



Vereinfachte CAD-Modelle für schnelle 3D-Workflows

Wie Unternehmen in Automotive, Aerospace und Maschinenbau die steigende Komplexität ihrer CAD-Daten in den Griff bekommen und 3D-Prozesse um ein Vielfaches beschleunigen.

CT CoreTechnologie GmbH
www.coretechnologie.com



Inhalt

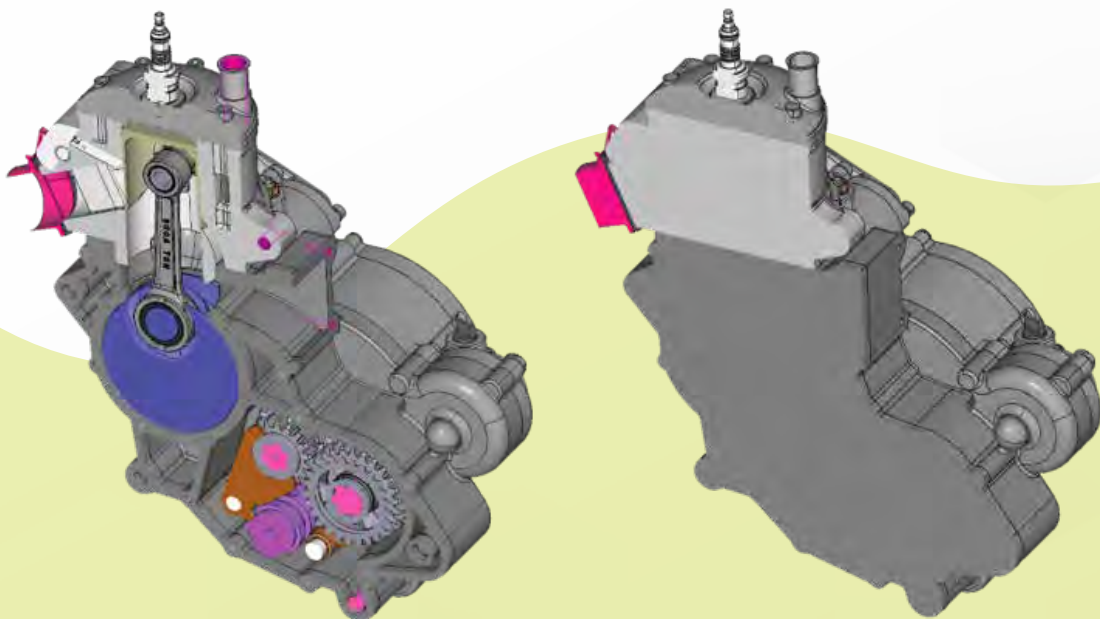
1 Einleitung: 3D-Daten als Wettbewerbsfaktor.....	3
2 Die Herausforderung: Wenn Datenkomplexität Prozesse ausbremst	4
▶ 2.1 Was die Zahlen sagen: Interoperabilitätskosten in der Industrie	4
▶ 2.2 Typische Symptome im Arbeitsalltag	5
▶ 2.3 Warum das Problem größer wird, nicht kleiner	6
3 Lösungsansätze: Von manueller Nacharbeit zur automatisierten Vereinfachung	7
▶ 3.1 Hüllgeometrie-Erzeugung: Innengeometrie entfernen, Performance gewinnen	7
▶ 3.2 Polygonreduktion für VR, AR und Fabrikplanung	8
▶ 3.3 Bounding Shapes für die ultimative Datenreduktion	9
▶ 3.4 Intelligente Selektion und Filterung	10
▶ 3.5 Baugruppenstruktur für die Simulation umbauen	10
▶ 3.6 Know-how-Schutz durch kontrollierte Vereinfachung	10
4 Ergebnisse aus der Praxis	11
5 Anwendungsfelder nach Branche und Rolle	12
6 Fazit und nächste Schritte	13

1 Einleitung: 3D-Daten als Wettbewerbsfaktor

3D-Modelle haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten von reinen Konstruktionsunterlagen zum zentralen Informationsträger im gesamten Product Lifecycle Management entwickelt. Sie dienen nicht mehr nur dem Ingenieur am CAD-Arbeitsplatz, sondern fließen in CAM-Fertigung, Marketing-Visualisierungen, Virtual-Reality-Erlebnisse, Fabrikplanungssimulationen, Qualitätsprüfungen und die Kommunikation mit Zulieferern ein.

Diese Entwicklung hat handfeste wirtschaftliche Gründe. Laut einer NIST-Studie (National Institute of Standards and Technology) liegen die Kosten aufgrund mangelhafter CAD-Interoperabilität allein in der US-Fertigungsindustrie zwischen 20,9 und 42,9 Milliarden US-Dollar jährlich. Allein Für die Automobilindustrie beziffert das NIST den jährlichen Schaden durch fehlende Daten-Interoperabilität auf rund eine Milliarde US-Dollar. Die Luft- und Raumfahrt, der Schiffbau und der Maschinenbau kommen auf jeweils etwa 400 Millionen US-Dollar.

Gleichzeitig steigt der Stellenwert von 3D-Daten durch neue Technologien weiter an. Der globale Markt für Digital Twins wurde 2025 auf rund 36 Milliarden US-Dollar geschätzt und soll bis 2031 auf über 228 Milliarden US-Dollar wachsen. Allein im Fertigungssektor liegt der Marktanteil bei über 35 Prozent. VR-Anwendungen in der Fertigung wachsen ähnlich dynamisch und sollen 2026 ein Volumen von 14,8 Milliarden US-Dollar erreichen. Für Unternehmen in Automotive, Aerospace, Maschinenbau, Anlagenbau und verwandten Branchen bedeutet das: Wer seine 3D-Daten nicht effizient durch die gesamte Prozesskette hindurch verwendet, verliert Geld, Zeit und Wettbewerbsfähigkeit. Und genau hier liegt das Paradox, das dieses Whitepaper adressiert.



Automatisch vereinfachte
CAD-Baugruppe

2 Die Herausforderung: Wenn Datenkomplexität Prozesse ausbremst

Das Grundproblem ist schnell beschrieben: Die Detaillierung und der Umfang von CAD-Modellen wachsen seit Jahren kontinuierlich. Gleichzeitig hat sich die Performance der Hardware, auf der diese Modelle verarbeitet werden, nicht im gleichen Maße weiterentwickelt. Die Folge: Eine Detaillierung die in der Konstruktion als Qualitätsmerkmal gilt, wird in allen nachgelagerten Prozessen zum Flaschenhals.

2.1 Was die Zahlen sagen: Interoperabilitätskosten in der Industrie

Die wirtschaftlichen Auswirkungen dieses Problems sind gut dokumentiert. Das NIST hat in mehreren Studien nachgewiesen, dass die Abhängigkeit von 2D-Modellierung die US-Fertigungsindustrie jährlich 5,2 Milliarden US-Dollar kostet. Die nahtlose Übertragung digitaler Informationen zwischen CAD- und CAM-Plattformen könnte Einsparungen von 10,3 Milliarden US-Dollar ermöglichen.

Das Problem beschränkt sich dabei nicht auf einen Industriesektor. Ob Automobilhersteller, der seine Zulieferkette koordiniert, Aerospace-Unternehmen, das mit verteilten Teams an großen Baugruppen arbeitet, oder Maschinenbauer, der seine Anlagen virtuell plant: Überall dort, wo 3D-Daten zwischen Systemen, Abteilungen und Partnern fließen, entstehen Reibungsverluste.

Aber nicht nur langsame Prozesse durch zu detaillierte Modelle stellen eine Herausforderung dar – auch der Schutz geistigen Eigentums gewinnt beim Datenaustausch zunehmend an Bedeutung. Laut dem IBM Cost of a Data Breach Report 2024 betreffen 43 Prozent aller Datenschutz-verletzungen den Verlust von geistigem Eigentum. 15 Prozent dieser Vorfälle haben ihren Ursprung in der Lieferkette oder bei Drittanbietern. Für Unternehmen, die regelmäßig CAD-Daten mit Entwicklungspartnern austauschen, ergibt sich daraus eine erhebliche Risikolage. Hintergrund ist, dass 3D-Daten im gesamten PLM-Prozess die zentrale Informationsquelle darstellen und im Zuge des 3D-Master-Ansatzes zukünftig mit einer stetig wachsenden Informationstiefe angereichert werden.





2.2 Typische Symptome im Arbeitsalltag

Die abstrakten Milliardenzahlen spiegeln sich im konkreten Arbeitsalltag von Konstruktionsleitern, IT-Managern und Projektleitern wider:

- **Lange Ladezeiten:** Große Baugruppen mit Millionen von Polygonen benötigen beim Laden mehrere Minuten oder blockieren die Workstation vollständig. Für einen Konstrukteur, der täglich mit solchen Modellen arbeitet, summieren sich diese Wartezeiten auf Stunden pro Woche.
- **Systeminstabilität:** Die Anzahl der darzustellenden Elemente überschreitet in vielen Fällen die Leistung verfügbarer Workstations. Grafikanwendungen frieren ein oder stürzen ab. In der Praxis berichten Unternehmen, dass bereits Modelle mit 12.000 Komponenten native Visualisierungssysteme an ihre Grenzen bringen.
- **Manuelle Aufbereitung als Engpass:** Ohne automatisierte Werkzeuge müssen Modelle händisch vereinfacht werden. Das bindet hochqualifizierte Konstrukteure für Stunden oder Tage an Aufgaben, die keine Konstruktionsleistung darstellen, sondern reine Datenaufbereitung sind.
- **Blockierte Folgeprozesse:** VR-Anwendungen, Digital-Factory-Simulationen und Fabrikplanungstools funktionieren nicht oder nur eingeschränkt, weil die Quelldaten zu groß sind. Projekte verzögern sich, weil die Datengrundlage nicht performant genug ist.
- **IP-Risiko bei Datenweitergabe:** Werden vollständig detaillierte CAD-Modelle an externe Partner übergeben, werden interne Konstruktionsdetails offengelegt. Branchen wie Automotive, Aerospace und Rüstung sind davon besonders betroffen, da das Know-how in den Modellen oft den eigentlichen Wettbewerbsvorteil darstellt.

2.3 Warum das Problem größer wird, nicht kleiner

Drei Trends verschärfen die Situation zusätzlich:

Erstens

Der Siegeszug des Digital Twin. Immer mehr Unternehmen erstellen digitale Zwillinge ihrer Produkte und Produktionsanlagen. 29 Prozent der Fertigungsunternehmen weltweit haben Digital-Twin-Strategien bereits vollständig oder teilweise umgesetzt, weitere 40 Prozent befinden sich in der Pilotphase. Digital Twins benötigen per Definition hochdetaillierte 3D-Modelle, die in Echtzeit verarbeitet werden müssen.

Zweitens

VR und AR in der Fertigung. 75 Prozent der Industrieunternehmen, die VR/AR-Technologien im großen Maßstab einsetzen, berichten von mindestens 10 Prozent Effizienzsteigerung. Porsche nutzt AR-Unterstützung in der Qualitätssicherung und konnte bestimmte Inspektionszeiten um bis zu 40 Prozent reduzieren. Aber all diese Anwendungen setzen voraus, dass die zugrunde liegenden 3D-Modelle performant darstellbar sind.

Drittens

Model-Based Definition (MBD). Der Trend, alle produktrelevanten Informationen direkt im 3D-Modell zu verankern statt in separaten 2D-Zeichnungen, nimmt weiter Fahrt auf. Laut NIST kann MBD den Prozess von Design über Fertigung bis Inspektion um bis zu 75 Prozent verkürzen. Unternehmen berichten von bis zu 47 Prozent weniger Ausschuss und 41 Prozent weniger Engineering Change Orders. Aber MBD funktioniert nur, wenn die 3D-Modelle effizient durch alle Systeme fließen.

Zusammengefasst

Die Abhängigkeit von leistungsfähigen 3D-Daten-Workflows wächst massiv. Und jedes Unternehmen, das dieses Thema nicht aktiv angeht, riskiert, dass die eigene Infrastruktur zum Bremsklotz der Digitalisierung wird.



3 Lösungsansätze: Von manueller Nacharbeit zur automatisierten Vereinfachung

Die grundlegende Idee hinter der automatisierten Modellvereinfachung ist einfach: Nicht jeder Prozess braucht jedes Detail. Ein Konstrukteur braucht die volle Präzision. Ein Fabrikplaner braucht die äußere Kontur. Ein VR-Entwickler braucht eine polygonreduzierte Darstellung. Und ein Zulieferer braucht genau so viel Information, dass er seinen Teil fertigen kann, aber nicht mehr.

Die Herausforderung bestand bisher darin, diese unterschiedlichen Detaillierungsgrade effizient und reproduzierbar zu erzeugen. Genau hier setzt die Software 3D_Evolution Simplifier von CT CoreTechnologie an. Die folgenden Abschnitte beschreiben die technologischen Ansätze und ihren jeweiligen Nutzen für die Praxis.

3.1 Hüllgeometrie-Erzeugung: Innengeometrie entfernen, Performance gewinnen

Das Kernprinzip: Die Software analysiert ein CAD-Modell und erzeugt eine äußere Hülle als geschlossenes Volumen. Innenliegende Körper werden durch ein sogenanntes Schrumpferpackungs-Verfahren automatisch identifiziert und entfernt. Ebenso werden Bohrungen, Schriften, Radien und andere Konstruktionsdetails gelöscht, die für nachgelagerte Prozesse wie Fabrikplanung, VR-Darstellung oder Datenaustausch irrelevant sind.

Das Ergebnis ist ein sauberes, geschlossenes Volumenmodell, das sich in alle gängigen Zielformate konvertieren lässt: CAD-Formate wie CATIA, NX, CREO und STEP, Fabrikplanungssysteme wie Microstation, Process Simulate und PDMS sowie VR-Formate wie FBX, DGN, IFC und GLB.

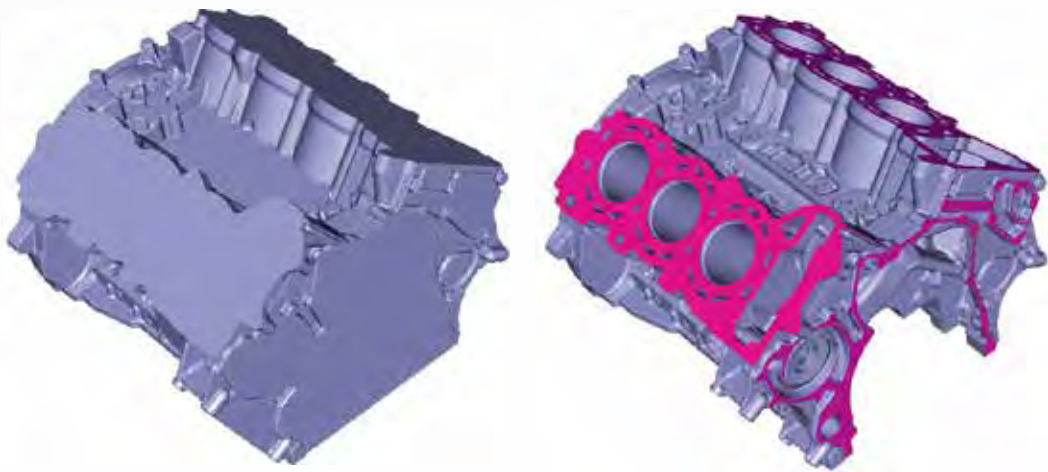
Für IT-Manager und Konstruktionsleiter bedeutet das: Die Grafik-Performance aller nachgelagerten Anwendungen verbessert sich sofort und messbar. Statt instabiler Workarounds entsteht ein reproduzierbarer Prozess.



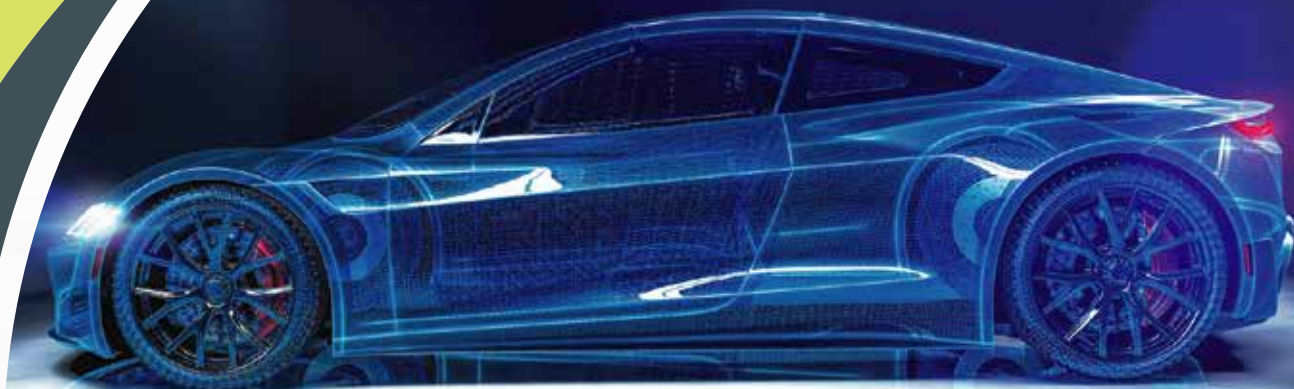
3.2 Polygonreduktion für VR, AR und Fabrikplanung

Für tesselierte Formate, also insbesondere VR-, AR- und Digital-Factory-Anwendungen, geht die Vereinfachung noch einen Schritt weiter. Nach der Hüllgeometrie-Erzeugung kann eine zusätzliche Polygonreduktion durchgeführt werden, die die Anzahl der Polygone um bis zu 97 Prozent verringert. Der Prozess läuft in zwei Stufen: Zuerst wird die Solid-Hüllgeometrie erzeugt. Dann erfolgt innerhalb von Sekunden die prozentuale Polygonreduzierung für Formate wie VRML, FBX, OBJ oder JT. Alternativ können ein maximaler Sehnenfehler oder eine Ziel-Polygonanzahl definiert werden.

Die praktische Auswirkung: Große Baugruppen, die in ihrer Originalform keine flüssige Darstellung zulassen, werden in VR-Umgebungen und Fabrikplanungstools interaktiv nutzbar. Für Projektleiter in der digitalen Fabrikplanung ein direkter Zeitgewinn, für IT-Verantwortliche eine deutliche Entlastung der Infrastruktur.



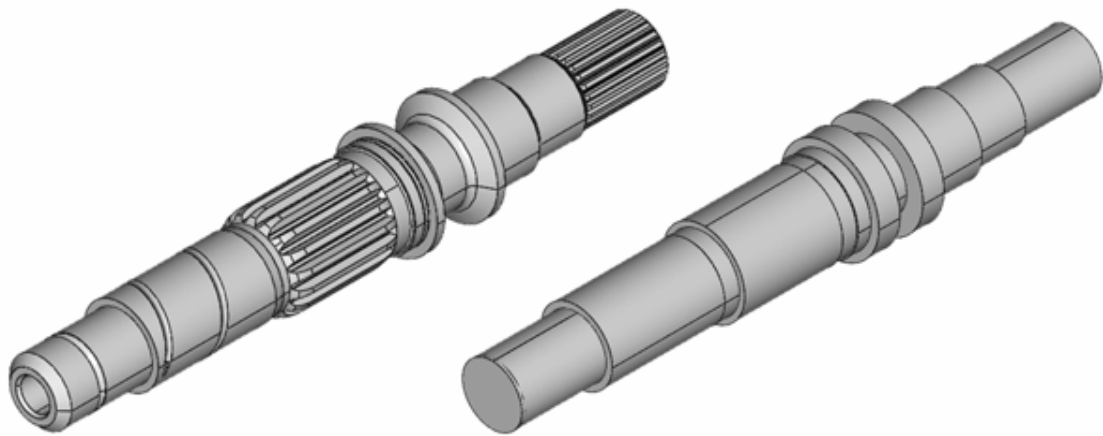
Vereinfachte Modelle können um 95% reduziert werden.



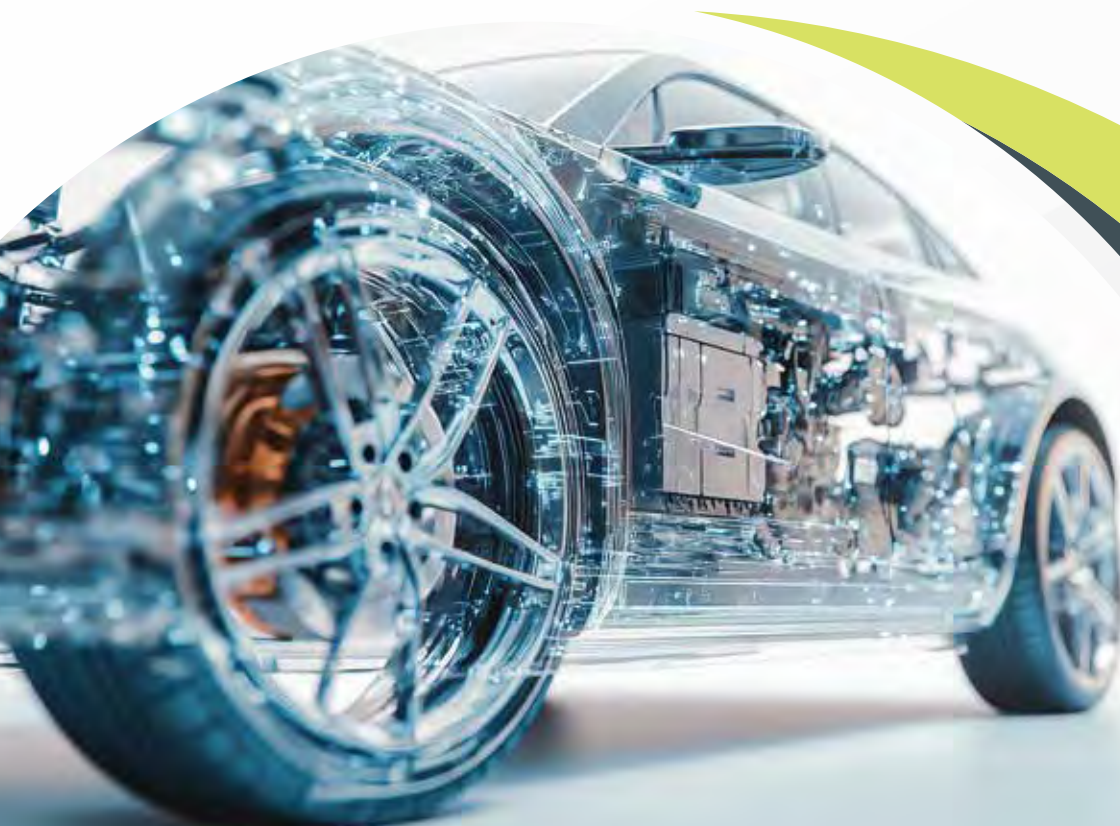
3.3 Bounding Shapes für die ultimative Datenreduktion

Die Bounding-Shape-Funktion geht noch radikaler vor: Aus den Originalkörpern werden minimale Hüllkonturen erzeugt. Kleinteilige Baugruppen wie Energieketten, Profilrohre oder Kabelbäume werden durch einfache Hüllkörper ersetzt, die nur noch einen Bruchteil der ursprünglichen Datenmenge aufweisen.

Der Anwendungsfall ist vor allem die Fabrikplanung: Komplette Roboterzellen und umfangreiche Anlagenverkettungen werden in kürzester Zeit so weit reduziert, dass sie in Simulationssystemen wie Microstation (DGN) oder über JT und STEP zügig weiterverarbeitet werden können. Für Anlagenbauer und Unternehmen der Energietechnik, die regelmäßig mit sehr großen Anlagenmodellen arbeiten, ist das ein erheblicher Produktivitätsgewinn.



Angenäherte Hüllgeometrie ermöglicht eine extreme Reduktion auf exakten B-Rep Modellen.



3.4 Intelligente Selektion und Filterung

In der Praxis werden für viele Anwendungsfälle nicht alle Bauteile eines Modells benötigt. Für VR-Anwendungen im Automotive-Bereich sind oft nur die von außen sichtbaren Körper relevant. Für Innenraum-Darstellungen werden nur die für den Fahrzeuginsassen sichtbaren Teile gebraucht. Die Ballon-Funktion des Simplifiers selektiert die gewünschten Bereiche automatisch: Innenliegende Teile werden durch einen vom Startpunkt ausgehenden "Ballon" gewählt, außenliegende Bauteile durch eine virtuelle Schrumpfverpackung identifiziert. Die so ausgewählten Umfänge können in jedes beliebige Zielformat konvertiert werden.

Ergänzend dazu können große Modelle über Filterlisten bereinigt werden, die auf Bauteilnamen, Farben, Attributen und Wildcards basieren. Eine einfache Textdatei mit der Definition *M8* entfernt beispielsweise alle Bauteile, die ein Attribut mit diesem String enthalten. Das klingt simpel, ist in der Praxis aber ein mächtiges Werkzeug: Modelle von mehreren Gigabyte werden innerhalb kürzester Zeit zuverlässig aufgeräumt.

3.5 Baugruppenstruktur für die Simulation umbauen

Ein weiterer Engpass in der virtuellen Fabrikplanung: Die stücklistenbasierte CAD-Baugruppenstruktur entspricht selten der funktionalen Struktur, die für eine kinematische Darstellung in Fabrikplanungstools gebraucht wird. Die Kinematik beschreibt die Bewegung von Körpern geometrisch mit den Größen Zeit, Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung. In klassischen CAD-Systemen ist der Umbau von der Fertigungsstruktur in eine Funktionsstruktur aufwändig, manuell und fehleranfällig.

3D_Evolution bietet hier Assembly-Funktionen, die die gegebene Stücklistenstruktur mit geringem Aufwand in eine funktionale Simulationsstruktur umwandeln. Ein virtuelles Maschinenmodell kann gemäß den Erfordernissen der Kinematisierung mit wenigen Klicks oder vollautomatisch erzeugt werden. Für Projektleiter und Konstrukteure in der Robotik und im Anlagenbau ein direkter Zeitgewinn bei der Überführung in die Simulation.

3.6 Know-how-Schutz durch kontrollierte Vereinfachung

Der Schutz geistigen Eigentums ist für viele der genannten Branchen ein Kernthema. Automotive-Hersteller, Aerospace-Unternehmen, Rüstungsfirmen und Medizintechnik-Anbieter tauschen regelmäßig CAD-Daten mit Lieferanten, Partnern und Kunden aus. Jedes Mal, wenn ein vollständig detailliertes Modell das Unternehmen verlässt, besteht das Risiko, dass firmeninternes Konstruktions-Know-how offengelegt wird.

Die Hüllgeometrie-Erzeugung adressiert dieses Risiko direkt: Alle automatisch entfernten innenliegenden Details sind unwiederbringlich gelöscht und können nicht wiederhergestellt werden. Gleichzeitig lassen sich definierte Elemente wie Befestigungsbohrungen oder Flanschbauteile über Farben, Attribute oder Bauteilnamen gezielt von der Vereinfachung ausschließen.

Das Ergebnis: Der Partner erhält genau die geometrische Information, die er für seine Arbeit braucht. Nicht mehr und nicht weniger. Für den technischen Einkauf und die Geschäftsführung ist das ein handfestes Argument zur Risikominimierung.

4 Ergebnisse aus der Praxis

Die folgenden Kennzahlen fassen zusammen, welche Verbesserungen Unternehmen mit automatisierter CAD-Modellvereinfachung typischerweise erzielen:

01

Bis zu 97 % Polygonreduktion: Große Baugruppen, die in ihrer Originalform keine flüssige Darstellung zulassen, werden für VR-, AR- und Simulationsanwendungen interaktiv nutzbar.

02

Bis zu 95 % Elementreduktion bei Baugruppen: Der automatische Prozess reduziert die darstellungsrelevanten Elemente typischer Baugruppen so massiv, dass Ladezeiten von Minuten auf Sekunden sinken.

03

42 unterstützte 3D-Formate: Die verlustfreie Konvertierung zwischen CATIA, JT, CREO, NX, Solidworks, STEP und 36 weiteren Formaten eliminiert Schnittstellenprobleme und Format-Workarounds.

04

Vollautomatische Batch-Verarbeitung: Große Datenmengen werden ohne manuellen Eingriff verarbeitet. Die Integration in bestehende PLM-Systeme ist standardmäßig möglich; vereinfachte Modelle lassen sich direkt im PLM abspeichern.

05

Unwiederbringliche Löschung interner Details: Der Know-how-Schutz beim Datenaustausch ist nicht nur eine Policy-Frage, sondern technisch erzwungen.

Praxis-Referenz: Im Automotive- und Aerospace-Bereich werden komplette Roboterzellen, Fahrzeugbaugruppen und Anlagenverkettungen in kürzester Zeit vereinfacht und nach der Konvertierung in der Fabrikplanungssoftware zügig weiterverarbeitet. Die Bounding-Shape-Funktion reduziert dabei die Datenmenge auf einen Bruchteil des Originals.

Für die Einordnung dieser Zahlen: Das NIST schätzt, dass die nahtlose digitale Informationsübertragung zwischen CAD und CAM allein Einsparungen von 8,9 Milliarden US-Dollar ermöglichen würde. Unternehmen, die ihre 3D-Daten-Workflows systematisch optimieren, positionieren sich in diesem Markt früh.

5 Anwendungsfelder nach Branche und Rolle

Die automatisierte Modellvereinfachung adressiert unterschiedliche Herausforderungen je nach Branche und Rolle. Die folgende Übersicht zeigt, wo der größte Hebel liegt:

Nach Branche

- Große Baugruppen, die in ihrer Originalform keine flüssige Darstellung zulassen, werden für VR-, AR- und Simulationsanwendungen interaktiv nutzbar.
- Aerospace und Rüstung: Extrem große Baugruppen, strenge Compliance-Anforderungen und höchste Anforderungen an den Schutz geistigen Eigentums. Der kontrollierte Datenaustausch mit Partnern und Behörden erfordert technisch erzwungene Vereinfachung.
- Maschinen- und Anlagenbau: Virtuelle Fabrikplanung, Roboterzellen-Simulation und die Übergabe an Fabrikplanungssysteme erfordern vereinfachte, aber geometrisch korrekte Modelle in Formaten wie DGN, JT oder STEP.
- Energietechnik: Große Anlagenmodelle müssen für Planung, Wartung und Dokumentation aufbereitet werden. Die Bounding-Shape-Funktion ist hier besonders wertvoll.
- Medizintechnik: Strenge regulatorische Anforderungen an Dokumentation und Nachverfolgbarkeit. Gleichzeitig hohe Anforderungen an den Schutz proprietärer Designdaten.
- Robotik: Die Umwandlung von stücklistenbasierten Konstruktionsmodellen in funktionale Simulationsstrukturen für die Kinematisierung ist ein Kernthema.
- Architektur und Bau: BIM-Modelle (Building Information Modeling) und die Integration von Anlagenmodellen in Gebäudeplanungen erfordern performante 3D-Daten in Formaten wie IFC.
- Virtual-Reality-Provider: Dienstleister, die VR-Erlebnisse für Industriekunden erstellen, benötigen polygonreduzierte Modelle als Eingangsdaten. Je schneller die Aufbereitung, desto kürzer die Projektlaufzeit.

Nach Rolle

- IT-Manager und IT-Mitarbeiter: Entlastung der Infrastruktur, weniger Support-Aufwand durch stabilere Workflows, standardisierte Konvertierungsprozesse statt individueller Workarounds.
- Konstruktionsleiter und Konstrukteure: Zeitgewinn durch automatisierte Aufbereitung, Fokus auf wertschöpfende Konstruktionsarbeit statt manuelle Datenbereinigung.
- Projektleiter und Projektmanager: Schnellere Datenbereitstellung für Simulationen und VR-Anwendungen, weniger Verzögerungen durch Daten-Engpässe.
- Geschäftsführung und Unternehmensinhaber: Reduzierung von Interoperabilitätskosten, IP-Risikominimierung, beschleunigte Time-to-Market.
- Technischer Einkauf: Kontrollierter Datenaustausch mit Lieferanten, technisch erzwungener Know-how-Schutz bei Ausschreibungen und Vergaben.

6 Fazit und nächste Schritte

Die steigende Komplexität von CAD-Modellen ist kein Problem, das sich von selbst löst. Im Gegenteil: Mit der zunehmenden Verbreitung von Digital Twins, VR/AR-Anwendungen und Model-Based Definition wird die Abhängigkeit von performanten 3D-Daten-Workflows weiter zunehmen.

Unternehmen, die dieses Thema früh und systematisch angehen, verschaffen sich messbare Vorteile: schnellere Prozesse, stabilere Workflows, geringere Infrastrukturkosten und kontrollierten Schutz ihres geistigen Eigentums.

Die automatisierte Vereinfachung von CAD-Modellen mit Werkzeugen wie dem 3D_Evolution Simplifier ist dabei kein Nischenthema mehr, sondern eine Basisinfrastruktur für die digitale Produktentwicklung. Die Technologie existiert, die Integration in bestehende PLM-Landschaften ist standardisiert, und die Ergebnisse sind in der Praxis vielfach belegt.





Sie möchten wissen, welches Potenzial in Ihren 3D-Daten steckt?

In einer kostenlosen Demo analysieren unsere Experten gemeinsam mit Ihnen, wie sich Ihre konkreten CAD-Modelle vereinfachen lassen und welche Performance-Gewinne realistisch sind.

Quellen: NIST (National Institute of Standards and Technology), IBM Cost of a Data Breach Report 2024, MarketsandMarkets Digital Twin Market Report, G2 Virtual Reality Statistics 2025, Autodesk MBD Report 2025.

