ELYSIUM

Automatisierte Validierung

Änderungen zuverlässig erkennen und effizient kommunizieren

Zusammenfassung

Digitale End-to-end-Prozesse erfordern zuverlässige 3D-Daten. Mit der automatisierten Validierung werden Änderungen sicher erkannt und das Fehlerrisiko minimiert. 3D-Validierungsberichte ermöglichen eine transparente Kommunikation signifikanter Änderungen über die Grenzen des Engineerings hinaus. Lernen Sie den Prozess der automatisierten Validierung und die vier wichtigsten Anwendungsfälle kennen. Anhand von zwei Automotive Use Cases werden die Ziele, Herausforderungen und Benefits aufgezeigt.

Zuverlässige 3D-Daten

Sind meine 3D-Daten zuverlässig? Diese Frage stellen sich nicht nur Konstrukteure regelmäßig, sondern auch Anwender von CAD-Daten aus der Simulation, der Fertigung und dem Prototypenbau. Sie alle benötigen einerseits Gewissheit, dass die vorliegenden 3D-Modelle und Zusatzinformationen inhaltlich zur Erfüllung Ihrer Aufgaben geeignet sind. Andererseits müssen Sie über Änderungen an den 3D-Daten auf dem Laufenden bleiben, um ggf. Anpassungen im Arbeitsablauf einzubringen. Zuverlässige 3D-Daten werden somit verstärkt zum Kommunikationsthema in der digitalen Zusammenarbeit von Unternehmen.

Täglich werden immense Mengen an 3D-Daten in globalen Wertschöpfungsnetzwerken ausgetauscht, geändert und in nachgelagerten Prozessen konsumiert. Lange hatte hier die 1:10-Regel zur Beschreibung des Verhältnisses von Datenerzeugern zu Datenkonsumenten bestand [4]. Durch die Einflüsse von zunehmender Digitalisierung und Plattformisierung verschiebt sich das Verhältnis jedoch zunehmend Richtung 1:100 [17]. Daraus resultieren mehr Anwender von 3D-Daten und wachsende Einsatzgebiete. Zuverlässige 3D-Daten bilden hierfür eine wichtige Grundlage [7].

Fehlerhafte Daten & Auswirkungen

Fehlerhafte Daten bergen ein hohes Risiko für die digitale Zusammenarbeit und führen leicht zu Mehrkosten und gesteigerten Aufwänden. Zudem bleiben Fehler aufgrund mangelnder Prüfmechanismen oftmals unentdeckt oder werden durch den hohen Zeitdruck im Tagesgeschäft hingenommen [18].

Fehlerhafte Daten erstrecken sich über alle Entitäten von 3D-Daten. Sie reichen von falschen Attributen und Eigenschaften über geometrische/topologische Fehler bis hin zu fehlerhaften Product and Manufacturing Information (PMI). Die Auswirkungen sind in der Regel schwer abzuschätzen und können sich in verschiedenen nachgelagerten Prozessen zu unterschiedlichen Zeitpunkten manifestieren. Deshalb gilt es Fehler und ungewollte Abweichungen möglichst früh sowie automatisiert zu erkennen und daraufhin vordefinierte Maßnahmen einzuleiten [18].

Ansonsten führen fehlerhafte Daten schnell zu hohen Mehrkosten und zusätzlichen manuellen Aufwänden auf Seiten der Anwender von 3D-Daten. Geplante Abläufe werden verzögert und können zum vollständigen Erliegen kommen. Gerade bei einem hohen Automatisierungsgrad können empfindliche Störungen im Herstellungsprozess auftauchen. Eine dann erst initiierte Ursachenforschung gestaltet sich in der Regel als schwierig und kostspielig.

Falsche Attribute

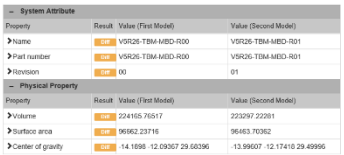
- Falsche Einheiten oder Dezimaltrennzeichen
- Zusätzliche manuelle Aufwände für Anwender

Geometrische/topologische Fehler

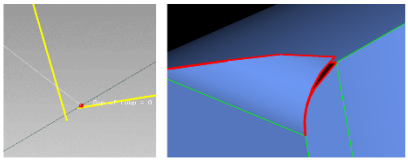
- Unstetigkeit, Durchdringung, Lücken im 3D-Modell
- Kosten durch Störungen im Herstellungsprozess

Fehlerhafte PMI

- Verlust von Referenzen und Semantik
- Hohes Fehlerrisiko in nachgelagerten Prozessen



System Attribute			
Property	Result	Value (First Model)	Value (Second Model)
Name	Diff	V5R26-TBM-MBD-R00	V5R26-TBM-MBD-R01
Part number	Diff	V5R26-TBM-MBD-R00	V5R26-TBM-MBD-R01
Revision	Diff	00	01
Physical Property			
Property	Result	Value (First Model)	Value (Second Model)
Volume	Diff	224165.76517	223297.22281
Surface area	Diff	96662.23716	96463.70362
Center of gravity	Diff	-14.1698 -12.09367 29.68396	-13.99607 -12.17418 29.49996



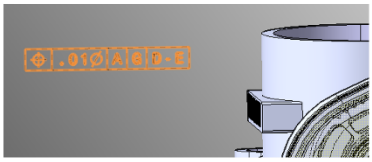


Abbildung 1: Beispiele für fehlerhafte Daten und deren Auswirkungen

Gelegenheitsanwender

Zuverlässige 3D-Daten gehen Hand in Hand mit Gewissheit auf Anwenderseite. Anwender wollen wissen, ob die vorliegenden Daten vollständig, fehlerfrei und inhaltlich korrekt sind, um Ihre Aufgaben bestmöglich erfüllen zu können.

Eine Kernherausforderung besteht dabei in der Einbindung von sogenannten Gelegenheits-anwendern. Das sind Personen, die im Tagesgeschäft nur selten mit 3D-Daten arbeiten (z. B. einmal im Monat) oder nur eine geringe fachliche Qualifikation im Umgang mit 3D-Daten aufweisen (z.B. Einkauf). Hier bedarf es einfacher und intuitiver Lösungen mit einer hohen Anwenderakzeptanz [4].

Idealerweise erhalten Gelegenheitsanwender Zugriff auf alle relevanten Informationen und Änderungen unter minimalem Aufwand und ohne hierfür ihren Kompetenzkreis verlassen zu müssen. Lange Suchen, wiederkehrendes Einarbeiten in Expertensysteme sowie bleibende Ungewissheit führen zu Frustration und wirken sich negativ auf die Motivation der Anwender aus.

Bei 3D-Daten liegt der Fokus auf einer effizienten Visualisierung und der anwenderspezifischen Überlagerung mit den erforderlichen Zusatzinformationen. Oftmals soll schnell geklärt werden:

- Gibt es Änderungen an dem vorliegenden Bauteil und sind diese relevant für mich?
- Welche Bereiche am 3D-Modell sind von den Änderungen betroffen?
- Wurden Metadaten, wie Strukturen, Attribute oder Fertigungsinformationen, geändert?

Sobald diese Fragen geklärt sind bzw. die entsprechenden Informationen vorliegen, können die Anwender an ihren eigentlichen Aufgaben weiterarbeiten.

Exkurs: Verifikation & Validierung im Produktentwicklungsprozess

Der Produktentwicklungsprozess überführt abstrakte Anforderungen in funktionale Strukturen und logische Zusammenhänge zwischen Systemkomponenten bis hin zum finalen Produkt [10].

Verifikation und Validierung sollen die Qualität der Produkte im Entwicklungsprozess durchgängig absichern. Beide sind wichtige Mechanismen in der digitalen Zusammenarbeit von Unternehmen.

Zur Eigenschaftsabsicherung ist ein kontinuierlicher Abgleich der spezifizierten Anforderungen mit dem Produkt erforderlich. Dieser Abgleich wird als Verifikation bezeichnet [11]. Für 3D-Daten hat sich hierfür die Prüfung der Produktdatenqualität (PDQ-Prüfung) etabliert. Dabei werden 3D-Modelle anhand von definierten PDQ-Kriterien überprüft, um Fehler zu erkennen [6].

Im Gegensatz dazu zielt die Validierung von 3D-Daten auf die inhaltliche Korrektheit. Im Kern steht die Frage: was hat sich geändert? Somit ist die Validierung der Vergleich von zwei Datensätzen bzw. Entwicklungsständen. Änderungen müssen technisch dokumentiert und innerhalb der entsprechenden Domänen an alle Beteiligten kommuniziert werden. [11].

Validierung von 3D-Daten

Oftmals gleicht die Validierung von 3D-Daten für Anwender dem berühmten Blick in die Kristallkugel. Selbst wenn Änderungen identifiziert werden können, bleibt häufig die Frage, ob auch wirklich alle Änderungen erfasst wurden. Zudem müssen Anwender bei einer hohen Erkennungsrate von Änderungen entscheiden, welche Änderungen für ihre Aufgaben überhaupt von Bedeutung sind. Bei einer hohen Anzahl von Datensätzen und/oder komplexen 3D-Modellen ist eine Priorisierung der erkannten Änderungen erforderlich, um die signifikanten Unterschiede hervorzuheben.

Was hat sich geändert?

Prinzipiell ist dabei lediglich zwischen drei verschiedenen Änderungsarten zu unterscheiden.

Diff — **Modifiziert**

Ein Element oder Wert wurde verändert, z. B. ein geänderter Attributwert.

Rem — **Entfernt**

Ein Element oder Wert wurde entfernt, z. B. eine gelöschte 3D-Geometrie.

Add — **Hinzugefügt**

Ein Element oder Wert wurde hinzugefügt, z. B. ein neu erstelltes PMI-Element.

Mit dieser Klassifikation erhalten Anwender eine klar strukturierte Übersicht ihrer Validierungsergebnisse. Darüber hinaus ist es für bestimmt Anwendungsfälle (z. B. Archivierung oder Datenaustausch) sinnvoll eine vierte Änderungsart zu definieren.

Same — **Gleich**

Ein Element oder Wert ist unverändert, z. B. eine gleiche Referenz zwischen Geometrie und PMI.

Datenmodularisierung

3D-Daten enthalten eine Vielzahl an Informationen, die weit über die reine 3D-Geometrie hinausreichen. CAD-Daten liegen in der Regel jedoch als monolithische Dateien vor, was eine tiefere Einsicht durch Gelegenheitsanwender verhindert. Diese monolithischen Strukturen gilt es aufzubrechen, um für alle Anwender gleichermaßen einen Zugang zu den einzelnen Entitäten der CAD-Daten in feinerer Granularität zu ermöglichen.

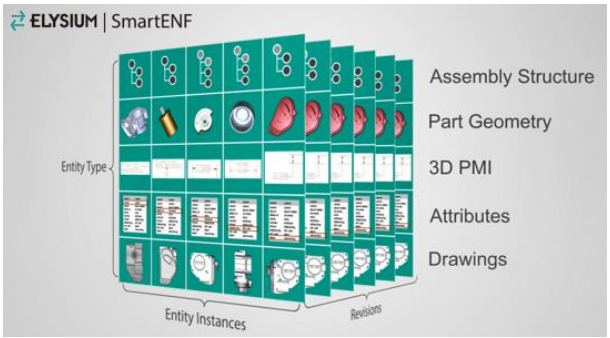


Abbildung 2: Modularisierung von 3D-Daten

Die Modularisierung von 3D-Daten ist somit eine wichtige Voraussetzung für die zielgerichtete Validierung. Dabei hat sich die Einteilung in vier Kategorien etabliert.

- **3D-Geometrie**
- **Produktstruktur**
- **Attribute**
- **Grafische & semantische PMI**

Diese vier Kategorien zählen zur ersten Dimension modularisierter Daten. Hervorzuheben ist die zukünftige Bedeutung semantischer PMI. Sie fungieren als Schlüssel für digitale End-to-end-Prozesse. Ob digitale oder modellbasierte Definition, die Anreicherung von 3D-Daten mit semantischen Informationen und deren automatisierte Weiterverarbeitung im Engineering, in der Produktion und in der Messtechnik eröffnen vielfältige Potenziale (vgl. [1, 2, 3]).

Die zweite Dimension beschreibt die einzelnen Instanzen von CAD-Daten. Hierzu gehören Baugruppen, Unterbaugruppen und Einzelteile, die in ihrer Gesamtheit das Produkt als 3D-Daten repräsentieren. Die dritte Dimension berücksichtigt den zeitlichen Einfluss. Bauteile sind Änderungen unterworfen und werden weiterentwickelt. Diese Änderungen zu identifizieren ist eine Kernaufgabe der Validierung.

Die Modularisierung von 3D-Daten ermöglicht den gezielten Zugriff auf einzelne Elemente und deren Revisionen. Der große monolithische Würfel wird in viele kleine Würfel zerlegt. Hieraus ergeben sich vielerlei Vorteile. Qualitätsprüfungen können gezielt auf definierte Bereiche abgestimmt werden. In der Datenkonvertierung werden nur diejenigen Elemente übertragen, die von Relevanz sind. Alle anderen Elemente bleiben unberührt. Das gleiche gilt für die Validierung. Es werden nur die Elemente miteinander verglichen, die auch tatsächlich geändert wurden.

Datenmodularisierung steigert die Effizienz im Engineering und dient als Grundlage für eine durchgängige Interoperabilität im modellbasierten Lebenszyklus. Aus den reduzierten Aufwänden resultieren Zeit- und Kosteneinsparungen. Individuelle Qualitätsanforderungen werden bestmöglich erfüllt. Weitere Potenziale für Einsparungen und Risikominimierung bietet die Automatisierung.

Manuelle Validierung

Noch erfolgt die Validierung von 3D-Daten größtenteils manuell durch die Anwender. Zu oft wird aus Zeit- und Kostengründen sogar ganz auf eine Validierung von 3D-Daten verzichtet. Die Auswirkungen sind häufig an anderer Stelle zu einem späteren Zeitpunkt zu spüren. Ohne eine geeignete Dokumentation und Rückmeldung über diese Auswirkungen kann keine Verbesserung herbeigeführt werden. Im Gegenteil, das Fehlerrisiko wird mitunter billigend in Kauf genommen. Doch unkalkulierbares Risiko und Unsicherheiten führen schnell zu deutlichen Mehrkosten. Das Problem wird in die nachgelagerten Prozesse verschleppt.

Manuelle Validierung

- Hoher Aufwand
- Gesteigertes Fehlerrisiko
- Mehrkosten durch Unsicherheit

Falsche Methodik

Doch warum ist das so? Es liegt primär an der eingesetzten Methodik. Die manuelle Validierung von 3D-Daten ist von Beginn an zum Scheitern verurteilt.

Anwender, die manuell validieren, verbringen schnell mehrere Tage, wenn nicht sogar Wochen mit dem Vergleich von 3D-Daten. Hierzu werden die 3D-Daten im CAD-System oder Viewer geöffnet und in zwei separaten Fenstern angezeigt. Durch den visuellen Abgleich sollen Unterschiede identifiziert werden. Bei umfangreichen Modellen gestaltet sich diese Arbeit auch führ erfahrene Anwender als äußerst mühsam, eintönig und wenig erfolgreich.

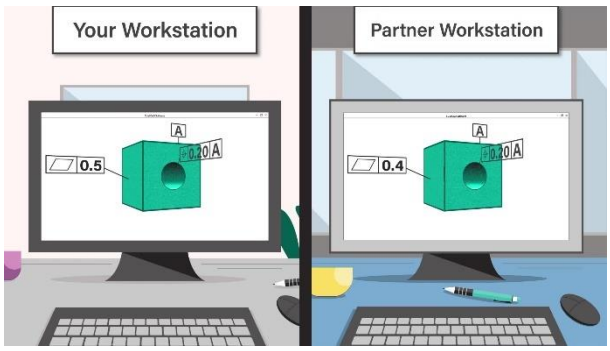


ABBILDUNG 3: MANUELLE VALIDIERUNG

Je nachdem welche Kategorien von 3D-Daten (3D-Geometrie, Produktstruktur, Attribute, semantische PMI) untersucht werden, können Unterschiede leichter oder schwieriger erkannt werden. Geometrische Abweichung sind bei einfachen Einzelteilen noch gut zu erkennen, während komplexe Bauteile mit vielen Baugruppen für Anwender schnell zur Herausforderung werden. Große Mengen an Metadaten bedeuten viel Aufwand für die Anwender. Die Detailanalyse von semantischen PMI und Referenzen zur 3D-Geometrie ist unter technischen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten per Sichtprüfung nicht sinnvoll.

Fehlerrisiko und Kostentreiber

Abhilfe soll oftmals das Vier-Augen-Prinzip schaffen. Jedoch wird die detaillierte Prüfung auf Vollständigkeit nur an einen anderen Anwender verschoben. Die Unsicherheit bleibt, wirklich alle Unterschiede erkannt zu haben. Zudem werden durch mehr Anwender in der Validierung mehr Unternehmensressourcen unnötig gebunden und von ihren wertschöpfenden Aufgaben abgehalten.

Erfahrungen in der Automobilindustrie zeigen, dass für die manuelle Validierung, unabhängig von der Kategorie der 3D-Daten, mehrere Stunden bis Tage benötigt werden. Die Aufmerksamkeitsspanne der Anwender liegt jedoch bei maximal zwei Stunden. Nach diesen zwei Stunden sinkt die Motivation der Anwender stark ab und das Fehlerrisiko steigt exponentiell an. Unmotivierte Anwender finden jedoch weniger Fehler und benötigen hierfür mehr Zeit. Der mangelnde Erfolg wirkt verstärkt demotivierend. Es entsteht eine Abwärtsspirale aus Frustration und Ineffizienz, die in unnötigen Kosten und erhöhtem Fehlerrisiko mündet [4].

Automatisierte Validierung

Der einzige Ausweg aus dieser Misere besteht in der Wahl einer geeigneten Methodik, der automatisierten Validierung.

Mit Elysiums CADvalidator können Ziele wie Kosteneinsparungen, schnellere Durchlaufzeiten und Minimierung des Fehlerrisiko umgesetzt werden. Die Zuverlässige Erkennung von Änderungen gepaart mit einer Bewertung hinsichtlich Signifikanz bilden den Schlüssel für den Erfolg. Durch ein intelligentes 3D-Berichtwesen stehen die Validierungsergebnisse zu jeder Zeit allen Anwendern zu Verfügung. Dies bildet die Grundlage für eine transparente und nachvollziehbare Kommunikation [18].

Automatisierte Validierung

- Effizienz durch Automatisierung
- Sichere Erkennung & Dokumentation signifikanter Änderungen
- Transparente Kommunikation

Validierungsprozess

Bei der automatisierten Validierung werden im ersten Schritt die zu vergleichenden 3D-Daten aus den CAD-Datensätzen extrahiert. Für eine präzise und qualitativ hochwertige Übertragung kommen hierbei idealerweise die offiziellen APIs (Application Programming Interface) und Toolkits der CAD-

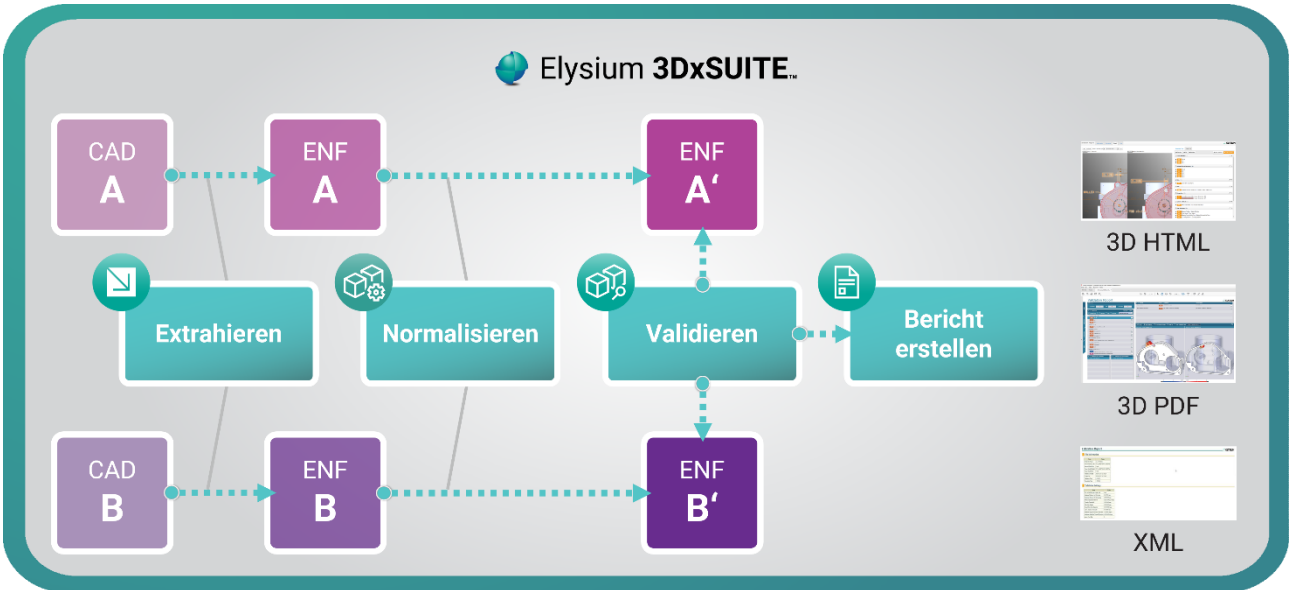


ABBILDUNG 4: PROZESS DER AUTOMATISIERTEN VALIDIERUNG

Vendoren zum Einsatz. Nach der Extrahierung der CAD-Daten liegen diese im ENF-Format (Elysium Neutral File) vor [5].

Anschließend werden die 3D-Daten im ENF-Format normalisiert, um ungewollte Unterschiede in den beiden Datensätzen, resultierend aus verschiedenen CAD-Methoden, abweichenden Modellierungskernen, erzielbaren Toleranzen etc., auszugleichen [5].

Der eigentliche Vergleich der beiden normalisierten ENF-Datensätze erfolgt automatisiert mit Elysiums CADvalidator. Eine große Bandbreite an Einstellungen und Optionen erlaubt die maßgeschneiderte Anpassung an individuelle Validierungsanforderungen. Die Ergebnisse der automatisierten Validierung werden in interaktiven 3D-Berichten – den Validierungsberichten – zusammengefasst.

Validierungsberichte

Elysiums Validierungsberichte stehen in drei Formaten zur Verfügung:

- 3D HTML
- 3D PDF
- XML

Die Validierungsberichte ermöglichen die Zusammenstellung aller änderungsrelevanter Informationen in einem individuell anpassbaren, portablen und teilbaren Dokument. Während 3D-HTML [19] und 3D PDF [12, 13] die Lesbarkeit und Auswertung durch Anwender bieten, zielt der Einsatz von XML auf eine vollständige Prozessautomatisierung.

Durch den Einsatz standardisierter Formate für die Validierungsberichte sind zur Nutzung keine weiteren Softwareinstallationen, Lizenzkosten oder CAD-Kenntnisse erforderlich. Darüber hinaus können die Validierungsberichte auf allen gängigen Endgeräten angezeigt werden. Das intuitive Layout ermöglicht auch Gelegenheitsanwendern einen schnellen Zugang zu Änderungsinformationen.

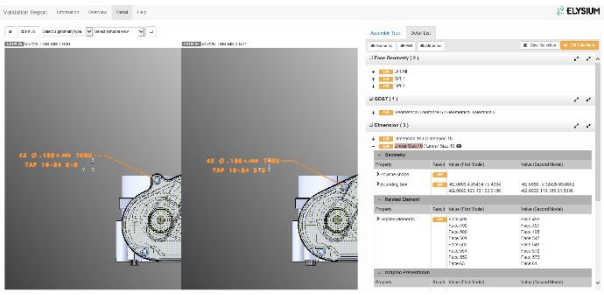


ABBILDUNG 5: HTML-VALIDIERUNGSBERICHT

Die Validierungsberichte werden damit zum wichtigen Instrument für eine nachvollziehbare Änderungsverfolgung und transparente Kommunikation in der digitalen Zusammenarbeit von Unternehmen.

Verpixelte Screenshots aus CAD-Systemen und rote Kringel in Präsentationen gehören damit der Vergangenheit an. Die Daten bleiben kontinuierlich in einer 3D-Umgebung, mit allen daraus resultierenden Vorteilen. So erlauben beispielsweise die integrierten Feedback-Funktionen eine Rückmeldung durch das Erstellen von Kommentaren.

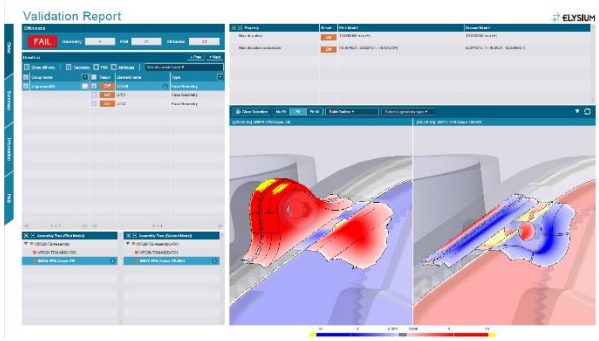


ABBILDUNG 6: 3D PDF-VALIDIERUNGSBERICHT

Anwender können interaktiv die 3D-Modelle drehen, heranzoomen, Schnitte erzeugen etc. bis hin zur Einbindung vordefinierter Modellansichten mit ausgewählten PMI (Model views).

Die Kategorisierung (3D-Geometrie, Produkt-struktur, Attribute, semantische PMI) und die Zuordnung von Änderungsarten (modifiziert, entfernt, hinzugefügt, gleich) gestattet Anwendern einen schnellen Überblick und das schnelle Auffinden signifikanter Unterschiede. Dabei liefern die Validierungsberichte einen sehr detaillierten Einblick in die 3D-Daten.

Dimension (3)

Diff Dimension.18 / Dimension.18

Property	Result	Value (First Model)	Value (Second Model)
Geometry			
Polyline shape	Diff	-	-
Bounding box	Diff	-57.15 -125.527 38.1 -57.15 1.175 74.6125	-57.15 -125.527 38.1 -57.15 -2 68.834
Related Element			
Related elements	Diff	Face.492 Face.493 Face.499 Face.500 Face.510 Face.70	Face.490 Face.491 Face.506 Face.572 Face.573 Face.68
Semantic Representation			
Dimension value (string)	Diff	1.438	1.210
Type: String Checks that strings match. Case sensitive.			
Dimension value	Diff	36.5125	30.734
Graphic Presentation			
Projection line polyline (1)	Diff	-57.15 -116.537 74.6125 -57.15 3.175 74.6125	-57.15 -116.537 68.834 -57.15 -6.731 68.834
Projection line head positions	Diff	-57.15 3.175 74.6125 -57.15 -1.33227e-15 38.1	-57.15 -6.731 68.834 -57.15 -1.33227e-15 38.1

ABBILDUNG 7: DETAILS IM VALIDIERUNGSBERICHT

Die Validierungsberichte können leicht in bestehende IT-Umgebungen und Prozesse eingebunden werden. Die Möglichkeiten hierbei sind mannigfaltig: HTML-Validierungsberichte werden Anwendern über eine URL zugänglich gemacht. 3D PDFs werden als Teil eines PLM-Workflows automatisch erzeugt, im PDM-System abgelegt und per E-Mail an Lieferanten versendet.

100+ Formate

CATIA V5, NX, Creo, Solidworks, Inventor, STEP, JT, Parasolid und viele mehr

25x schneller

als der manuelle Vergleich. Erkennung signifikanter Änderungen on demand.

Individualisierbare 3D-Berichte

Intuitive Nutzung für alle Anwender auf allen Endgeräten

Das Layout und die Inhalte der Validierungsberichte lassen sich flexibel an individuelle Anforderungen anpassen, von der kompakten Übersicht bis hin zur vollumfänglichen technischen Dokumentation. Der Gestaltungsvielfalt sind nahezu keine Grenzen gesetzt.

Abbildung 8: Maximale Flexibilität für die Gestaltung von Validierungsberichten

Die Anreicherung der Validierungsberichte mit weiteren Inhalten, wie CAD-Modelle, Metadaten oder Fertigungsanweisungen, führt zur Erstellung digitaler Datenpakete. Die digitalen Datenpakete - auch als Technical Data Package (TDP) [16] bekannt - sind oftmals aus mehreren Seiten aufgebaut und fungieren als in sich geschlossener Datencontainer, der aller erforderlichen Informationen zur Erfüllung einer definierten Aufgabe bereitstellt.

Elysiums Data Package Studio bietet maximale Flexibilität für die Gestaltung von Datenpaketen. Editierbare Templates erlauben Kosten- und Zeiteinsparungen durch Wiederverwendung.

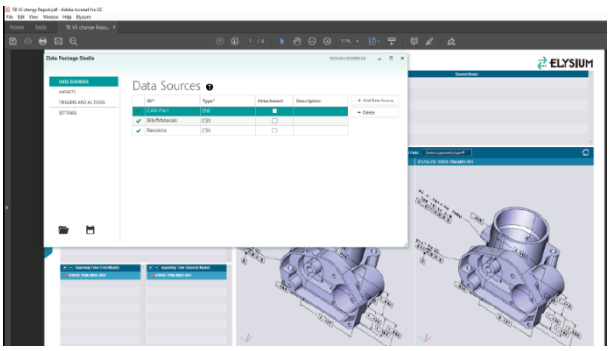


Abbildung 10: Elysiums Data Package Studio

Anwendungsfälle

Durch die weite Verbreitung von 3D-Daten und die zunehmende Anzahl an Anwendern ergeben sich vielerlei Einsatzgebiete für die CAD-Validierung. Ein tieferes Verständnis über 3D-Daten und deren Änderungen ist essenziell für deren Einsatz in Downstream-Prozessen.

Ob native CAD-Modelle in Neutralformate, wie JT [8, 14] oder STEP AP242 [15], konvertiert oder konstruktive Änderungen kommuniziert werden sollen, die Anwender müssen Unterschiede schnell und zuverlässig identifizieren können. Die automatisierte Validierung verschafft ihnen hierbei Gewissheit.

Vier typische Anwendungsfälle, in der die Stärken der automatisierten Validierung zum Tragen kommen, werden im Folgenden vorgestellt.

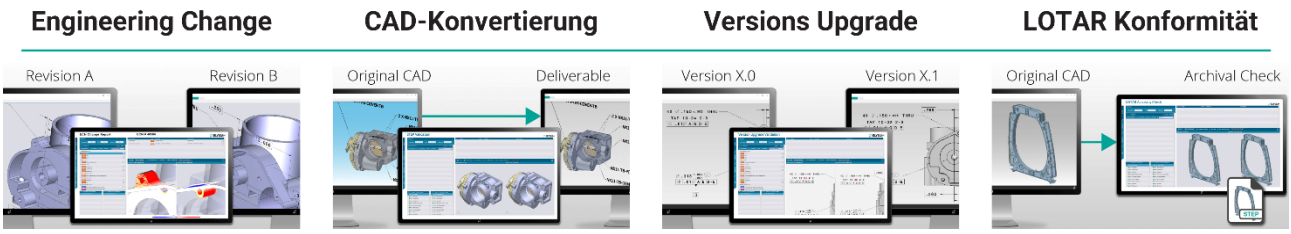


Abbildung 9: Anwendungsfälle für CAD-Validierung

Engineering Change

Produkte und deren Bauteile sind kontinuierlich Änderungen unterworfen, sei es durch geänderte technische Anforderungen, die Umsetzung eines neuen Designs oder die Anpassung an gesetzliche Rahmenbedingungen. Diese Änderungen zwischen den Versionen bzw. Revisionen gilt es zu erfassen.

Rev. A ↔ Rev. B

Beim Engineering Change werden konstruktive Änderungen bewusst an den Bauteilen vorgenommen. Für die Validierung stehen dabei die technische Dokumentation und die transparente Kommunikation von Änderungen im Vordergrund

Versions Upgrade

CAD-Systeme werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Für Anwender resultiert daraus die Frage: welchen Einfluss hat das Update auf die aktuelle CAD-Version auf meine CAD-Daten? Kleine Änderungen können schnell zu großen Auswirkungen und Mehrkosten führen.

CAD x.0 = CAD x.1

Die automatisierte Validierung hilft ungewollte Abweichungen zuverlässig und rechtzeitig zu erkennen, bevor die CAD-Daten weiterverwendet werden. Individualisierbare Prüfkriterien erlauben die optimale Anpassung an einzelne Use Cases.

CAD-Konvertierung

Für den Austausch von CAD-Daten und deren Einsatz in Downstream-Prozessen ist oftmals die Konvertierung in ein anderes Format notwendig. Dabei müssen neben den 3D-Geometrien auch Metadaten übertragen werden. Im Gegensatz zum Engineering Change, sollen bei der CAD-Konvertierung keine Abweichungen auftreten. Das erzeugte Derivat muss inhaltlich dem Original entsprechen.

Original = Derivat

Oftmals werden in der digitalen Zusammenarbeit native CAD-Daten in standardisierte Neutralformate wie JT oder STEP AP242 übertragen. Anwender benötigen hier einen schnellen Überblick über signifikante Unterschiede, auf Grundlage eines nachvollziehbaren 3D-Berichtwesens.

LOTAR Konformität

In der Luft- und Raumfahrt ist der LOTAR-Standard (Long-Term Archiving and Retrieval) [9] zur Langzeitarchivierung von Daten zu berücksichtigen. Bevor die CAD-Daten in einem Archiv abgelegt werden, müssen sie per Verifikation auf PDQ-Fehler und per Validierung auf inhaltliche Übereinstimmung überprüft werden. Hierfür existieren festgelegte Anforderungen und Prozeduren.

CAD = Archivierbares Format

Mit der automatischen Validierung werden die nativen CAD-Daten mit den Daten im zu archivierenden Format (typischerweise STEP) verglichen und die Ergebnisse detailliert ausgewertet. Die Validierungsberichte fungieren als Nachweis für die inhaltliche Korrektheit der Daten.

Use Case 1: Massen-validierung von JT-Daten

Zielsetzung

Strategische Ziele für Kosteneinsparungen, standardisierte Prozesse und Effizienzsteigerungen führen vom Einsatz nativer CAD-Daten in Downstream-Prozessen hin zu JT. Die große und stetig wachsende Menge an JT-Daten erfordert automatisierte Kontrollmechanismen zur Absicherung der Zuverlässigkeit und inhaltlichen Korrektheit von JT-Daten. Zudem muss das Fehlerrisiko minimiert werden.

Wesentliche Ziele sind:

- Schnelle & on demand Validierung von JT-Daten, bevor diese in Downstream-Prozessen eingesetzt werden
- Aufbrechen monolithischer Datenstrukturen und Informationszugang in feiner Granularität (3D-Geometrie, Produktstruktur, Attribute, semantische PMI)
- Lösung muss auf allen Endgeräten und für Gelegenheitsanwender verfügbar sein

Herausforderungen

Die Massenvalidierung von JT-Daten erfordert Automatisierung und einen hohen Datendurchsatz. Für die Validierung eines spezifischen JT-Datensatzes werden die korrespondierenden, nativen CAD-Daten benötigt. Der manuelle Vergleich der nativen CAD-Daten mit den JT-Daten ist zeitaufwendig und demotivierend für die Anwender. Daraus resultiert ein hohes Risiko signifikante Unterschiede nicht zu erkennen. Detaillierte Abweichungen sind schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, zu identifizieren, z. B. die semantischen Beziehungen bei PMI.

Die Unterschiede zwischen nativen CAD-Daten und JT-Daten zu erfassen ist nur der erste Schritt. Die verschiedenen Downstream-Prozesse haben unterschiedliche Anforderungen an die JT-Inhalte. Deshalb muss definiert werden, welche Unterschiede signifikant für die einzelnen Downstream-Prozesse sind.

Die Kommunikation von Unterschieden erfordert ein effizientes 3D-Berichtwesen. Hohe Benutzerfreundlichkeit für unterschiedliche Anwendergruppen und leicht zu konsumierende Outputs stehen dabei im Fokus.

Lösung: Elysium 3DxSUITE

Elysium 3DxSUITE ermöglicht die automatisierte Validierung von JT-Daten durch den Vergleich mit den zugehörigen nativen CAD-Daten und die Ausgabe von 3D-Validierungsberichten.

Anwender können wiederverwendbare Szenarien mit individuellen Prüfkriterien und Grenzwerten für jeden einzelnen Downstream-Prozess definieren. Die Ausführung der Szenarien kann manuell oder vollautomatisch gestartet werden, z. B. über definierte Zeiten, Ereignisse etc. Für einen harmonisierten Vergleich der nativen CAD mit den JT Daten werden diese über die 3DxSUITE Adapter aufgenommen und im ENF-Format (Elysium Neutral File) abgelegt. Der Vergleich von ENF (natives CAD) und ENF (JT) vermeidet unerwünschte Abweichung, die aus unterschiedlichen Modellierungskernen, mathematischen Repräsentationen und CAD-Methoden resultieren. Diese Vorgehensweise wird auch als *Equivalence Validation* bezeichnet.

Der 3DxSUITE CADvalidator ermöglicht den automatisierten Vergleich in feiner Granularität mit vollem Zugriff auf 3D-Geometrie, Produktstruktur, Attribute und semantische PMI. Die Szenarien erlauben das Filtern spezifischer Inhalte und die Definition was als wichtig erachtet wird.

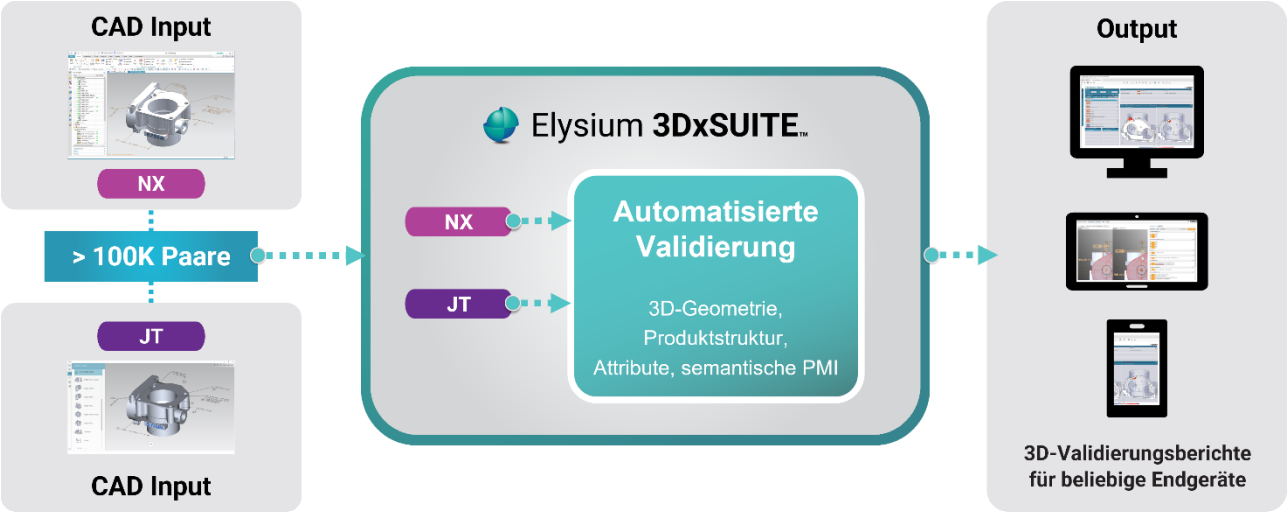


ABBILDUNG 11: USE CASE MASSENVALIDIERUNG VON JT-DATEN

Die Ergebnisse der automatisierten Validierung werden in 3D-Validierungsberichten zusammengefasst. Die Validierungsberichte visualisieren Unterschiede im 3D-Kontext und sind auch für Gelegenheitsanwender leicht verständlich. Das Layout kann flexibel an individuelle Anforderungen angepasst werden, was eine effiziente Kommunikation signifikanter Änderungen ermöglicht. Vorbei sind die Zeiten von verpixelten Screenshots und Änderungsmittelungen in Präsentationen. Anwender haben endlich Gewissheit und vollständigen Einblick in die Änderungen ihrer 3D-Daten.

Die 3D-Validierungsberichte stehen in verschiedenen Formaten zur Verfügung. 3D PDF und 3D HTML präsentieren Validierungsergebnisse in einer von Menschen lesbarer Form. XML wird für vollständig automatisierte Validierungslösungen eingesetzt, mit hohem Datendurchsatz und tiefer Integration. Zur Auswertung der 3D-Validierungsberichte werden keine zusätzlichen Lizenzen oder Installationen benötigt. Sie können auf beliebigen Endgeräten angezeigt werden, von Desktop-Rechnern bis zu Mobilgeräten.

Zeit sparen

Bis zu **25x schneller**
als manuelle Validierung

Fehlerrisiko reduzieren

Fehler zuverlässig erkennen
bevor der Schaden entsteht

Änderungen kommunizieren

Einsatz auf allen Endgeräten
zur Einbindung aller Anwender

3DxSUITE ermöglicht die automatisierte Validierung von JT-Daten mit 3D-Validierungsberichten im HTML-Format. Die 3D-Valdierungsberichte sichern die Zuverlässigkeit der JT-Inhalte ab und können auch von Gelegenheitsanwendern auf beliebigen Endgeräten konsumiert werden. Die Modularisierung von der Datenebene bis zur Softwarelösung erlaubt Integration, flexible Anpassung und Skalierbarkeit.

Use Case 2: JT Validation Properties

Zielsetzung

Der 3D-Master und digitale End-to-end-Prozesse erfordern zuverlässige Mechanismen zur Verifikation und Validierung von 3D-Daten. Der Einsatz standardisierter Neutralformate ermöglicht gesteigerte Effizienz von Geschäftsprozessen sowie Kosteneinsparungen innerhalb von Unternehmen und in der digitalen Zusammenarbeit mit externen Partnern, Kunden und Lieferanten. In diesem Kontext zählt JT zu den weit verbreiteten Formaten und hat sich für eine Vielzahl an Downstream- und Kollaborationsprozessen in der Industrie etabliert.

Die Zuverlässigkeit der JT-Daten muss vor deren Einsatz in Downstream-Prozessen abgesichert werden. Zur inhaltlichen Validierung werden die JT-Daten mit den ursprünglichen, nativen CAD-Daten verglichen.

Wesentliche Ziele sind:

- Etablierung einer automatisierten Validierung mit anpassbaren JT Validation Properties
- Integration der Lösung in die PLM-Umgebung für eine Validierung on demand
- Intelligentes 3D-Berichtwesen für Validierungsergebnisse auch für Gelegenheitsanwender

Herausforderungen

Die effiziente Verarbeitung in der PLM-Umgebung erfordert Automatisierung, da manuelle Validierung zeitaufwendig ist und ein hohes Fehlerrisiko impliziert. Es müssen JT Validation Properties spezifiziert werden. Dies sind definierte Validierungskriterien für JT-Daten mit entsprechenden Grenzwerten und Gewichtungsfaktoren. Jeder Downstream-Prozess bringt individuelle Anforderungen an die JT Validation Properties mit sich. Deshalb werden anpassbare und wiederverwendbare Szenarien benötigt.

3D-Validierungsberichte müssen die Ergebnisse für jeden Downstream-Prozess in der richtigen Granularität bereitstellen (z. B. OK, um fortzufahren, Warnung vor abweichender Geometrie oder KO wegen fehlender PMI). Bereits verfügbare Validierungsberichte stellen zu viele Detailinformationen für Gelegenheitsanwender zur Verfügung, was eine schnelle und nachvollziehbare Entscheidungsfindung verhindert. Neben einer hohen Benutzerfreundlichkeit der 3D-Validierungsberichten wird eine automatisierte Auswertung und Weiterverarbeitung von Validierungsergebnissen benötigt in Anwendungsfällen mit hohem Datendurchsatz.

Lösung: Elysium 3DxSUITE

Elysium 3DxSUITE erlaubt die automatisierte Validierung von JT-Daten und stellt ein intelligentes 3D-Berichtwesen innerhalb der PLM-Umgebung zur Verfügung.

Anwender greifen auf die JT-Daten im PDM-System zu und die zugehörigen, nativen CAD-Daten werden automatisch zugeordnet. Die Paare aus nativen CAD und JT-Daten fungieren als Input für die automatisierte Validierung auf Basis von JT Validation Properties. Die JT Validation Properties können flexibel angepasst werden, um interne Unternehmensrichtlinien und Standards bestmöglich zu erfüllen. Der Output der Validierung ist ein zuverlässiges 3D-Berichtwesen mit drei Detailstufen (Levels of Reporting).

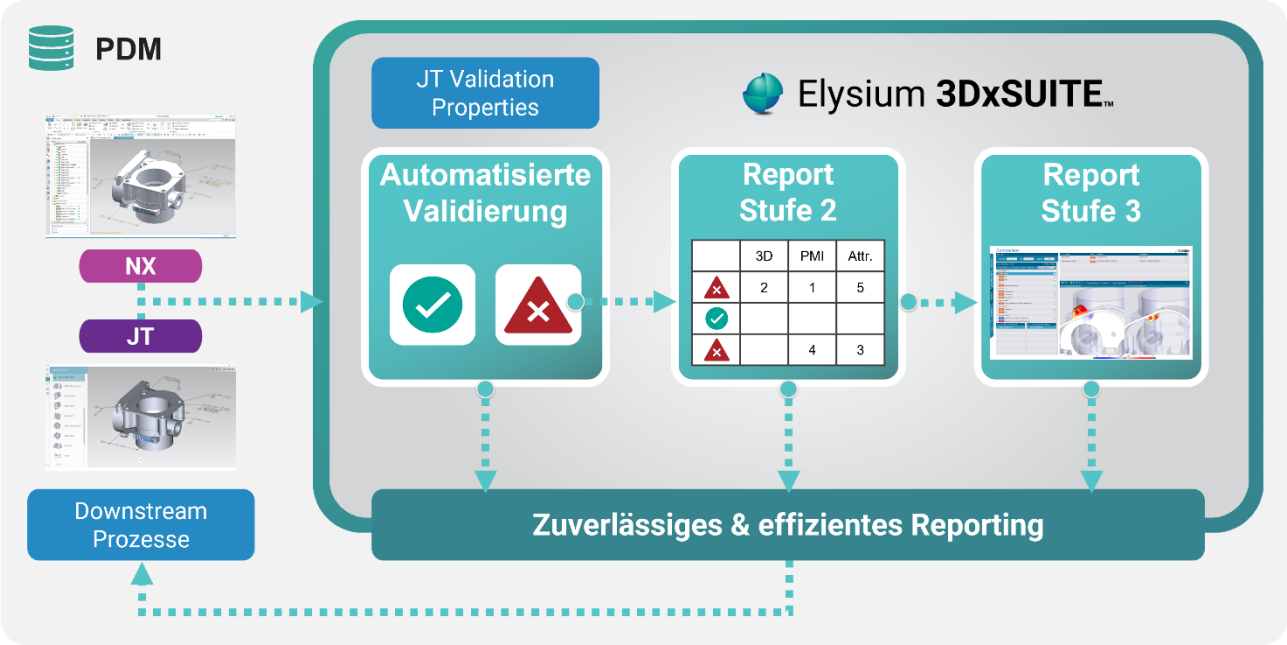


ABBILDUNG 12: USE CASE JT VALIDATION PROPERTIES

Die erste Stufe des 3D-Berichtwesen bietet einen Überblick über alle vorliegenden Validierungs-ergebnisse mit einer Gesamterfolgsquote. JT-Daten ohne signifikante Änderungen werden mit einem grünen Fähnchen versehen und sind damit für den weiteren Einsatz im Downstream-Prozess qualifiziert. JT-Daten mit signifikanten Abweichungen erhalten ein rotes Fähnchen und müssen weiter untersucht werden.

Die zweite Stufe stellt eine tabellarische Übersicht zur Verfügung, die alle validierten JT-Daten mit ihren Fähnchen (grün/rot) auflistet und die Abweichungen nach 3D-Geometrie, PMI und Attributen kategorisiert. Jede Zeile repräsentiert einen verglichenen Datensatz. Die drei Kategorien weisen den Zeilen die Anzahl der jeweils erkannten Unterschiede zu. Anwender können dadurch schnell und intuitiv fehlerhafte JT-Daten und betroffene Elemente identifizieren. Dies erleichtert die Entscheidungsfindung, ob die JT-Daten für den Downstream-Prozess nutzbar sind oder weiter untersucht werden müssen.

Die dritte Stufe ermöglicht eine technische Detailanalyse auf Basis von ausführlichen 3D-Validierungsberichten im HTML-Format. Die Anwender haben Zugriff auf alle Validierungsergebnisse und profitieren von diversen Gruppierungs- und Filterfunktionen. Die Verfügbarkeit auf beliebigen Endgeräten führt zu einer hohen Benutzerfreundlichkeit. Die 3D-Validierungsberichte können in bestehende IT-Systemlandschaften und Visualisierungslösungen integriert werden. Die Outputs werden im PDM-System am korrespondierenden JT-Datensatz abgelegt.

Elysiums 3DxSUITE gibt den Anwendern von JT-Daten Gewissheit, bevor diese im Downstream-Prozess eingesetzt werden. Anpassbare JT Validation Properties erlauben die Umsetzung individueller Unternehmensrichtlinien und Qualitätsstandards.

Das dreistufige Berichtwesen ermöglicht effiziente Analysen, vom allgemeinen Überblick bis zu technischen Detailanalysen. Dies fungiert als wichtige Grundlage für die Massenvalidierung von JT-Daten und eine schnelle Entscheidungsfindung.

Unternehmen profitieren durch die Absicherung ihrer digitalen Assets, das reduzierte Fehlerrisiko in Downstream-Prozessen und die transparente Kommunikation von Änderungen basierend auf einem 3D-Berichtwesen.

Zuverlässige JT-Daten

1
Informationsquelle

Intelligentes 3D-Berichtwesen

3
Levels of Reporting

Flexible Anpassungen

25
JT Validation Properties

Fazit

3D-Daten haben sich über die Grenzen des Engineerings hinaus zu wichtigen Assets für Unternehmen und die digitale Zusammenarbeit entwickelt. Mehr Anwender, mehr Einsatzgebiete und mehr datengetriebene Use Cases führen zu einer wichtigen Rolle in unseren Wertschöpfungsnetzwerken. Automatisierung, Modularisierung und Wiederverwendung eröffnen vielfältige Potenziale für Zeit- und Kosteneinsparungen.

Dabei sind 3D-Daten - beabsichtigt oder unbeabsichtigt - kontinuierlich Änderungen unterworfen. Diese Änderungen gilt es auch bei komplexen Produkten mit semantischen PMI zuverlässig zu erkennen. Signifikante Unterschiede müssen schnell herausgefiltert, technisch dokumentiert und an andere Stakeholder weiterkommuniziert werden, ohne die Vorteile von 3D-Inhalten abzutreten. Auf Anwenderseite muss darüber hinaus Gewissheit herrschen, dass die vorliegenden 3D-Daten für die definierten Aufgaben und Prozesse geeignet sind.

Die automatisierte Validierung mit Elysiums 3DxSUITE ermöglicht den detaillierten Vergleich von 3D-Daten für über 100 CAD-Formate. Anwender profitieren von der Kategorisierung in:

- 3D-Geometrie
- Produktstruktur
- Attribute
- Grafische und semantische PMI

Die Ergebnisse der Validierung werden in 3D-Validierungsberichten inkl. einer Zuordnung der Änderungsart (modifiziert, entfernt, hinzugefügt, gleich) zusammengefasst. Die Validierungsberichte sind in den Formaten 3D-HTML, 3D PDF und XML verfügbar. Sie ermöglichen eine transparente sowie effiziente Kommunikation signifikanter Änderungen auch für Gelegenheitsanwender. Das Layout und die Inhalte der Validierungsberichte können flexibel an individuelle Anforderungen angepasst werden. Dadurch lässt sich ein mehrstufiges Reporting inkl. Validation Properties aufbauen (siehe Use Case 2).

Elysiums 3DxSUITE und die Validierungsberichte können in bestehende IT-Umgebungen und PLM-Workflows integriert werden, für eine hohe Benutzerfreundlichkeit und eine Minimierung das Fehlerrisikos. Flexibilität durch Modularisierung, Automatisierung und Skalierbarkeit ermöglichen Unternehmen eine nahtlose 3D-Interoperabilität, um das Maximum aus Ihren 3D-Daten herauszuholen.

Literatur

[1] The American Society of Mechanical Engineers (2019): Digital Product Definition Data Practices. ASME Y14.41-2019

[2] The American Society of Mechanical Engineers (2018): Dimensioning and Tolerancing. ASME Y14.5-2018

[3] The American Society of Mechanical Engineers (2019): Model Organization Practices. ASME Y14.47-2019

[4] Biedert, J.; Christ, A. (2019): Modularization of 3D Engineering Data. Daimler EDM CAE Forum 2019

[5] Christ, A. (2017): Automatisierte Validierung von 3D-Geometrie und semantischen PMI. Prostep ProduktDaten Journal 24, 2017-2, S. 28-31

[6] Christ, A. (2021): Datenqualität als Imperativ — Nachhaltige 3D-Daten werden zum Wettbewerbsvorteil. Elysium Whitepaper

[7] Christ, A.; Feldvoss, B. (2021): Nachhaltige 3D-Daten für die digitale Zusammenarbeit – Teil 1: Herausforderungen im Wandel. Prostep ProduktDaten Journal 28, 2021- 2, S. 28-30

[8] Deutsches Institut für Normung e.V. (2021): JT Industrielles Anwendungspaket (JTIAP). DIN SPEC 91383:2021-07

[9] Deutsches Institut für Normung e.V. (2018): Luft- und Raumfahrt - LOTAR - Langzeit-Archivierung und -Bereitstellung digitaler technischer Produktdokumentationen, wie zum Beispiel von 3D-, CAD- und PDM-Daten - Teil 100: Allgemeine Konzepte für die Langzeit-Archivierung und -Bereitstellung von 3D-CAD-Mechanik-Informationen. DIN EN 9300-100:2018-10

[10] Feldhusen, J.; Grote, K.-H. (Hrsg.) (2013): Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-642-29568-3

[11] Institute of Electrical and Electronic Engineers (1990): IEEE Standard Computer Dictionary — A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. IEEE Std 610. IEEE, New York, NY, USA. ISBN: 1-55937-079-3

[12] International Organization for Standardization (2008): Document Management — Engineering Document Format using PDF — Part 1: Use of PDF 1.6 (PDF/E-1). ISO 24517-1:2008

[13] International Organization for Standardization (2020): Document Management — Portable Document Format — Part 2: PDF 2.0. ISO 32000-2:2020

[14] International Organization for Standardization (2017): Industrial Automation Systems and Integration – JT File Format Specification for 3D Visualization. ISO 14306:2017

[15] International Organization for Standardization (2020): Industrial Automation Systems and Integration — Product Data Representation and Exchange — Part 242: Application Protocol: Managed Model-Based 3D Engineering. ISO 10303-242:2020

[16] Military and Government Specs & Standards - Naval Publications and Form Center (2018): Technical Data Packages. MIL-STD-31000B

[17] Schindler, M.-C.; Liller, T. (2011): PR im Social Web – Das Handbuch für Kommunikationsprofis. O'Reilly, Köln. ISBN: 978-89721-563-4

[18] Suzuki, A.; Herron, J. (2016): CADvalidator — A Critical Aid fort he Model-Based Enterprise. Elysium Whitepaper

[19] The Web Hypertext Application Technology Working Group (2022): HTML — Living Standard. https://html.spec.whatwg.org/

Über Elysium

Elysium entwickelt und vertreibt weltweit Lösungen für nahtlose 3D-Interoperabilität. Über 3.500 Kunden profitieren täglich von innovativen Technologien, einer agilen Arbeitsweise und der nachhaltigen Unterstützung offener Standards. Kerngeschäft ist die Konvertierung, Optimierung und qualitative Absicherung von 3D-Daten und zugehörigen Informationen. Dabei werden mehr als 100 Formate unterstützt, wie 3DEXPERIENCE, CATIA V5, NX, Creo Parametric, Creo Elements/Direct, Inventor, SolidWorks, STEP, JT, STL, QIF u.v.m.

Elysium wurde 1984 gegründet und verfügt über Niederlassungen in Japan, den USA und Europa. Mit über 100 Mitarbeitern und einem globalen Netzwerk aus Partnern, Experten und Resellern gehört Elysium zu den führenden Unternehmen für die Optimierung von 3D-Daten.

Automatisierte Validierung — Änderungen zuverlässig erkennen und effizient kommunizieren

Elysium Whitepaper | Version 1.0 | Februar 2022

Elysium GmbH

Dr.-Ing. Alexander Christ

Adenauerallee 18, 61440 Oberursel

Telefon: +49 6171 7033 596

E-Mail: marketing@elysium-europe.com

www.elysium-global.com

Disclaimer

Diese Publikation berücksichtigt den zum Zeitpunkt der Veröffentlichung geltenden Stand der Technik. Wer sie einsetzt, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen. Durch das Anwenden dieser Publikation entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jede Person handelt soweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung durch Elysium ist ausgeschlossen.

Copyright

Der Inhalt dieser Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind Elysium oder dem ursprünglichen Autor dieses Materials vorbehalten. Der Inhalt darf ohne vorherige Genehmigung des Autors nicht bearbeitet, reproduziert, verteilt, übertragen, angezeigt, veröffentlicht, ausgestrahlt, verkauft oder verliehen werden.