

# Produceren met winst

*Kennissystemen en technologische innovaties  
vormen basis voor Rapid Prototyping,  
Rapid Tooling en Rapid Manufacturing*

TNO Industrie



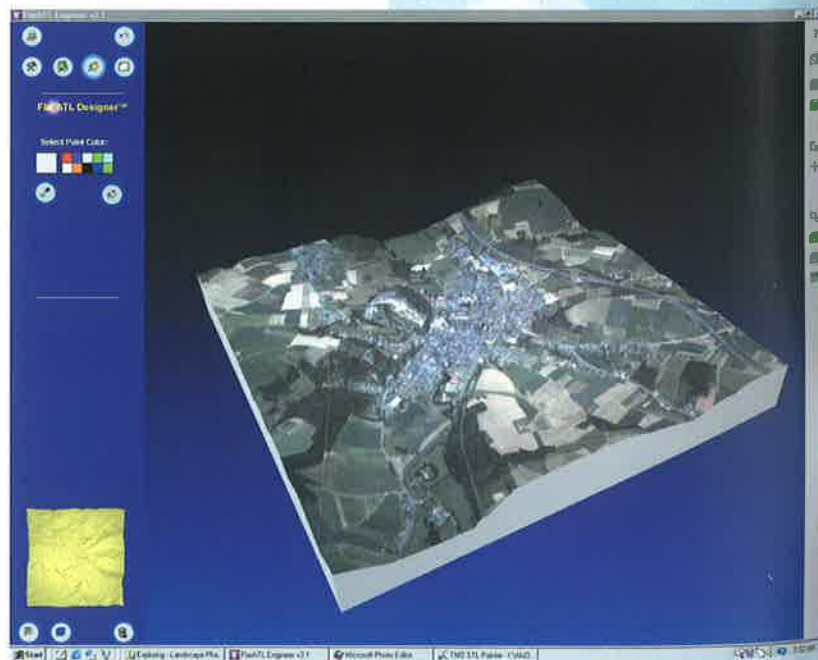


# Produceeren met winst

Steeds nadrukkelijker vormt de ontwikkelingssnelheid van idee naar productie voor bedrijven dé sleutel tot concurrentiekracht, tot winst. Essentieel is dat die snelheid niet ten koste gaat van de kwaliteit van het product, zowel wat de vormgeving als de functionaliteit betreft. Bovendien moeten de kosten voor het ontwikkelen en produceren binnen de perken blijven, anders heeft de snelle marktintroductie van nieuwe en vernieuwde producten totaal geen zin.

In de praktijk blijkt echter dat het versnellen van de time-to-market geen eenvoudige zaak is. Zo sluiten de verschillende stappen uit het ontwikkelingstraject niet altijd goed op elkaar aan. Dit blijkt echter meestal pas tijdens de productie. De oude waarheid geldt nog steeds: 80 procent van de productkosten wordt bepaald door keuzes in het ontwerp.

De broodnodige integratie van ontwerp en productie-kennis ligt nu binnen handbereik door de toepassing van kennissystemen en technologische innovaties op het gebied van Rapid Prototyping, Rapid Tooling en Rapid Manufacturing.



*3D kleurenprinten is één van de technieken die nog in de kinderschoenen staat, maar waarvan TNO Industrie onderzoekt wat de mogelijkheden zijn in relatie tot productontwikkeling en productie. TNO Industrie heeft niet alleen een kleurenprinter ontwikkeld, maar ook de software om kleuren en materialen op elke gewenste plaats aan te brengen.*

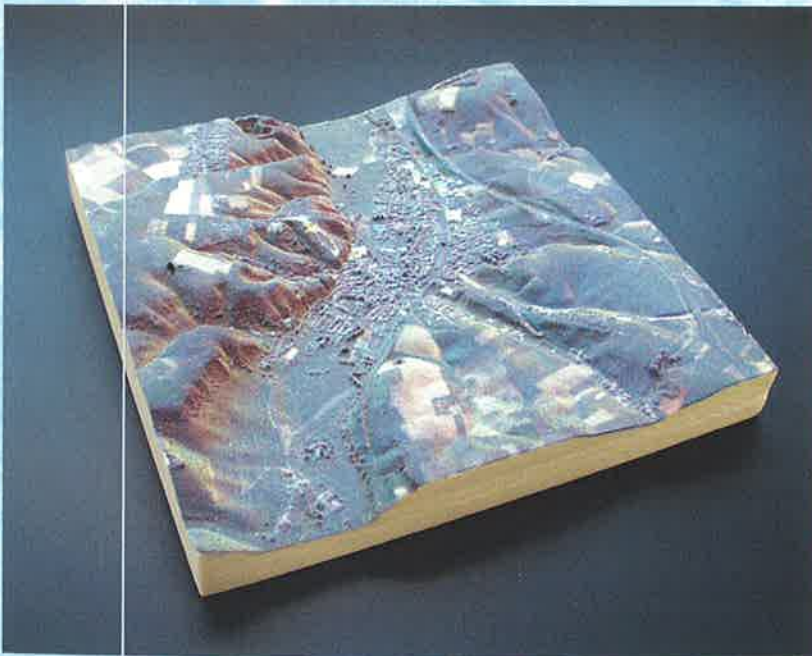
## Werken aan resultaat

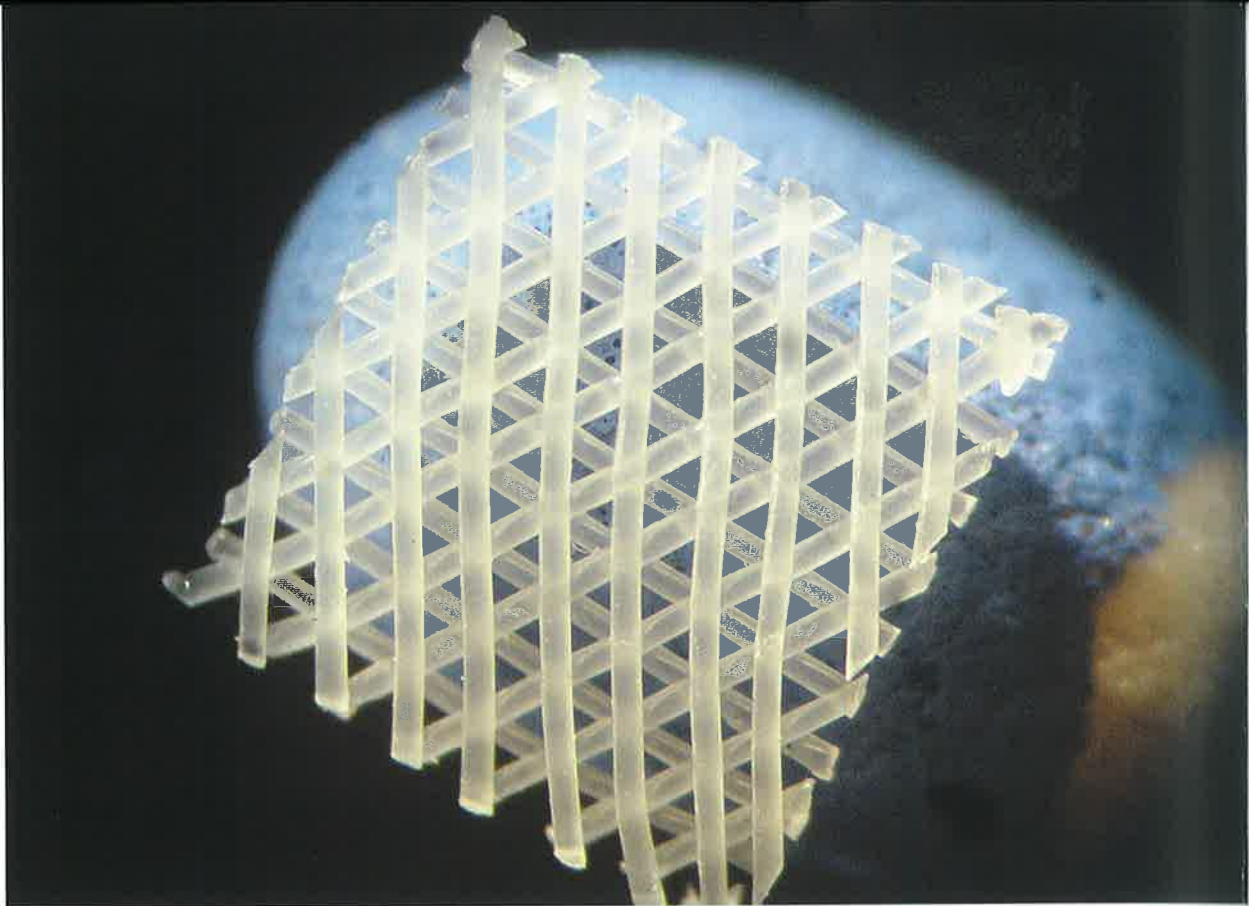
- onderzoek
- ontwikkeling
- uitvoering
- advisering
- kennisoverdracht

Door de afdeling Industriële Prototyping van TNO Industrie in te schakelen haalt u deskundigen in uw organisatie die niet alleen op de hoogte zijn van de nieuwste technologische ontwikkelingen, maar ook gewend zijn deze kennis in te zetten voor het oplossen van praktijkvraagstukken. Vindingrijke mensen met een andere kijk, die gaan voor resultaat en zich houden aan de planning en het budget. Samen met hen kunt u ervoor zorgen dat u voortaan met winst produceert.

Samenwerken kan op verschillende manieren: u kunt Industriële Prototyping inschakelen voor **onderzoek, ontwikkeling, uitvoering, advisering en kennisoverdracht**. Uiteraard wordt er altijd eerst een offerte uitgebracht, bestaande uit een plan voor gefaseerde aanpak ter beperking van de ontwikkelingsrisico's, de kosten en een planning.

Het spreekt voor zich dat u via Industriële Prototyping toegang hebt tot het totale TNO-netwerk en de internationale netwerken waarin TNO Industrie participeert. Kortom, toegang tot een schat aan toepasbare kennis.





*Met behulp van prototypingtechnieken worden tegenwoordig complexe dragerstructuren gegenereerd ten behoeve van weefselopbouw voor medische toepassingen.*

## Technologische innovatie

Vanaf het prille begin richt Industriële Prototyping zich op de mogelijkheden van Rapid Prototyping voor het optimaliseren van de productie van met name complexe producten. Inmiddels heeft Industriële Prototyping haar aandacht gefocust op Rapid Tooling en Rapid Manufacturing, omdat ook hiermee winst te behalen valt in het productieproces. Op basis van de huidige en de toekomstige marktbehoefte en haar ervaring met verschillende nieuwe materialen en productietechnieken heeft Industriële Prototyping ervoor gekozen zich te richten op die technologieën die in samenhang of in combinatie met materiaalontwikkeling de meeste potentie bieden voor vernieuwingen op het gebied van Rapid Prototyping, Rapid Tooling en Rapid Manufacturing.

Deze zijn onder te verdelen in:

- additieve technologieën: producten (eindproducten, onderdelen en vormgereedschappen) worden in laagjes opgebouwd;
- subtractieve technologieën: producten ontstaan door het laagsgewijs verwijderen van materiaal;
- technologische kennisystemen (IT-systemen die de inzet van mensen beperkt).

Bij de additieve technieken is er onder meer aandacht voor multimaterial manufacturing, het gecombineerd verwerken van verschillende materialen waardoor een product plaatselijk specifieke mechanische en/of fysische eigenschappen kan worden meegegeven. U kunt hierbij bijvoorbeeld denken aan elektrische geleidendheid, variërende warmtegeleiding en extra sterkte of slijtvastheid.

Een subtractieve techniek voor complexe producten is bijvoorbeeld hogesnelheidsfrezes. Er wordt toegewerkt naar een situatie waarin het dankzij een kennisysteem voldoende is om de geometrische informatie van het te vervaardigen product in te geven. De machine doet vervolgens de rest.

Dit zijn maar enkele voorbeelden van onderwerpen waarin Industriële Prototyping continu samen met bedrijven investeert in onderzoek, ontwikkeling, uitvoering, advisering en kennisoverdracht.

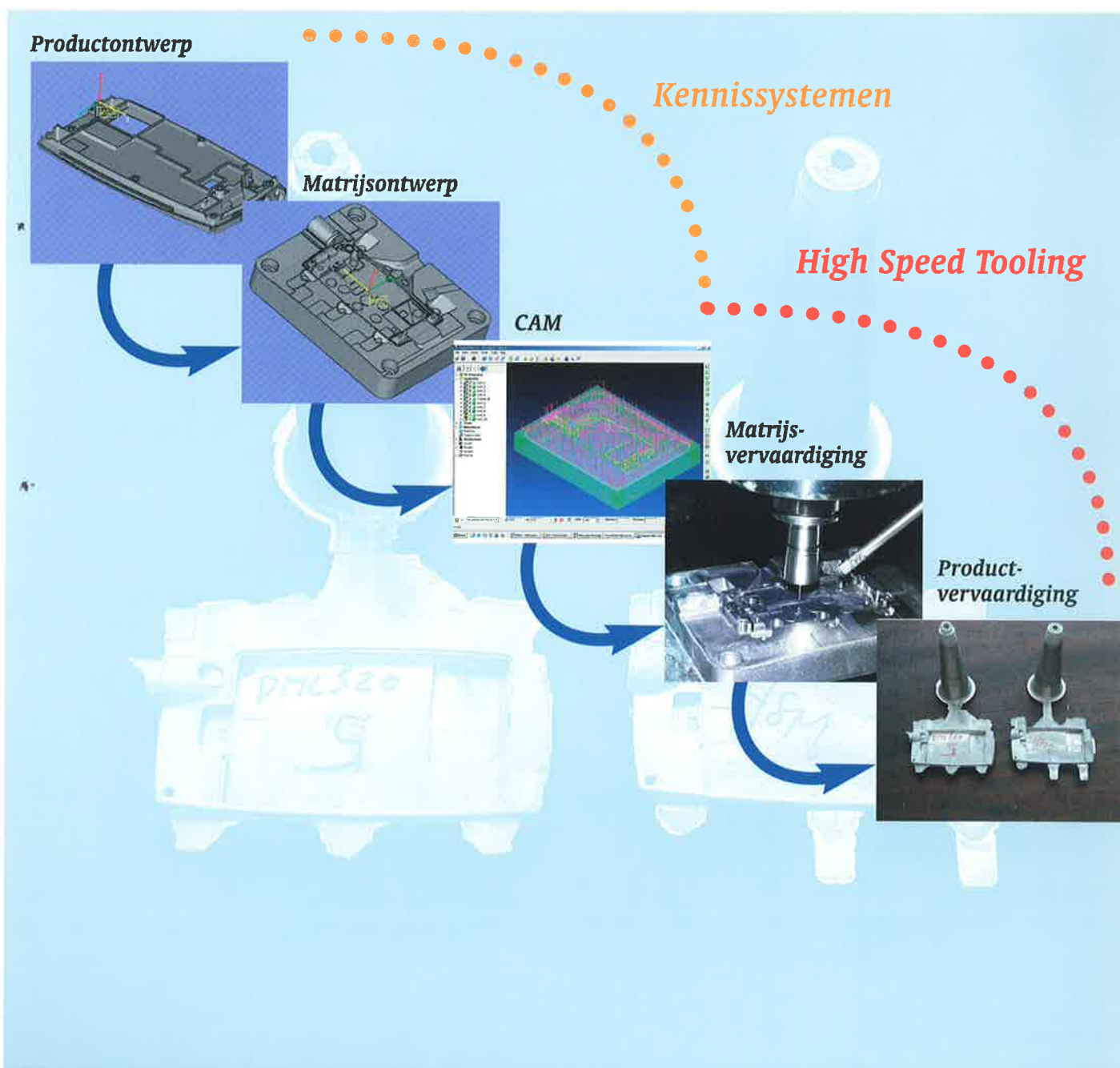
## Kennistoepassing als drijvende kracht

Industriële Prototyping draagt bij aan de concurrentiekracht van het Nederlandse bedrijfsleven door bedrijven zo met kennis toe te rusten dat zij nieuwe en bestaande producten op de meest gunstige wijze kunnen produceren. Deze kennis komt voort uit de TNO-praktijk en uit het bedrijf zelf. De ervaring leert dat de kennis binnen bedrijven over het algemeen versnipperd aanwezig is binnen de hoofden van een beperkt aantal medewerkers. Dit heeft als nadeel dat de kennis niet voor iedereen toegankelijk is, maar ook dat bij het wegvallen van één persoon de doorlooptijd ernstig vertraagd wordt.

Dit maakt een bedrijf erg kwetsbaar. De kennissystemen die Industriële Prototyping ontwikkelt en implementeert ondervangen deze problemen. Kennis is dan voor iedereen op elk moment beschikbaar. De systemen zijn altijd modu-

lair opgebouwd. Dit bevordert een stapsgewijze introductie, waardoor bedrijven in hun eigen tempo en zonder gevaar van de continuïteit hun kennissysteem kunnen opbouwen. Loopt deze 'levensader' eenmaal door het hele bedrijf, dan zal zelfs met de meer traditionele technieken sneller en betrouwbaarder geproduceerd kunnen worden.

De kennissystemen van Industriële Prototyping maken het in de toekomst mogelijk om geheel automatisch bijvoorbeeld een matrijsontwerp te genereren op basis van de CAD-files van het productontwerp en de productieparameters. Op dit moment kunnen al zonder menselijke tussenkomst de voor een matrijs benodigde productvormholtes gerealiseerd worden. Dit verkort de CAM-fase van enkele uren naar enkele minuten!





- vormmodel
- functioneel model
- prototype
- 3D-imaging

*Met vormmodellen is onder andere de draagbaarheid en gebruiksvriendelijkheid van de bodysensor onderzocht. De bodysensor is een systeem dat bestaat uit: enkele sensoren op het lichaam, een unit die tijdelijk data opslaat en on-line informatie weergeeft plus een PC voor definitieve opslag en verdere verwerking en bewerking van de data. Deze data heeft bijvoorbeeld betrekking op de hartslag, bloeddruk en versnellingen.*

## Rapid Prototyping

Wat Rapid Prototyping betreft gaan de ontwikkelingen twee kanten op. Enerzijds is er behoefte aan extreem snelle en extreem goedkope modellen, anderzijds aan hybride prototypes, hoogwaardige modellen die van en/of uit verschillende materialen zijn samengesteld.

In de eerste categorie vallen de **vormmodellen**. Met een vormmodel kunt u al vroeg in het ontwikkelingsproces testen of het idee op de juiste manier is vertaald naar een productontwerp. Met een tastbaar model is dat veel makkelijker te beoordelen dan op basis van een afbeelding op beeldscherm of papier. Zo'n model vergemakkelijkt bovendien de communicatie tussen de verschillende partijen. Tevens wordt het mogelijk om variaties in vormgeving te beoordelen of globaal vast te stellen of de verschillende onderdelen van een apparaat of machine in de ombouw passen en zo ja, of ze op een logische plek zitten. Hoogwaardige modellen die uit verschillende materialen zijn samengesteld, zijn uitermate geschikt als **functioneel model**. Hiermee kunt u de mechanische, elektronische, chemische en thermische eigenschappen van een nieuw product testen.

Ook om het uiteindelijke product in de markt te kunnen testen hebt u een hoogwaardig model, een **prototype** nodig. Dit benadert het uiteindelijke product qua maatgeving en (materiaal)eigenschappen zeer dicht. Het grote verschil is dat u voor het prototype nog geen kapitaal in gereedschappen hoeft te investeren en dus financieel minder risico loopt. Prototypes kunt u ook gebruiken voor een laatste controle op werking, maatnauwkeurigheid en tolerantie. Daarnaast geven ze inzicht in de productie- en assemblage-eigenschappen.

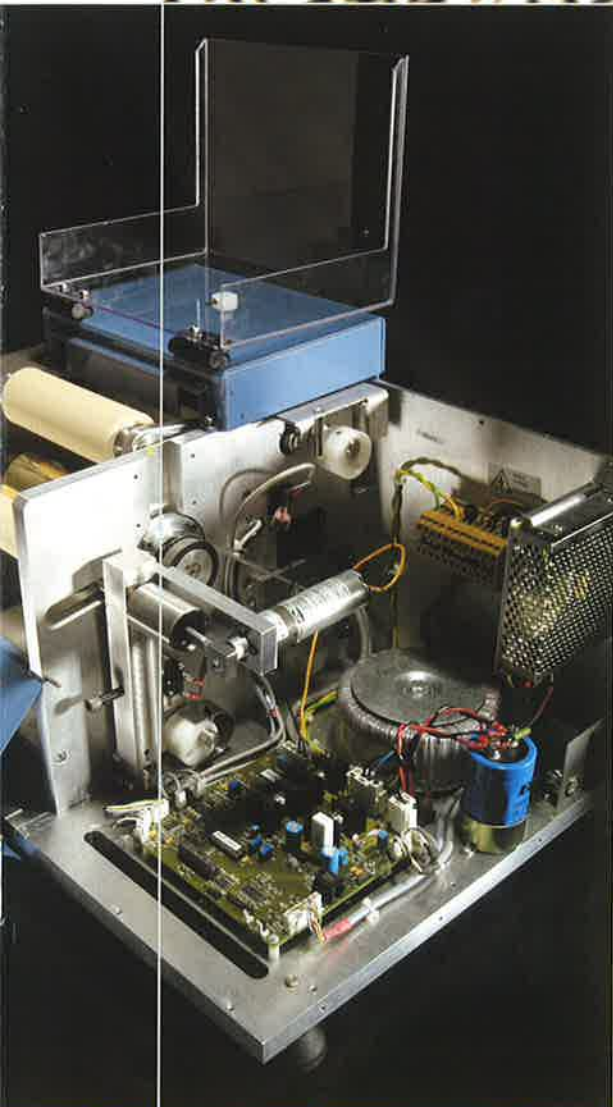
Op basis van de complexiteit en de afmetingen kan TNO Industrie bepalen welke techniek of combinatie van (snelle en traditionele) technieken het meest geschikt is. Voor de meeste technieken is een 3D CAD-file het uitgangspunt. Deze file kan door u worden aangeleverd of voor u worden vervaardigd. Ook is het mogelijk een fysiek product of model te digitaliseren met **3D-imaging** technieken. Er wordt dan een 3D-scan gemaakt met een 3D-puntenwolk als resultaat. Deze kan vervolgens worden omgezet naar voor u bruikbare informatie, denk bijvoorbeeld aan FEA en Virtual Reality.

Daarnaast kan de puntenwolk met het oorspronkelijke 3D CAD-model worden vergeleken. Zo wordt in een oogopslag zichtbaar of uw producten voldoen aan de kwaliteitseisen.

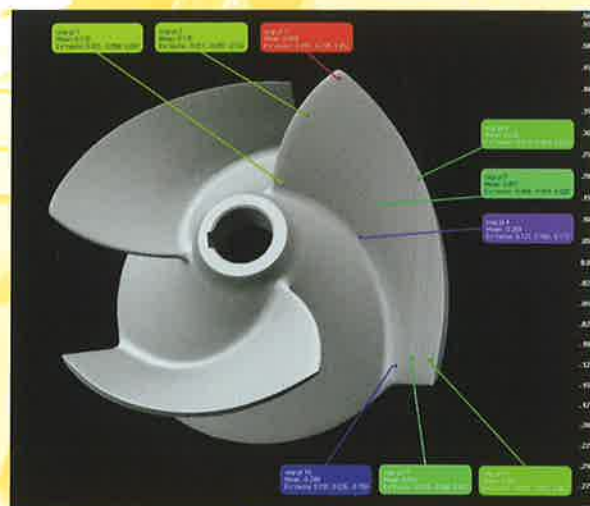




*In deze compacte 'talking barcode scanner' voor blinden en mensen met leesproblemen is een groot aantal technologieën samengebracht. Tijdens het ontwikkelingsproces zijn vormmodellen en een nulserie gemaakt.*



*Dit apparaat kan de kleefkracht van viskeuze vloeistoffen meten. TNO heeft de machine ontwikkeld en er drie geproduceerd om het in de praktijk te testen.*



*De puntenwolk van een gescand product is vergeleken met het oorspronkelijke CAD-model. De punten geven lokale meetwaarden weer.*

*Gekleurde patronen geven het 3D-verloop van de afwijking weer.*





- LMT-tooling
- Conformal Cooling
- High Speed Milling
- Kennissystemen

## Rapid Tooling

Gezien de ontwikkelingen op het gebied van Rapid Manufacturing (zie pagina 10) is het de verwachting dat op termijn alleen (meercomponenten) producten in grote series vervaardigd worden met behulp van gereedschappen. Aan de benodigde gereedschappen worden hoge eisen gesteld qua oppervlaktekwaliteit, vorm- en plaatsnauwkeurigheid en duurzaamheid. Industriële Prototyping heeft al uitgebreide ervaring opgedaan met directe en indirecte rapid **tooling** op basis van LMT-technieken (Layer Manufacturing Technologies). De aandacht gaat nu onder meer uit naar **Conformal Cooling**. Dit kan worden gerealiseerd door additieve technieken toe te passen in combinatie met **High Speed Milling**. Hierbij wordt 3D-imaging gebruikt om de freesnabewerking te sturen. Industriële Prototyping verdiept zich ook in de mogelijkheden van *graded materials*, het lokaal aanbrengen van bepaalde mechanische of fysische eigenschappen door variatie in materiaalgebruik.

Al deze ervaring wordt in **kennissystemen** bij elkaar gebracht om snel van productgeometrie tot productiemiddel te komen.

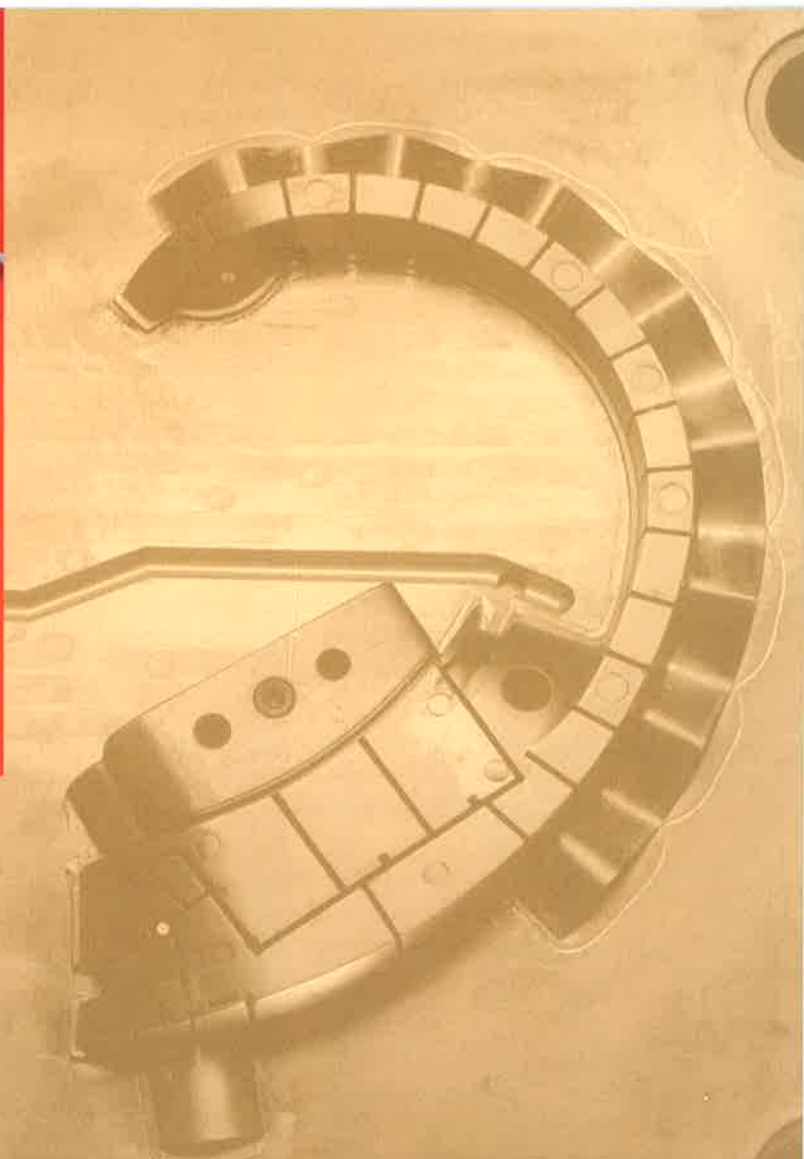


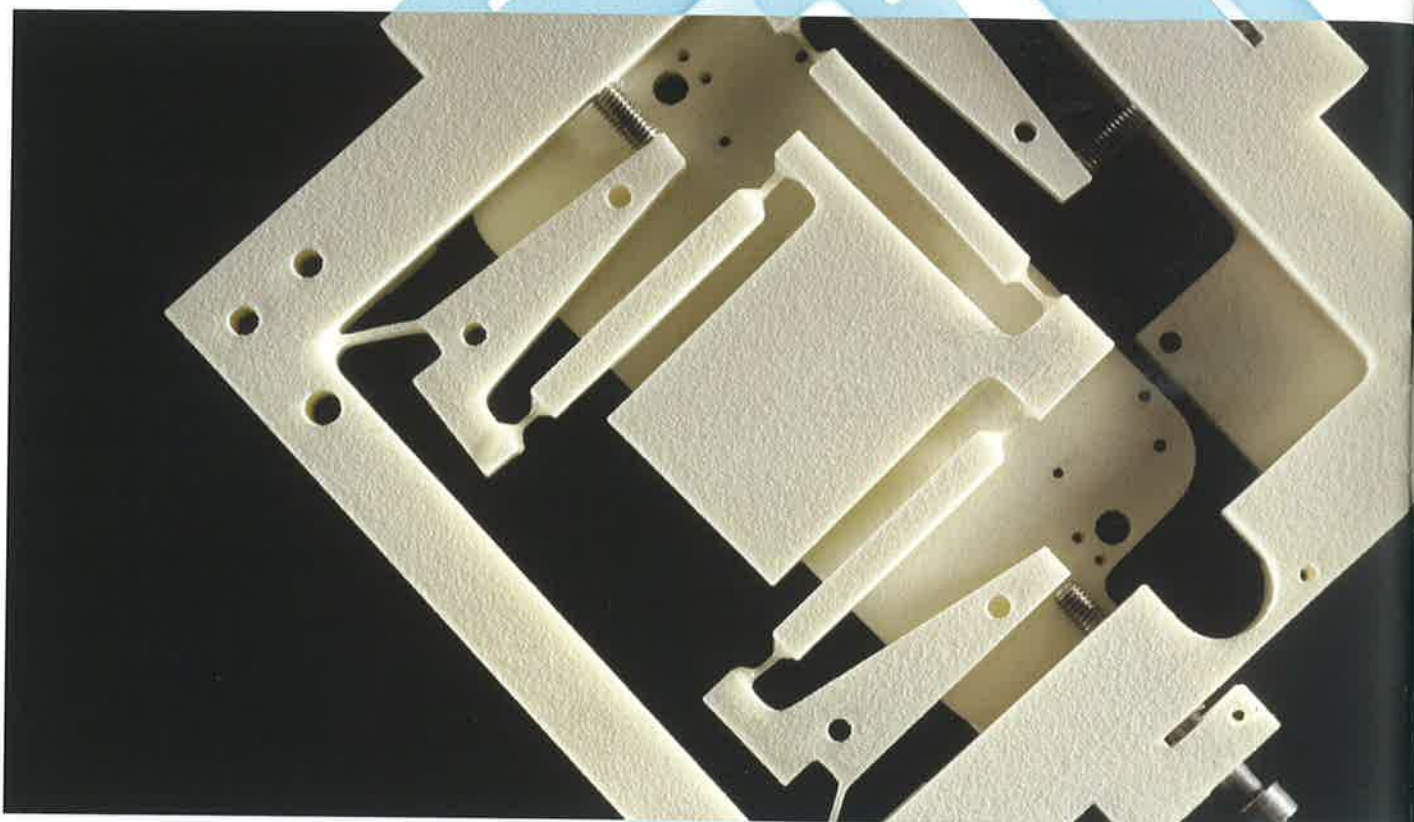


*TNO Industrie ontwikkelde Flashmill, software waarmee op basis van de digitale geometrie van het te vervaardigen werkstuk vrijwel automatisch freesbanen gegenereerd kunnen worden. Qua opzet en structuur is FlashMILL universeel. Dit betekent dat er vele combinaties tussen CAM-pakketten, snijgereedschappen en machines mogelijk zijn. Gebruikers kunnen eenvoudig hun eigen ervaringskenmerken aan de NC-code toevoegen. Dit is vooral relevant bij kritieke elementen, zoals hele diepe en smalle gleuven. Dankzij FlashMILL kan de vakman zijn kennis en ervaring hierop concentreren, omdat zo'n 80 procent van het arbeidsintensieve werk met 'een druk op de knop' kan worden geregeld.*



*Voor Ericsson Mobile Communication onderzoekt TNO Industrie als onafhankelijke partij de mogelijkheden van 13 verschillende technieken om rechtstreeks vanuit het productontwerp een matrijs te vervaardigen voor het hogedrukieten van magnesium frames. Tot nu toe beperkte de kennis zich wereldwijd vrijwel uitsluitend tot het op deze manier vervaardigen van matrijzen voor kunststof producten.*





## Rapid Manufacturing

In sommige gevallen hebt u slechts één enkel of enkele stuks van een product of machine nodig. Maar het kan ook zijn dat u op basis van de individuele klantvraag uw product steeds op onderdelen wilt kunnen aanpassen. Op dit moment kan het zeker voor enkele (complexe) stuks en kleine series (enkele duizenden) interessant zijn om die niet op de traditionele wijze te vervaardigen maar over te stappen op Rapid Manufacturing. Daarbij is het zelfs mogelijk meer functies aan het product mee te geven dan bij traditionele productie.

De ontwikkelingen gaan met rasse schreden voort. Wat gisteren en vandaag nog niet mogelijk is, is dat morgen misschien wel. Industriële Prototyping richt haar onderzoekspijlen vooral op **micro-extrusie** en **3D-printing** (3DP). Deze technieken zijn op termijn zeer geschikt voor Rapid Manufacturing, omdat hiermee producten zeer nauwkeurig uit verschillende materialen vervaardigd kunnen worden.

Het mooie van de nieuwe productietechnieken is, dat zij ontwerpers en engineers vormtechnisch en functioneel meer vrijheid bieden ten opzichte van de traditionele productietechnieken.

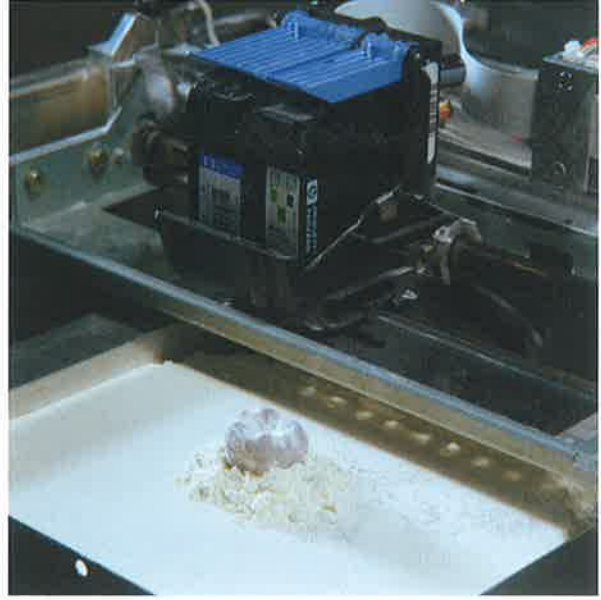
Industriële Prototyping kan u precies vertellen wat op dit moment voor uw eindproduct de beste productiemethode is en wat dit voor mogelijkheden biedt voor uw productontwerp.



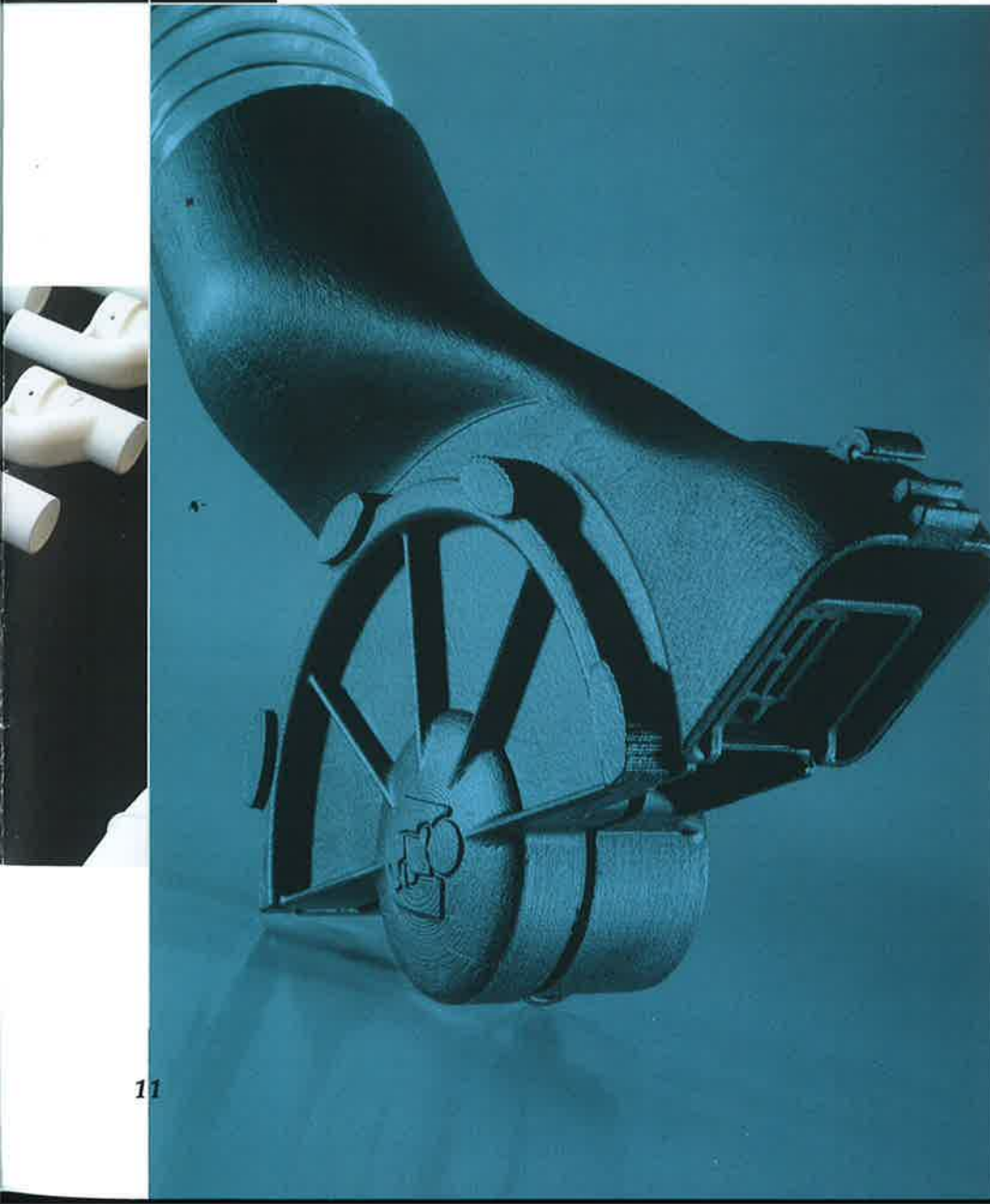
*Met Selective Laser Sintering (SLS) en Fused Deposition Modeling (FDM) zijn functionele onderdelen gemaakt voor diverse handgereedschappen met stofafzuiging.*



*Met Rapid Manufacturing is het mogelijk complexe afstelmechanismen met een groot aantal vrijheidsgraden als één onderdeel te vervaardigen. Dit verkort de doorlooptijd en reduceert de kosten. TNO maakte enkele exemplaren van dit mechanisme direct vanuit 3D CAD.*



*Het maken van tandprotheses is nog steeds een arbeidsintensief traject waarbij verschillende partijen betrokken zijn. Samen met Q-Lab B.V. werkt TNO Industrie aan de ontwikkeling van een methodiek waarbij het mogelijk is om iemand in één sessie van een definitieve tandprothese te voorzien. Twee pijlers voor deze methodiek zijn het kennisysteem en 3D-imaging, het omzetten van informatie van fysieke objecten en omgevingen in digitale modellen.*



- Micro-extrusie
- 3D-printing

## TNO | Kennis voor zaken

TNO Industrie ontwikkelt innovatieve producten en processen, door het uitvoeren van projecten samen met haar opdrachtgevers. Daarbij wordt ontwikkelde kennis op het gebied van productontwikkeling, productieprocessen en materiaaltoepassingen vertaald naar praktische oplossingen. Dit maakt TNO Industrie voor de gehele industrie tot een aantrekkelijke partner in ontwikkeling.

### **TNO Industrie**

Afdeling Industriële Prototyping

T 040 265 06 27

040 265 04 13

F 040 265 07 69

E [n.dijkshoorn@ind.tno.nl](mailto:n.dijkshoorn@ind.tno.nl)

[j.dekievit@ind.tno.nl](mailto:j.dekievit@ind.tno.nl)

#### *Bezoekadres*

De Rondon 1

5612 AP Eindhoven

#### *Postadres*

Postbus 6235

5600 HE Eindhoven

[www.ind.tno.nl](http://www.ind.tno.nl)

