisationen werden diese Produktinformationen üblicherweise als Stückliste bezeichnet. Diese wird im Verlauf des Produktlebenszyklus von vielen verschiedenen Stakeholder verwendet und geändert. Wenn diese gezwungen sind, außerhalb des PLM-Systems zu arbeiten, um auf vorgelagerte Lieferbestandteile zugreifen zu können, werden die Unternehmensprozesse und das Datenmanagement extrem fragmentiert und ineffektiv.

Darüber hinaus werden diese Varianten oder Ansichten derselben Stücklisteninformationen häufig in unterschiedlichen Systemen verwaltet. Die teamübergreifende gemeinsame Nutzung dieser Stücklisten ist nicht effizient und geht mit einem hohen Fehlerrisiko einher, wenn die Informationen nicht korrekt verteilt werden. Bei Änderungen an der Produktkonstruktion verwenden die nachgeordneten Teams andernfalls Informationen, die nicht mehr aktuell sind.

Eine Möglichkeit, diese Schwierigkeiten zu überwinden, ist die Optimierung der Stücklistenverwendung, sodass eine vollständig digitale Produktdefinition realisiert wird. In einer digitalen Produktdefinition werden alle produktbezogenen Inhalte konfiguriert, verwaltet und in einem einzigen, zentralen Repository gespeichert – von den endgültigen Baugruppenstrukturen bis hin zu den einzelnen Komponenten. Mit dem Begriff „digitaler Thread“ wird beschrieben, dass sich die Produktdefinition als roter Faden durch alle nachgelagerten Datenbestände zieht. Der digitale Thread verbindet wortwörtlich die wichtigsten Systeme im Unternehmen. So wird beispielsweise eine technische Entwicklungsstückliste im ERP-System der Fabrik zum Materialstamm.

Bei Einbeziehung der Teilekonstruktion zur Weiterentwicklung über Zeichnungen hinaus verbringen Ingenieure weniger Zeit mit der Weitergabe von Produktinformationen und haben mehr Zeit für die Produktentwicklung. Teileorientierte Stücklisten tragen zu einer präzisen Produktkonfiguration bei, reduzieren dadurch Nacharbeit und Ausschuss und verkürzen die Time-to-Market. Über Teile können sich zudem alle Abteilungen im Unternehmen darauf einigen, was die an die Kunden gelieferten Produkte enthalten. Fertigungsingenieure, die mit den Teilen bestens vertraut sind, können eine Fertigungsstückliste (mBOM) erstellen, sodass Fabrikplaner die Maschinen gemäß den Teiletoleranzen einrichten können. Darüber hinaus können Fertigungsingenieure während der technischen Entwicklung bereits Arbeitsanweisungen entwickeln.

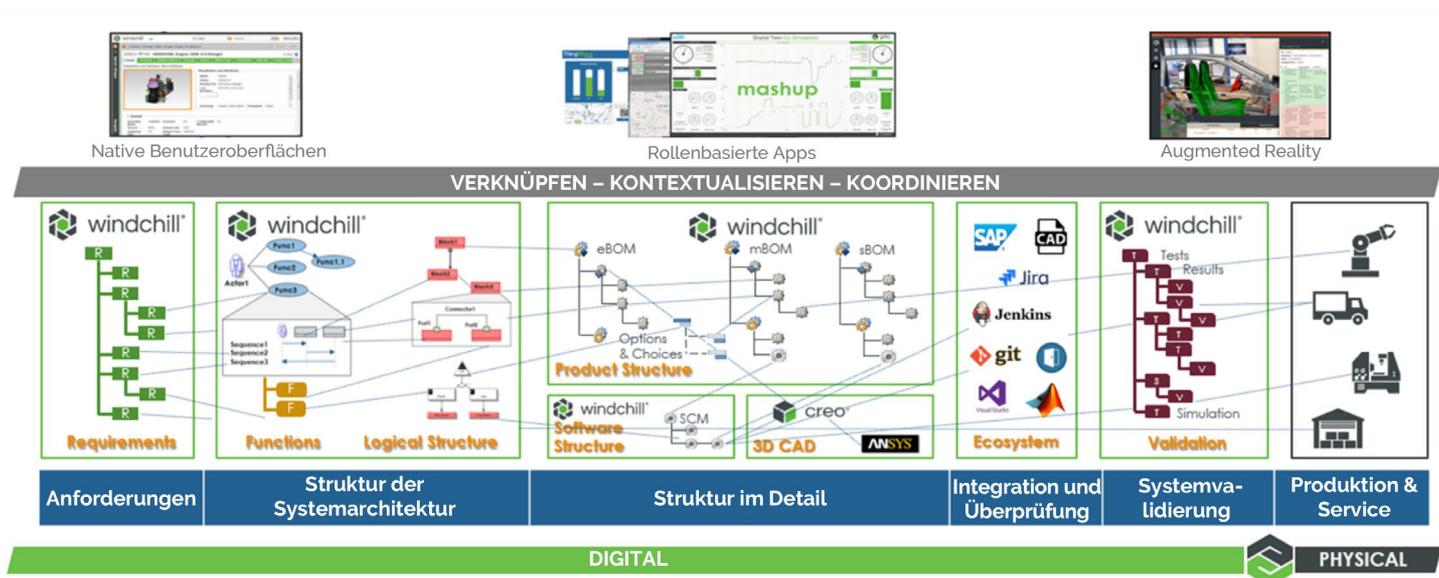
Eine teileorientierte technische Entwicklung bietet den für die Qualität zuständigen Mitarbeitern früh und kontinuierlich Einblick in Compliance, Leistung und Risiken. Dies ermöglicht eine frühzeitige Prognose von Problemen im Produktentwicklungszyklus, eine entsprechende Planung und eine kontinuierliche Verbesserung von Produkt- und Prozessqualität, wodurch die Anzahl der Probleme insgesamt sinkt. Mit genauen Teileinformationen kann die Beschaffung bevorzugte Zulieferer und Komponenten festlegen und Mengenrabatte aushandeln. Ohne Einbeziehung von Teilen wird sich in der Konstruktion kein überragendes Niveau erreichen lassen.

## 10 Wege zum sorgenfreien Stücklistenmanagement

Produktinformationen sind im Entwicklungszyklus ständigen Änderungen unterworfen. Das Herzstück der Produktinformationen befindet sich in der Stückliste, mit der das Produkt, die dafür benötigten Teile und die zugehörigen Informationen in den verschiedensten Fachbereichen definiert werden. Diese zugehörigen Informationen umfassen unter anderem Definitionen für die mechanischen und elektrischen Teile sowie die eingebettete Software, die die Produktkonstruktion ausmachen.

Teile bilden die Grundlage der Stücklistenstruktur. Ein Teil kann sowohl ein einzelnes Element wie ein Bolzen als auch ein komplettes Produkt wie ein kommerzielles Flugzeug mit hunderttausenden Einzelteilen sein. Sie alle machen die Stückliste aus und liefern wichtige Daten zur Menge von Teilen, zu Maßeinheiten und anderen wesentlichen Produktmerkmalen.

Doch die Verwaltung der Stückliste allein reicht immer häufiger nicht aus. Unternehmen müssen eine vollständige Produktdefinition mit allen Informationen zu den elektronischen, mechanischen und softwarebezogenen Aspekten eines Produkts verwalten. Diese Definition muss fachbereichsübergreifend bekannt und gültig sein, und zwar auch in voneinander abhängigen Bereichen, die zur Produktentwicklung beitragen. Im Idealfall kann die vollständig digitale Produktdefinition mit einer mehrdimensionalen, interdisziplinären Stückliste verwaltet werden, die mit den Anforderungsverwaltungsprozessen sowie mit Service und Verwendung verknüpft ist.



Verfolgbarkeit digitaler Produkte über den gesamten digitalen Thread

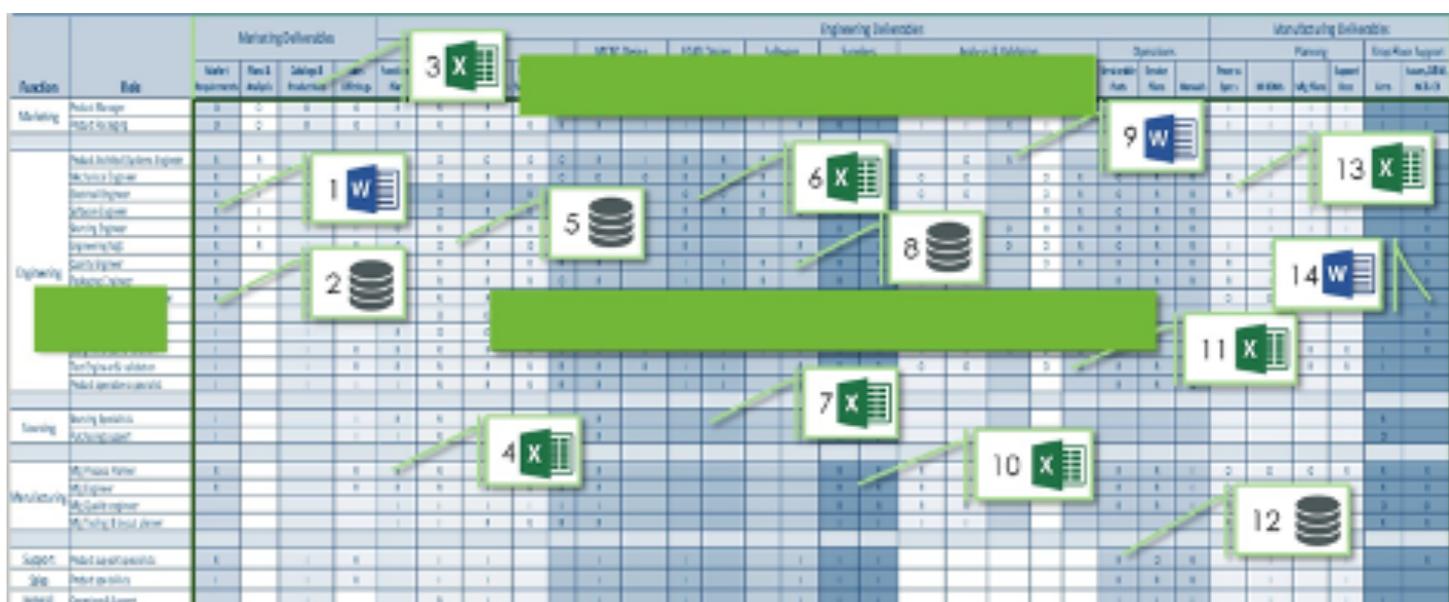
Im Folgenden sind zehn Möglichkeiten aufgeführt, wie sich mit einer digitalen Produktdefinition sofort Vorteile erzielen lassen, während gleichzeitig eine umfassende Stücklistentransformation durchgeführt wird.

# 1. Stakeholdern frühzeitig Einblick bieten.

An der Entwicklung eines Produkts bis zur Marktreife sind mehrere Stakeholder beteiligt, die zahlreiche Aufgaben abschließen und Lieferbestandteile erzeugen. Viele Organisationen setzen immer noch eine Methode ein, bei der Informationen aus der Teilekonstruktion, der Stückliste, der Fertigung und vom Zulieferer in eine Zeichnung eingefügt werden. Eingebettete Software wird in einem völlig anderen Zeitrahmen entwickelt und den Entwicklern fehlen Softwarestücklisten. Der Zugriff auf diese Informationen verlangt allen Stakeholdern im Unternehmen Geduld ab, denn sie müssen warten, bis die Zeichnung erstellt, geprüft und freigegeben ist und die Abhängigkeiten bei der Software klar zu Tage treten. Das zieht eine Reihe von Problemen nach sich:

- Funktionen wie Fertigung, Qualität und Zulassung, Lieferkette und Service können erst fortfahren, wenn die Zeichnung freigegeben und die Software aktualisiert wurde, insbesondere bei Anpassungen an lokale Produktions-, Compliance- und Servicevorgaben.
- Diese Funktionen müssen dann Informationen aus der Zeichnung oder dem Quellcode-Repository zur Verwendung in ihren eigenen Systemen abrufen, was dazu führt, dass Informationen isoliert vorliegen, häufig veraltet sind und einen hohen Pflegeaufwand verursachen. Die Erstellung/Aktualisierung von Arbeitsanweisungen muss mit hohem Aufwand manuell erfolgen.
- Dies verursacht wiederum Probleme wie die ausufernde Erzeugung von Teilen und doppelte Stücklisten, die wiederum weitere Verzögerungen, Qualitätsprobleme, höhere Projektrisiken und unzureichende Wiederverwendung nach sich ziehen können. Teile werden geändert oder aktualisiert, ohne andere Beteiligte zu benachrichtigen. Ein solches Vorgehen ufernt schnell aus und schafft erhebliche Probleme in Bezug auf Verwaltung und Compliance.

Ein weiterer Ansatz ist die Verwendung von zwei separaten Prozessen für die Work-in-Process- und Versionsverwaltung. Hier besteht die Herausforderung darin festzulegen, wie früh und wie oft die Daten synchronisiert werden müssen. Stakeholder im gesamten Unternehmen müssen möglichst früh auf die Informationen zugreifen können, um die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit zu verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu sichern. Doch da die Frühphasen bei der Einführung neuer Produkte extrem dynamisch sind, ist bei dieser Vorgehensweise die häufige Synchronisation der verwendeten Systeme erforderlich, um die Work-in-Process- und Versionsverwaltung zu ermöglichen. Diese Synchronisation wird durch die Tatsache erschwert, dass beim Work-in-Process-Management einzelne Datenelemente zusammen mit komplexen Beziehungen zwischen Daten wie Stücklisten (eingebettete Softwaremodule und Hardware), visuellen Darstellungen, Zuliefererzertifizierungen, Referenzdokumenten usw. verwaltet werden müssen.



## Ein umfassendes Beispiel: Frühzeitige Einbeziehung von Supply Chain Management (SCM)

Der frühe, kontinuierliche Zugriff auf eine zuverlässige, allgemeingültige Quelle von Produktinformationen verbessert in frühen Entwicklungsphasen die funktionsübergreifende Zusammenarbeit zwischen den Ingenieuren. Mit umfassenden Einblicken und einem globalen Prozess können Stakeholder Aufgaben termingerecht erledigen. Zudem ist es einfacher, Feedback bereitzustellen, wenn bei der Einarbeitung von Änderungen alle gegenseitigen Abhängigkeiten bekannt sind.

Angenommen, das Supply Chain Management (SCM) möchte frühzeitig in den Einführungsprozess für neue Produkte eingebunden werden. An diesem Punkt sind die Informationen möglicherweise noch zu mehrdeutig, um jemanden außerhalb der Produktentwicklung einzubeziehen. PLM-Software bietet dem SCM, was es in dieser Phase benötigt: einfache Steuerung des Zugriffs auf das Lebenszyklus- oder Reifegradmanagement und damit eine rollenbasierte gemeinsame Nutzung ausgewählter Informationen.

Sobald das Produktentwicklungsteam der Ansicht ist, dass der Entwurf bereit ist für die Zusammenarbeit mit nachgeordneten Abteilungen, müssen die relevanten Konstruktionsdaten in leicht verständlicher Form ausgetauscht werden. Eine digitale Produktdefinition ermöglicht es, Informationen auf einen Status zu erhöhen, der für die Zusammenarbeit geeignet ist. Damit erhalten alle Beteiligten im Unternehmen einschließlich der Fertigungs- und Konstruktionspartner Zugriff auf aktuelle Informationen und zugehörige Daten, die sowohl verfolgbar als auch genau sind. Darüber hinaus ermöglicht ein PLM-System die rollenbasierte Bereitstellung von Informationen für die Stakeholder. Wie unten zu sehen, können sich Einkäufer problemlos und mit jedem gerade verfügbaren Gerät direkt bei einer webbasierten Anwendung anmelden und die nötigen Teileinformationen anzeigen.



Number	Name	Quantity	Unit	State	Version
0000000129	32053047jph_a0007n23			In Work	A.3 (Design)
0000000111	40007n2333.asm	1	each	In Work	A.3 (Design)
0000000400	brake_pad_ob_washer_g1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000066	bracket Assy_Bracket.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000358	housing Assy_Bracket.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000117	brake_pad_ob_pad Assy.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000447	housing Assy_Bracket.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000289	housing Assy_Housing.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000563	housing Assy_Seal.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000081	guide_bolt_1_partbody.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000183	housing Assy_Blood.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000216	brake_pad_ob_pad Assy.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000290	brake_pad_ob_pad Assy.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000245	bracket Assy_Exclude.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000115	brake_pad_ob_washer_g1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000127	brake_pad_ob_washer_g1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000145	housing Assy_Actuator.1		each	In Work	A.3 (Design)
0000000242	bracket Assy Outside.1.1		each	In Work	A.3 (Design)

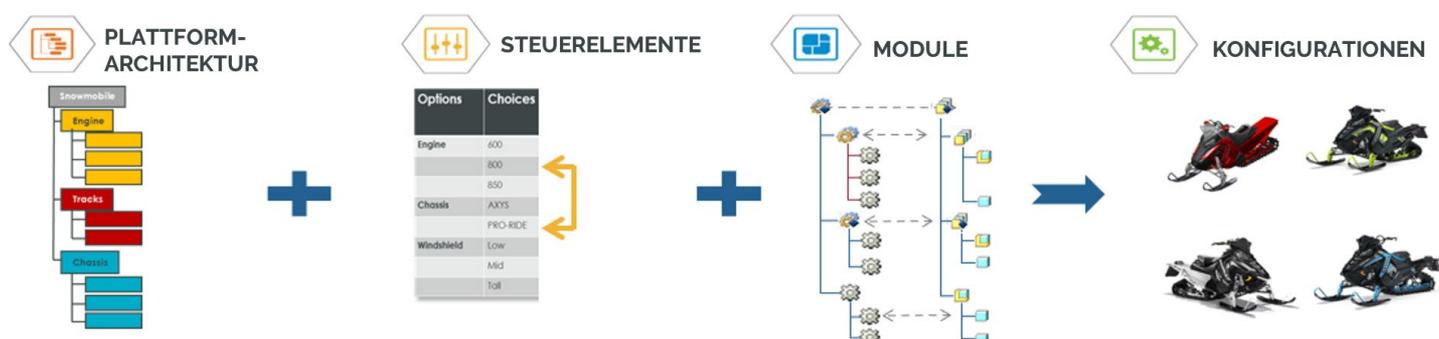
## 2. Eine Reihe von Stücklistenstrukturen unterstützen.

Für die Stücklistenerstellung sind verschiedene Ansätze denkbar. Die Produktentwicklung kann die Stückliste aus vielen Quellen erzeugen und aktualisieren, beispielsweise aus manuell erstellten Teilen, CAD-Zeichnungen, externen Quellen wie Kalkulationstabellen sowie durch Wiederverwendung vorhandener Stücklisten. Die Teilestruktur wird aus all diesen Quellen in der Stückliste definiert.

Die Stückliste dient als „Rezept“ der digitalen Produktdefinition, das im gesamten Unternehmen für Analysen, Tests, Fertigung, Verkauf und Service genutzt wird. An diesem „Rezept“ können alle ablesen, wie sich das Produkt, das gerade entwickelt wird, umsetzen lässt.

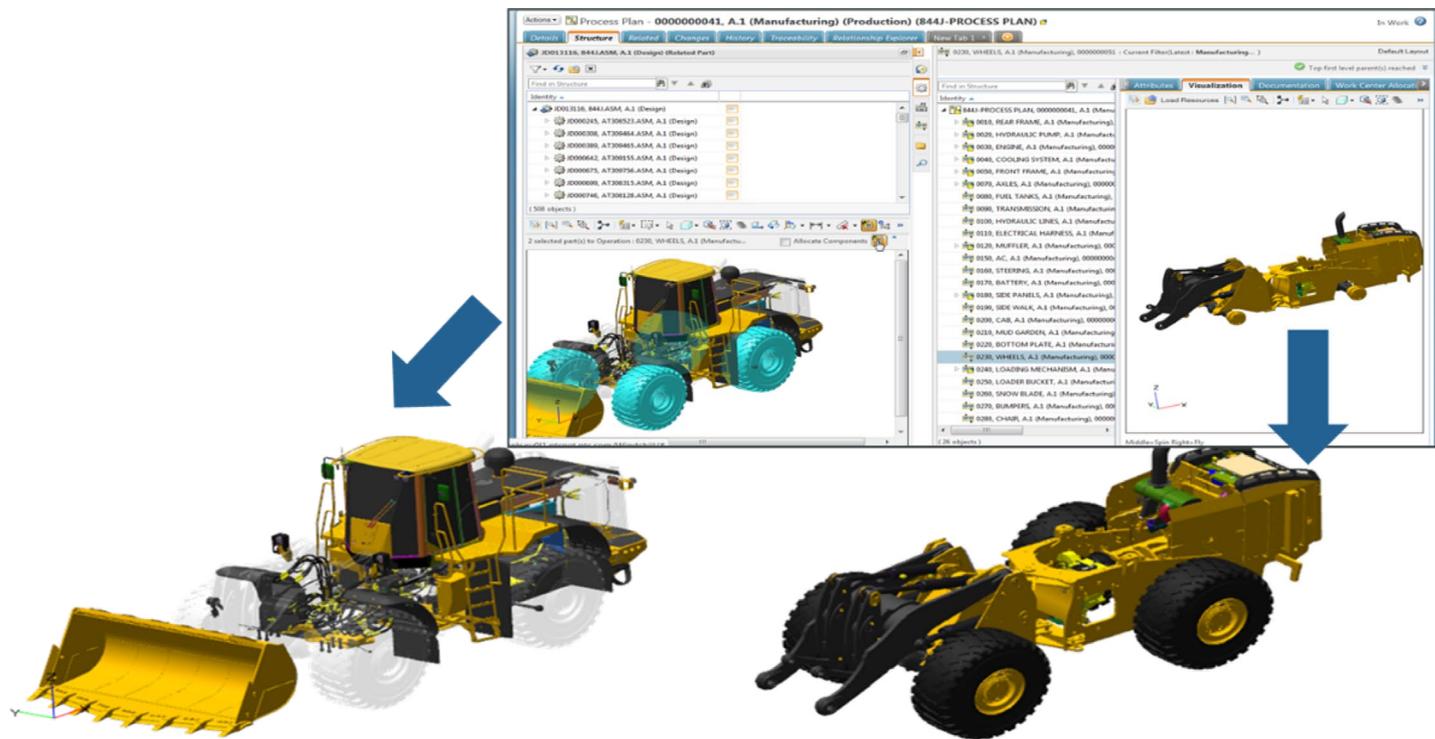
Darüber hinaus kann eine Stückliste je nach verkauften Produkttypen und verwendeten Vertriebsstrategien für die Vermarktung anders strukturiert werden. Beispiele sind „Assemble-to-Stock“, „Assemble-to-Order“ und „Engineer-to-Order“. Während der Produktentwicklung müssen Stücklisten diese Strategien unterstützen können. Stücklisten sollten zudem in verschiedenen Formen vorliegen können, also zum Beispiel als statische Stückliste für eine Sonderanfertigung oder als konfigurierbare Stückliste, die auf die Anforderungen eines bestimmten Kundenauftrags und/oder eines gesamten Markts zugeschnitten werden kann.

Zur Produktentwicklung gehört mehr, als nur ein Produkt für den Verkauf zu schaffen. Häufig entsteht dabei ein ganzes Produktsortiment, damit auf verschiedenste Kundenbedürfnisse abgestimmte Produkte angeboten werden können. Mit einer modularen, konfigurierbaren Stückliste kann ein Unternehmen die Stücklistenstruktur mit einer von den Anforderungen abgeleiteten Logik verknüpfen, um ein konfigurierbares Produkt bereitzustellen, das für breit gefächerte Marktanforderungen skaliert werden kann. Logik und Funktionen lassen sich verwalten, sodass Module und Untersysteme innerhalb und über Produktfamilien hinweg wiederverwendet werden können, was eine maximale Wiederverwendung von Produktkonstruktion, Fertigung und Lieferkette über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg ermöglicht. Eine modulare Methodik ermöglicht in der technischen Entwicklung die schnelle Validierung von Entwürfen in Bezug auf Interferenz oder die Einhaltung von Umweltschutzvorschriften in einem breiten Sortiment und reduziert gleichzeitig den manuellen Aufwand zur Steigerung der Produktqualität und zur Verkürzung der Time-to-Market. Dieses modulare Design kann für nachgelagerte Funktionen genutzt werden, da es eine gemeinsame Definition für Fertigungsplanung, Service und Lieferkette bereitstellt. Und schließlich verbergen sich die modulare Plattform und die zugehörige Logik nicht länger in einer Vielzahl von Kalkulationstabellen. Stattdessen werden sie im gesamten Unternehmen verwaltet und zur Verfügung gestellt und können mit nachgeschalteten Systemen wie CPQ oder ERP ausgetauscht werden.



Schaffung eines allgemeinen Datenmodells

Die Bereitstellung abteilungsspezifischer Stücklistenansichten sorgt dafür, dass die Ansichten miteinander verknüpft sind, was die Verfolgbarkeit der Teile (CAD, elektrisch, mechanisch, Software usw.) gewährleistet. So gewinnen alle ein besseres Verständnis der digitalen Produktdefinition. Das reduziert die Anzahl später Prüfschleifentests, die Anzahl verworfener Entwürfe und die Zykluszeit für die Problemerkennung. Teams im gesamten Unternehmen erhalten eine ganzheitliche, genaue Ansicht aller Produktdaten, was das Concurrent Engineering über Projekte, Organisationsbereiche und Produktlinien hinweg ermöglicht.



Plattformvisualisierung & Konstruktion

### 3. Konfigurationen umfassend verwalten.

Wie bereits erwähnt, sind Produktinformationen im Produktentwicklungsprozess ständigen Änderungen unterworfen. Wenn in verschiedenen Bereichen voneinander getrennte Systeme verwendet werden, ist es unmöglich, einen Schnappschuss der Daten anzufertigen und die Bedürfnisse aller Prozessbeteiligten oder gegenseitige Abhängigkeiten angemessen zu erfassen.

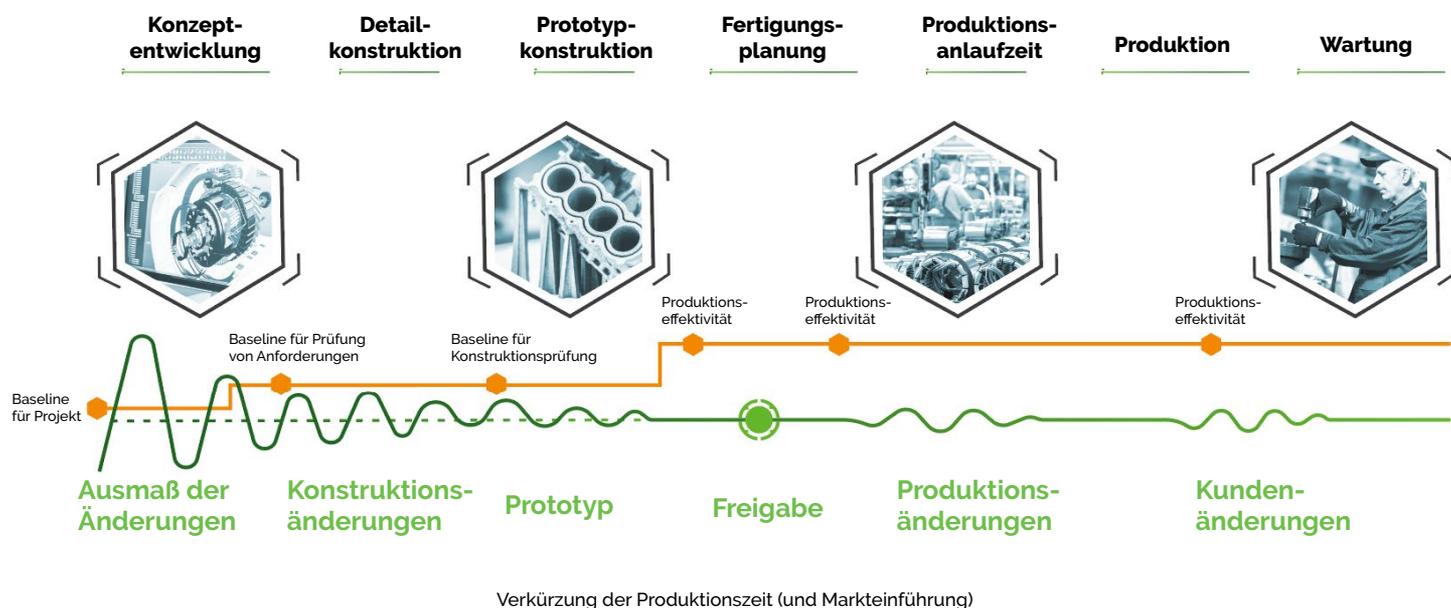
Mit einem PLM-System ist es möglich, die Reifung des Produkts zu erfassen und zu zeigen, welche digitalen Produktinformationen für die technische Entwicklung, die Fertigung, die Lieferkette und andere Bereiche zur Verfügung stehen. Auf diese Weise erhalten alle Beteiligten genaue Daten und können alle relevanten zugehörigen Informationen sammeln. Angenommen, die Fertigungsgruppe benötigt eine Darstellung einer Revision einer Rahmenschweißnaht. Das Team müsste außerdem alle zugehörigen Informationen zu der Revision sehen können, beispielsweise die CAD-Zeichnung, die Testdokumente und Änderungshinweise. Mit dem richtigen PLM-System ist es ganz einfach, die richtigen Informationen zu finden, unabhängig davon, ob es sich um aktuelle oder historische Daten handelt. Diese Informationen können in der gesamten Organisation zur Verfügung gestellt werden. So kann zum Beispiel die Fertigung die neuesten Freigabeinformationen erhalten, sodass die Lieferkette erfährt, was in einigen Monaten oder Quartalen für die Stückliste gilt.

Die Konfigurationsverwaltung ist nicht einfach auf die Stücklistenverwaltung beschränkt. Und das hat einen guten Grund. Eine effektive Produktentwicklung ist nicht allein mit der Verwaltung „aktueller“ oder „freigegebener“ Daten möglich. Darum sind alle Beziehungen,

die in einem PLM-System verwaltet werden – beispielsweise historische Produktinhalte – Teil der Konfigurationsverwaltung. Und deshalb ist die Verfolgbarkeit zu den korrekten Versionen zugehöriger Informationen ebenso wichtig wie der Zugriff auf die Stückliste selbst.

Häufig wird die Verbindung zwischen Teilen, Dokumenten, CAD-Daten, Visualisierungsobjekten und weiteren Lieferbestandteilen eines Produkts als „Verfolgbarkeit“ beschrieben. Sie bildet die Grundlage für den Stammdatensatz („Design Master Record“, DMR) und die Verlaufsdatei (Design History File, DHF) für die Konstruktion.

Der digitale Thread auf der Grundlage der Stückliste schafft geschlossene, den gesamten Lebenszyklus umfassende, konsolidierte Systeme, indem er Aufsichtsbehörden, Hersteller und vernetzte Produktdaten zusammenführt. In diesem assoziativen Konzept fließen die Konfigurationsinformationen aus vorgelagerten Definitionen automatisch in Stücklisten ein, die in nachgelagerten Prozessen konfiguriert werden.



#### 4. Umfassende Visualisierung ermöglichen.

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte. Bei der gemeinsamen Nutzung von Produktinformationen innerhalb des Unternehmens ist eine visuelle Produktdarstellung unverzichtbar. Teilenummern und kryptische Strukturen sind für Mitarbeiter, die nicht eng in die Produktkonstruktion eingebunden sind, von geringem Wert. Zudem bieten Schnappschüsse oder abgeleitete Bilder keine ausreichende Unterstützung bei der komplexen Produktentwicklung. Digitale Modelle sind zwar mächtig, erfordern aber eine ähnlich anspruchsvolle Konfigurationsverwaltung wie oben für Stücklisten beschrieben. Einfach ausgedrückt: Wenn Modelle und Visualisierungsobjekte nicht absolut zuverlässig sind, dürfen sie nicht verwendet werden.

Dank umfassender Visualisierung stehen Visualisierungsobjekte/digitale Modelle für den gesamten Produktentwicklungsprozess zur Verfügung.

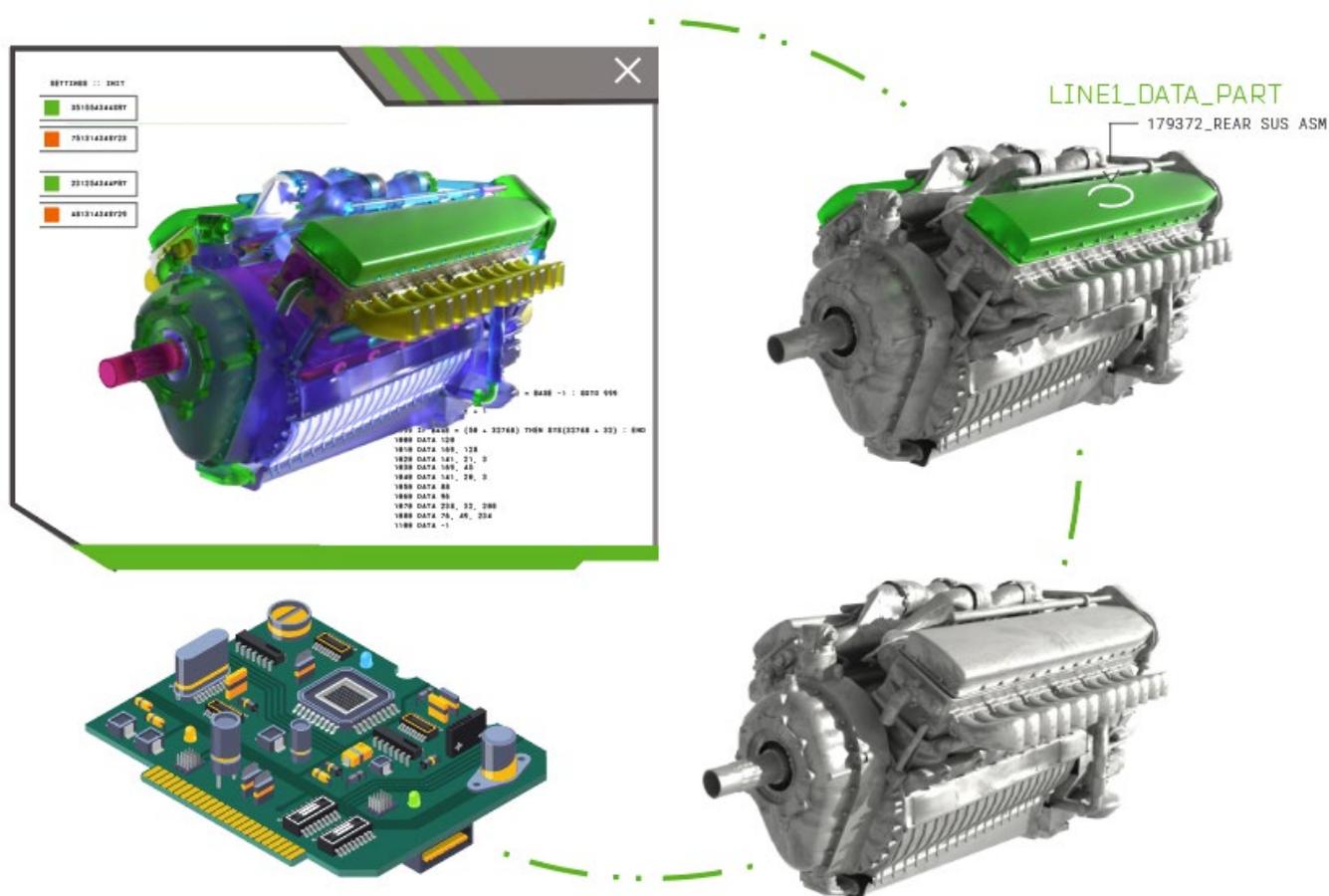
Visualisierung erleichtert das Erkennen von Teilen und ermöglicht zudem die Verwendung von digitalen Modellen in der gesamten Produktentwicklung sowie die Optimierung von nachgeordneten Prozessen und Lieferbestandteilen. Im Rahmen der virtuellen Planung werden digitale Teile für die Stakeholder „greifbar“, sodass sie virtuell erkennen und validieren können, wie Fertigung und Service für das Produkt gestaltet sein müssen.

Visualisierung kann für ein Unternehmen eine maßgebliche Veränderung bedeuten. Doch damit Visualisierungen auch wirklich den höchstmöglichen Nutzen liefern, müssen die dargestellten Daten genau und vollständig sein. So wichtig dies ist, so schwierig ist es auch, da sich Produktdaten ständig verändern und unterschiedliche Rollen verschiedene Konfigurationen benötigen.

Mit unzulänglich verwalteten Visualisierungen werden falsche Informationen im Rekordtempo verteilt.

**Beispiel: Zugriff auf 3D- und Augmented-Reality-Visualisierung einer Baugruppe:**

Angenommen, eine Komponente wird in zahlreichen Baugruppen verwendet. Änderungen an dieser Komponente müssen in allen Baugruppen übernommen werden, in denen sie verwendet wird. Andernfalls arbeiten die Mitarbeiter mit fehlerhaften, veralteten Daten.

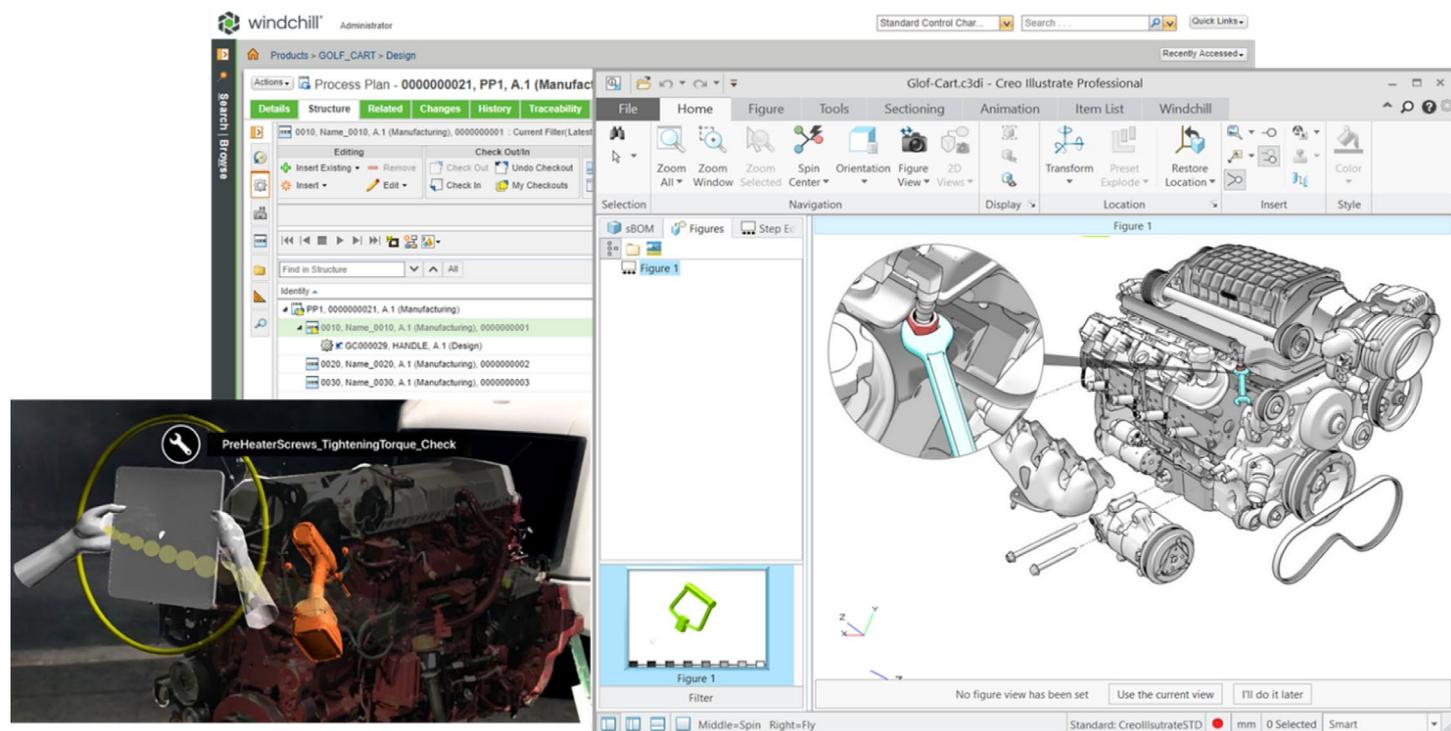


Jedes PLM-System, das mit Schnappschüssen arbeitet, benötigt einen „Auslöser“, sobald Änderungen vorgenommen werden, sowie einen vollständigen Verwendungsnachweis für die Auswirkungsanalyse. Darüber hinaus muss jede von der Änderung betroffene Baugruppe neu veröffentlicht werden, um die Verfolgbarkeit sicherzustellen. Für die Übergabe von Schnappschüssen bei der Freigabe (wie in ERP-Systemen) müssen die Daten überprüft und gesperrt werden, um ihre Korrektheit sicherzustellen.

In der Frühphase der Entwicklung neuer Produkte oder der Umkonstruktion ist dies allerdings nicht möglich, da die in Bearbeitung befindlichen Teile ständig geändert werden. Mit einer digitalen Produktdefinition sind während des gesamten Produktentwicklungsprozesses aktualisierte Visualisierungen für alle Benutzer sichtbar, sobald die CAD-Zeichnung aktualisiert wird. Eine umfassende Visualisierung ist eine Grundlage für viele Aspekte von PLM, u. a. den frühzeitigen Einblick für Stakeholder, die umfassende Konfigurationsverwaltung und die vollständige Verfolgbarkeit. Auch nachgeordnete wichtige Prozesse werden dadurch erst möglich.

## Beispiel: Verbesserte visuelle Entscheidungsfindung, Arbeitsanweisungen und Qualitätskontrollen:

Die mithilfe von CAD generierten und in der Stückliste aktuell gehaltenen visuellen Inhalte stehen auch für nachgelagerte Augmented-Reality-Anwendungen in der Fertigung sowie bei der Erstellung von technischen Illustrationen für Wartungshandbücher und andere Lieferbestandteile zur Verfügung. AR erschließt neue Möglichkeiten der Interaktion und Zusammenarbeit im Zusammenhang mit Produktdefinitionen. Dank visueller Interaktion mit Produktvarianten, die nach Lebenszyklusstatus und Gültigkeit für die Konstruktionsprüfung gefiltert wurden, können Benutzer die Konstruktionen in der tatsächlichen Größe in die physische Umgebung einblenden. Zudem lassen sich die vorhandene Stückliste und die zugehörigen CAD-Daten in detaillierte AR-Experiences transformieren, um Mitarbeitern in Produktion und Service bei Schulungen, Qualitätskontrollen, Reparaturen usw. überall und jederzeit kritische Informationen zur Verfügung zu stellen.



## 5. Komponenten- und Zuliefererverwaltung verbessern.

Neue Teile können sehr hohe Kosten verursachen. Darum ist die Wiederverwendung von Teilen ein wesentlicher Faktor, um Kosten zu senken und die Effizienz im Unternehmen zu verbessern. Die Wiederverwendung von Teilen kann die Bestandskomplexität reduzieren, die Nutzung der Lieferkette verbessern und die Komplexität im After-Market-Service reduzieren, zum Beispiel bei der Frage, welche Variante eines Bolzens des Typs M6-1.0 x 25mm zu verwenden ist oder welcher Zulieferer das Teil liefert.

Angenommen, ein Unternehmen stellt jedes Jahr eine hohe Anzahl von Teilen her. Selbst bei einem geringen Anteil von doppelten Teilen ist das Einsparpotenzial durch Wiederverwendung sehr hoch, wie die folgende Formel veranschaulicht:

- $$P_i \times 12 \times D\% \times P_{ic} = 2.880.000 \text{ \$/Jahr}$$
- $P_i$ : Teileeinführungsrate (3000)
  - 12: Zeitraum (Monate)
  - $D\%$ : Anteil der doppelten Teile (2 %)
  - $P_{ic}$ : Kosten für Einführung eines neuen Teils (4000 \$)

PLM unterstützt zwei Möglichkeiten, Schwierigkeiten mit der Wiederverwendung von Teilen im Unternehmen zu bewältigen. Die erste Methode ist die so genannte Klassifikation. Dabei wird die Teilebeschreibung mit zusätzlichen Informationen versehen, die eine einfache Untergliederung der Teile in verschiedene Kategorien ermöglichen. Mögliche Kategorien sind Hardware, Elektronik, Kaufkomponenten usw.

Denken Sie beispielsweise an einen Bolzen der Kategorie Hardware mit der Klassifikation „SECHSTKANT, SCHWER“ und Attributen wie Länge, Gewindesteigung und Oberflächengüte oder einen Kondensator mit der Klassifikation „FOLIE, OBERFLÄCHENMONTIERT“ und Attributen wie Kapazität, Spannung, Temperaturnennwert usw.

Mit solchen Informationen ist es problemlos möglich, vorhandene Teile zu finden, die den Konstruktionsanforderungen genügen, sodass sich die Erstellung neuer Teile erübrigt. Diese Informationen sind für das Entwicklungsteam, das das Produkt entwirft, ebenso nützlich wie für die nachgeordneten Teams, die die Daten benötigen. Die Kommunikation in Bezug auf verfügbare Teile verbessert sich in der gesamten Lieferkette. Zugleich kann die Fertigungsgruppe bereits geeignete Werkzeugsätze und Prüfmechanismen vorbereiten und die Serviceabteilung den Service-Außendienst planen.



Eine weitere Möglichkeit, die Wiederverwendung von Produkten besser zu steuern, ist das Zulieferermanagement. Zahlreiche Teile werden von externen Zulieferern bezogen. Häufig ist eine Schraube oder ein Kondensator bei mehreren Zulieferern erhältlich. Mögliche Kriterien sind hier Region, Verfügbarkeit, Kosten oder Konformität. Um die Produktwiederverwendung zu optimieren, muss das Unternehmen während der Definition des Produkts wissen, welche Teile von welchen Zulieferern beschafft werden können.

Mit einem PLM-System können sämtliche Anbieter und Hersteller sowie die von ihnen lieferbaren Teile aufgelistet und verfolgt werden. Die Schraube im obigen Beispiel ist möglicherweise bei drei Unternehmen erhältlich. Um die Produktdefinition besser zu verstehen, kann mithilfe der Stückliste die Beziehung zwischen dem Teil und den entsprechenden Zulieferern dargestellt werden. Es können sogar spezifische Informationen zu jedem Zulieferer erfasst werden, beispielsweise Schnittzeichnungen, Spezifikationsdokumente, Compliance-Zertifizierungen usw. Mithilfe von zugehörigen Produktinformationen können Benutzer weiter zu

den Produkthanforderungen, der CAD-Zeichnung und der relevanten Zuliefererdokumentation vordringen. Sie können bevorzugte oder genehmigte Zulieferer angeben, und zwar sogar nach Standort. Ein Werk in den Vereinigten Staaten arbeitet möglicherweise mit einem anderen genehmigten Zulieferer zusammen als ein Werk in Europa.

Das folgende Beispiel zeigt, wie Organisationen mithilfe eines PLM-Systems Zuliefererteile und deren Status (z. B. „Genehmigt“ oder „Nicht verwenden“) mit einer Stückliste verknüpfen können.

Durchsuchen von und Suchen nach Teilen und Dokumenten basierend auf der Klassifikation; einfachere Suche nach Daten durch Facetten

Anzeige von Vorschlägen zu ähnlichen Teilen, um die Wiederverwendung von Teilen zu verbessern

Erstellung und Verwaltung von

Verknüpfung von AML und AVL

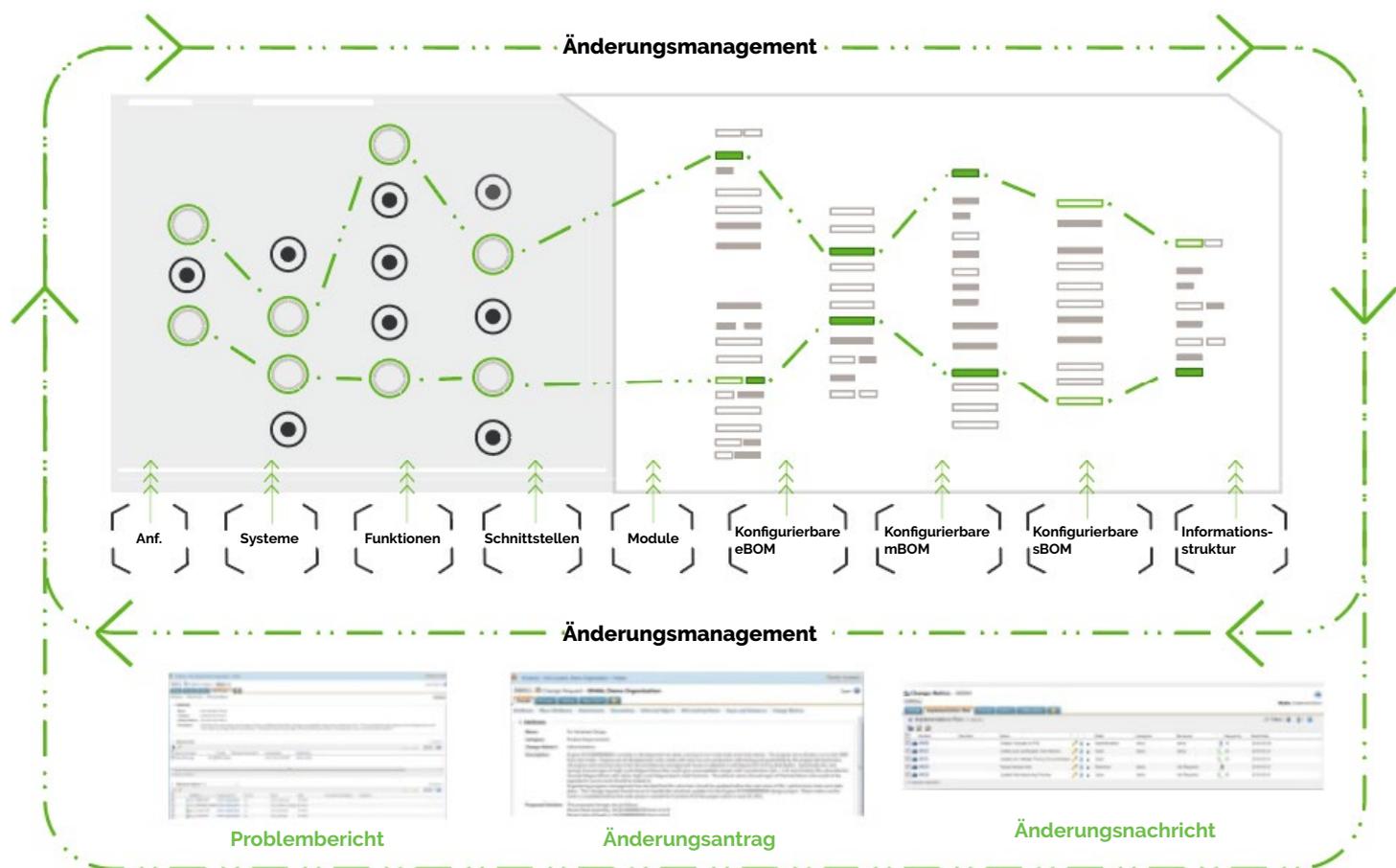
Anzeige von AML & AVL und Festlegung des Beschaffungsstatus in der Stückliste

Object Type	Name	Organization ID	Source	Created On
Manufacturer	Maxim Integrated	1E566	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Microchip Technology Inc.	60991	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Micron	61440	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	MLE	620P1	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Molex Incorporated	1UX99	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Murata Electronics North...	58109	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Omron	58166	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	ON Semiconductor	5V1P1	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Panasonic	5Z437	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC
Manufacturer	Panasonic-ECG	487L6	Qualified	2014-11-25 22:50 UTC

Die Kombination aus Klassifikation und Zulieferermanagement in einem PLM-System trägt zu einer verbesserten Wiederverwendung von Teilen bei. Zusätzlich erhält das Unternehmen bessere Informationen über die verwendeten Teile, sodass die Benutzer im Handumdrehen die gewünschten Teile finden.

## 6. Vollständiges Änderungsmanagement und Verfolgbarkeit sicherstellen.

Im heutigen Umfeld entwickeln sich Produkte schnell weiter. Benutzer müssen in der Lage sein, Änderungen an einer Produktdefinition problemlos zu verwalten und im gesamten Unternehmen zur Verfügung zu stellen. Produktentwicklungsteams neigen dazu, Änderungen in Stücklisten zu erfassen, da sie diese als Referenzdokumente für die entwickelten Produkte betrachten. Allerdings müssen Änderungen in der Produktentwicklung in den Lieferbestandteilen vieler Fachbereiche nachvollzogen werden, damit alle proaktiv umgesetzt werden. Aus diesem Grund ist der systematische Zugriff auf zugehörige Informationen sowie auf die korrekten Versionen und Konfigurationen unverzichtbar.



Wie das Unternehmen an Änderungsprozessen teilnehmen kann

Die digitale Produktverfolgbarkeit geht mit dem Änderungsmanagement Hand in Hand. Durch die Verfolgbarkeit über die Lieferbestandteile der Produktentwicklung hinweg entsteht eine Steuerungshierarchie für die Weitergabe von Änderungen über die gesamte Konstruktion hinweg, sodass die Teams nicht isoliert arbeiten, sondern die Konstruktionsabsicht zwischen Unterbaugruppen gemeinsam nutzen und pflegen können. Produktänderungen ziehen sich unabhängig von ihrem Ursprung – ob in der technischen Entwicklung, der Lieferkette oder der Fertigung – wie eine Welle durch die Lieferbestandteile verschiedener Fachbereiche.

Die Entwicklung und Überwachung wichtiger Lieferbestandteile sowie die Analyse der Auswirkungen von Änderungen in einem Lieferbestandteil auf andere können allerdings extrem schwierig werden, wenn die Informationen über mehrere Systeme verteilt sind. Versuche, die Informationen manuell zu aggregieren, lenken nicht nur von strategischen Tätigkeiten ab, sondern erhöhen auch die Fehlerwahrscheinlichkeit und die damit einhergehenden Kosten. Eine mit einer Redline-Markierung versehene Version ist eventuell veraltet. Änderungsabsicht und -planung sorgen dafür, dass solche Redline-Markierungen automatisch gemäß der neuesten Iteration aktualisiert werden und immer aktuell sind. Dies ermöglicht Planung und Genehmigung vor der Zurücknahme einer Revision, was die Qualität von Änderungen steigert und Frustrationen und Nacharbeiten reduziert.

PLM und umfassende Konfigurationsverwaltung können die Verfolgbarkeit im gesamten Änderungsprozess erheblich unterstützen. Mit einem PLM-System kann die Organisation Änderungen in allen in die digitale Produktdefinition einbezogenen Fachbereichen identifizieren, sammeln und umsetzen. Ebenso wichtig: Die Änderungen können an Enterprise-Systeme wie ERP und MES (Manufacturing Execution System) übergeben werden, was die Produktentwicklung erheblich vereinfacht und verbessert.

### Beispiel: Optimieren von Änderungen mithilfe von Stücklisten:

Bei Produktänderungen müssen die technischen und geschäftlichen Auswirkungen analysiert werden. Gibt es beispielsweise eine Änderung an einer Rahmenschweißnaht, muss festgestellt

werden, ob dies weitere Änderungen nach sich zieht, beispielsweise an der CAD-Zeichnung oder am Anforderungsdokument. Wird der Rahmen in zwei weiteren Baugruppen verwendet, müssen darüber hinaus alle zugehörigen Dokumente ebenfalls aktualisiert werden. Dazu ist es notwendig, beim Durchführen von Änderungen abhängige und zugehörige Daten sammeln und analysieren zu können. Zudem muss es möglich sein, die Bereiche zu identifizieren, die in die Änderung eingebunden werden müssen, beispielsweise Lieferkette, Fertigung usw., um den Umfang der Änderung und ihre Auswirkungen richtig beurteilen zu können.

Durch Auswirkungsanalysen kann sichergestellt werden, dass alle Aspekte von Änderungen berücksichtigt und in der gesamten Organisation korrekt umgesetzt werden. Besonders effektiv ist die Auswirkungsanalyse, wenn die resultierenden Änderungen im Rahmen des unternehmensweiten Änderungsprozesses einfach erkannt, eingeplant und nachgewiesen werden können. Wenn Benutzer mit Tools wie Redline-Markierungen wie unten gezeigt Änderungen planen und diese im gesamten Unternehmen prüfen und vermitteln können, ist eine wichtige Voraussetzung für Änderungen hoher Qualität gleich im ersten Anlauf gegeben.

Number	Name	End Item	Quantity	Unit	Reference Designator	Find Number
000000081	CONFORMAL COATING, LIQUI...	No	1	each		
070000	CONNCTOR, AMP EUROCAR...	No	86	each	J1-J4, J6-J7, J10-J11 <del>J4-J4, J6-J7</del>	20
070001	CONNECTOR, MOLEX MINI-FIT...	No	1	each	J19	35
<del>070002</del>	<del>CAPACITOR, 0.1uF, SMD-CERA...</del>	<del>No</del>	<del>30</del>	<del>each</del>	<del>C6-C35</del>	<del>45</del>
070008	PCB, ATLAS	No	1	each		100
070009	CAPACITOR, 10uF, 16V, SMD	No	5	each	C1-C5	90
070022	EMI FILTER, 1000pF, 50V, SMD	No	1	each	L1	
070028	LED, RED, CLEAR, SMD	No	5	each	D1-D5	50
<del>070003</del>	<del>LED, SMD</del>					
070188	RESISTOR, 1kΩ, 1%, 1/8W, 150...	No	1	each	R3	80
070196	RESISTOR, 1.8kΩ, 1%, 1/8W, 15...	No	2	each	R2, R4	70
070198	RESISTOR, 3.3kΩ, 1%, 1/8W, 15...	No	2	each	R1, R5	80
070214	IC, OP AMP, CMOS, HIGH SPEED	No	1	each	IC1	

Für eine effektive Auswirkungsanalyse müssen alle zugehörigen Daten nach Produktkonfiguration gesammelt werden, um sicherzustellen, dass die richtigen Datenversionen verwendet werden. Mit einer digitalen Produktdefinition kann die Organisation mithilfe solider Konfigurationsverwaltungsmethoden sicherstellen, dass die richtigen zugehörigen Informationen verwendet werden.

In der folgenden Grafik ist dargestellt, wie in einer vollständig digitalen Produktdefinition mit unterschiedlichen Informationstypen und Beziehungen auf einfache Weise Informationsbestände erfasst werden. Diese Art der Sammlung kann auch in weiteren Bereichen wie der Wirkungsanalyse und der Zusammenarbeit eingesetzt werden.

**Full Track Vs. Fast Track Changes**

Full Track Changes (17%)	1 Change Request
Fast Track Changes (0%)	0 Change Requests
No Track Assigned (83%)	5 Change Requests

Erstellung und Anzeige von Änderungen mit leicht konfigurierbaren Layouts

Einfach definierbarer geschlossener Prozess, der einfach bis streng sein kann

Interaktion mit visuellen Markups während des Änderungsprozesses

Definition von Geschäftsregeln, um zu validieren, ob Änderungen den Anforderungen entsprechen

Flow Diagram: Problem Report → Change Request → Change Notice → Change Tasks. Transitions: Close out PR, Close out CR, Close out CT.

Kollaboratives Änderungsmanagement

## 7. Nachgeordnete Verwendung optimieren.

Ein PLM-System, mit dem sich die Genauigkeit von Daten und die Konfigurationen von vorhergehenden und nachfolgenden Aufgaben und Dokumenten sicherstellen lassen, kann dazu beitragen, die Workflows und Prozesse in der gesamten Organisation zu optimieren. Für die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit und die Ausführung paralleler Prozesse ist rechtzeitiger Einblick in Informationen zu Verbrauchsmaterialien erforderlich. Durch frühzeitigen Zugriff kann die Entwicklungsdauer verkürzt werden. Für die parallele Prozessausführung ist er aber nicht ausreichend.

Nachgeordnete Funktionen wie Nachschubmanagement, Fertigungsplanung und Service können ihre eigenen Prozesse durch die Verwendung von Daten aus der technischen Entwicklungsstückliste beschleunigen und parallel eigene Lieferbestandteile erzeugen.

”

Der digitale Thread beginnt mit der Fokussierung auf Produktkonstruktionsdaten und der effektiven Verwaltung von digitalen Konstruktionsinhalten. Auf dieser Grundlage können Organisationen eine erhebliche Wertschöpfung realisieren, indem sie den Informationszugriff über Projekte, Abteilungen, Partner und Kunden hinweg ausweiten.“

Visualisierung ist eine perfekte Möglichkeit, nachgeordnete Bereiche effizienter und effektiver zu gestalten. Beispielsweise können mithilfe von genauen und vollständigen Visualisierungen nachgeordnete Teams wie die Fertigung Lieferbestandteile wie werksspezifische Fertigungsstücklisten oder Arbeitsanweisungen oder der Produktsupport technische Serviceinformationen und Verfahren erstellen.

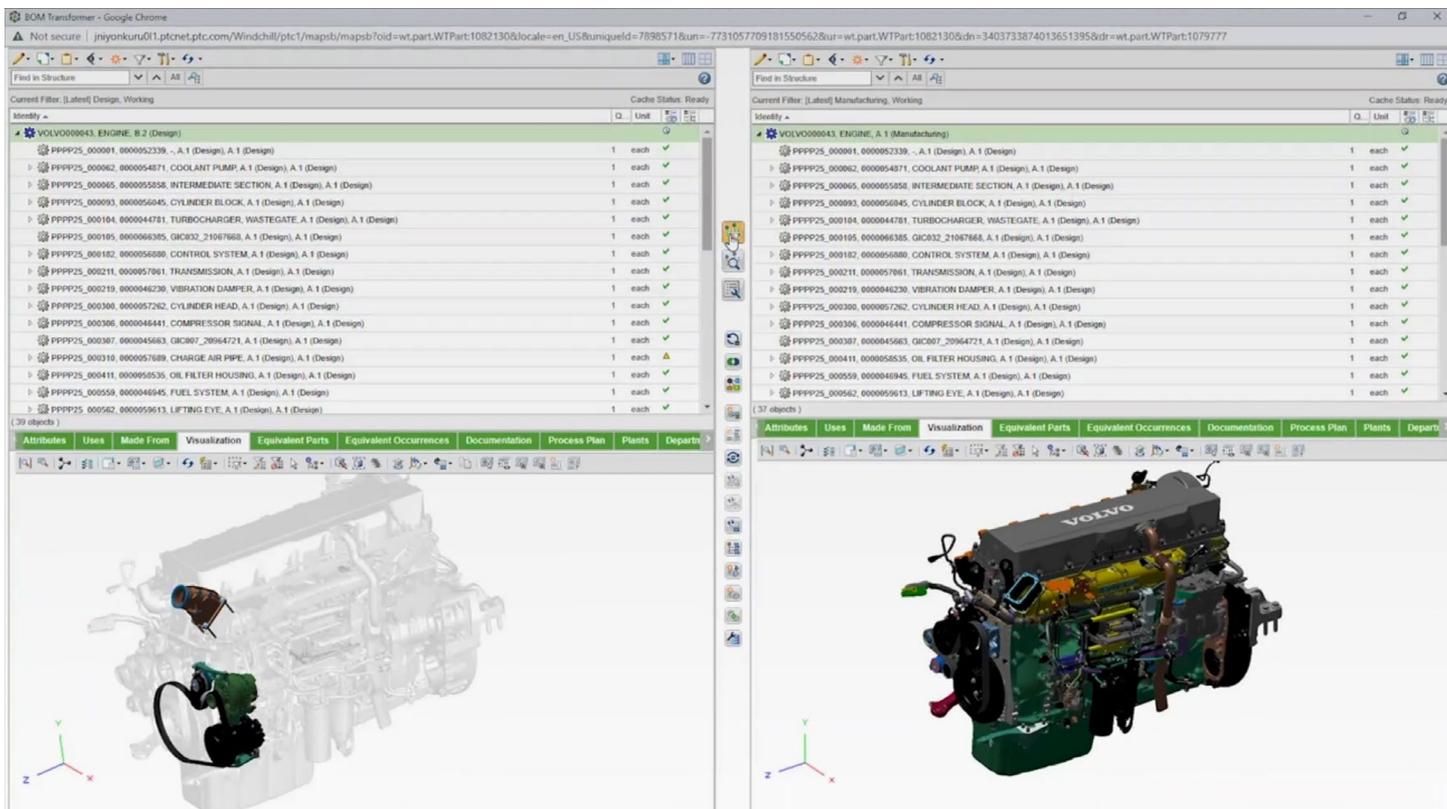
Daraus ergeben sich beträchtliche Vorteile. Da nachgelagerte Aufgaben und Dokumente auf der digitalen Produktdefinition beruhen, lässt sich Nacharbeit erheblich reduzieren, während die Freigabezyklen in der Produktentwicklung sowie die Time-to-Market verkürzt werden.

### Beispiel: Fertigungs- und Serviceplanung mittels Visualisierung:

Viele Unternehmen verfolgen „Design Anywhere, Build Anywhere, Service Anywhere“-Strategien. Hierfür ist eine enge Zusammenarbeit zwischen technischer Produktentwicklung, Fertigungstechnik und Serviceentwicklung erforderlich. Diese drei Gruppen befassen sich in der Regel mit unterschiedlichen Aspekten der Produktentwicklung. Die technische Produktentwicklung entwirft Produkte, die die Anforderungen der Endkunden an Form, Passform und Funktion erfüllen. Die Fertigungstechnik plant den Bau, den Einbau und die Fertigung der physischen Produkte im Unternehmen. Die Serviceentwicklung plant die Teilebeschaffung und die Reparatur der physischen Produkte beim Kunden vor Ort. Entsprechend ihren ähnlichen und doch unterschiedlichen Zielsetzungen organisieren die drei Gruppen ihre Daten häufig unterschiedlich.

Die 3D-Visualisierung als Bestandteil einer vollständig digitalen Produktdefinition kann als universeller Übersetzer zwischen den Organisationen fungieren. Unabhängig davon, wie die Produktstruktur (also die Stückliste) in der technischen Produktentwicklung organisiert wird, können Fertigungstechnik und Serviceentwicklung den 3D-Entwurf problemlos anzeigen und verstehen. Zum Erzeugen ihrer eigenen Lieferbestandteile greifen Fertigungstechnik und Serviceentwicklung auf Lieferbestandteile und Informationen aus der Produktentwicklung zurück. All dies wird im PLM-System nachverfolgt. Durch diese „Äquivalenz“ entsteht eine Verknüpfung, über die vorgelagerte Änderungen problemlos in nachfolgenden Aufgaben und Dokumenten nachvollzogen werden können. Die Visualisierung und vollständige Konfigurationsverwaltung von vor- und nachgeordneten Strukturen ermöglichen dies. Dieser nachgeordnete Transformationsprozess kann auch vom Produktsupport für technische Illustrationen, Teilleisten und Verfahren genutzt werden.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die zentrale Rolle der Visualisierung bei der Verwaltung vor- und nachgeschalteter Strukturen und der Aufrechterhaltung der Assoziativität zwischen zwei Datenbeständen. Visuelle PLM-Tools ermöglichen die Auswahl und Manipulation von Daten im 3D-Viewer, sodass sie den Bedürfnissen nachgeschalteter Teams gerecht werden.



3D-Visualisierungen liefern nicht nur einheitliche Stücklisten oder Konstruktionen, sondern lassen sich auch skalieren, um die 3D-Darstellung für modulare, konfigurierbare Produkte zu vereinfachen. Mit konfigurierbaren Plattformen lässt sich nicht nur ein vielfältiges Produktsortiment bereitstellen, die Benutzer erhalten zudem Zugriff auf genaue 3D-Visualisierungsobjekte für diese konfigurierbaren Plattformen. So brauchen sie nicht länger einen CAD-Konstrukteur zu bemühen, wenn sie genaue 3D-Visualisierungsobjekte für eine Konstruktion benötigen. Durch einfache Auswahl der benötigten Konfiguration erhalten die Benutzer das 3D-Modell mit den Teilen an den richtigen Stellen. Zudem hat das Unternehmen Zugriff auf alle nötigen Daten für eine bestimmte Konfiguration innerhalb einer Produktfamilie. Dazu gehören auch 3D-Visualisierungsobjekte. Darüber hinaus kann mit diesen Informationen im CAD-System die richtige Konfiguration geöffnet werden. Der Zugriff auf 3D-Visualisierungen mit den richtigen Konfigurationen für eine breite Produktpalette ermöglicht eine erhebliche Zeitersparnis.

## 8. Effektive Zusammenarbeit ermöglichen und geistiges Eigentum schützen.

In den Produktentwicklungsprozess für ein neues Produkt sind sowohl interne als auch externe Beteiligte involviert. Um die Produktivität dieser Ressourcen zu maximieren, müssen relevante, genaue und aktuelle Daten ausgetauscht werden, die ohne große Nacharbeit verwendet werden können. Gleichzeitig muss das geistige Eigentum geschützt werden.

Die interne Zusammenarbeit erscheint oft leichter als die externe, da alle Beteiligten direkt auf das PLM-System zugreifen können. Allerdings müssen selbst in diesem Fall Richtlinien für geistiges Eigentum greifen, um die Zugriffsberechtigungen entsprechend den regulatorischen und sonstigen internen Richtlinien einzuschränken.

Der Schutz von geistigem Eigentum ist für global tätige Unternehmen, die die Zusammenarbeit optimieren möchten, ohne wertvolles Ingenieurwissen zu gefährden oder gegen regulatorische Anforderungen zu verstoßen, unverzichtbar. Für einen umfassenden Schutz müssen mehrere Kriterien berücksichtigt werden, die eine Kombination unterschiedlicher Regeln und Abwandlungen für den Zugriff auf jedes beliebige Objekt unterstützen. Wird der dimensionale Zugriff auf alle Produktentwicklungsdaten skaliert, sind traditionelle Zugriffslisten oder ordnerbasierte Vorgehensweisen nicht mehr tragbar.

Darüber hinaus muss der Schutz von geistigem Eigentum die Grundlage des Sicherheitsmodells bilden, damit obligatorische Richtlinien unabhängig davon eingehalten werden, wie der Datenzugriff erfolgt (über die Benutzeroberfläche, im Rahmen der Zusammenarbeit, über eine API usw.). Die Durchsetzung von standardmäßigen Richtlinien für geistiges Eigentum über mehrere Zugriffspunkte hinweg kann äußerst schwierig sein. In jeder Anwendung werden diese Richtlinien u. U. anders verwaltet. Die Synchronisation der Richtlinien zwischen mehreren Systemen ist oft kompliziert, zeitaufwendig und fehleranfällig. Der Schutz des geistigen Eigentums ist nur so stark wie das schwächste Glied in der Kette.

Für eine optimierte, effektive Zusammenarbeit mit externen Beteiligten müssen zugehörige Datensätze erfasst und der Zugriff darauf ermöglicht werden. Wenn Daten zu diesem Zweck manuell gesammelt werden, muss dies so lange wiederholt werden, wie die Zusammenarbeit dauert, um die anfängliche und jede weitere Interaktion mit externen Beteiligten zu ermöglichen. Bei veralteten Informationen können die Beteiligten keine fundierten Entscheidungen treffen oder Empfehlungen aussprechen.

Für eine effektive Zusammenarbeit müssen Informationen in einem Format freigegeben werden, das in seiner nativen Form verwendet werden kann. Für die Detailkonstruktion muss beispielsweise oft direkt im CAD-Format gearbeitet werden, um den Entwurf gemeinsam zu entwickeln oder zusätzliche Lieferbestandteile zu erzeugen.

Schnappschüsse in Form von PDF-Dateien, abgeleiteten Visualisierungsobjekten oder Zeichnungen zwingen die nachgeordneten Teilnehmer, die Daten selbst für ihre Zwecke neu zu erstellen. CAD-Baugruppen wie diese sind ohne unterstützende Dokumentation, beispielsweise zu Anforderungen oder Spezifikationen mit sämtlichen Komponenten, Familienteilen und Zeichnungen, für die Zusammenarbeit kaum von Nutzen.

Für eine optimale Zusammenarbeit bei minimalem Risiko müssen Unternehmen in der Lage sein, alle Datentypen einfach zu erfassen und in geeigneter Form unter Einhaltung der Zugriffssteuerungsvorgaben und Richtlinien für geistiges Eigentum auszutauschen. Mithilfe einer PLM-Lösung, die sämtliche Elemente der Zusammenarbeit effektiv verwalten kann, lassen sich die Duplikation isolierter Daten sowie die damit verbundenen Kosten für Nacharbeit, Ausschuss oder Verlust von geistigem Eigentum vermeiden.



Schutz des geistigen Eigentums gewährleisten

## 9. Stücklistenbasierte Berichte erstellen.

Wie bereits erwähnt ist die Produktentwicklung ein dynamischer Prozess, bei dem es ständig zu Änderungen kommt. Benutzer innerhalb der Organisation benötigen aus verschiedenen Gründen Informationen aus der digitalen Produktdefinition. Oft können diese in Form eines Berichts oder auch nur durch benutzerbasierte Filterung der in der Stückliste angezeigten Informationen abgerufen werden.

Organisationen erzielen den größten Nutzen durch eine Stückliste, wenn sie sie auf die Verwaltung und Bereitstellung von Produktinformationen für verschiedene Rollen und Teilnehmer im Unternehmen zuschneiden.

Mit zunehmendem Reifegrad der digitalen Produktdefinitionen wird es immer wichtiger, dass Stakeholder (aus einer Vielzahl von Bereichen) Einblick in den Entwurf erhalten und ihn in ihre jeweiligen Aufgaben einbinden können. Organisationen können Produktdaten und Entwürfe auf vielfältige Weise gemeinsam nutzen, u. a. über eine Standardbenutzeroberfläche, Ad-hoc-Berichte, visuelle 3D-Berichte sowie von Administratoren erzeugte erweiterte Berichte.

Eine wichtige Anforderung an ein PLM-System ist die Möglichkeit, einer Organisation verschiedenste Berichte bereitzustellen. Diese Berichte ermöglichen ein besseres Verständnis der digitalen Produktdefinition, die Abfrage spezifischer Informationen und die Suche danach sowie die Erkennung von Mustern und die Analyse der Produkte. Diese Informationen können über ein PLM-Tool oder als Bericht bereitgestellt werden, auf den für Analysen, Präsentationen oder die gemeinsame Nutzung mit anderen offline zugegriffen werden kann.

PLM-Systeme unterstützen auch interaktive Anfragen für die Interpretation und Bearbeitung der Daten. Daten können in Tabellenform und grafisch bereitgestellt werden, sodass Benutzer einfachere, leistungsstärkere Funktionen nutzen können, um Einblick in die digitale Produktdefinition zu erhalten. Dadurch werden fundierte Entscheidungen im Entwicklungsprozess möglich, beispielsweise kann ermittelt werden, welche Bereiche des Produkts besonders beachtet werden sollten oder wo es Einsparpotenzial gibt.

Part					
Identity	Version	Name	Release Target		
GC000007, Demo Organization, B.6 (Design)	B.6 (Design)	LEG	Change		
On Order	Use Existing				
Work-in-Process	Use Existing				
Finished	Use Existing				
Action	Find Number	Component Number	Quantity	Units	Reference Designator
Change		GC000017, Demo Organization	3 4	each	D20020_1-D20020_3 D20020_1-D20020_4
Replace	10T	0000000041, Demo Organization GC000003, Demo Organization	1	each	D20002_1
Delete	20	GC000014, Demo Organization	1	each	D20010_1
Add		GC000037, Demo Organization	43	each	
Action	Component Number	Component Version	Component	Link Type	
Add	SQB404.PRT, Demo Organization	A.1	sqb404.prt	Content	

Nonconformance Material Report						
					Report Date	May 03, 2021
Number	00021	Name	NC-001			
<b>Intake General Information</b>						
<b>Intake Header</b>						
Entered By	demo		Date File Opened	2020-10-14 10:29:50.0		
Resolution Date						
<b>Originator Information</b>						
Originated By	demo		Originating Location	pune		
Process Type	Manufacturing		Shift	Second		
Nonconformance Type	In Process Manufacturing		Occurrence Date	2020-10-13 18:30:00.0		
Nonconformance Category	NC-01D1					
Description	hmm					
<b>Parts/Products</b>						
Number	Name	Lot/Serial Number	Supplier Number	Quantity	Units	
GC000002	LEG	1	1	11	BOX	

Word | Office365 Test Document - Saved

File Home Insert Layout References Review View Help Windchill Open in Desktop App Tell me what you want to do Editing

New Document Check In Check Out Undo Checkout View Information

## 10. Die Stücklistentransformation verwirklichen.

Eine Stückliste bietet zwar überall im Unternehmen viele Vorteile, aber die verschiedenen Fachbereiche des Unternehmens benötigen sie möglicherweise in unterschiedlichen Strukturen.

**Viele Unternehmen nutzen nur eine Stücklistenansicht (die Entwicklungsansicht). Dadurch werden alle Mitarbeiter außerhalb der Produktentwicklung gezwungen, die Stückliste manuell zu kopieren und ihre Struktur an ihre Bedürfnisse anzupassen. Die Folge sind veraltete Daten und ein aufwendiger Prozess zur Abstimmung von Änderungen in vor- und nachgelagerten Prozessen.**

Die Struktur einer Stückliste für System- und technischen Entwurf ist für die Fertigung oder den Service wahrscheinlich wenig sinnvoll. Die Fertigung benötigt eine Stücklistenstruktur, die eine effiziente Produktionsplanung und Validierung ermöglicht, der Service hingegen benötigt Unterstützung bei der Serviceplanung.

PLM beinhaltet das Konzept der Stücklistentransformation, mit der eine Gruppe die Möglichkeit erhält, die Darstellung der Original-Stückliste an die jeweiligen Anforderungen anzupassen. Beispielsweise kann die Fertigungsgruppe die Entwicklungsansicht für die Produktionsplanung anpassen, während die Servicegruppe sie für ihre Anforderungen optimiert.

Ist eine digitale Produktdefinition vorhanden, kann diese Transformation mit einem Äquivalenzkonzept ermöglicht werden. Hierbei ist in den für eine neue Ansicht transformierten Teilen das entsprechende Teil der Originalansicht hinterlegt. So können nachgeordnete Benutzer, z. B. in Fertigung und Service, ihre Stücklisten früher planen, statt abwarten zu müssen, bis die Entwicklungszeichnungen fertig vorliegen. Sie können also bereits mit der Planung ihrer Arbeit beginnen, während die Entwicklungsstückliste noch in Bearbeitung ist.

Dank dieser Stücklistentransformation kann die Fertigung nicht nur einen Plan, sondern mehrere spezifische Pläne für unterschiedliche Produktionsanlagen oder sogar unterschiedliche Fertigungsstraßen innerhalb einer Anlage bereitstellen. Da diese nachgelagerten Pläne mit der Entwicklungsansicht verknüpft sind, können alle vorgelagerten Änderungen einfach in den nachgeordneten Ansichten dargestellt, zusammengeführt und verfolgt werden. Damit sparen die vor- und nachgelagerten Benutzer Zeit und die Gefahr von Fehlern bei dem Versuch, verschiedene Pläne aktuell zu halten, sinkt.

Umfassende digitale Produktdefinitionen erlauben eine einfache Transformation und Organisation von Stücklistenstrukturen und Visualisierungen. Anhand des aussagekräftigen visuellen Feedbacks können Fertigungsingenieure und Serviceplaner ihre Aufgaben besser verstehen. Eine robuste digitale Produktdefinition erleichtert auch Benutzern die Darstellung und Verfolgung von Diskrepanzen während der Stücklistentransformation.

Die Stücklistentransformation ist nicht nur für technische Entwicklung und Fertigung interessant. Dieselben Konzepte gelten auch beim Erstellen einer Produktansicht für die Planung einer Servicestückliste und von Teilelisten in der Serviceabteilung. Anschließend profitiert der Service von denselben Vorteilen wie die Fertigung, nämlich paralleler Planung und Feedback.

Die Stücklistentransformation kann zudem für weitere Zwecke eingesetzt werden, zum Beispiel eine Analyseansicht der Stückliste für die Verifizierung mittels Simulation oder zur Prüfung auf die Einhaltung von Materialvorgaben. Die Stücklistentransformation liefert unterschiedlichen Benutzern eine auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Stückliste. Zugleich sorgt sie für die Abstimmung und Konsistenz der Stücklistendaten. Hinzu kommen der frühere Datenzugriff sowie echte parallele Konstruktion und Feedback – somit können Organisationen die Time-to-Market verbessern und Produkte von besserer Qualität liefern.

## Schritt für Schritt zum langfristigen Ziel

Jede Transformation ist eine Reise. Der Weg zu einer vollständig digitalen Produktdefinition und zu mehr Produktentwicklungsfunktionen kann in leicht handhabbaren Phasen erreicht werden.

Selbst kleine Schritte in Richtung auf eine digitale Produktdefinition erschließen sofortige Vorteile. Diese können von besser organisierten Produktdaten in einer technischen Entwicklungsstückliste bis hin zur einfachen Konsolidierung relevanter Informationen für externe Stakeholder reichen.

Mit der Stückliste als Grundlage für den digitalen Thread können im nächsten Schritt die Fertigungsstückliste und die Servicestückliste in Angriff genommen werden. Auch wenn schnelle Erfolge wichtig sind, um das Vertrauen in ein PLM-System und die Akzeptanz zu erhöhen, ist es wichtig, eine tragfähige langfristige Vision im Auge zu behalten. Idealerweise sollte ein ausgewogenes Verhältnis angestrebt werden: Wenn immer nur eine Best Practice verfolgt wird, ist es kaum möglich, eine langfristige Vision zu realisieren. Andererseits sollten kurzfristige Entscheidungen vermieden werden, die den langfristigen Nutzen einschränken. Einfach ausgedrückt: Um den Nutzen und die Rentabilität einer PLM-Implementierung zu maximieren, müssen Organisationen sicherstellen, dass sie eine digitale Produktdefinition erzeugen, die ihren kurzfristigen Bedürfnissen ebenso gerecht wird wie ihren langfristigen Zielen.

Der Anfang kann bei einigen der in diesem White Paper beschriebenen Best Practices für PLM recht schwierig sein. Doch mit jedem Erfolg verzeichnen Organisationen greifbare, positive Geschäftsergebnisse, die das Vertrauen im Unternehmen fördern. Durch die Einführung dieser Best Practices wird die Grundlage für einen reifen PLM-Ansatz geschaffen, in dessen Zentrum eine vollständig digitale Produktdefinition und eine umfassende Stückliste stehen.

Denken Sie daran: Bedeutende Veränderungen geschehen nicht über Nacht. Bleiben Sie zielorientiert und geduldig und bedenken Sie, dass PLM und eine digitale Produktdefinition Ihr Unternehmen über kurz oder lang ins digitale Zeitalter bringen.

Unter [www.ptc.com/de](http://www.ptc.com/de) erfahren Sie, wie PTC im gesamten Produktlebenszyklus – vom Konzept bis zum Einsatz – eine zuverlässige und allgemeingültige Datenquelle bereitstellt und dabei die Vielfalt komplexer digitaler Produktdaten in vollem Umfang erhält.



PTC, Inc.

Mai 2021  
Copyright © PTC, Inc.  
[www.ptc.com/de](http://www.ptc.com/de)