

Producten gemodelleerd voor ontwerp en productie : "feature modelling" als onderdeel van DTM

Citation for published version (APA):

Valkenburg, H. A. M. (1993). Producten gemodelleerd voor ontwerp en productie : "feature modelling" als onderdeel van DTM. *Mechanische Technologie*, 3(december), 4-10.

Document status and date:

Published: 01/01/1993

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

'Feature modelling' als onderdeel van DTM

Producten gemodelleerd voor ontwerp en productie

Aan de Technische Universiteit Eindhoven is door de CAE groep van de faculteit Werktuigbouwkunde een onderzoek verricht naar de toepasbaarheid van een systeem voor geïntegreerde computerondersteuning bij het ontwerpen en produceren van producten in de metaalverwerkende industrie. Het onderzoek richtte zich voornamelijk op een onderdeel uit een compleet "Design To Manufacture"-pakket (DTM) en wel de zogenaamde DTM/Feature Modeller.

Het "Design To Manufacture"-pakket wordt geleverd door Somatech Applicatie. De DTM/Feature Modeller kan worden gebruikt voor het modelleren van producten ten behoeve van ontwerp en productie. Naast de kwaliteit van het modelleersysteem is ook de integratie met het werkvoorbereiding- en calculatiesysteem (DTM/CAPP, Computer Aided Process Planning) getest. Hierbij is tevens gekeken op welke plaats in het bedrijf het systeem het beste kan worden ingezet, in de ontwerpafdeling of bij de werkvoorbereiding. Tijdens het onderzoek is ook een afweging gemaakt met betrekking tot de bruikbaarheid van het complete "DTM"-systeem voor bedrijven met een eigen produktontwerpafdeling en voor toeleveringsbedrijven die zich uitsluitend bezig houden met het fabriceren van producten in opdracht.

Bij het tot stand komen van industriële producten kan men een aantal fasen onderscheiden, beginnend bij de opdracht en eindigend met het afleveren van het uiteindelijke produkt (figuur 1).

Het traditionele ontwikkelingsproces voor industriële producten is een serieel proces, het traject van opdracht tot produkt wordt in opeenvolgende fasen doorlopen. Bovendien is het ontwerpproces dynamisch, waarbij de eindoplossing niet van tevoren vastligt, maar kan tijdens het doorlopen van het gehele trajectwijzigen. Typerend voor het ontwerpproces is het iteratieve karakter.

Tijdens de ontwerpfase en de fabricagefase worden de processen meestal in verschillende afdelingen en door verschillende mensen uitgevoerd. Als het produktontwerp van de ontwerpafdeling komt en is goedgekeurd gaat het naar de productie-

afdeling, waar het produkt via de werkvoorbereiding en de planning uiteindelijk wordt gefabriceerd.

Gedurende het doorlopen van de verschillende fasen vindt er regelmatig een terugkoppeling plaats naar de voorgaande fasen. Als bijvoorbeeld tijdens de werkvoorbereiding blijkt dat het fabriceren van een bepaald onderdeel moeilijkheden zal opleveren, zal (in overleg met de ontwerper) het produkt worden aangepast. Het is duidelijk dat de samenwerking tussen de verschillende afdelingen en het hergebruik van informatie van groot belang is (figuur 2).

Door integratie van de ontwerp-fase en de produktievoorbereiding is het mogelijk om in een vroeg stadium de produktontwikkeling te optimaliseren en blijft zowel het produkt als het produktieproces langer modificeerbaar. Men komt op deze wijze tot een efficiënter produktieproces en lagere produktkosten.

Computerondersteuning

In de nabije toekomst zal de concurrentie in de Europese metaalverwerkende bedrijven flink toenemen. Internationale barrières vallen weg en het aantal bedrijven dat eenzelfde soort produkt aanbiedt, wordt groter. Door deze toenemende concurrentie komen de begrippen kwaliteit en flexibiliteit centraal te staan. Om een bepaald markt-aandeel te verwerven en te behouden zal het nodig zijn dat het produkt zich onderscheidt van dat van de concurrenten door een betere kwaliteit-prijsverhouding. Maar ook flexibiliteit speelt een belangrijke rol. De eisen vanuit de markt zijn voortdurend aan verandering onderhevig. De bedrijven zullen hierop alert moeten reageren, de time-to-market zal zo kort mogelijk dienen te zijn.

Dit alles zal de bedrijven dwingen om continu meer aandacht aan het optimaliseren van het ontwerp-proces en fabricageproces te schenken.

Aangezien de uiteindelijke kostprijs van een produkt al voor ongeveer 80 % wordt bepaald in de beginfase van het ontwerp-proces, is het duidelijk dat men vooral in deze fase veel aandacht moet besteden aan optimalisatie. Hierbij kan een computersysteem

een grote rol spelen.

Geïntegreerde computerondersteuning

Bij een groot aantal bedrijven is computerondersteuning in de afzonderlijke fasen van het tot stand komen van een produkt reeds een feit. Wil men echter de efficiency van deze produktontwikkeling verhogen dan zal men moeten komen tot een integratie van deze computerondersteuning. Het belangrijkste aspect hierbij is het hergebruik van informatie. De informatie die gegenereerd wordt in een bepaalde fase moet in een dusdanige vorm worden vastgelegd dat zij zonder menselijke tussenkomst kan worden gebruikt in een volgende fase.

Bij het werken met geïntegreerde computerondersteuning wordt niet alleen de optimalisatie van het produktontwerp aan de hand van een software prototype (3D produktmodel op het beeldscherm) uitgevoerd, maar ook de optimalisatie van het fabricage-proces. Men kan met behulp van informatie die is opgeslagen in een database, tijdens het ontwerpen continu controleren of een onderdeel met behulp van de ter beschikking staande machines, gereedschappen en materialen kan worden gemaakt. De ontwerper kan dan in een vroegtijdig stadium het produkt optimaliseren naar maakbaarheid, Design To Manufacture. Het totale fabricageproces kan worden gesimuleerd en gecontroleerd op het beeldscherm. Door deze ontwikkelingen zien we een verschuiving van steeds meer werkzaamheden in de richting van de ontwerp-fase.

Een volgende stap in deze ontwikkeling is het verschuiven van de gehele fabricagevoorbereiding, inclusief de analyse van het fabricageproces, het toevoegen van de technologiegegevens uit een centrale database en het aanmaken van de NC-files, naar de ontwerp-fase binnen een geïntegreerd CAE/CAM-systeem.

Deze geïntegreerde aanpak zal leiden tot:

- vermindering van de totale doorlooptijd van het ontwerp- en produktieproces;
- verbetering van de produkt-kwaliteit;
- betere planning en calculatie;
- reductie van de totale kosten.

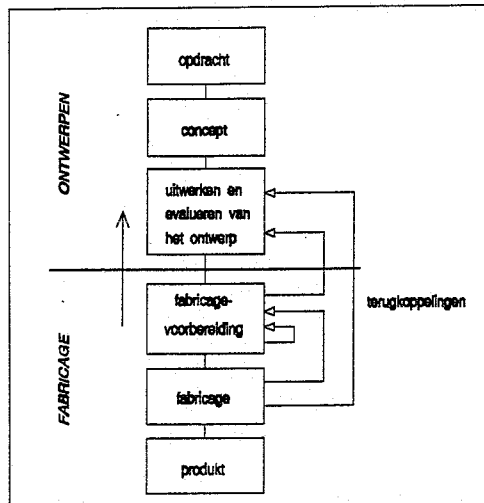


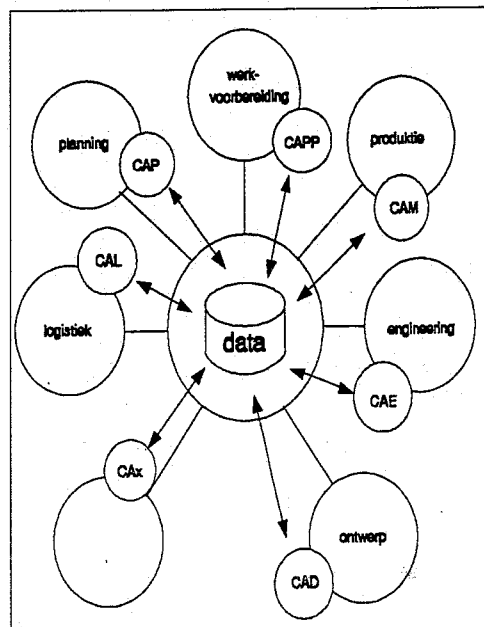
Fig.1. Schematische weergave van het ontwerp- en fabricageproces

DTM

Een belangrijke stap in de ontwikkeling naar een geïntegreerde aanpak van het ontwerp- en fabricageproces is uit te voeren met behulp van het DTM-systeem.

DTM is een software-systeem voor de integratie van ontwerp, werkvoorbereiding en planning voor de metaalverwerkende industrie. Het DTM-systeem is erop gericht om al tijdens de ontwerp-fase inzicht te verkrijgen in de maakbaarheid, de produktie-tijd en de kostprijs met als doel het opstellen van een offerte en het samenstellen van bewerkings-plannen en een fabricage-planning. Het DTM-systeem is ontwikkeld door ingenieursbureau Somatech Applicatie in Zeist in samenwerking met de Technische Universiteit Delft en het Institute

Fig.2. Hergebruik van centraal opgeslagen informatie



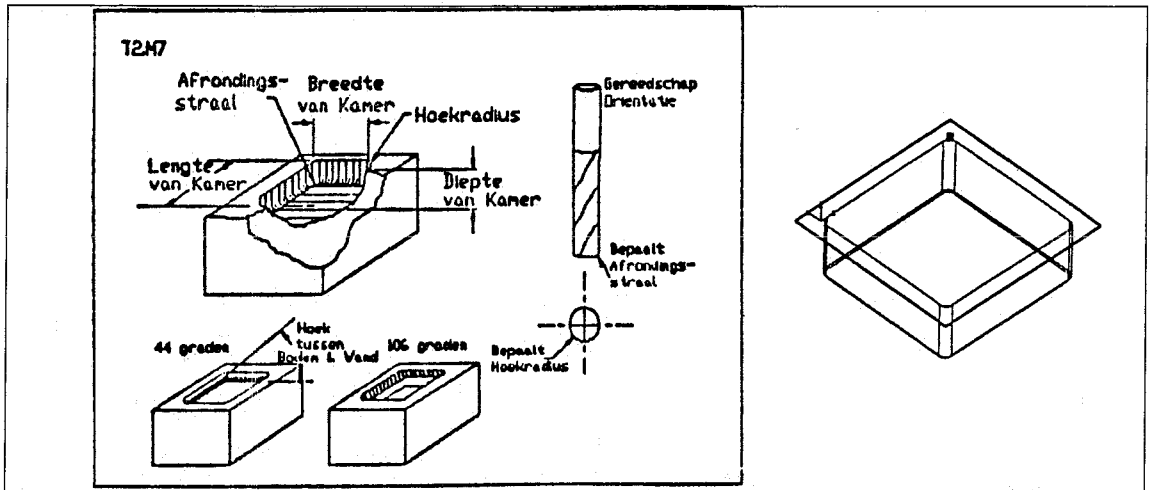


Fig. 3. Een feature, produktietechnologie en geometrische representatie

of Advanced Manufacturing Sciences uit Cincinnati in de Verenigde Staten.

Het DTM-systeem is gebaseerd op een 3D representatie van een produktmodel met daaraan gereleerd de produktietechnologie. In de geometrische beschrijving van een produktmodel kan men bepaalde basisvormen van te verwijderen materiaal herkennen zoals gaten, kamers, groeven e.d. Deze basisvormen, fabricage-features genoemd, zijn een combinatie van geometrische representatie van een te verwijderen volume en de hierbij behorende produktietechnologie (figuur 3).

Centraal in het DTM-systeem staat een database waarin alle gegevens betreffende de geometrie (vorm, afmetingen, tole-

ranties, oppervlakterutheid, uitgangsmateriaal en dergelijke), de methodologie (bewerkingsmethode, bewerkingsvolgorde, gereedschapsbanen enzovoort), van de te fabriceren features en de technologie (toe te passen machines en gereedschappen, materiaalgegevens, verspaningscondities) en bewerkingsstijden, kosten, van mogelijke bewerkingsprocessen worden opgeslagen. De gegevens betreffende de methodologie en produktietechnologie zijn afkomstig uit het Machining Data Handbook dat is samengesteld door Metcut Research Associates Inc. in de Verenigde Staten. Dit kennisreservoir kan door de gebruiker worden aangepast en aangevuld met eigen specifieke bedrijfstehnologie.

Het DTM-systeem bestaat uit een aantal modules die allen gebruik maken van de centrale database om de opgeslagen expertise indien nodig op te vragen en om de gegenereerde informatie op te slaan (figuur 4).

- De belangrijkste modulen zijn:
- DTM/FM (Feature Modelleersysteem)
 - DTM/CAPP (generatieve procesplanning)
 - DTM/NC (genereren van NC-informatie)

Het DTM-systeem is een zeer open systeem en kan hierdoor geïntegreerd worden met verschillende CAD/CAM- en logistieke systemen.

DTM/FM : Feature Modeller
De FM-module van DTM is een 3-dimensionaal modelleersysteem en heeft een aantal verschillende

object-modelleerfaciliteiten:

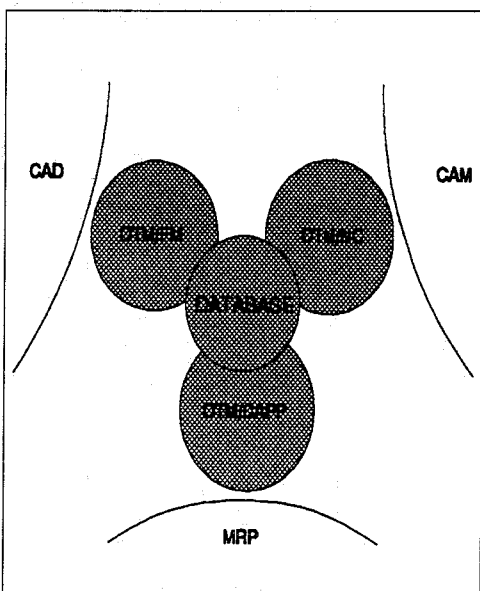
- PART-model; voor het modelleren van het eindprodukt
- STOCK-model; voor het modelleren van het uitgangsmateriaal
- ENV-model; voor het modelleren van eventuele omgevingsattributen
- FEATURE-model; voor het modelleren van fabricage-features
- WORK-model; STOCK-model waarvan de FEATURES zijn afgetrokken.

Met behulp van de modelleerfaciliteiten is het mogelijk om het produktmodel 3-dimensionaal op te bouwen (figuur 5).

Op de werkwijze komen we nog terug.

Het ruimtelijk weergegeven produktmodel is de basis van het DTM-systeem en dit model kan worden gebruikt voor optimalisatie van het ontwerp, voor de werkvoorbereiding, de planning en de produktie. Dit geeft de gebruiker de mogelijkheid om iteratief te werken, doordat hij tijdens het ontwerpproces kan zien wat de consequenties zijn voor de planning en de produktie van de keuze voor een bepaald ontwerp (geometrie en technologie, zoals maten en toleranties, en een bepaalde bewerkingsmethode). Het produktmodel bevat een eenduidige omschrijving van alle informatie die nodig is voor de fabricage van het produkt. Met behulp van dit produktmodel en de fabricagefeatures, die met behulp van het modelleersysteem FEATURE-model, interactief zijn samengesteld, is het mogelijk om

Fig. 4. Schematische opbouw van het DTM-systeem



de fabricage van het produkt op het beeldscherm te simuleren. Dit gebeurt op eenvoudige wijze. Doordat men van het uitgangsmateriaal (STOCK-model) de volumes van de fabricagefeatures, in de juiste volgorde verwijderd, ziet men of het uiteindelijke produkt voldoet aan de gestelde eisen. Het model dat op deze wijze ontstaat noemt men het WORK-model en men vergelijkt dit model met het eindprodukt (PART-model) (figuur 6).

Omdat de features parametrisch zijn opgebouwd met onder andere informatie, uit het Machining Data Handbook, die is opgeslagen in de database, kan men al tijdens het ontwerpproces een werkvoorbereiding maken ten behoeve van het fabricageproces. Het opstellen van deze werkvoorbereiding en het calculeren van de bewerkingstijd cq. kostprijs vindt plaats in de DTM/CAPP module en dit procesplanningssysteem kan tegelijkertijd met het DTM-modelleersysteem gebruikt worden. Hierdoor is het mogelijk om tijdens het ontwerpen de consequenties voor een bepaald ontwerp en een bepaalde bewerkingvolgorde te overzien en deze snel aan te passen.

Werkwijze DTM/Feature Modelier

Met behulp van de DTM/Feature Modelier is het mogelijk om een 3-dimensionaal model van het eindprodukt te genereren uitgaande van 2-dimensionale tekeningen. Men noemt dit het PART-model.

De basisfilosofie is als volgt: Een 2-dimensionale tekening wordt vanuit een extern CAD-systeem ingelezen in de DTM/FM module met behulp van interfaces

zoals IGES en DXF. De tekening wordt geplaatst in een x-y vlak. Hierna worden projectievlakken, de zogenoemde datumplanes gedefinieerd waarop de verschillende aanzichten van het produkt uit de 2D tekening worden geplaatst. Met behulp van de Sketcher-module kan men de aanzichten aanpassen, verplaatsen en indien gewenst de overbodige informatie zoals maten, hartlijnen en arcering verwijderen. Daarna creëert men het 3D volumemodel met behulp van de aanzichten en de modelleerfaciliteiten uit de PART-module. Men kan dit op eenvoudige wijze doen door bijvoorbeeld een translatiesweep van een aanzicht over een gewenste afstand of, bij rotatiesymmetrische produkten, door een rotatiesweep of bij complexe vormen met een sweep over een vooraf bepaald traject (zie figuur 7).

Er zijn enkele variaties mogelijk op de eerder beschreven werkwijze. Als er geen 2D tekening uit een CAD-systeem ter beschikking is, kan men zelf de benodigde contouren met behulp van een zogenaamde Sketcher-module tekenen. Hierbij moet wel aangekend worden dat de tekenmogelijkheden in deze module zeer beperkt zijn (lijnen, bogen en cirkels). De Sketcher-module is geen CAD-systeem. De werkwijze is verder identiek aan de hiervoor beschreven methode.

Een andere manier om het 3D produktmodel samen te stellen is mogelijk door middel van Booleaanse operaties met 3D volumemodellen de z.g. primitieven zoals kubussen, cilinders, bollen, kegels en dergelijke.

Ook is het mogelijk om het 3D eindprodukt te modelleren door

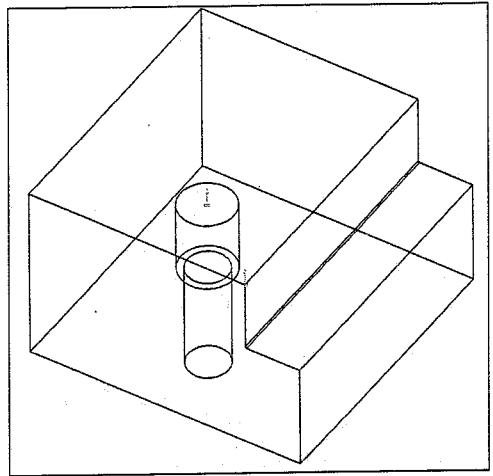
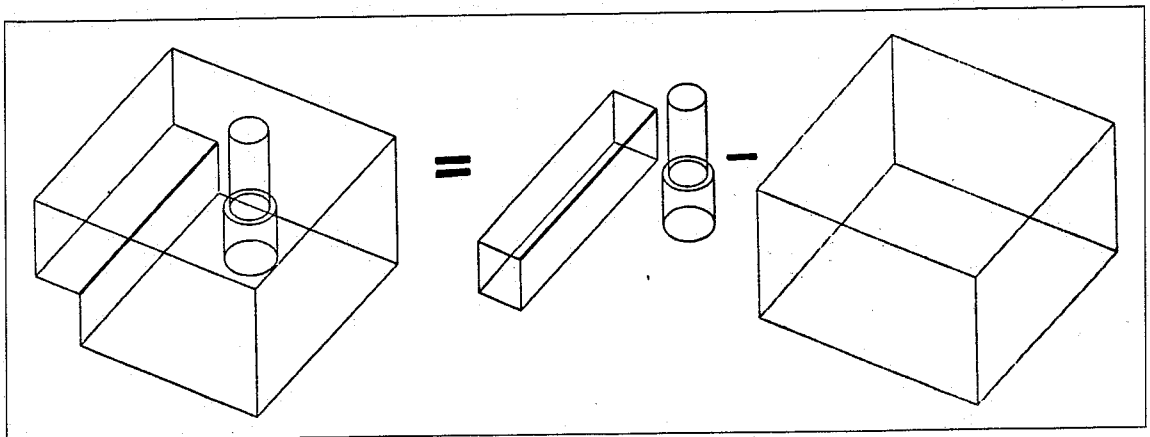


Fig.5.3D produktmodel

met behulp van de eerder genoemde primitieven het uitgangsmateriaal (STOCK-model) te definiëren en hiervan het featurevolume te verwijderen. Nadat het featurevolume is gedefinieerd wordt de feature op de juiste plaats gesitueerd met behulp van referentievlakken (datumplanes). Het PART-model dat op deze wijze wordt gecreëerd is dan in principe gelijk aan het WORK-model en visuele vergelijking van beide modellen heeft dan geen zin, wat betekent dat er een controlebaarheid wegvalt.

Op dit moment is het genereren van het PART-model nog een operatie die van de gebruiker enig ruimtelijk inzicht vraagt en afhankelijk van de complexiteit van het produkt een tamelijk tijdrovende bezigheid is. Om deze reden worden er door Somatech Applicatie op dit moment ontwikkelingen uitgevoerd in de richting van automatische PART-generatie waarbij het volumemodel door het automatisch uitvoeren van translatiesweeps

Fig.6 Uitgangsmateriaal-features = eindprodukt



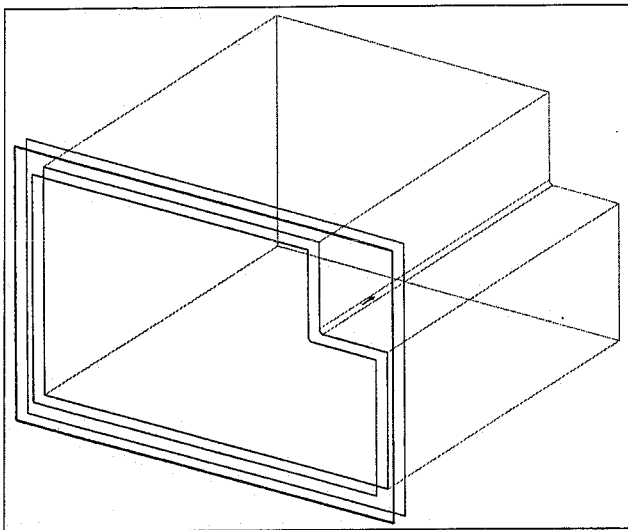


Fig.7. Translatiesweep van een aanzicht

van de aanzichten uit de 2D representatie wordt samengesteld. Voor eenvoudige produktvormen (buitencontour) is dit reeds mogelijk maar volledige automatisering zal niet te realiseren zijn. Bij binnencontouren zoals gaten, kamers, sleuven en ingewikkelde vormen zal handmatige modellering noodzakelijk blijven.

Als tweede stap definieert men het uitgangsmateriaal (STOCK-model) meestal met dezelfde modelleerfaciliteiten als in de PART-module.

Hierna kunnen, indien nodig, objecten die geen deel uitmaken van het eindprodukt worden gecreëerd met behulp van het ENV-model. Deze objecten zijn bijvoorbeeld delen van de machine of opspanmiddelen. Ook deze objecten moeten weer op de juiste plaats worden gesitueerd om bij de controle van de maakbaarheid eventuele botsingen met het verspanende gereedschap zichtbaar te maken. Daarna worden de fabricagefeatures gemodelleerd. De verschillende features, waarvan de expertise is opgeslagen in de centrale database, zijn parametrisch samen te stellen. Dit betekent dat na het ingeven van geometrische informatie (dimensies) en additionele waarden (toleranties en dergelijke) een volume wordt aangemaakt met de gewenste afmetingen en deze volumens worden weer met behulp van referentievlakken op de juiste plaats in het produktmodel gesitueerd. De fabricagefeatures worden in een featurelijst geplaatst en men kan op eenvoudige

wijze de bewerkingsvolgorde bepalen door de plaats in de lijst en deze volgorde eventueel wijzigen (figuur 8).

Hierna kan men het bewerkingsproces in een Plan-module simuleren. Men creëert hier een zogenoemd WORK-model door van het STOCK-model de volumes van de fabricagefeatures in de opgegeven volgorde te verwijderen. Als men nu het WORK-model vergelijkt met het eerder gemaakte produktmodel (PART-model) kan men zien of de beide modellen identiek zijn. Ook kan men controleren of de bewerkingsvolgorde juist is gekozen, of het produkt voldoet aan de gestelde eisen en gemaakt kan worden met de fabricagefeatures uit de opgestelde lijst. Als er verschil te zien is tussen de beide modellen zal de werkvoorbereider overleggen met de ontwerper of de produktvorm gewijzigd mag worden. Als dit niet mogelijk is zal de fabricagemethode moeten worden aangepast.

Als de simulatie naar tevredenheid is verlopen kan men de gegenereerde informatie opslaan in de centrale database en doorgeven naar de DTM/CAPP-module waar men de calculatie van de bewerkingstijd en kostprijs interactief kan bepalen. Is men over de resultaten niet tevreden dan kan men in de ontwerpfase of in de produktiefase wijzigingen aanbrengen en het proces opnieuw doorlopen en op deze wijze het produktontwerp en het fabricageproces optimaliseren.

Wanneer men het DTM/FM-systeem alleen gebruikt ten

behoefte van de werkvoorbereiding, zoals bijvoorbeeld gebruikelijk is in toeleveringsbedrijven kan men het genereren van het PART-model achterwege laten. Men creëert hierbij dan alleen een 3D WORK-model door van het uitgangsmateriaal (STOCK-model) de fabricagefeatures te verwijderen. Het op deze wijze samenstellen van het model zal, doordat het eenvoudig en sneller werkt in de praktijk eerder worden toegepast. Bij deze werkwijze is er echter een controlelemogelijkheid minder. Het is niet mogelijk om het WORK-model te vergelijken met het produktmodel en de controlelemogelijkheid om te zien of de fabricagefeatures de juiste afmetingen hebben en of zij goed gepositioneerd zijn ontbreekt. Men kan echter wel snel een goede indruk krijgen van het uiteindelijke produkt. Uiteraard kan men ook bij deze werkwijze de volgorde van de featurelijst veranderen. Het belangrijkste doel van deze werkwijze is het snel genereren van de fabricagefeatures ten behoeve van de werkvoorbereiding. De expertise om een bepaalde feature te maken kan automatisch vanuit de database geselecteerd worden en via de koppeling tussen de DTM/FM-module en de DTM/CAPP-module kan deze informatie gebruikt worden voor de procesplanning.

DTM/CAPP : Computer Aided Process Planning

De procesplanningmodule van DTM is gebaseerd op fabricagefeatures. Met behulp van deze module kan de ontwerper of werkvoorbereider een bewerkingsvolgorde voor het verwijderen van het materiaal van de features vastleggen en de benodigde machines kiezen. Door het systeem wordt automatisch de optimale fabricagetechnologie (o.a. bewerkingsmethode, voeding, snijsnelheden) bepaald en worden de benodigde gereedschappen gekozen. Tijdens het interactief werken met deze module is het mogelijk om alle benodigde gegevens voor het fabricageproces zoals neventijden, opspantijden, e.d. in te voeren. Hierna is het mogelijk om de bewerkingstijd per feature en de totaal benodigde produktietijd te calculeren en een kostprijs te berekenen. De gegenereerde uitvoerdata van de proces-

planningmodule wordt in een multi-windows omgeving in tabelvorm weergegeven. Omdat deze procesplanning tegelijkertijd met het ontwerpen plaats kan vinden is het mogelijk om in een vroeg stadium wijzigingen aan te brengen om zodoende de produktietijd en de kostprijs van het produkt te minimaliseren. Ook is het mogelijk om met behulp van deze module snel een offerte op te stellen en om het produkt goed in te plannen in het fabricage- en logistieke traject.

DTM/NC : Numerical Control

De volgende stap bij het hergebruik van informatie, die in de ontwerpfase en in de procesplanningfase is gegenereerd, vindt plaats in de module DTM/NC. Omdat in de voorgaande fasen het produktmodel tot stand is gekomen op basis van features en omdat deze features geometrische en fabricagetechnologische gegevens bevatten, is het mogelijk om deze data te gebruiken in een CAM-systeem. Met behulp van dit CAM-systeem is het mogelijk om gereedschapsbanen vast te leggen, bewerkingscommando's en zogenaamde postprocessor statements toe te voegen. Met het CAM-programma kan dan automatisch een bewerkingsprogramma worden gegenereerd in APT (Automatically Programmed Tools) of in een andere programmeertaal. De uitvoer van dit bewerkingsprogramma is een zogenaamde CL-file (Cutter Location file). In deze CL-file staat het gehele programma in een machine-onafhankelijk formaat. Hierna moet het bewerkingsprogramma worden omgezet in voor de numeriek bestuurd machine geschikte commando's. Dit gebeurt met behulp van een conversieprogramma, een postprocessor, die de CL-files vertaalt naar een ISO-code die door de besturingseenheid van de NC-machine kan worden verwerkt. Ook hier is de mogelijkheid aanwezig om op het beeldscherm de bewerkingen te simuleren en de gereedschapsbewegingen te controleren.

Conclusies

Bij de beoordeling het DTM-systeem zal men onderscheid moeten maken naar de toepassing bij bedrijven die het complete ontwerp- en fabricageproces

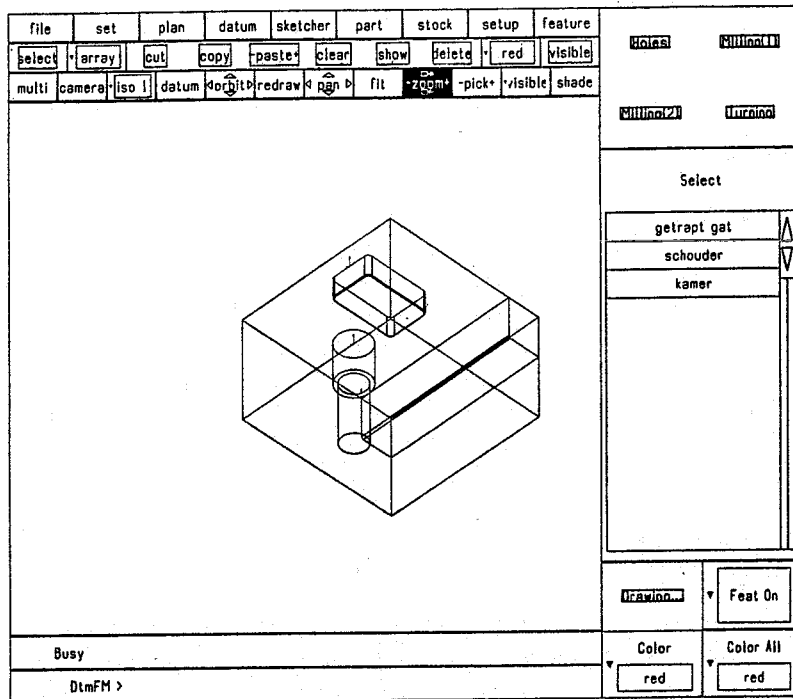


Fig. 8.Featurelijst

uitvoeren en voor bedrijven die zich uitsluitend bezig houden met het fabriceren van produkten in opdracht (toelevering).

DTM bij bedrijven met een compleet ontwerp- en fabricagetraject

Design To Manufacture is een belangrijke ontwikkeling in het fabricagegericht ontwerpen. Omdat men bij de beschreven werkwijze interactief bezig is in zowel de ontwerpfase als in de productiefase kan men spreken van een vorm van simultaneous of concurrent engineering. Door de mogelijkheid van het interactief raadplegen van de expertise betreffende de fabricagetechnologie in de centrale database kan de ontwerper snel zien wat de consequenties zijn van een bepaalde keuze van een ontwerp voor de kostprijs van het produkt. Door de 3D visualisatie en de controlemogelijkheid van afmetingen en maakbaarheid is het voor de werkvoorbereider gemakkelijker om inzicht te krijgen in een juiste fabricagemethode en om de meest geschikte gereedschappen en machines te selecteren. De mogelijkheid van het inlezen van geometrische informatie uit een CAD-systeem geeft tijdswinst maar het is vooral belangrijk dat de kans op het maken van interpretatiefouten bij het opnieuw genereren van de geometrische informatie in een CAM-systeem

wordt geminimaliseerd. Het gebruik van fabricagefeatures bevordert de standaardisatie en heeft als voordeel dat het produkt snel en goedkoop is te vervaardigen en te optimaliseren naar kostprijs. Bovendien is men door de standaardisatie van de produktievoorbereiding en calculatiemethode minder afhankelijk van de persoonlijke visie van een werkvoorbereider of calculator. Doordat men in staat is om de specifieke bedrijfstehnologie in het systeem in te voeren kan men snel en eenduidig beschikken over betrouwbare gegevens voor ontwerp, werkvoorbereiding en planning. Door DTM is het management beter in staat om in een vroeg stadium de juiste beslissing te nemen omdat zij eerder kunnen beschikken over betrouwbare gegevens betreffende de kostprijs en daardoor in staat zijn om snel een betrouwbare offerte op te stellen. Bij de verdere ontwikkeling van DTM zal de gebruiksvriendelijkheid van het systeem veel aandacht moeten krijgen. De ontwerper c.q. werkvoorbereider moet in staat zijn om snel en eenvoudig een 3D produktmodel te genereren uitgaande van bestaande 2D tekeningen. De problemen bij het hergebruik van 2D informatie uit een CAD-systeem kunnen worden opgevangen door een goede interface tussen het CAD- en het DTM-systeem. Hierbij is het van groot

belang dat aan de geometrie ook attribuut informatie zoals diepte, toleranties en oppervlakteruwheden kan worden gekoppeld. In de praktijk geeft dit nog wel eens problemen doordat de verschillende CAD-leveranciers geen eenduidige datamodellen hanteren. Een datamodel is de manier waarop de informatie in het CAD-systeem is opgeslagen.

Aangezien in de Nederlandse metaalverwerkende bedrijven op dit moment bij ongeveer 90 procent van de bedrijven 2D tekeningen worden gebruikt bij de fabricage van produkten zal het DTM/FM-systeem bij veel van deze bedrijven toepasbaar zijn.

Als het gebruik van solid modelers in de ontwerpafdelingen meer algemeen wordt toegepast kan men gemakkelijker deze 3D modellen gebruiken, mits de interfaces hiervoor beschikbaar zijn.

Door de beperkte tekenfunctionaliteit van de Sketcher-module vervalt een deel van de voordelen van het DTM/FM-systeem als men niet beschikt over de mogelijkheid om digitale informatie vanuit een CAD-systeem in te lezen.

Verder moet het mogelijk zijn om op eenvoudige, gebruikersvriendelijke wijze nieuwe features te definiëren en nieuwe technologie in het expertsysteem in te voeren om te voorkomen dat men te veel afhankelijk wordt van de systeemleverancier en om de ontwerper niet teveel te beperken in zijn creativiteit. Ook zal men moeten onderzoeken of bij het definiëren van fabricagefeatures meer ondersteuning kan worden geboden vanuit de Sketcher-module zoals het automatisch overnemen van bepaalde vormen, lengten van trajecten, afmetingen en toleranties uit de CAD-tekening.

Als er een mogelijkheid tot het herkennen van fabricagefeatures in de Sketcher-module kan worden ingebouwd zal dit zeker tot een sneller resultaat leiden bij het opstellen van de werkvoorbereiding. Een verdere verbetering van de gebruikersvriendelijkheid is een uitbreiding van de mogelijkheid om de gemaakte features gemakkelijk te positioneren in het PART-model. Hierbij moet men naast het referentievlak denken aan het toekennen van een referentiepunt aan de feature

en een mogelijkheid om de feature te transleren of te roteren. Verder is het van groot belang voor de werkvoorbereider dat hij inzicht krijgt in de verspaningstechnologie zoals die door Metcut Research Associates Inc. wordt gehanteerd. Vooral de manier waarop de freesbanen zijn gedefinieerd is van groot belang voor een nauwkeurige calculatie.

Een verdergaande integratie met een CAM-systeem is aan te bevelen om op basis van de informatie uit DTM/FM en DTM/CAPP zelfstandig de benodigde bewerkingsinstructies en bewerkingsvolgorden te genereren en om bepaalde veel voorkomende bewerkingen te combineren. Ook kunnen m.b.v. dit DTM-systeem dan de optimale verspaningscondities voor het produkt worden vastgelegd en kan een optimale planning van de te gebruiken numeriek bestuurd machines worden gemaakt.

Bij de afweging waar het DTM-systeem de meeste voordelen biedt moet men stellen dat uit het oogpunt van het eerder genoemde simultaneous engineering het complete DTM-systeem het best kan worden toegepast bij bedrijven die het gehele traject van produktontwikkeling en productie in hun pakket hebben. De voordelen van vroegtijdige terugkoppelingen spelen hier een grote rol. Hierbij is het wel essentieel dat men het PART-model op eenvoudige en snelle wijze kan genereren.

DTM bij producerende bedrijven
Bij de toeleveringsbedrijven die uitsluitend gericht zijn op het fabriceren van produkten voor derden wordt het DTM-systeem niet gebruikt voor de optimalisatie van het produkt. Het produktontwerp ligt immers vast. Het systeem biedt echter zeker voordelen in de werkvoorbereidingsfase en bij de procesplanning en calculatie. Bij deze bedrijven zal het DTM-systeem vooral door de werkvoorbereider worden gebruikt voor de optimalisatie van het fabricageproces. Bij de producerende bedrijven is het genereren van een PART-model van minder belang maar zal het accent liggen op het snel creëren van fabricagefeatures en het positioneren van deze features in het STOCK-model. Belangrijk voor deze bedrijven is de integratie met de DTM/CAPP-

en de DTM/NC-module om snel een eerste kostprijscalculatie te kunnen uitvoeren. Een verdergaande ontwikkeling op het gebied van de koppeling met een CAM-systeem is van groot belang omdat met dit CAM-systeem snel de benodigde NC-programma's kunnen worden gegenereerd en gecontroleerd, en omdat men de bewerkingstechnologie uit dit CAM-systeem kan gebruiken voor een nog nauwkeuriger kostprijscalculatie. Aangezien in de toekomst de informatie over de te fabriceren produkten bij de bedrijven steeds vaker in digitale vorm zal worden aangeleverd zal het van groot belang zijn dat zij de mogelijkheid hebben om deze informatie op snelle en betrouwbare wijze te gebruiken ten behoeve van de gehele procesplanning.

Tot slot kan men stellen dat de taken van de ontwerper en de werkvoorbereider veel dichter naar elkaar toe groeien en dat dit de produktontwikkeling ongetwijfeld ten goede zal komen. Dit zal zeker zal leiden tot een verkorting van de doorlooptijd van het gehele ontwikkelings- en fabricageproces.

Literatuur

CAD/CAM/CAE in de werktuigbouw
ir. E.A. Kaas, dr. ir. M.J.L. Stakenborg
Kluwer Technische Boeken B.V. 1990

Werktuigbouwkundig CAD/CAM/CAE Technogids
H. Boland, ir. E.A. Kaas, ing. J.A.E. v. Wanrooy
Stam Tijdschriften B.V. 1991

CAD in Nederland
ir. E.A. Kaas
Stichting CAD/CAM/CAE Educatie 1992

PART: A computer Aided Process Planning System. Proefschrift
ir. F.J.A.M. van Houten
Universiteit Twente 1991