

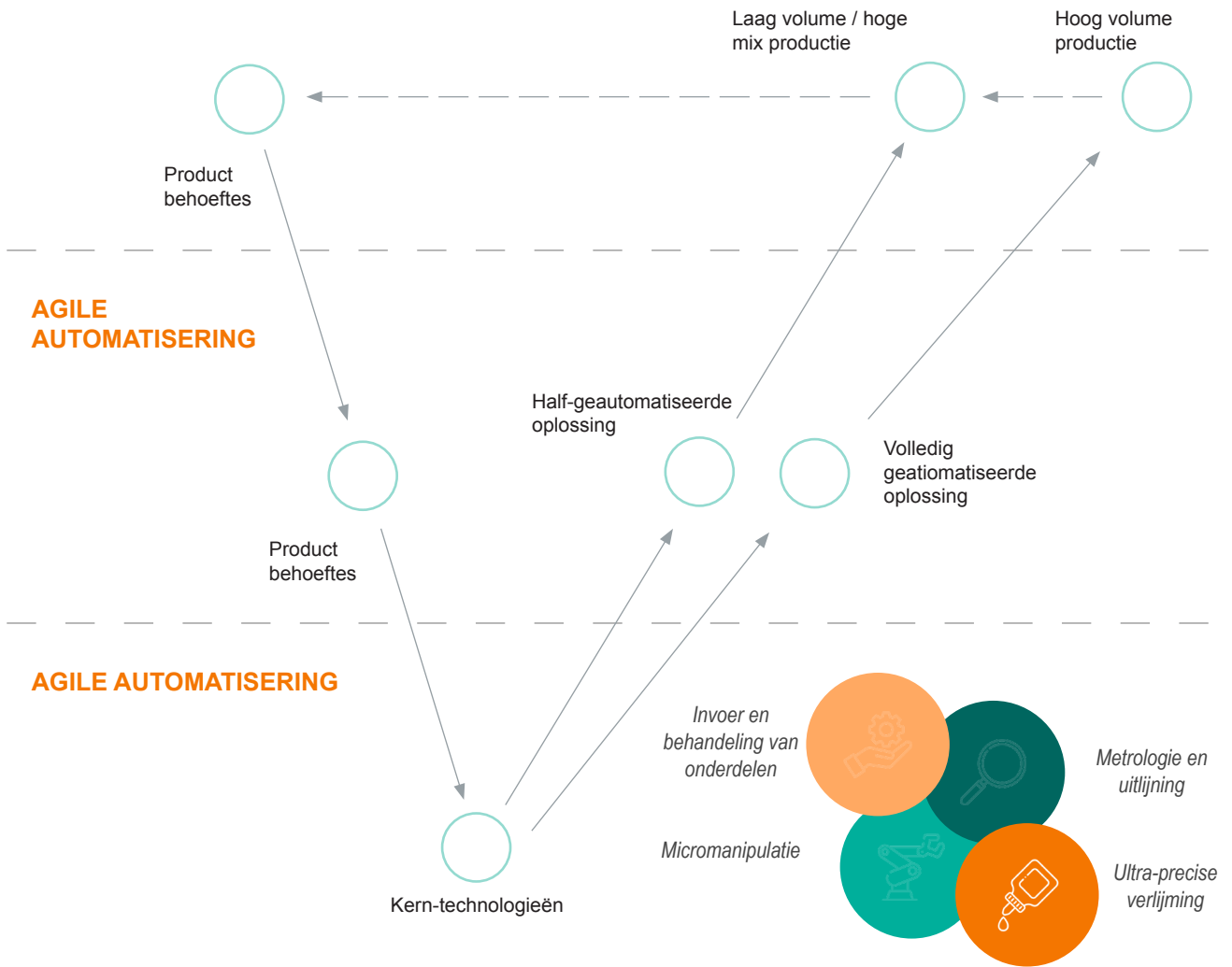
UNIVERSITY
OF TWENTE.

FRAUNHOFER
INNOVATION PLATFORM
FOR ADVANCED MANUFACTURING

AGILE OPLOSSINGEN

VOOR GEAUTOMATISEERDE PRECISIEASSEMBLAGE

**TOEPASSING EN UITDAGINGEN
VOOR DE INDUSTRIE**



INHOUD

PRECISIEASSEMBLAGE

Uitdagingen in de industrie	4
Van snel passief naar nauwkeurig actief uitlijnen	7

TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

Overzicht	9
Invoer en behandeling van onderdelen	11
Metrologie en uitlijning	13
Micromanipulatie	15
Ultra-precisieverlijming	17

ONZE AANPAK – AGILE AUTOMATISERING

Flexibel platform voor precisieassemblage	18
Modulaire projectarchitectuur	19

CASESTUDY'S

Geautomatiseerde FAC-assemblage	23
Geautomatiseerde DOE-assemblage	25
Geautomatiseerde vezel-array-assemblage	27
Geautomatiseerde LIDAR-assemblage	29

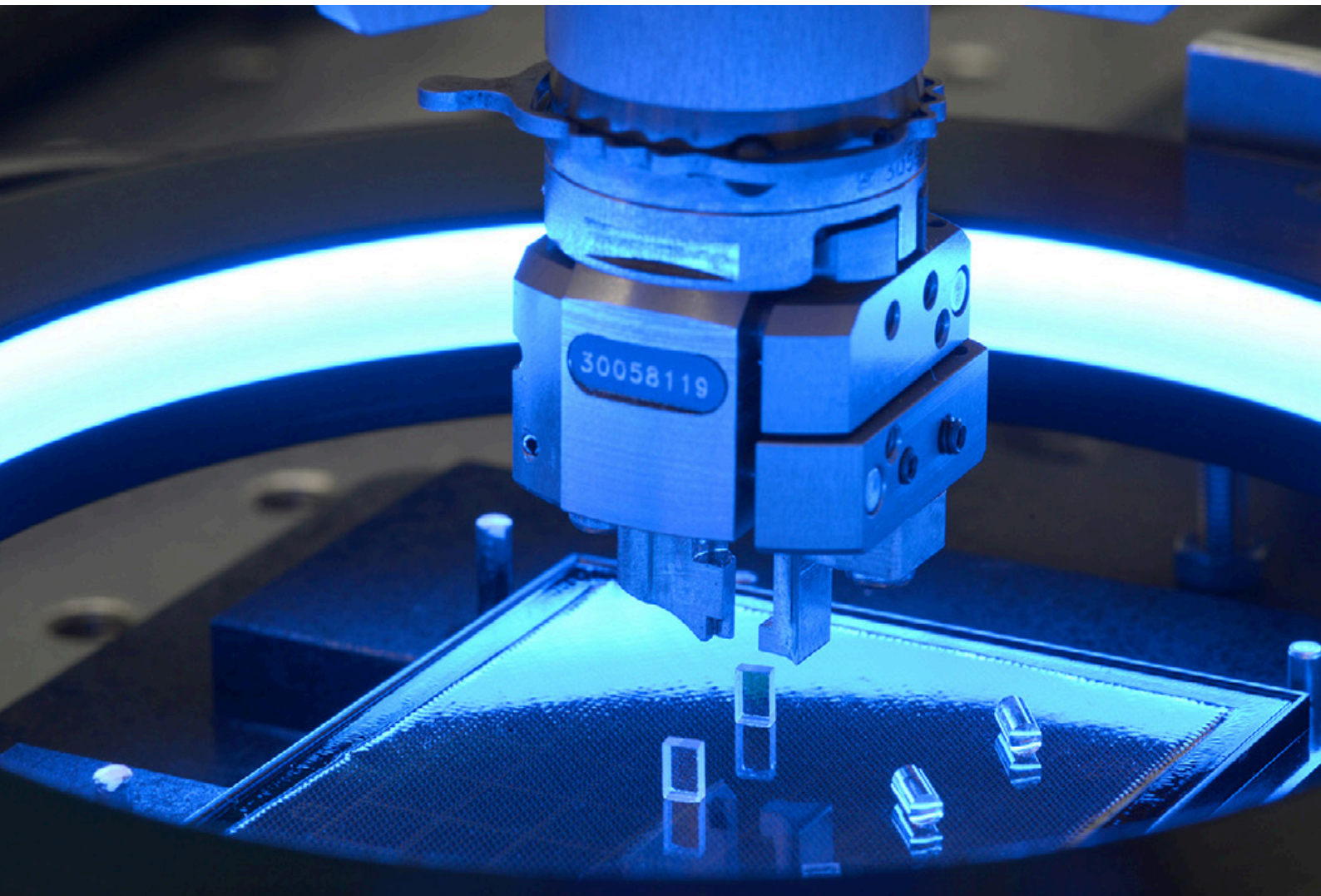
OVER ONS

PRECISIEASSEMBLAGE

UITDAGINGEN IN DE INDUSTRIE

De ontwikkeling en introductie van nieuwe producten waarbij precisieassemblageprocessen een belangrijke rol spelen stelt bedrijven vaak voor grote uitdagingen. De ontwikkeling van nieuwe productprocessen gaat hand in hand met grote risico's, is tijdrovend en vraagt om uitgebreide expertise op verschillende gebieden. Het voortdurend verkleinen van componenten en systemen, alsook de almaar kleiner

wordende toleranties – die ervoor moeten zorgen dat systemen steeds optimaler werken – zorgen voor veel vraag naar robuuste en geavanceerde oplossingen en alternatieven voor assemblage en verpakkingen. Met name voor optische systemen geldt dat naast de mechanische pasvorm van de onderdelen vooral ook hun optische functie moet worden geoptimaliseerd.

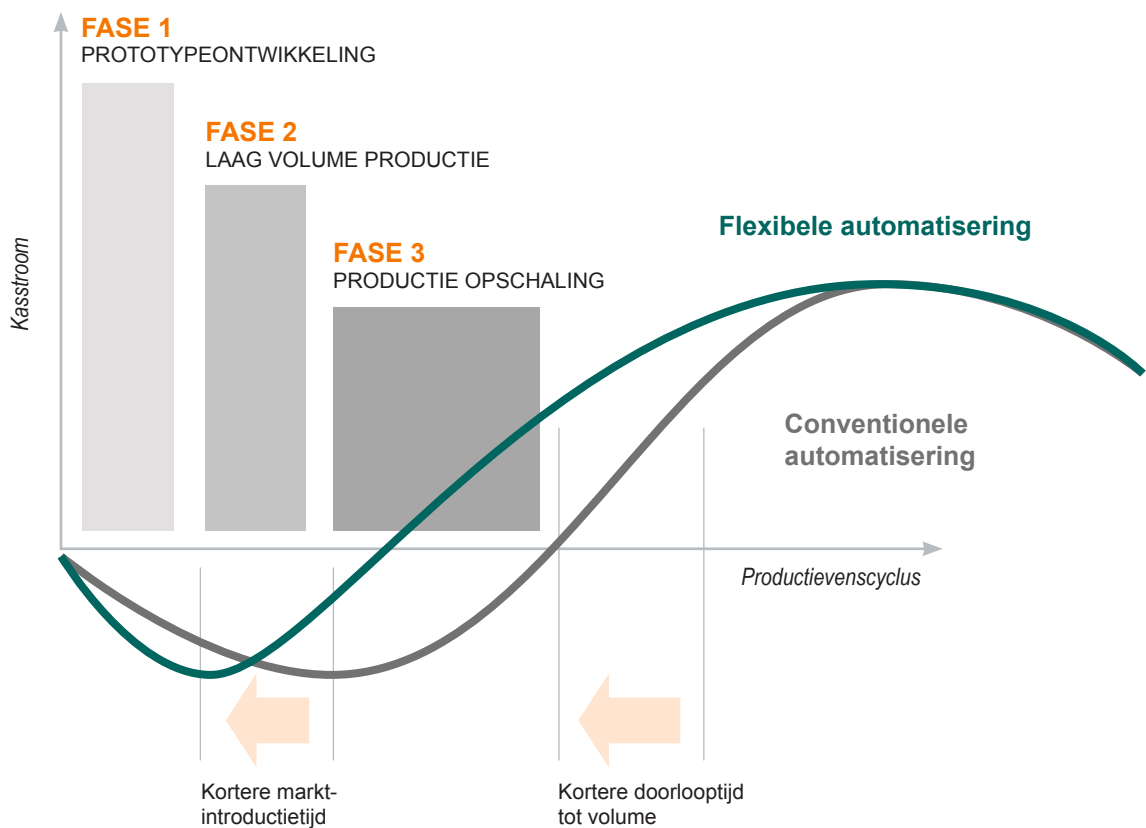


Doorgaans zijn de ontwikkeling van een product en de ontwikkeling van de productieapparatuur nauw met elkaar verbonden. Omdat er vaak sprake is van tijdsdruk, lopen beide processen idealiter parallel. Vanuit economisch perspectief is de aanschaf van dure nieuwe verpakking- en assemblageapparatuur die uitbreiding van de productie moet aankunnen een riskante onderneming. Dit kan een struikelblok vormen voor innovatieve producten of de automatisering van bestaande productie.





Wij houden ons hier al vele jaren mee bezig. Samen met onze industriële partners hebben we een oplossing uitgewerkt en geoptimaliseerd die vraagstukken als deze kunnen beantwoorden.

— Een modulaire projectarchitectuur op basis van een flexibel machineplatform die agile automatisering van precisieassemblageprocessen mogelijk maakt —

In deze brochure geven we een overzicht van onze oplossingen en diensten. Na een algemene introductie over geautomatiseerde precisieassemblage presenteren we ons flexibele machineplatform en onze agile projectarchitectuur. Met een aantal casestudy's willen we u in staat stellen om in te schatten in hoeverre onze oplossingen en diensten aansluiten bij uw producten.



PRECISIEBEPERKINGEN AFHANKELIJK VAN ASSEMBLAGETECHNOLOGIE

POSITIONERING DOOR ACTUATOR NAUWKEURIGHEID	POSITIONERING DOOR MECHANISCHE EINDSTOPS	UITLIJNING DOOR GEOMETRISCHE KENMERKEN	UITLIJNING DOOR GEOMETRISCHE KENMERKEN	
Presentatie Precisie				 Invoer en behandeling van onderdelen
Grijp Precisie				
	Nauwkeurigheid Onderdeel	Nauwkeurigheid Onderdeel		 Metrologie en uitlijning
	Nauwkeurigheid Eindstop	Nauwkeurigheid Meetsystem	Nauwkeurigheid Meetsystem	
Nauwkeurigheid Positioneren		Nauwkeurigheid Positioneren	Nauwkeurigheid Positioneren	 Micromanipulatie
Reproduceerbaarheid Hechting	Reproduceerbaarheid Hechting	Reproduceerbaarheid Hechting	Reproduceerbaarheid Hechting	 Ultra-precise verlijming
Som van fouten				

Referentie: Beckert 2005, Ebene Keramiksubstrate und neue Montagetechnologien zum Aufbau hybrid-optischer Systeme

PRECISIEASSEMBLAGE

VAN SNEL PASSIEF NAAR NAUWKEURIG ACTIEF UITLIJNEN

De productie van moderne, sterk geïntegreerde en geminiaturiseerde producten vraagt om assemblageprocessen en -technologieën die verder gaan dan de klassieke aanpak van macroscopische assemblage. Deze zeer nauwkeurige processen en technologieën vormen een volledig afzonderlijke tak van de productietechnologie: precisieassemblage.

In elk assemblageproces wordt de haalbare nauwkeurigheid aangegeven door de totale som van de bewerkingsfouten. In het geval van een 'blind' pick-and-place-proces is de som van alle fouten in vergelijking met andere processen maximaal. Met behulp van mechanische eindstops kunnen deze fouten worden gecompenseerd. Echter, daardoor kunnen nieuwe foutmarges ontstaan, als gevolg van de toleranties van de eindstops zelf. Om de vereiste toleranties bij hoge-precisieassemblage te bereiken, wordt gebruik gemaakt van uitlijnprocessen met een gesloten circuit, waarbij de actuele situatie van de componenten continu wordt vastgelegd en geanalyseerd.

In een passief uitlijnproces worden de relatieve positie en oriëntatie van twee componenten geanalyseerd en aangepast. Meestal worden voor deze uitlijningen afstandssensoren gebruikt, zoals confocale, interferometrische of lasersensoren. In flexibele assemblagesystemen wordt gebruik gemaakt van beeldsensoren, zoals camera's. Met behulp van digitale beeldverwerking worden componentfuncties zoals randen, hoeken of krommingen uit de vastgelegde beelden naar voren gehaald.

De nauwkeurigheid van passieve uitlijning wordt beïnvloed door de belichting van het werkveld en het uiterlijk van de componenten. Het is dan ook belangrijk om bij precisieassemblage eerst een productbeoordeling uit te voeren voordat er een geautomatiseerd productieproces wordt doorgevoerd. Met passieve uitlijnprocessen kan er op submicronniveau nauwkeurig worden gewerkt. Maar zelfs als de componenten met deze precisie worden gepositioneerd, blijft er altijd nog een foutmarge over die niet kan worden gecompenseerd: de toleranties van de componenten zelf. Om deze laatste overgebleven fout tot een minimum te beperken, worden actieve uitlijnprocessen gebruikt.

In een actief uitlijnproces wordt de functie van het gehele systeem continu vastgelegd en gebruikt als feedback voor positionering met een gesloten circuit. Dit betekent dat het volledige systeem op toepassingsgerelateerde wijze wordt bediend wanneer de uitlijning wordt uitgevoerd. In het voorbeeld van assemblage met behulp van laseren wordt tijdens de assemblage een optische component uitgelijnd in de straling van de actieve laserbron. In dat geval wordt de werking van het gehele systeem op een bepaalde positie in het optische pad geanalyseerd aan de hand van het straalprofiel of het golffront. Voor de analyse van de werking van het systeem, zoals beschreven in het voorbeeld, is een speciale meetopstelling nodig. Deze opstelling bepaalt de gevoeligheid van de meting en dus de precisie die met de actieve uitlijning kan worden bereikt.

GEAUTOMATISEERDE PRECISIEASSEMBLAGE

**INVOER EN BEHANDELING
VAN ONDERDELEN**



**METROLOGIE EN
UITLIJNING**



MICROMANIPULATIE



ULTRA-PRECISIEVERLIJMING



TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

OVERZICHT

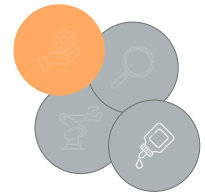
Voor het ontwikkelen van een robuust, geautomatiseerd assemblageproces moet vanuit de volledige procesketen worden gedacht. Elke stap in deze keten kan van invloed zijn op de volgende stappen en stelt eisen aan de voorafgaande stappen. Als bijvoorbeeld de invoer van onderdelen met verminderde precisie wordt uitgevoerd, dan moet de onnauwkeurigheid die daardoor na het grijpen ontstaat worden gecompenseerd door het volgende uitlijnproces of door de positie van de componenten op de drager vast te leggen voordat ze worden opgepakt. Om te voorkomen dat deze extra processtappen moeten worden uitgevoerd, moet de nauwkeurigheid van de onderdeleninvoer worden verhoogd. Dat kan door het toepassen van componentdragers voorzien van exact aangebrachte holtes die precies aansluiten bij de machine. Het aanbieden van een dergelijke nauwkeurige invoer is echter niet goedkoop. Doordat het productieproces van deze dragers uiterste precisie vereist, zijn ze doorgaans behoorlijk prijzig.

In de procesketen hebben verschillende technologische functies invloed op het product. Deze functies worden gerealiseerd door technologische bouwstenen, zoals technische apparatuur of software. Het kiezen en ontwikkelen van de juiste technologische bouwstenen is een basisvoorwaarde voor succes en zal altijd een afweging vergen tussen procestijd, flexibiliteit en kosten. Vanuit onze visie op precisieassemblage classificeren we de diverse technologische bouwstenen als volgt:

- » invoer en behandeling van onderdelen
- » metrologie en uitlijning
- » micromanipulatie
- » ultra-precisieverlijming

In de volgende hoofdstukken gaan we dieper in op deze technologische bouwstenen. We geven uitleg en wijzen op de uitdagingen die implementatie met zich meebrengt.


```
self._pipeline(self) -> detector_pipeline.  
self._config.detector_pipeline  
move_rel(self):  
return self._config.move_rel  
run(self):  
self.logger.log(LogLevel.MESSAGE, 'Scanfor  
steps = int(self.recipe.dist_signal  
for i in range(steps):  
self._detector_result, -  
self.logger.log(LogLevel.  
if self._detector_res  
return  
self.move_rel.run  
self.log()
```

TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

INVOER EN BEHANDELING VAN ONDERDELEN

Bij assemblage-automatisering speelt de juiste verwerking een centrale rol. Deze is van grote invloed op bepaalde essentiële productiefactoren, zoals de autonome productietijd, cyclustijd en opbrengst. Cruciale aspecten die spelen binnen het overbrengingsproces van een onderdeel, zijn het opslagsysteem en de grijphandeling. In sommige gevallen kan ook de plaatsing van onderdelen een uitdaging vormen.

Bij de overbrenging van onderdelen moeten niveaus worden onderscheiden. In de eerste plaats moeten de onderdelen worden overgebracht van de productie- of inspectieruimte naar de assemblageruimte (overbrenging tussen machines). Dat kan zelfs betekenen dat transport of verzending van de onderdelen tussen verschillende productielocaties nodig is. Ten tweede moeten onderdelen worden overgebracht tussen werkstations binnen een productiecel of -lijn (overbrenging binnen een machine). Er dient ook onderscheid te worden gemaakt tussen de multipliciteit (overbrenging van één stuk of van een batch) en de toestand van orde (geordend, chaotisch of iets daar tussenin). Voor de overbrenging van onderdelen tussen machines moeten magazijnconcepten worden geanalyseerd. De overbrenging van één enkel onderdeel tussen machines wordt vaak als niet rendabel beschouwd. In de meeste gevallen zijn batch-invoerprocessen van onderdelen voor optica en elektronica gebaseerd op vormvaste wafeltrays of zelfklevende Gel-Pak®, blistertapes of plakband en wafers. Voor de overbrenging van afzonderlijke onderdelen binnen een machine bestaan er twee belangrijke conceptuele methoden. In het ene geval bewegen onderdelen op een

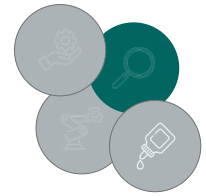
werkstukdrager door de productielijn. In het andere geval kunnen afzonderlijke onderdelen worden gegrepen met een grijper. In het geval van werkstukdragers wordt aanbevolen om een commerciële oplossing te integreren en de toepassing aan te passen aan de corresponderende vormfactor.

Bij de assemblage van micro-onderdelen of optica gelden er vanwege de aard van de onderdelen en de bijbehorende uitlijn- en verlijmingsprocessen extra vereisten en zijn er extra uitdagingen. De belangrijkste aspecten hierbij zijn kleine grijpvlakken, gevoelige oppervlakken en complexe vormen. Deze beïnvloeden de ontwerpcriteria voor magazijnen en grijpers wat betreft vorm, materiaal en functie. In het geval van elektronicaonderdelen moet rekening worden gehouden met effecten als elektrostatische ontladingen (ESD).

ONZE COMPETENTIES

Samen met onze partners op het gebied van systeemintegratie, zoals AIXEMTEC GmbH, leveren wij diensten en oplossingen op het gebied van invoer en verwerking van micro-onderdelen en optica, waarbij sterk rekening wordt gehouden met de bovengenoemde aspecten en criteria. Dat geldt voor alles: van onderdelendrager (bijv. wafeltray) en ontwerp/productie van grijpers, tot en met het opstellen van een concept voor de volledige verwerking en oplossingen voor de invoer van onderdelen en de implementatie ervan. De toegevoegde waarde voor onze klanten bestaat onder meer uit onze diepgaande kennis met betrekking tot de uitdagingen die voortvloeien uit de assemblage van micro-onderdelen of optica en de jarenlange ervaring die wij op dit gebied hebben.





TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

METROLOGIE EN UITLIJNING

Uitlijning is de kritieke laatste stap in een assemblageproces voordat de componenten met elkaar worden verlijmd. Afhankelijk van de vereiste toleranties worden voor deze processtap verschillende strategieën gebruikt. Bij precisieassemblage is passieve of zelfs actieve uitlijning een veel voorkomende keuze. In de meeste gevallen zijn speciale, op maat gemaakte meetopstellingen nodig om dergelijke processen te kunnen realiseren.

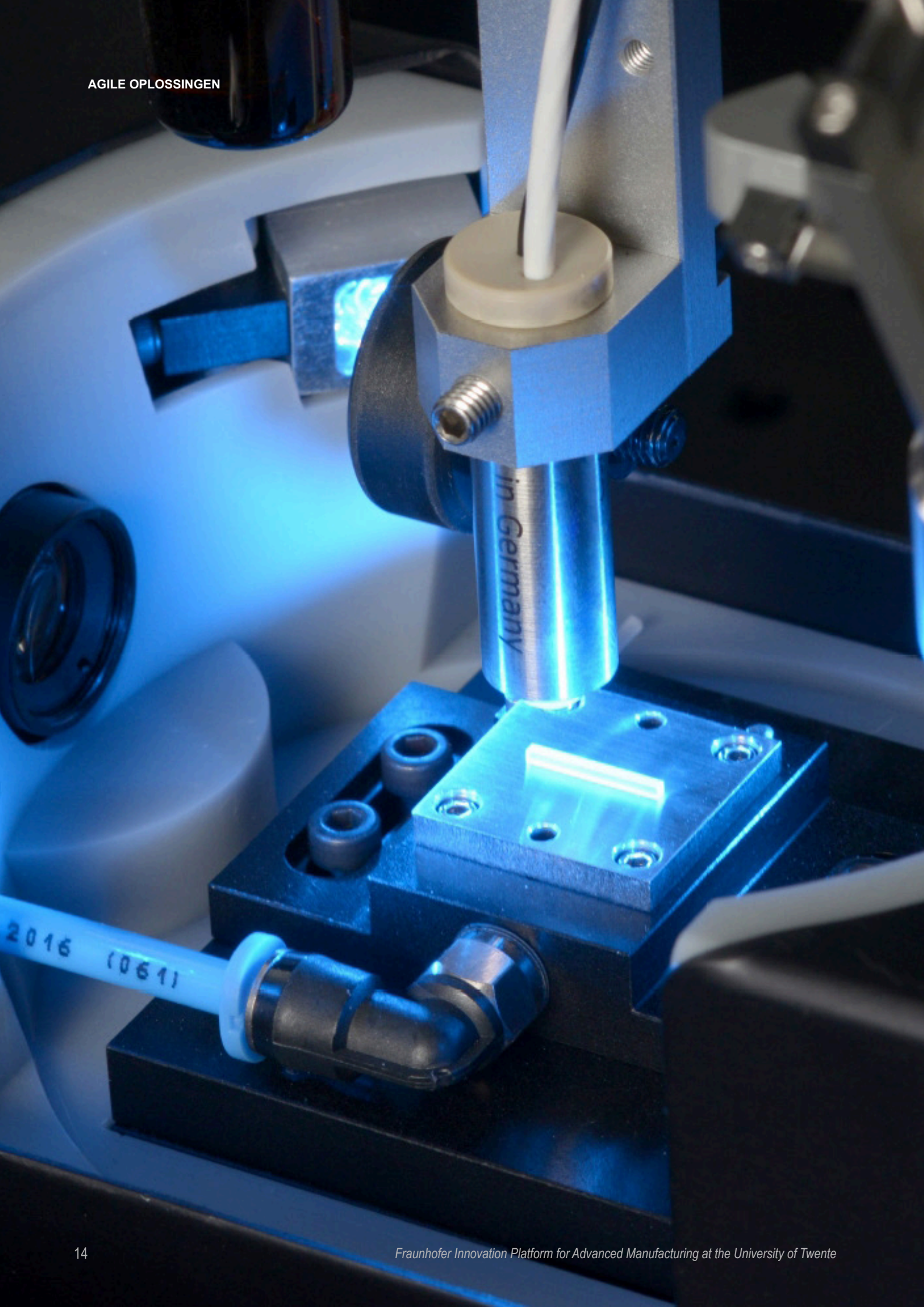
Voor een passief uitlijnproces op basis van beelden worden camera's gebruikt die de relatieve positie van de componenten registreren. Voor het correct meten van afstanden en hoeken zijn deze camera's uitgerust met een telecentrische lens of met een standaardlens die digitaal wordt gecorrigeerd. Relevante componentfuncties binnen het beeld, zoals randen of hoeken, worden via beeldverwerking uit de vastgelegde beelden gehaald. De meetnauwkeurigheid of de signaal-ruisverhouding is vooral afhankelijk van de verlichting van het werkgebied. Bovendien vergemakkelijkt een goede verlichting de beeldverwerking. Bij het creëren van een meetopstelling voor passieve uitlijning is de mogelijkheid om de juiste richting, kleur en vorm van de lichtbundel te kunnen selecteren dus een van de belangrijkste uitgangspunten.

In een actief of functiegericht uitlijningsproces wordt de functie van het gehele systeem continu geanalyseerd. Dit betekent dat het gehele systeem tijdens de uitlijning op een toepassingsgerelateerde manier wordt bediend. Voor het analyseren van de systeemprestaties is een speciale, op maat gemaakte meetopstelling nodig. Deze

opstelling bepaalt de gevoeligheid van de meting en dus de precisie die met de actieve uitlijning kan worden bereikt. De algoritmen die worden gebruikt voor actieve uitlijningen kunnen wel of niet op modellen zijn gebaseerd. De op modellen gebaseerde uitlijningsalgoritmen met lineaire aansturing zijn robuust en kunnen in slechts enkele seconden nauwkeurige uitlijningen uitvoeren. Voor niet-modelgebaseerde benaderingen worden methoden voor klassieke multidimensionale optimalisatie toegepast, zoals de daalgradiënt. Op dit moment wordt in de productie vaak gebruik gemaakt van een brute-krachtaanpak. Omdat deze methode een hele reeks posities en oriëntaties scant en analyseert, is de procestijd onnodig lang en biedt het nog enorm veel mogelijkheden voor optimalisatie.

ONZE COMPETENTIES

Onze kerncompetentie behelst sensorgestuurde passieve en actieve uitlijnprocessen voor precisieassemblage. We hebben veel passieve en actieve uitlijnprocessen op basis van beelden geïmplementeerd en geoptimaliseerd, inclusief de benodigde apparatuur en meetopstellingen. Onze diensten variëren van haalbaarheidsstudies en systeemanalyses – die we uitvoeren met door onszelf ontwikkelde tools – tot het ontwerp en de integratie van kant-en-klare machinemodules voor metrologie, bestaande uit geavanceerde verwerkingsalgoritmen. Profiteer van onze uitgebreide knowhow en upgrade uw apparatuur met behulp van onze metrologie- en uitlijningsoplossingen.





TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

MICROMANIPULATIE

Micromanipulatie van componenten is een van de basistaken in micro-assemblageprocessen. De toenemende mate van automatisering die we zien bij de assemblage van steeds kleinere optische systemen vereist vaak dat er zeer nauwkeurige uitlijningsinstrumenten – zogenaamde micromanipulators – worden gebruikt voor het uitlijnen van de componenten. Om aan deze eisen te voldoen, hebben we een zeer nauwkeurige en flexibele micromanipulator ontwikkeld.

De Commander6 micromanipulator (C6) is het belangrijkste onderdeel van de meeste van onze geautomatiseerde micro-assemblageprocessen. Met zijn zes vrijheidsgraden bestrijkt de compacte C6 grote verplaatsingsgebieden, gecombineerd met een zeer hoge resolutie en herhalingsnauwkeurigheid. De kinematica van de C6-manipulator bestaat uit een parallelle structuur en is volledig gebaseerd op buiging in vaste toestand. Als actuatoren worden piëzostappenmotoren gebruikt die een extreem hoge bewegingsresolutie van enkele nanometers combineren met relatief grote slagbereiken. Als gevolg van deze opstelling wordt de hele structuur van de Commander6 elastisch vervormd wanneer de piëzoactuators bewegen. Dit maakt het mogelijk om de kleinste stappen verliesvrij over te brengen naar de eindeffector en ongewenste effecten zoals terugslag of hysteresis te voorkomen.

De C6 is het resultaat van een gezamenlijk project met het Fraunhofer Instituut voor Lasertechnologie ILT, waarin verschillende aspecten van geautomatiseerde lasermontage werden onderzocht. De C6, die in zijn

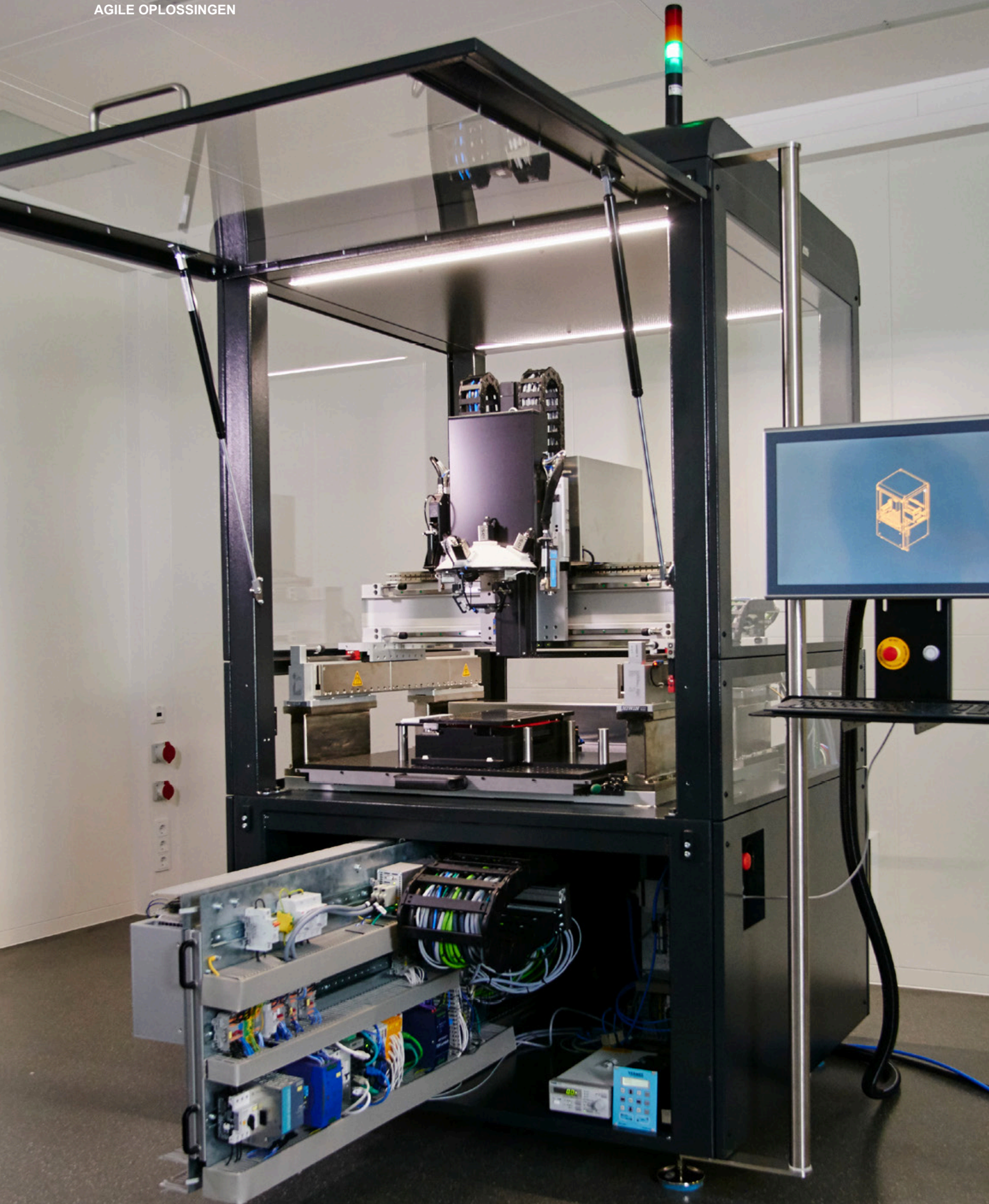
standaardvorm de meeste uitlijningstaken omvat, is niet het belangrijkste resultaat van dit project. Dat is in de eerste plaats het geheel aan wiskundige ontwerpregels die ons in staat stellen de basisstructuur van de C6 toe te passen om verschillende uitlijnproblemen op te lossen. Voor LIDAR- of DOE-assemblage is de C6 ontworpen in een speciale koepelopstelling, zodat hij via meetsystemen straling met een grote openingshoek op kan vangen, teneinde een geautomatiseerde actieve uitlijning uit te voeren.

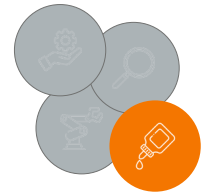
Technische gegevens van de Commander6 micromanipulator:

- » Zes vrijheidsgraden
- » Compacte vormgeving (<math><100 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3</math>)
- » Groot verplaatsingsbereik (> $\pm 3 \text{ mm}$)
- » Zeer kleine stappen, hoge bewegingsresolutie (gesloten circuit <math><50 \text{ nm}</math>, <math><5 \mu\text{rad}</math>)
- » Zeer hoge herhalingsnauwkeurigheid (<math><0,3 \mu\text{m}</math>)

ONZE COMPETENTIES

Vanwege zijn stijve structuur en precisie is de Commander6 de ideale micromanipulator voor uitlijnprocessen met een gesloten circuit. Wij kunnen de C6 aanpassen en uitbreiden met grijpers en UV-uithardingseenheden om aan vrijwel alle vereisten met betrekking tot montage-ruimte, werkruimte, vermogen en prestaties te voldoen, zodat we onze klanten een goed geïntegreerd, veelzijdig assemblagegereedschap kunnen bieden.





TECHNOLOGISCHE BOUWSTENEN

ULTRA-PRECISIEVERLIJMING

Micromanipulatie en meettechnieken zorgen voor een zeer accurate positionering van de kleinste componenten en optica. De toleranties hiervan liggen binnen enkele nanometers. De mogelijkheid om dit in industriële en geautomatiseerde productie van precisiesystemen te herhalen wordt echter beperkt door het verlijmsproces. Bij geautomatiseerde assemblage van micro-onderdelen is het voor de kwaliteit van reproduceerbare verlijmsprocessen essentieel dat het hechtmiddel controleerbaar gedoseerd wordt.

Naast nauwkeurig doseren en positioneren is uitharding een van de belangrijkste factoren in het maken van reproduceerbare verbindingen met UV-hardende lijmen. Verschillende lijmfabrikanten gebruiken verschillende meetmethoden om de krimp van de lijm te bepalen. Dat maakt het onmogelijk om de krimp van diverse lijmen te vergelijken op basis van de door de fabrikanten verstrekte gegevens.

Als componenten worden bevestigd door middel van solderen, wordt de verbinding thermisch belast. Na afkoeling zal dit leiden tot mechanische vervormingen. Een klassiek voorbeeld hiervan is de zogenoemde 'smile' van een diodelaserbalk met een hoog vermogen. Om de onzekerheden van het verlijmsproces te reduceren worden in de praktijk verschillende strategieën gebruikt. Door vóór het verlijmen gecontroleerde uitlijnfouten toe te passen, kan rekening worden gehouden met het krimpeffect, zodat de componenten na het verlijmen de gewenste posities innemen.

ONZE COMPETENTIES

We hebben verregaande expertise opgedaan in het lijmp proces door onze deelname aan talrijke projecten op het gebied van prototype-assemblage en assemblageprocessen over de gehele productieketen. Wij passen deze kennis toe om de eigenschappen van de lijmen te controleren en robuuste lijmp processen te ontwikkelen voor een geautomatiseerde precisieassemblage.

Om ervoor te zorgen dat de lijm met uiterste precisie wordt aangebracht, hebben we een karakteriserings- en kalibratiestation ontwikkeld, dat in bestaande apparatuur kan worden geïntegreerd om het volume van de afzonderlijke druppels lijm te bepalen op het moment dat deze vallen. Daarbij kan gewerkt worden met een minimaal druppelvolumen van slechts een paar picoliter. Daarnaast kan de positie van de dispenser worden bepaald met een nauwkeurigheid van slechts enkele micrometers. Dat biedt de mogelijkheid om de juiste hoeveelheid lijm op precies het juiste punt aan te brengen.

Naast het ontwikkelen van concrete oplossingen voeren wij een eigen karakterisering van de beschikbare lijmen uit. We meten de krimp van de lijm bij lineaire en volumetrische bewerkingen, registreren de metingen in een interne database en vergelijken ze met elkaar. Ook zijn we in staat om de krimpkinetica in de tijd te meten en minimale uithardingstijden te analyseren door het krimpgedrag met verschillende uithardingsparameters te karakteriseren. Onze hechtingskarakterisering stelt ons in staat om voor elke toepassing de meest geschikte lijm te bepalen. We zijn graag bereid om een monster van uw lijm middel te meten. Kennis over het gedrag van het gebruikte materiaal maakt immers een geautomatiseerde assemblage met de hoogste precisie mogelijk.



ONZE AANPAK — AGILE AUTOMATISERING

FLEXIBEL PLATFORM VOOR PRECISIEASSEMBLAGE

Het bouwen van een aangepaste werktuigmachine betekent niet dat het wiel opnieuw moet worden uitgevonden. De kostenefficiënte micro- en hoge-precisieassemblage van kleine en middelgrote partijen, of zelfs afzonderlijke prototypes, vereist echter wel flexibele assemblageoplossingen. Daarom hebben we een systeembouwpakket ontwikkeld voor regelmatig terugkerende uitdagingen bij geavanceerde assemblagetehnologie. Dit pakket bestaat uit een modulaire machineopstelling en een open software-architectuur voor de besturing.

— *Eén machineplatform dat R&D en productie ondersteunt* —

Het belangrijkste probleem dat we met deze oplossing willen aanpakken, is het volgende: de productie van eerste prototypen met precisieassemblage vereist een gesloten circuit met aangepaste of externe metrologie, ultraprecieze verlijming en precieze manipulatie. Voor het invoeren in de productieketen moeten de tools plus de nieuwe proceskennis over deze halfautomatische prototypeproductie, alsook de eerste geïmplementeerde software-routines, worden overgebracht van een proefinstelling naar een productiemachine. Onze oplossing zorgt ervoor dat deze technologieoverdracht niet nodig is, door zowel de prototypische als de kleine en middelgrote productie op één en hetzelfde machineplatform te laten plaatsvinden. Dit maakt het platform tot een ideaal hulpmiddel om fabrikanten te

begeleiden en te steunen vanaf de vroege R&D-fase tot aan de geautomatiseerde serieproductie.

Het machineplatform bestaat uit een portaal met vier vrijheidsgraden, een modulair industrieel besturingssysteem en mechanische, pneumatische en elektrische interfaces. Laad-, verwerkings-, manipulatie- en uitlijningsoplossingen en systemen voor het dispenser en uitharden van de lijmen maken de assemblage-eenheid compleet. Het machineplatform en de software zijn zodanig ontworpen dat onze klanten ze kunnen uitbreiden en upgraden naargelang hun veranderende behoeften en eisen. Hierdoor kunnen fabrikanten snel en flexibel reageren op de veranderende behoeften in hun markt.

— *De eerste open source-assemblagemachine ter wereld* —

Op basis van de door ons ontwikkelde modules kunnen we snel en kostenefficiënt op maat gemaakte faciliteiten voor micro- en hoge-precisieassemblage bouwen en onze klanten voorzien van de machinecomponenten en besturingssystemen die zij nodig hebben om zowel nieuw ontworpen als bestaande (maar tot dan toe handmatig geproduceerde) systemen (om) te bouwen. We ontwikkelen voortdurend nieuwe en herbruikbare tools en procesmodules om voor de toepassingen van onze klanten een breed scala aan technologische bouwstenen te kunnen leveren.

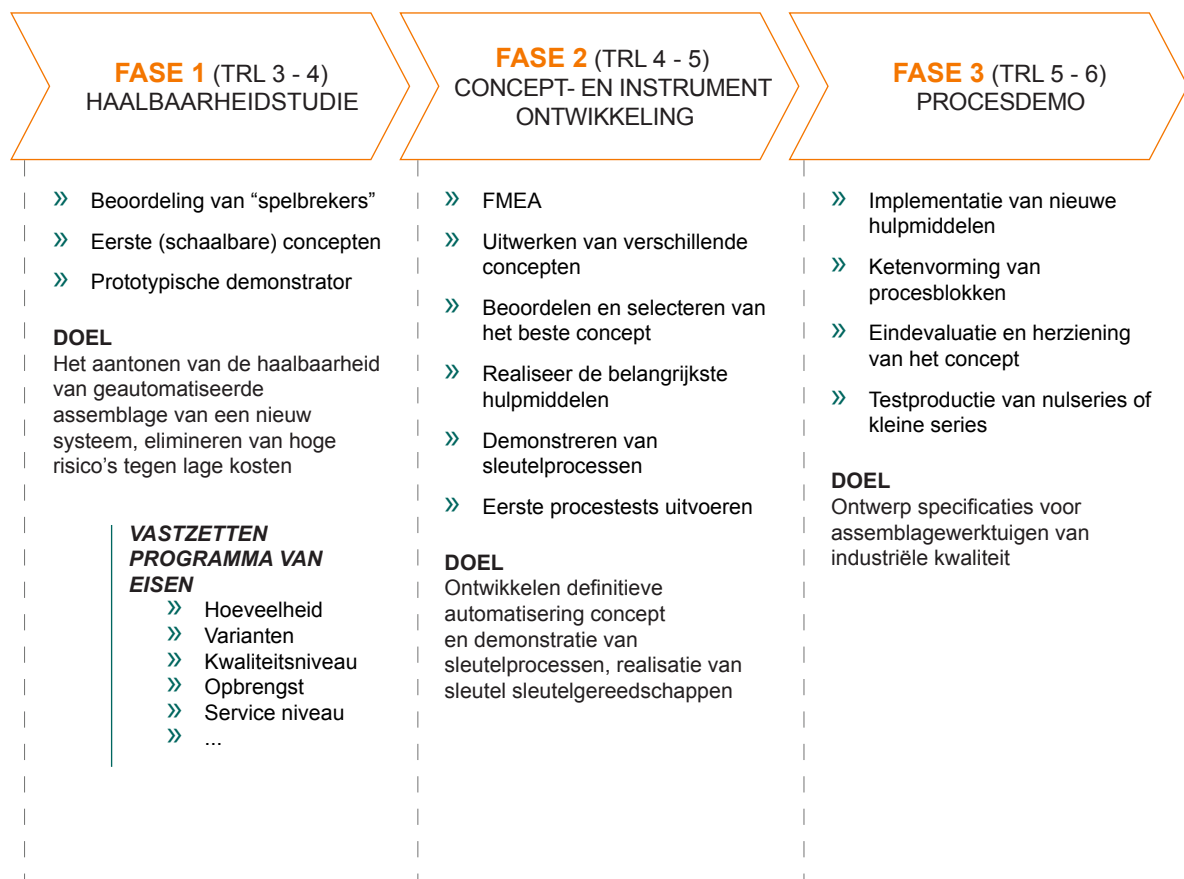


ONZE AANPAK — AGILE AUTOMATISERING

MODULAIRE PROJECTARCHITECTUUR

Ons flexibele machineconcept maakt nieuwe methoden mogelijk voor projecten die gericht zijn op automatisering van precisieassemblage. De modulaire en herconfigureerbare architectuur stelt ons in staat om de ontwikkeling van producten, tools en processen te paralleliseren en onze klanten een betrouwbare oplossing te bieden, van laboratoriumschaal tot ‘fabless’ volumeproductie. Met een unieke gefaseerde aanpak, die we ‘agile automation’ noemen, begeleiden we onze klanten tijdens het gehele product-implementatieproces en werken we samen met industriële systeemintegratoren om een vlekkeloze industrialisering van de ontwikkelde oplossingen te garanderen.

We beginnen met projectfase 1 bij TRL 3. Hier zorgen we voor een automatiseringsvriendelijk productontwerp en worden in onze laboratoria de eerste prototypen ontwikkeld. Op die manier kunnen we helpen de productontwikkelingsfase te versnellen en dure ontwikkelingscycli te vermijden. Of het nu gaat om de kwalificatie van nieuwe tools en principes (zoals metrologische apparatuur), component-behandelingsgereedschappen (zoals magazijnen en grijpers), de engineering van preciselijmen, of kwaliteitsbeoordelingsroutines – het kan allemaal onderwerp zijn van haalbaarheidsstudies die we uitvoeren vóórdat er om grote investeringen in apparatuur wordt gevraagd.



Ons doel is om in een zo vroeg mogelijk stadium van de ontwikkeling eventuele potentiële dealbreakers te identificeren, waarbij we o.m. rekening houden met de vereiste productiviteit, opbrengst, autonome productietijd et cetera.

In de projectfasen 2 en 3 ontwikkelen we eerst een gedetailleerd automatiseringsconcept. Vervolgens ontwerpen en realiseren we de benodigde tools en demonstreren we de kernfunctionaliteiten. Door daarna het concept te integreren in ons flexibele machineplatform, kunnen we een volledige prototypeopstelling realiseren die ons in staat stelt de haalbaarheid van de productieprocessen in de productieketen aan te tonen en de eerste testproductie van de nulserie te produceren die voldoet aan TRL 6.

Een iteratieve analyse en optimalisering van deze prototypeproductie levert uiteindelijk een gedetailleerde specificatie op van vereisten voor de industriële oplossing.

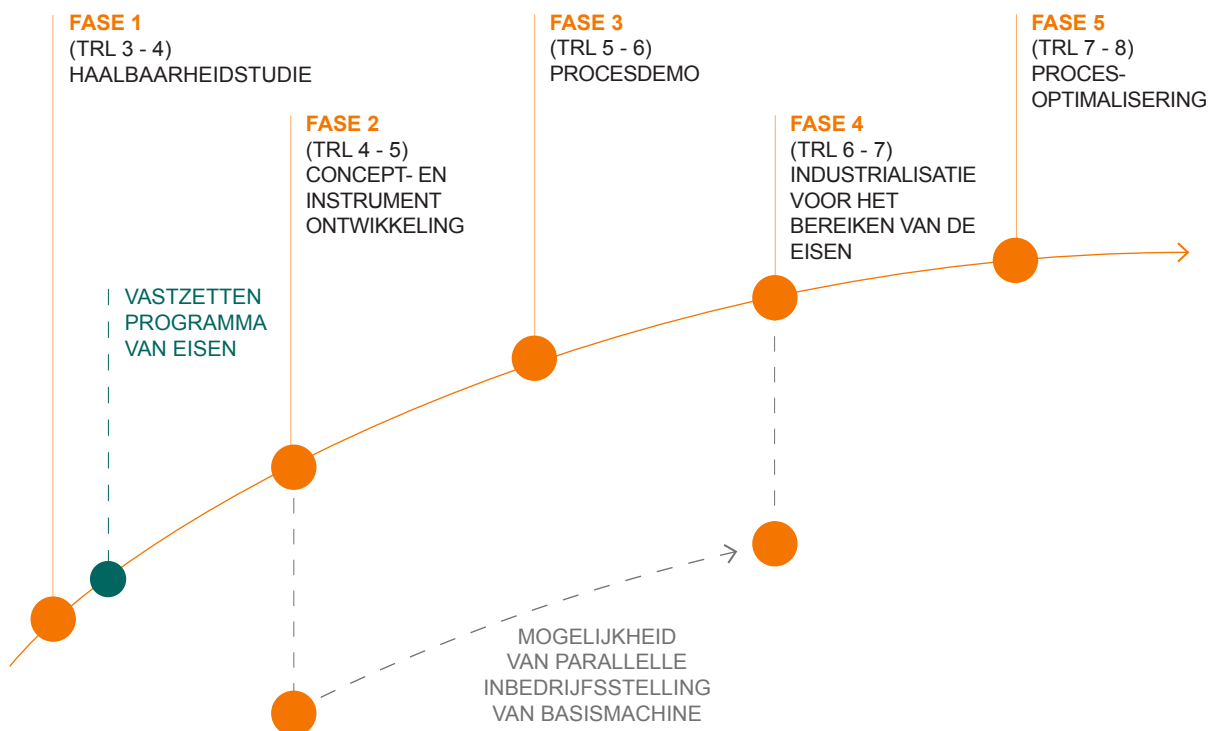
Voor de industrialisering in projectfase 4 dragen we de ontwikkelde oplossing doorgaans over aan een van onze systeemintegratiepartners, zoals AIXEMTEC GmbH. Zij helpen om het nieuwe product op de markt te brengen, processen te laten groeien en uiteindelijk over te gaan op een volgende generatie van deze hulpmiddelen (die van industriële kwaliteit zijn) en gaan dan verder naar TRL 7. Dit is het moment waarop het geïndustrialiseerde systeem kan worden overgedragen aan onze klant voor verdere integratie in de productieomgeving.

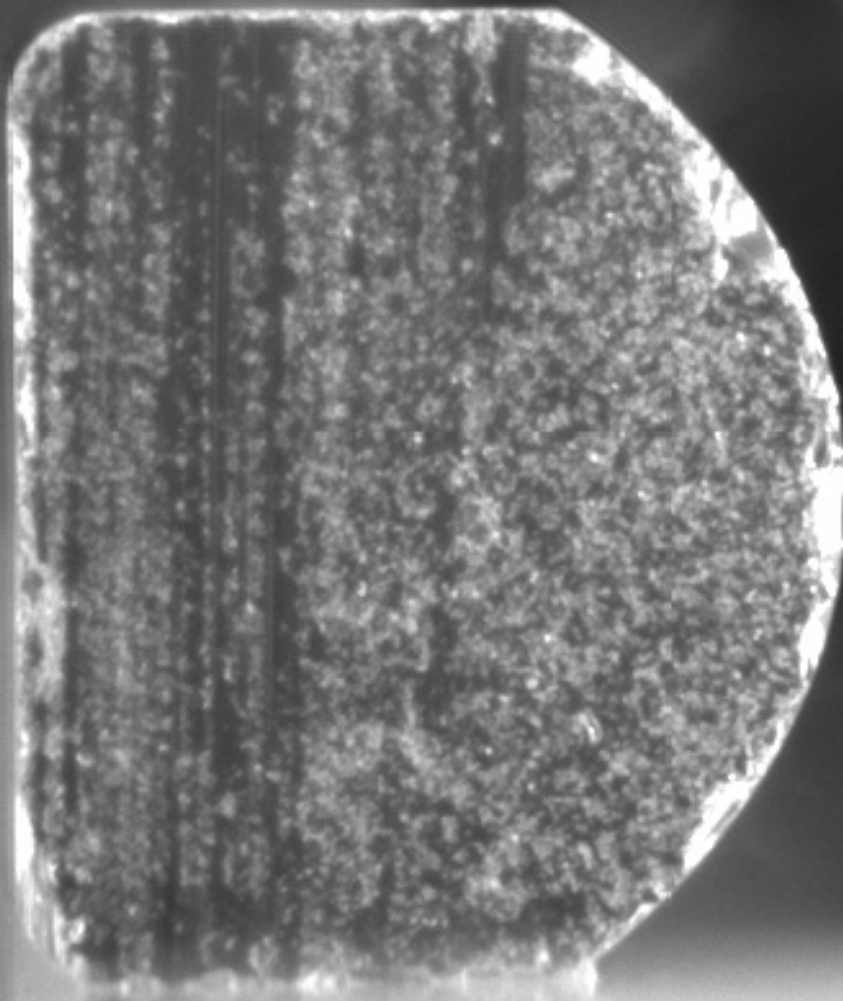


Als alternatief kunnen onze integratiepartners de productie van de eerste serie in een jobshop aanbieden, waardoor de investeringskosten tot een minimum worden beperkt.

In projectfase 5 richten we ons op procesoptimalisatie. Daarbij wordt gekeken naar de procescapaciteit, productiviteit of zelfs het aanpassingsvermogen van het systeem voor productvariatie. Sommige klanten geven er de voorkeur aan om deze fase zelf uit te voeren, om op die manier productspecifieke proceskennis te borgen. Samen met onze systeemintegratiepartners ondersteunen we het optimalisatieproces met efficiënte methodologieën en best practice-ervaringen.

Ons trackrecord voor succesvolle projecten is lang en omvat projecten uit de automotive industrie, medische toepassingen, consumentenelektronica, industriële en defensie-gerelateerde toepassingen met diodelasers met een hoog vermogen en zelfs telecom- en datacomtoepassingen met systemen voor optische vezels. Ons belangrijkste voordeel is snelheid: door de modulaire opbouw en dankzij onze ervaring slagen we erin om de technologieën in TRL 3 t/m 7 in sommige gevallen binnen twaalf maanden te realiseren. Tegelijkertijd zijn de risico's voor onze klanten beperkt. De inspanningen voor elke projectfase worden tot een minimum beperkt en duidelijke mijlpunten helpen ons op weg naar een succesvolle automatisering van nieuwe of bestaande productassemblage.







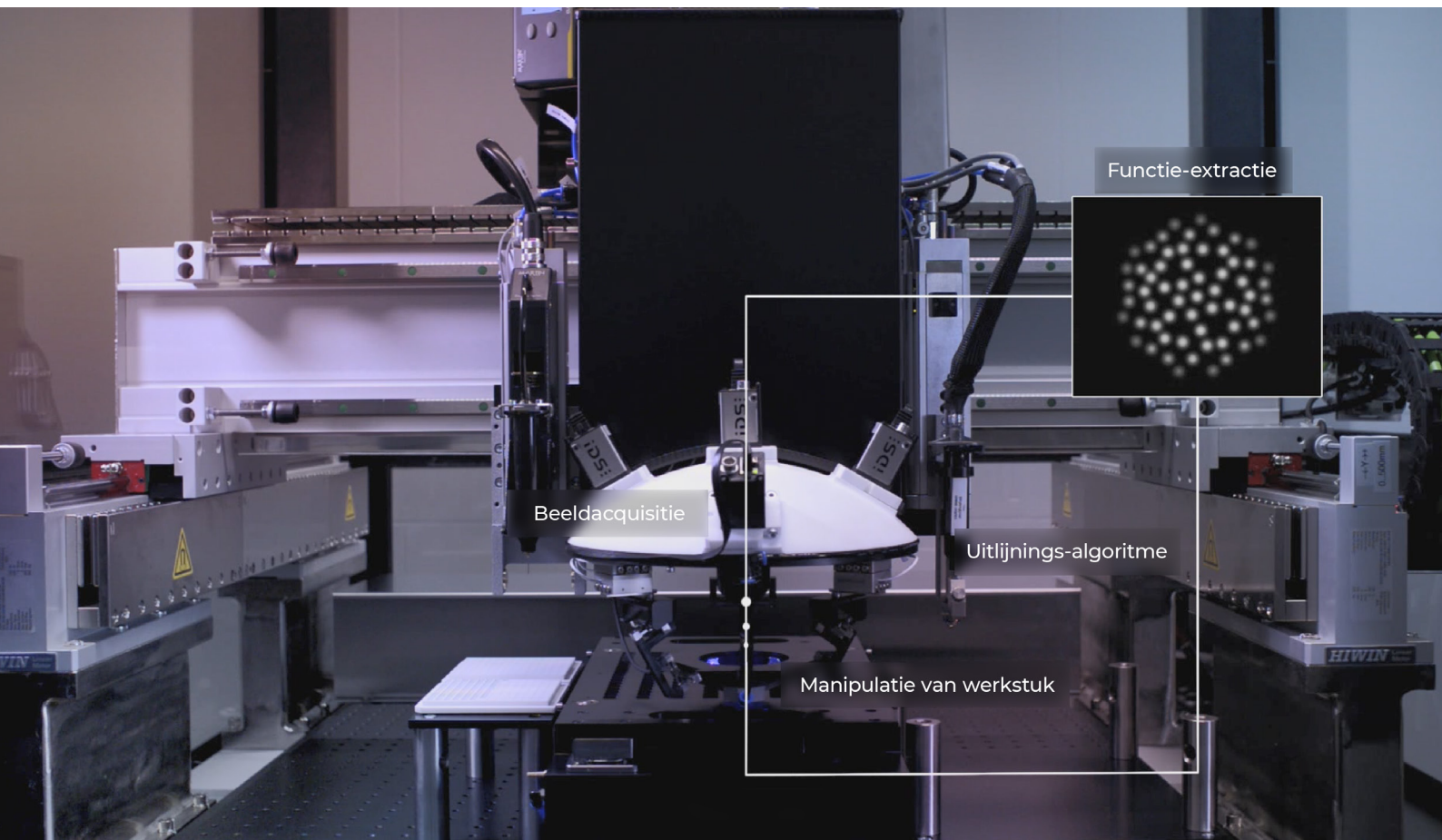
CASESTUDY'S

GEAUTOMATISEERDE FAC-ASSEMBLAGE

Bij het ontwerp van diodelasers met een hoog vermogen worden micro-optische lenzen gebruikt om ervoor te zorgen dat de sterk uiteenlopende straling in de zogenaamde 'snelle as' direct na het verlaten van de laser wordt opgevangen en geparalleliseerd (gecollimeerd). Deze snelwerkende collimatorlenzen (FAC) worden gefixeerd voor de halfgeleider van de diodelaser, waarbij gebruik wordt gemaakt van draagelementen (onderste lipjes) die worden vastgezet met UV-uitthardende lijm. FAC-lenzen zijn dunne lenzen met een lengte van enkele millimeters en een hoogte/breedte van enkele honderden micrometers. De grootste componentoppervlakken zijn meestal oppervlakken die optisch relevant zijn en daarom mogen ze niet worden vastgepakt. Door hun korte brandpuntsafstanden zijn FAC-lenzen de meest kritieke onderdelen van krachtige diodelasersystemen en hebben ze een aanzienlijke invloed op de prestaties van het totale systeem. Niet alleen de vorm en de oppervlaktekwaliteit moeten aan hoge eisen voldoen, dat geldt ook voor de assemblagenauwkeurigheid van deze micro-optische onderdelen. Om de lenzen, ondanks hun verschillende eigenschappen (bijv. brandpuntsafstand), optimaal uit te lijnen en te positioneren worden actieve uitlijningsstrategieën gebruikt. De automatisering van het actieve FAC-uitlijningsproces voor de productie biedt enorm veel mogelijkheden. In vergelijking met handmatig uitlijnen is de reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid van het eindresultaat sterk verbeterd. En terwijl exacte handmatige actieve uitlijningen enkele minuten kosten,

zijn in een geoptimaliseerd geautomatiseerd proces slechts enkele seconden nodig, wat de productiviteit aanzienlijk verhoogt.

Binnen verschillende projecten en in nauwe samenwerking met onze partners in de micro-optica-industrie en systeemintegratoren zoals AIXEMTEC GmbH hebben we onze oplossingen voor de actieve uitlijning van FAC-lenzen voortdurend verder ontwikkeld en geoptimaliseerd. Ons modelgebaseerde actieve 4-DOF-uitlijningsalgoritme convergeert in minder dan acht seconden naar de optimale positionering, met een reproduceerbaarheid in het nanometerbereik (afhankelijk van de brandpuntsafstand van de FAC-lens en de versterking van de meetopstelling). Met onze standaard machinemodule \rightarrow Beam Diagnostic System (BDS) – zijn we in staat om, naast informatie over de scherpstelkwaliteit en de doorbuiging van de FAC-lens (smile), ook de 'echte' back focal length (BFL) te karakteriseren. Naast een aanpasbaar optisch meetsysteem voor actieve uitlijning heeft het BDS ook zijcamera's voor de BFL-meting. Deze camera's worden ook gebruikt voor passieve pre-uitlijning, waardoor het BDS wordt geüpgraded naar een 6-DOF-uitlijningssysteem met gesloten circuit. Onze algoritmen en meetsystemen voor FAC-uitlijning zijn geïntegreerd in ons flexibele machineplatform en worden zowel voor geautomatiseerde assemblage als voor kwaliteitsbeoordeling gebruikt.





CASESTUDY'S

GEAUTOMATISEERDE DOE-ASSEMBLAGE

Diffractionele Optische Elementen (DOE's) zijn periodieke microstructuren die laserstralen op een zeer effectieve manier kunnen vormen en splitsen. Met DOE's kunnen bijvoorbeeld puntpatronen worden gemaakt, die worden gebruikt voor gebarenherkenning. De Kinect-bewegingssensor van Microsoft of de gezichtsherkenningssensor van de iPhone X zijn bekende voorbeelden van DOE-toepassingen. Meestal bestaan dergelijke optische systemen uit een (laser)lichtbron, een bundelvormende optiek en de DOE. Alle componenten moeten ten opzichte van elkaar worden uitgelijnd met zeer nauwe toleranties binnen het bereik van een micrometer. Vooral in automotive- of consumententoepassingen mogen losse componenten niet heel duur zijn en in veel gevallen worden grotere productietoleranties daarom op de koop toegenomen. Voor de industrialisering houdt dit in dat deze toleranties in het assemblageproces moeten worden gecompenseerd om ook met deze goedkope componenten de hoogste kwaliteit uit optische systemen te halen.

We hebben een batch-gebaseerde configuratie voor assemblagemachines ontwikkeld die in staat is om dergelijke high-end DOE-gebaseerde systemen mogelijk te maken in een geautomatiseerde productieomgeving. De basis voor deze productiemachineontwikkeling werd gevormd door ons flexibele en herconfigureerbare machineplatform. Door de modulaire opbouw van onze machine waren we in staat om de inbedrijfstelling van de basismachine en de ontwikkeling van de nieuwe tools parallel uit te voeren. Zodoende konden we de nieuwe machineconfiguratie in slechts zes maanden tijd opstellen, wat onze

klanten de mogelijkheid gaf om hun product zo snel mogelijk te introduceren.

In de ontwikkelingsfase hebben we de bouwstenen voor de sleuteltechnologie van de meetopstelling en het uitlijningsalgoritme gekwalificeerd, evenals het precisieverlijmingsproces met behulp van UV-hardende lijm. We hebben onze machine uitgerust met op maat gemaakte speciale tools voor het uitvoeren van de nieuwe assemblagetaak. Onze micromanipulator Commander6 is aangepast om te kunnen werken met DOE's en de uitlijningsstatus van de DOE en de lichtbron met grote gezichtsvelden tot 80° te kunnen meten. Daarnaast is hij uitgerust met geïntegreerde high-end UV-uithardingsapparatuur. We hebben een testunit geïmplementeerd die 144 afzonderlijke systemen kan testen.

Na het invoeren van de beide lasers en DOE's op twee trays in de machine start de operator het assemblageproces en produceert de machine autonoom 144 systemen, met een cyclustijd van ongeveer 30 seconden. De individuele laser wordt ingeschakeld en in een uitlijning met gesloten circuit detecteert het meetsysteem (geïntegreerd in de micromanipulator) imperfecties in de uitlijning van de DOE en de lichtbron. De DOE wordt in meerdere stappen in vijf vrijheidsgraden uitgelijnd met een translationele precisie van ongeveer 1 µm ten opzichte van de lichtbron. Deze machine werkt nu sinds januari 2015 bij onze klant in een industriële omgeving met drie ploegendiensten. In de tussentijd hebben we voor onze klant meerdere nieuwe configuraties gemaakt en deze geholpen om op de meest effectieve manier extra producten op de markt te brengen.



Frame: 527
Duration: 24.565 ms
Brightness: 25.453
Contrast: 185.654
Theta: -15.906 deg





CASESTUDY'S

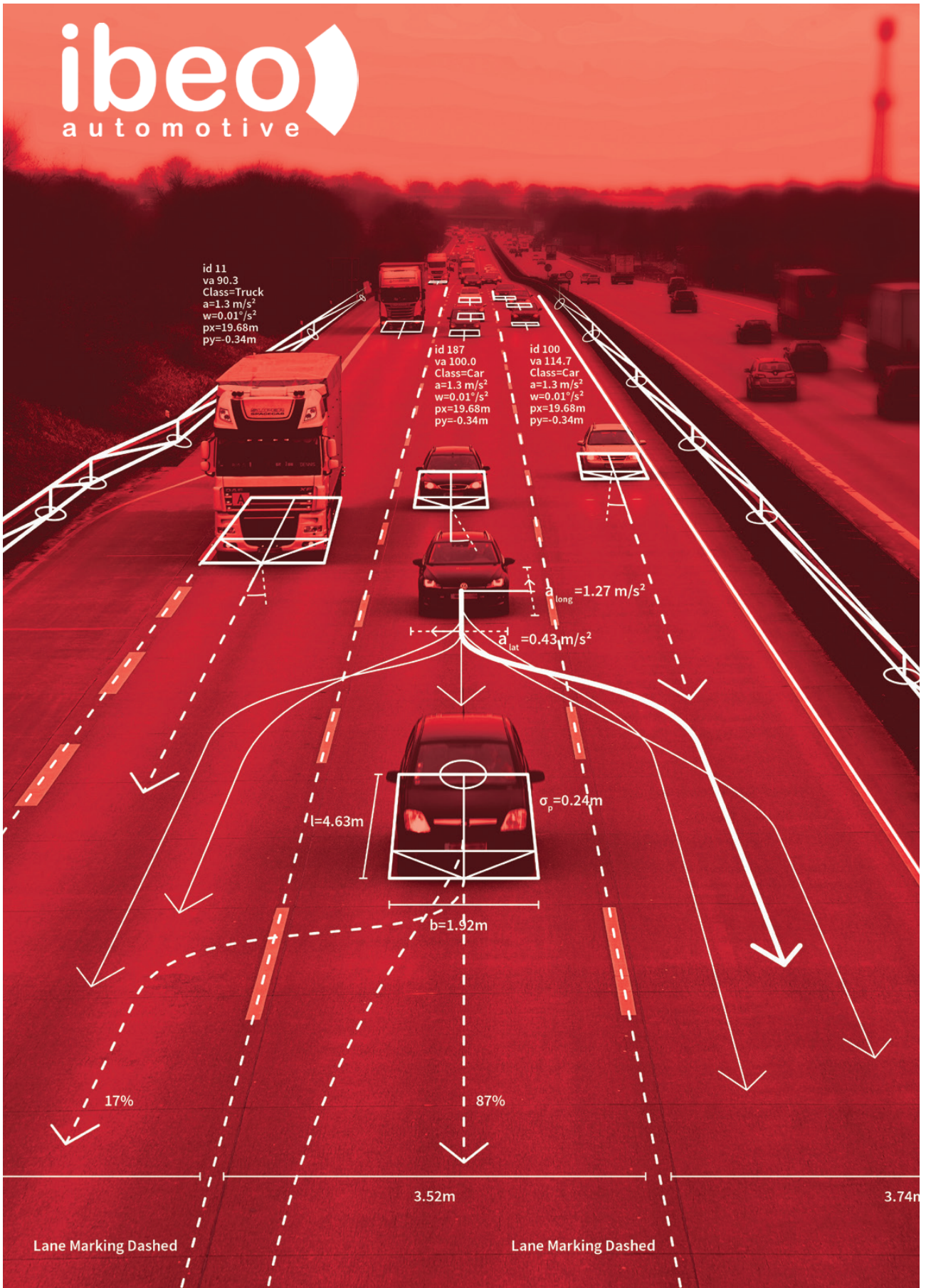
GEAUTOMATISEERDE VEZEL-ARRAY-ASSEMBLAGE

Fotonisch geïntegreerde circuits geven toegang tot een breed scala aan nieuwe toepassingen. Daarbij geldt wel dat deze systemen zeer flexibele en precieze vezelasssembleroutines vereisen. Vezels moeten dicht opeengepakt zijn en in zes vrijheidsgraden ten opzichte van elkaar worden uitgelijnd. De basis van een vezel-array-assemblage is een glasblok met meerdere v-vormige holtes, zogenaamde v-groeven. Tijdens de assemblage moeten de vezels stuk voor stuk worden uitgelijnd en met micrometerprecisie in de v-groeven worden geplaatst. Na het positioneren wordt de individuele vezel gefixeerd met een UV-uithardende lijm. De laatste stap van de procesketen is het nauwkeurig positioneren en verlijmen van een afdekkende glasplaat boven op de geassembleerde array. Door de almaar toenemende vraag moeten er oplossingen worden ontwikkeld voor de geautomatiseerde assemblage van vezel-arrays. Het compacte ontwerp en het flexibele vezelmateriaal vormen echter een uitdaging voor de automatisering.

Samen met onze partner PHIX Photonics Assembly hebben we een nieuw manipulatie-instrument voor optische vezels en een meetopstelling voor geautomatiseerde passieve assemblage ontwikkeld. Het manipulatie-instrument bestaat uit meerdere grijpers die de vezel na het grijpen op zijn plaats houden. Met behulp van twee door

piëzomotoren aangedreven bekken aan het begin van de vezel kan de rotatiegraad van de vezel precies worden uitgelijnd. Het manipulatie-instrument is uitgerust met meerdere leds die de vastgegrepen vezel verlichten. Deze zijverlichting zorgt ervoor dat de zogenaamde stress-staven aan de voorzijde van de vezel zichtbaar worden, waardoor de beeldverwerking de hoek in de roterende vrijheidsgraad kan detecteren. Voor het uitlijnings- en positioneringsproces met gesloten circuit hebben we de nodige beeldverwerkingsroutines geïmplementeerd, zodat we de positie van de vezel kunnen detecteren met een translationele precisie in het micronbereik en een rotatienauwkeurigheid van minder dan 0,5 graden. Parallel aan haalbaarheidsstudies en de ontwikkeling van op maat gemaakte tools en processen heeft AIXEMTEC GmbH, onze partner voor systeemintegratie, de basismachine opgesteld en een dragerconcept ontwikkeld voor het invoeren van de vezels in de machine.

Op verzoek van de klant werd de machine geleverd voor prototypische halfautomatische assemblage, maar tevens met de toekomstige mogelijkheid van volledige automatisering. De klant is in staat om kleine series te produceren en zelfstandig verdere processen te ontwikkelen. Door te kiezen voor deze aanpak bouwt de klant zelf de belangrijkste kennis voor de assemblage op, zonder dat daar een derde partij bij betrokken is.





CASESTUDY'S

GEAUTOMATISEERDE LIDAR-ASSEMBLAGE

Solid-state LIDAR-systemen zijn op dit moment de grote trend in de optische industrie. Dat komt met name doordat ze belangrijke hulpmiddelen zijn voor de techniek van autonoom rijden. Maar voordat de solid-state LIDAR-systemen ook tot lager geprijsde segmenten van de automarkt kunnen doordringen, moeten er eerst nog belangrijke uitdagingen op productiegebied worden overwonnen om een kosteneffectieve productie mogelijk te maken.

In slechts zeven maanden na het eerste contact met onze klant Ibeo Automotive Systems GmbH hebben we in hun fabriek een machine geïnstalleerd om solid-state LIDAR-systemen te monteren. Deze extreem korte ontwikkeltijd konden we bereiken door de inbedrijfstelling van de machine en de ontwikkeling van speciale tools parallel uit te voeren. In nauwe samenwerking met Ibeo Automotive Systems GmbH hebben we onze technische aanpak eerst in diverse laboratoriumopstellingen gevalideerd, om te bewijzen dat bijvoorbeeld de uitlijning van beide lenzen voor de zender- en de ontvangerzijde gedetecteerd en relatief ten opzichte van elkaar kon worden uitgelijnd.

Nadat we de haalbaarheid van deze 'dealbreakers' hadden aangetoond, hebben we onze bestaande tools, zoals de micromanipulator Commander6, aangepast, deze uitgerust met de nieuwe meetapparatuur en een op maat gemaakte uithardingsoplossing voor het lijmverbindingproces ontwikkeld. Tegelijkertijd bouwde onze systeemintegratiepartner AIXEMTEC GmbH de basismachineconfiguratie waarin de nieuwe assemblagetools werden geïntegreerd. Slechts zes maanden na de start van het project kon onze klant beginnen met de productie van de eerste kleine serie nieuwe LIDAR-systemen en systemen leveren aan ontwikkelaars en eindklanten.

De door ons gerealiseerde machine is in staat om twee lenzen op twee chips te assembleren en tegelijkertijd een functionele relatie tot stand te brengen tussen beide beeldvormingssystemen. Een essentieel onderdeel van de machine is het op maat gemaakte passieve precisie-uitlijnsysteem. Doordat we in staat zijn om de uitlijnstatus van lens tot chip te detecteren zonder daarvoor het LIDAR-systeem te hoeven inschakelen, bieden we twee belangrijke voordelen ten opzichte van actieve uitlijningssystemen. In de eerste plaats is het niet nodig om het LIDAR-systeem te bedienen. Elektrisch sonderen is niet nodig. Het uitlijnen wordt niet beperkt door de snelheid van de sensor, wat bijvoorbeeld bij conventionele uitlijningssystemen op basis van modulatieoverdrachtsfunctie (MTF) wel het geval is. Het tweede voordeel is het compacte en zeer nauwkeurig uitlijnen van de zender en de ontvanger. Het gehele meetsysteem past op onze micromanipulatorbasis, die een diameter heeft van 250 mm. Het is een grote uitdaging om deze uitlijnings- en verlijmingstaak tegelijkertijd met micrometerprecisie voor twee lens-chipsystemen uit te voeren. Zender en ontvanger moeten daarvoor beide ten opzichte van elkaar worden uitgelijnd, zonder dat ze elkaar daadwerkelijk 'zien'.

Nu we deze grote technologische uitdaging hebben opgelost, beschikken we over een assemblagemachine die naast de assemblage van solid-state LIDAR-systemen ook vergelijkbare taken kan uitvoeren. Dat kan bijvoorbeeld de assemblage zijn van multi-camerasystemen zonder dat deze elkaar hoeven te zien. Ook een snelle uitlijning van lens naar chip, zonder dat daarbij gebruik wordt gemaakt van de CCD-chip, terwijl de on- en off-axis modulatieoverdrachtsfunctie wel kan worden geanalyseerd, is mogelijk.

OVER ONS

In 2022 ontstond het Fraunhofer Innovation Platform for Advanced Manufacturing at the University of Twente (FIP-AM@UT), dat daarvoor bekend was als het Fraunhofer Project Center at the University of Twente. Onder deze nieuwe naam wordt de sterke samenwerking tussen het Fraunhofer Institute for Production Technology IPT in Aken en de Universiteit Twente verder voortgezet.

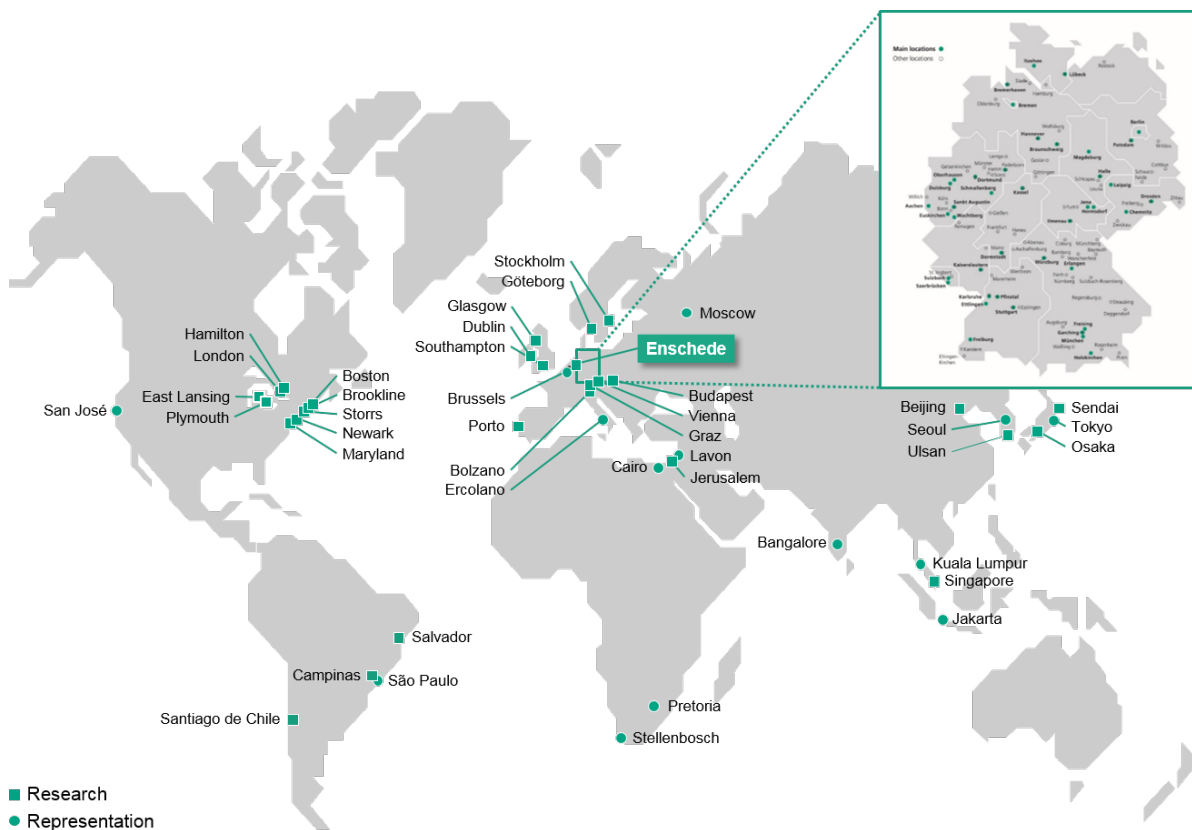
Het Fraunhofer Innovation Platform for Advanced Manufacturing is een onderzoekscentrum dat samenwerkt met fabrikanten om innovatieve en geïntegreerde oplossingen te ontwikkelen, ter bevordering van zowel de maakindustrie als de samenleving als geheel.

FIP-AM@UT's primaire doel is om de productiesector in Nederland te versterken, door te zorgen voor voortdurend aanpassingsvermogen, concurrentievermogen en efficiëntie van de sector. Dit doen ze met een

hoogopgeleid en deskundig team van research engineers en ondersteunend personeel.

Het tweede belangrijkste doel is om getalenteerde en innovatieve engineers aan te trekken en te helpen zich verder te ontwikkelen door bij te dragen aan hoogwaardig toegepast onderzoek voor zowel de industriële als de publieke sector. Bovendien werken ze samen aan technologische vooruitgang in de maakindustrie door het gezamenlijk en in projectvorm toewerken naar resultaten.

FIP-AM@UT is onderdeel van de Universiteit Twente (UT), de enige campusuniversiteit in Nederland. De UT biedt meer dan vijftig wetenschappelijke opleidingen, verdeeld over vijf faculteiten. De Universiteit Twente heeft een sterke focus op persoonlijke ontwikkeling en het stimuleren en helpen van talentvolle onderzoekers om baanbrekend onderzoek te doen.



PARTNERS

UNIVERSITEIT TWENTE

De Universiteit Twente is een moderne, ondernemende universiteit met 3000 onderzoekers en professionals en meer dan 10.000 studenten. De UT is toonaangevend op het gebied van nieuwe technologieën en is een katalysator voor verandering, innovatie en vooruitgang in de samenleving. De kracht van de universiteit ligt in het vermogen om te werken aan technologieën van de toekomst en deze met elkaar te combineren. De Universiteit Twente huisvest een aantal vooraanstaande onderzoeksinstituten op het gebied van de nanotechnologie (MESA+), ICT (CTIT), biomedische technologie en technische geneeskunde (MIRA), bestuurs- en gedragswetenschappen (IGS), geoinformatiewetenschappen en aardobservatie (ITC) en science-based engineering.

FRAUNHOFER NETWORK

Het Fraunhofer-Gesellschaft is de toonaangevende organisatie voor toegepast onderzoek in Europa. Onderzoeksactiviteiten worden uitgevoerd door 72 instituten en onderzoekseenheden verspreid over heel Duitsland. Het Fraunhofer-Gesellschaft heeft meer dan 25.000 medewerkers in dienst, die werken met een jaarlijks onderzoeksbudget van in totaal 2,3 miljard euro. Van dit bedrag wordt bijna 2 miljard euro gegenereerd door contractonderzoek. Internationale samenwerkingsverbanden met vooraanstaande onderzoekspartners en innovatieve bedrijven over de hele wereld zorgen voor directe toegang tot gebieden die van cruciaal belang zijn voor wetenschappelijke vooruitgang en economische ontwikkeling, zowel nu als in de toekomst.

FRAUNHOFER IPT: INSTITUTE FOR PRODUCTION TECHNOLOGY

Het Fraunhofer IPT (Institute for Production Technology) in Aken heeft tientallen jaren ervaring met de productietechnologieën die het gebruikt om bedrijven een sterke basis te bieden voor de digitalisering van productieprocessen, werktuigmachines en apparatuur. De technologische expertise wordt aangevuld met nieuwe productieorganisatiemethoden en met het ontwerpen van industriële softwaresystemen. Het instituut heeft momenteel ongeveer 460 werknemers in dienst die hun creativiteit toepassen op methoden, technologieën en processen voor verbonden, adaptieve productie.



UNIVERSITY
OF TWENTE.

FRAUNHOFER
INNOVATION PLATFORM
FOR ADVANCED MANUFACTURING

fip@utwente.nl



fip.utwente.nl

