



**Professionele Bachelor Elektromechanica**  
**Onderhoudstechnologie**



**PROJECT REUSABLE COMPONENTS**

Severijn Creemers

Promotoren:

Dhr. Steven Roodhooft  
Ing. Gwen Vanheusden

ZF Windpower Antwerp  
PXL Hogeschool





## **Dankwoord**

Hierbij wil ik graag ZF Wind Power Antwerp bedanken, omdat ze mij de kans hebben gegeven om mijn stage in Lommel te doen.

Verder bedank ik graag Steven Roodhooft voor de begeleiding tijdens de stage, dankzij hem heb ik deze opdracht kunnen afronden en heb ik veel kunnen bijleren. Ook Gwen Vanheusden die mij tijdens deze stage begeleid heeft, wil ik graag bedanken voor de ondersteuning net als de medewerkers van ZF waarbij ik terecht kon wanneer ik een probleem had.

## Inhoudsopgave

Dankwoord.....	3
Abstract .....	5
Afkortingen en begrippen .....	6
1. Onderzoeksprobleem.....	7
2. ZF Wind Power Antwerp .....	8
3. Technologieën.....	9
3.1 PLM-systeem.....	9
3.2 Creo & Inventor.....	11
3.2.1 Verschillen.....	11
4. Werkmethode .....	13
4.1 Opzoeken .....	13
4.2 Modellen openen.....	14
4.3 In- en uitchecken.....	15
4.4 Aanpassen van modellen .....	17
4.4.1 Verschijningsvorm.....	17
4.4.2 Relaties & Family tables .....	19
4.4.3 Flexibiliteit.....	21
4.4.4 Component interface .....	23
4.4.5 Model updaten.....	24
4.5 Inventor bestanden naar Creo .....	25
4.5.1 WT-part associëren .....	27
5. Conclusie .....	28
Bijlagen.....	<b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b>
Bijlage A: Extra figuren .....	<b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b>
Bijlage B: Norm van Trelleborg.....	<b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b>
Bijlage C: Relaties .....	<b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b>
Bronnen.....	29

## Abstract

Deze scriptie gaat over het aanpassen en creëren van componenten in Creo Parametric 2.0 en het beheren van componenten in het PLM-systeem, Windchill.

De vraag voor het aanmaken van componenten in Creo kwam van ZF Windpower Antwerpen, waar ze omschakelen naar dit programma. Daarom moeten de componenten aangepast en beschikbaar gemaakt worden als Creo bestanden in Windchill zodat deze in toekomstige projecten toegepast kunnen worden.

Het opzet is om kleine componenten zoals bouten, O-ringen en thermometers geheel over te zetten naar de correcte normering zodat deze in het PLM-systeem staan waardoor ze later gebruikt kunnen worden. Sommige componenten kunnen reeds bestaan in Creo. Deze moeten wel steeds gecorrigeerd worden, zo kunnen onder meer de features van de componenten flexibel gemaakt of aangepast worden. Daarnaast zijn er ook modellen die uit Inventor omgezet worden naar Creo of die nog niet bestaan en in de family table moeten toegevoegd. Parameters van modellen corrigeren maakt ook deel uit van deze opdracht.

Dit houdt in dat de ISO- en DIN-normen van de componenten worden opgezocht, als deze er niet zijn dan worden de normen van de leverancier of ZF zelf toegepast. Vervolgens wordt onder andere gecontroleerd of de eigenschappen, afmetingen, benaming, en features van de componenten correct zijn. Als dit niet zo is worden deze aangepast. De componenten worden daarna geüpload in het PLM-systeem en krijgen een nieuwe benaming volgens de standaard van het bedrijf zodat iedereen deze snel kan terugvinden.

In het PLM-systeem worden alle componenten en projecten online opgeslagen, zodat meerdere mensen aan een project kunnen werken en alle componenten beschikbaar zijn. Als er een onderdeel nodig is kan deze eenvoudig in het PLM-systeem opgezocht en gebruikt worden. Een component kan worden uitgecheckt, aangepast en dan terug ingecheckt. Alle tekeningen waarin de aangepaste component gebruikt wordt, zullen zich automatisch aanpassen.

Door aanpassingen aan verschillende componenten te verrichten, is het PLM-systeem beter gestructureerd en modellen zijn vernieuwd zodat deze klaar zijn voor gebruik in Creo. In totaal zijn er circa 4000 componenten aangepast waardoor er vlotter kan overgestapt worden naar Creo in ZF Windpower. Verder heb ik mijn kennis over Creo Parametric en Inventor kunnen uitbreiden, tevens heb ik meer inzicht gekregen over de werking van een R&D afdeling en algemene werking van een internationaal bedrijf.

## Afkortingen en begrippen

### Afkortingen

CAD = computer-aided design

DIN = Deutsches Institut für Normung

ISO = International Organization for Standardization

PLM = Product Life Cycle Management

WFM = Wind Follow Me

### Begrippen

Assembly = meerdere modellen die geassembleerd worden naar één model

Constraint = begrenzing, bijvoorbeeld een parallel verband tussen twee lijnen

Feature = Geometrische of topografische eigenschappen die aan een model gekoppeld worden, ze kunnen bijvoorbeeld de vorm bepalen, zoals een ronding.

Layer's = De lagen van een model, een layer bevat bijvoorbeeld alle assen

Relaties = Mathematische functies die aan een model gekoppeld zijn en deze controleert

Sketch = 2D tekening waar later een feature aan gekoppeld wordt.

Parameters = Variabelen die aan een part of assembly kunnen toegewezen worden. Ze kunnen dimensies sturen of door relaties gestuurd worden. [1]

## 1. Onderzoeksprobleem

Mijn opdracht tijdens deze stage bij ZF Wind Power is het maken van een componentenbibliotheek van herbruikbare componenten in het PLM-systeem "Windchill". Dit project draagt de naam "reusable components". De nieuwe bibliotheek moet aangemaakt worden omdat er bij ZF Wind Power overgestapt wordt naar Creo, alle componenten moeten dus als Creo bestand voorhanden zijn.

Er wordt nagegaan of er componenten bestaan die herbruikbaar zijn of dat er nieuwe aangemaakt moeten worden. Als ze al bestaan, worden de Creo bestanden gecontroleerd. Dit houdt in dat de afmetingen correct moeten zijn volgens de norm en parameters moeten worden toegevoegd zodat de family table gecorrigeerd of aangemaakt kan worden.

Een family table is een verzameling van gelijkaardige componenten met een klein verschil in lengte, grootte of diameter. Bouten met een verschillende diameter en lengte zijn hier een voorbeeld van. Family tables laten toe om grote hoeveelheden onderdelen gemakkelijk te creëren en op te slaan. Als een component nog niet bestaat, kan deze worden toegevoegd aan de family table.

De kleur van een component moet ook juist zijn zodat de componenten gemakkelijk herkend kunnen worden. Omdat er grote assembly's gemaakt worden, is het ook belangrijk dat de layer's correcte en uniforme namen hebben. De Layer's moeten daarom aangemaakt of aangepast worden zodat wanneer een onderdeel in een assembly wordt gebruikt, niet alle layer's zichtbaar zijn en de tekening overzichtelijk blijft. De layer's zullen in een assembly ordelijk zijn en door de eigenschappen van de layer's in te stellen groeperen ze zichzelf.

Niet alleen bestaande bestanden worden aangepast, maar ook Inventor bestanden worden naar Creo omgezet. Dit wordt gedaan via een STEP-file, dit is een neutraal bestand dat vanuit een CAD-programma kan worden aangemaakt. Een STEP-file laat toe om een gemaakt 3D-model te openen en aan te passen met een ander CAD-programma. Maar tijdens deze overdracht kunnen bepaalde delen verdwijnen of fouten geven, die dan moeten opgelost worden.

Nadat de Creo bestanden correct zijn worden deze in Windchill opgeslagen, de naamgeving van een model wordt bepaald door de Wind Follow Me's, dit is een nummer dat in ZF aan de componenten wordt toegewezen. Door de componenten op te slaan in Windchill ontstaat een componentenbibliotheek met de benodigde Creo bestanden.

## 2. ZF Wind Power Antwerp

ZF Friedrichshafen AG is in Duitsland opgericht in 1915. In het begin ontwikkelde en produceerde dit bedrijf transmissies voor land- en luchtvoertuigen. In de loop der jaren zijn ze uitgegroeid tot een internationaal bedrijf met 121 vestigingen in 26 landen met 72.643 werknemers.

ZF produceert en ontwikkelt een reeks van producten. Zoals besturingssystemen, aandrijvingen en chassis voor verschillende voertuigen, zoals personenwagens en vrachtwagens. Ook voor grotere machines zoals boten en windmolens bieden zij producten aan. De ontwikkeling van deze producten gebeurt in verschillende afdelingen.

ZF Wind Power is zo een afdeling van ZF Friedrichshafen AG, hier produceert en ontwikkelt het bedrijf tandwielkasten voor offshore en onshore windturbines. Het bedrijf produceert tandwielkasten van 1,5 tot 6,15 MW met een gewicht tot 85,000 kg.

ZF Wind Power heeft vestigingen in India, Amerika, China en in België. ZF Wind Power Antwerp heeft zijn hoofdkwartier in Lommel, waar ook de fabriek ligt die tandwielkasten produceert. Verder zijn er satellietkantoren in Kontich en Gent.



*Figuur 1 Tandwielkast ZF windpower*



### 3. Technologieën

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende programma's waarmee ik in contact ben gekomen tijdens mijn stage.

#### 3.1 PLM-systeem

Een PLM-systeem of Product Life Cycle Management System is een systeem waarin alle informatie van een product, online in gemanaged wordt doorheen de hele levenscyclus van een product. Dus vanaf design en productie tot het einde van het product. Er bestaan verschillende PLM software pakketten. In ZF Wind Power wordt het PLM-systeem van PTC, "Windchill" gebruikt. [2]

In het PLM-systeem staat alle informatie die beschikbaar is over een component, in Figuur 2 is een gedeelte weergegeven over hoe dit in Windchill aangegeven wordt. Er is te zien welke versie van de component het is, de status, en door wie en wanneer de component is veranderd, zo kunnen andere altijd zien wie verantwoordelijk is voor de aanpassingen en of de component recent is vernieuwd. In Windchill staat nog meer informatie over de component, deze is niet te zien in de figuur, zoals de naam, gelinkte componenten of de assembly's waar een model in is aangewend. Ook kan er nog informatie gekoppeld zijn, dit wordt verder in de tekst uitgelegd.



<b>Version:</b>	A.6
<b>State:</b>	Open - <u>In Work</u> - Draft - Approved - Released - Replaced - Spare - Expired - In Approval
<b>Last Modified:</b>	2014-05-15 16:39 CEST
<b>Modified By:</b>	<u>Creemers Severijn</u>

*Figuur 2 Model Informatie in Windchill*

Om de verschillende stadia waar een component doorloopt in kaart te brengen, te controleren en te archiveren, wordt een PLM-systeem gebruikt. De fase waarin een component zich bevindt, wordt in Windchill aangegeven zoals in Figuur 2, zo is duidelijk te zien welke status een component bezit. Een model doorloopt verschillende statussen.

Wanneer een model net is aangemaakt en nog gemodelleerd wordt, staat deze op "In Work". Als het model voltooid is, wordt deze goedgekeurd en op "approved" gezet, vervolgens wordt het model vrijgegeven en wordt het op "released" geplaatst. Het model is dan klaar om in gebruik genomen te worden. De "replaced" status laat toe om een product dat vernieuwd is maar nog steeds in gebruik is aan te duiden, zodat deze wel nog beschikbaar is voor oude projecten maar niet meer gebruikt zal worden voor nieuwe. Een model dat niet meer voldoet aan de normen wordt naar "expired" overgeplaatst, deze producten zijn vervallen en mag men niet meer gebruiken.

Windchill legt de geschiedenis van een bestand vast, iedere keer wanneer een bestand wordt ingecheckt en uitgecheckt verhoogt de iteratie, zo kan bijvoorbeeld de iteratie van x.6 naar x.7 gaan. De versie, dit is de letter voor de iteratie, zoals A.x of B.x. Verhoogt als een model dat released is, opnieuw gewijzigd wordt. Er komt dan een nieuwe versie bij met een hogere letter in het alfabet, deze versie staat: "In Work" en moet opnieuw approved worden. Het voordeel is dat de gebruiker altijd eerdere versies kan opvragen, waardoor er kan eenvoudig nagegaan kan worden hoe een product eruit zag tijdens design en vergelijken met het product dat uiteindelijk geleverd is. Dit geeft de evolutie van een bestand weer en brengt structuur in de database. [3]

Het verschil tussen een PLM-systeem en een windows server is dat een PLM gekoppeld is aan bepaalde programma's zoals CAD-programma's. Dit maakt het mogelijk eenvoudig aanpassingen aan een model te doen. Een onderdeel dat in Windchill gebruikt wordt, zal als een WT-part worden opgeslagen. Alle bestanden die met het onderdeel te maken hebben, zijn aan dit bestand gekoppeld. Iedereen die een bestand gemaakt heeft, kan dit aan het WT-part koppelen. Hierdoor ontstaat een groep van bestanden waar onder andere informatie zoals datasheets, berekeningsresultaten, informatie over de leverancier of een CAD-model van het product in staan, dit kan men als een "kapstok" beschouwen waar alle informatie over het product aan hangt. Zodat als het WT-part geraadpleegd wordt, men alle informatie die met het product te maken hebben gemakkelijk terug kan vinden.

Een PLM-systeem biedt veel voordelen, zo kunnen verschillende mensen tegelijkertijd aan een product samenwerken op verschillende plaatsen en is dit systeem gelinkt aan Creo. Een component kan uitcheckt worden en dan kan enkel de persoon die de component uitgecheckt heeft, hier veranderingen aan maken. Als de aanpassingen gedaan zijn, kan het model terug worden ingecheckt, dit maakt het eenvoudig om bestanden up-to-date te houden. En een PLM-systeem laat ook toe om personen toegang te ontfeggen voor bepaalde delen in het systeem zodat deze wel de bestanden kan zien maar niet kan aanpassen. Of bestanden onzichtbaar maken is ook een optie, als een werknemer niet bevoegd is om te weten dat deze documenten bestaan.

Product Life Cycle Management kan in verschillende sectoren gebruikt worden en laat dus toe om producten nauwgezet te controleren zonder dat er papieren archieven nodig zijn en zorgt voor een elektronische opslagplaats voor de bestanden. Alle veranderingen zijn ook onmiddellijk zichtbaar, wat ook een grote tijdsinst tot gevolg heeft. En PLM laat nog meer toe, distributie kan beheerd en producten kunnen gevolgd worden nadat producten op de markt gebracht zijn zodat ook service en verkoop gemonitord kunnen worden, waardoor bijvoorbeeld bestelfouten verminderen. PLM kan dus als een cirkelproces [Figuur 3] gezien worden waarbij een product zijn volledige levenscyclus doorloopt, en opnieuw begint bij design waar het oude product kennis geeft voor de ontwikkeling van nieuwe producten. Zodat de kwaliteit van de producten kan stijgen. [4] [5]



Figuur 3 Cirkelproces PLM [13]

## 3.2 Creo & Inventor

Omdat er van Inventor™ 2011 naar Creo Parametric™ 2.0 wordt overgestapt, zullen de verschillen tussen beide programma's in dit hoofdstuk aangehaald worden.

Creo 2.0 is de nieuwste versie van Pro/engineer, een programma van PTC. Inventor is ontwikkeld door Autodesk™, ook bekend van de AutoCad™ software.

Beide programma's zijn ontworpen voor CAD en bieden zowel 2D als 3D ontwerpen aan. Vandaar dat er maar kleine verschillen zijn, voornamelijk in gebruik, en volgorde waarop een model wordt gemaakt.

In de bijlage kan u eenzelfde model zien geopend in Creo en in Inventor. U kunt hierdoor de stijl van beide programma's zien in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden., Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. en Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

### 3.2.1 Verschillen

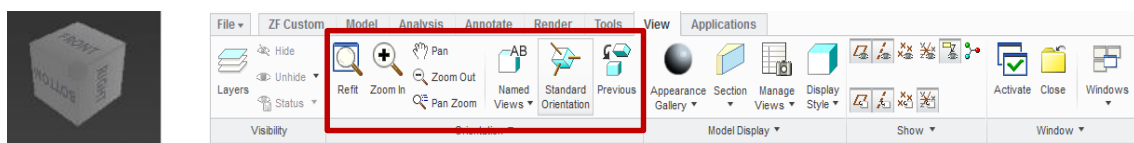
Het grootste verschil tussen beiden is de snelheid, Creo Parametric heeft veel snellere laadtijden bij grote assembly's volgens de gebruikers in het bedrijf en is een high-end programma met veel mogelijkheden, dit is een belangrijke reden dat er in ZF naar Creo overgestapt wordt. Ook heeft Creo zeer krachtige en eenvoudig te wijzigen parent/child relaties, hierdoor wordt een model zeer stabiel en Creo parametric is direct gekoppeld aan Windchill, dit vergemakkelijkt de werking.

Als nieuwe gebruiker heb ik ondervonden dat Inventor intuïtiever en gebruiksvriendelijker is, vandaar dat de drempel hoger ligt bij Creo. Inventor stelt vaak zelf mogelijkheden voor zoals in Figuur 4, terwijl dit niet het geval is bij Creo.

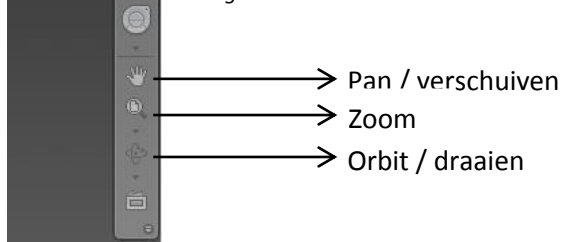


Figuur 4 Opties die Inventor voorstelt

Het oriënteren is ook een voorbeeld, in Inventor is er aan de rechterkant een menu waarmee u opties kan selecteren om in het model voort te bewegen. In Creo is het nodig om naar het menu view te gaan om daar de gewenste actie aan te kunnen klikken, daarom is het aan te raden om met sneltoetsen te werken. Zoals "Shift+ middelste muisknop" dit kan ingedrukt worden om te het model te verschuiven.



Figuur 5 Oriëntatie Creo Parametric 2.0

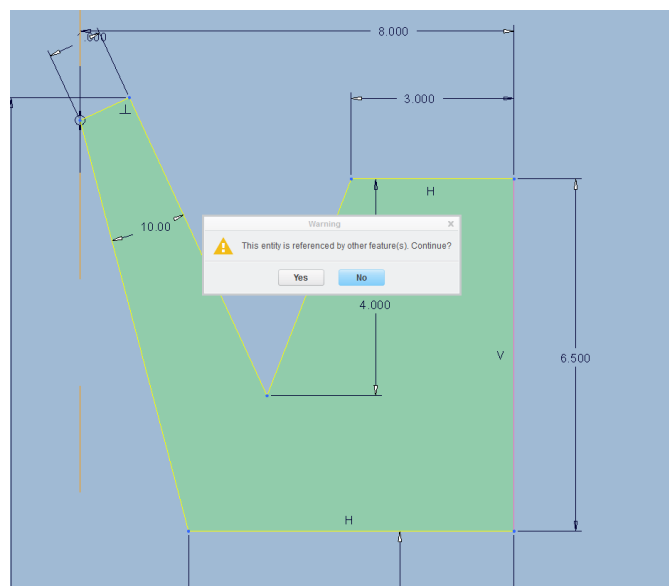


*Figuur 6 Oriëntatie Inventor 2011*

Een troef van Creo zijn de parent/child relaties die gelegd worden. Dit zijn relaties die aangebracht worden tussen twee features, waar de een afhankelijk is van de ander voor geometrische referenties. Wanneer een parent wordt aangepast, volgen de children features automatisch. Deze parent/child relaties worden automatisch aangemaakt door het programma, dit gebeurt ook bij Inventor, maar in Creo zijn deze gemakkelijker te beïnvloeden. [6]

Een tekening kan misschien zelfs gemakkelijker te maken zijn in Inventor, omdat dit programma zo intuïtief is. Maar als het model af is en er moeten terug aanpassingen aan gedaan worden, moeten in Inventor soms delen verwijderd worden terwijl in Creo de parent/child relaties gemakkelijker te beïnvloeden zijn.

Bij Creo zal er ook een venster verschijnen wanneer u een parent feature uit de sketch wilt verwijderen, bijvoorbeeld een dimensie waar andere features zich op baseren. Een feature bijvoorbeeld een lijn, die essentieel is voor de werking van het model kan u dus niet zomaar verwijderen, wanneer dit toch gewenst is kan u wel een replace uitvoeren. Dit laat toe om de tekening bij te werken, de tekening kan aangepast worden en wanneer u tevreden bent met het resultaat kan u door rechts te klikken op de feature die weg mag, replace aanduiden. Vervolgens duid u de feature aan die de oude moet vervangen. Als u dit doet zal dankzij replace alle dimensies en relaties die aan de ene feature vast zaten, nu naar de nieuwe feature omspringen, tegelijkertijd verdwijnt de oude ook. In Figuur 7 is de melding te zien, in dit voorbeeld wanneer ik een lijn wil verwijderen.



*Figuur 7 Melding*

## 4. Werkmethode

In dit hoofdstuk leg ik de verschillende methodes uit die ik heb toegepast om de componenten correct aan te passen, creëren in Creo en hoe ik ze op Windchill heb beheerd.

### 4.1 Opzoeken

Om de taak uit voeren, kreeg ik een lijst met componenten die diende vervangen te worden, in deze lijst staan de nummers van de bijbehorende componenten. De nummers zijn codes van ZF, de Wind Follow Me's, ze staan voor een bepaalde soort van component. Met de WFM's heb ik de normering van de modellen kunnen opzoeken in de database van ZF.

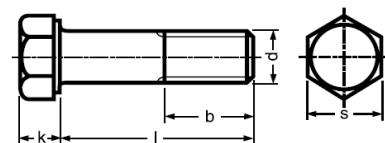
Een norm of standaard is een document met specificaties, criteria of afspraken over een product, methodiek of dienst. Een norm kan door een standaardisatieorganisatie of door een bedrijf opgesteld worden. Hierdoor wil men ervoor zorgen dat er uniformiteit ontstaat, normen zorgen ervoor dat iets overal hetzelfde gemaakt wordt. Normen zijn geen wetten, ze zijn dus niet verplicht, maar ze hebben toch een belangrijke functie. Een onderneming die ze gebruikt komt betrouwbaar over. [7]

Omdat ZF een internationaal actief is gebruikt het bedrijf vooral de ISO-norm, dit zijn normen die internationaal gebruikt worden. Ze worden opgesteld door de internationale organisatie voor standaardisatie. Als er geen ISO-norm bestaat gebruiken ze de DIN-norm, deze worden opgesteld door de Duitse nationale normeringsinstantie al dan niet in samenwerking met ISO. Als er geen internationale of nationale norm beschikbaar is worden de normen van de fabrikant gehanteerd, zoals die van Keller & Kalmbach [Figuur 8 & Figuur 9] of Trelleborg [Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.].

Ik ben met de bouten begonnen om de procedure, Creo en Windchill beter te leren kennen. Een voorbeeld is de zeskantbout met een schroefdraad die niet doorloopt tot aan de kop, hiervoor wordt ISO 4014 gebruikt. In de norm staat onder meer een afbeelding van de component met de maten en de benaming ervan, vervolgens bevat de norm een tabel met hierin de afmetingen voor verschillende maten zoals in Figuur 8. [8]

#### ISO 4014, Sechskantschraube

**Hinweis:** Weitere Abmessungen siehe DIN 931.



K&K-Artikel-Nr.  
144014 ...

Stahl 8.8

RG 101

d	M 10	M 12	M 14	M 22
k mm	7,0	8,0	9,0	14,0
s mm	16,0	18,0	21,0	34,0

l mm	Preis in Euro p. 100 Stück			
40,0	31,50			
45,0	32,55	59,58		
50,0	43,68	61,36	107,64	

Figuur 8 Norm van Keller&Kalmbach gebaseerd op ISO4014

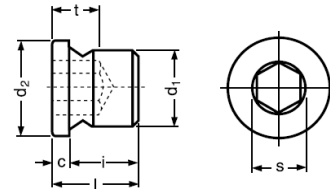
De ISO-normen kan ik niet tonen in verband met de rechten die hierop gelden. Daarom dat ik een norm van de fabrikant, Keller&Kalmbach gebruik, die op de normen gebaseerd zijn. In de ISO-of DIN-norm zelf staan andere benamingen voor de afmetingen en geen prijzen.

Bij pluggen is er geen ISO-norm dus wordt de DIN 908 gebruikt. De opbouw van de norm is net hetzelfde als bij de ISO-norm, wederom staat er een afbeelding met de maten [Figuur 9]. [8]

## Keller & Kalmbach

### DIN 908, Verschlusschraube mit Rohrgewinde

Mit Rohrgewinde, Bund und Innensechskant.



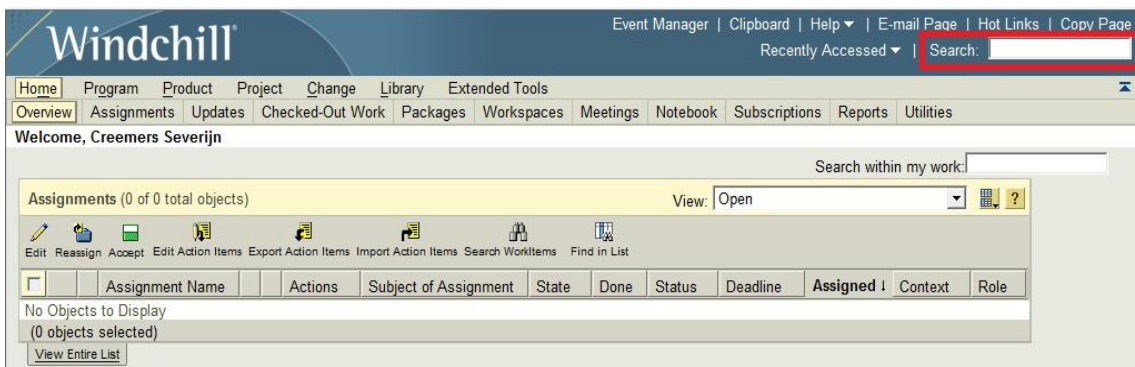
Stahl	RG 121									
K&K-Artikel-Nr.	Rohr-gewin-de d1	in mm	c	d2	i	l	s	t min.	Preis p. 100 Stück	Pack-inhalt
13090818	G 1/8" A	9,7 mm	3,0 mm	14,0 mm	8,0 mm	11,0 mm	5,0 mm	5,0 mm	45,79 €	100
13090814	G 1/4" A	13,2 mm	3,0 mm	18,0 mm	12,0 mm	15,0 mm	6,0 mm	7,0 mm	95,79 €	100
13090838	G 3/8" A	16,7 mm	3,0 mm	22,0 mm	12,0 mm	15,0 mm	8,0 mm	7,5 mm	149,46 €	50

Figuur 9 Norm van Keller&Kalmbach gebaseerd op DIN 908

## 4.2 Modellen openen

Wanneer voor een model de bijpassende norm gevonden is, weet je welke maten en vormen het model moet hebben en kan je ze in Creo aanpassen. Om een component dat verbonden is met Windchill correct in Creo te openen, moet je dit via Windchill doen.

Omwille van het feit dat Creo en Windchill dezelfde fabrikant hebben, zijn deze met elkaar gekoppeld. In Creo is een Toets aangebracht waarmee de browser van Windchill geopend wordt. In Windchill kan je dan de component opzoeken. Dit kan op naam van een bestand, de componenten hebben een code, deze kunnen gebruikers terugvinden in de WFM. Ook kan via een beschrijving het gewenste bestand gezocht worden. De beschrijving van een component wordt in de family table geplaatst, een beschrijving kan bijvoorbeeld ISO 4014 zijn. Windchill kan ook linken tussen componenten herkennen, zo kunnen component van eenzelfde family table snel teruggevonden worden.



Figuur 10 Zoeken in Windchill



### 4.3 In- en uitchecken

Om het proces van in- en uitchecken beter te begrijpen, leg ik u eerst kort de werking van Windchill uit.

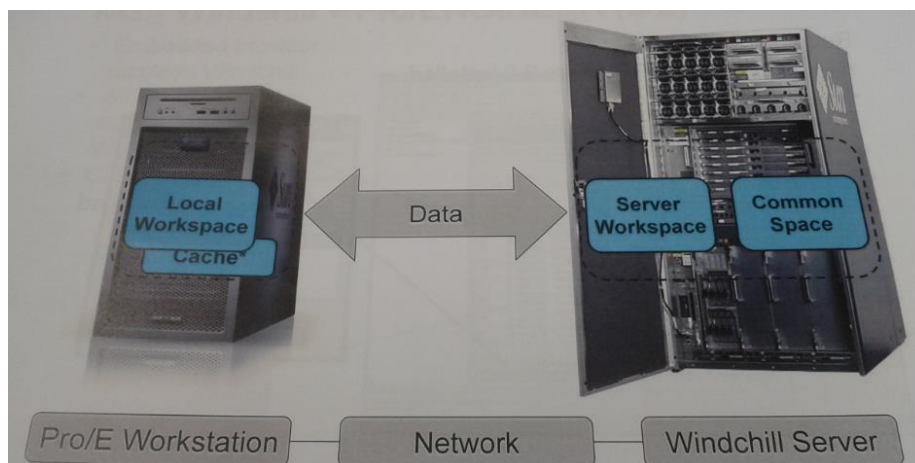
De bestanden staan op de commonspace, dit is de gemeenschappelijke ruimte op de Windchill server. Daarnaast is er ook de server workspace, dit is de persoonlijke werkruimte van een gebruiker in Windchill, dit laat toe om bestanden eenvoudig terug te vinden die de gebruiker benut.

Als een bestand nog niet is uitcheckt, staat deze op de Windchill Server. Wordt dit bestand geopend, dan kunnen er geen aanpassingen aan gedaan worden omdat dit bestand nog online beschikbaar is voor iedereen. Een bestand moet u uitchecken zodat het naar local workspace verplaatst en u de schrijfrechten bekomt om het model aan te passen. Wanneer het bestand is uitcheckt, kan niemand anders het model aanpassen, dit vermijdt conflicten. Wanneer alle aanpassingen gedaan zijn, wordt het bestand opnieuw ingecheckt, dit is een model terug uploaden op de commonspace. Zoals besproken zal nu de iteratie verhogen en andere kunnen zien dat er een nieuwe versie beschikbaar is. Deze versie is nu terug voor andere gebruikers beschikbaar. [9]

Als een bestand uitcheckt is, kan dit ook ongedaan gemaakt worden. Alle aanpassingen die aan het model gemaakt zijn, worden vergeten en vervangen door het recentste model dat op de commonspace staat.

Ook kan men een bestand updaten, hierbij wordt het recentste model uit de commonspace bijgewerkt door het gelijknamige, aangepaste model in local workspace. Nadat de wijzingen terug ingecheckt zijn kunnen deze niet meer ongedaan gemaakt worden. [9]

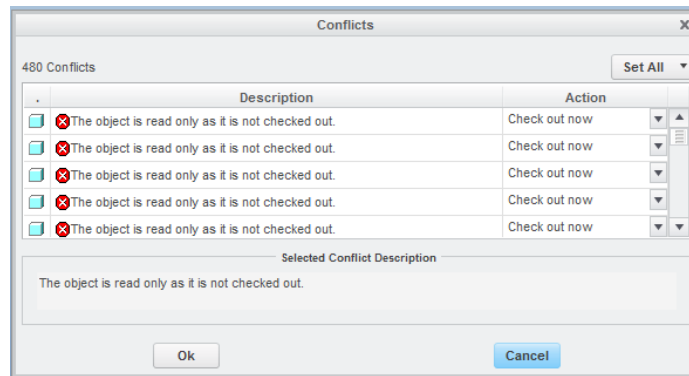
Omdat bestanden die gebuikt ook in de workspace komen te staan is het belangrijk deze regelmatig te synchroniseren met de commonspace, de recentste data uit de commonspace worden opgehaald.



Figuur 11 schematische voorstelling Windchill [9]

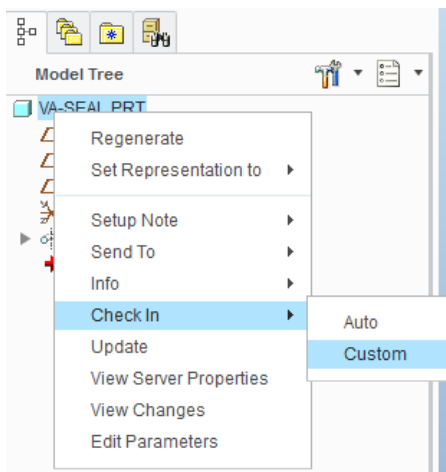
Het proces van in- en uitchecken gebeurt voortdurend, vandaar dat ik dit hieronder kort toelicht welke stappen ik doorloop.

Bestanden uitchecken, kan op verschillende manieren gebeuren. Een eerste methode, On-The-Fly, is in Creo zelf wanneer u probeert een bestand aan te passen zal er een melding komen, deze vraagt of de betreffende component moet worden uitgecheckt. Via de melding kan u zelfs een generic met zijn hele family table tegelijk uitchecken. [9]

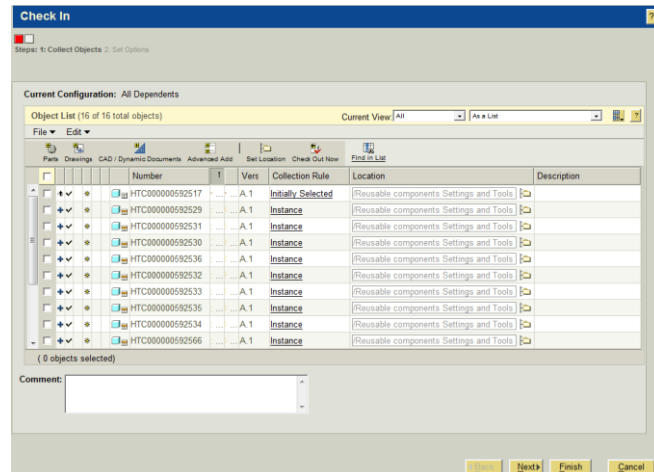


Figuur 12 On-The-Fly uitchecken

Als u het onderdeel nu terug wilt inchecken gaat dit door rechts te klikken op de part en vervolgens op custom check in of door via het menu in Creo naar check in te gaan. Wanneer u hierop geklikt hebt, opent een venster waarin u de component of indien er een family table uitcheckt is, de volledige family table kan aanduiden om deze in te checken op Windchill. Als alle componenten die u wilt inchecken aangeduid zijn, druk je op Finish. Dit is te zien in de onderstaande figuren.



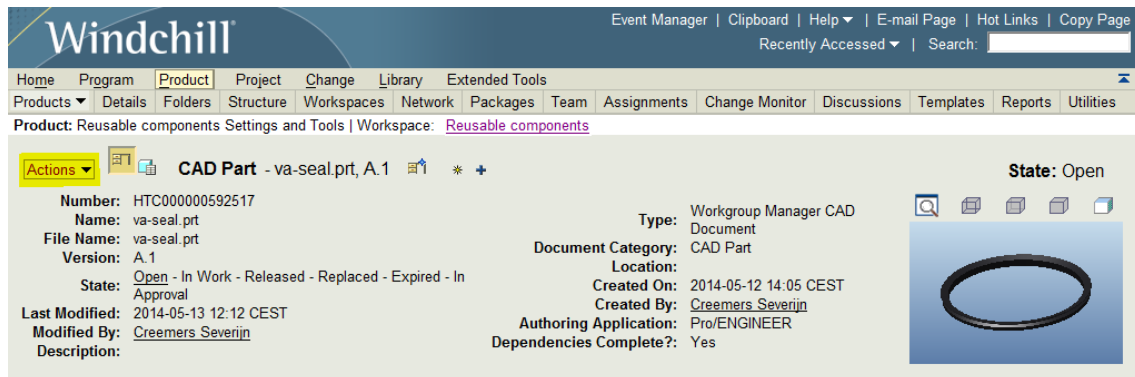
Figuur 13 Inchecken



Figuur 14 Check In menu in Windchill



Een tweede mogelijkheid om in en uit te checken is via Windchill. U kunt hier een model opzoeken en naar de detailpagina van het model gaan. In de detailpagina kan u door op “actions” en vervolgens op het gewenste commando te klikken, in- of uitchecken, in Figuur 15 kan u zien waar “actions” zich bevindt.



Figuur 15 Actions knop op de detailpagina

## 4.4 Aanpassen van modellen

### 4.4.1 Verschijningsvorm

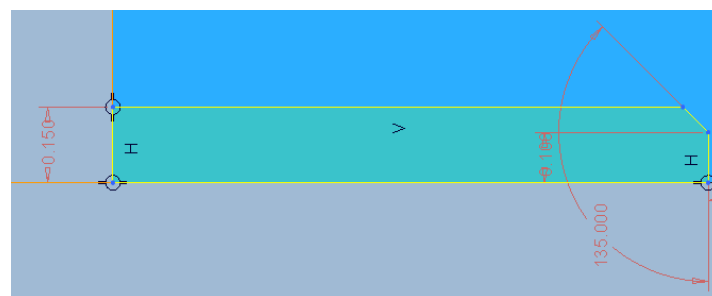
Nu het model geopend is, kan u beginnen met aanpassen. Het is belangrijk dat de component correct uitziet, en dat er uniformiteit is. Daarom moeten de layer's de juiste benaming krijgen en de planes onzichtbaar gemaakt worden, de kleur moet overeenkomen met de kleurcode van het materiaal en de vorm van het model moet overeenkomen met die van de norm en maten dienen ook dezelfde benaming krijgen. Bij de bouten moet er onder andere een stuk worden weggesneden. Hieronder vindt u de werkwijze over hoe een stuk kan weggesneden worden.

- 1) Selecteer de plane waarop u de schets wilt maken, dit is het rode vlak te zien op Figuur 16.



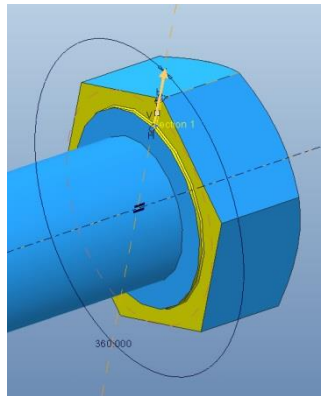
Figuur 16 kop van de bout voor de aanpassing

- 2) Maak de sketch en zorg dat alle dimensies gedefinieerd zijn zodat deze vast staan, als deze niet vast staan zal het model niet bij iedere maat correct laden. Een dimensie die vast staat, is rood, een niet gedefinieerde dimensie is blauw.



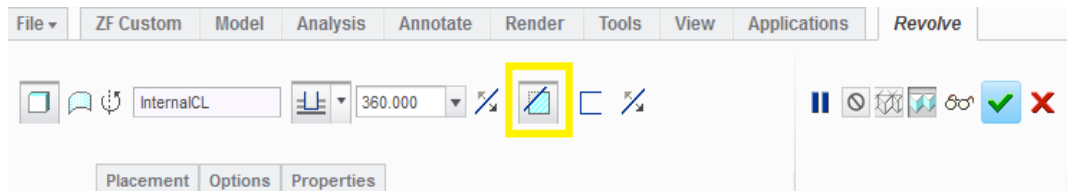
Figuur 17 Sketch

- 3) Maak een centerlijn voor de revolve, een revolve laat uw sketch rond de centerlijn wentelen.



Figuur 18 Revolve menu

- 4) U kunt kiezen of het materiaal nu aan het model wordt toegevoegd of dat het materiaal wegsnijdt. Het resultaat is te zien in Figuur 20.



Figuur 19 Menu revolve feature met remove material aangeduid



Figuur 20 Resultaat

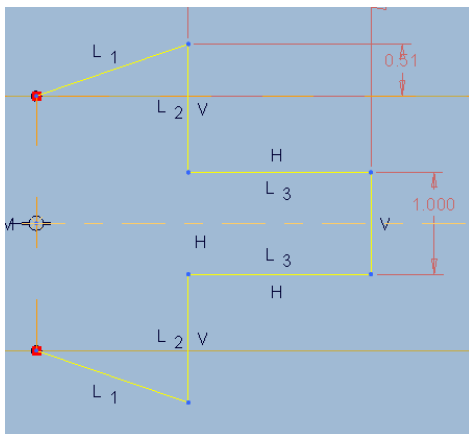
De procedure op de kleur te veranderen verloopt als volgt:

- 1) View -> Appearance gallery
- 2) De kleur kan gekozen worden
  - a. Uit de bibliotheek van Creo
  - b. Zelf een kleur aanmaken en deze opslaan onder my appearances

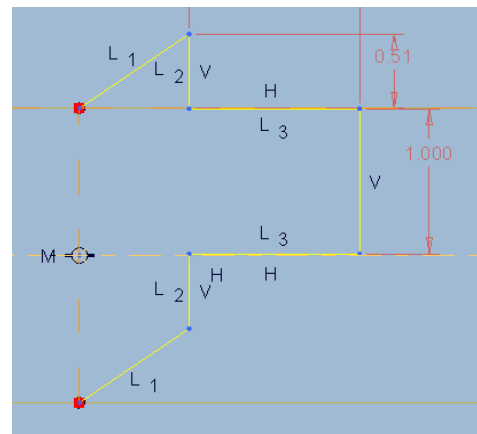
*Door kleuren op te slaan via my appearances kunnen de opgeslagen kleuren altijd opnieuw ingeladen worden.*
- 3) Op de naam van de component klikken -> OK, of een apart vlak aanduiden en enkel dat vlak van kleur veranderen -> OK

#### 4.4.2 Relaties & Family tables

Relaties maken een model stabiel, ze kunnen parameters of dimensies beïnvloeden waardoor een model kan variëren, deze kunnen in een family tables geplaatst worden, relations en family tables bepalen de eigenschappen van een model. Constrains zijn uitstekend om een model beperkingen op te leggen, zo kan bijvoorbeeld aangeduid worden welke lijnen gelijke lengtes moeten krijgen of die lineair aan elkaar moeten zijn. Deze opties definiëren de vorm van een model, maar nemen bij het opbouwen van een model meer tijd in beslag. Bovendien moet hierover goed worden nagedacht zodat het model, wanneer het in een family table gebruikt wordt, nog stabiel blijft, de stabiliteit van een model wordt door de relaties bepaald, dus het is belangrijk dat deze foutloos zijn. Want een model kan op het eerste zicht correct zijn, maar als de dimensies verscheidene maten krijgen, kunnen er toch nog imperfecties optreden. Zoals in Figuur 21 en Figuur 22 is te zien. Figuur 21 is een kleiner formaat, en omdat de maten veranderd zijn en de dimensies niet perfect waren is het model veranderd. [6]

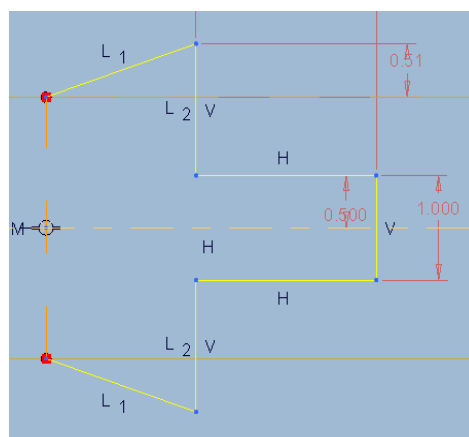


Figuur 22 Sketch van model



Figuur 21 Sketch na verandering van maten

In dit voorbeeld is alles gedefinieerd maar het probleem is dat het model scheef trekt. Daarom is de oplossing ervoor te zorgen dat het model in het midden blijft, dit is gedaan door één dimensie te vervangen, door een dimensie die definieert dat de rechtse lijn in het midden moet zijn. In het voorbeeld is 1.0 een vaste waarde die overal gelijk is, vandaar dat als de lijn op 0.5 afstand van het middelpunt gezet wordt [Figuur 23], als de afstand variabel is kan er ook een relatie toegevoegd worden die definieert dat deze de helft moet zijn of door een symmetrische constraint te leggen, door deze oplossingen blijft de sketch wel stabiel.



Figuur 23 Oplossing

Een family table is een groep van componenten die die tegenover elkaar lichtelijk variëren. Boven in de tabel staat de generic, dit is het oorspronkelijk model, alle volgende modellen zijn gebaseerd op het generische model. Family tables worden aangemaakt om snel verschillende vormen van eenzelfde component te maken en ze laten toe om later nog nieuwe modellen erbij toe te voegen. Ook zijn modellen snel terug te vinden en zijn ze met elkaar gekoppeld in Windchill.

Een voorbeeld van een family table zijn sluitringen [Figuur 24], deze verschillen in diameter en dikte. De parameters krijgen meestal dezelfde naamgeving als in de norm. Ook wordt er een beschrijving in de family table geplaatst zodat component eenvoudig in Windchill te vinden zijn.

Type	Instance Name	Common N...	D_1	D_2	S	HTI_DESCRIPTION
			16.2	27.4	3.5	
	M4	M4.prt	4.1	7.6	0.9	DIN127B M4
	M5	M5.prt	5.1	9.2	1.2	DIN127B M5
	M8	M8.prt	8.1	14.8	2.0	DIN127B M8
	M10	M10.prt	10.2	18.1	2.2	DIN127B M10
	M12	M12.prt	12.2	21.1	2.5	DIN127B M12
	M16	M16.prt	16.2	27.4	3.5	DIN127B M16

Figuur 24 Family table met parameters

Ook kan een family table in een andere family table gemaakt worden, dit zijn nested family tables. Bij de bouten zijn deze gebruikt, de eerste family table zijn de verschillende maten van M4 tot M64. Als er een maat wordt geselecteerd, zal een volgende family table openen met de verschillende lengtes in die maat.

Family tables kunnen in excel aangepast worden, er kunnen dus formules geschreven worden om het werk sneller te doen. Bijvoorbeeld HTI\_DESCRIPTION, hier moet een korte beschrijving van het model in staan. Hiervoor heb ik een korte formule geschreven waarmee ik door kleine aanpassingen te doen, de hele family table in zijn geheel kan aanpassen zodat niet iedere component apart ingevuld dient te worden.

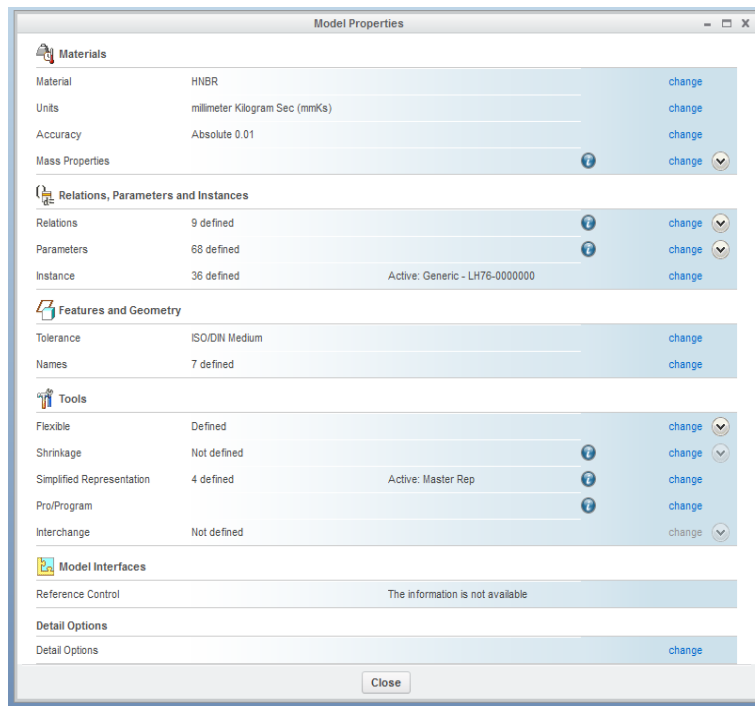
d0	d1	d2	d3	d4	d7	DIA_OUT	DIA_1	S_Width	DIA_RUBBER	P_width	DIA_C	D_RUBBER	C	P	D_1	D	S	HTI_DESCRIPTION
42,8	36,88	2,34	33,89	0,51	31,524	33,89	30,3	0,51	36,88	42,8	2,5							
14	10,4	1	8,7	0,3	6,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15,88	11,84	2	10,37	0,51	8,26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Figuur 25 Family table in excel

### 4.4.3 Flexibiliteit

Flexibele componenten kunnen zich aanpassen aan nieuwe of veranderlijke eisen in een assembly. Zodat wanneer ze in een assembly gebruikt worden, ze vervormen en in verschillende toestanden gebruikt worden. Een flexibel model is gedefinieerd door een combinatie van variabele dimensies, features, geometrische toleranties en parameters. Zoals bij o-ringen, deze moeten samendrukken in zowel de axiale als de radiale richting, zodat deze zich als echte o-ringen gedragen. Flexibiliteit kan ook gebruikt worden om de maten van componenten gemakkelijk aan te passen, zo heb ik thermometers gemaakt die kunnen variëren tussen twee uiterste lengtes. [10]

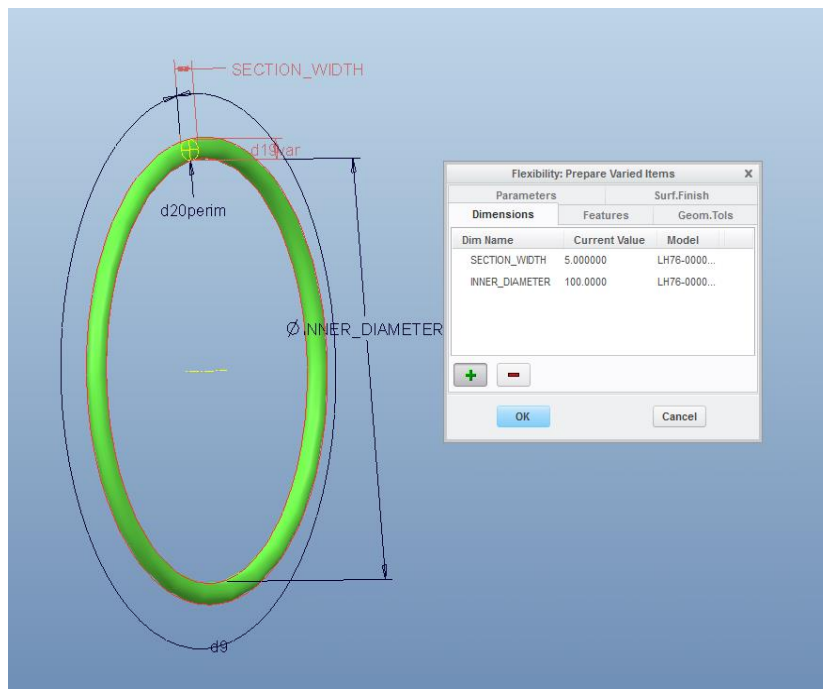
Flexibiliteit kan ingesteld worden via model properties, hier kunnen verschillende eigenschappen van het model aangepast worden zoals te zien in Figuur 26.



Figuur 26 Model properties

De flexibiliteit wordt op deze manier aangepast:

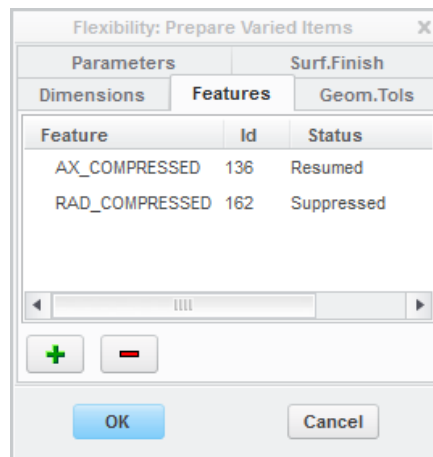
- 1) Klik op File -> Prepare -> Model properties, hier kan u in de rij bij "flexible" op change klikken.



Figuur 27 Flexibiliteit instellen

- 2) Ga naar het tabblad "dimensions", hier duid u de dimensies aan -> Add.

*Opmerking: In het voorbeeld van de O-ring is dit de breedte en de binnendiameter, en omdat de O-ring axiaal of radiaal zal samendrukken, moet u ook nog via het tabblad "features" de features selecteren die veranderlijk zullen zijn. De status van de features kan u aanpassen, zo kunnen deze uitgezet worden wanneer de ander geactiveerd wordt en omgekeerd. [Figuur 28]*



Figuur 28 Feature tabblad

- 3) Klik op OK, als het model nu in een assembly wordt ingeladen opent er een venster waarmee u de gekozen dimensies mee kunt instellen.

In het geval van de O-ring kan ook de diameter geselecteerd worden van het model waar de O-ring rond moet komen, zo past de diameter zich automatisch aan.

De flexibiliteit van de thermometers is anders ingesteld deze krijgen een maximum en minimum waarde. Wanneer toch een grotere of kleinere waarde dan toegelaten ingegeven wordt, zal de component automatisch bijsturen naar de toelaatbare waarde. Ik heb hiervoor verschillende oplossingen gezocht, deze kan u terugvinden in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** De oplossing hieronder is diegene die uiteindelijk is toegepast.

De relaties die aan de thermometers zijn toegevoegd zijn in Figuur 29 te zien, de volgorde van de relaties zijn ook altijd belangrijk. In het voorbeeld is te zien dat deze relaties de lengte van de thermometer vastlegt zodat deze niet boven of onder een bepaalde waarde gaat, als dit toch gebeurt dan past de waarde zich aan naar de maximum- of minimumwaarde. De flexibiliteit wordt vervolgens op dezelfde manier aangemaakt als bij de O-ring.

```

if Length>155.2
Length=155.2
endif

if Length<143.2
Length=143.2
endif

```

Figuur 29 Relaties die de lengte beperken

#### 4.4.4 Component interface

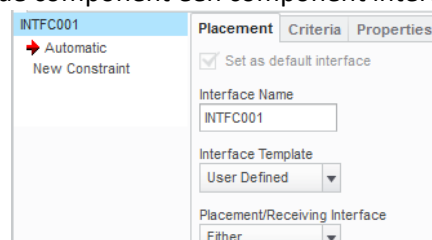
Component interfaces zijn reeksen constraints en referenties die opgeslagen zijn in een model. Ze versnellen de plaatsing van een model in een assembly. Component interfaces verhogen dus de productiviteit, ze laten het toe component snel en correct te plaatsen [10].

Er zijn verschillende manieren om component interfaces te gebruiken:

- 1) Interface to Geometry: Een model dat een interface bevat, maar waarbij de assembly geen receiving interface heeft, er moet manueel een bijpassende referentie aangeduid worden.
- 2) Interface to interface: Hierbij is er wel een receiving referentie, er verschijnen witte cirkels, klik hierop en het model plaatst zich vanzelf.**[Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. , Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.]** [10]

Een model op deze manier in te stellen, dat deze via interface to interface kan werken, wordt als volgt gedaan:

- 1) Model -> Component Interface [Figuur 30]
- 2) Bij placement/receiving kan u instellen welke soort interface:
  - a. Either: hiermee wordt er geen voorkeur ingesteld
  - b. Receiving: het model zal andere modellen in een assembly ontvangen
  - c. Placing: het model zal in een receiving model gebracht worden
- 3) Eventueel een naam aan de interface geven, dit is belangrijk wanneer een model meerdere interfaces heeft.
- 4) Vlak, hoek of een ander punt selecteren waar de constraint zal komen.
- 5) Valideren, nu bevat de component een component interface.



Figuur 30 Component interface menu

Dus wanneer de component interface gemaakt wordt, kan men beslissen of de component andere moet ontvangen of juist in een ander geplaatst wordt. Deze functie wordt vooral toegepast wanneer een assembly vaak opnieuw herhaald wordt, zoals bij een koppeling, hier moeten moeren en snijringen op geplaatst worden. Maar het is niet altijd nodig om een component zo in te stellen, soms is het eenvoudiger om enkel de vlakken aan te duiden die in de assembly tegen een andere component moeten aanliggen.

De beheerder van de bibliotheek kan dus veel tijd besparen door de component interface juist in te stellen en door op voorhand al na te denken over hoe het model uiteindelijk in een assembly gebruikt gaat worden.

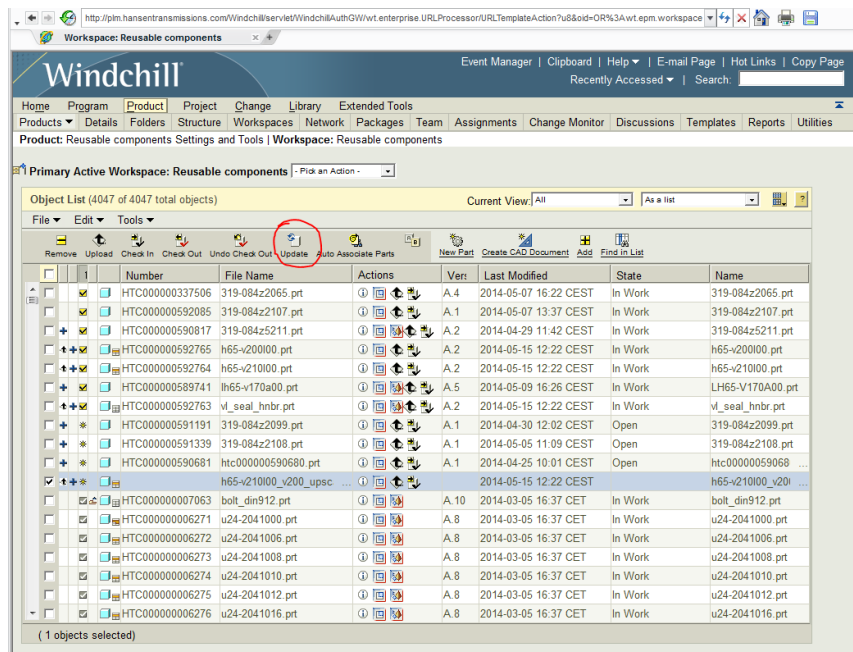
#### 4.4.5 Model updaten

Om bestaande modellen die al op Windchill staan, toch in een family table te plaatsen, moeten deze geüpdatet worden.

Dit wordt als volgt gedaan:

- 1) Maak in de family table een part met dezelfde naam aan.  
*Opmerking: zorg ervoor dat het originele bestand NIET in de workspace staat*
- 2) Regeneer de family table en save alles in Windchill.
- 3) De nieuwe part wordt nu in de workspace aangegeven, vink deze aan -> update -> OK.
- 4) Check de oude part uit.
- 5) De Family table terug inchecken.

Nu is het model gekoppeld aan de family table. Dit is belangrijk, want hierdoor blijft alles in Winchill overzichtelijk en is het model gemakkelijker terug te vinden.



Figuur 31 Model update in Windchill



## 4.5 Inventor bestanden naar Creo

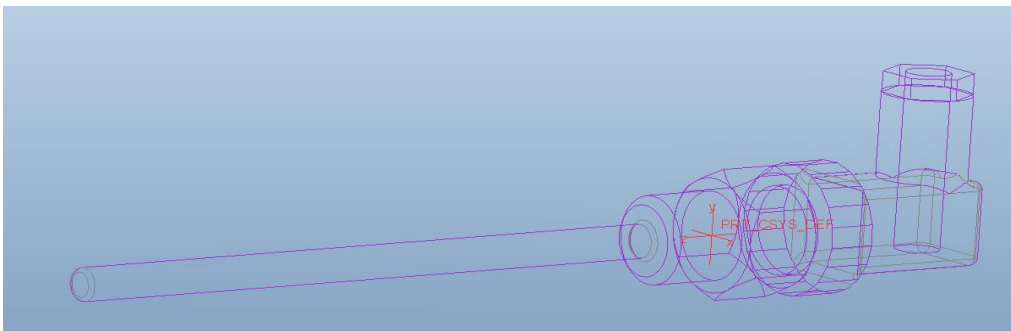
Onderdelen die al in Inventor bestaan, maar nog niet in Creo kunnen naar Creo overgezet worden. Dit gebeurt als volgt.

Het gewenste onderdeel dat je wilt omzetten, wordt opgezocht in Windchill samen met een tekening met de maten van de component. Vervolgens kan deze tekening in Inventor geopend worden. Als een bestand vanuit Windchill in Inventor geopend wordt, moet dit via de Windchill Workgroup manager gedaan worden, anders kan het bestand niet in Inventor geopend worden. Een voorbeeld van een model in Inventor is te zien in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden., Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

Als het bestand in Inventor geopend is, moeten de afmetingen gecontroleerd worden aan de hand van de 2D tekening waarop de afmetingen van het onderdeel in aangegeven staan. Features die eventueel problemen kunnen veroorzaken tijdens het omzetten kunnen nu ook verwijderd worden, dit moeten wel features zijn die geen invloed op de afmeting hebben, zoals een afronding. Wanneer het bestand klaar is voor de omzetting, wordt de tekening geëxporteerd door naar het *menu* in Inventor te gaan en vervolgens naar CAD format, nu wordt een STEP-file van het bestand aangemaakt. Een STEP-file is een neutraal bestand dat geopend kan worden door andere CAD programma's, in dit geval Creo. Belangrijk is dat dit bestand niet in Windchill maar op de harde schijf van de computer wordt opgeslagen, anders komt dit bestand online op Windchill te staan wat voor onduidelijkheid zorgt.

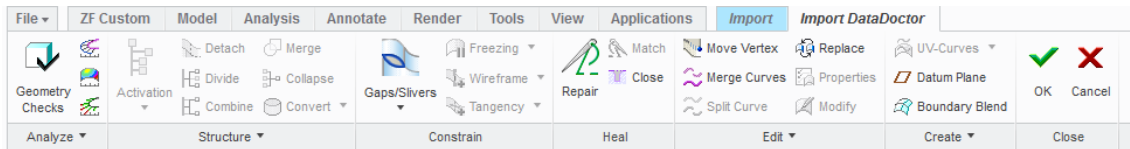
Wanneer de STEP-file in Creo geopend wordt, opent een kader, hierin moet 'use templates' in aangevinkt worden. Gebeurt dit niet dan zal de model tree foutief ingeladen worden.

Het bestand dat in Creo geopend is zal vaak nog niet volledig correct zijn, omdat ze vanuit Inventor komen en Creo nauwkeuriger is, zullen er soms delen onvolledig zijn. Meestal ontbreekt er ergens een vlak, waardoor geen solid ontstaat maar een holle component, dit is uiteraard niet juist, want hierdoor kan bijvoorbeeld de massa van een object niet correct bepaald worden of nieuwe features kunnen hierdoor problemen geven in het bestand. Een model dat niet solid is, geeft in wireframe parse lijnen aan.



Figuur 32 Hol model in Wireframe

Als delen van de tekening ontbreken, moeten deze gerepareerd worden in Creo. Door naar 'Edit definition' van de component te gaan en vervolgens naar 'DataDoctor' kan het bestand hersteld worden. Het gebied dat voor problemen zorgt, is zichtbaar aangeduid met groene lijnen wanneer het object in wireframe staat. Door de lijnen rondom een gat aan te klikken en vervolgens close aan te duiden, kan Creo het gat dichtmaken door er een vlak in te maken. De tekening kan solid gemaakt worden wanneer alle gaten in het model dicht zijn. Als de tekening solid is toont het wireframe enkel grijze lijnen.

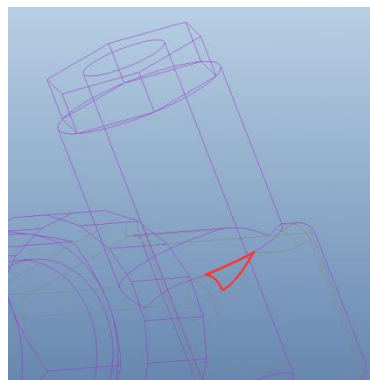


Figuur 33 DataDoctor menu

Wanneer het model ingeladen en solid is kan verder gegaan worden met de component klaar te maken voor in Windchill te zetten. Het volgende wat nu moet gebeuren is het maken van een 'component interface' hierop kan aangeduid worden welke vlakken gebruikt worden om de component in een assembly te plaatsen.

Aan de hand van de maten die op de tekening staan kan het nodig zijn om de component flexibel te maken en er een relatie aan toe te voegen zodat de maten binnen de correcte afmetingen blijven zoals dit het geval is bij de thermometers.

Nadat alle aanpassingen gedaan en het model de juiste maten heeft kan het in Windchill geplaatst worden. Omdat het om een nieuw Creo bestand gaat moeten we dit nog aan de juiste WT-part koppelen. Dit doe je door een 'custom check in', als je dit selecteert kun je de locatie kiezen waar de component zal komen in Windchill. Vervolgens klik je op 'next', hier moet je auto associate uitvinken. Anders zal Windchill zelf een WT-part selecteren en voor componenten waar al een Inventor model van bestaat, moet het nieuwe creo bestand aan dezelfde WT-part gekoppeld worden. Nu kan je door op "finish" te klikken de component inchecken.



Figuur 34 Te repareren deel

### 4.5.1 WT-part associëren

Omdat soms al een WT-part van een bepaald model bestaat, moeten nieuwe CAD-modellen of bestanden met informatie over het model, aan hetzelfde WT-part gekoppeld worden en niet zelf een WT-part aanmaken. Op deze manier worden dan alle bestanden die van een part bestaan in Windchill, aan de WT-part gekoppeld en zo ontstaat een groep van bestanden die informatie over het model bevatten, dit werd ook beschreven in 3.1.

Als men bijvoorbeeld een nieuw CAD-model waarvan wel al een WT-part bestaat, dus met dezelfde naam, niet associeert met het bestaande WT-part, dan zullen er in Windchill meerdere WT-parts komen met dezelfde naam en dan zijn de Creo en Inventor modellen niet met elkaar gekoppeld. Dit gebeurt onder andere wanneer een model al in Inventor bestaat en er hiervan een model in Creo wordt aangemaakt, deze methode is in 4.5 aan bod gekomen.

Het associëren van een model met een part wordt op deze manier gedaan:

- 1) ga naar de detailpagina van het model op Windchill -> actions -> associate
- 2) Er opent een venster, klik hier op 'go'
- 3) Bij "Number" het WT-part ingeven dat je wilt zoeken om met de component te associëren.[*Figuur 35*]

Name	Number	Revision	State	Created By	Last Modified
S21-1910000.ipt	HTP000000175907	A (Design)	In Work	Rik Beque	2012-03-27 13:29:46 CEST

*Figuur 35* Associëren van WT-part

*Het WT-part dat u hiervoor moet kiezen is het WT-part dat ook aan het Inventor model van dezelfde component gekoppeld is. Deze is in het PLM-systeem te vinden door naar het Inventor model te gaan -> related objects*

- 4) Association type voor 'image' -> ok, [*Figuur 36*]

*Image wil zeggen dat een model een voorstelling is van het WT-part, gebruikt voor de representatie in CAD-modellen. Dit model is ingevoerd uit een ander CAD-systeem, bijvoorbeeld via een STEP-file. Er kunnen geen aanpassingen aan de originele features van het CAD-model gemaakt worden. [11]*

Number	Name	Association Type	State	Last Modified	Vers
HTP000000175907	S21-1910000.ipt	Image	In Work	2012-03-27 13:29 CEST	A.3 ...

*Figuur 36* Image bij Association Type aanduiden

Nu is de component met de WT-part geassocieerd. Tijdens dit proces zijn de component en de WT-part uitgecheckt, deze moeten samen terug ingecheckt worden. Het omzetten van de component naar Creo is nu voltooid.

## 5. Conclusie

Door mijn taak in ZF Wind Power uit te voeren heb ik gedurende mijn stageperiode leren werken met het high-end CAD-programma, Creo parametric 2.0. Ik heb verschillende features moeten gebruiken om de componenten correct om te zetten, zodat ze in assembly's gebruikt kunnen worden. Zo heb ik modellen flexibel gemaakt waardoor ze correct vervormen en de flexibiliteit beperkt door relaties te gebruiken. Ook heb ik component interfaces aan de modellen gekoppeld, hiermee kunnen de assembly's gemakkelijker en sneller gemaakt worden. Verder heb ik gebruik leren maken van de family tables en kan ik Inventor modellen in Creo openen en aanpassen.

Ook heb ik veel gegevens over componenten moeten opzoeken via normen, de informatie van de producent zelf of via technische handboeken.

Daarnaast heb ik kennis gemaakt met een PLM systeem, in mijn geval Windchill. Ik heb geleerd waarvoor een PLM-systeem gebruikt wordt, hoe ermee gewerkt wordt en hoe componenten worden beheerd.

Al deze aspecten heb ik geleidelijk aan geleerd. Ik ben begonnen met eenvoudige modellen, en zo ben ik telkens met moeilijke en andere feature gaan werken zoals de component interfaces, de relaties en het omzetten van bestanden vanuit Inventor naar Creo.

Er zijn verschillende problemen geweest waaronder foutmeldingen bij CAD-modellen, problemen met family tables in Windchill. Ook heb ik verschillende opdrachten gekregen, zo heb ik de maten van een model moeten beperken en heb ik regelmatig voor werknemers modellen aangemaakt zodat zij verder konden met hun werk. Veel van deze problemen heb ik kunnen oplossen door op internet of in cursussen te zoeken, andere zijn opgelost doordat ik uitleg gevraagd heb aan mijn stagementor of andere medewerkers.

Gedurende de negen weken stage bij ZF Wind Power heb ik verschillende componenten in Creo verbeterd, aangemaakt en in Windchill geplaatst zodat deze nu in assembly's gebruikt kunnen worden. Ik heb onder meer aan bouten, pluggen, thermometers, koppelingen en nog vele andere componenten gewerkt, in totaal heb ik om en nabij 4000 CAD-modellen aangepast. Waardoor er nu een goede basis gelegd is om naar Creo over te stappen. Zelf heb ik veel bijgeleerd over Creo en Windchill. Ook is het interessant om te ervaren hoe er gewerkt wordt in een bedrijf zoals ZF.

## Bronnen

- [1] R. M., *Designing With Creo Parametric 2.0*, SDC Publications, 2013.
- [2] Active Sensing, „PLM,” september 2009. [Online]. Available: <http://www.product-lifecycle-management.com/>.
- [3] V. B., april 2013. [Online]. Available: [http://www.gposolutions.nl/nieuwsbrief\\_windchill\\_productdefinitionmanagement.html](http://www.gposolutions.nl/nieuwsbrief_windchill_productdefinitionmanagement.html).
- [4] Aras, „What is PLM?,” 2011. [Online]. Available: <http://www.product-lifecycle-management.info/what-is-plm/operational-benefits.htm>.
- [5] Arena Solutions, 2014. [Online]. Available: <http://www.arenasolutions.com/product-lifecycle-management/>.
- [6] G. L. Lamit, *Creo(tm) Parametric 2.0*, Cengage Learning, 2013.
- [7] International Organization for Standardization, „What is a standard?,” 2014. [Online]. Available: <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>.
- [8] Keller&Kalmbach, september 2010. [Online]. Available: [keller-kalmbach.de/uploads/media/Verbindungselemente\\_092010.pdf](http://keller-kalmbach.de/uploads/media/Verbindungselemente_092010.pdf).
- [9] usg engineering, *PDMLink 9.0*.
- [10] PTC University, *Advanced Assembly Design using Creo Parametric 2.0*, PTC, 2012.
- [11] *Helpcenter Winchill*, 2012.
- [12] Trelleborg, „all seal inc,” augustus 2009. [Online]. Available: [http://www.allsealsinc.com/trelleborg/rotary\\_gb\\_en.pdf](http://www.allsealsinc.com/trelleborg/rotary_gb_en.pdf). [Geopend mei 2014].
- [13] Citelighter, [Online]. Available: <http://www.citelighter.com/business/management/knowledgecards/product-lifecycle-management>.