

470391

# Den Kreis über die Fertigung schließen: CAM-Daten-Management

Dr.-Ing. Michael Rackl (michael.rackl@autodesk.com)  
Autodesk GmbH

## Lernziele

- Herausforderungen beim Fertigungsdaten-Management und den entsprechenden Datenströmen zusammenfassen
- Analysieren, wie Fertigungsdaten-Management wertvolle Einblicke und Geschäftswerte generieren kann
- Verstehen, wie Fertigungsdaten-Management in eine unternehmensweite Datenstrategie passt
- Ansatzpunkte zur Implementierung oder Optimierung des Fertigungsdaten-Management ableiten

## Beschreibung

Umfasst Ihre Datenstrategie auch die Fertigung? Der dokumentierte Daten-Weg durch ein Unternehmen endet oft abrupt mit der "Freigabe zur Produktion". Ist ein Produktdesign erstmal abgeschlossen, werden die entsprechenden Dateien an die Arbeitsvorbereitung weitergeleitet, wo insbesondere CAD-Daten nur selten in unveränderter Form verarbeitet werden.

Beispielsweise werden Ergänzungen hinzugefügt, um bestimmte Fertigungsprozesse zu berücksichtigen. Solche Änderungen, darunter für die computerunterstützte Fertigung (CAM), werden in der Regel in der Datenverwaltung nicht verfolgt und gehen daher nach der Arbeitsvorbereitung verloren. Neben dem Vermeiden des Verlusts von Fertigungsinformationen gibt es viele andere Gründe, die Arbeitsvorbereitung vollständig in die Daten-Managementschleife und den Produktdaten-Lebenszyklus einzubinden. Am Beispiel von CAM werden in diesem Vortrag verschiedene Aspekte des Daten-Managements für die Arbeitsvorbereitung und deren Wert für Unternehmen erörtert.

## Referent

Dr.-Ing. Rackl begann seine berufliche Laufbahn mit einer Ausbildung im Werkzeug- und Formenbau. Nach seiner Wehrpflicht in Deutschland studierte er Maschinenbau (B.Eng. & M.Sc.) mit den Schwerpunkten Mechanik, Mathematik und Computational Engineering. Anschließend promovierte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter an der Technischen Universität München (Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss, Logistik) in den Bereichen physikalische Experimente, numerische Simulation und maschinelles Lernen. Seit seinem Eintritt bei Autodesk im Jahr 2018 arbeitet Dr. Rackl im Presales mit Schwerpunkten in Computer-Aided Engineering (CAE), Computer-Aided Manufacturing (CAM) und Finite-Elemente-Analyse (FEA) für Deutschland, Österreich und die Schweiz.

## Liste von Abkürzungen

AVuF	Arbeitsvorbereitung und Fertigung
CAM	Computer-Aided Manufacturing
ERP	Enterprise-Resource-Planning
PDM	Produktdaten-Management
PLM	Produkt-Lebenszyklus-Management

## 1. Hintergrund

Betrachtet man typische Aufgabenbereiche in fertigenden Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus – und beschränkt sich zunächst auf Konstruktion und Fertigung – so ergibt sich im Wesentlichen Abbildung 1.

Wir betrachten die Abläufe im Folgenden im Kontext des herzustellenden Produkts bzw. der herzustellenden Anlage. Zudem liegt der Fokus auf der Herstellung von kleinen Stückzahlen, bis hin zur Einzelfertigung, wie sie im Maschinen- und Anlagenbau häufig anzutreffen ist<sup>1</sup>. Die jeweils wichtigste vorangehende und nachgeschaltete Schnittstelle ist das Lastenheft von Kundenseite sowie die Montage bzw. Inbetriebnahme. Aus der Übersicht in Abbildung 1 ist ersichtlich, dass die Fertigung erst spät im Prozess zum Zuge kommt. Es sei an dieser Stelle auch darauf hingewiesen, dass verschiedene Funktionsbereiche nicht selten von ein und derselben Abteilung wahrgenommen werden; so könnte das Engineering beispielsweise auch mit demselben Personal die Betriebsmittelkonstruktion übernehmen. Nichtsdestotrotz unterscheiden sich die Tätigkeiten und vor allem Anforderungen in Betriebsmittelkonstruktion und Engineering stark genug, um sie getrennt zu betrachten.

### 1.1. Primärer und sekundärer Informationsbedarf

Um die Informationsflüsse besser zu verstehen, durchlaufen wir gedanklich den Prozess vom Lastenheft bis zu einem fertigen Bauteil und blenden die Beschaffung von Kaufteilen aus. Der allgemeine Datenfluss (vgl. Abbildung 2) gestaltet sich einfach: jeder Bereich gibt die jeweils relevanten Daten an den folgenden Bereich weiter. Der jeweils folgende Bereich hat also einen Informationsbedarf, der primär vom vorgeschalteten Bereich gedeckt wird (Hilbert, 2016, S. 43).

Was sehr häufig übersehen wird, ist, dass jeder Bereich auch einen sekundären Informationsbedarf hat (ebenda). Dabei handelt es sich um Informationen, die nicht den direkten Vorgänger-Bereich betreffen. Beispielsweise stellt die Arbeitsvorbereitung fest, dass ein Bauteil in der Fertigung sehr teuer ist oder nur unter großen Umständen gefertigt werden kann. Nun stellen sich für den Bereich Arbeitsvorbereitung gleich mehrere Fragen:

- Darf dieses Bauteil verändert werden, um es einfacher fertigen zu können?
- Welche Geometrien dürfen verändert werden?
- Mit wem ist die Änderung abzustimmen?
- Wer nimmt die Änderung vor?

---

<sup>1</sup> Was jedoch nicht bedeutet, dass es keine Wiederholteile oder Varianten gibt.

Unabhängig davon, wie die dahinterliegenden Zuständigkeiten aussehen, werden diese Fragen vermutlich nicht von der Produktionsplanung beantwortet werden können. Vielleicht nimmt die Produktionsplanung die Frage der Arbeitsvorbereitung auf und leitet sie entsprechend weiter, aber der Informationsbedarf der Arbeitsvorbereitung richtet sich in diesem Fall an andere Unternehmensteile als an ihren direkten Vorgänger. Wenn man dieses Szenario von verschiedenen Bereichen aus betrachtet wird klar, dass der größte sekundäre Informationsbedarf von den Bereichen ausgeht, die weit hinten in der Prozesskette angesiedelt sind – nämlich Arbeitsvorbereitung und Fertigung (sowie Montage).

Die Verbindungen aus dem sekundären Informationsbedarf deuten an, wo Informationen gegebenenfalls nicht oder nur unzureichend aufbereitet oder weitergegeben wurden. Für die Bereiche, bei denen entsprechende Anfragen eingehen, ist es ein Hinweis darauf, welche Informationen in Zukunft systematisiert werden sollten, um einen reibungsloseren Prozessablauf zu gewährleisten. Der sprichwörtliche Kreis schließt sich auf diese Weise. Besonders in der Einzelteil- und Kleinserienfertigung kommt es immer wieder zu Rückfragen, da von der Fertigung häufig noch nie zuvor gefertigte Bauteile hergestellt werden sollen.

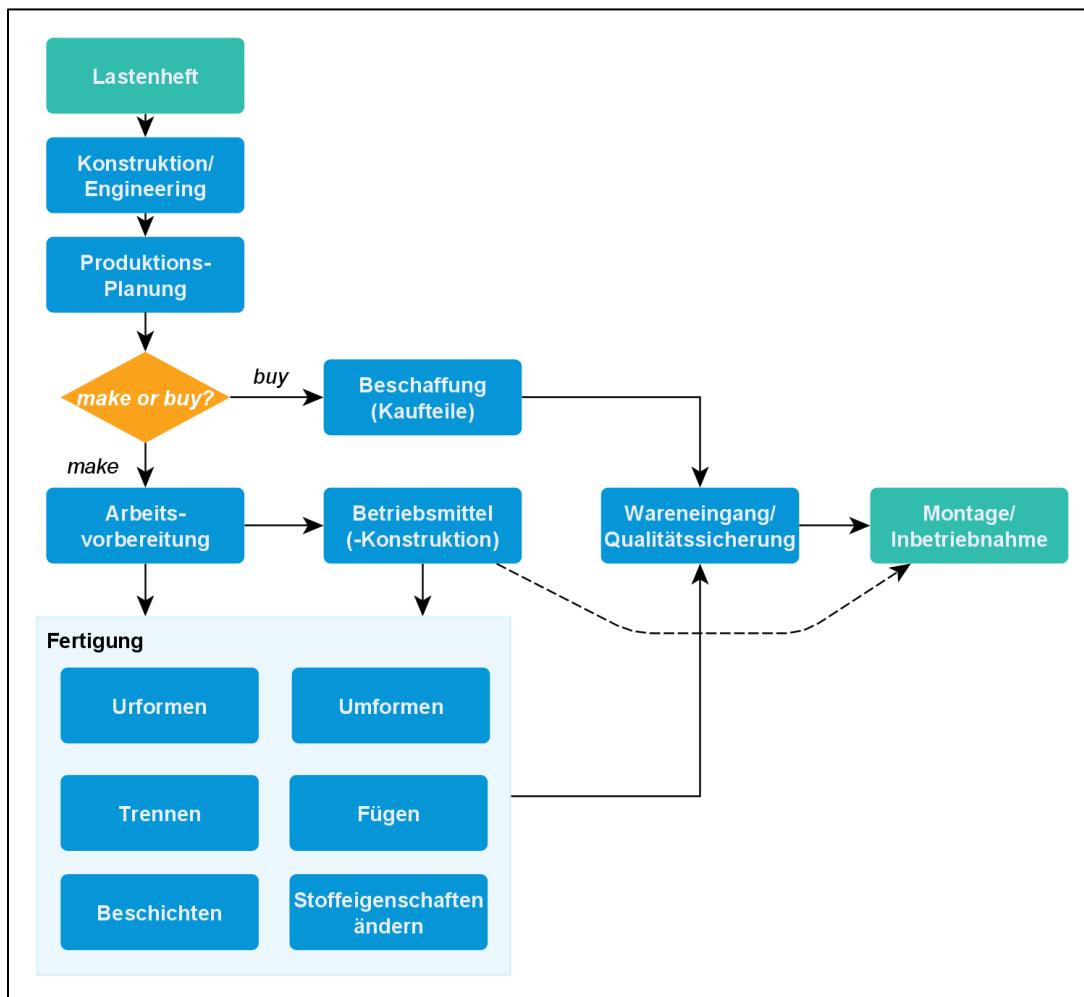


Abbildung 1: In Konstruktion und Fertigung involvierte Unternehmensbereiche (Grobübersicht) mit vor- und nachgestellten Schnittstellen (türkis) und grundlegender make-or-buy-Entscheidung.

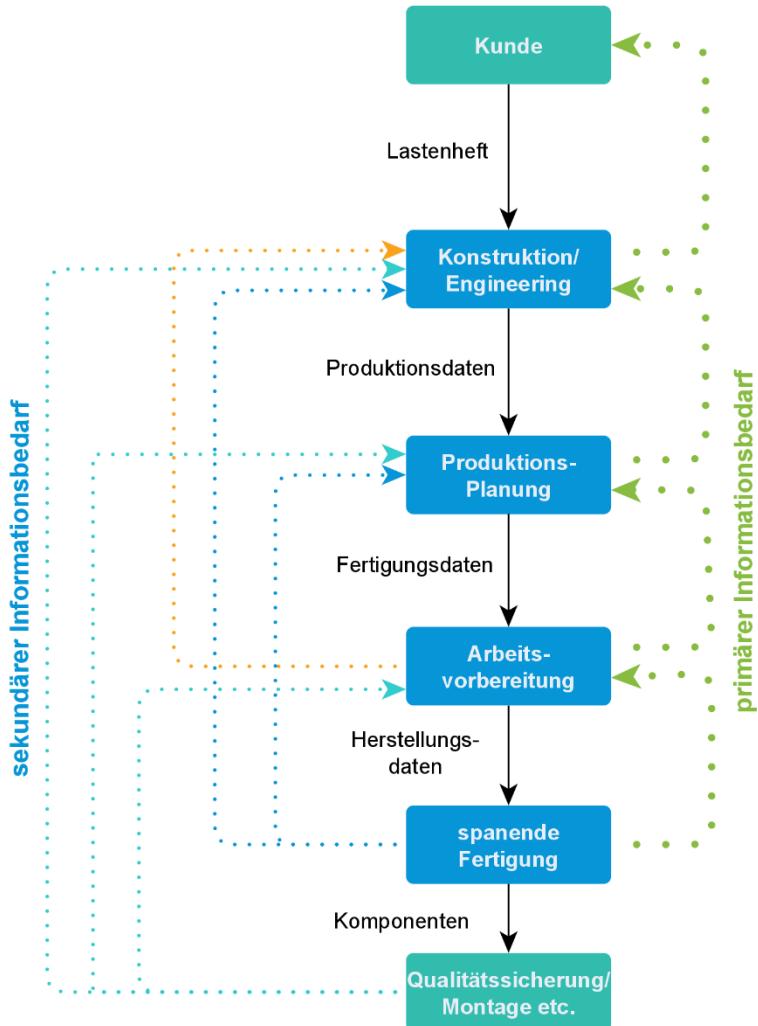


Abbildung 2: Primärer und sekundärer Informationsbedarf.

## 1.2. Daten-Inseln im Fertigungs-Atoll

Mit dem Wissen um primären und sekundären Informationsbedarf betrachten wir nun speziell die Arbeitsvorbereitung und Fertigung (AVuF). Zunächst halten wir aber fest, dass sich „die Fertigung“ zwar organisatorisch gut abgrenzen lässt, aber die realen Zusammenhänge und Abhängigkeiten in guter Näherung mit einem Atoll verglichen werden können (beispielhaft in Abbildung 3). Wegen des großen sekundären Informationsbedarfs sind AVuF meist gut im Unternehmen vernetzt und haben viele inoffizielle Schnittstellen und Ansprechpartner/innen in der Organisation. Diese Tatsache ist jedoch nur selten auch im Daten-Management abgebildet, was dazu führt, dass viele der Verbindungen von AVuF „unter der Wasserlinie“ verlaufen; der betreffende Informations- und Daten-Austausch größtenteils vorbei an offizieller Dokumentation, über E-Mail-Anhänge mit Screenshots, Telefonate und (vermeintlich) informelle Besprechungen.



Abbildung 3: Datenhaltung rund um die Fertigung in vielen Unternehmen: Getrennt aber „unter der Wasserlinie“, unsichtbar verbunden. (Ducarme, 2020)

Daten-Management wird in der Konstruktion häufig mittels Produkt-Datenmanagement-Systemen (PDM, z.B. Autodesk Vault) kontrolliert. Deren Möglichkeiten zur Versionierung von CAD- oder Spezifikationsdokumenten, nutzerabhängigen Lese- und Schreibrechten usw. bieten hohe Datensicherheit und vereinfachen die Zusammenarbeit im Konstruktionsteam.

Dahingegen arbeiten Fertigung und Fertigungsplanung oft auf davon getrennten Systemen. Nicht selten beschränkt sich das Daten-Management in AVuF ausschließlich auf Windows-Ordner und Netzlaufwerke.

Diese Daten-Ablage ist nicht zuletzt eine Folge dessen, dass AVuF zwar auf viele Systeme lesend zugreifen dürfen, jedoch im Allgemeinen keinen Schreibzugriff erhalten. Da die AVuF Daten aber nicht nur konsumiert, sondern auch bearbeitet und ergänzt, fallen sie oft auf einfache Windows-Bordmittel zurück. Beispiele für die (Weiter-)Verwendung von CAD-Daten durch die AVuF sind z.B. das Abdecken von Bohrungen oder tiefen Taschen in CAD-Modellen als Vorbereitung für CAM (Computer-Aided Manufacturing), der Aufbau von CAD-Baugruppen mit dem zu fertigenden Bauteil inklusive Spannmitteln für die automatische Kollisionserkennung im CAM (ggf. CNC-Fertigungssimulation) oder das Einbringen von minimalen konstruktiven Veränderungen, um zuverlässige Fertigbarkeit sicher zu stellen.

Hinzu kommt, dass die AVuF auch über eigene Daten verfügt, die sodann ebenfalls mit Windows-Bordmitteln (dezentral) von den AVuF-Mitarbeiter/innen verwaltet werden:

- CAD-Modelle von
  - Spannmitteln
  - Vorrichtungen (vgl. Betriebsmittel-Konstruktion)
  - Werkzeugen, Werkzeughaltern, Sonderwerkzeugen
  - CNC-Maschinen für Maschinensimulation
- Vorlagen für Einrichteblätter
- NC-Programme
- Werkzeuglisten je Maschine

### **1.3. Problemstellung**

Aus den oben erläuterten Beobachtungen lassen sich zwei Anforderungsszenarien für die AVuF ableiten, die zwar ähnlich sind, sich aber in ihrer Zielsetzung unterscheiden.

Zum einen geht es um das Management von Daten, die die AVuF zur Arbeit mit CAM-Programmen übernimmt, verarbeitet oder selbst anlegt und verwaltet. Zum anderen um die Formalisierung von ohnehin existierenden Informationsflüssen, sodass (fertigungsbedingte) Entscheidungen und Änderungen nachvollziehbar dokumentiert werden und der Kreis von der AVuF zurück zur Konstruktion und anderen Bereichen geschlossen wird.

## **2. Lösungsmöglichkeiten**

Im Rahmen der Lösungsfindung für die beiden identifizieren Probleme wird empfohlen, zuerst das AVuF-interne Daten-Management anzugehen und erst im zweiten Schritt die bereichsübergreifende Formalisierung der Vernetzung voranzutreiben.

### **2.1. AVuF-internes Datenmanagement**

Moderne AVuF stützt sich auf Produktions- und Fertigungsdaten, die in erster Linie von der Konstruktion bereitgestellt werden. Dabei handelt es sich vorrangig um technische Zeichnungen, CAD-Modelle sowie Stücklisten. Technische Zeichnungen sind in vielen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus weiterhin das (nicht nur sprichwörtliche) Maß der Dinge. Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung von Unternehmensprozessen wurden Papierzeichnungen jedoch bereits im großen Stil von PDF-Zeichnungen abgelöst.

Des Weiteren nutzen alle modernen CAM-Systeme (z.B. Autodesk: Inventor CAM, Fusion 360, PowerMill, FeatureCAM) CAD-Modelle zur Erstellung von Werkzeugwegen. Werkzeugwege enthalten Fertigungsanweisungen für CNC-gesteuerte Fräsen- und Drehmaschinen bzw. Bearbeitungszentren. In der Priorität für die AVuF werden technische Zeichnungen also dicht gefolgt von CAD-Modellen. Der Trend in der Branche geht weg von der zweidimensionalen, technischen Zeichnung, hin zur dreidimensionalen CAD-Dokumentation inklusive eingebetteter Produkt- und Fertigungsinformation. Es ist also nur eine Frage der Zeit, bis 3D-CAD-Modelle technischen Zeichnungen den Rang ablaufen werden.

In jedem Fall sollte die AVuF grundlegende Möglichkeiten zur Daten-Verwaltung haben. Dies umfasst die sichere Ablage und Zuordnung zu Projekten über eine Datenbank und die Versionierung von verschiedenen Zeichnungs- und CAD-Modellständen sowie Stücklisten. Zudem muss sichergestellt sein, dass die AVuF stets mit dem aktuellen Revisionsstand arbeitet. Um mit hoher Prozesssicherheit zu fertigen, empfiehlt sich deshalb eine direkte Anbindung an das Produkt-Datenmanagementsystem der Konstruktion (z.B. Autodesk Vault). Dort sind technische Zeichnungen und CAD-Modelle stets in ihrer aktuellen Version abgelegt. Revisionsänderungen, z.B. „Freigabe zur Produktion“, „Änderung nötig“, „Wartet auf Freigabe“, werden von den Konstruktionsmitarbeitern gepflegt und können auch von der AVuF unmittelbar eingesehen werden. Im Falle einer Änderung oder dem Fertigungsstopp für eine Komponente wird die AVuF sofort benachrichtigt, was dabei hilft, Ausschuss zu vermeiden und schnell auf Änderungen reagieren zu können.

Der eigentliche Vorteil, im Sinne der Verwaltung von AVuF-internen Dokumenten, liegt jedoch in der aktiven Nutzung des Produkt-Datenmanagementsystems. Wie Abschnitt 1.2 erläutert, hat auch die AVuF eigene Daten zu verwalten. Werkzeuge, beispielsweise Fräser mit Halter, und Spannvorrichtungen, wie Schraubstöcke, sind im Allgemeinen standardisiert oder auf bestimmten Maschinen stehen nur bestimmte Spannmittel und Werkzeuge zur Verfügung. Diese maschinenspezifischen Informationen, inklusive den dazugehörigen CAD-Modellen werden in der Produkt-Datenverwaltung zentral abgelegt und vor unbeabsichtigter Veränderung geschützt. Das damit verbundene Wissen – z.B. welche CNC-Maschine über was verfügt – ist somit allen Mitarbeitern der Arbeitsvorbereitung zugänglich und stets in derselben, aktuellen Version verfügbar.

Ein weiterer Vorteil ist die Versionierung. Wenn für CAM-Syteme CAD-Modelle entstehen („Fertigungsbaugruppe“, Abbildung 4), dann werden sie im Produkt-Datenmanagement mitverwaltet. Erstens ist es ohnehin wichtig, die Aufspansituation für CAM zentral zu dokumentieren; das Einrichteblatt ist z.B. ein Ergebnis davon. Zweitens können konstruktive Änderungen am CAD-Bauteil automatisch für CAM übernommen werden. Dies ist eine nicht zu unterschätzende Zeitsparnis, da die mit CAM beschäftigten Personen somit nicht wegen jeder Änderung wieder von Neuem mit der Erstellung der Werkzeugpfade beginnen müssen.

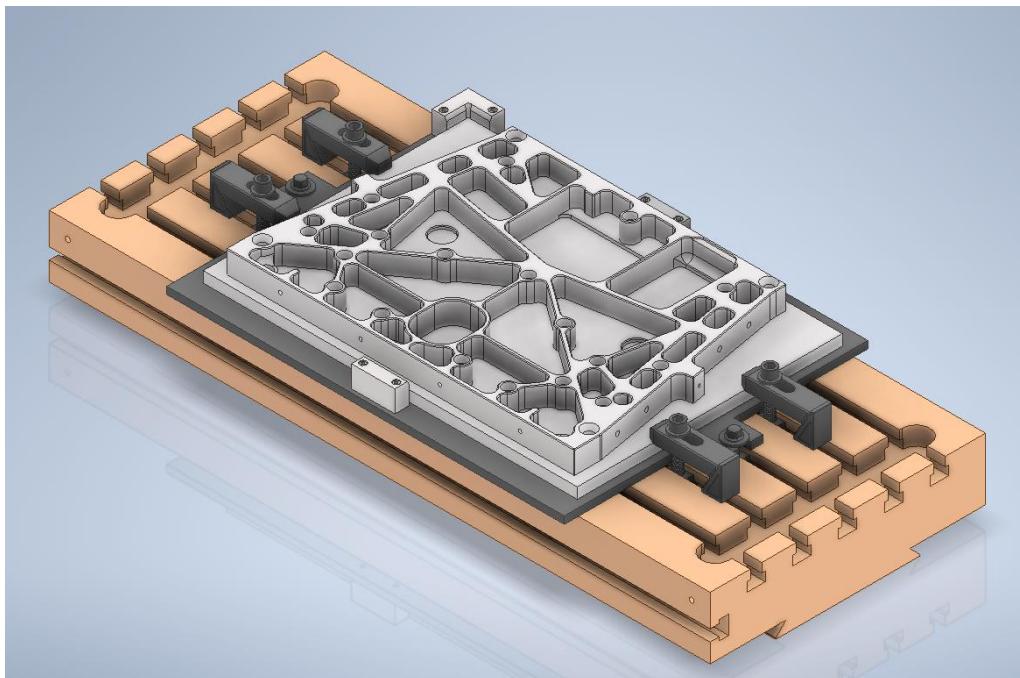


Abbildung 4: Eine „Fertigungsbaugruppe“ (hier gezeigt in Autodesk Inventor) umfasst neben dem eigentlichen Bauteil (grau) auch den Maschinentisch (orange) und Spannmittel (schwarz). So können CNC-Werkzeugwege auf Kollisionen zwischen Werkzeug und Spannmitteln/Maschinenteilen überprüft werden. Man vermeidet damit nicht nur kostspielige Reparaturen oder Ausschuss durch Kollisionen, sondern ermöglicht auch die personalarme Fertigung, in der man CNC-Maschinen mit ruhigem Gewissen größtenteils unbeaufsichtigt produzieren lassen kann.  
Wo und wie werden diese CAD-Daten verwaltet?

Nicht zuletzt geht es darum, den Kreis zur Konstruktion zu schließen. Bei dezentraler Datenverwaltung in der AVuF werden fertigungsbedingte Änderungen von CAD-Modellen häufig

nicht oder nur beiläufig zurück an die Konstruktion gemeldet. Das führt zwangsläufig dazu, dass es zu Diskrepanzen zwischen dem Datenmodell der Konstruktion und der real gebauten Anlage kommt. Im Sinne einer durchgängigen Daten-Strategie ist es deshalb wichtig, die zentrale Anbindung der AVuF in das Produkt-Datenmanagement auch so zu verstehen, dass fertigungsbedingte Änderungen von CAD-Konstruktionen nachvollziehbar sind und lückenlos mit der Konstruktion abgestimmt und dokumentiert werden.

## 2.2. Formalisierung der bereichsübergreifenden Vernetzung

Während zentrales Produkt-Datenmanagement zwischen Konstruktion und AVuF sinnvoll ist, um die wichtigsten Fertigungsdokumente miteinander zu verwalten (technische Zeichnungen, CAD-Daten), ist der Schwerpunkt im Austausch mit anderen Bereichen etwas anders gelagert.

Anfragen aus Montage, Instandhaltung, von Service und Vertrieb oder aus dem Qualitätswesen sind keine Seltenheit, beziehen sich jedoch nicht immer auf greifbare, fertige technische Zeichnungen oder CAD-Daten. Es kann sich beispielsweise um Anfragen zur Herstellung von Kleinteilen handeln, die intern benötigt werden und deshalb keinem konkreten Kundenauftrag zuzuordnen sind. Ein weiterer Fall ist der Informationsaustausch betreffend der nächsten Wartung von Fertigungsanlagen, wobei sich Instandhaltungs- und Fertigungsorganisation bezüglich Terminen, Umfängen und damit einhergehendem Fertigungsstillstand abstimmen müssen. Dazu gehört auch der Austausch von Wartungshandbüchern oder Wartungsanleitungen inkl. betriebsspezifischer Checklisten usw. Neben Anfragen in die AVuF hinein, kommen natürlich auch Anfragen aus der AVuF heraus vor. Dabei geht es oft um Konstruktionsänderungen oder fehlende Fertigungsspezifikationen.

Unabhängig davon, ob Anfragen aus der AVuF stammen oder an sie gerichtet sind, benötigt die verantwortliche Stelle oft auch Informationen und Freigaben aus anderen Bereichen. In Tabelle 1 sind Beispiele für Daten angeführt, welche bei einem internen Konstruktionsänderungsantrag anfallen. Ein solcher Antrag kann zu jedem Zeitpunkt des CAD-Lebenszyklus anfallen, z.B. aus der Produktion heraus oder wegen Problemen bei Montage bzw. Inbetriebnahme. Werden diese Änderungen nicht nachhaltig kommuniziert und abgestimmt, entstehen gefährliche Diskrepanzen zwischen der beim Kunden befindlichen Anlage und der internen Dokumentation. Dies kann z.B. dazu führen, dass später unpassende Ersatzteile geliefert werden und ist auch der Grund dafür, dass „bekannte“ Probleme immer wieder auftauchen.

In der bereichsübergreifenden Abstimmung durchläuft ein Änderungsantrag schnell ein halbes Dutzend Stationen. Dabei müssen alle beteiligten Personen stets Zugriff auf die für sie relevanten Informationen haben und die bisherigen Diskussionen und Kommentare (mindestens teilweise) nachvollziehen können; dazu gehören entsprechende Unterlagen und Daten, welche auch von den involvierten Mitarbeitern selbst beigesteuert werden. So sind der/dem Antragsteller/in meist die Kosten für die Änderung unbekannt und können erst gemeinsam von Mechanik-Konstruktion, Elektronik-Konstruktion und Fertigung erarbeitet werden, während die Projektleitung oder das Controlling ihr Augenmerk auf zeitliche Fristen und das Gesamtbudget legt. Die dabei anfallenden Daten benötigen eine zentrale Plattform, in der sie prozessschritt-bezogen erfasst werden und der Antrag auf geordneten Bahnen durch die verschiedenen Bereiche und Freigabestationen laufen kann; ohne, dass sich die Beteiligten in Prozess-

Diagrammen verlieren oder Zuständigen ungeklärt sind. Bei der Bearbeitung über E-Mail und Netzlaufwerke ist die Versuchung groß, möglichst viele Kolleg/innen zu involvieren, „weil sie das später ohnehin auf dem Tisch haben werden“ oder weil man „nicht sicher ist, wer dafür zuständig ist“ (Vertretungsregeln inklusive). Was dabei gerne vergessen wird ist, dass sich in großen E-Mail-Verteilern schnell niemand mehr persönlich zuständig fühlt, sich aber zunächst irrelevante Personengruppen trotzdem mit dem Sachverhalt beschäftigen. Zudem findet die weitere Kommunikation nicht auf einer einheitlichen Plattform statt und tendiert deshalb dazu, zügig „unter die Wasserlinie“ zu verschwinden.

*Tabelle 1: Beispiele für Informationen, die bei der Bearbeitung eines Änderungsantrags mitgeführt werden müssen und z.T. erst während des Prozesses entstehen. Haben alle Beteiligten einen transparenten Überblick?*

<b>Formale Informationen (automatisch ableitbar, z.B. aus PDM, ERP, ...)</b>	Name Antragsteller/in Kontaktdaten Antragsnummer Datums-, Zeitstempel Komponentennummer Komponentenbezeichnung CAD-Modell(e) Technische Zeichnungen	<b>Inhaltliche Informationen (anfrage-spezifisch)</b>	Foto(s), Screenshots Skizzen Änderungshinweise Begründung Priorität (zeitlich) Priorität (funktional) Priorität (Sicherheit) Fristen Kostenschätzungen Änderungsvarianten
<b>Prozessbezogene Informationen (laut Richtlinien)</b>	Zuständigkeits-Kette Stellvertretungen Status des Antrags Freigaben, Entscheidungen  Kommentare	<b>Konsequenzen</b>	Umsetzungsbeschluss Informationskette Dokumentation bereichsübergreifende Berichte

Häufig gibt es auch keinen dokumentierten Prozess, wie mit diesem Anfragen umgegangen werden soll oder die aktuelle Prozessbeschreibung muss erst gesucht werden. Zudem muss man sich z.T. erst auf eine bereichsübergreifende Austauschplattform einigen. Entscheidungen werden kurzfristig getroffen, z.T. ohne weitere formale Freigaben einzuholen, und sind weder dokumentiert noch für Dritte nachvollziehbar begründet. Verzögern sich Projekte deswegen, ist im Nachhinein die Verwunderung z.B. bei der Projektleitung groß, wie es dazu kommen konnte, denn der wahre Grund wurde nicht systematisch erfasst. Die Verbindungen, die „unter der Wasserlinie“ liegen, bleiben verborgen und wirken sich (indirekt) negativ auf die technische Produktivität aus. Dabei hätte gerade die AVuF ein berechtigtes Interesse, ihren Beitrag zum Unternehmenserfolg nachhaltig zu belegen und ihre starke Vernetzung im Unternehmen systematisch zu nutzen.

## Beispiel

Formal könnte ein Entscheidungsprozess für einen Änderungsantrag wie in Abbildung 5 aussehen. Obwohl nur eine Handvoll Bereiche involviert ist, ergibt sich bereits eine Vielzahl an Informationsflüssen über die verschiedenen Phasen des Änderungsantrags hinweg. Jeder Informationsfluss geht mit dem Austausch von Informationen und Daten einher, die stets auf dem neuesten Stand sein müssen, und wobei nicht jeder Bereich alle Informationen benötigt. Es gibt optionale und verpflichtende Freigaben, Rückfrage-Schleifen als auch die Möglichkeit, Entscheidungen zu eskalieren. Aus Gründen der Übersicht wurde in Abbildung 5 unter anderem die finale Informationskette weggelassen. Wenn die Projektleitung die Änderung freigibt, werden

alle involvierten und nachgelagerten Stellen darüber informiert. Bei Bedarf können die beteiligten Personen nachträglich die Entscheidungsgrundlagen betrachten und die Entscheidung aufgrund dieser Transparenz nachvollziehen.

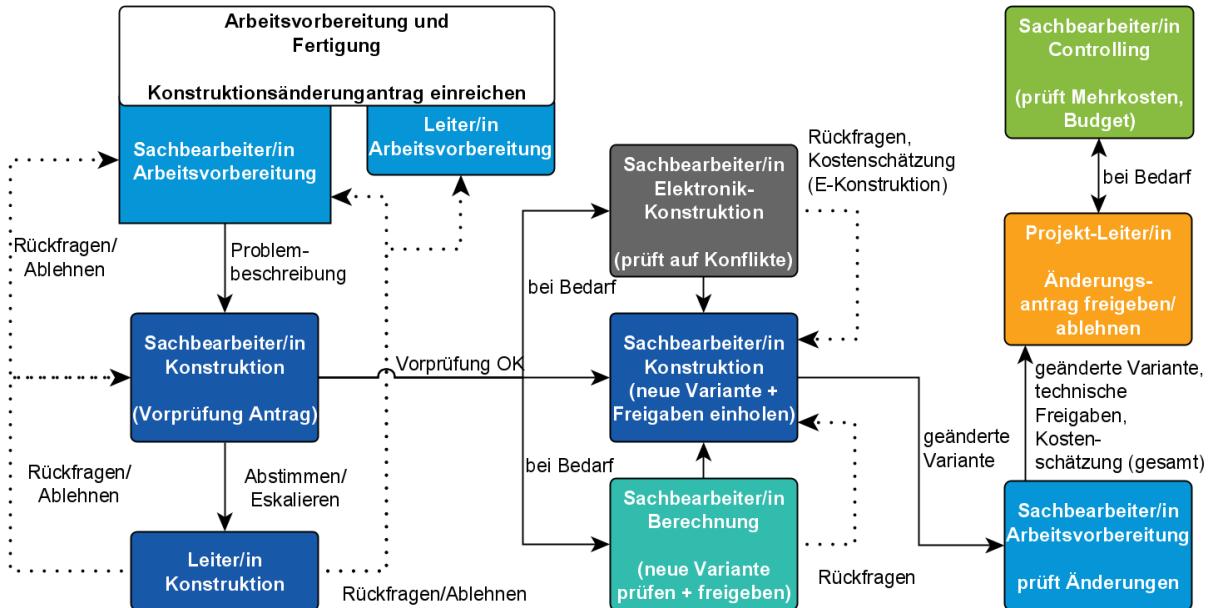


Abbildung 5: Beispiel-Ablaufdiagramm für einen Änderungsantrag. Letztendlich entscheidet die Projektleitung unter Einbeziehung von vorangegangenen Kommentaren und Unterlagen aus verschiedenen Bereichen. Diese Daten dokumentieren und unterstützen die effiziente Entscheidungsfindung – jedoch nur dann, wenn sie unmittelbar sowie rollen- und prozessbezogen verfügbar sind.

Für den bereichsübergreifenden Austausch und die direkte Abstimmung zwischen mehreren Unternehmensteilen wird eine Plattform mit folgenden Eigenschaften benötigt:

- überall verfügbar, ohne Installation, z.B. auch auf Handys und Tablets,
- einfache Bedienung, z.B. durch rollenbasierte Benutzerprofile (jeder sieht nur das, was für sie/ihn relevant ist)
- Möglichkeit, Prozesse und Entscheider zu modellieren und zu steuern, z.B. für Freigaben, Anfragen etc.; inkl. Stellvertreter-Regelung
- Möglichkeit zum (versionierten) Datenaustausch von verschiedenen Dateiformaten, und zwar im jeweiligen Prozesskontext; Daten hängen direkt am Prozess
- einfache Möglichkeit, Prozesse abzubilden und zu pflegen, ohne Hilfe von externen Dienstleistern
- Prozess- und Dokumentenbezug zu fertigenden Produkten, Anlagen oder den Fertigungsanlagen selbst
- Flexibler als Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP), welche i.A. auf die Aufbauorganisation („backoffice“) zugeschnitten sind.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft die Modellierung eines des o.g. Konstruktionsänderungsvorgangs in Autodesk Fusion Lifecycle. Prozesse sind greifbar und leicht verständlich modelliert; jedem Prozessschritt können verschiedene Personen als Hauptverantwortliche oder Stellvertretungen

zugewiesen werden. Alle Prozess-Beteiligte tauschen sich in einer bereichsübergreifenden Umgebung aus, in der sämtliche Daten, Termine und Aufgaben angelegt, zugewiesen und verwaltet werden. Dazu gehören u.a. digitale Checklisten oder CAD-Daten mit eingebautem Viewer sowie Versionierung.

Produktlebenszyklus-Management (PLM) bietet die Flexibilität, die Entwicklungs- und Abstimmungsprozesse benötigen. Dazu gehört eine größere Freiheit beim Arbeiten mit Dateien und deren unkomplizierte Verwaltung sowie die Möglichkeit, Rückfrage-Schleifen und optionale Prozessschritte einzufügen, wie es der Realität entspricht. Im Fokus sind die Tätigkeiten der Mitarbeiter/innen und der aktive Austausch über Bereiche hinweg. Aus Sicht der Informationstechnologie kann es zwischen Produkt-Datenmanagement (PDM) und Enterprise-Resource-Planning (ERP) eingeordnet werden. Es verknüpft systemübergreifend die Prozesswelt der Unternehmensbereiche, die aktiv zur Wertschöpfung beitragen – das Nicht-„backoffice“.

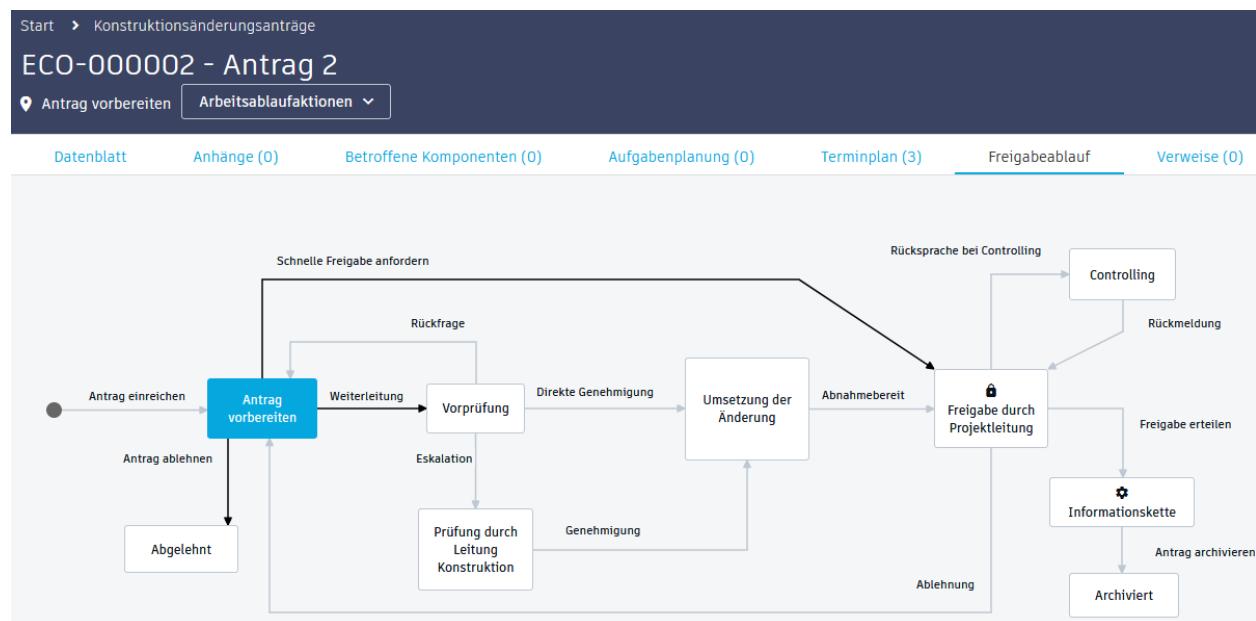


Abbildung 6: Der in Abbildung 5 beschriebene Prozess, modelliert in der PLM-Plattform Autodesk Fusion Lifecycle. Alle Benutzer/innen sehen, wo der Prozess gerade steht und tauschen sich in einer bereichsübergreifenden Umgebung aus. Über die Reiter haben sie Zugriff auf Aufgaben, Anhänge und Terminpläne, die den Änderungsprozess begleiten.

Letztendlich geht es darum, den kompletten Lebenszyklus der zu fertigenden Produkte oder Anlagen abzubilden. Dieser zieht sich durch das gesamte Unternehmen und verlangt implizit nach einer direkten, digitalen Vernetzung aller Abteilungen. Die Vorteile von Plattformen wie Autodesk Fusion Lifecycle beschränken sich bei Weitem nicht auf die Fertigung, sondern wirken in allen angebundenen Unternehmensbereichen, vom ersten Kundenkontakt des Vertriebs bis hin zur Wartung einer gelieferten Anlage. Daneben können auch Kunden und Lieferanten direkt in das Ökosystem eingebunden werden, um Daten versionssicher auszutauschen, Entscheidungen transparenter zu gestalten und systematisch die Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten zu stärken.

### **3. Zusammenfassung**

Dass Unternehmen sich mit ihrer Datenstrategie befassen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist schon seit Langem kein Geheimnis mehr (Bernhard, 2020). Nicht umsonst werden Daten gerne als das Erdöl des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Je weiter am Ende der Wertschöpfungskette ein Organisationsbereich angesiedelt ist, desto größer ist sein sekundärer Informationsbedarf. Informationsbedarf wird mit Daten gedeckt. Dabei muss beachtet werden, dass das alleinige Anhäufen von Daten keinen Mehrwert birgt. Viel wichtiger ist es, Wissen aus Daten zu generieren und dieses Wissen in Unternehmensprozesse einzubinden, um es den richtigen Personen zur richtigen Zeit in der richtigen Form bereitzustellen.

Arbeitsvorbereitung und Fertigung haben einen nicht zu unterschätzenden Bedarf an systematischer Daten-Verwaltung, fallen aber oft auf einfachste Systeme zurück, da aus der Historie heraus der Nutzen von passenden Lösungen teilweise unbekannt ist. Wegen ihren nach außen hin oft unsichtbaren Schnittstellen mit vielen anderen Unternehmensbereichen, sollten insbesondere Abstimmungs- und Freigabe-Prozesse, inkl. dem damit verbundenen Datenaustausch, digitalisiert und transparent gestaltet werden. Beachtet man beide Aspekte – d.h. die revisionssichere Anbindung an die Konstruktion, inkl. zentrale Verwaltung von fertigungsspezifischen Daten, und die Formalisierung der Vernetzung – ergibt sich ein großes Potential für zusätzlichen Mehrwert. Neben den bereits oben genannten, offensichtlichen, Vorteilen werden viele Synergie-Effekte erst im Zuge der Umsetzung erkannt und eröffnen den Zugriff auf bislang ungeahntes Optimierungspotential und die konsequente Digitalisierung der Fertigung.

Optimierungspotential erschließt sich in diesem Zusammenhang jedoch nicht nur in der Fertigung und ihrem unmittelbaren Umfeld. Viele zukunftsträchtige Technologien und Managementwerkzeuge, wie z.B. *Total Quality Management*, *Business Intelligence* oder *Process Mining*, können ihren unternehmensweiten Nutzen nur dann voll entfalten, wenn sie auf einer fundierten Datenbasis aufbauen.

## **Referenzen**

- Bernhard, M. (2020). *Datenmanagement – Der Schlüssel zur Digitalisierung*. Abgerufen am 1.10.2020 von manageIT: <https://ap-verlag.de/datenmanagement-der-schluesself-zur-digitalisierung/60241/>
- Ducarme, F. (2020). Photo by Frédéric Ducarme. Palmen und Beschriftungen hinzugefügt [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Baa\\_atoll\\_islands.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Baa_atoll_islands.JPG). CC BY-SA/ <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
- Hilbert, F. (2016). *Kontextadaptive Informationsräume*. Dresden: Dissertation, Institut für Bauinformatik, Technische Universität Dresden.

Autodesk bietet mit *Autodesk Vault* und *Autodesk Fusion Lifecycle* zwei industrieerprobte Lösungen aus den Bereichen des Produktdaten-Management und Produktlebenszyklus-Management an, die u.a. die Umsetzung der in diesem Vortrag beschriebenen Strategien ermöglichen.