

Wen Xing

Analyse des Datenaustausches zwischen
CAD-Systemen und der VR-Software VDP über das
JT-Format mit Ziel einer schnellen Verfügbarkeit der
Modelle

Bachelorarbeit

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Maschinenbau

Chemnitz, 2010

Wen Xing

Analyse des Datenaustausches zwischen CAD-Systemen
und der VR-Software VDP über das JT-Format mit Ziel
einer schnellen Verfügbarkeit der Modelle

Eingereicht als

Bachelorarbeit

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Maschinenbau

Chemnitz, 2010

Erstprüfer: Prof. Dr. –Ing. Uwe Mahn

Zweitprüfer: Dipl. –Ing. Thomas Junghans

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliografische Angaben:

Wen Xing:

Analyse des Datenaustausches zwischen CAD-Systemen und der VR-Software VDP über das JT-Format mit Ziel einer schnellen Verfügbarkeit der Modelle-2010.-48S.
Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,
Fakultät Maschinenbau, Bachelorarbeit, 2010.

Referat:

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Analyse des Datenaustausches zwischen CAD-Systemen und der VR-Software VDP über das JT-Format. Es ist als Anleitung für VR Nutzer geeignet die den effektivsten Weg in jeder Lage nutzen möchten.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Herrn Prof. Mahn und Herrn Dipl. Ing. Junghans, die immer ansprechbar waren und mit viel Engagement und guten Ideen meine Bachelorarbeit unterstützt haben. haben bedanken.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen Mitarbeitern der TU Chemnitz, die mich beim Praktikum und bei meiner Bachelorarbeit unterstützt haben.

Großer dank geht auch an meine Familie und Freunde die mich tatkräftig in dieser Zeit unterstützt haben.

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	1
1.1. Einleitung	1
1.2. Zielsetzung	2
2. Stand der Kenntnisse	3
2.1 VR Begriffsdefinition	3
2.2 VR-Ausstattung	4
2.2.1 VR-Hardware	4
2.2.2 VR-Software VDP	5
2.3 Die „drei Wege“ von CAD zu VDP	6
2.3.1 Direkter Weg	6
2.3.2 Der Weg über ein Authoringsystem	7
2.3.3 Der Weg über ein neutraler Austauschformat	10
2.3.3.1 JT Ein Visualisierungsformat	10
2.3.3.2 Die Vorteile	11
2.3.3.3 Gegenüberstellung zwischen JT und VRML	13
3. Vorgehensweise	16
4. Modellvorbereitung in CAD-System	18
4.1. Ausgangssituation	18
4.2. Bearbeitung in Solid Edge	19
4.2.1. Einbringen der zu untersuchenden Funktionalitäten	22
4.3. Export in JT	25

5. Motionsdaten VFM	26
6. Durchführung der Tests	27
6.1. Test der JT Daten (ohne VFM Datei)	27
6.2. Test mit VFM Datei	28
6.3. Testergebnisse	29
7. Auswertung	30
7.1. Einschätzung des durchgeführten Wegs (JT).....	30
7.2. Zusammenfassung	30
Wichtige Datenformate	33
Abbildungsverzeichnis	34
Tabellenverzeichnis	35
Abkürzungsverzeichnis	36
Literaturverzeichnis	37
Anlagen	38
i. Benutzerhandbuch ICIDO: Übersicht der Datenformate	38
ii. Stücklist des zu testenden CAD-Modells: Getriebe	40
Selbstständigkeitserklärung	42

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1 Einleitung

Auf dem Markt der Investitions- und Konsumgüter sind höchste Qualität und kurze Entwicklungszeiten Voraussetzungen. Insbesondere der Einsatz von innovativen Methoden führt zu Zeit- und Kostenvorteilen. Dabei spielt VR-Technologie (Virtual Reality) eine immer stärker werdende Rolle.

Der Einsatz von VR hat viele positive Effekte. Durch den Einsatz in frühen Phasen der Produktentwicklung schaffen virtuelle Prototypen und Prozesse die Möglichkeit, Entwicklungsfehler zu minimieren und damit Investitionsrisiken zu senken. Dadurch wird auch die Anforderung am Markt und an dem Kunden gezielt nachgekommen.

Die neuste Entwicklung zielt auf die Synthese von VR- und parametrischen CAD-Systemen, so dass Konstrukteure in ihrer gewohnten Umgebung arbeiten, die erzeugten Geometrien jedoch in der VR intuitiver beurteilen und optimieren können[1].

Hier wird der Anwender mit einer Frage konfrontiert, durch welche Schnittstellen die CAD-Daten in VR-Systeme übertragen werden sollten. Heute gibt es ein breites Spektrum an unterschiedlichen Schnittstellen, deren Auswahl an den Nutzer ein hohes Maß an Kenntnissen voraussetzt. In dieser Arbeit wird versucht, mit der Nutzung eines neuen Visualisierungsformates, dem JT-Format (Jupiter Tessellation), eine Verbindung zwischen den CAD-System und dem VR-System zu verwirklichen.

1.2 Zielsetzung

Heute ist VRML (Virtual Reality Modeling Language) die führende Schnittstelle zwischen CAD-Systemen in VR-Software, die ein standardisiertes Datenformat für die Anzeige dreidimensionaler Modelldaten in VR ist. Nachteilig jedoch ist die sehr aufwendige Datenaufbereitung in einem Authoringsystem.

Inhalt dieser Arbeit ist die Analyse des Datenaustausches zwischen CAD-Systemen und der VR-Software VDP über das JT-Format. Es soll untersucht werden, ob das JT-Format in der Praxis als eine schnell verfügbare Schnittstelle benutzt werden kann.

Reihenfolge des analytischen Vorgehens:

Theoretische Analyse des JT-Formats: Verschaffung der Informationen über das JT-Format und deren Anwendungsgebiete. Danach wird eine praxisnahe Vorgehensweise bestimmt.

Schaffung eines Modells in mehreren CAD-Systemen: Die Benutzung einer Multi-CAD-Baugruppe stellt die Grundlage für die Beurteilung dieser Schnittstelle an einem relativ praxisnahen Modell dar.

Einbringen der notwendigen Funktionen: Überprüfung, ob die im CAD-System erzeugten Funktionalitäten, wie Material, Textur, Beleuchtung, Animation über JT in VDP umgewandelt werden können.

Test der Schnittstelle: Der Test in der VR-Software stellt dar, ob JT eine zeitsparende Verbindung zwischen CAD-System und VR-System möglich ist und für welches Anwendungsgebiet es besser geeignet ist.

2 Stand der Kenntnisse

In diesem Kapitel werden die wichtigen Begriffe erläutert, z.B. die Definition der VR und Software VDP. Außerdem erfolgt eine Beschreibung von verschiedenen Wegen von CAD-System zum VDP.

2.1 VR Begriffsdefinition

Das Virtual Reality ist eine Technik, dass die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet. Die wichtigen Charakteristika der Virtual Reality sind:

- **Immersion:** Illusion des Eintauchens in die virtuelle Umgebung - realitätsnahes Ansprechen menschlicher Sinne (z.B. visuell, akustisch, haptisch und/oder olfaktorisch)
- **Interaktion:** Ein integrierter Nutzer interagiert durch realweltliche Aktionen in der virtuellen Welt (wechselseitiges Handeln).
- **Imagination:** Einbildungskraft, Vorstellungsvermögen oder anschauliches Denken-Erlebnis, Teil einer virtuellen Welt zu sein [2]
- **Echtzeit:** Gewährleistung verzögerungsfreies Interagieren
- **Maßstab1:1 :** Gesamtes Produkt kann in Lebensgröße darstellt werden

Die Virtual Realität ist eine ideale Visualisierungs- und Kommunikationsplattform für die fachübergreifende Diskussion unterschiedlichster Fragestellungen. Diese reichen von Bereichen Konstruktion, Technologie, Produktionsplanung und Wartung bis hin zu Schulung und Marketing[3].

2.2 Die VR-Ausstattung

Um die VR-Anwendung zu nutzen, benötigt man spezielle Hardware und Software. Die unten gezeigten Instrumente werden als Hilfsmittel an der TU-Chemnitz genutzt.

2.2.1 VR-Hardware

Für die Interaktion mit der virtuellen Welt werden spezielle Eingabegeräte benötigt. An der TU-Chemnitz benutzt man Flystick und Polarisationsbrille über Optisches Tracking.



Abbildung1 : Flystick und Polarisationsbrille über Optisches Tracking

Um ein Gefühl der Immersion zu erzeugen, werden zur Darstellung virtueller Welten spezielle Ausgabegeräte benötigt. An der technischen Universität wird das 5-Seiten-CAVE und die Powerwall genutzt.



Abbildung2: Powerwall



Abbildung3: 5-Seiten-CAVE

2.2.2 VR-Software VDP

Die an der TU Chemnitz führende VR-Software ist VDP (Visual Decision Platform), die das Hauptprodukt der Firma ICIDO darstellt. Es ist ein Windows-basiertes Programmpaket für die immersive Echtzeit- und Echtgrößen-Visualisierung von Produkten auf VR-Anlagen, wie Caves (Cave Automatic Virtual Environments) oder Powerwalls. Die VDP ermöglicht ein gemeinschaftliches Arbeiten lokaler oder auch global verteilter Arbeitsgruppen im Rahmen der Produktentwicklung.



Abbildung4: Logo von VDP

VDP ist eine repräsentative Software im VR Bereich, in der vieles möglich ist. Zum Beispiel die

- Frühe Datenüberprüfung von CAD Daten in Echtgröße und Echtzeit und realistischen Verhalten
- Begutachtung des Designs von künftigen Produkten
- Überprüfung der Bedienungsergonomie eines Produktes
- Virtuelle Schulung
- Überprüfung eines Produktes auf seine Baubarkeit und Montierbarkeit
- Vertrieb und Marketing [4]

2.3 Die „drei Wege“ von CAD zum VDP

In allgemeinen kann man die Modelle vom CAD-System zu VDP über drei Wege einbringen:

- der direkter Weg
- der Weg über ein Authoringsystem
- der Weg über ein neutraleres Austauschformat.

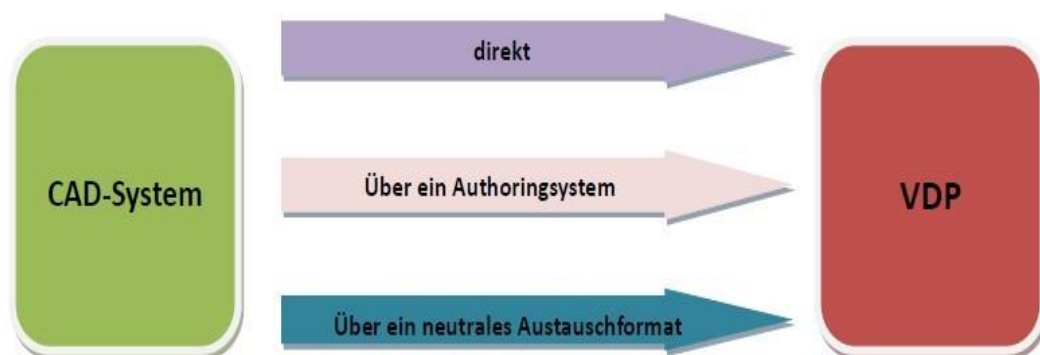


Abbildung5 : Die „Drei Wege“ von CAD zum VDP

2.3.1 Direkter Weg

Bei diesem Weg können die CAD Daten direkt in VDP übertragen werden. Bei VDP können folgende CAD-Programme direkt eingelesen werden: Catia, ProE, Inventor, und über den ACIS-Kernel auch Solid Works. Alle anderen CAD-Programme können noch nicht direkt eingelesen werden.

Vorteile:

- direkt: es benötigt keine Schnittstelle mehr
- wenig Bearbeitungszeit

Nachteile:

- geringere Funktionen in VDP realisierbar
- nur wenige CAD-Systeme können direkt in VDP eingelesen werden
- der Einfluss von internen Fehlern auf das Importergebnis ist sehr hoch

2.3.2 Der Weg über ein Authoringsystem

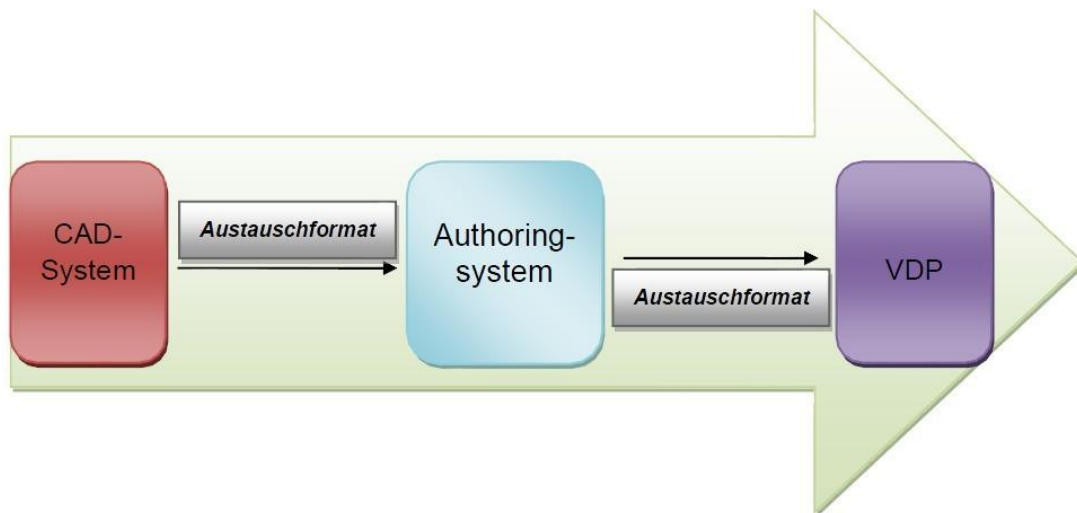


Abbildung6: Der Weg über ein Authoringsystem

Bei diesem Weg werden die CAD Daten über ein Austauschformat in das Authoringsystem eingebracht. Nach der Bearbeitung des Modells im Authoringsystem kommen die Daten über ein zweites Austauschformat in die VDP-Software. Hier an der TU Chemnitz ist das Austauschformat, das den Export aus den CAD-Systemen übernimmt, das STEP-Format¹. Das Austauschformat, das den Datenaustausch zwischen Authoringsystem und der VR-Software realisiert, ist VRML².

¹ STEP (Standard for the Exchange of Product model data) ist ein Standard zur Beschreibung von Produktdaten. Diese Beschreibung umfasst neben den physischen auch funktionale Aspekte eines Produktes.[5]

² Das VRML (Virtual Reality Modeling Language) ist eine Beschreibungssprache für 3D-Szenen, deren Ausleuchtungen, Geometrie, Animation und Interaktionsmöglichkeiten inklusive in der virtuellen Umgebung platzierter Geräuschquellen[6]

Die Abfolge nach der TU Chemnitz sind:

- 1) Erzeugung der Modelle im CAD-System, danach werden sie in STEP exportiert.
- 2) Importieren der STEP Datei in Software DEEP Exploration, um erstens die Geometrie zu tessellieren (gekrümmte Flächen durch Vielecke angenähert) und zweitens um die Daten für 3DS MAX aufzubereiten (z.B. Polygonreduzierung, Transformation der Hauptachsen). Die Daten können am Ende direkt in dem DEEP Exploration Format gespeichert werden.
- 3) Aus dem DEEP Exploration wird die Datei in das 3D-Programm 3DS MAX direkt eingelesen und durch zusätzliche Funktionen angereichert, z.B. Beleuchtung, Kamera und Animation. Am Ende wird die Datei als VRML exportiert.
- 4) Die Datei wird in VDP importiert und angepasst.

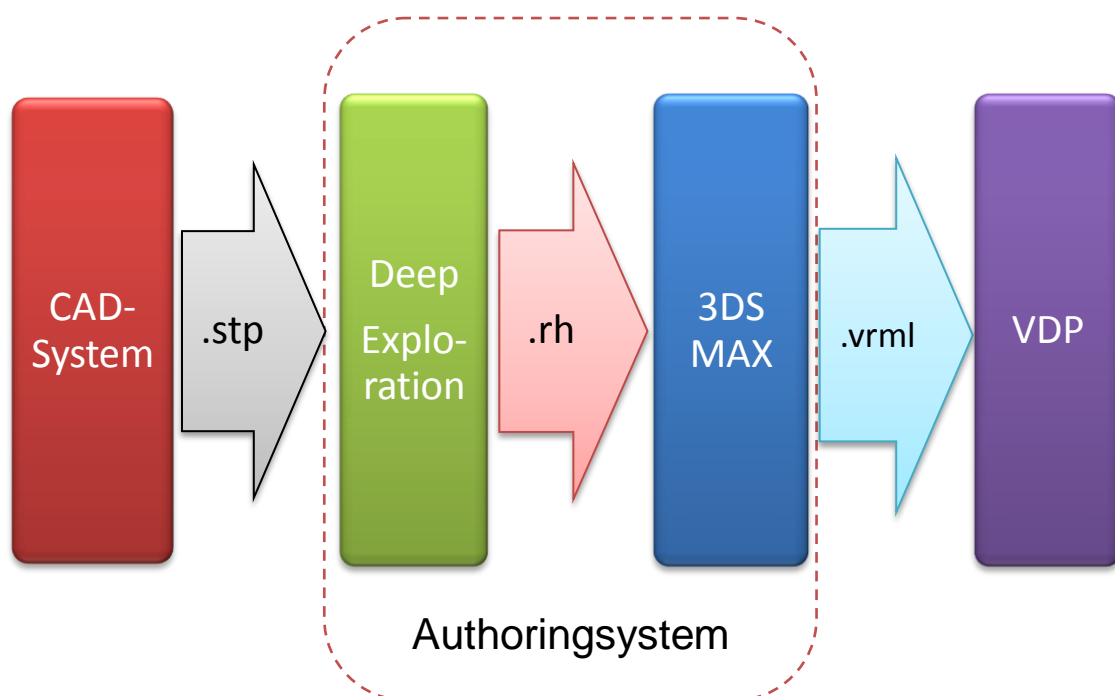


Abbildung7: Arbeitsabfolge an der TU Chemnitz

Vorteile:

- Viele wichtige Funktionen wie z.B. Material, Texturen, Animation, Beleuchtung) können in 3DS MAX realisiert werden.
- VRML ist gegenwärtig das Standardformat im Bereich VR.

Nachteile:

- hohe Anschaffungs- und Lizenzkosten für das Authoringsystem
- lange Bearbeitungszeit (ca. ein Monat)
- Die Polygonanzahl und Menge der Bauteile beeinflussen die Performance sehr stark.
- Der originale Strukturbaum ist nicht mehr vollständig und korrekt.

2.3.3 Der Weg über ein neutrales Austauschformat

Die neutralen Austauschformate, die VDP erkennen kann, sind JT, VRML und CGR³.

In dieser Arbeit benutzt man JT als Austauschformat aus folgenden Gründen:

- Die TU Chemnitz hat die Lizenz für JT-Import in VDP
- JT ist das Format, was für den allgemeinen Datenaustausch immer größer werdende Einsatzgebiete findet.

2.3.3.1 JT ein Visualisierungsformat

Das Format Jupiter Tessellation, kurz JT wurde von der Firma Siemens PLM Software (vor 2007 UGS) entwickelt. Dieses 3D Format ist mit dem Ziel Visualisierung, Kollaboration und CAD-Dateiaustauschen entwickelt worden und kann im ganzen Produktlebenszyklus genutzt werden.

JT wird als besonders kompaktes, leicht anzuzeigendes und doch inhaltsreiches Datenformat angesehen, das auch tessellierte Daten, exakte mathematische Beschreibung, Attribute und Produkt- und Fertigungsinformation unterstützt. Die Extension ist *.jt

Das 3D-Datenformat JT, wurde seit 2007 von Siemens als Standard für langfristige Datenerhaltung sämtlicher Produktinformationen für den globalen Markt eingesetzt.

Durch die ISO erhielt die Siemens PLM Software im Jahr 2009 die Zertifizierung für die detaillierte und umfangreiche Dokumentation des Dateiformates JT. In einem internationalen Abstimmungsprozess wurde das in der PLM-Branche meistgenutzte 3D-Visualisierungsformat zertifiziert. Damit ist zum ersten Mal eine Zertifizierung der ISO für die 3D-Visualisierung im Bereich PLM weltweit verfügbar.

³ CGR steht für Catia Graphical Representation. Es handelt sich hier um ein CAD-Datenformat das für das CAD-Programm Catia häufig im Digital Mock-Up (DMU) kontext verwendet wird.[7]

Gegenwertig ist das JT-Format der Industriestandard für die 3D-Visualisierung, Zusammenarbeit und den Datenaustausch. Besonders in den Schlüsselindustrien wie dem Automobilbau und der Luft- und Raumfahrt wird das JT-Format genutzt.

2.3.3.2 Die Vorteile

✚ Gut für die vielfältige CAD-Umgebung

Mit der Entwicklung und Verbreitung der CAD Technik, gibt es mehr als 10 gängigere CAD Systeme. Heutzutage wird die Konstruktion eines großen Produkts mit meist 4 oder mehr CAD System konstruiert.

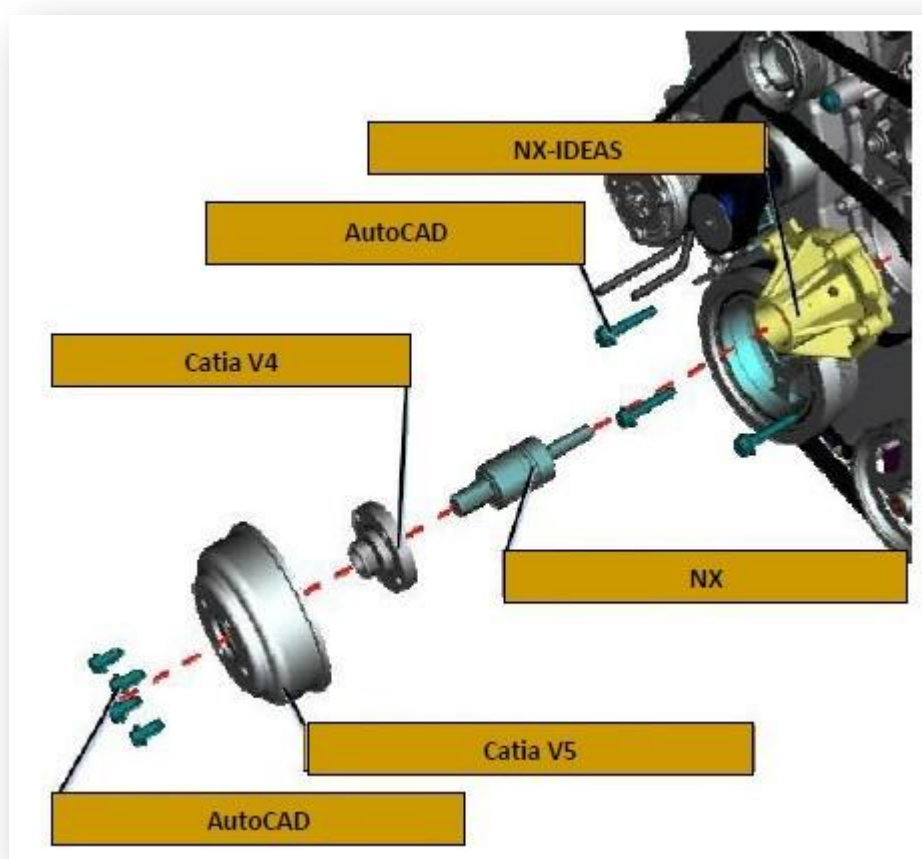


Abbildung8: Vielfältige CAD-Umgebung

Deshalb kann jedes Unternehmen von JT profitieren, das mit digitalen 3D-Produktdaten in einer heterogenen Umgebung arbeitet. Insbesondere wenn

zwischen den Abteilungen oder mit externen Zulieferern und Partnern Zusammenarbeit notwendig ist.

Eine vielfältige CAD-Umgebung zu unterhalten ist für Konstrukteure vorteilhaft, da sie die besten Technologien sowohl beim Design im Automotive-Sektor als auch bei der Fertigung einsetzen können. Man kann sie sofort über das JT nutzen, wenn es um die Verteilung ihrer Entwürfe geht. Der Vorteil der sich für die Hersteller ergibt, ist das sie ihr eigenes CAD System frei wählen können.

🚦 Speichereffizienz

Durch die hohe Komprimierungstechnik sind JT, im Vergleich mit anderen Daten, die kleinsten. JT Dateien sind nur 1-10% so groß wie andere CAD Dateien. Nach neuester Statistik, empfängt heute eine Konstruktionsableitung mehr als 200 verschiedene CAD Daten monatlich. Die große Datenmenge setzt viel Speicherplatz voraus, der zusätzlich auch schwer zu verwalten ist. Mit der Nutzung JT können solche Probleme vermieden werden.





CAD System ⁺	IDEAS	PRO-E	CATIA	UGS
				
CAD Modul ⁺	17.9 MB	9.23 MB	11.12 MB	5.72 MB
JT File V4.0 ⁺	3.69 MB	3.11 MB	3.26 MB	2.30 MB
JT File V5.0 ⁺	1.82 MB	1.65 MB	1.35 MB	1.44 MB

Abbildung9: Übersicht der Datengröße

JT ist sehr gut für die Internetkollaboration, im Gegensatz zu den großen CAD Daten die eine Vielzahl der Zeit benötigen um sie zu versenden. Wenn der Betrieb das JT Format als Standardformat zur Visualisierung nutzt, können durch die Zeitersparnis die Kosten gesenkt werden.

2.3.3.3 Gegenüberstellung zwischen JT und VRML

Wie in der Zielsetzung bereits erwähnt ist VRML ein standardisiertes Datenformat für die Anzeige dreidimensionaler Modelldaten in VR. Es hat hohe Akzeptanz im VR-Bereich. JT ist noch ein sehr junges Visualisierungsformat. Durch die Gegenüberstellung der beiden Formate sieht man die Gemeinsamkeiten und Unterschiede am besten.

● Gemeinsamkeiten

Die beiden Formate sind durch zwei unterschiedliche Programmiersprachen geschrieben, realisieren viele Funktionen jedoch gleichermaßen. Die wichtigsten sind:

- BREP(Boundary Representation)⁴
- LODs (Level of Detail)⁵
- Realistische Darstellung von Materialien im Modell

● Unterschiede

Texteditierbarkeit: VRML „Virtual Reality Modeling Language“ verdeutlicht schon im Namen den Einsatzzweck als Modelliersprache. So ist noch zu erwähnen, dass mit Hilfe integrierbarer Scriptsprachen vieles möglich ist.

Für Benutzer gibt es bei JT keine Möglichkeit zu editieren. Nur die JT-Entwickler haben das Recht und das Werkzeug um JT Daten zu bearbeiten.

⁴ Boundary Representation (b-rep oder brep) ist eine Darstellungsform eines Flächen- oder Volumenmodells, in der Objekte durch ihre begrenzenden Oberflächen beschrieben werden.[8]

⁵ Level of Detail (LOD) (deutsch: Detailstufen) bezeichnet man die verschiedenen Detailstufen bei der Darstellung virtueller Welten.[9]

Animation: Seitdem VRML2.0 (auch VRML97) veröffentlicht wurde, haben die Entwickler die Möglichkeit über Time Sensoren, Interpolatoren und ROUTES als Ergänzung der Animation in VRML hinzufügen. Der unten gezeigte Abschnitt ist die Befehlszeile der Animation bei VRML.

```
DEF touch TouchSensor {}
DEF timer TimeSensor { cycleInterval 10.0 }
ROUTE touch.touchTime TO timer.startTime

DEF interpol
  Script {
    url "javascript:
      function transparenz(zeit) {
        value_changed = ((zeit*30) % 3)/2 + wert;
      }
    "
    field SFFloat wert 0
    eventIn SFFloat transparenz
    eventOut SFFloat value_changed
  }
ROUTE timer.fraction_changed TO interpol.transparenz
ROUTE interpol.value_changed TO trans.set_transparency
```

Abbildung10: Befehlszeile zur Animation

JT hat selber keine solche Animationsfunktion wie VRML. Die Realisierung der Animation bei JT benötigt man ein weiteres Format: Das Format VFM (siehe Anhang).

Dieses Format VFM, ist ein internes Siemens PLM Software (vor 2007 bekannt als UGS) Format. Es kann von Software Teamcenter Visualization Mockup erstellt werden.

Produktstruktur: Bei VRML steht die Visualisierung im Fokus. Die Herkunft der CAD Daten spielt keine Rolle für VRML[10]. Der Strukturbaum wird nicht mehr vollständig und korrekt angezeigt. Im Gegensatz dazu bleibt bei JT der ganze Strukturbaum und deren Bezeichnungen der Baugruppe/Einzelteilen erhalten.

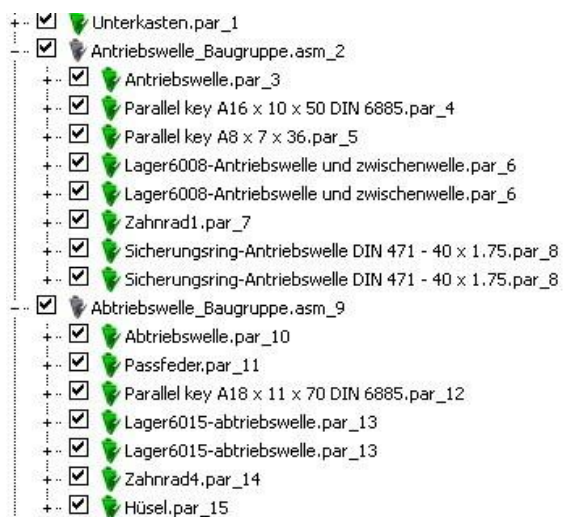


Abbildung11: Strukturbaum bei JT

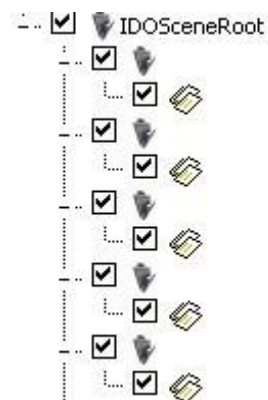


Abbildung12: Strukturbaum bei VRML

3 Vorgehensweise

Um den Weg über ein Austauschformat (hier JT) durchzuführen, muss man als erstes ein Modell im CAD-System erstellen, danach kann man es als JT Datei exportieren. Die Modellvorbereitung hier im CAD-System ist durch den Import, von Solid Works-Daten in Solid Edge in einer Multi-CAD-Baugruppe zu erzeugen. Zu erwähnen ist, dass solche Baugruppen in der Praxis häufig vorkommen. Zum Schluss werden die JT Daten in VDP übertragen und getestet.

Die zu testenden Inhalte sind:

- Größe der CAD-Daten und der JT-Daten
- Zeit für Export aus Solid Edge und für Import in VDP
- In VDP realisierte Funktionen: wie Material, Textur, Beleuchtung, und Animation.

Aber bei der Animation von JT in VDP gibt es kleine Unterschiede. Wie oben erwähnt, wird ein weiteres Format VFM benötigt, das von Teamcenter Visualization Mockup erzeugt werden kann.

An der TU Chemnitz befindet sich das Teamcenter Visualization Mockup zurzeit noch in der Phase der Implementierung. Aus diesem Grund benötigt man die Hilfe der Firma „PROCIM“ (Stern bei Zwickau) die VFM Daten zu erzeugen.

Nach reichlichen Überlegungen, kommt man zu dieser Abfolge von Arbeitsschritten:

- 1) Zuerst nutzt man vorhandene Solid Works Daten (zweistufiges Getriebe). Durch die Schnittstelle STEP wird diese gesamte Baugruppe (außer die beiden Bauteile Zwischenwelle und Oberkasten) in Solid Edge übertragen.

- 2) Die Zwischenwelle und der Oberkasten wird direkt in Solid Edge erstellt.
Auch die Einzelteile zur vollständigen Baugruppe werden in Solid Edge zusammengebaut. Im Anschluss werden folgende Funktionalitäten eingebracht: Material, Textur, Beleuchtung und Animation.
- 3) Das ganze Modell in JT exportieren und zur Firma schicken. Dort wird die VFM Datei mit dem Teamcenter Visualization Mockup erstellt.
- 4) Einlesen der Daten in VDP. Zum Schluss werden die Testergebnisse angegeben.

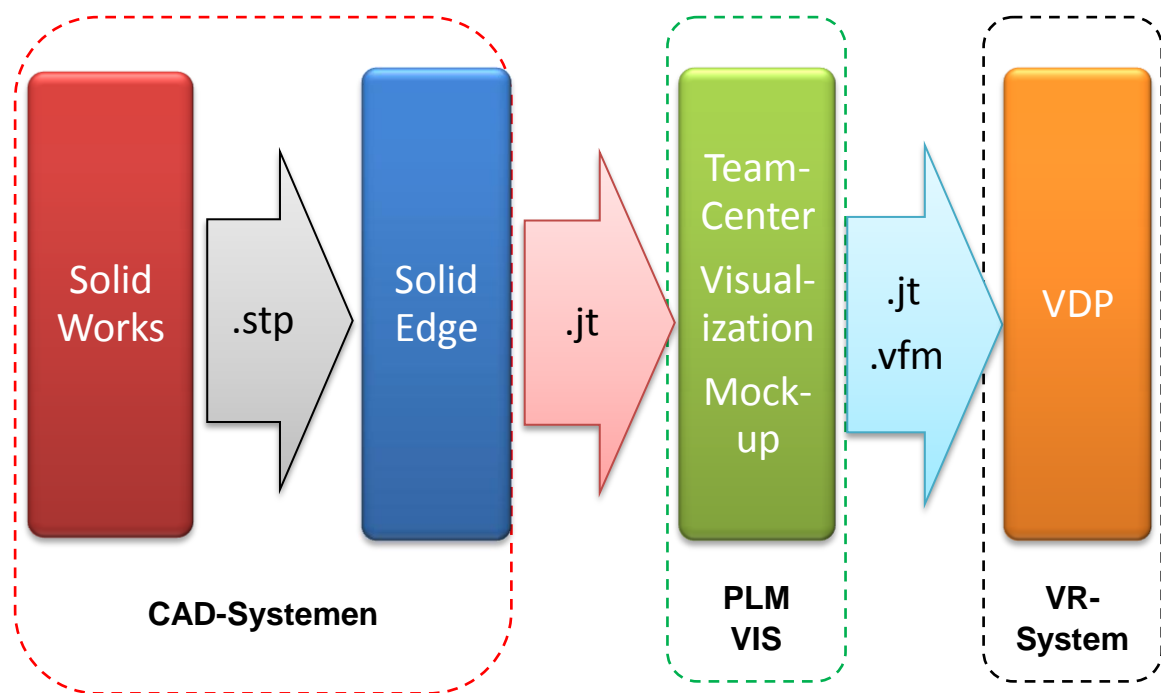


Abbildung13: Abfolge der Arbeitsschritte

4 Modellvorbereitung im CAD-System

In diesem Kapitel wird ausführlich beschrieben, wie das Modell mit Solid Edge erstellt und wie die zu untersuchenden Funktionalitäten in Solid Edge eingebracht werden.

Die beiden CAD-Software Versionen sind:

- Solid Works 2010 Premium
- Solid Edge ST2

4.1 Ausgangssituation

Der erste Arbeitsschritt ist die Nutzung eines vorhandenen Modelles (zweistufiges Getriebe) in Solid Works. Es besteht aus 27 unterschiedlichen Einzelteilen z.B. Zahnrad, Welle, Lagern, Ober-/Unterkasten und Sicherungsringen. (Stückliste im Anhang)

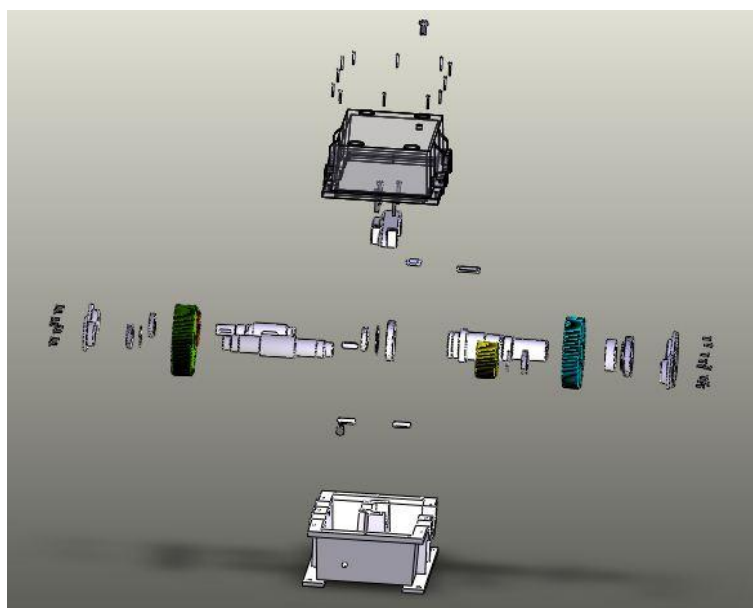


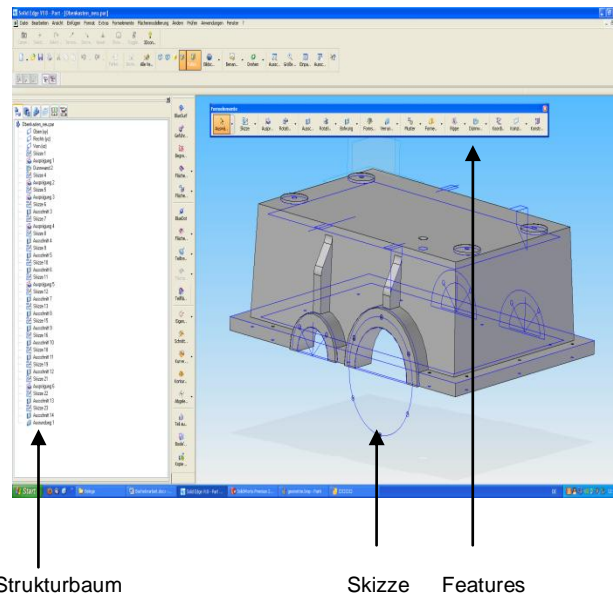
Abbildung14: Übersicht des Getriebes

Nach dem Arbeitsplan werden alle diese Einzelteile, außer die Zwischenwelle und der Oberkasten, über die Schnittstelle STEP Daten in Solid Edge übertragen. Zum Schluss muss diese STEP Datei als Solid Edge Part Datei gespeichert werden. Wenn diese Daten nicht in Solid Edge gespeichert werden gibt es keine Möglichkeit diese STEP Datei zu editieren.

4.2 Bearbeitung in Solid Edge

Die Erstellung der Einzelteile (hier Zwischenwelle und Oberkasten) in Solid Edge, ist wie bei anderen CAD-Systemen auch, mit Hilfselementen (Ebene/Linie/Punkt), Skizzen und dazu passenden Features zu realisieren.

Abbildung15: Arbeitsumgebung in Solid Edge im Bereich Part ▶



Wenn alle Einzelteile erstellt sind, beginnt man mit der Baugruppe. Die Baugruppe ist eine Datei, die aus mehreren hinzugefügten Einzelteilen oder/und Unterbaugruppe mit bestimmten Beziehungen besteht. Um den Zusammenbau immer schnell und richtig bearbeiten zu können, benötigt man immer zur Überlegung einen Voraufbau, der regelt wie und nach welcher Rangfolge das Modell aufzubauen ist.

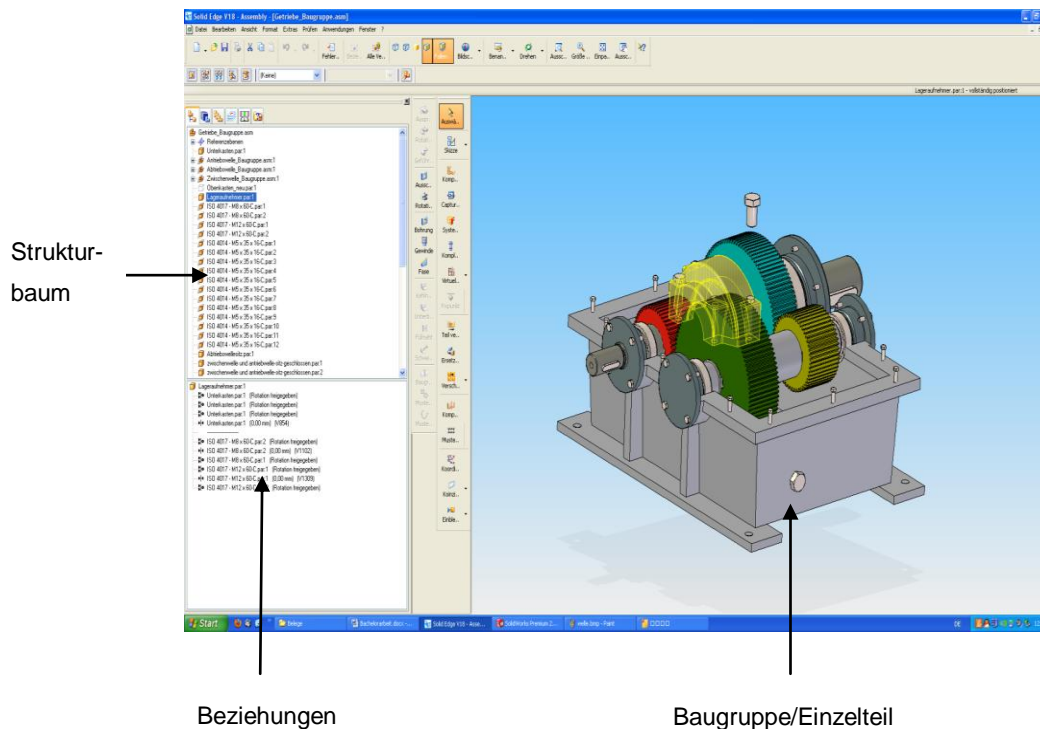


Abbildung16: Arbeitsumgebung in Solid Edge im Bereich Baugruppe

Bei dem Zusammenbau der Getriebe wurden nur drei Typen von Beziehungen in Solid Edge genutzt:




Bild	Name	Beschreibung
	Flash Fit	Ein Werkzeug, das einfache Beziehungen erkennt und automatisch setzt. Ist die Beziehung oder die Geometrie komplizierter, so muss man bewusst die richtige Beziehung auswählen
	An-/Aufsetzen	Setzt einen Teil auf einen anderen
	Axial Ausrichten	Richtet Drehachsen von Objekt koaxial aus

Tabelle 1

Der Strukturbaum in Solid Edge:

Ebene1	Ebene2	Ebene3	Ebene4(Features)
Getriebe (Haupt- baugruppe)	Antriebswelle (Unter- baugruppe)	Zahnrad	Körperformelement
		Sicherungsring	Körperformelement
		Lager	Körperformelement
		Antriebswelle	Körperformelement
		Passfeder	Körperformelement
	Zwischenwelle (Unter- baugruppe)	Zahnrad	Körperformelement
		Zwischenwelle	Hilfselement(Ebene)
			Ausschnitt
			Rotationsausprägung
		Lager	Körperformelement
		Sicherungsring	Körperformelement
		Passfeder	Körperformelement
	Abtriebswelle	Zahnrad	Körperformelement

	(Unter- baugruppe)	Lager	Körperformelement
		Sicherungsring	Körperformelement
		Abtriebswelle	Körperformelement
		Passfeder	Körperformelement
		Distanzhülse	Körperformelement
	Lager- aufnehmer	-	Körperformelement
	Ober/Unter- kasten	-	Hilfselement(Ebene)
			Ausprägung
			Ausschnitt
			Dünnwand
	Schrauben und Stiften	-	Ausrundung
		-	Körperformelement
Wellensitze	-	Körperformelement	

Tabelle2

Durch den Strukturbaum in Ebene 4 (Features) sieht man klar, dass die Features aller Einzelteile, die über STEP Daten von Solid Works in Solid Edge übertragen werden, verloren gehen. Diese Einzelteile werden bei Solid Edge als einen ganzen Körper (Körperformelement) erkannt. Die Originalmaße können nicht mehr geändert werden.

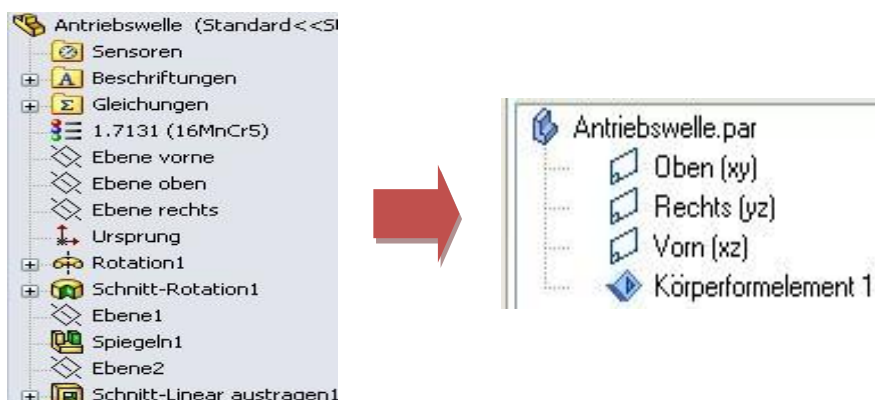


Abbildung17: Verlorengangene Features

4.2.1 Einbringen der zu untersuchenden Funktionalitäten

1) Materialien und Texturen

Durch das Einstellen der Materialgrundeigenschaften in Solid Edge steuert man die Oberflächeneigenschaften wie Vorgabefarbe, Glanz und Opazitätsstärke. Man kann allein nur mit den Grundeigenschaften realistische, einfarbige Materialien erstellen. Aber für die über STEP Daten übertragenen Daten gibt es keine Möglichkeit die Materialeigenschaften zu verändern.

Die Textur bezeichnet bei 3D-Computergrafik eigentlich ein Bild, das auf der Oberfläche eines virtuellen Körpers dargestellt wird, um den Detailgrad der Modelle zu erhöhen. Aus diesem Grund darf man auch externe Bilddaten auf alle Bauteile (inklusive die über STEP importierte Daten) als Textur projizieren. Als Dateien eignen sich besonders Bilder der abfotografierten und durch ein Bildbearbeitungsprogramm aufbereitete Oberfläche eines realen Bauteils.

Bei der Zwischenwelle hat man das Material und die Textur aus einer internen Bibliothek gewählt. Bei dem Oberkasten benutzt man die Textur aus einer externen Datei, die aus dem Internet heruntergeladen wurde. Um das Innere des Getriebes immer sehen zu können stellt man den Wert für die Transparenz des Materials auf 50%.

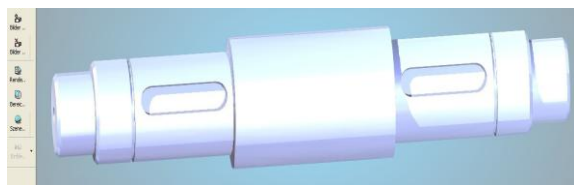


Abbildung18: Welle

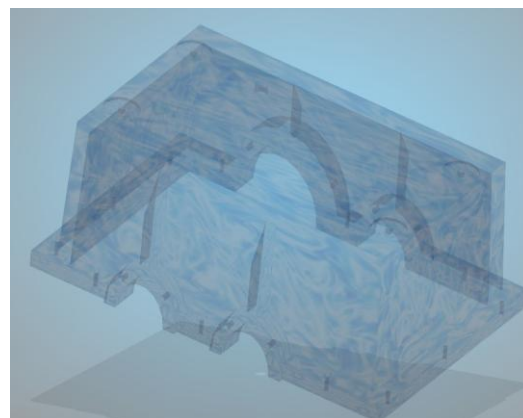


Abbildung19: Oberkasten

2) Beleuchtung

Das Beleuchtungsmodell⁶ in Solid Edge ist ein lokales Beleuchtungsmodell. Es simuliert das Verfahren von Licht auf Oberflächen, dabei wird die Helligkeit bzw. Farbe eines von einem Punkt auf dieser Oberfläche in eine bestimmte Richtung reflektierten Lichtstrahls berechnet.

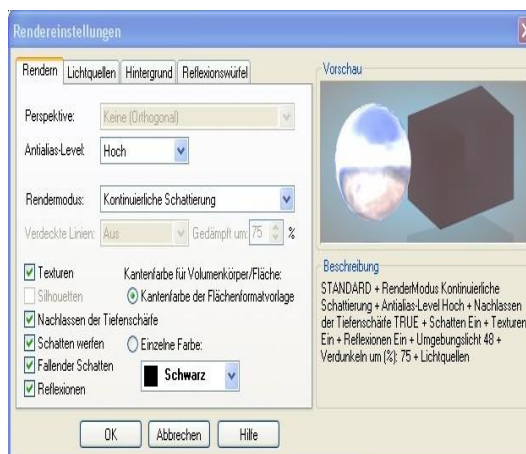


Abbildung20: Einstellung des Beleuchtungsmodells

Das Beleuchtungsmodell in Solid Edge findet man im Menü – Anwendung – Virtual Studio – Rendereinrichtung. Hier kann man Lichtquellen und Hintergründe verändern, um es anschaulicher oder auch praxisnah darzustellen. Um die Auswirkung nach der Bearbeitung auffällig darzustellen benutzt man zum Beispiel rotes Licht.

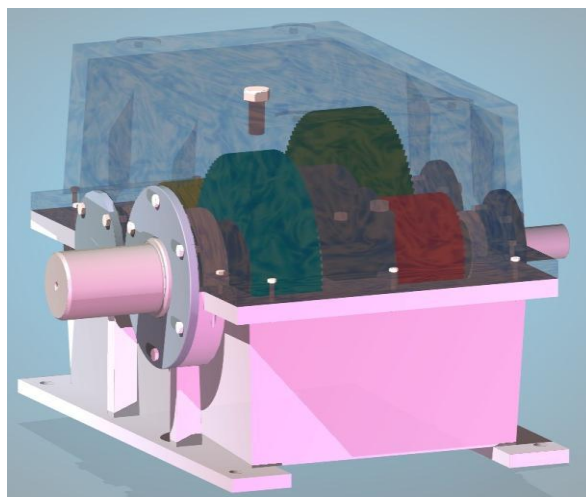


Abbildung21: Beleuchtete Baugruppe

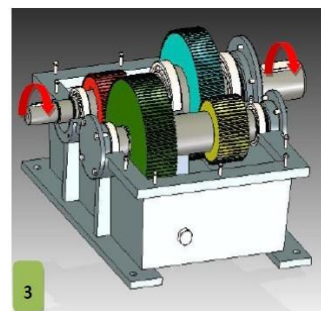
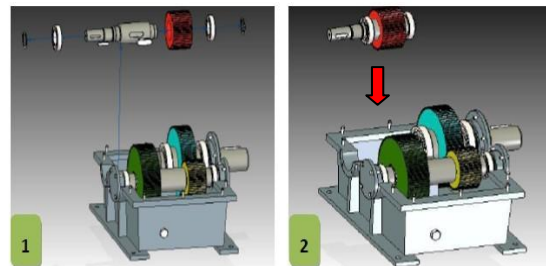
⁶ Als Beleuchtungsmodell bezeichnet man in der 3D-Computergrafik allgemein ein Verfahren, das das Verhalten von Licht simuliert. Meist ist damit ein Lokales Beleuchtungsmodell gemeint, das die Oberflächen von Objekt simuliert. Globale Beleuchtungsmodell hingegen simulieren die Ausbreitung von Licht innerhalb einer Szene, diese Bezeichnung ist jedoch wenig verbreitet[11]

3) Animation

Es ist schon bekannt, dass eine Animation über JT nicht konvertiert werden kann. Aber für die Überprüfung dieser Aussage wurde das Einbringen einer Animation als notwendig erachtet.

Als Voraussetzung einer erfolgreichen Animation muss man als Erstes bestimmte Beziehungen in der Baugruppe Unterdrücken. Gesamte Animation:

- erst Zusammenbau der Antriebswelle (Bild 1)
- gesamte Welle wird in das Getriebe eingesetzt (Bild 2)
- Getriebe dreht sich (Bild 3)



Im ersten und zweiten Bild wird die Animation durch die Explosionsfunktion realisiert. Schiebt man nun die Teile an die gewünschte Position, dann werden genaue Koordinaten angegeben.

Abbildung22: Animation

Im dritten Bild wird die Realisierung der Drehbewegung durch die Motorfunktion vorgenommen. Man wählt die Teile (Welle) aus und gibt die gewünschte Drehrichtung und Geschwindigkeit an.

Nachfolgend muss man in das Menü – Anwendung - Virtual Studio - Animationeditor klicken, sodass im Solid Edge automatisch die oben erstellte Zeitachse hinzugefügt wird. Das Klicken auf Play, realisiert die Anwendung.

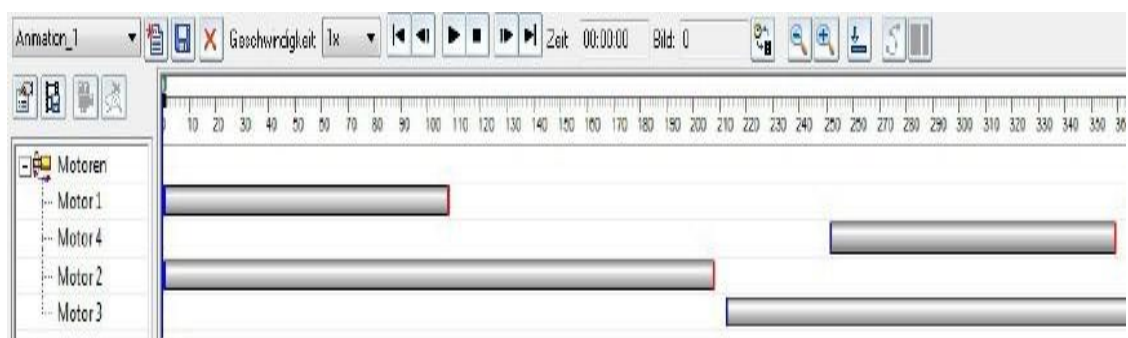


Abbildung23: Hinzufügen der Zeitachse

4.3 Export in JT

Speichern unter – Dateitype - JT
Datei

Solid Edge wandelt die Baugruppe
und alle in der Baugruppe
enthaltenen Einzelteile in das JT
Format um. Hier muss man
beachten, dass VDP keine Umlaute
kennt.

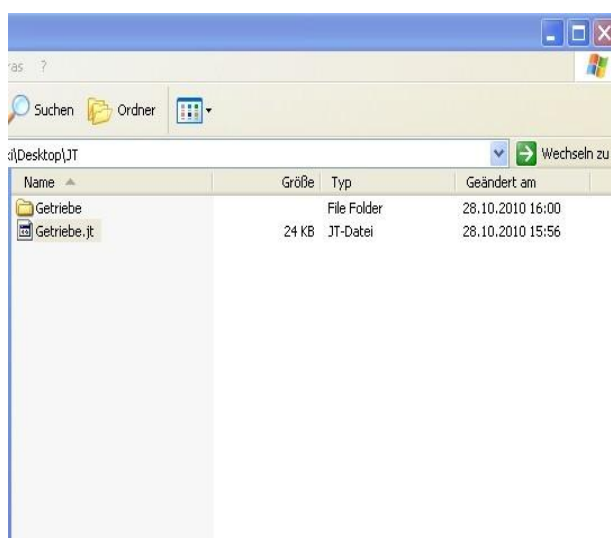


Abbildung24: Export in JT

5 Motionsdaten VFM

In diesem Kapitel wird kurz etwas über VFM und deren Bearbeitungssystem erzählt.

Die VFM Daten sind Motionsdaten, die sich um die Motionsinformationen nach der DMU⁷-Simulation befasst. Diese Daten können vom Teamcenter Visualization Mockup erstellt werden. Das Teamcenter Visualization Mockup ist eine Komponente der Teamcenter Visualization Series und wird für die DMU-Analyse benutzt. Das Bild unten zeigt wie die JT Daten (Getriebe) im Teamcenter Mockup beim Laden der VFM Datei animiert werden.

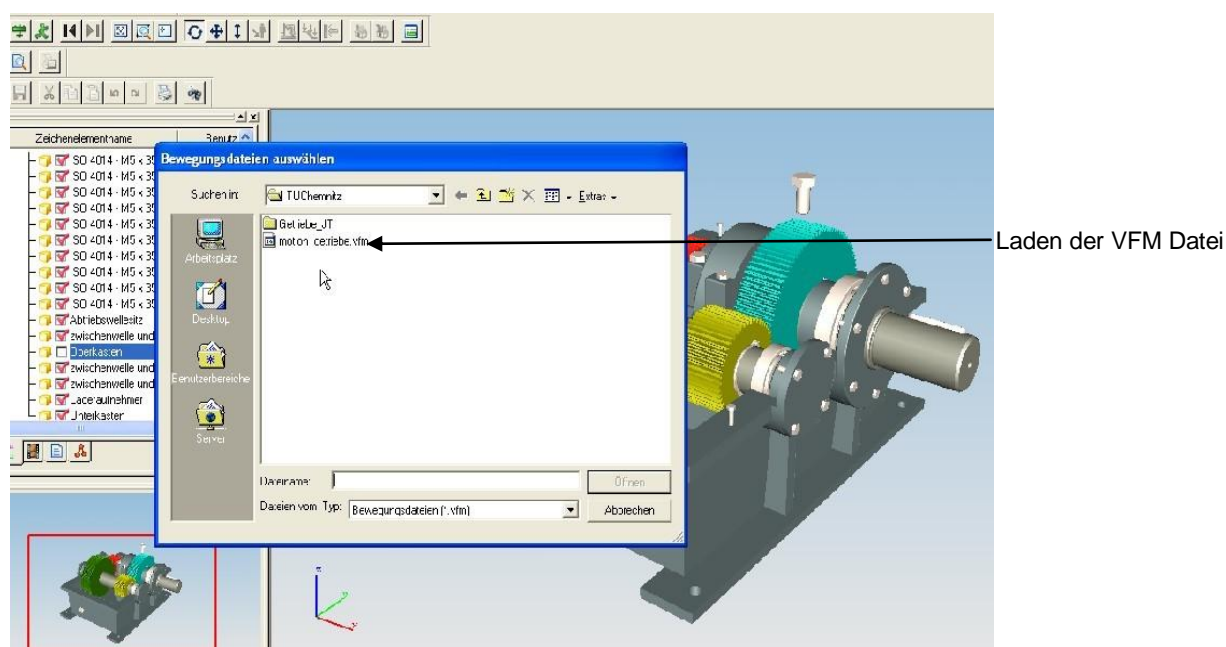


Abbildung25: JT im Teamcenter Visualization Mockup

⁷ Digital Mock-Up (DMU) bezeichnet ein computergestütztes Versuchsmodell, das die Produktstruktur(Baugruppe, Einzelteile) und deren lagerichtige Geometrie eines Produktes repräsentiert. Ziele des DMUs sind das Ersetzen von physischen Versuchsmodellen (PMU) und die Bereitstellung verschiedener, aktueller und konsistenter Sichtweisen auf die Gestalt und Funktion eines Produktes[12]

6 Durchführung der Tests

In diesem Kapitel werden die von der Firma zurück geschickten JT Daten und VFM Daten in VDP getestet.

- die zu testende VDP Version ist: VDP 2.2

6.1 Test der JT Daten(ohne VFM Datei)

Nach öffnen der VDP Software klick man File – Import- Dateitype (JT)- Datei „Getriebe“ öffnen.

Nach Klicken „Open All Selected References“, überprüft das System alle importierten Bauteile nach Fehlern. Wenn es keine Fehler gibt, wird der ganze Strukturbaum des Modells grün. Bei Klick auf „View All“, wird das ganze Modell in VDP angezeigt.

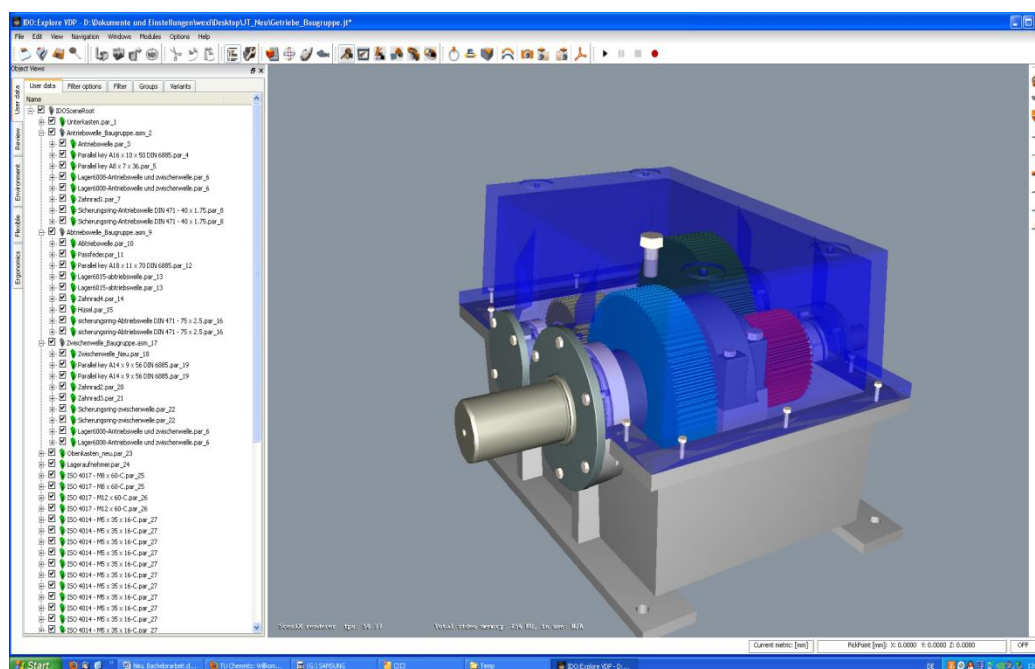
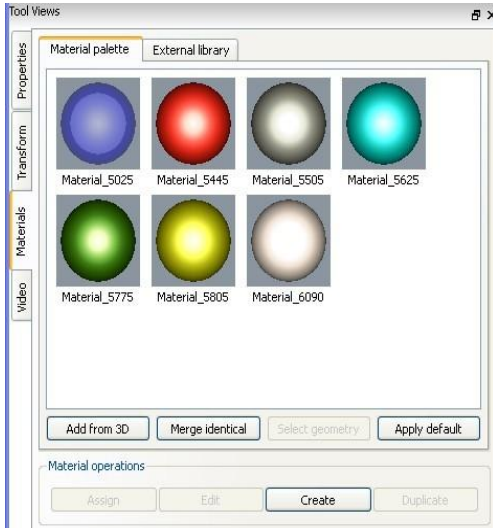


Abbildung26: Getriebe in VDP

Wie das Bild zeigt, sieht man das Material (Farbe) aber die Beleuchtung und die Texturen nicht mehr.



Menü- Materials – Add from 3D (siehe Bild links)
VDP erkennt alle Materialien der Bauteile.

Menü – Present – Play Animation.

Wie bereits erwähnt, können JT Daten keine Animationsinformationen beinhalten. Die in Solid Edge erzeugten Animationen gehen nach dem Export aus JT verloren.

Abbildung27: Materialliste

6.2 Test mit VFM Datei

Nach dem Benutzerhandbuch muss die VFM Datei und die JT Datei den gleichen Namen besitzen (hier: „Getriebe“). File – Import – Getriebe(.jt) - Open All Selected References – View All – Present – Play Animation. Das Getriebe dreht sich, aber die Wellen stehen nicht mehr in Ausgangsposition. (siehe Bild unten)

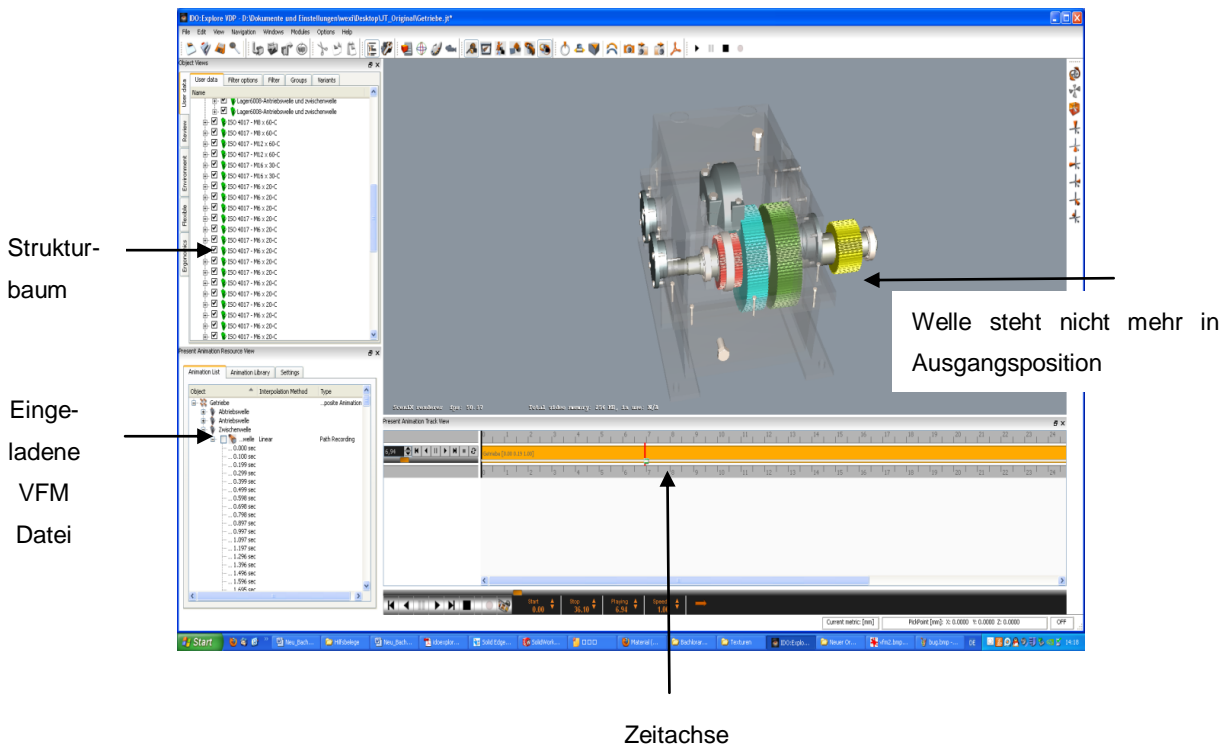


Abbildung28: Test mit VFM

- VFM Daten werden automatisch mit gezogen
- Animationsspur ist vorhanden
- Keyframes werden angezeigt

Fehler: Die Bauteile, die animiert wurden, waren beim Einlesen der VFM Datei nicht mehr exakt in der Baugruppe platziert.

6.3 Testergebnisse

Größe der CAD-Daten (Getriebe) bei Solid Edge:	11.3MB
Größe der JT-Daten (Getriebe):	382KB
Zeit für Export aus Solid Edge:	ca. 3s
Zeit für Import in VDP:	ca. 12s

Die Übersicht der realisierten Funktionen:

Version	Baugruppe	Einzelteil	Material	Textur	Animation	Beleuchtung
V 2.2	✓	✓	✓	—	✓*	—

✓umwandelbar

—nicht umwandelbar

Tabelle 3

* VDP kann offensichtlich solche VFM Daten noch nicht fehlerfrei einlesen. Der Test wurde mit dem Ergebnisse beendet, dass die Tester (Herr Junghans, Herr Xing) angeregt hat, eine Bug-Meldung an den Hersteller von VDP zu senden.

7 Auswertung

7.1 Einschätzung des durchgeführten Wegs (JT)

Mein Ergebnis ist, dass dieser Weg in der Praxis angewandt werden kann.

Die Vor- und Nachteile dieses Weges sind:

Vorteile

- geringe Größe, deshalb ist ein schneller Datenaustausch möglich
- ganze Strukturbaum und deren Bezeichnungen bleiben erhalten, dadurch lässt es sich schneller und leichter wieder in die Datei hineinfinden

Nachteile:

- wenig Akzeptanz im Bereich VR
- um Animationen anzuwenden, benötigt man zusätzliche Authoringsystem (Teamcenter Visualization Mockup), das zusätzlich Geld kostet.
- Die Animation ist zurzeit noch nicht ausgereift.

7.2 Zusammenfassung

Nach ausführlicher Bearbeitung des Themas habe ich eine Aufstellung angefertigt, die zeigt, für welches Anwendungsgebiet welches Verfahren besser geeignet ist.

Der direkte Weg und der Weg über ein Austauschformat (hier JT) können als eine schnellere Methode mit CAD-nahen Modellen in Praxis benutzt werden. Sie sind für die interne frühe Phase der Produktentwicklung völlig ausgereicht, da hier die schnelle Verfügbarkeit im Vordergrund steht.

Die schnelleren Wege sind für folgenden Bereich besser geeignet:

- Frühe Datenüberprüfung von CAD Daten in Echtgröße und Echtzeit und realistischen Verhalten
 - frühe Fehlererkennung
 - Variantenvergleich

- Überprüfung eines Produktes auf seine Baubarkeit und Montierbarkeit
 - frühe Erkennung von falsch platzierten Bauteilen und Baugruppen
 - Vermeidung von Anlaufproblemen in der Produktion

Der Weg über ein Authoringsystem ist besser geeignet für die Einsatzgebiete, in denen man optisch aufbereitete und animierte Modelle benötigt (Anspruch des hochwertigen optischen Eindrucks).

Die geeigneten Einsatzgebiete sind:

- Überprüfung der Bedienungsergonomie eines Produktes
 - Verknüpfung der Bedienelemente mit deren Verhalten (Animation)

- Begutachtung des Designs von künftigen Produkten
 - Verbesserung der Kommunikation zwischen Abteilungen

- Virtuelle Schulung
 - Schulung bevor Produkt verfügbar
 - räumliche und zeitliche Unabhängigkeit der Schulung

- Vertriebe und Marketing
 - Nutzung virtueller Produkte im Marketing
 - Überprüfung eines Produktes hinsichtlich nach Wünschen des Kunden
 - frühzeitige Präsentation von noch nicht verfügbaren Produkten

Die Auswahl des Weges muss jeder VR Nutzer nach verschiedenen Kriterien selbst entscheiden. Es wird eingeschätzt, dass eine Mitnahme von wichtigen Funktionen aus dem CAD durch Weiterentwicklung der Direktschnittstellen und des JT-Schnittstelle in immer größer werdendem Maße realisierbar wird. Somit kann die schnelle Verfügbarkeit von CAD-Modellen für eine VR-Präsentation auf immer mehr Anwendungsgebiete der Virtual Reality angewandt werden.

Wichtige Datenformate

Name	Abkürzung	Extention	Beschreibung
Deep Exploration		.rh	
Jupiter Tesselation	JT	.jt	CAD-Austauschformat zur Visualisierung, entwickelt von Siemens PLM Software.
Solid Edge Teil/Baugruppe		.par, .asm	Solid Edge (Siemens PLM Software)
Solid Works Teil/Baugruppe		.sldprt, .sldasm	Solid Works (Dassault)
Standard for Exchange of Product Model Data	STEP	.stp	Unter Federführung der ISO entwickelten Schnittstelle, die den Austausch von geometrischen, technologischen und administrativen Produktdaten standardisieren soll
Virtual Reality Modeling Language	VRML	.wrl, .wgz	Beschreibungssprache für Objekte und Aktionen ähnlich HTML, Grundlage ist ein Szenegraph.

Tabelle 4

Abbildungsverzeichnis

Abbildung1: Flystick und Polarisationsbrille über Optisches Tracking	4
Abbildung2: Powerwall	4
Abbildung3: 5-Seiten-CAVE	4
Abbildung4: Logo von VDP	5
Abbildung5: Die „Drei Wege“ von CAD zum VDP	6
Abbildung6: Der Weg über ein Authoringsystem	7
Abbildung7: Arbeitsabfolge in Chemnitz	8
Abbildung8: Vielfältige CAD-Umgebung	11
Abbildung9: Übersicht der Datengröße	12
Abbildung10: Befehlszeile zur Animation	14
Abbildung11: Strukturbaum bei JT	15
Abbildung12: Strukturbaum bei VRML	15
Abbildung13: Abfolge der Arbeitsschritte	17
Abbildung14: Übersicht des Getriebes	18
Abbildung15: Arbeitsumgebung in Solid Edge im Bereich Part	19
Abbildung16: Arbeitsumgebung in Solid Edge im Bereich Baugruppe	19
Abbildung17: Verlorengegangene Features	21
Abbildung18: Welle	22
Abbildung19: Oberkasten	22
Abbildung20: Einstellung des Beleuchtungsmodells	23
Abbildung21: Beleuchtete Baugruppe	23
Abbildung22: Animation	24
Abbildung23: Hinzufügen der Zeitachse	25
Abbildung24: Export in JT	25
Abbildung25: JT im Teamcenter Visualization Mockup	26
Abbildung26: Getriebe in VDP	27
Abbildung27: Materialliste	28

Abbildung28: Test mit VFM	28
---------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle1: Typen der Beziehungen in Solid Edge	20
Tabelle2: Der Strukturbaum in Solid Edge	20
Tabelle3: Testergebnisse	29
Tabelle4: Wichtige Formate	33

Abkürzungsverzeichnis

BREP	Boundary Representation
CAD	Computer Aided Design
DMU	Digital Mock-Up
ISO	International Organization for Standardization
LOD	Level of Detail
PLM	Product Life-Cycle Management
VFM	Siemens PLM Software internes Format
VR	Virtual Reality

Literaturverzeichnis

- [1] Reimund Neugebauer; Markus Richter, Dieter Weidlich: VR-basierte Modalanalyse an Werkzeugmaschinen, Tagungsband VR/AR – Technologien für Produktion, 2008
- [2] Leif Goldhahn; Fertigungsprozessgestaltung-Kapitel10 Virtual Reality, Lehrhilfsmittel WS 2009/2010
- [3] Dieter Weidlich; VR/AR-Technologien: Potenziale für die Produktionstechnik, Tagungsband VR/AR – Technologien für Produktion, 2008
- [4] ICIDO-Dokumentation: VDP Anwendungsgebiete
- [5] Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/STEP>
- [6] Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vrml>
- [7] Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/Catia_Graphical_Representation
- [8] Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Brep>
- [9] Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/Level_of_Detail
- [10] Rüdiger Mach: 3D-Visualisierung Optimale Ergebnispräsentation mit AutoCAD und 3D Studio MAX – 1. Aufl. - Galileo Press GmbH, Bonn 2000
- [11] Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Beleuchtungsmodell>
- [12] Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Mock-Up

Anlagenverzeichnis

i. VDP-Benutzerhandbuch: Übersicht der Datenformat

Name	Extention	Format	Texturen	Animation	Weitere Lizenz	Bemerkung
ICB	.icb	ICB	Ja	Ja	Nein	
Inventor	.iv, .wrl, .wgz	VRML1	Ja	Nein	Nein	
VRML	.wrl, .wgz	VRML2	Ja	Ja	Nein	
Catia V4	.model	Catia V4	Nein	Nein	Ja	
Catia V5	.CATProduct, .CATPart	Catia V5	Nein	Nein	Ja	
JT	.jt	JT	Nein		Ja	Vfm-Files werden automatisch mit einem jt bei Namensübereinstimmung geladen. Vfm-Files können also nicht explizit geladen werden. Der vfm-Name muß dabei mit dem jt-Namen beginnen, etwa wheel.jt (jt-File): wheel.vfm wheel_anim.vfm wheel2.vfm
ProE	.asm	ProE	Nein	Nein	Ja	
ACIS	.sat	Proprietäres Acis-Format	Nein	Nein	Nein	

PLM-XML	.plmxml	Smaragd Export Format	Nein	Nein	Ja	
CGR	.cgr	Catia Graphic Representation	Nein	Nein	Ja	
Performer	.pfb, .pfa	Performer	Ja	Nein	Nein	
FraunhoferStandard Binary	.fhb	FHB	Ja	Nein	Nein	
FraunhoferStandard	.fhs	FHS	Ja	Nein	Nein	
VD2MODEL	.vd2model	Vd2model	Ja	Nein	Nein	
ICIDO Format	.icb	ICB	Ja	Ja	Nein	
ICIDO Session file	.ido	Sessioninformationen	Ja	Ja	Nein	*Texturen und Animationen im referenzierten ICB
ICIDO Session file 4.XX	.ses	Sessioninformationen aus ICIDO Software 4.XX	Ja	Ja	Nein	

ii. Stücklist des zu testenden CAD-Modells: Getriebe

POS-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE
1	Unterkasten	EN-GJL-150	1
2	Antriebswelle	S275JR	1
3	Abtriebswelle	S275JR	1
4	Zwischenwelle	S275JR	1
5	Oberkasten	EN-GJL-150	1
6	Lageraufnehmer	S235JR	1
7	zwischenwelle und antriebswelle-sitz- geschlossen	EN-GJL-150	2
8	zwischenwelle und antriebswelle-sitz	EN-GJL-150	1
9	Abtriebswellesitz	EN-GJL-150	1
10	Gehäuseschraube	ISO 4014 - M5 x 35 x 16-C	12
11	Lagerdeckelschraube	ISO 4017 - M6 x 20-C	18
12	Lageraufnehmerschraube	ISO 4017 - M16 x 30-C	2
13	Lageraufnehmerschraube	ISO 4017 - M12 x 60-C	2
14	Öleinlass/auslass-schraube	ISO 4017 - M8 x 60-C	2
15	Strinrad1	m=2,Z=25,16MnCr5	1
16	Strinrad2	m=2,Z=80,16MnCr5	1
17	Strinrad3	m=2,Z=20,16MnCr5	1
18	Strinrad4	m=2,Z=50,16MnCr5	1
19	Lager	6008	4
20	Lager	6015	2
21	Passfeder	DIN 6885_A8x7x36	1
22	Passfeder	DIN 6885_A14x9x56	2

23	Passfeder	DIN 6885_A18x11x70	1
24	Sicherungsring	DIN 471_40x2.5	2
25	Sicherungsring	DIN 471_50x2	2
26	Sicherungsring	DIN 471_75x4	2
27	Distanzhülse	S235JR	1

Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

(eigenhändige Unterschrift)

Mittweida, den TT. MM. JJJJ