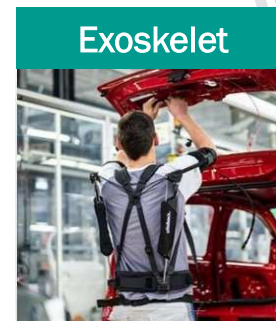


› **LEAN MANAGEMENT NETWERK BIJEENKOMST BIC
MENS ROBOT SAMENWERKING & DIGITALE SUPPORT IN
FLEXIBELE PRODUCTIE**

GU VAN RHIJN | TIM BOSCH | AIJSE DE VRIES | REINIER KÖNEMANN | WIETSE VAN DIJK

› INDUSTRY 4.0 & OPERATOR 4.0

- › Industry 4.0: digitalisering & robotisering
- › Industry 4.0 vraagt om Operator 4.0
- › Operator 4.0: ondersteund door technologieën
- › Doel: slagvaardig bedrijf
 - › Flexibel
 - › Productief
 - › Aantrekkelijk



FIELDLAB FLEXIBEL MANUFACTURING

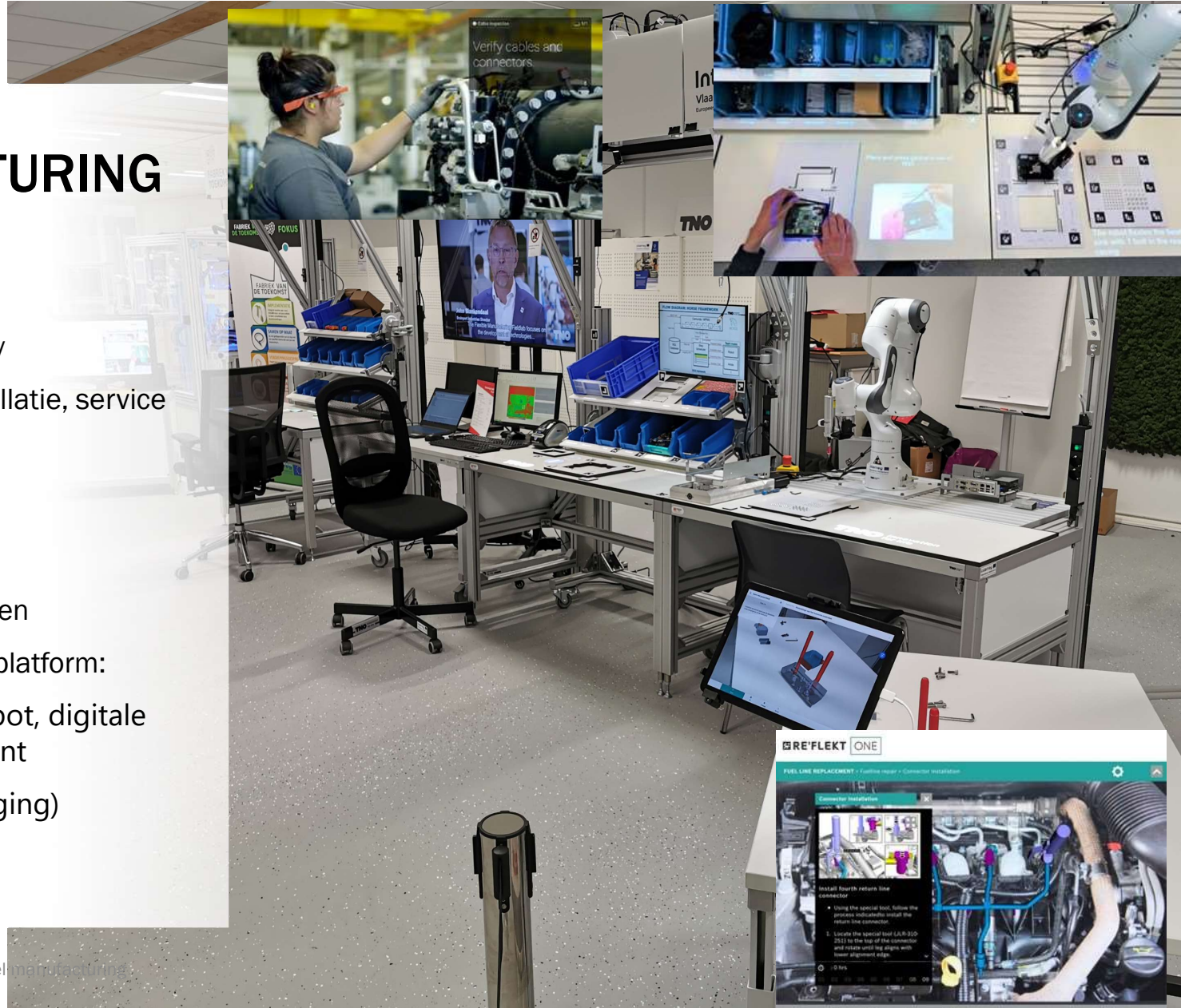
Scope

- › Low volume, high mix, high complexity
- › Assemblage, inspectie, (remote) installatie, service

Demo werkcellen

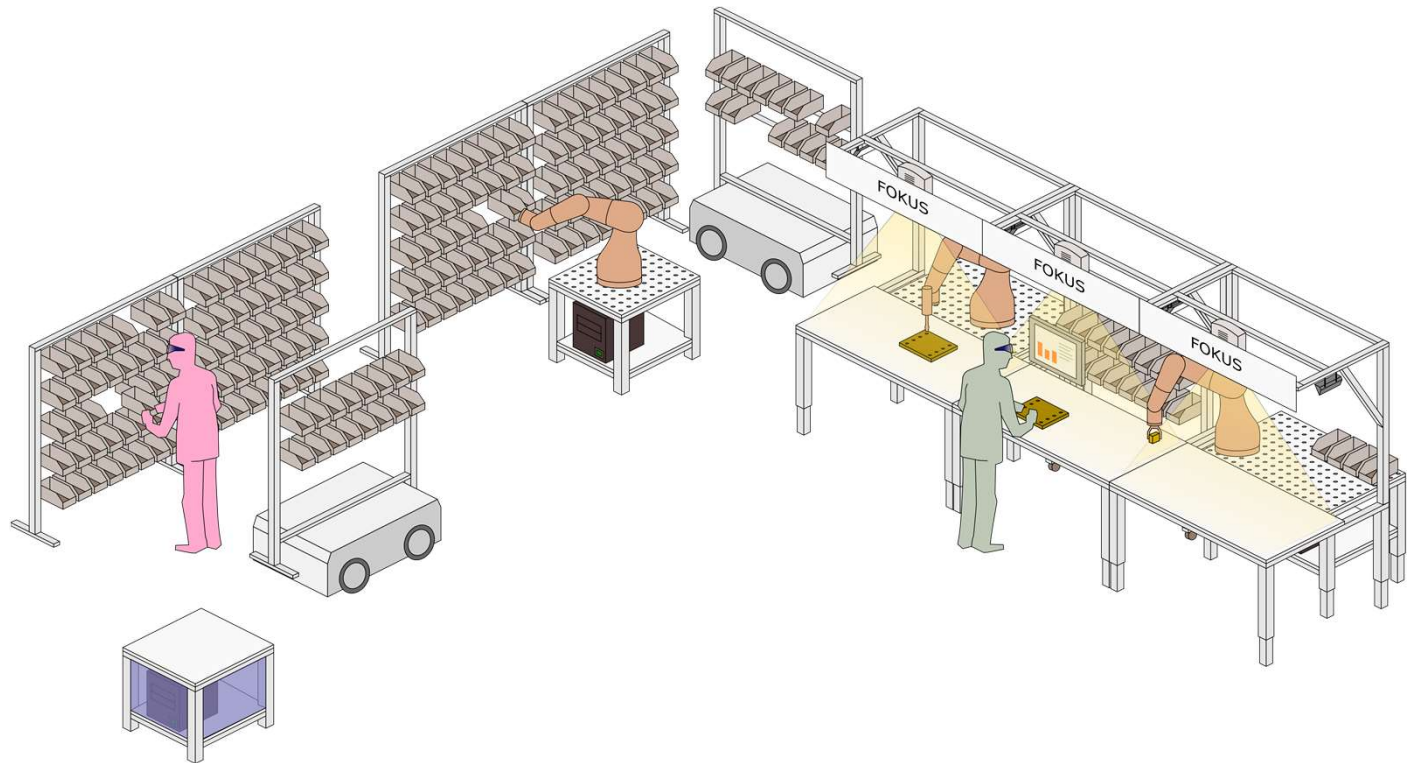
- › Mens - robot systemen
- › AR / digitale operator support systemen
- › onderliggend generiek TNO software platform:
 - › Taakverdeling tussen operator, robot, digitale werkinstructie systemen, equipment
 - › Aansturen en monitoren (datalogging)

mens robot samenwerking & operator support in fieldlab flexibel manufacturing



› MENS ROBOT SAMENWERKING EN AR SUPPORT ACTIVITEITEN

- **Demonstratie** voor verschillende assemblage toepassingen
- **Ondersteuning bij het maken van keuzes** voor juiste technologie op basis van bedrijfsspecifieke factoren
- Realiseren van **pilotopstelling**: voorbeeldtoepassing in het bedrijf
- **Evaluatie**: Inzichtelijk maken van effecten en kosten/baten
- Delen van best practices in **lerende netwerken**
- Gezamenlijke (door)ontwikkeling van **technologie** en onderzoek



› MENS ROBOT SAMENWERKING VRAGEN VANUIT DE BEDRIJVEN

- › Hoe ziet een efficiënte en effectieve taakverdeling tussen robot en mens er uit bij kleine series:
 - › wie doet wat?
 - › hoe zorg je dat mens en robot goed op elkaar zijn afgestemd?
- › Hoe kunnen mens en cobot samenwerken in één werkplek?
 - › flexibele werkplek inrichting
 - › gevoel van veiligheid
 - › intuïtieve interactie tussen mens en robot
- › Welke technologieën zijn er die bijdragen aan effectieve interactie?



› MENS ROBOT INTERACTIE TIJDENS ASSEMBLAGE (OMRON PRODUCT)

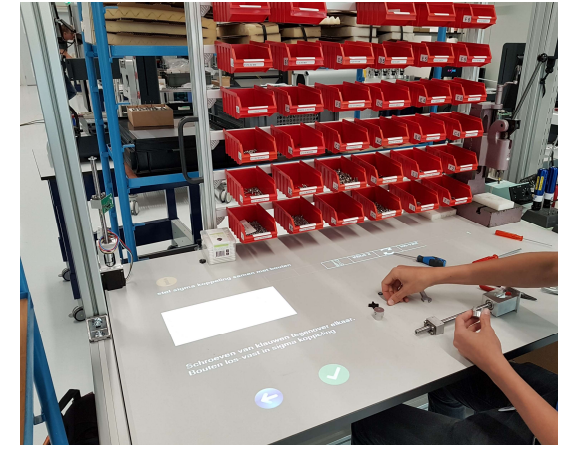
› **BELANG VAN DIGITALE WERKINSTRUCTIES**

- › Toenemend aantal varianten producten en machines
- › Snellere opeenvolging van nieuwe producten en machines
- › Toenemende complexiteit
- › 100% kwaliteit: In 1x goed
- › Verschillen in skills & personeel
- › Reizen naar klanten beperken
- › Traceerbaarheid
- › Afhankelijkheid van specialist verkleinen
- › Downtime machines bij klant reduceren



› TYPISCHE TOEPASSINGEN IN DE MAAKINDUSTRIE

LOGISTIEK – ASSEMBLAGE – INSPECTIE - ONDERHOUD



› WAT IS (AR) OPERATOR SUPPORT?

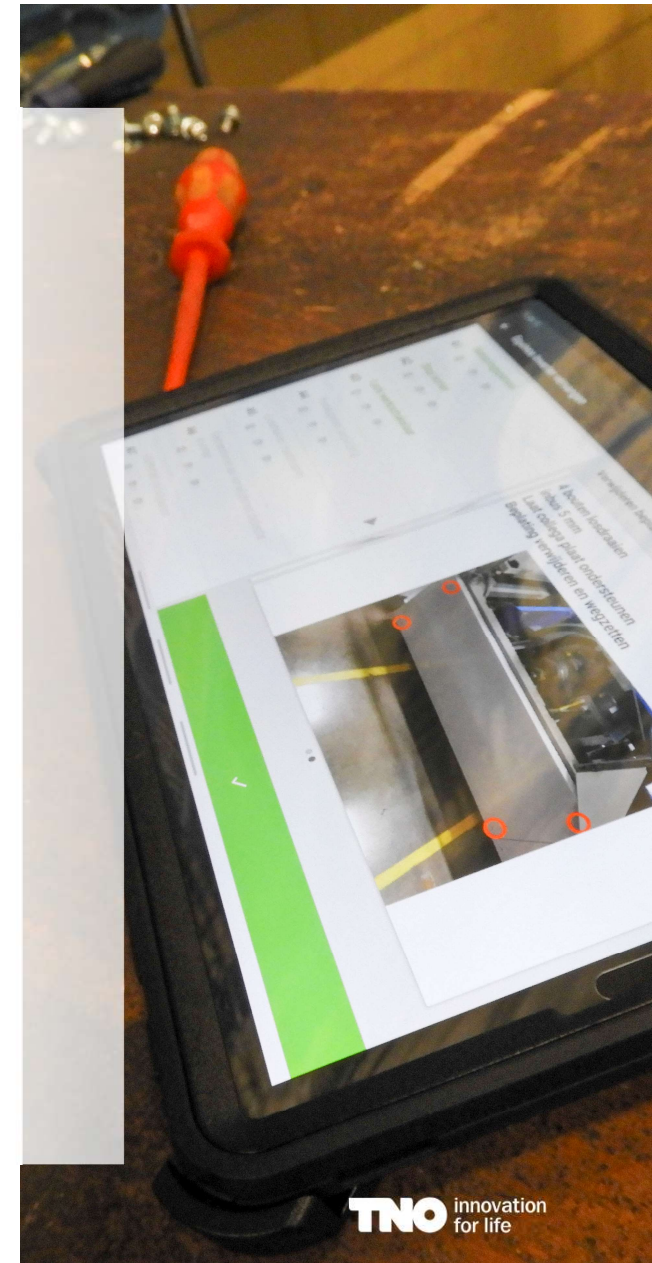
› Ondersteuning van:

- › taakuitvoering
- › training & inleren

› Kern:

- › de juiste informatie
- › op het juiste moment
- › op de juiste locatie

Alleen die informatie tonen die voor de taakuitvoering op dat moment noodzakelijk is



› TECHNOLOGISCHE OPLOSSINGEN

1 Digitale werkinstructies



DWI via tablet of beeldscherm

2 Instructional reality



3 Projectie technologie



Projectietechnologie

4 Augmented & Mixed Reality



1 tm 4: Stapsgewijze instructies voor zelfstandig uitvoeren van een taak

5 Remote assistance

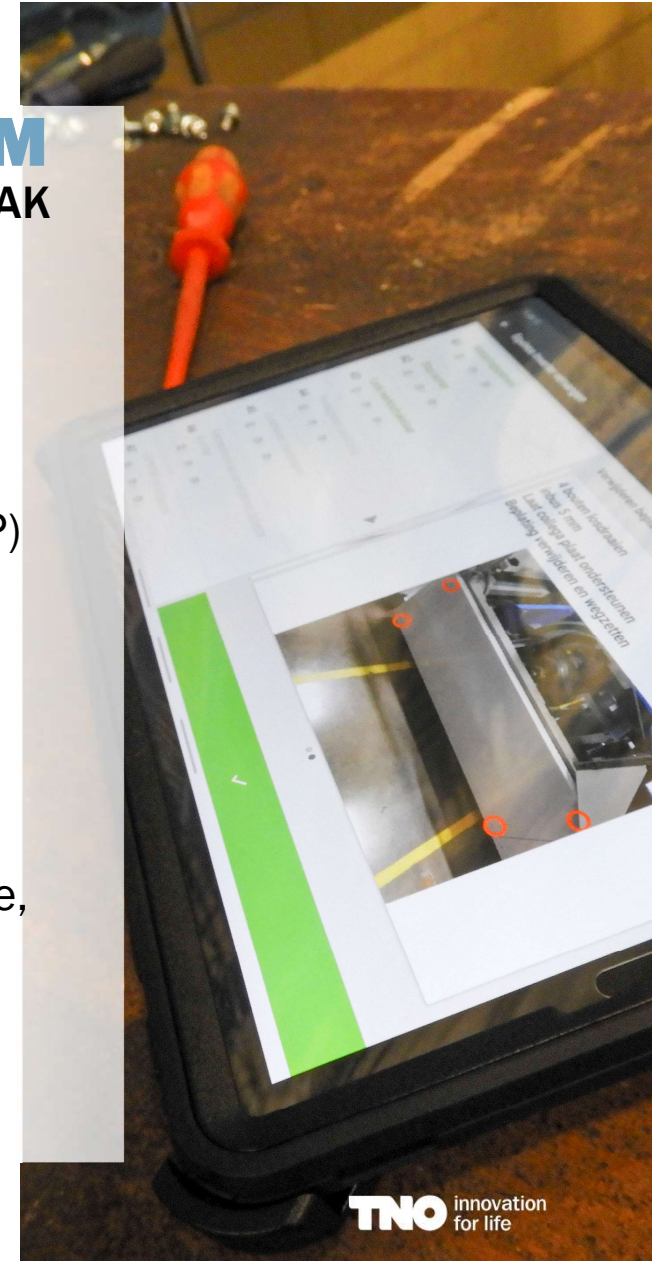


Expert op afstand

› 1.DIGITALE INSTRUCTIES VIA TABLET/SCHERM

STAPSGEWIJS INFORMEREN VOOR ZELFSTANDIG UITVOEREN VAN DE TAAK

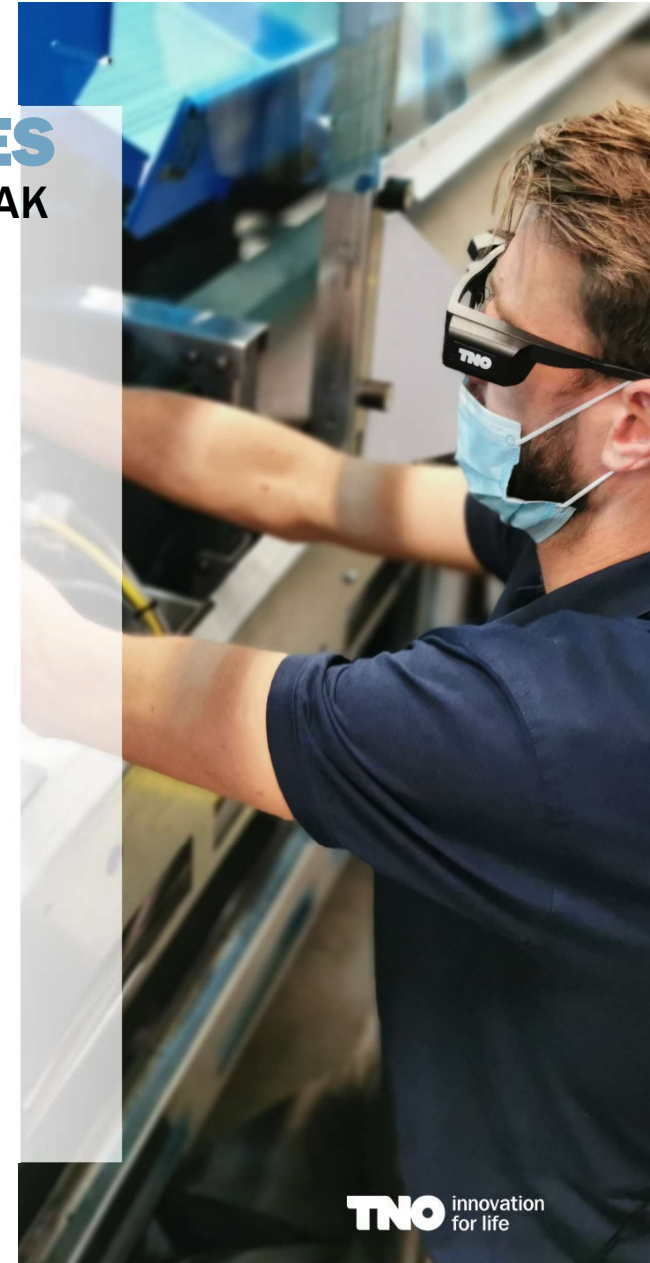
- › Stapsgewijze instructies
- › Gestandaardiseerde templates voor gebruikers
- › Integratie mogelijk met tools (scanner, pick to light etc) & systemen (ERP)
- › Terugkerende taken kunnen eenvoudig worden 'hergebruikt'
- › Versiebeheer van taken en procedures: altijd up-to-date info
- › Loggen van data (gebruik, tijd, meetwaarden, verificatie van controle stappen, etc.)
- › Webapplicatie compatibel met verschillende apparaten (o.a. smartphone, tablet)
- › Breed aanbod leveranciers
- › Typische toepassing op werkplekken in assemblage, lassen, installatie, service of onderhoud



› 2. DIGITALE INSTRUCTIES VIA SMART GLASSES

STAPSGEWIJS INFORMEREN VOOR ZELFSTANDIG UITVOEREN VAN DE TAAK

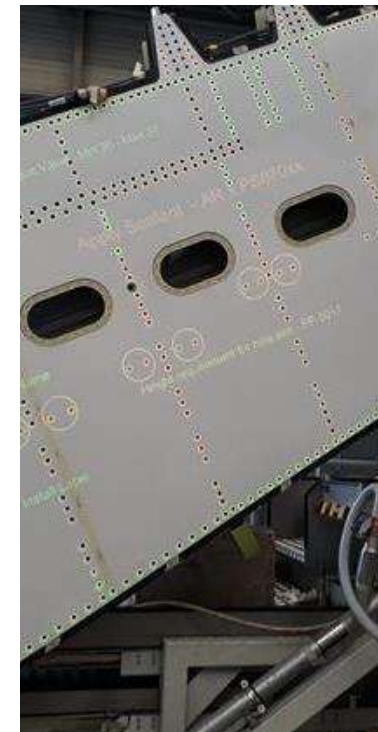
- › Stapsgewijze instructies
- › Groot aanbod leveranciers van hardware (smart glasses) en software
- › Integratie met MES of ERP mogelijk
- › Typische toepassing:
 - › mobiele werkomgeving (orderpicken)
 - › 2 handen vrij (onderhoud van machines)
 - › Niet gedurende gehele werkdag



› 3. AR PROJECTIETECHNOLOGIE

STAPSGEWIJS INFORMEREN VOOR ZELFSTANDIG UITVOEREN VAN DE TAAK

- › Stapsgewijze geprojecteerde informatie op werkblad, product of machine
- › ‘Slimme’ camera ondersteunt interactie met gebruiker
- › Integratie met MES/ERP of hardware/software in de werkplek
- › Typische toepassing op ‘statische’ werkplekken (assemblage, verpakken)



› 4. MIXED REALITY

STAPSGEWIJS INFORMEREN VOOR ZELFSTANDIG UITVOEREN VAN DE TAAK

- › Stapsgewijs aanbieden van (3D) informatie laag over de werkelijkheid
- › Combinatie van smart glass of tablet met software platform
- › Beperkt aanbod in MR glasses: o.a. Meta Vision, MS HoloLens 2 en Magic Leap 1
- › Beperkt aanbod software leveranciers
- › Typische toepassing: trainen van complexe taken, uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken



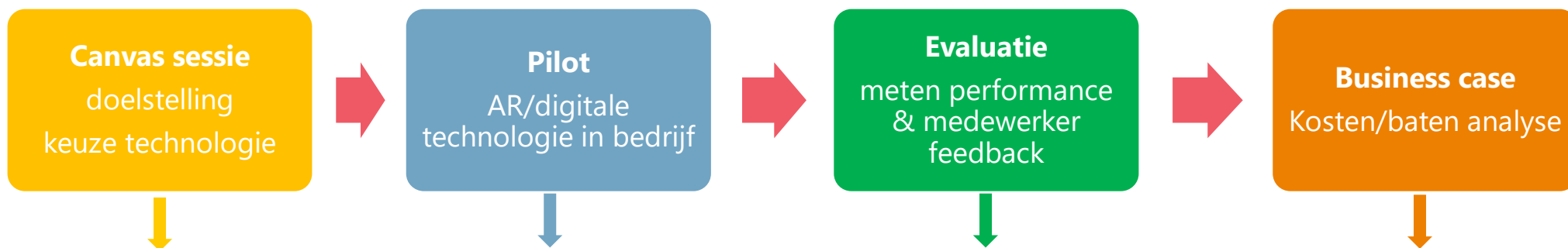
› 5. REMOTE ASSISTANCE

- › Meekijken met gebruiker door expert
 - › Live view
 - › Annotaties
 - › Delen van informatie
 - › Loggen van sessie
- › Zeer groot aanbod software leveranciers
- › Tablet/smartphone (IOS/Android/Windows)
- › Smart glass



> DIGITALE/AR SUPPORT SYSTEMEN

AANPAK EN TOOLS



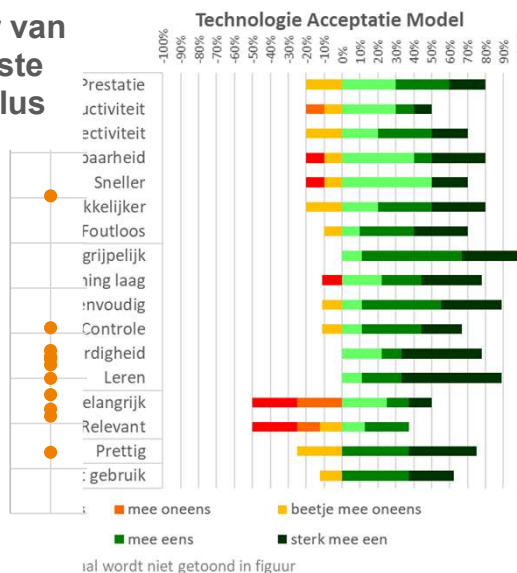
Technologie - impact

	1	2	1	4	3
1	1	1	3	3	3
0	0	0	2	2	2
++	o	-	++	++	++



Duur van eerste cyclus

00:40:00
00:35:00
00:30:00
00:25:00
00:20:00
00:15:00
00:10:00
00:05:00
00:00:00



Business case op basis van terugverdientijd

Jaarlijks benodigde baten voor break even

2 jaar	
€ 16.660	
Verwachte / bewezen effecten	
Productiviteit met OSS (% sneller = 100 - %)	-5,0%
Uurtarief met OSS	€ 25
Reductie fouten bij Q-controle (%), minder rework	100,0%
Reductie fouten bij klant (%)	100,0%
Besparing kwaliteitscontroles (min/dag)	0
Inleertijd vermindering (%)	50%
Besparing begeleidingstijd (%)	80%
Reductie voorraad	0%
Reductie scrap	0%
Verwachte opbrengsten	
Nw tarief x verw productiviteit	-€ 1.250
Kwaliteitsverbetering	€ 4.000
Besparing op begeleidingstijd (engineer)	€ 1.600
Overall baten	€ 4.350
Overall baten -/- kosten/jr	-€ 12.310

mens robot samenwerking & operator support in fieldlab flexibel manufacturing

Willekeurige voorbeelden !

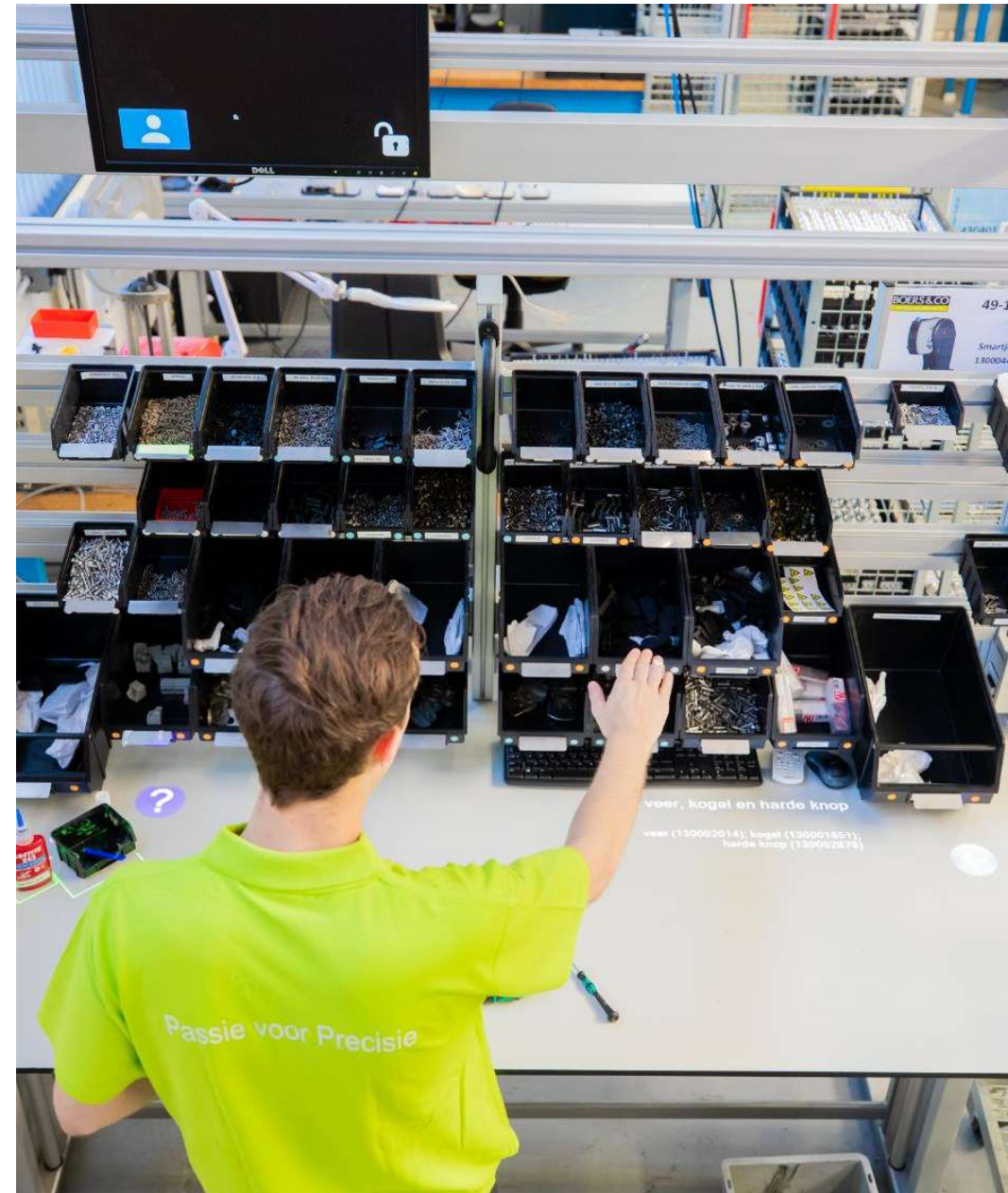
TNO innovation for life

› PILOT BEDRIJF BOERS & CO MODULE ASSEMBLY VOOR EXOSKELETTEN

› Doel : AR training voor onervaren operators met gelijke kwaliteit

Cyclus tijd	Onervaren operators gemiddeld 45 minuten (ervaren operator tijdens werk gemiddeld 38 min)
inleertijd	Onervaren operators bereikten de vooraf gestelde cyclustijd (51 min.) na 4 producten (vs. 20 producten met paper-based instructies)
Product kwaliteit	AR systeem 'dwingt' standaard werkwijze af. Product kwaliteit bij onervaren operator vergelijkbaar met ervaren operator
Supervisor tijd	Minimale supervisie nodig bij 1e cyclus. Bij paperbased min 6 uur begeleiding
System usability	3 van de 4 nieuwe operators beoordeelden system usability hoog (SUS score > 69)

mens robot samenwerking & operator support in fieldlab flexibel manufacturing



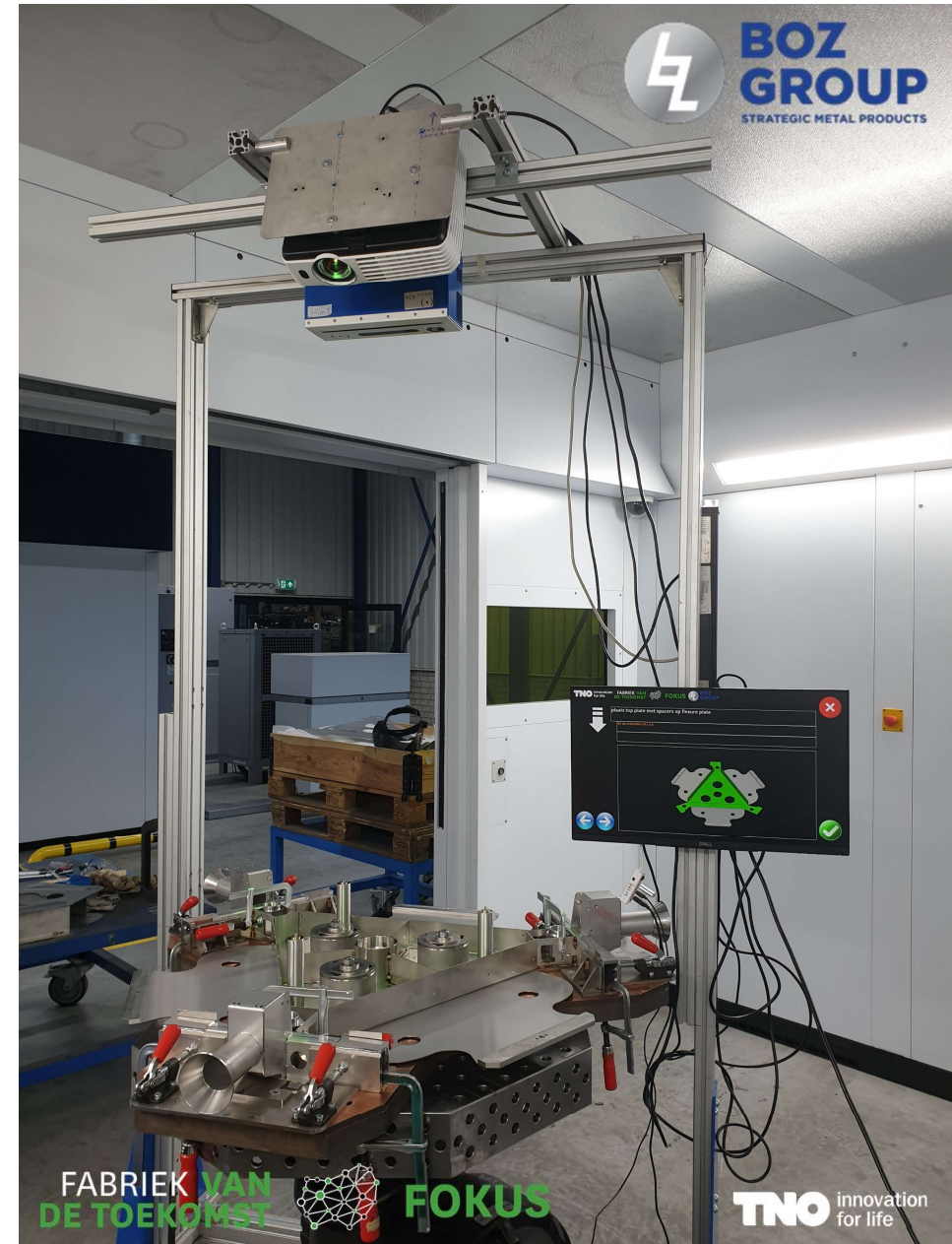
› FOKUS PILOT BOZ COMPLEXE LAS SAMENSTELLINGEN

UITDAGINGEN

- › **Standaardiseren** van werkprocessen om foutkans te verkleinen
- › **Borgen kwaliteit:** volledig traceerbaar (tijd, kwaliteitscontrole) en aan de orderbon te koppelen
- › **Productiviteit verhogen:** groeien naar 8 stuks per week door machines stilstand te beperken
- › **Inzetbaarheid verhogen:** meerdere medewerkers leren on the job om de afhankelijkheid van beschikbare individuele medewerkers te verkleinen.

DOEL PILOT

Haalbaarheidstudie: prototype digitale ondersteuning (projectie technologie) bij het samenstellen van moving frames

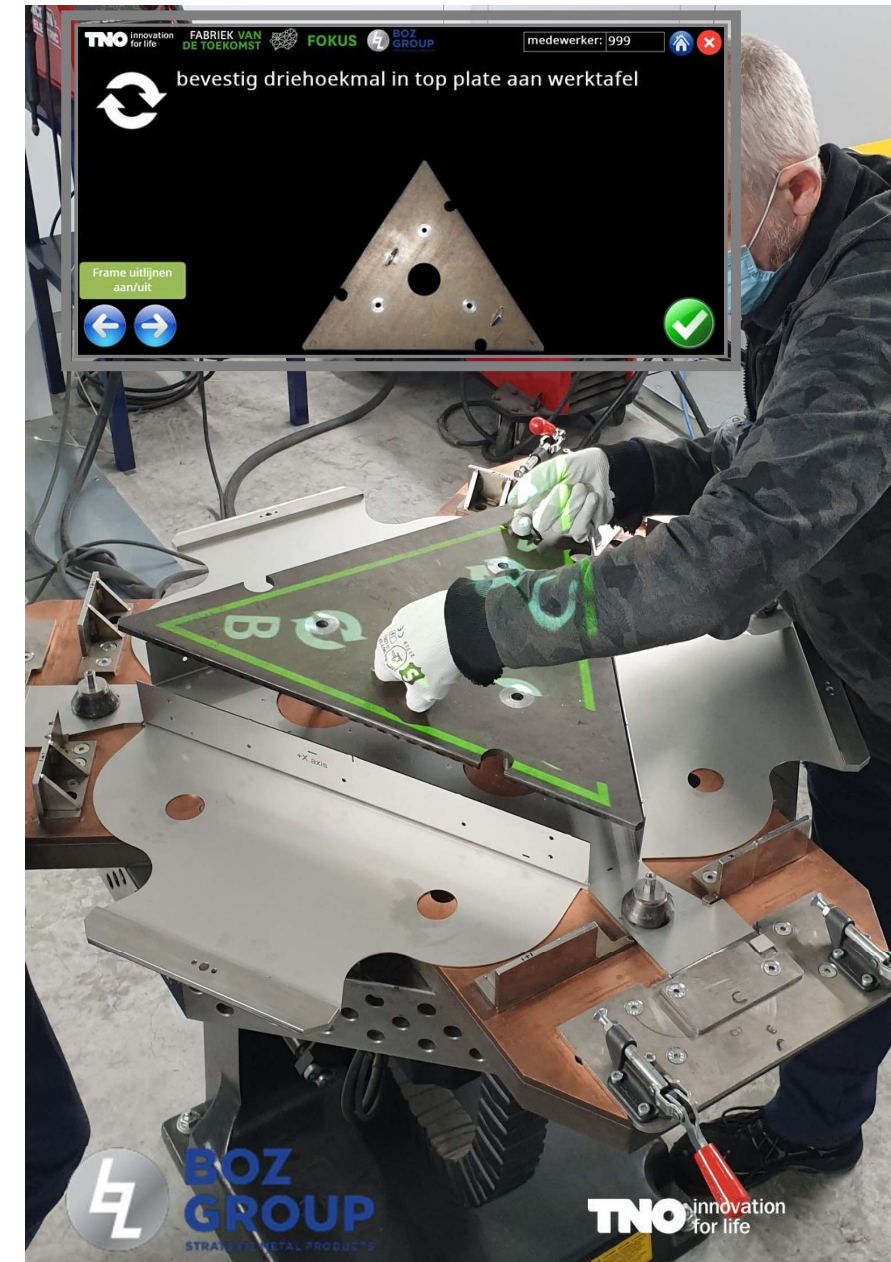


› BEVINDINGEN PILOT BOZ

- › Onervaren medewerker: *“Het systeem geeft een vast werkpatroon, moeilijk om iets te vergeten. Zelfverzekerder, ik zit op het juiste pad”*
- › Ervaren medewerker: *“Als de instructies heel efficiënt zijn te bevestigen, vind ik het geen probleem om er mee te werken.”*
- › Leidinggevende: *“Het systeem geeft een toegankelijke en doeltreffende instructie” “De instructie geeft een zichtbare borging van kwaliteit, geen papieren tijger.”*
- › Directeur: *“Het allerbelangrijkste is dat wij onafhankelijk van medewerkers kunnen produceren en de kwaliteit hebben gewaarborgd.”*

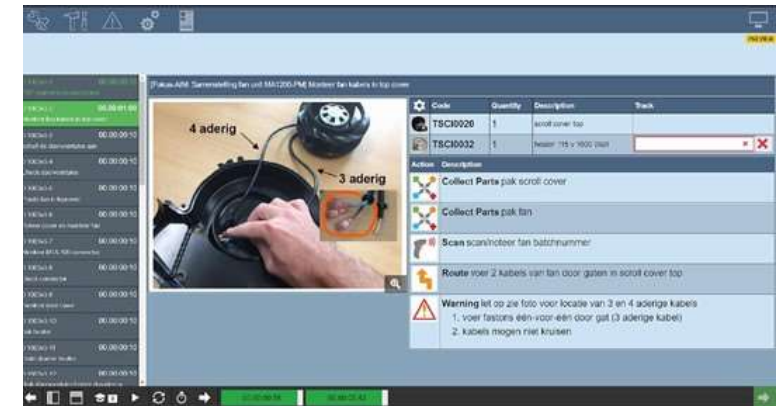
BOZ Group wil verder met operator support technologie

- › Verbetering standaardwerkwijze, kwaliteitsborging en continuïteit
- › Makkelijker om medewerkers in te leren op deze werkplek



› FOKUS PILOT BIJ AIM

- › **AIM:** Producent van medische apparatuur (o.a. fysiotherapie)
- › **Uitdagingen:** traceren van producten, borgen van kwaliteit, medewerkers inleren met minder begeleiding, ondersteunen WSW medewerkers
- › **Haalbaarheidstudie:** verkennen mogelijkheden digitale werkinstructies in één van de assemblage lijnen van AIM
- › “Pilot geeft een goed beeld van de mogelijkheden van beide systemen”



proceedix®

visualfactory.net

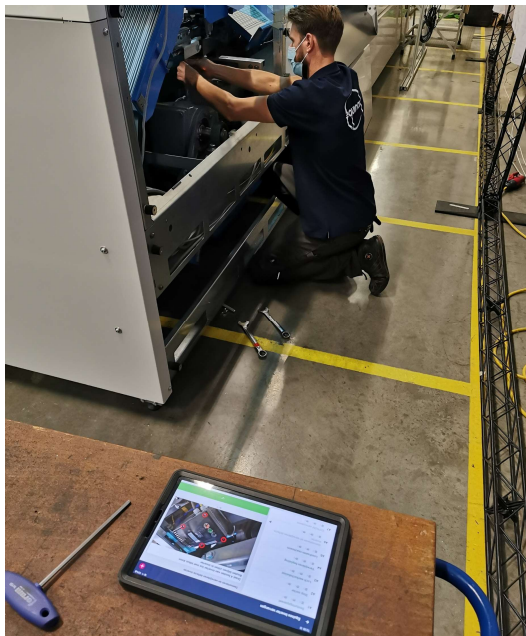
VAN DE TOEKOMST FOKUS

TNO innovation for life

› SMITZH PILOT: USECASE EQUINOX EVALUATIE 3 VORMEN VAN OPERATOR SUPPORT TECHNOLOGIE



TABLET



› Proceedix software 

› Samsung tablet

mens robot samenwerking & operator support in PMC Smart Work



SMART GLASS



› Proceedix software 

› Iristick Z1 smart glass



MIXED REALITY



› Ms Guides software  Microsoft

› MS HoloLens 2

› VERVOLG

Innovatie projecten

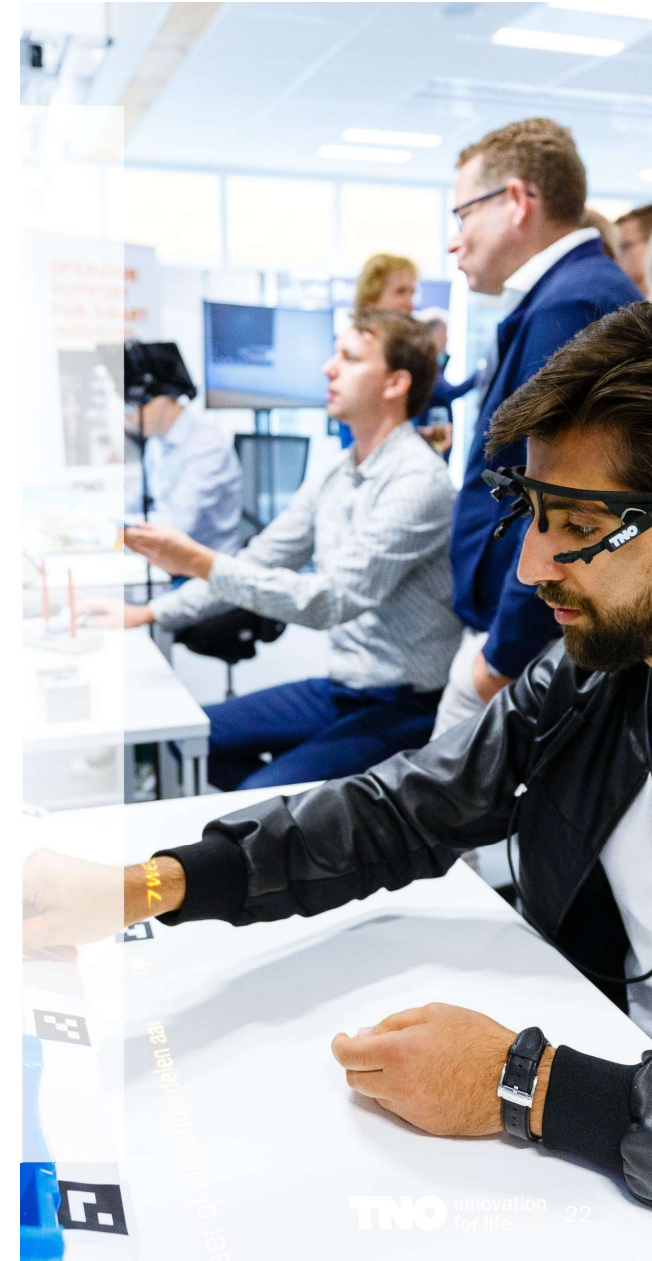
- › Adaptief maken van digitale /AR support systemen met behulp van AI (onervaren en ervaren medewerkers)
- › Automatisch genereren werkinstructies vanuit informatie (3D CAD, BOM, BOP)
- › Onderzoek & ontwikkeling van intuïtieve mens robot interactie

Pilot projecten & haalbaarheidsstudies

- › Canvas sessies keuze technologie
- › Digitale/AR (remote) support tijdens assemblage, installatie, service

Ideeën en suggesties zijn welkom !

mens robot samenwerking & operator support in fieldlab flexibel manufacturing



› DEMO'S VANDAAG

Demo's in Fieldlab Flexibel Manufacturing BIC (Eindhoven)

1. Mens robot samenwerking (opstelling experiment)
2. Projectietechnologie tijdens assemblage
3. Smart glasses, tablet (2D) en MS HoloLens 2 (3D) tijdens service (Equinox usecase)
4. Digitale werkinstructies (Visual Factory, Proceedix, Azumuta)





VRAGEN?

Gu van Rhijn : gu.vanrhijn@tno.nl; 06 21134362

Tim Bosch: tim.bosch@tno.nl; 06 21134363

TNO innovation
for life