



Tijdschrift voor

jaargang 49 - nr. 3 - oktober 2024

# HUMAN FACTORS



Dossier: Robotisering op de werkvloer

HF-kaart van NL: Jan Dul en Johan Molenbroek

De nieuwe factor: Henk F. van der Molen

Human Factors streeft naar het zodanig ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen worden bevorderd.

Tijdschrift voor Human Factors is een uitgave van Human Factors NL, vereniging voor ergonomie. De vereniging tracht op basis van bovengenoemde omschrijving onderzoek te bevorderen, resultaten openbaar te maken, praktische toepassingen te stimuleren en uitwisseling van gegevens tussen belanghebbende vakgebieden te doen plaatsvinden.

#### Secretariaat van Human Factors NL

Van Nesstraat 29, 2024 DK Haarlem  
leden@humanfactors.nl  
www.humanfactors.nl

#### Redactie

dr. N.W. Wiezer, hoofdredacteur@humanfactors.nl  
dr. O.A. Blanson Henkemans, olivier.blansonhenkemans@tno.nl  
A. van der Have PhD, tuur.vanderhave@kuleuven.be  
dr. T. Luger, tessy.luger@med.uni-tuebingen.de  
ir. M. Smulders, info@maximsmulders.com  
H. Vermeulen, hettyvermeulen@vhp.nl

#### Redactieraad

dr. A.H.M. Cremers, prof.dr.ir. J. Dul, drs. J. Jansen, prof.dr. M.P. de Looze, dr.ir. M. Melles, prof.dr.ing. W.B. Verwey

#### Uitgever in opdracht

Reijsegert to the point  
Postbus 174, 3760 AD Soest  
Telefoon: 035 693 6776  
info@reijsegertothepoint.nl

#### Technische eindredactie

Marit Hazeleger  
tvhf@reijsegertothepoint.nl

#### Realisatie en ontwerp

Practicum, Soest  
practicum.nl

#### Advertenties

Advertentiewinkel.nl  
Postbus 174, 3760 AD Soest  
Telefoon: 035 693 6776  
info@advertentiewinkel.nl

#### Abonnementen

Het Tijdschrift voor Human Factors verschijnt vier maal per jaar. De abonnementsprijs bedraagt € 80,- per jaar (excl. 9% btw). Abonnementen kunnen ieder moment ingaan, doch slechts worden beëindigd indien schriftelijk vóór 1 december van de lopende jaargang is opgezegd en een bevestiging daarvan is ontvangen. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd.

#### Auteursrecht

Behoudens de door de wet gestelde uitzonderingen mag niets in deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.  
ISSN 2405-7924

#### Richtlijnen voor auteurs

Zie www.humanfactors.nl.

#### Persberichten

Persberichten kunt u sturen aan de redactie.

#### Coverfoto

AI



## Dossier: Robotisering op de werkvloer

Om huidige en toekomstige personeelstekorten te verhelpen zijn er hooggespannen verwachtingen van technologische oplossingen, zoals robotica. Technologische ondersteuning kan helpen productiviteit te verhogen.

- Werk van de toekomst: vormgeven met én voor vakmensen
- Robotondersteuning voor reparatiewerk bij KLM Engine Services
- Technologische innovatie begint bij de werknemer
- Werkprocessen van de toekomst

Gastredacteur: David Abbink

4

## HF-kaart van Nederland

Een portret van twee nieuwe ereleden van de Vereniging voor Human Factors: Johan Molenbroek en Jan Dul. Deze portretten geven niet alleen een mooi overzicht van de staat van dienst van beide heren, maar ook een overzicht van de ontwikkeling van het vakgebied waar ze beiden zo'n belangrijke rol in speelden.

23

## De nieuwe factor: Henk F. van der Molen

### Beroepsziekten: voorkómen is beter dan behandelen

Samenvatting van de oratie uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar etiologie en preventie van beroepsziekten bij de Faculteit der Geneeskunde van de Universiteit van Amsterdam/Amsterdam UMC op 8 maart 2024.

29

### Verder in dit nummer

Uit de vereniging 32



Ruim een jaar geleden was ik op werkbezoek in Zuid-Korea. Met een groep dineerden we in een 'echt Koreaans restaurant'. Tussen de tafeltjes door reden met enige regelmaat robots die je vriendelijk verzochten om je lege kommetjes en bordjes in hun 'afwasbak' te zetten. Het was een oplossing voor de arbeidsmarkttekorten in de horeca, legde onze gastheer uit. Waarom de robots een 'Hello Kitty-poezengezicht' hadden wist hij niet.

In Nederland wordt robotica eveneens veel genoemd als oplossing voor arbeidsmarkttekorten. Ook in de discussie over zwaar werk, die door het aflopen van de regeling vervroegd uittreden (RVU) nu flink oplaait, worden robots genoemd als oplossing voor fysiek zwaar werk. Het ontwerpen van een mooie robot alleen lost problemen echter niet op. Het inbedden van een robot in werkprocessen is een grote uitdaging.

David Abbink won met zijn baanbrekende onderzoek naar mens-robot-interactie de prestigieuze NWO-Stevinpremie, en wij zijn er ontzettend trots op dat hij over zijn onderzoek voor ons een mooi dossier heeft samengesteld. In het dossier laat David zien dat een transdisciplinaire aanpak noodzakelijk is voor het goed implementeren van technologische oplossingen als robotica. In drie cases wordt de implementatie van robots vanuit het organisatorisch, psychologisch en technologisch perspectief beschreven en wordt aangetoond hoe belangrijk participatie van werknemers is in de ontwikkeling van robotica.



In het vorige nummer maakten we al melding van de benoeming van twee nieuwe ereleden van de Vereniging voor Human Factors: Johan Molenbroek en Jan Dul. We beloofden u van beiden een portret. Deze twee portretten treft u in dit nummer; ze geven niet alleen een mooi overzicht van de staat van dienst van beide heren, maar ook een overzicht van de ontwikkeling van het vakgebied waar ze beiden zo'n belangrijke rol in speelden.

Op 8 maart van dit jaar sprak Henk van der Molen zijn oratie uit bij het aanvaarden van het ambt van hoogleraar etiologie en preventie van beroepsziekten bij de Faculteit der Geneeskunde van de Universiteit van Amsterdam. Beroepsziekten worden veroorzaakt door factoren die grotendeels in het werk liggen, zoals fysiek of psychosociaal zwaar werk, of blootstelling aan schadelijke stoffen. In zijn rede gaat Henk in op het vaststellen van de oorzaken van beroepsziekten, maar vooral op het voorkomen van beroepsziekten. In dit nummer treft u, in de rubriek 'de nieuwe factor' een samenvatting van zijn oratie.

Wij wensen u veel leesplezier met dit herfstnummer.

**Noortje Wiezer**

Hoofdredacteur

[hoofdredacteur@humanfactors.nl](mailto:hoofdredacteur@humanfactors.nl)

# Werk van de toekomst: vormgeven met én voor vakmensen

Het grote en groeiende tekort aan werknemers in essentiële fysieke beroepen vormt een enorme maatschappelijke uitdaging voor Nederland. Deze tekorten oefenen druk uit op de kwaliteit en toekomst van fysiek werk ten tijde van grote maatschappelijke transitie, waarbij vakmensen cruciaal zijn. Denk hierbij aan de zorg voor een steeds grotere groep ouderen die langer leven met één of meer chronische gezondheidsproblemen. Of de energietransitie, waarvoor honderdduizenden huizen per jaar moeten worden geïsoleerd, en van zonnepanelen en warmtepompen moeten worden voorzien. Denk ook aan bouwvakkers die voor 2030 een miljoen nieuwe woningen moeten bouwen. Denk aan zwaar fysiek vakmanschap in reparatiewerk, zoals bij KLM Engine Repair Services, of aan bagageafhandelaren in de hallen op Schiphol. Deze krapte op de arbeidsmarkt dreigt bovendien de komende decennia alleen maar toe te nemen wegens: (1) een krimpende beroepsbevolking, (2) werknemers die wegtrekken uit essentiële fysieke beroepen (Allas & Weddle, 2022) en (3) een stagnerende arbeidsproductiviteit.

**David Abbink, Lisa van der Lugt, Deborah Forster, Eva Verhoef en Ties van Bruinessen**

Bovenstaande trends versterken elkaar: krapte vergroot de werkdruk, dit tast vervolgens het welzijn van vakmensen aan en leidt tot meer uitstroom, drukt de productiviteit en drijft daarmee ook diezelfde werkdruk weer omhoog. Zo zijn welzijn en productiviteit nauw verbonden (Allas & Weddle, 2022). De enige manier om essentiële beroepen te verzekeren van voldoende menskracht, is door het werk aantrekkelijker te maken voor vakmensen – en daarmee arbeidsproductiviteit op organisatie- en landelijk niveau te verhogen.

## **Knelpunten voor vormgeven van toekomstig werk**

Om huidige en toekomstige personeelstekorten te verhelpen zijn er hooggespannen verwachtingen van technologische oplossingen, zoals robotica. Technologische ondersteuning kan helpen productiviteit te verhogen, maar als je sommige taken overneemt door technologie, kan dat ook leiden tot restwerk dat van lagere kwaliteit kan zijn. Bijvoorbeeld dat vakmensen het werk saaier vinden, of minder autonomie ervaren, of sociaal geïsoleerd raken op de werkvloer, of het werk anderszins als minder betekenisvol of minder prettig ervaren. Goedbedoelde innovaties kunnen daarmee onbedoeld het werk minder aantrekkelijk maken, waardoor vakmensen er niet voor zullen kiezen. Daarmee kan een innovatie die op korte termijn productiviteitsverhogend kan zijn, op de lange termijn niet bijdragen aan het oplossen van personeelstekorten.



Overheden en de tech-sector presenteren het stimuleren van technologie- en procesinnovatie als een van de maatregelen om deze krapte structureel aan te pakken (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2022). Tegelijkertijd loopt men tegen meerdere knelpunten aan om dit te realiseren:

## **Innovatieprocessen starten te weinig bij vakmensen**

De robotisering van werk kan bovendien nog steeds negatieve reacties oproepen. Op de werkvloer bestaat er angst dat beroepen vervangen worden, dat men niet mee kan komen in een zogenoemde 'robotsamenle-

ving', dat vakmensen het eigenaarschap over hun eigen werk kwijtraken, of dat het wel de zoveelste bevestiging van het management is die ongebruikt in de hoek staat. Al in het verleden (bijvoorbeeld in de verkenning 'De robot de baas' van de WRR) werd er gepleit voor een inclusieve robotagenda waarbij de focus ligt op co-creatie in de ontwikkelfase. Deze is echter tot nu toe onvoldoende gerealiseerd. Ook de SER adviseert in te zetten op het stimuleren van arbeidsbesparende innovatie, maar waarschuwt daarbij dat de implementatie in belangrijke mate afhangt van de betrokkenheid en zeggenschap van medewerkers in het proces (SER, 2023).

### **Onvoldoende aansluiting academische labs en werkvloer**

Moderne innovatietrajecten kenmerken zich door veel, korte iteraties waarbij prototypes worden ontwikkeld en ingezet om te kijken wat het effect van een interventie is. In een echte werkomgeving zou dit leiden tot (te) grote verstoringen van het werkproces – dat steeds moet worden stilgelegd en aangepast – en hoge investeringen (tijd en geld) voor voorbereiding en aanleggen van infrastructuur om het effect van de interventie te meten. In een academisch lab kan dat wel, maar daar ontbreekt de complexiteit van de echte werkomgeving. Concepten uit deze labs sluiten daarom vaak slecht aan bij de praktijk. Mooie prototypes worden niet geïmplementeerd, en blijven zo in de hoek staan.

### **Toekomstig werk wordt te versplinterd vormgegeven**

Zelfs als een innovatie wel tot implementatie komt, leidt dit niet automatisch tot menswaardig en aantrekkelijk werk. En dat inzicht ontbreekt tijdens het innovatieproces. Dit komt door een versnipperde aanpak van de complexiteit van techniek, mens en organisatie, waar medewerkers vaak geen deel van uitmaken. Deze versnippering zien we zowel in de praktijk als in de wetenschap. Dat kan leiden tot voorbeelden als het gebruik van robots in het magazijn van Amazon, die het werk (fysiek) eentoniger maakten, waardoor de kans op blessures toenam en het tempo zodanig werd opgevoerd dat men geen tijd meer had om naar de wc te gaan. Zulke impact van technologie wordt meestal pas na afloop zichtbaar – bijvoorbeeld via sociaalwetenschappelijk onderzoek – maar dat is te laat (zie ook AWTI, 2024). Mensgerichte innovatie van werkprocessen is niet mogelijk vanuit een enkele discipline, organisatie of invalshoek. Werkprocessen moeten als geheel naar een hoger (en menswaardiger) niveau worden getild. Dit vereist een sterke transdisciplinaire samenwerking waarin domeinexpertise, praktijkkennis en verschillende academische specialisaties samenkomen. Als er al dergelijke samenwerkingen worden opgezet, ontbreekt vaak de locatie en infrastructuur om effectief samen te werken.

### **Disseminatie van innovaties blijft achter**

Momenteel wordt sporadisch en op verschillende kleine locaties gewerkt aan het verbeteren van fysieke werkprocessen met digitale technologie, meestal vanuit een focus op een specifieke technologie en/of sector. Kennis en inzichten worden niet uitgewisseld en infrastructuur niet gedeeld. Om de toekomst van werk vorm te geven is het van belang dat succesvolle innovaties breed verspreid raken in de verschillende sectoren.

Bovenstaande voorbeelden laten zien dat er een kloof tussen vakmensen, organisaties en wetenschap bestaat die ons vermogen tot betekenisvolle interventies bemoeilijkt. De ingenieur zit nog te veel in zijn/haar laboratorium, de werknemer wordt onvoldoende betrokken bij probleemstelling en oplossing, het bedrijfsleven deelt nog te weinig mee in de nieuwe kennis en inzichten, de werkgever heeft nog geen kennis over hoe innovatie de kwaliteit van de arbeid kan verbeteren en redeneert daardoor vaak vanuit productiviteit alleen, en de sociale wetenschapper observeert vooral de praktijk van vandaag en denkt maar beperkt mee over de praktijk van morgen.

### **FRAIM: vormgeven toekomstig werk met én voor vakmensen**

Hoe kunnen we richting geven aan de toekomst van werk, zodat die betekenisvol, rechtvaardig, en toekomstbestendig is? Dat is de missie van transdisciplinair onderzoek en innovatiecentrum FRAIM, dat in dit dossier hun eerste inzichten wil delen. FRAIM ziet de toekomst van werk niet in de vervanging van medewerkers door technologie, maar juist in het ondersteunen van vakmensen met slimme technologie om werk leuker, inspiratievoller en productiever te maken. Hun benadering richt zich niet alleen op het bestuderen van de toekomst van werk, maar ook op het actief vormgeven ervan samen met de vakmensen. Een transdisciplinaire aanpak is hiervoor essentieel. Dit betekent dat robotingenieurs moeten samenwerken met de mensen op de werkvloer en met experts uit andere vakgebieden, zoals psychologen, organisatiewetenschappers en ontwerpers, om al tijdens het ontwerpproces mogelijke obstakels te identificeren en te elimineren.

Deze transdisciplinaire aanpak bestaat uit drie cruciale elementen. Allereerst vereist het een diepe integratie van verschillende kennisgebieden en disciplines, waarbij wetenschappelijke expertise wordt gecombineerd met de praktische kennis van vakmensen, beleidsmakers en organisaties. Daarnaast is participatieve kennisontwikkeling van groot belang, waarbij co-creatie en samenwerking met de betrokkenen centraal staan. Ten slotte vraagt het om een wendbare en flexibele aanpak die openstaat voor nieuwe inzichten en onverwachte uitkomsten, zoals een systeemtheoretisch perspectief en een focus op complexiteit.

Door de betrokkenheid van diverse actoren wordt de kwaliteit van de innovaties al grotendeels gewaarborgd. Vanuit de verschillende perspectieven wordt gezocht naar een optimale interactie tussen mens en technologie, waarbij machines vakmensen ondersteunen in plaats van vervangen.

FRAIM heeft sinds 2021 geïnvesteerd in het samenbrengen van twee stromen van expertise (academische expertise en innovatie expertise) – zo georganiseerd dat het in staat is om met pragmatische expertise van vakmensen en hun organisaties te kunnen werken op de lange termijn. De innovatie-expertise komt van partner RoboHouse – een robotica fieldlab op de TU Delft Campus. De academische expertise komt van een academisch consortium van 35 wetenschappers in Engineering, Design, Arbeidspsychologie en Organisatieverandering vanuit TU Delft, TU Eindhoven, UT Twente, Erasmus Universiteit en Radboud Universiteit. Deze unieke combinatie van innovatie, kennis en kunde en transdisciplinair wetenschappelijk onderzoek vormt de kern van FRAIM. Vanuit deze kern werkt FRAIM samen met verschillende sectoren aan het vormgeven van het fysieke werk van de toekomst.

Op dit moment werkt FRAIM op projectbasis. Verschillende ‘sector-pilots’ worden samen met een bedrijf en haar werknemers opgezet om innovaties te ontwikkelen die rekening houden met de kennis, kunde, motivatie en werkwijze van de vakmensen die met de technologie moeten (samen)werken. Tegelijkertijd gebruikt FRAIM die pilots om wederzijds vertrouwen te genereren en om zich voor de lange termijn te organiseren.

Dit dossier toont ervaringen van zulke sector-pilots, en presenteert die vanuit verschillende perspectieven:

- reparatiewerk bij KLM Engine Services, vanuit het perspectief van engineering en design;
- bagageafhandelingswerk op Schiphol, vanuit het perspectief van arbeidspsychologie;
- bagageafhandelingswerk op Schiphol, vanuit het perspectief van organisatiewetenschappen.

FRAIM's aanpak toont aan dat technologie het werk van vakmensen kan ondersteunen en verbeteren, in plaats van hen te vervangen. Door een transdisciplinaire benadering, waarbij robotingenieurs, sociale wetenschappers en vakmensen intensief samenwerken, worden technologische innovaties ontwikkeld die aansluiten bij de praktijk.

De sector-pilots die FRAIM uitvoert, illustreren hoe deze methodiek bijdraagt aan zowel systeemprestaties als het welzijn van de werknemers. Deze projecten bewijzen dat een langetermijnbenadering, gebaseerd op samenwerking en wederzijds vertrouwen, de sleutel is tot succesvolle en duurzame technologische innovatie op de werkvloer.

## Referenties

- Allas, T. and Weddle, B. (2022). *Meet the psychological needs of your people – all your people*. McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/people-and-organizational-performance/our-insights/meet-the-psychological-needs-of-your-people-all-your-people?cid=other-eml-dre-mip-mck&hlid=37a8637a5142447a8168314fa3cba9ee&hctky=2331441&hdpid=143e75c8-292d-4808-be8e-35b70204023c>.
- AWTI (2024). *Vanzelfsprekende verbinding: Veranker sociaal- en geesteswetenschappelijk onderzoek in innovatie*. Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie. Retrieved from <https://www.awti.nl/documenten/adviezen/2024/03/25/advies-vanzelfsprekende-verbinding---veranker-sociaal--en-geesteswetenschappelijk-onderzoek-in-innovatie>.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (2022). *Kamerbrief over aanpak arbeidsmarktkrapte*. Retrieved from <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-cf33973626d8fd50809fa400043653d6d65a46b5/pdf>.
- Sociaal-Economische Raad (SER) (2023). *Waardevol werk: Publieke dienstverlening onder druk*. Retrieved from <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2023/arbeidsmarktkrapte-publieke-sectoren.pdf?la=nl&hash=1AC2405F04EC64ED9FC9FFE159DD5B3C>.

## Over de auteurs



David Abbink (gastredacteur)  
Werktuigbouwkunde/Cognitive  
Robotics. Industrieel Ontwerpen/  
Sustainable Design Engineering  
FRAIM. TU Delft, Delft  
[d.a.abbink@tudelft.nl](mailto:d.a.abbink@tudelft.nl)



Lisa van der Lugt  
Impact & Innovation Centre  
TU Delft, Delft



Deborah Forster  
Werktuigbouwkunde/Cognitive  
Robotics  
TU Delft, Delft



Eva Verhoef  
RoboHouse  
TU Delft, Delft



Ties van Bruinessen  
RoboHouse  
TU Delft, Delft

# Robotondersteuning voor reparatiewerk bij KLM Engine Services

## Aanzet tot een transdisciplinaire aanpak

Dit artikel beschrijft de vorderingen in het Brightsky-project, waarin de potentie voor robotondersteuning wordt onderzocht, met en voor vakmensen bij KLM Engine Services die daar reparatiewerk uitvoeren. Door de samenwerking met vakmensen centraal te stellen, wordt er onderzocht hoe robotondersteuning niet alleen fysiek werk kan verlichten, maar ook kan bijdragen aan een betekenisvolle werkervaring. Hiermee wordt gepoogd een brug te slaan tussen de traditionele focus van human factors zoals we die kennen als discipline, en een meer holistische benadering die diepe kennis van vakmensen, innovatie-experts, robotici, ontwerpers, psychologen en organisatiewetenschappers aanwendt.

**Nicky Mol, Alessandro Ianniello, Olger Siebinga, Marco Rozendaal, Eva Verhoef, J. Micah Prendergast, Luka Peternel en David Abbink**

### Robotica op de werkvloer

Traditionele industriële robots die eenvoudige, voor-geprogrammeerde taken autonoom kunnen uitvoeren, verhogen al decennia de productiviteit – mits geïmplementeerd in werkomgevingen waar de variabiliteit in het proces kan worden geminimaliseerd. Dit beeld kennen we vooral uit de auto-industrie, waar robots in grote veiligheidskooien gescheiden worden van vakmensen – die dan werk kunnen doen dat robots niet kunnen. Dit scheiden van mens en machine lijkt logisch, en zo zou je taken dus ook kunnen verdelen: taken waarin machines beter zijn en taken waarin mensen beter zijn – en dat dan scheiden op de werkvloer (Fitts, 1951). Maar wanneer werkprocessen niet volledig kunnen worden opgesplitst of gestandaardiseerd, blijven menselijke vaardigheden, zoals flexibiliteit, dynamische besluitvorming en interpersoonlijke relaties, cruciaal om werkzaamheden goed te laten verlopen. Dit type werk, zoals verpleegkundige zorg, onderhoud, reparatie en logistiek, laat zich niet eenvoudig automatiseren.

Maar is dat niet aan het veranderen? Er zijn inmiddels nieuwe type robots die zo ontworpen zijn dat ze op een veilige manier in de nabijheid van mensen kunnen werken en zelfs door fysieke interactie met mensen kunnen samenwerken: de collaboratieve robot, ofwel de cobot. Collaboratieve robots zijn inherent veiliger, door andere keuzes in hardware, sensoren en aansturing.

Deze veiligheid maakt dat veel bedrijven in sectoren met personeelstekorten willen onderzoeken wat de potentie van cobots is op hun werkvloer. Maar: is veiligheid genoeg? Bij Amazon werken dit soort veilige robots samen met personeel in distributiecentra, maar er zijn grote zorgen over het werkproces dat daardoor ontstaat (Dzieza, 2023). Hoewel cobots kunnen bijdragen aan beter werk (bijvoorbeeld productiever werk, of het verlichten van fysiek zwaar werk) kunnen ze ook zorgen voor een verslechtering van andere aspecten van de werkomstandigheden (bijvoorbeeld de ervaren autonomie of een gebrek aan zingeving). Daarom is het van belang dat werknemers actief worden betrokken bij zowel het ontwerp als de implementatie van cobots, omdat dit directe implicaties heeft voor de individuele werkbeleving van de medewerkers. Zo kunnen cobots ervoor zorgen dat niet alleen de productiviteit wordt verhoogd, maar ook dat er aandacht is voor de werker-ervaring en het algemene welzijn van de medewerkers.

Taken die routinematig of fysiek belastend zijn, worden vaak als eerste overgenomen door robots omdat deze taken vanuit technologisch en financieel oogpunt vaak makkelijker te automatiseren zijn. Dit leidt tot een verschuiving van de rol van de werknemer, van actieve uitvoerder naar toezichthouder die het resterende werk, dat de robot niet kan uitvoeren, voor zijn rekening neemt. Dit kan voor de medewerker ten koste gaan van het gevoel van autonomie en zingeving in het

werk, omdat het niet altijd meer als motiverend of betekenisvol wordt ervaren (zie ook het artikel 'Technologische innovatie begint bij de werknemer' in dit nummer). Ook het gevoel van erkenning dat vakmensen ervaren door het beoefenen van hun vakmanschap komt zo onder druk te staan. Een ander nadelig bijeffect is dat impliciete vakkennis en vaardigheden verloren gaan. Het is daarom cruciaal dat de integratie van robots in werkprocessen niet alleen vanuit een technologisch en financieel oogpunt wordt benaderd, maar dat er met en voor de werknemer onderzocht wordt wat aantrekkelijk werk is.

Om deze integratie te bewerkstelligen is een langetermijn transdisciplinaire aanpak nodig ervaren (zie ook het artikel 'Technologische innovatie begint bij de werknemer' in dit nummer) waarbij er een voortdurende interactie tussen onderzoek, innovatie en praktijk plaatsvindt. Daarbij is het doel dat vakmensen, innovatie-experts en wetenschappers van elkaar kunnen leren, betere vragen stellen en kennis en kunde ontwikkelen waar de werkvloer beter van wordt. In dit artikel laten we FRAIM's (transdisciplinair onderzoeks- en innovatiecentrum, zie het introductieartikel op pagina 4 e.v.) eerste verkenning zien van hoe transdisciplinair onderzoek en innovatie zou kunnen werken binnen het BrightSky-project (Mol, 2024). We reflecteren op verschillende fases in het project en hoe dit tot nieuwe academische vragen en kennis heeft geleid, maar ook tot beginnende veranderingen op de werkvloer.

### Een praktijkvoorbeeld: exploratie van robotondersteuning

BrightSky is een project waarin de TU Delft samen met andere bedrijven en kennisinstellingen leert hoe reparatie- en onderhoudswerk van vliegtuigonderdelen productiever, lichter en aantrekkelijker kan worden. Bij KLM Engine Services leefde de vraag om te kijken wat de potentie van robotische oplossingen is om hun organisatie toekomstbestendig te maken: in de nabije toekomst is het tekort aan vakmensen een bedreiging voor de organisatie.

Op dit project zijn aangesteld: (1) een robotica promovendus, (2) een postdoc vanuit industrieel ontwerpen, (3) innovatie-experts bij RoboHouse en (4) een senior onderzoeker met een achtergrond in de cognitieve wetenschappen. Daarnaast was het project toegankelijk voor het grotere consortium van wetenschappers rondom FRAIM, zodat we konden experimenteren met transdisciplinair werken in de praktijk.



Afbeelding 1. Een illustratie van een deel van het huidige werkproces om titanium rotorbladen te repareren: het slijpen is fysiek zwaar werk dat vakmanschap vereist.

### Selectie van het werkproces en exploratie van mogelijke robotondersteuning

Het team bezocht de werkvloer van KLM Engine Services meerdere malen om het werk, de organisatie en de vakmensen beter te begrijpen. Zo maakten we gebruik van georganiseerde werkbezoeken waarbij verschillende wetenschappers (ingenieurs – waaronder human factors experts, ontwerpers, psychologen en organisatiewetenschappers) tegelijk dezelfde werkprocessen konden zien, waarna hun verschillende perspectieven op huidig en toekomstig werk besproken konden worden. Iedereen zag wat anders, en het totaalbeeld werd daardoor snel scherper. Ook zijn robotici de medewerkers gaan 'schaduwen': een etnografisch-geïnspireerde activiteit, een dag meelopen op de werkvloer.

Al snel leerden de academici dat veel van het reparatiewerk zeer complex is, diepe expertise vereist, en daarmee een schoolvoorbeeld is van werk dat niet overgenomen kon worden door automatisering. Robots hoeven echter niet puur te dienen voor volledige automatisering; ze kunnen ook ingezet worden om specifieke aspecten van het werk te ondersteunen, en die mogelijkheden willen we samen met de vakmensen en de organisatie verkennen.

Op basis van deze bezoeken besloten we gezamenlijk om ons te focussen op de reparatie van titanium rotorbladen uit vliegtuigmotoren. Dit is een fysiek zwaar en variabel proces waarbij handmatig beschadigingen op de complex gevormde rotorbladen worden weggevijld (zie afbeelding 1).

Wanneer een gasturbine voor onderhoud binnenkomt, worden alle rotorbladen gedemonteerd en onderzocht op schade. Deze schade is vaak moeilijk met het blote oog waarneembaar en zit altijd op andere plekken. Het repareren van deze rotorbladen vereist echter diepgaande expertise, die over de tijd ontwikkeld wordt. Maar het werk is ook fysiek zwaar, wat in sommige gevallen leidt tot klachten en uitval.

Het viel ons op dat onderzoekers van verschillende disciplines andere observaties deden: robotici zagen bijvoorbeeld lichamelijk zware taken die mogelijk met een robotarm ondersteund konden worden, terwijl psychologen zich afvroegen welke onderdelen van het werk leuk gevonden werden, en welke saai. De industrieel ontwerper keek naar mogelijkheden en ruimte voor vernieuwing. En de innovatie-expert dacht na over hoe dit werk anders kon door het inzetten van robotica.

### Ontwikkelen en testen van een robot prototype

Een van de vakmensen bij KLM bleek een cruciale rol te spelen. Hij wordt gezien als dé expert voor deze reparatiewerkzaamheden. Met en voor hem ontwikkelden we een prototype van een robotarm, dat zijn fysiek zware werk zou kunnen verlichten door ondersteuning te bieden.

Dit prototype, zoals te zien is in afbeelding 2, werd in oktober 2022 tijdens een volgend bezoek aan de werkvloer meegenomen, en bestond uit een KUKA-arm uit het TU Delft Cognitive Robotics lab. Doordat het prototype flexibel en modulair is opgebouwd, zowel qua hardware als software, kon het eenvoudig worden aangepast aan de specifieke behoeften en voorkeuren van individuele werknemers tijdens de demonstratie op de werkvloer.

Tijdens dit bezoek kwamen er zo'n tien medewerkers langs, maar ook teamleiders en managers die nieuwsgierig waren. Het prototype prikkelde tijdens het bezoek de verbeelding van alle aanwezigen; voor veel vakmensen was het de eerste keer dat ze in aanraking kwamen met een robot in een praktische werkomgeving. Deze kennismaking bood hen de kans om te ervaren wat robots daadwerkelijk kunnen, wat vaak sterk afweek van de beeldvorming die ze kenden uit films en media. De interactie verliep vrij natuurlijk. In eerste instantie was er een afwachtende houding vanuit de medewerkers, maar toen de eerste medewerker met de robot begon te werken volgden er snel meer. Dankzij hun vergaande inhoudelijke vak kennis konden de medewerkers snel inschatten welke vormen van ondersteuning wenselijk zouden zijn.



Afbeelding 2. Een van de co-creatieprocessen met een van de vakmensen van KLM, waarbij een KUKA-robotarm gebruikt werd om te onderzoeken welke mogelijke robot-ondersteuning daadwerkelijk zou bijdragen aan een aantrekkelijker werkproces.

De interactie leidde tot veel creativiteit, plezier en nuttige gedeelde kennis op de werkvloer: vakmensen kwamen met nieuwe ideeën en brachten ook naar voren waarom bepaalde vormen van ondersteuning helemaal niet wenselijk of praktisch zijn. De betrokkenheid van de werknemers gedurende het hele proces zorgde voor een gevoel van eigenaarschap en vertrouwen, wat bijdroeg aan een positieve houding ten opzichte van de robot en de onderzoekers. Voor de wetenschappers leverde dit tevens waardevolle en inspirerende onderzoeksvragen op die relevant zijn voor wetenschappelijk onderzoek, waarvan we er één in het onderstaande zullen toelichten.

Alle betrokkenen wilden meteen verder, en praatten regelmatig na over dat bezoek. De vakmensen lieten weten dat zij het vertrouwen hebben gekregen dat zij gehoord worden en een bepalende rol spelen in het vormgeven van hun toekomst van werk.

### Transdisciplinair onderzoek en innovatie: met en voor vakmensen

Die start was mooi, maar hoe ga je door zonder te snel in een oplossing te schieten? Tijdens het BrightSky-project werden diverse methoden toegepast die verder gingen dan human factors-onderzoek zoals we dat kenden. We lieten ons inspireren door etnografische methodes (het schaduwen van vakmensen), door transdisciplinaire methodes (het gezamenlijk bezoeken van de werkvloer met experts vanuit verschillende disciplines, om daarna observaties van onderzoekers en personeel te delen), co-creatie activiteiten, en het ontwikkelen van prototypes.

Omdat er een roboticus en ontwerper op het project aangesteld waren, is er vooral ook veel geleerd over hoe Robotica en Industrieel Ontwerpen zowel verschillende als aanvullende vakgebieden zijn – en wat die kunnen leren van de werkvloer. Waar de roboticus naar



Afbeelding 3. Drie parallelle activiteiten van onderzoek en innovatie: (1) academisch onderzoek, (2) bezoeken op de werkvloer, (3) innovatie middels prototypes waarmee nieuwe werkprocessen ervaren kunnen worden.

taakanalyses en optimalisaties kijkt, verkent de ontwerper nieuwe mogelijkheden om naar een gewenste toekomstige situatie te kunnen bewegen, bekeken vanuit een creatieve en kritische bril. De vakmensen op de werkvloer brachten hun eigen ervaringen mee, net als experts van hun eigen vakgebied. Transdisciplinair werken integreert deze verschillende manieren van kennis en kunde, zowel academisch als praktisch.

Ruwweg kunnen de activiteiten die we sinds oktober 2022 hebben ontplooid, samengevat worden in drie parallelle fases (zie ook afbeelding 3).

#### Activiteit 1: academisch onderzoek

Voor een gestructureerde setting waarin mogelijke vormen van robotondersteuning gedetailleerd en reproduceerbaar bestudeerd kunnen worden, hebben we een abstractie van de taak gemaakt (2-dimensionaal, zie afbeelding 4). Deze opstelling biedt de mogelijkheid om aspecten te onderzoeken die op de werkvloer lastiger te isoleren en controleren zijn, zoals bijvoorbeeld de rolverdelingen tussen mens en robot bij fysieke mens-robot-samenwerking (De Santis, 2008). Meer specifiek: robots kunnen vakmensen op verschillende manieren ondersteunen: door krachten te leveren, nauwkeurige posities aan te houden, of door specifieke vrijheidsgraden van beweging te controleren. Welke vorm van ondersteuning het meest effectief is, hangt af van de specifieke taak en de behoeften van de vakmensen. Er ontstonden daarmee academische vragen op het grensvlak van robotica en human factors, zoals: 'Wat is de impact van verschillende vormen van robotondersteuning op de werkervaring, algehele prestaties en de fysieke en mentale belasting van de mens?' Deze vragen worden onderzocht aan de hand van vier verschillende experimentele condities:

1. *Volledige controle door de mens.* De mens is verantwoordelijk voor zowel het positioneren van de robot als het uitoefenen van de neerwaartse kracht.
2. *Gedeelde controle.* De mens positioneert de robot, terwijl de robot de neerwaartse kracht levert.
3. *Gedeelde controle.* De robot beweegt naar de juiste posities, terwijl de mens de kracht uitoefent op het te repareren oppervlak.

4. *Volledige controle door de robot.* De robot neemt zowel de positionering als het leveren van de kracht over, terwijl de mens enkel toezicht houdt en ingrijpt als de robot fouten maakt.

Dit academisch onderzoek, dat momenteel uitgevoerd wordt door de promovendus, heeft niet alleen het leveren van wetenschappelijke inzichten als doel, maar biedt ook praktische handvatten voor het ontwerpen van robotondersteuning die aansluit bij de behoeften van vakmensen in de praktijk.



Afbeelding 4. De gecontroleerde labopstelling, waarmee op een reproduceerbare manier empirisch onderzoek gedaan kan worden om zo robotondersteuning in fysieke mens-robot-interactie te ontwerpen die de ervaring van de werknemer ondersteunt.

#### Activiteit 2: bezoeken op de werkvloer

Academici en innovatie-experts leren tijdens deze bezoeken van de vakmensen, en vice versa. Door de gezamenlijke inzichten kan er een rijkere exploratie rondom toekomstig werk plaatsvinden. In dit project werkten we onder andere met *speculative design*: een ontwerpgerichte benadering in dit project heeft werknemers geholpen om vanuit het heden na te denken over hun toekomst. Door fictieve ontwerpvoorstellen te ontwikkelen en te ervaren, kunnen zij hun huidige en mogelijke toekomstige situaties beter vergelijken. Dit geeft hen meer controle over het innovatieproces, waardoor ze meer vertrouwen krijgen en daarmee meer inspraak en handelingsvrijheid binnen het Brightsky-project.

### Activiteit 3: innovatie middels prototypes

In het consortium ontwikkelden de robotici aanvankelijk ideeën rondom cobot-ondersteuning, met de focus op het verlagen van neerwaartse krachten zonder het vakmanschap te vervangen. Een van de vakmensen introduceerde echter een mechanisch prototype dat hij al jaren in gedachten had, maar dat nooit werd gerealiseerd. Hoewel hij actief bijdroeg aan het ontwerp van het robotprototype, had hij ook alternatieve ideeën die geen robotimplementatie vereisten. Aanvankelijk werd dit mechanische concept door de academische robotici als minder wetenschappelijk interessant beschouwd, waardoor het onopgemerkt bleef. Pas later, tijdens een werkbezoek waarbij ook innovatie-experts aanwezig waren, werd het team zich bewust van de potentie van dit mechanische systeem als substantiële verbetering ten opzichte van de bestaande methoden en gereedschappen. Het zou ook een oplossing kunnen zijn die redelijk economisch kon worden uitgevoerd (dat wil zeggen zonder een dure robot). Aan de andere kant zou een robotoplossing nog meer flexibiliteit kunnen bieden voor verschillende types *fan blades*. Het idee van de vakman bleek echter ook een goede manier om de robotondersteuning te simuleren, waar geen roboticus op geko-

men was. Het team besloot parallel beide oplossingsrichtingen te ontwikkelen: een robotprototype én een mechanisch prototype – zodat beide vergeleken konden worden door de vakmensen. Via een iteratief co-ontwerpproces werd een eerste mechanisch prototype ontwikkeld. Naast het bieden van een potentiële oplossing voor het verbeteren van de blending-taak en een inspiratie voor ontwerp van robotondersteuning, wordt verwacht dat dit prototype zal dienen als een belangrijke benchmark bij de evaluatie van de zich ontwikkelende cobot-oplossingen. Het heeft ook gediend als een belangrijk communicatiemiddel tussen de vakman en het transdisciplinaire team, en de organisatie.

Deze situatie illustreert hoe robotici vaak een onderzoeksagenda hebben gericht op het genereren van nieuwe kennis over robots en mens-robotinteractie, waarbij de commerciële of praktische toepasbaarheid van alternatieve oplossingen minder centraal staat. Innovators, zoals de vertegenwoordigers van Robohouse, hanteren echter een pragmatischer benadering, waarbij de focus ligt op het behalen van resultaten, ongeacht of dat door middel van robotica of andere technieken gebeurt. Dit benadrukt de verschillende prioriteiten en perspectieven binnen het consortium.

### Bijdrage aan het HF-kennisdomein

In dit artikel wordt gepleit voor een bredere aanpak dan gebruikelijk binnen het Human Factors-domein, waarbij niet alleen de fysieke, maar ook de psychologische dimensies van mens-robot-interactie worden bekeken. In het Brightsky-project wordt de *usecase* van het repareren van *fan blades* beschouwd als een *socio-technisch systeem* waarin vakmensen, robots en de werkomgeving op elkaar inwerken. Deze aanpak erkent dat robottechnologieën niet alleen in laboratoria ontwikkeld kunnen worden, maar dat het betrekken van vakmensen en het integreren van inzichten uit andere disciplines, onder andere de werk- en organisatiepsychologie, essentieel is om de impact van deze technologieën op het welzijn van werknemers te begrijpen. In de traditionele Human Factors-aanpak blijft dit bredere perspectief vaak onderbelicht.

Door een transdisciplinaire methodiek te hanteren, waarbij academici, innovatie-experts en vakmensen van elkaar leren, ontstaat een rijkere, meer genuanceerde benadering van robotimplementatie. In plaats van technologisch gedreven oplossingsdenken en 'techno-optimisme' – waarin technologie wordt gezien als dé oplossing voor alle problemen – bepleit dit project een meer kritische, reflectieve houding. Deze benadering stimuleert het vinden van nieuwe ingangen voor innovatie, waarbij de *menselijke ervaring* en *systeemprestaties* elkaar versterken.

Zodoende is het implementeren van robotondersteuning in dit project, gericht op het *herontwerpen van bestaande werkprocessen*, waarbij vakmensen op een actieve manier fysiek samenwerken met robots in plaats van taken volledig te automatiseren. Door deze vorm van samenwerking behouden werknemers controle over cognitieve aspecten van het werk, terwijl de robot ondersteuning biedt bij de fysieke aspecten van de werkzaamheden. Het idee achter dit ontwerpprincipe is dat medewerkers op deze manier autonomie en zingeving blijven ervaren, terwijl ze worden ontlast van het fysiek zware werk. Door taken te verdelen volgens de principes van Fitts (Fitts, 1951), waarbij de robot fysieke taken overneemt en de mens cognitieve controle behoudt, verwachten we niet alleen dat de *systeemprestaties* in de vorm van productiviteit toe zullen nemen, maar ook dat medewerkers meer autonomie ervaren en het werk bevredigender vinden ten opzichte van andere vormen van ondersteuning. Om deze en andere veronderstellingen te valideren, wordt de impact van verschillende rolverdelingen tussen mens en robot, de productiviteit en werkervaring geëvalueerd in een gecontroleerde labopstelling, die parallel aan het prototype op de werkvloer is ontwikkeld. Deze opstelling, die de daadwerkelijke reparatietask zo dicht mogelijk benadert, maakt het mogelijk om de inzichten uit de labstudies direct te vertalen naar de praktijk.



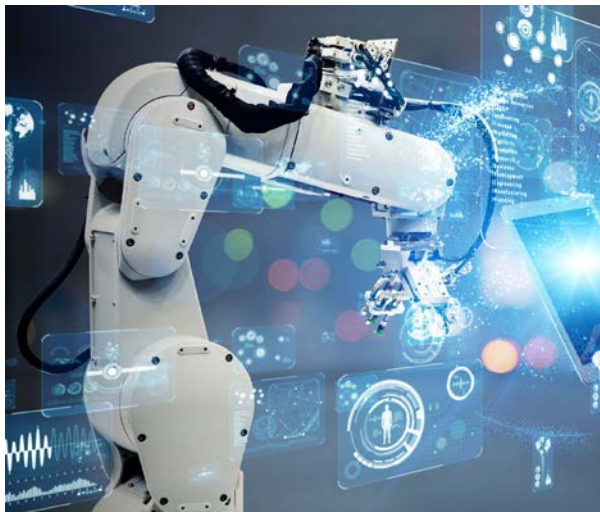
## Conclusie

In dit artikel schetsen we een beeld van het *proces* waarmee we verschillende manieren van kennis en kunde proberen te contrasteren om bij te kunnen dragen aan beter werk rondom robotica. Er is nog geen 'oplossing' in de vorm van een geïmplementeerd prototype, maar er is een verandering ontstaan in de academici, innovatie-experts en vakmensen die op dit project werken – ze proberen van elkaar te leren.

Een belangrijk onderdeel van deze aanpak is om voorbij te gaan aan de valkuil van technologisch gedreven oplossingsdenken en een zeker 'techno-optimisme': dat we met het zoeken naar de juiste technologie alle problemen kunnen oplossen. Transdisciplinair werken verbindt de potentie van techniek met een kritisch onderzoekende houding die genuanceerde inzichten oplevert en nieuwe ingangen creëert voor innovatie. Voor het Human Factors-vakgebied liggen er kansen wanneer het proces belicht wordt vanuit transdisciplinariteit. Bijvoorbeeld hoe kennis die ontwikkeld wordt binnen het vakgebied kan veranderen wanneer het proces vanuit andere disciplines bekeken wordt, maar ook hoe Human Factors-specialisten nieuwe rollen binnen een innovatieproces kunnen gaan oppakken en nieuwe expertise nodig hebben wanneer ze deelnemen binnen transdisciplinaire vormen van samenwerking.

## Referenties

- De Santis, A., Siciliano, B., De Luca, A., & Bicchi, A. (2008). An atlas of physical human-robot interaction. *Mechanism and Machine Theory*, 43(3), 253-270. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2007.03.003>.
- Dzieza, J. (2020, February 27). *Robots aren't taking our jobs – they're becoming our bosses*. The Verge. URL: <https://www.theverge.com/2020/2/27/21155254/automation-robots-unemployment-jobs-vs-human-google-amazon>.
- Fitts, P.M. (Ed.) (1951). *Human engineering for an effective air navigation and traffic control system*. National Research Council.
- Mol, N., et al. (2024). *Achieving meaningful collaboration: Worker-centered design of a physical human-robot collaborative blending task*. Presented at the 40th Anniversary of the IEEE Conference on Robotics and Automation (ICRA@40).



## Over de auteurs



Nicky Mol  
Promovendus Mens-Robot Interactie  
Werktuigbouwkunde, Department of  
Cognitive Robotics  
TU Delft, Delft  
[nicky.mol@tudelft.nl](mailto:nicky.mol@tudelft.nl)



Alessandro Ianniello  
Postdoctoraal onderzoeker Mens-  
Robot Interactie  
Werktuigbouwkunde, Department of  
Cognitive Robotics  
TU Delft, Delft



Olger Siebinga  
Werktuigbouwkunde, Department of  
Cognitive Robotics  
TU Delft, Delft



Marco Rozendaal  
Industrieel Ontwerpen, Human-  
centered Design  
TU Delft, Delft



Eva Verhoef  
RoboHouse  
TU Delft, Delft, Nederland



J. Micah Prendergast  
Werktuigbouwkunde, Department of  
Cognitive Robotics  
TU Delft, Delft



Luka Peterel  
Universitair Hoofddocent in Mens-  
Robot Interactie  
Department of Cognitive Robotics  
TU Delft, Delft



David Abbink  
Werktuigbouwkunde/Cognitive  
Robotics  
Industrieel Ontwerpen/Sustainable  
Design Engineering FRAIM  
TU Delft, Delft



# Technologische innovatie begint bij de werknemer

## Een psychologisch perspectief op de toekomst van fysiek werk in de bagagehallen bij Schiphol

Dit artikel beschrijft een pilotproject in de bagagehallen van Schiphol, gericht op het creëren van aantrekkelijk werk door de fysieke belasting te verminderen. Vertegenwoordigers van alle betrokken partijen, waaronder bagageafhandelaars, teamleiders, HR en management, werkten vanaf het begin samen met onderzoekers. Het onderzoek omvatte een grondige probleemanalyse waarbij het team actief meewerkte via verscheidene methodes. De verzamelde kennis wordt nu gebruikt om oplossingen te ontwikkelen die zowel de fysieke belasting verminderen als de efficiëntie behouden.

**Daantje Derks-Theunissen en Pascale Le Blanc**

De wereld, en daarmee ook onze samenleving, wordt steeds afhankelijker van technologie en digitale hulpmiddelen. De digitale revolutie, zoals de vierde industriële revolutie waar we nog steeds middenin zitten ook wel wordt genoemd, verwijst naar de overgang van analoge technologie naar digitale technologie. Denk bijvoorbeeld aan de intrede van kunstmatige intelligentie (AI), het gebruik van big data en de inzet van robotica en automatisering.

Technologische innovaties volgen elkaar in hoog tempo op en voor de leek is het soms lastig om dit bij te benen. Naast de snelheid van de technologische vooruitgang, verschilt deze industriële revolutie van de vorige revoluties in termen van reikwijdte en systemische impact. Dit heeft verregaande veranderingen met zich meegebracht in de manier waarop we samen leven, werken en communiceren. Ondanks de nieuwe mogelijkheden en kansen die zijn gecreëerd op zeer uiteenlopende gebieden, heeft deze revolutie ook een keerzijde. Zo zijn veel werknemers bang dat hun werk wordt overgenomen door robots of dat de aard van hun werk wezenlijk gaat veranderen. Dit betreft vooral werknemers die fysiek en laaggeschoold werk uitvoeren, terwijl dit juist ook de groep is voor wie het moeilijk is om ander werk te vinden. Bovendien is het met de kennis van nu moeilijk te voorspellen waar we over vijf of tien jaar staan in de digitale samenleving.

Het is mensen eigen om (technologische) veranderingen niet gelijk vol overtuiging te omarmen. Eerst maar eens kijken of het zo'n vaart wel loopt en of het inderdaad een toepassing is die aanslaat en op grote schaal geïmplementeerd gaat worden. Bovendien ligt het

tempo van de veranderingen heel hoog, waardoor je vaak nog aan het bijkomen bent van de vorige verandering als de volgende zich al aandient. Als je aan technologische vooruitgang – zoals de inzet van robots op de werkvloer – denkt, dan roept dit vrij snel de vraag op wat dit voor jou of jouw werk betekent. Waar automatisering ervoor zorgde dat taken verdwenen, lijkt er nu een gerede kans dat robots taken van mensen gaan overnemen. Misschien moet je zelfs vrezen of je beroep over een paar jaar nog wel bestaat. Dit creëert onzekerheid over het bestaansrecht van je werk, wat serieuze implicaties kan hebben voor je welzijn.

Inmiddels is duidelijk dat het doemscenario dat robotisering veel banen gaat vervangen op dit moment nog geen werkelijkheid is geworden. Hoewel robots steeds meer menselijke werkzaamheden over kunnen nemen, wordt het merendeel van de huidige banen vooralsnog *veranderd* in plaats van volledig vervangen. Banen bestaan immers uit een bundeling van taken die (nog) niet allemaal uitgevoerd kunnen worden door robots. Dit geldt vooral voor niet-routinematige taken die 'typisch menselijke' eigenschappen vereisen, zoals kunnen omgaan met variabiliteit op de werkplek, of werk dat creativiteit (waaronder het kunnen omgaan met onvoorspelbare omstandigheden) of empathie vereist (Berkers et al., 2022). Gezien de opkomst van robotica die veilig op de werkvloer rondom mensen kan werken, is het te verwachten dat mensen wel steeds meer moeten gaan samenwerken met robots in hun dagelijkse werkzaamheden. En daarbij is het de vraag of het werk wat 'over blijft' voor de werknemer nog wel aansluit bij zijn of haar waarden en motivatie om juist voor dit

beroep of deze baan te kiezen. Ook zorgen de routinematige taken – die vaak het eerst ten deel te vallen aan robotoplossingen – voor de nodige afwisseling in het werk. Je kunt immers geen acht uur per dag volledig gefocust of geconcentreerd zijn om complexe taken tot een goed einde te brengen. Juist de afwisseling tussen routinematige en uitdagende taken zorgt ervoor dat je scherp blijft en tussendoor even kunt herstellen.

Toch is er ook veel te winnen door de inzet van technologisch hoogstaande oplossingen, zoals robots. Denk bijvoorbeeld aan fysiek zwaar werk, waarbij veel mensen na verloop van tijd uitvallen met klachten aan het bewegingsapparaat. Of denk aan sectoren waar ze met structureel hoge werkdruk en personeelstekorten te maken hebben. De vraag die overblijft is hoe je technologie op een dusdanige manier kunt inzetten dat het werknemers in hun kracht zet en bijdraagt aan hun duurzame inzetbaarheid, zonder dat het ten koste gaat van de dienstverlening en/of de kwaliteit van het eindproduct. Dit is een complex vraagstuk, dat alleen opgelost kan worden door kennis uit verschillende disciplines te laten samensmelten om zo tot een optimale en praktisch haalbare oplossing te komen. Ook dienen werknemers bereid te zijn om deze oplossing daadwerkelijk te integreren in hun dagelijkse werkroutine. Daarom is het eveneens van essentieel belang om de eindgebruiker in een vroeg stadium bij de ontwikkeling van de technologische innovatie te betrekken, om zo de kans op een bruikbaar eindproduct en een werkbare oplossing te vergroten. Kortom, het vraagt om een transdisciplinaire aanpak waarin de werknemer centraal gezet wordt.

Het doel van dit artikel is om te onderzoeken hoe robottechnologie op de werkvloer kan worden ingezet om het welzijn van werknemers te waarborgen en hun duurzame inzetbaarheid te vergroten, terwijl tegelijkertijd de kwaliteit van het werk en de dienstverlening behouden blijft. Met als centrale vraag: hoe kan robottechnologie zodanig worden geïmplementeerd dat werknemers worden ondersteund in hun dagelijkse werkzaamheden, zonder dat het hun welzijn en werkmotivatie negatief beïnvloedt, en hoe kunnen werknemers actief betrokken worden bij dit proces om een succesvolle integratie te waarborgen?

### **De werknemer centraal**

Het besluit tot automatisering of robotisering wordt tot nu toe vaak door de top van een organisatie genomen en vervolgens top-down ('naar beneden') uitgerold. Hierbij worden werknemers regelmatig voor een voldongen feit gesteld. Voor het succesvol implementeren van high-tech-oplossingen is het echter – zoals hierboven al werd aangegeven – noodzakelijk om bij de werknemer te beginnen (bottom-up-benadering). Hoewel het voor een werkgever op het eerste oog misschien aantrekkelijk lijkt om puur voor efficiency te kiezen en vanuit een economisch perspectief taken weg te bezuinigen, is dit geen

goede langetermijnstrategie. Een betere en duurzamere strategie is de samenwerking tussen mens en robot, waarbij ze elkaar versterken. Menselijke expertise is essentieel om blijvend te vernieuwen en flexibel in te spelen op de veranderende wensen van de consument of cliënt. Dat is nodig om competitief voordeel te behalen ten opzichte van de concurrentie en aldus het bestaansrecht van je organisatie te waarborgen, of nijpende personeelstekorten en de daaruit voortvloeiende hoge werkdruk creatief te kunnen oplossen. Met andere woorden, als technologie ingezet kan worden om werknemers te versterken en in hun kracht te zetten, is de kans op blijvend succes het grootst.

De werknemer als uitgangspunt van de verandering dus. Belangrijk om te vermelden is dat dé werknemer niet bestaat. Werknemers verschillen in hun belastbaarheid, in wat ze aan kunnen en wat ze als prettig ervaren. Over het geheel genomen helpt het, in termen van gezondheid en welzijn, enorm als je het gevoel hebt dat je werk ertoe doet. In plaats van een anoniem radertje te zijn in een groter geheel of het slechts moeten monitoren van een robot die het werk doet, is zelf iets kunnen bijdragen datgene wat het werk voor jou betekenisvol maakt (Lysova et al., 2019). We spreken van betekenisvol werk als je waarden, talenten en passies overeenkomen met de behoefte(n) van de wereld om je heen. Voor sommige beroepen is het heel zichtbaar en duidelijk dat het werk betekenisvol is, zoals een hulpverlener in de zorg, terwijl het voor andere beroepen wat minder voor de hand liggend is. Toch kun je, ook als je bijvoorbeeld bij de bagageafhandeling van een grote luchthaven werkt, betekenisvol werk hebben, aangezien je reizigers blij maakt als hun bagage op tijd en op de juiste plek aankomt.

Uit onderzoek komt consistent naar voren dat werknemers die hun werk als betekenisvol ervaren, beter presteren, meer gemotiveerd zijn en een hoger welzijn hebben. Echter, met name de passie die centraal staat in betekenisvol werk, kan in het geding komen als het werk door de inzet van technologie drastisch verandert. Het bedienen van geavanceerde tillift geeft een ander gevoel dan samen met je team de schouders eronder zetten en een bagagekar in hoog tempo uitruimen. Daar word je weliswaar fysiek moe van, maar het levert ook voldoening op als het lukt. Veel werknemers vragen zich dan ook af wat er van hun baan over blijft als ze door robots ondersteund gaan worden. Met name fysieke beroepen, die veel taken bevatten die routinematig zijn – en daarom relatief makkelijk te automatiseren – lijken hier onevenredig vaak aan ten prooi te vallen. Om dezelfde redenen hebben werknemers op de werkvloer over het geheel genomen meer te vrezen van de toeneemende technologisering dan hun managers.

Een belangrijk aandachtspunt bij de succesvolle implementatie van robots op de werkvloer is dat deze aan-

sluit bij de behoefte van de werknemer. Over het geheel genomen zijn de basisbehoeften van de werknemer onder te verdelen in drie categorieën, in lijn met de Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 2012). De eerste is de behoefte aan *autonomie*, wat betekent dat je zelf invloed hebt over hoe en op welk moment en soms ook waar je je taken uitvoert. De tweede is de behoefte aan *competentie*, wat inhoudt dat je je vaardigheden, talenten en sterke kanten kunt inzetten op je werk. Als het werk geen uitdaging biedt omdat bijvoorbeeld alles te makkelijk is, zal verveling er op den duur ervoor zorgen dat je motivatie omlaag gaat. Uiteindelijk hebben je prestaties en welzijn hier ook onder te lijden. Tot slot is er de behoefte aan *verwantschap*, wat inhoudt dat je graag onderdeel wilt zijn van een groep, dat je collega's hebt waar je goed mee overweg kunt en die je sociale steun geven. Als aan deze drie basisbehoeften wordt voldaan, is de kans groot dat de juiste werknemer op de juiste plek zit en dat deze het werk als betekenisvol ervaart en gemotiveerd is deze te vervullen. Je schept als het ware de juiste condities om werknemers te laten floreren (Gagné et al., 2022).

Om duurzame inzetbaarheid van werknemers te waarborgen, is het belangrijk dat technologische oplossingen, zoals robots, ingezet worden om werknemers te ondersteunen en te versterken – en niet om deze volledig te vervangen. Daarnaast is het een kernvoorwaarde dat de robotoplossing aansluit bij de behoeften van de werknemers op de werkvloer. Dat betekent dat je, voordat je met het ontwerp van een robot begint, moet weten wat de behoeften van werknemers zijn, omdat zij uiteindelijk met de robot moeten gaan samenwerken. Dat klinkt als een open deur, maar toch gebeurt dit tot nu toe in de praktijk maar zelden. Meestal wordt er door ingenieurs een slimme oplossing bedacht waarvan een prototype gebouwd wordt. Vervolgens proberen ze dit prototype als een soort kant-en-klare oplossing te implementeren in de praktijk. Echter, het gezichtspunt van de ingenieur is totaal anders dan dat van de werknemer. Een vanuit technisch oogpunt suboptimaal product kan in een bepaalde werkcontext toch de ideale oplossing zijn vanuit werknemersperspectief. Zoals hiervoor al benoemd werd, verhoogt een transdisciplinaire aanpak, waarin de eindgebruikers al vanaf het begin bij het technologische (her)ontwerpproces betrokken zijn, de kans op succesvolle technologische innovatie.

In de volgende sectie zullen we een praktijkcasus beschrijven waarin we gepoogd hebben een transdisciplinaire aanpak in praktijk te brengen. De casus speelt zich letterlijk onder de grond af, in de bagagehallen van een grote luchthaven. De focus lag hier op het verminderen van fysiek zwaar werk en het verlagen van de tijdsdruk waaronder werknemers moeten werken.

### Praktische invulling

Momenteel zijn we met een transdisciplinair team aan de slag om de inzichten die we over de jaren heen samen gegenereerd hebben in de praktijk te brengen. In dit team zijn zowel ingenieurs van verschillende disciplines, onder andere robotici en industrieel ontwerpers, als organisatiedeskundigen en arbeids- en organisatiepsychologen vertegenwoordigd.

#### De setting: bagagehallen op Schiphol

Het werk van de bagageafhandelaars (ook wel platform operators genoemd) bestaat voornamelijk uit het laden en lossen van bagage en ervoor zorgen dat deze op tijd weer in het juiste vliegtuig terechtkomt. De hoofdmoot van het werk bevindt zich letterlijk onder de grond en is fysiek zwaar. Bovendien is er sprake van enorme tijdsdruk, omdat vluchten geen vertraging mogen oplopen. Werknemers hebben weinig direct contact met mensen, behalve de eigen collega's, en als er feedback komt is deze meestal negatief (i.e., koffer vermist). Hoewel de overgrote meerderheid van de bagage wel goed aankomt, hoor je daar als individuele werknemer weinig tot niets over terug. Op het eerste gezicht lijkt het werk zelf niet al te complex, echter het logistieke systeem dat erachter zit, de schaal waarop het plaatsvindt en de enorme tijdsdruk waaronder gewerkt moet worden, maakt het uitdagend.



Afbeelding 1. Materiaal gebruikt tijdens een van de co-creatiesessies met bagagepersoneel, waarin de wetenschappelijke JD-R theorie werd toegepast om uit te vragen wat in het werk energie kost, wat in het werk energie oplevert, en hoe de balans is.

### Toekomstproof

De uitdaging die de luchthaven van de toekomst te wachten staat, is het verlagen van het (hoge) ziekteverzuim door de combinatie van fysiek zwaar werk en een tekort aan (goed) personeel, door een beperkt aanbod en hoog verloop. Ook zijn de werkomstandigheden zwaar. Er is geen natuurlijk licht in veel van de bagagehallen, het is een 24-uurs business met ploegdiensten, en de tijdsdruk is hoog. Er is de afgelopen jaren al veel geïnvesteerd in tilhulpen, maar deze worden in de praktijk (te) weinig gebruikt omdat ze moeilijk hanteerbaar zijn en/of te tijdrovend en omslachtig om te gebruiken. De gekozen oplossingen sluiten dus – blijkbaar – onvoldoende aan bij de behoeften van de werknemers.

### Gesprekken met werknemers

Om te beginnen zijn we met de werknemers en hun leidinggevenden in gesprek gegaan om te onderzoeken wat het werk in de bagagehallen de moeite waard maakt. Wat geeft voldoening en op welke aspecten van hun werk zijn ze trots? Ook hebben we in kaart gebracht welke factoren goede prestaties in de weg staan omdat ze extra inspanning vragen en stressvol zijn. De vragen zijn gebaseerd op JD-R theorie (Bakker et al., 2014), die ervan uitgaat dat werkkarakteristieken op te delen zijn in taakeisen en hulpbronnen. Waar taakeisen inspanning vragen, zijn hulpbronnen (bijvoorbeeld autonomie of sociale steun van collega's) juist factoren die helpen om beter met de taakeisen (bijvoorbeeld werkdruk of fysiek zwaar werk) om te gaan (Geldenhuis et al., 2021).

Verder hebben we aan de werknemers zelf gevraagd wat voor soort oplossing zij voor ogen hebben om het werk toekomstbestendig te maken (afbeelding 1). Het management zit immers op kantoor, terwijl zij degenen zijn die dit werk dagelijks moeten uitvoeren. Uit deze gesprekken kwam naar voren dat *taakvariatie* belangrijk is. Vooral taken buiten de gewone routine, die de sleur doorbreken, worden gewaardeerd. Ook de collega met wie je samenwerkt is van groot belang. Is dit iemand op wie je kunt bouwen, die je kunt vertrouwen en die voor jouw gevoel dezelfde waarden en hetzelfde arbeidsethos heeft als jij? Dit draagt bij aan een gevoel van *verbondenheid*. *Autonomie* in het verdelen van taken en in het roosteren (wanneer je werkt en met wie) zijn eveneens belangrijk. Verder zijn er behoorlijke individuele verschillen met betrekking tot waar de *competenties* en *sterke kanten* het best tot hun recht komen. Waar het voor de een juist heel stressvol is om met de bagagekarren door de hallen te rijden, vindt een ander dit juist fantastisch. Hetzelfde geldt voor de bijzondere bagage (odd size luggage).

Qua mogelijke (technische) oplossingen om het werk fysiek minder zwaar te maken, wordt aangegeven dat gebruikersgemak en tijd belangrijke randvoorwaarden zijn. Liever een oplossing die wat minder geavanceerd

is maar bruikbaar en snel, dan iets wat super high tech en innovatief is, maar te veel tijd kost of de flow van het proces te veel onderbreekt. Ook zouden de reizigers meer inzicht moeten krijgen in de complexe reis die hun koffer aflegt, hetgeen er hopelijk voor zal zorgen dat er meer *waardering* voor het werk komt dat letterlijk aan het oog van de klant onttrokken is. Het valt gelijk op dat de basisbehoeften (i.e., autonomie, verbondenheid en competentie) al spontaan naar voren kwamen in de sessies die we met de werknemers gehad hebben.

### Bijdrage aan het HF-kennisdomein

Dit artikel levert een belangrijke bijdrage aan het Human Factors-domein door zowel een holistische benadering als praktische aanbevelingen te bieden voor het ontwerp en de implementatie van technologie in de werkomgeving.

Het artikel benadrukt het belang van een *systeemaanpak*, waarbij niet alleen wordt gekeken naar de interactie tussen werknemer en technologie, maar ook naar de bredere organisatorische en sociale context waarin deze interactie plaatsvindt. In het voorbeeld van Schiphol worden bijvoorbeeld niet alleen de fysieke belasting van het werk, maar ook de logistieke uitdagingen en de sociale dynamiek van teams in beschouwing genomen. Dit sluit aan bij het HF-principe om zowel het fysieke, digitale, organisatorische als sociale systeem te integreren in het ontwerp van werkprocessen.

Daarnaast wordt er in het artikel sterk gefocust op een *ontwerpgedreven benadering*, waarbij werknemers vanaf het begin worden betrokken bij het ontwerp van nieuwe technologische oplossingen. Dit participatieve ontwerp verhoogt de kans op succesvolle adoptie, omdat de oplossingen zijn afgestemd op de praktische behoeften van de eindgebruikers. De nadruk ligt op het creëren van technologieën die niet alleen efficiëntie verhogen, maar ook bijdragen aan het welzijn van werknemers. Dit komt tot uiting in het verminderen van fysieke belasting en het waarborgen van autonomie, competentie en verbondenheid, de drie basisbehoeften volgens de Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 2012). Hierdoor ontstaat een balans tussen *systeemprestaties* en *menselijk welzijn*, een kernprincipe binnen de Human Factors-discipline.



### Discussie en conclusie

De succesvolle implementatie van robottechnologie op de werkvloer is afhankelijk van een diepgaand begrip van zowel de technologische mogelijkheden als de behoeften van de werknemers. Door een transdisciplinaire aanpak, waarbij de eindgebruiker centraal staat, kunnen technologische innovaties beter aansluiten bij de dagelijkse praktijk. Het is essentieel om werknemers actief te betrekken bij het ontwerpproces van robots, zodat technologie niet als bedreigend wordt ervaren, maar juist hun welzijn en duurzame inzetbaarheid bevordert. Op die wijze kan robottechnologie werknemers versterken zonder hun autonomie, competentie en verbondenheid te ondermijnen.

In de opstartfase van het project, beschreven in dit artikel, heeft het enige tijd gekost om het vakjargon en de onderzoeksmethoden van de verschillende disciplines te leren kennen en op elkaar af te stemmen. Vervolgens was het mooi om te zien dat, waar iedereen in de eerste plaats vanuit zijn eigen discipline en expertise dacht, juist de inzichten van de andere disciplines de discussie verrijkten. Daarnaast was het contact met de stakeholders uit de praktijk essentieel en waren de XL-sessies met alle betrokkenen waarin kennis actief met elkaar gedeeld werd van grote waarde en de tijdsinvestering zeker waard. Dit betekent dat een transdisciplinaire aanpak – hoewel in de praktijk soms weerbarstig en zeker in het begin meer tijd kostend dan een monodisciplinaire, puur wetenschappelijke aanpak – op termijn tot kwalitatief betere oplossingen kan leiden.

Het waarborgen van de duurzame inzetbaarheid van werknemers vraagt om een geïntegreerde benadering waarin robottechnologie niet alleen vanuit efficiëntie-oogpunt wordt ontwikkeld, maar ook rekening houdt met de menselijke aspecten van werk. Door technologie te ontwerpen die werknemers ondersteunt in plaats van vervangt, en werknemers vanaf het begin te betrekken bij het proces, kan er een balans worden gevonden tussen het verbeteren van systeemprestaties en het bevorderen van menselijk welzijn. We kunnen daarom concluderen dat met deze transdisciplinaire aanpak, waarin werknemers actief betrokken zijn bij het ontwikkelen en ontwerpen van high-tech-oplossingen in de praktijk, wordt bijgedragen aan de succesvolle technologische innovatie op de werkvloer. Het is van belang om hierin de vervulling van de basisbehoeften van werknemers als uitgangspunt te nemen, zodat het werk betekenisvol blijft en de werknemer duurzaam inzetbaar.

### Referenties

- Bakker, A.B., Demerouti, E., & Sanz-Vergel, A.I. (2014). Burnout and work engagement: The JD-R approach. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1(1), 389-411. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-031413-091235>.
- Berkers, H.A., Rispens, S., & Le Blanc, P. M. (2022). The role of robotization in work design: A comparative case study among logistic warehouses. *The International Journal of Human Resource Management*, 34(9), 1852-1875. <https://doi.org/10.1080/09585192.2022.2043925>.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2012). Self-determination theory. In P.A.M. Van Lange, A.W. Kruglanski, & E.T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (Vol. 1, pp. 416-436). SAGE Publications.
- Gagné, M., Parker, S.K., & Griffin, M.A. (2022). Understanding and shaping the future of work with self-determination theory. *Nature Reviews Psychology*, 1(6), 378-392. <https://doi.org/10.1038/s44159-022-00056-w>.
- Geldenhuis, M., Bakker, A.B., & Demerouti, E. (2021). How task, relational and cognitive crafting relate to job performance: A weekly diary study on the role of meaningfulness. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 30(1), 83-94. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2020.1819406>.
- Lysova, E.I., Allan, B.A., Dik, B.J., Duffy, R.D., & Steger, M.F. (2019). Fostering meaningful work in organizations: A multi-level review and integration. *Journal of Vocational Behavior*, 110, 374-389. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.07.004>.

### Over de auteurs



Daantje Derks-Theunissen  
Erasmus School of Social and Behavioral  
Sciences, Rotterdam, Nederland  
[derks@essb.eur.nl](mailto:derks@essb.eur.nl)



Pascale Le Blanc  
TU Eindhoven  
Department of Industrial Engineering  
& Innovation Sciences, Human  
Performance Management Group  
Eindhoven

# Werkprocessen van de toekomst

## Mens-robot-relaties ontwerpen op het snijvlak van complexe organisatieprocessen

Vaak worden robots ingezet op het snijvlak van complexe organisatieprocessen. Het is daarom belangrijk om bij de implementatie rekening te houden met politieke processen en machtsverschuivingen. Dit artikel laat, op basis van een pilotproject bij Schiphol, zien hoe aandacht voor de sociale praktijken en vanzelfsprekendheden in de organisatie helpt het veranderproces beter te begrijpen. Door innovatieve onderzoeksmethoden kunnen belanghebbenden in een vroege fase meedenken over technologieën in ontwikkeling.

### Kristina Lauche

Wat zie je als je kijkt naar een bagageafhandelaar die met een collega of samen met een robot koffers van de band naar karretjes verplaatst? Een medewerker die zwaar werk verricht dat op termijn schadelijk gaat zijn voor diens rug en gewrichten, zoals de Arbeidsinspectie opmerkte die daarom de inzet van hulpmiddelen voorschreef? Een mens die zich staat te vervelen naast een behoorlijk ver geautomatiseerde robot in een kooi die blijkbaar moeiteloos koffers verplaatst en daar voor het gevoel net iets langer over doet dan een mens? Een uitzendkracht die in zijn thuisland een goed opgeleide vakman voor complexe draaimachines is, maar meer geld kan verdienen met een aantal weken de schouders eronder zetten en zware koffers sjouwen? Een verandertraject waarin medewerkers geacht worden om gebruik te maken van de hulpmiddelen, en dat maar niet van de grond komt omdat de machocultuur toch best vast ingebakken zit?

In het verleden heeft de Human Factors (HF) discipline vooral aandacht gehad voor het microniveau van taken en de directe interactie van mens en machine: hoe kan de individuele gebruiker het beste ondersteund worden om zijn of haar taak goed uit te voeren. Ook de meeste robotici zijn gewend om hun aandacht te richten op een individuele gebruiker die de robot 'bedient'. Als organisatiewetenschappers kijken wij vanuit een breder perspectief naar het meso- en macroniveau (Badke-Schaub et al., 2012). We onderzoeken hoe werkprocessen zijn ingericht, hoe het werk verdeeld wordt over verschillende functies, professies en soms bedrijven, hoe hierover gecommuniceerd wordt tijdens de gewone gang van zaken en bij verstoringen, welke rol technologie hierbij speelt, en waar gaten vallen.



Onze analyse-eenheid bestaat uit sociale praktijken, de gedeelde gedragspatronen waarmee mensen het werk doen, vaak vanzelfsprekende gewoontes die ingebed zijn in normen en waarden maar ook onlosmakelijk verweven zijn met de materialiteit van objecten en voorwerpen. Deze kijk naar sociale praktijken binnen de organisatie kan helpen om te begrijpen waarom het zo lastig is om acceptatie te creëren voor nieuwe technologie, zoals de bovengenoemde tilhulpen. Organisationspraktijken kunnen disfunctioneel zijn en toch blijven bestaan als ze onderdeel vormen van impliciete vanzelfsprekendheden, zoals normatieve aannames en gedragspatronen. Deze vanzelfsprekendheden vallen vaak minder op bij klassieke HF-observaties en -inter-

views, omdat ze ook voor medewerkers zelf vanzelfsprekend en daardoor minder zichtbaar zijn, terwijl onderzoek naar rampen juist uitwijst dat disfunctionele praktijken de bodem vormen voor sluipende misstanden (Verweijen & Lauche, 2019). Beter inzicht krijgen in onderliggende vanzelfsprekendheden, zogenoemde instituties, kan helpen om struikelblokken en vertragingen in een veranderproces te begrijpen en hier rekening mee te houden bij het invoeren van nieuwe technologie.

Het doel van dit artikel is om te onderzoeken hoe robots niet alleen op microniveau, in de directe mens-robot-interactie, maar ook binnen de bredere meso- en macroprocessen van organisaties ontworpen en geïmplementeerd kunnen worden. De centrale vraag is hoe robottechnologie ingebed kan worden in complexe organisatieprocessen en hoe dit ontwerp- en implementatieproces zowel de systeemprestaties als het welzijn van werknemers beïnvloedt. Hierbij wordt gekeken naar de rol van machtsverhoudingen, besluitvormingsprocessen en de betrokkenheid van verschillende belanghebbenden in het succes van de technologie.

### Introductie van robots raakt verschillende groepen onevenredig

Empirisch onderzoek naar de introductie van robots laat zien dat de effecten niet uniform zijn. Er is niet het werk dat verandert, of de mens die wel of geen controle heeft – in de meeste werkvelden zijn diverse rollen en professies betrokken, en de effecten van robottechnologie willen nogal eens verschillen. Een bekend effect is dat nieuwe technologie oude structuren en machtsverschillen versterkt. “Technology is society made durable”, zoals Bruno Latour zei. Dit gebeurt omdat bij het ontwerpproces meestal de groepen met meer zeggenschap directer betrokken zijn, waardoor ook hun belangen en zienswijzen een grotere kans maken om gezien en gehoord te worden. Hun impliciete aannames over hoe het hele proces eruit moet zien, worden vaak leidend voor welke technologie gekocht of ontworpen wordt en hoe deze geïmplementeerd wordt. Barret et al. (2012) ontdekten bij de introductie van een dispensing robot in een ziekenhuisapotheek dat apothekers en technici hun werk als verlicht en verrijkt ervoeren, terwijl assistenten, die niet betrokken waren bij de strategische gesprekken met de leverancier en geen storingen bij de robot mochten oplossen, juist extra hinder en frustratie ondervonden. ‘Gain’ en ‘pain’, de vruchten en de lasten van robottechnologie kunnen onevenredig verdeeld zijn.

De introductie van nieuwe robottechnologie kan ook leiden tot een verschuiving van de rollen en relaties tussen verschillende groepen van medewerkers. Zo vonden Sergeeva et al. (2020) dat de introductie van een robot bij chirurgische ingrepen de rollen van chirurgen, artsen in opleiding en operatieassistenten veranderden. Chirurgen konden meer details zien en preciezer interveniëren, maar zaten zelf enkele meters verwijderd van de patiënt buiten de steriele zone. Ze konden daardoor niet meer op de gewone manier non-verbaal communiceren of zelf een handeling overnemen als iets niet goed ging. Operatieassistenten bleven in de nabijheid van de patiënt en begonnen meer handelingen over te nemen bij het wisselen van instrumenten en kregen meer verantwoordelijkheid, terwijl artsen in opleiding nog maar weinig konden doen behalve via het scherm meekijken met de chirurg.

Bij beide onderzoeken zijn de verschuivingen van rollen en verantwoordelijkheden achteraf begrijpelijk, maar niet bewust zo bedoeld of verwacht. Dit is een algemeen kenmerk van technologie-implementatie: het proces is nooit volledig voorspelbaar, er zijn altijd onverwachte effecten, en je kunt er beter rekening mee houden dat verstoringen optreden en extra aandacht en resources zullen vragen tijdens een implementatieproces. Maar het is ook een teken van armoede als wij als HF-discipline alleen maar achteraf kunnen verklaren waarom iets mis liep of anders dan verwacht. De uitdaging ligt er juist in om onze inzichten uit eerder onderzoek en onze analytische vaardigheden ten behoeve van organisatieprocessen al in te brengen tijdens de ontwerpfasen van nieuwe technologie. Dit was het doel in de transdisciplinaire samenwerking bij het Schiphol-project.

### Bagageafhandeling: een complexe interorganisatorische samenwerking

Vanuit een organisatieperspectief heeft de ‘sector pilot’ bij Schiphol laten zien dat bagageafhandeling een complex proces is dat organisatiegrenzen over-



Afbeelding 1. Onderzoeksteam op locatie in de bagagekelder (foto: K. Lauche).

stijgt. De focus van ons project lag op het handmatig laden van koffers van transportbanden naar wagens. Om te begrijpen wat er technologisch ondersteund zou kunnen worden, is een beter begrip van het gehele bagageafhandelingsproces nodig.

Zo zien wij in het eerdergenoemde voorbeeld van de bagagemedewerker, koffer en robot (zie afbeelding 1) ook het snijvlak tussen verschillende organisaties: de luchtmaatschappij, de bagageafhandelaar en de luchthaven die de infrastructuur beheert. Niet in beeld is de klant waarom alles draait: de passagier van wie de koffer afkomstig is. Het fysieke proces en de mens-machine-interactie is dus onderdeel van een complex dienstverleningsproces. In dit geval bestaat er een wederzijdse afhankelijkheid tussen de Schiphol Group (die de fysieke infrastructuur bezit en exploiteert), en KLM als de grootste luchtvaartmaatschappij, wiens businessmodel gebaseerd is op transfervluchten die vragen om snelle en soepele overstappen op Schiphol. Dit resulteert in piekbelasting, vooral in de ochtenduren. Daarnaast zitten er op Schiphol nog diverse andere luchtvaartmaatschappijen, die gebruik maken van zes verschillende afhandelingsbedrijven en vechten om de laagste prijs. Hun medewerkers werken vaak op tijdelijke contracten via uitzendbureaus, zoals hoogopgeleide vakmensen uit Oost-Europa, die dit werk voor een korte periode komen doen omdat het hogere salarissen oplevert dan hun hoger gekwalificeerde banen in hun thuisland. In de kelder worden diverse talen gesproken. Alleen KLM gebruikt eigen personeel in een aparte vleugel.

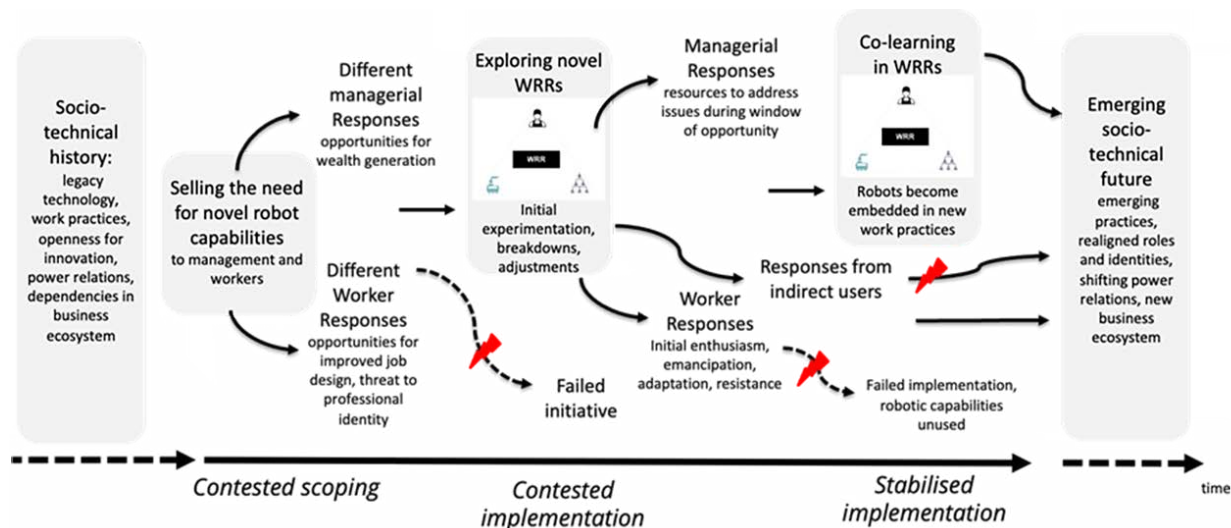
De 'ruggengraat' van de bagageafhandeling is het interne transportsysteem van koffers en tassen van de laadruimte naar de vertrek gates. Dit is een gesloten, geautomatiseerd systeem dat wordt ontwikkeld en onderhouden door een leverancier gespecialiseerd in luchthavenautomatisering. Hierbij zijn zo min mogelijk medewerkers betrokken; verstoringen worden verhol-

pen door gespecialiseerd personeel, wat een bewuste keuze is voor expertise boven operator controle.

Tijdens deze 'sector pilot' op Schiphol ontdekten we een reeks van technische innovaties waarmee men bij de luchthaven al eerder geprobeerd had de processen en het werk te verbeteren. Er bestaat een algemene openheid om nieuwe technologie te verkennen en er in te investeren op bedrijfsniveau. Maar de ervaring leert dat de nieuwe technologie meestal niet oplevert wat beloofd was. Er was dus al een vanzelfsprekendheid ontstaan waarmee nieuwe technologieprojecten ontvangen werden: 'Leuk, maar er verandert toch niets.' Op de werkvloer strandden de meeste projecten omdat technologieën niet goed werkten en vervolgens te weinig of helemaal niet gebruikt werden. Hulpmiddelen of gedeeltelijk geautomatiseerde systemen werden vaak gezien als omslachtig en traag in vergelijking met hardwerkende mensen. Er lijkt ook een machocultuur te bestaan, waarin het gebruik van welk hulpmiddel dan ook als onwaardig voor sterke mannen wordt ervaren. Er is een postercampagne gestart om deze percepties aan te pakken, en op last van de Arbeidsinspectie zijn werknemers inmiddels verplicht om hulpmiddelen te gebruiken. Wat zou nodig zijn om in dit project de historie van verwaarloosde innovatieprojecten te doorbreken?

### Niet alleen het werk verandert, ook de discipline

Het voorbeeld van het sectorproject bij de luchthaven Schiphol laat zien dat er naast de fysieke infrastructuur ook gewerkt moet worden aan de overkoepelende organisatieprocessen. Wat als het verdienmodel van KLM ter discussie komt te staan door hogere eisen om aan klimaatdoelstellingen te voldoen? Wat als er een andere insteek zou worden gekozen voor de onderhandelingen met bagageafhandelaars dan de laagste prijs, die een moordende concurrentie in de hand werkt? Wat als we heel anders zouden nadenken over reizen en transport?



Afbeelding 2. Overtuigingsproces bij robotimplementatie (Lauche, 2023).

Zoals afbeelding 2 illustreert, komt elke technologische innovatie in een bepaalde context terecht van eerdere infrastructuurprojecten en implementaties en machtsverhoudingen binnen een business-ecosysteem. Het idee dat nieuwe robots voordelen zouden bieden, moet onder de aandacht worden gebracht en bij wijze van spreken verkocht worden aan de betrokkenen. Zoals het eerder genoemde onderzoek van Barret et al. (2012) heeft uitgewezen, is het risico dat men zich vooral bezighoudt met het overtuigen van degenen die over de macht en middelen beschikken om een dergelijk project goed te keuren, en andere belanghebbenden over het hoofd ziet. Hierbij moeten we niet alleen denken aan de medewerkers die met koffers sjouwen, maar ook aan hen die het voorbereidende en ondersteunende werk eromheen doen. Wiens belangen worden in de voorgestelde visie op technologie meegenomen, wie valt er buiten? In het pilotproject hebben we uitgebreid aandacht besteed aan diverse groepen belanghebbenden door hen herhaaldelijk bij de ontwikkeling te betrekken en uit te nodigen om erop te reageren.

Het overtuigingsproces rondom de implementatie van robots is ingewikkeld en kent meerdere stappen. Men begint ergens met een pilot – voor het opschalen zijn meer middelen nodig die op hun beurt goedgekeurd moeten worden. Onverwachte verstoringen en problemen kunnen optreden. Deze kunnen de acceptatie schaden als er geen rekening mee wordt gehouden. Tijdens de experimentele fase is extra tijd en ondersteuning nodig. Zo kunnen verstoringen juist worden benut als kansen voor verbetering.

### Meso- en macro-aspecten in robotica

De ervaring leert verder dat diverse belanghebbenden overtuigd moeten worden om een omvattende HF-benadering – met aandacht niet alleen voor micro-, maar ook voor meso- en macro-aspecten – te laten landen in een technisch gedomineerde sector. Zo beschrijft Lauche (2019) de pogingen om het gedachtegoed van HF in te brengen in de trainingen voor medewerkers in de olie- en gasindustrie nadat de olieramp van 2010 in de Golf van Mexico overduidelijk had laten zien dat er onvoldoende begrip was voor de onderliggende organisatie-oorzaken in de hele industrie (zie ook Verweijen & Lauche, 2019). Haar analyse laat zien dat een belangrijke voorwaarde voor het slagen van dit overtuigingsproces is dat HF- en organisatiedeskundigen zich niet als experts gedragen die het



beter weten dan de technici. Alleen door een gezamenlijke toewijding aan het zoeken naar mogelijke toekomst, door geduldig uitleggen van het eigen disciplinair perspectief en de bereidheid de eigen aannames ter discussie te stellen, kan een transdisciplinaire verkenning van nieuwe technologie echt de grenzen verleggen.

Organisatiedeskundigen zullen hiervoor nieuwe manieren van empirisch onderzoek moeten ontwikkelen waarmee ze reacties uitlokken op mogelijke toekomstige scenario's al voordat deze ontwikkeld en gematerialiseerd zijn. Schetsen, mock-ups en probes bieden een kans om met weinig financiële middelen alvast te verkennen hoe verschillende groepen medewerkers hierop zouden reageren. Belangrijk hierbij is een visuele taal te bezigen die voorlopigheid en speelsheid signaleert: geen perfecte virtual reality, want die daagt minder uit om zelf de grijze gebieden in te vullen met eigen ideeën. Klankbord- en focusgroepen waarin de verschillende belanghebbenden vertegenwoordigd zijn, kunnen ingericht worden om over mogelijke scenario's te speculeren, en die op hun implicaties te bevragen. Ook onze discipline zal hierdoor veranderen: we moeten niet alleen verklaren waarom technologieën ongewenste bijwerkingen hebben, maar ons analytisch vermogen richten op een onzekere toekomst. Als het ons lukt om de impliciete praktijken, de vanzelfsprekendheden en de machtsverhoudingen zo zichtbaar te maken dat ze vruchtbaar worden in het ontwikkelen van nieuwe technologie, zouden we mogelijk minder over rampen en mislukkingen berichten en onze inbreng aan de voorkant kunnen vergroten. Het vraagt om technische nieuwsgierigheid en om de vaardigheid in toegankelijke taal uit te leggen hoe een robot op het snijvlak van professies en organisaties een heel ecosysteem kan veranderen.

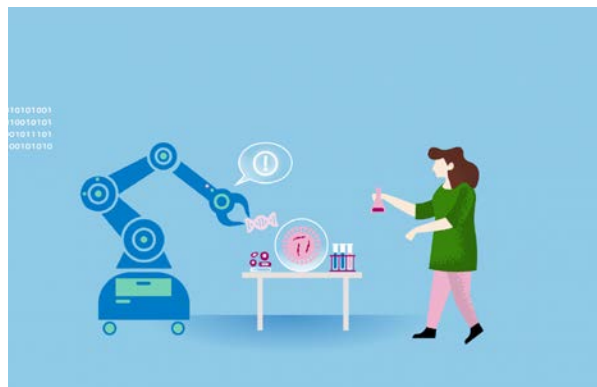
## Bijdrage aan het HF-kennisdomein

Dit artikel draagt bij aan het Human Factors-domein door een *systemische benadering* te presenteren voor het ontwerpen van mens-robotrelaties, waarbij zowel micro- als macroprocessen worden meegenomen. In plaats van zich uitsluitend te richten op de interactie tussen individuele gebruikers en robots, wordt de noodzaak benadrukt om de bredere organisatorische context te analyseren waarin robots worden geïmplementeerd. Dit omvat het in kaart brengen van de machtsstructuren, de verdeling van verantwoordelijkheden en de doelen van de betrokken partijen. Het artikel laat zien hoe de introductie van robottechnologie vaak plaatsvindt op het snijvlak van meerdere bedrijven en organisatieprocessen, en hoe de uitkomsten van deze implementaties sterk afhankelijk zijn van de sociale en institutionele praktijken waarin ze worden ingebed. Daarnaast biedt het artikel *ontwerpergerichte aanbevelingen* voor het betrekken van verschillende belanghebbenden, zoals werknemers, leidinggevers, en technici, in het ontwerpproces van robots. Dit participatieve ontwerp stelt niet alleen de directe gebruikers centraal, maar ook andere actoren die invloed hebben op de besluitvorming en het gebruik van robots binnen een organisatie. Door deze benadering worden zowel het welzijn van werknemers – zoals het verminderen van fysieke belasting – als de systeemprestaties – zoals efficiëntie en effectiviteit – verbeterd. Technologische innovaties kunnen niet los worden gezien van de context waarin ze worden geïmplementeerd. Alleen een integrale benadering zal leiden tot succesvolle en duurzame veranderingen in werkprocessen en systeemprestaties.



## Conclusie

Het onderzoeken van mogelijke robottechnologie vraagt om aandacht voor factoren van mens-robotinteractie op verschillende niveaus, breder dan alleen het microniveau. Dit artikel laat zien dat de effectiviteit van robots sterk afhankelijk is van de bredere organisatorische context, waaronder de meso- en macroprocessen. Cruciale factoren als machtsverhoudingen, besluitvormingsprocessen en de betrokkenheid van diverse belanghebbenden spelen een grote rol in het ontwikkelen en slagen van technologische ondersteuning. In het pilotproject, gepresenteerd in



dit artikel, werd bijvoorbeeld duidelijk hoe verschillende groepen belanghebbenden – van werknemers tot management – een andere impact ervaren door de introductie van robots, wat resulteerde in onverwachte verschuivingen van rollen en verantwoordelijkheden. Kortom, een integrale, systemische benadering van robotontwerp en -implementatie is noodzakelijk om zowel de systeemprestaties als het menselijk welbevinden te waarborgen. Door al vroeg in het proces rekening te houden met de sociale, organisatorische en machtsdynamieken binnen en tussen organisaties, kan het innovatieproces verdiept en versneld worden, met behulp van creativiteit van de vakmensen op de werkvloer. Dit benadrukt de noodzaak om bij het ontwerp van robots verder te kijken dan de individuele gebruiker en het systeem als geheel te beschouwen.

## Referenties

- Badke-Schaub, P., Hofinger, G., & Lauche, K. (Eds.). (2012). *Human Factors: Psychologische Grundlagen sicheren Handelns in komplexen Arbeitsfeldern* (2nd ed.). Heidelberg: Springer.
- Barrett, M., Oborn, E., Orlikowski, W.J., & Yates, J. (2012). Reconfiguring boundary relations: Robotic innovations in pharmacy work. *Organization Science*, 23(5), 1448-1466. <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0639>.
- Lauche, K. (2019). Insider activists pursuing an agenda for change: Selling the need for collaboration. In J. Sydow & H. Berends (Eds.), *Managing inter-organizational collaborations – Process views* (pp. 119-138). Research in the Sociology of Organizations, 64. <https://doi.org/10.1108/S0733-558X20190000064009>.
- Sergeeva, A.V., Faraj, S., & Huysman, M. (2020). Losing touch: An embodiment perspective on coordination in robotic surgery. *Organization Science*, 31(5), 1248-1271. <https://doi.org/10.1287/orsc.2019.1343>.
- Verweijen, B., & Lauche, K. (2019). How many blowouts does it take to learn the lessons? An institutional perspective on disaster development. *Safety Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.011>.

## Over de auteur



Kristina Lauche  
Institute for Management Research  
Radboud Universiteit, Nijmegen  
[kristina.lauche@ru.nl](mailto:kristina.lauche@ru.nl)

# Portret van Johan Molenbroek

Met een carrière van meer dan veertig jaar in het vakgebied mens-product-interactie, antropometrie en inclusief ontwerpen, heeft Johan Molenbroek zowel in Nederland als wereldwijd een invloedrijke voetafdruk achtergelaten binnen ons vakgebied. In deze HF-kaart van Nederland ter gelegenheid van zijn erelidmaatschap van HFNL gaan we in sneltreinvaart door het leven van deze werktuigbouwer, biomedisch ingenieur, vader, universitair hoofddocent, ergonoom, wetenschapper, DINED-grondlegger, standaardenontwikkelaar, yoga-instructeur, redacteur, bestuurder, promotor, grootvader en toiletprofessor.

### Kind van het land

Johan Molenbroek werd geboren in 1951 op een kleine drie generaties kringloopboerderij op het Twentse plateland in Deurningen. Hier groeide hij samen met zijn vier broers en vier zussen op, te midden van grootouders, opa's zus, en ongehuwde tantes en ooms, vee, velden en een grote moestuin. Het was een echte landbouwfamilie waar iedereen bijdroeg om alle zeventien monden te voeden.

### Van landarbeider naar biomedisch ingenieur

Johan kon goed leren, waardoor zijn hoofdonderwijzer hem stimuleerde na de basisschool naar de Hogere Burger School (HBS) te gaan. Daar ontwikkelde hij een interesse in exacte vakken. Mede door mechanisatie en elektrificatie op de boerderij groeide zijn interesse in techniek. De universiteit was toendertijd voor de zoon van een kleine boer niet weggelegd, en dus ging Johan na de middelbare school naar de HTS; een opleiding waarmee hij vanwege de praktische inslag erg blij was en nog altijd is. Na afronding van de HTS-Werktuigbouwkunde ging hij door met werktuigbouwkunde aan de Technische Hogeschool Twente (THT, later Universiteit Twente) met als specialisatie Tribologie (wrijving-, smering- en slijtagekunde). Zijn doel was om een bijdrage aan het milieu te leveren door verlenging van de levensduur van producten. Op een zeilkamp in 1971 in Grouw leerde Johan zijn toekomstige vrouw Marry kennen. Marry studeerde geneeskunde in Amsterdam, wat Johan's interesse in de technische menskunde aanwakkerde. Het toepassen van tribologische kennis in het menselijk lichaam leek Johan wel wat. Hij startte met een paar andere studenten de interfacultair studievereniging Paradoxs op het gebied van Biomedische Techniek (BMT). Mede dankzij deze vereniging werd een



Afbeelding 1. Johan in 1965 op de eerste 15pk Deutz trekker van de familie met zus Lucy (1960), broer Alwie (1962) en vader Gerardus (1916). Al op zijn twaalfde reed Johan de trekker met daarachter de oude paardenploeg bediend door vader.

experimentele studierichting Biomedische Techniek verder vormgegeven in samenwerking met diverse THT faculteiten en de medische faculteiten van Groningen en Münster. Een onderdeel van Biomedische Techniek waren vijf vakken ergonomie, gegeven door Dick Lenior en anderen, waarvan één zich richtte op het doen van onderzoek. In 1978 studeerde Johan af bij de Orthopedische Hüffer Stiftung (onderzoeksinstituut en kliniek) in Münster (Duitsland) op het ontwerp van een bekkenprothese. Dit leidde tevens tot zijn eerste wetenschappelijke artikel 'A Modular Pelvic Prosthesis for Palliative Surgery of Malignant Bone Tumors of the Pelvis' in 1981, dat hij samen met zijn Duitse begeleiders, prof. Polster en prof. Brinckmann, schreef.

### Start van een wetenschappelijke carrière

Door zijn interesse en ervaring in techniek, ergonomie, onderzoek en onderwijs koos Johan ervoor om als docent en onderzoeker aan de slag te gaan bij de faculteit Industriële Vormgeving (de voorloper van Industriële Ontwerpen) van de Technische Hogeschool Delft (voorloper van de TU Delft). In zijn eerste jaren bij de vakgroep Productergonomie schreef Johan dictaten over biomechanica, gaf les over het spier-skeletstelsel en deed an-

tropometrisch onderzoek. Dit werk leidde in 1994 tot het promotieonderzoek *Op maat gemaakt* onder promotor prof. dr. Hans Dirken (ook HFNL-erelid), gebaseerd op metingen van circa 40 lichaamsmaten van 822 ouderen (GDVV-project), 351 kinderen (DELKI-project) en 354 studenten (DELSTU-project). Na zijn promotie werd Johan benoemd tot universitair hoofddocent toegepaste ergonomie, wat hij met veel plezier en toewijding is blijven doen tot aan zijn pensioen in 2016.

### **Veertig jaar passen en meten**

Inclusief ontwerpen voor ouderen, kinderen en mindervaliden, schoolmeubilair, productveiligheid, (3D) antropometrie, RSI-preventie en toiletten vormen de rode draad door Johans carrière. Veel inzichten, onderzoeksresultaten, producten en tools uit deze projecten hebben hun weg gevonden naar (ontwerp)onderwijs, onderzoek(methodieken), ontwerprichtlijnen en normen, en worden in de dagelijkse (ontwerp)praktijk gebruikt over de hele wereld.

Johan en Hans Dirken stonden aan de wieg van de DINED-tabel (een samenvoegsel van DIN, het Deutsches Institut für Normung en NED, afkorting voor Nederland), een gebruiksvriendelijke antropometrische database. Vandaag de dag wordt DINED jaarlijks door meer dan 50.000 bezoekers geraadpleegd – waaronder fabrikanten, ziekenhuizen, onderwijsinstellingen en ontwerpbureaus – en draagt daarmee bij aan passende, gebruiksvriendelijke en comfortabele producten en inrichting. In 2014 won Johan met zijn team de Nederlandse Dataprijs vanwege "de maatschappelijke relevantie, de toepasbaarheid van de data voor ontwerpers, de gebruiksvriendelijke interface, de wereldwijde gebruikersgroep van de DINED-website en het feit dat de data gebruikt worden in nationale normen en standaarden" (Molenbroek, Dekker en De Bruin, 2014).

Een antropometrische studie voor de Gemeentelijke Dienst Verpleging en Verzorging Den Haag (GVDD) naar lichaamsafmetingen voor bejaarden leidde tot meer dan honderd richtlijnen voor de inrichting van seniorenwoningen. Richtlijnen voor het ontwerp van toiletten waren daar een onderdeel van. De ontwikkeling van toiletten zorgde voor een vraag naar kennis over het ontwerp van een toilet. Door Johans eerdere ervaring werd hij veelvuldig gevraagd en deed hij gedurende zijn carrière tientallen projecten op dit terrein, waardoor hij door journalisten de bijnaam 'toiletprofessor' kreeg. Het ontwerp van het slimme toilet, dat hij samen met Renate de Bruin in een EU-Consortium ontwikkelde, is het grootste toiletproject geweest. Onderzoek naar het ontwerp van toilet-



Afbeelding 2. Johan meet samen met verpleegkundigen antropometrische variabelen van ouderen voor het GDVV-project in 1981 bij zorginstellingen in Den Haag. Dit onderzoek kreeg onder de naam GERON een vervolg tussen 1990-1995, waar ook fysieke, sensorische en cognitieve variabelen werden onderzocht. Deze resultaten worden tot op de dag van vandaag nog door middel van normen en DINED gebruikt.

ten in treinen van zijn promovendus Marian Lot voor de NS leidde onder andere tot nieuwe toiletontwerpen in de trein. Daarnaast heeft Johan vele toiletprojecten gedaan voor derdewereldlanden met onder andere J.C. Diehl.

Voor de stichting Consument en Veiligheid deed Wim Rogmans en zijn team onderzoek naar productveiligheid. Johan bracht voor dit project inbreng vanuit de kant van productontwerpers, waarvoor met name de kennis over de toedracht van ongevallen van grote waarde was. Mede door dit project werd productveiligheid een verplicht vak op de faculteit Industrieel Ontwerpen en ontstond een onderwijs- en onderzoeksectie op dit onderwerp.

Via professor Hans Dirken kwam Johan in aanraking met inclusief design. Dirken was een van de oprichters van Stichting Warenonderzoek Gehandicapten en vroeg Johan zijn plaats in het bestuur van deze stichting over te nemen. De stichting zette zich in voor ontwerp van hulpmiddelen voor mensen met een handicap. Johan gaf jaren onderwijs over ontwerp voor gehandicapten en ouderen, een onderwerp dat nu is opgenomen in inclusief design. Een mooi voorbeeld in dit kader is het 'beperkingenpak' dat Johan ontwikkelde samen met afstudeerders Erik van Geer en Rik den Rooijen. Met, of



eigenlijk in, dit pak kunnen studenten maar ook beleidsmakers en ontwerpers de bewegingsbeperkingen van ouderen zelf ervaren. Dit helpt bij het ontwerp van zowel hulpmiddelen als beleid voor deze doelgroep.

In de periode 1998-2003 nam het aantal studenten dat met RSI-klachten uitviel op de faculteit Industrieel Ontwerpen flink toe. Hierop werd de RSI preventiegroep voor IO-studenten opgericht. Johans belangstelling voor Oosterse literatuur, Oosterse vechtsporten en yoga kwam van pas in het onderzoek naar en de workshops ter voorkoming van RSI. Hiervoor nam hij Marijke Dekker aan als nieuw staflid, die zich daarop concentreerde en op Healthy Computer Working promoveerde na een longitudinaal onderzoek. Jarenlang begeleidde Johan nog vele studenten en congresgangers tijdens yogasessies.

Johan zat in NEN- en CEN-normcommissies voor onder andere schoolmeubilair, meubilair, design for all en antropometrie. Diverse antropometrische onderzoeken vormen de basis voor deze normen. Zo schreef hij mee aan de NTA 8500 Lichaamsmaten van de Nederlandse volwassenen, de NEN-ISO 7250-serie Menselijke lichaamsafmetingen voor het technisch ontwerpen, en de NEN-EN 1729 Stoelen en tafels voor onderwijsinstellingen. Samen met de Nederlandse Vereniging Schoolmeubelfabrikanten, NEN, Masja Notenboom en later ook Renate de Bruin ontwikkelde hij in 2006 op basis van de KIMA-data het aanmeethulpmiddel Peter de Onderbeenmeter en het bijbehorende instructieboekje Schoolmeubilair, hoe zit dat? om scholen te helpen het juiste schoolmeubilair te selecteren voor leerlingen.

Tussen 2005 en 2011 ondersteunde Johan het Size China-project, waar Roger Ball en zijn team 2000 Chinese hoofden opgemeten hebben met traditionele meetmethodes en 3D scans. Veel westerse helmen pasten niet op Chinese hoofden, wat de veiligheid en het comfort niet ten goede kwam. Dit grote meetproject leidde tot standaardmodellen, waarvoor zij in 2012 de IDSA Award wonnen.

Op de Olympische Spelen in Londen in 2012 had Johan bijna een belangrijke rol gespeeld. Op basis van 3D scans van zwemsters droeg hij in een team van NOC-NSF bij



aan de ontwikkeling van een aerodynamisch zwempak voor zwemsters. Op het laatste moment besloot de coach echter de pakken niet te gebruiken, uit angst dat de (nog niet geteste) lasnaden niet sterk genoeg waren en bij de extreme spieraanspanningen de dames uit de pakken zouden scheuren.

Na zijn pensioen in 2016 bleef Johan verbonden aan de faculteit; hij blijft het vak té leuk vinden. Zo is hij betrokken bij het KidsCAN-project voor het Europees Comité voor Standaardisatie, geleid door zijn opvolger Toon Huysmans.

### Impact en nalatenschap

De Vereniging Human Factors NL en haar voorloper heeft een belangrijke rol gespeeld in de carrière van Johan. Tien jaar lang was hij voorzitter van de vereniging. Onder zijn voorzitterschap organiseerde een commissie onder leiding van Ernst Koningsveld (ook HFNL-erelid) in 2006 het driejaarlijkse International Ergonomics Association-congres in Maastricht voor ruim 1400 bezoekers uit binnen- en buitenland.

Johan begeleidde veertien promovendi en meer dan driehonderd afstudeerders naar de eindstreep. Met hen voerde hij projecten uit voor meer dan tweehonderd bedrijven, stichtingen, overheden en kennisinstellingen, zowel nationaal als internationaal. Naast het opleiden van generaties aan ontwerpers en het promoten van ons vakgebied, heeft Johan met zijn onderzoeken, normontwikkeling en tools als DINED, zowel direct als indirect bijgedragen aan passende, veiligere en gebruiksvriendelijkere producten voor ons allemaal. In 2016 werd hij ter internationale erkenning voor zijn indrukwekkende en impactvolle bijdrage aan het vakgebied Human Factors/-Ergonomie benoemd tot Fellow van de IEA.

Helaas heeft Johans vrouw Marry afgelopen jaar twee hersenbloedingen gekregen, waardoor ze in een rolstoel zit en thuiszorg nodig heeft. Ondanks de vooruitgang in medische hulpmiddelen van de afgelopen veertig jaar, ervaren zij en Johan dat (medische) producten en diensten nog altijd voor verbetering vatbaar zijn. Er blijft dan ook nog genoeg te doen voor (jonge) ontwerpers, ingenieurs, ergonomen en bewegingswetenschappers.



## Portret van Jan Dul

De tweede die we in deze rubriek in het zonnetje willen zetten in het kader van zijn erelidmaatschap van HFNL is Jan Dul. Zijn enorme staat van dienst maakt hem een waar vlaggenschip van de human factors in Nederland.

### Wie is Jan Dul?

Nieuwsgierig haalde hij als kind bijvoorbeeld een balpen uit elkaar om te zien hoe dat werkt. De keuze voor een technische studie aan de Technische Universiteit van Twente was snel gemaakt. De tijdschriften *Applied Ergonomics* en *Ergonomics* zetten hem op het spoor van de ergonomie. 'Mensen helpen door de technologie daarvoor in te zetten', was vanaf toen zijn credo. De masterthesis die volgde was tweeledig: hij onderzocht het destijds veel voorkomende ontwerp van een bureau met een hellend werkvlak, gericht op lees- en schrijfactiviteiten, en de paradoxale beweging van de nek, die mechanisch te verklaren was. Dit onderzoek werd gepubliceerd in een Duits tijdschrift. Het eerste van veel publicaties.



Na zijn ingenieursdiploma werkte Jan Dul kort bij de Stichting Ergonomische Technologie, waar hij onderzoek deed naar de flinterfrequentie van beeldschermen en de invloed op visuele vermoeidheid en het ontwerpen van een geschikt bureau voor beeldschermwerk. Vervolgens vertrok hij naar Amerika voor een PhD in biomechanica, waar hij van de aandacht voor de bovenste lichaamshelft afzakte naar de analyse van loopbewegingen. Terug in Nederland ging hij bij TNO werken, waar hij onderzoek deed naar houding en beweging, voordat hij zich bij de Erasmus Universiteit, waaraan hij nog steeds verbonden is, richtte op de bredere impact van fysieke belasting en de werkomgeving op organisaties.

### Arbo: een bijvangst?

Een van de opvallende uitspraken van Jan Dul is: "Arbo is bijvangst." Deze visie is ontstaan tijdens zijn onderzoek in mkb-bedrijven, waar hij ontdekte dat arbo pas serieus wordt genomen als het bijdraagt aan de primaire organisatiedoelstellingen. "Een maatregel vanuit de motivatie om prestaties te verbeteren werkt ook door op de gezondheid. Een maatregel die gemotiveerd is door gezondheid werkt noch op de gezondheid, noch op de

prestatie." Daarmee bedoelt Jan dat maatregelen zowel de prestaties als de veiligheid en gezondheid kunnen beïnvloeden, maar alleen effectief zijn als ze aansluiten bij de bredere doelen van een bedrijf. Jan Dul pleit daarom voor een verschuiving in de benadering van arbo, waarbij de aandacht voor veilig en gezond werken een integraal onderdeel van de bedrijfsprestaties is.

### De mens is de maat van alle dingen

In 2003 is Jan hoogleraar geworden aan de faculteit bedrijfskunde, met bijzondere aandacht voor Ergonomics Management, later omgedoopt tot Technology and Human Factors voor meer impact. Tijdens zijn rede sprak hij over het vakgebied ergonomie en de interactie tussen mens en de ontworpen technische en organisatorische omgeving. En dat ergonomie sociale doelen nastreeft, maar ook kan bijdragen aan economische doelen van een organisatie. Ergonomie kan van strategische waarde zijn. Met gebruiksvriendelijke producten kan een bedrijf haar klanten voordelen bieden die verder gaan dan die van concurrerende producten. Met mensvriendelijke productieprocessen kan een bedrijf de arbeidsproductiviteit verhogen en daarmee belangrijke kostenbesparingen

Samenwerkingsproject THE-THT-PTT-Ahrend

## Bureau met schuin werkvlak primeur op Efficiency Beurs

Tijdens de Efficiency Beurs, die van 13 tot en met 22 oktober jl. in het RAI-gebouw in Amsterdam werd gehouden, introduceerde Ahrend het bureau met schuin werkvlak. In samenwerking met de TH Eindhoven, TH Twente en de Ergonomische Dienst van de PTT ontwierpen Ahrend-deskundigen dit experimentele bureau.

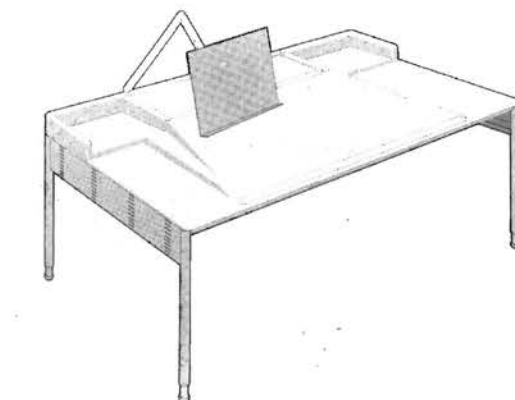
Dit 'ergonomisch' bureau is een logisch vervolg op de met toenemende zorg ontworpen schoolmeubelen. De aandacht voor stoelen en tafels is één van de eerste stappen op weg naar voorkoming van rug- en nekklachten.

In dit samenwerkingsproject heeft een team gewerkt aan de oplossing van de vraag: wat is de allerbeste houding voor mensen die dagelijks hun werk zittend verrichten?

### Ergonomische specialisten

Het team werd gevormd door de ergonomische specialisten dr. ir. Chris Snijders (THE), ir. J. Dul en ing. P. Timmerman (beide TH Twente) en drs. I. Ponsioen (PTT). Samen met de ontwerpers Bas Pruyser, Friso Kramer en Wijtse Rodenburg (Ahrend BV) kwam dit team tot een experimenteel bureau met een werkblad onder een hoek van tien graden en met een verstelbare leesstandaard. Het ergonomisch team adviseerde een hoek van tien graden als ideaal schrijfvlak en voor het ideale leesvlak kwam een hoek van vijftig graden uit de bus.

Aan weerszijde van het schuine werkvlak zijn horizontale aflegvlakken aangebracht en ook vlakken



Het ontwerp van een bureau met schuin werkvlak en leesstandaard

voor boeken, mappen, papier, schrijfbenoedigheden en eventueel (koffie) kopjes.

In combinatie met een verstelbare stoel en het in hoogte verstelbare bureau-onderstel kan zodoende een werkplek ontstaan, waaraan met een nog betere zithouding kan worden gewerkt.

Dit bureau is nog niet in het leveringsprogramma opgenomen; er zijn slechts enkele exemplaren gemaakt die in de praktijk uitgetest worden.



Een 'normaal' bureau met terminal plateau-programma. Verstelbaar in hoogte, neigbaar, draaibaar en uitschuifbaar (Ahrend)



Het 'ergonomisch' bureau met staande v.l.n.v.: Bas Pruyser, Friso Kramer en Wijtse Rodenburg (ontwerpteam Ahrend) en zittend achter het bureau Chris Snijders (THE).



Achter dit experimentele bureau tikt de secretaresse vanuit de 'losse pols'

realiseren. Vanwege het groeiend besef van het belang van mensen (klanten en medewerkers) voor het succes van organisaties, kan ergonomie van strategische waarde zijn voor het management van organisaties.

### Bedrijfsleven

Jan Dul reflecteert op de evolutie van ergonomie in het bedrijfsleven. De mens wordt steeds meer een factor om doelstellingen te bereiken en is geen inwisselbaar productiemiddel meer. Zeker in deze tijd van personeelstekort wordt het voor organisaties steeds interessanter om de mens (en daarmee human factors) centraal te stellen. Daarbij helpt de nieuwe generatie managers die meer aandacht heeft voor de mens. Volgens Jan is deze erkenning van de menselijke factor zowel een kans als een bedreiging voor de ergonomie. De kans ligt in het groeiende bewustzijn rondom het onderwerp, terwijl de bedreiging schuilt in het feit dat ergonomische principes worden geïntegreerd in en geadopteerd door andere vakgebieden (zowel arbovakgebieden, waaronder veiligheidskunde en arbeidshygiëne, als bedrijfskundige vakgebieden, waaronder human resource management, operations management en innovatiemanagement), zonder gebruik te maken van of erkenning te geven aan de ergonomie/human factors-discipline.

Ergonomen hebben nog vaak het idealisme dat organisaties hun keuzes maken op basis van sociale doelstellingen. Ergonomen zouden gemakkelijker hun weg in het bedrijfsleven kunnen verstevigen door meer oog te hebben voor de economische doelen van organisaties.

In zijn eigen onderzoek en advieswerk probeert Jan die link ook te leggen. Zo heeft hij veel onderzoek gedaan naar het effect van de werkomgeving op de zakelijke creativiteit van medewerkers ten behoeve van product- en procesinnovatie. Hij toonde aan dat de persoonlijkheid van de medewerker ongeveer de helft van de creativiteit verklaart en dat de rest komt door een stimulerende werkomgeving. Daarvan komt twee derde van de sociaal-organisatorische omgeving (zoals leiderschap) en een derde van de fysieke omgeving (zoals daglicht, meubilair, kleuren en planten). “De werkomgevingmaatregelen waren gewoon algemene ergonomie-/arbomaatregelen, maar zo noemde ik ze natuurlijk niet. Ik lever namelijk verbetering van het innovatievermogen van het bedrijf, dat werd gewaardeerd en konden we ook aantonen.”

### De toekomst van Human Factors in Nederland

Jan Dul hoopt dat over tien jaar de discipline van human factors in Nederland meer erkend zal worden, zowel binnen bedrijven als in de samenleving als geheel. Hij benadrukt de noodzaak om de discipline verder te ontwikke-



len en de rol van ergonomen te versterken door economische inzichten toe te voegen en pragmatisch te denken. De economische doelstellingen moeten behaald worden en tegelijkertijd moeten we ons richten op sociale en andere duurzaamheidsdoelstellingen. Het moet vanzelfsprekend worden dat we niet hoeven kiezen tussen economische zekerheid en duurzaamheid.

Jan Dul moedigt de jongere generatie aan om de leiding te nemen in het ontwikkelen van human factors. “Ik geloof dat de jonge generatie duurzaamheid, inclusief economische duurzaamheid, vanzelfsprekend vindt en dat het toevoegen van economische inzichten aan ergonomie essentieel is om de dubbele doelstelling van de ergonomie (prestatie en welbevinden) te realiseren”, vertelt hij enthousiast.

### Terugblik

Op de vraag wat hij, wetende wat hij nu weet, anders zou hebben gedaan, antwoordt Jan: “Ik zou niet meer zo enthousiast meewerken aan het opstellen van CEN-normen ten behoeve van arbowetgeving, omdat ik geloof dat het vakgebied daardoor in een verplichtend kader terechtgekomen is, in plaats van een inspirerend perspectief. Ik dacht dat ik het deed om het vakgebied op de kaart te zetten, maar eigenlijk was het een verplichting die de overheid oplegde aan bedrijven.”

### Tot slot

Tot slot de vraag waar Jan het meest trots op is. “De International Ergonomics Association (IEA) op één lijn krijgen over een toekomstvisie voor ergonomie, dat was het moeilijkste wat ik heb gedaan. Ik was voorzitter van de ad-hoccommissie ‘Future of Ergonomics’ met veel eigenwijze vooraanstaande ergonomen die moeite hadden om naars elkaars visie te luisteren en die ook te accepteren. Omdat ze zelf een duidelijke visie hadden. Maar het is wel gelukt”, vertelt Jan lachend. Hier spreekt een verbinder pur sang.

**Prof. dr. Henk F. van der Molen**

Amsterdam UMC-AMC Occupational Health  
Nederlands Centrum voor Beroepsziekten  
e-mail: h.f.vandermolen@amsterdamumc.nl



# Beroepsziekten: voorkómen is beter dan behandelen

Samenvatting van de oratie uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar etiologie en preventie van beroepsziekten bij de Faculteit der Geneeskunde van de Universiteit van Amsterdam/Amsterdam UMC op 8 maart 2024.

### Werken draagt bij aan gezondheid én ongezondheid

Werken draagt bij aan gezondheid en welbevinden en biedt economische zekerheid, maar kan ook negatieve effecten hebben op de gezondheid van werkenden en resulteren in beroepsziekten. Denk aan gezondheidsrisico's door blootstelling aan schadelijke stoffen en aan zware fysieke of psychosociale arbeidsbelasting. Het is in de praktijk echter lastig om beroepsziekten scherp af te grenzen van het bredere concept van werkgerelateerde aandoeningen waarbij de oorzaak niet grotendeels in het werk is gelegen. Wat wel of niet als beroepsziekte wordt aangeduid, verschilt per land en is door nationale wet- en regelgeving bepaald. De Nederlandse Arboregeling spreekt van een 'beroepsziekte' als een ziekte het gevolg is van 'een belasting die in hoofdzaak het gevolg is van het werk of de werkomstandigheden'. In Nederland is via triangulatie van verschillende bronnen en methodieken de beroepsziektelast geschat (Douwes et al., 2023). Welke schatting of telling we ook hanteren – beroepsziekten komen frequent voor en de ziektelast door risicofactoren in werk lijkt zelfs nog hoger dan de ziektelast door bijvoorbeeld (ernstig) overgewicht. Waar overgewicht volgens de gegevens van het RIVM verantwoordelijk is voor 3,7 procent van de ziektelast, zijn risicofactoren in het werk dat voor bijna 5 procent. Daarnaast is deze ziektelast ongelijk verdeeld. Werkenden met praktische beroepen (zoals bouwvakker of metaalbewerker) hebben bijna drie keer zo vaak een beroepsziekte als werkenden met leidinggevende en academische beroepen (Van der Molen et al., 2018). Ook het soort beroepsziekte dat leidt tot ziekteverzuim verschilt per soort

werkenden. Bij werkenden met praktische beroepen wordt vaker ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid gerapporteerd door lage rugpijn en schouder-, arm- en polsaandoeningen. Bij werkenden in leidinggevende en onderwijsberoepen vormen overspanning en burn-out het grootste aandeel van de beroepsziektemeldingen met veel verzuim.



### Etiologie van beroepsziekten

De causaliteit van beroepsziekten is het terrein van de etiologie. De medische diagnose kan zelden de oorzakelijke factor identificeren. Het ontstaan van de ziekte kan verschillende oorzaken hebben en daarbij kan de relatie tussen blootstelling aan risicofactoren in het werk en het ontstaan van de ziekte worden beïnvloed door persoonlijke factoren en levensstijl. Bij het bepalen of er al dan niet sprake is van een beroepsziekte is de eerste vraag of er bewijs is voor de relatie tussen werkgerelateerde risicofactoren en een bepaalde ziekte. Als we op populatieniveau een verband vinden tussen werkgerelateerde risicofactoren en een bepaalde ziekte, is de vervolgvraag of dit een



oorzakelijk verband is (Projectgroep, 2022). De bewijssynthese op het gebied van causaliteit is de afgelopen decennia sterk uitgebreid door het uitvoeren van systematische reviews inclusief meta-analyses en beoordeling van de kwaliteit en vertrouwen in de gevonden relaties. Ook is er steeds meer aandacht voor triangulatie met mechanistische en toxicologische informatie, methoden voor het beoordelen van de blootstellingen en harmonisatie van beoordelingscriteria voor verschillende bewijssstromen. In het licht van deze ontwikkelingen in bewijssynthese heeft het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten registratierichtlijnen opgesteld met informatie over de etiologie van beroepsziekten van het bewegingsapparaat, long, huid en psyche om daarmee de signalering, vaststelling en preventie van beroepsziekten te vergemakkelijken.

Ook persoonsgebonden factoren spelen een belangrijke rol bij de relatie tussen de blootstelling aan risicofactoren op het werk en het ontstaan van beroepsziekten. Deze persoonsgebonden factoren worden vaak niet meegewogen, terwijl er wel argumenten zijn om de individuele gevoeligheid en blootstelling in samenhang te beoordelen. Relevante onderzoeksvragen hierbij zijn: 'Waarom wordt de ene persoon bij een bepaalde blootstelling wel ziek en een andere niet?' en 'Hoe kunnen we de factoren van de individuele gevoeligheid meenemen bij de beoordeling en de preventie van beroepsziekten?' Van verschillende persoonlijke factoren is aangetoond dat ze het risico, de ernst en de prognose van beroepsziekten beïnvloeden. Een voorbeeld daarvan is contacteczeem (Schutte et al., 2023).

### Preventie van beroepsziekten

Voordat de bedrijfsarts of arbo-professional een advies kan geven, is het essentieel om te weten in hoeverre de adviezen effectief zijn en in hoeverre deze adviezen ook in de praktijk kunnen worden opgevolgd. Wetenschappelijke interventiestudies zijn bekende onderzoeksvormen om de effectiviteit van maatregelen te onderzoeken, maar de maatregelen dienen daarna nog

in de praktijk te worden geïmplementeerd. Ik wil dit graag toelichten aan de hand van enkele voorbeelden van preventieprojecten van risicofactoren in werk.

### Preventie van rug- en knieaandoeningen bij bouwvakkers

Mijn eigen promotieonderzoek is het eerste voorbeeld van een preventieproject. Dit draait om een bokje waarmee een metselaar stenen en mortel op kniehoogte kan oppakken. Uit een praktijkinterventie bij metselaars bleek met een simpele werkverhoging van 31 cm dat de frequentie en duur van rompbuiging van  $\approx 60^\circ$  verminderde met respectievelijk 79 procent en 52 procent. Een recenter voorbeeld van vermindering van werkgerelateerde fysieke risicofactoren is het onderzoek naar hulpmiddelen om knielen en rompbuiging te verminderen bij het leggen van zandcementvloeren. Met een epidemiologische modelschatting is berekend dat deze technische maatregel mogelijk 26 procent van de knieartrose en 13 procent tot 18 procent van de lage rugklachten respectievelijk rughernia kan voorkomen (Kuijjer et al., 2023).

### Preventie van huidkanker bij buitenwerkers

Een ander voorbeeld is het preventieproject zonbescherming bij buitenwerkers. Huidkanker is de meest gediagnosticeerde kankersoort wereldwijd met als belangrijkste oorzaak overmatige blootstelling aan ultraviolette (UV) straling van de zon. Buitenwerkers hebben een twee tot drie keer hoger risico om huidkanker te ontwikkelen, wat ertoe heeft geleid dat huidkanker in verschillende Europese landen als beroepsziekte wordt erkend. Huidkanker kan voorkómen worden door beschermende maatregelen zoals het regelmatig smeren van zonnebrandcrème, het dragen van UV-werende kleding en werkplek- en werkorganisatieaanpassingen (smeren, kleren, weren). In een experimentele studie is aangetoond dat het gebruik van zonnebrandcrème (SPF 50; zowel medicinaal als vrij verkrijgbaar) een doeltreffendheid had van 98 procent (Keurentjes et al., 2022). Vervolgonderzoek heeft echter laten zien dat het zonbeschermingsgedrag bij buitenwerkers vaak onvoldoende is, terwijl het merendeel wel op de hoogte is van de risico's op huidkanker en de beschermende maatregelen. Deze voorbeelden laten zien dat de blootstelling aan risicofactoren in werk te beïnvloeden is en daarmee een primair doel voor preventieve interventies. Meer aandacht voor werk als modificerende factor in nationale en internationale arbo- en medische richtlijnen en verzuimregelgeving passen in de maatschappelijke trends naar preventie en duurzaamheid.

### Onderzoek en onderwijs: wat gaan we doen...?

Mijn ambitie als hoogleraar etiologie en preventie van beroepsziekten is om risicofactoren in werk verder te ontrafelen en grote vooruitgang te boeken met haalbare en effectieve preventieve maatregelen voor werkenden en werkorganisaties met vier speerpunten.

Het eerste speerpunt is bewijssynthese van blootstellingen aan risicofactoren in werk en persoonlijke factoren om de individuele beoordeling van beroepsziekten nog beter te ondersteunen. Iedere bewijssynthese heeft uitgangsvragen zoals: 'Welke werkblootstellingen hebben een causale relatie met een ziekte op populatieniveau?' en 'Wat is de kwaliteit van het bewijs op populatieniveau?' en 'Wat zijn de mogelijkheden om causaliteit op individueel niveau aan te tonen?'

Het tweede speerpunt is de betrouwbaarheid en validiteit van het vaststellen van vroege signalen van beroepsziekten met behulp van experimentele, observationele en literatuurstudies om hiermee invulling te kunnen geven aan richtlijnen, protocollen en (vroeg) diagnostiek.

Het derde speerpunt is de preventie van beroepsziekten door actiegerichte communicatie. Risicocommunicatie gaat over oorzaken, gevolgen en preventieve maatregelen van gezondheidsrisico's en heeft drie doelen: informeren, geïnformeerde besluitvorming stimuleren en motiveren tot actie (Emal et al., 2022). Als arbo-professionals zodanig communiceren dat ze beter aansluiten bij de kennis en attitudes van de werkenden en hun werkorganisaties, dan sluit de beoogde risicocommunicatie ook beter aan bij de risicoperceptie en daadwerkelijke preventieve acties voor deze doelgroepen.

In het vierde speerpunt wordt de aandacht voor beroepsziekten in het onderwijs aan studenten versterkt. Binnen de curatieve setting, enkele uitzonderingen daargelaten, wordt er namelijk nog veel te weinig doorgevraagd naar het werk van de patiënt, laat staan gekeken of werk een oorzakelijke factor van ziekte kan zijn.

Samenvattend, in lijn met de titel van mijn oratie: 'Als het werk het probleem is, is een behandeling niet de oplossing.' Laten we er daarom met elkaar voor zorgen dat ziekmakend werk verdwijnt!

### Referenties

Douwes, D., Bouwens, L., van den Heuvel, S., Eysink, P., Visser, S., van der Molen, H.F. (2023). *Beroepsziekten in Nederland: drie bronnen voor cijfers*. TNO, RIVM, NCvB.

[sites/16/2024/02/TNO-2024-Notitie-Beroepsziekten-en-cijfers.pdf](https://sites/16/2024/02/TNO-2024-Notitie-Beroepsziekten-en-cijfers.pdf).

Emal, L., Tamminga, S., Kezic, S., Timmermans, D., Schaafsma, F., van der Molen, H.F. (2022). Literatuuronderzoek naar stressgerelateerde aandoeningen voor zorgmedewerkers. *Tijdschrift voor Human Factors*, 47(3), 5-8. <https://www.humanfactors.nl/tijdschrift/download/nummer-3-oktober-2022>.

Keurentjes, A.J., Jakasa, I., van Dijk, A., van Putten, E., Brans, R., John, S.M., Rustemeyer, T., van der Molen, H.F., Kezic, S. (2022). Stratum corneum biomarkers after in vivo repeated exposure to sub-erythral dosages of ultraviolet radiation in unprotected and sunscreen (SPF 50+) protected skin. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 38(1), 60-68. <https://doi.org/10.1111/phpp.12717>.

Kuijjer, P.P.F.M., van der Molen, H.F., Visser, S. (2023). A health-impact assessment of an ergonomic measure to reduce the risk of work-related lower back pain, lumbosacral radicular syndrome and knee osteoarthritis among floor layers in The Netherlands. *Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4672. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054672>.

Projectgroep: 'Kennisinfrastructuur stoffengerelateerde beroepsziekten' (2022). *Overzicht van ernstige stoffengerelateerde beroepsziekten*. Nederlands Centrum voor Beroepsziekten. <https://www.beroepsziekten.nl/sites/default/files/documents/Rapportage-Overzicht-ernstige-stoffengerelateerde-beroepsziekten-voor-LEC-SB-def.pdf>.

Schutte, M.G., Tamminga, S.J., de Groene, G.J., Kezic, S., van der Molen, H.F. (2023). Work-related and personal risk factors for contact dermatitis: a systematic review of the literature with meta-analysis. *Contact Dermatitis*, 88(3), 171-187. <https://doi.org/10.1111/cod.14253>.

Van der Molen, H.F., de Vries, S., Sluiter, J.K. (2018). Occupational diseases among workers in lower and higher socioeconomic positions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2849. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122849>.

# IEA Council Meeting 2024

Eind augustus vond de jaarlijkse council meeting van de International Ergonomics & Human Factors Association (IEA) plaats, deze keer voorafgaand aan het driejaarlijkse IEA-congres in Zuid-Korea. De IEA is de wereldwijde federatie van human factors- en ergonomieverenigingen, waarvan ook Human Factors NL lid is. Tijdens de council meeting komen het IEA-bestuur en bestuursafgevaardigden van de 53 nationale verenigingen die lid zijn bijeen voor toelichting op het beleid en het nemen van beslissingen. Namens Human Factors NL nam ik als voorzitter deel aan de council meeting.

Ik ben nu een paar keer bij deze council meetings geweest, en het blijft indrukwekkend en enerverend om te horen wat er wereldwijd gebeurt en je te realiseren dat wij daar als Human Factors NL onderdeel van zijn. Er zijn maar weinig beroepsfederaties die zo mondiaal en inclusief zijn als de IEA, met leden op alle continenten, variërend in grootte van 10 tot meer dan 4000 leden. Het horen over de vele activiteiten van de IEA en het uitwisselen van ervaringen tussen bestuurders is leerzaam, verbindend en belangrijk voor de ontwikkeling van ons vakgebied en onze beroepsgroep.

### Triennial Report 2021-2024

De leidraad tijdens de tweedaagse vergadering was het IEA Triennial Report 2021-2024. Dit 145 pagina's tellende rapport geeft een overzicht waar de IEA voor staat, het beleid, de activiteiten en de toekomstplannen. Het rapport is te downloaden via de IEA-website ([www.iea.org](http://www.iea.org)) en ik kan het iedereen aanbevelen om er eens doorheen te bladeren. Het geeft een goed beeld van wat er op internationaal gebied gebeurt en mogelijk is. Het beleid van de IEA wordt gevormd door de Seven Policies, geformuleerd in de periode 2015-2018 door het toenmalig bestuur, waaronder Stakeholder engagement (verbinding tussen leden door onder andere de Technical Committees, NewsBriefs, webinars en het IEA Youtube kanaal), Promote education, certification and professional standards (onder andere samenwerking op onderwijsgebied en richtlijnen voor certificering), Strengthen relationships with external partners (zoals ILO en WHO, partners voor wie human factors niet de hoofdfocus is maar wel een belangrijk onderdeel van hun missie), en Maintain a future focus for HFE (gericht op de toekomst van het vakgebied, zoals het verkennen van nieuwe onderwerpen als AI, duurzaamheid, inclusie en informeel werk).



### Sluit je aan bij een Technical Committee

De Technical Committees (TCs) van de IEA zijn internationale netwerken voor leden waar je binnen je eigen expertise collega's leert kennen en kennis uitwisselt door onder andere webinars, sociale media, congressen of nieuwsbrieven. De IEA heeft 25 thematische TCs, uiteenlopend van healthcare en musculoskeletal disorders tot gender & work en robotics. De ene TC is actiever dan de andere, maar tijdens de vergadering werd nog eens benadrukt dat de TCs bedoeld zijn voor de verbinding tussen individuele leden en vrij toegankelijk zijn voor iedereen. Dus heb je interesse? Meld je aan! Je kunt je ook aansluiten bij verschillende TCs. Op de website van de IEA vind je het overzicht van TCs en de contactinformatie.

### Een nieuw IEA-bestuur, IEA2027 en IEA2030

Het nieuw gekozen bestuur voor 2024-2027 bestaat uit Andrew Thatcher (voorzitter, Zuid-Afrika), Nancy Black (secretaris, Canada) en Thomas Alexander (penningmeester, Duitsland). Het volgende IEA-congres zal plaatsvinden in Londen, 6-8 juli 2027. In 2030 is het congres in Edmonton, Canada. De eerstvolgende council meeting is in het voorjaar van 2025 en dan is de council te gast bij de Chinese Ergonomics Society.

### Namens het bestuur van Human Factors NL

Marijke Melles, voorzitter

## HUMAN FACTORS NL JAARCONGRES 2024

1 november 2024 | TU Eindhoven

## INCLUSIE