

Kan technologie bijdragen aan het verminderen van personeelskrapte?

Jessie Koen

TNO; Universiteit van Amsterdam

jessie.koen@tno.nl

Henk-Jan Dirven

CBS

hj.dirven@cbs.nl

Ellemarijn de Geit

TNO

ellemarijn.degeit@tno.nl

Samenvatting

De Nederlandse arbeidsmarkt kampt met personeelskrapte, een probleem dat zowel de economie als de samenleving onder druk zet. Nieuwe technologieën, zoals kunstmatige intelligentie, robotica en augmented reality, worden vaak genoemd als oplossingen om deze krapte te verminderen. In dit onderzoek verkennen we hoe werknemerservaringen met technologie (belemmeringstaxatie) en werkkenmerken zoals autonomie en taakidentiteit (goed werkontwerp) bijdragen aan innovatie-, leer- en loopbaaninitiatieven – cruciale factoren voor een succesvolle adoptie van technologie. Analyses van data uit drie datasets (de Werkgevers Enquête Arbeid (WEA), de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA), en een herbenadering van de NEA) laten zien dat negatieve ervaringen met technologie, zoals het gevoel dat technologie het werk belemmert, werknemers kunnen remmen in het nemen van innovatie-, leer-, en loopbaaninitiatief. Dit effect verschilt tussen arbeidsbesparende technologieën (bijvoorbeeld robotisering) en arbeidsondersteunende technologieën (zoals wearables). Tegelijkertijd blijkt dat positieve werkkenmerken, zoals autonomie en feedback uit het werk, werknemers stimuleren en de negatieve samenhang tussen belemmeringstaxatie en het nemen van initiatief kunnen afzwakken. Het onderzoek suggereert dat (het waarborgen van) goed werkontwerp van

belang is om de potentie van technologische innovatie voor het verminderen van personeelskrapte te optimaliseren.

Abstract

Can technology help to address personnel shortages?

The Dutch labor market is facing personnel shortages, putting pressure on both the economy and society. New technologies are often cited as solutions to mitigate this shortage, such as artificial intelligence, robotics, and augmented reality. This study explores how employees' experiences with these new technologies (hindrance appraisals) and job characteristics such as autonomy and task identity (work design) contribute to their innovation, learning, and career initiatives—crucial factors for the successful adoption of technological innovations. Analyses over three datasets—the Employers Working Conditions Survey (WEA), the National Working Conditions Survey (NEA), and a follow-up of the NEA—reveal that hindrance appraisals of the technology are negatively associated with employees' innovation, learning, and career initiatives. This effect differs between labor-reducing technologies (e.g., robotics) and labor-supporting technologies (e.g., wearables). Job characteristics such as autonomy and feedback from work, however, are positively associated with employees' innovation, learning and career initiatives and can mitigate the negative relationship between hindrance appraisals and these initiatives. Taken together, this study suggests that well-designed work can motivate employees to learn and innovate, and therewith optimize the potential of technological innovations in reducing personnel shortages.

Keywords: technology, personnel shortages, work design, lifelong learning, proactivity, innovation

Inleiding

De huidige arbeidsmarkt kampt met meer vacatures dan werkzoekenden. Hoewel deze krapte enigszins lijkt af te nemen (CBS, 2025), geeft meer dan de helft van de Nederlandse werkgevers aan nog te kampen met personeelstekorten of verwacht deze binnen twee jaar te ervaren (Thielecke et al., 2024). Ook lijkt de krapte in sectoren met grote maatschappelijke impact – zoals zorg, onderwijs, ICT en techniek – van structurele aard (UWV, 2024). Dit brengt aanzienlijke problemen met zich mee voor werknemers,

organisaties en de maatschappij als geheel, zoals langere wachtlijsten in de zorg en kinderopvang, een toename van de werkdruk, en scholen die vaker noodgedwongen sluiten (Oprins et al., 2022). Personeelskrapte wordt daarom gezien als een van de grootste remmende factoren voor economische groei (Rolvink et al., 2021).

Nieuwe technologieën, zoals kunstmatige intelligentie (AI), ICT, robots en augmented en virtual reality (AR en VR), worden vaak genoemd als mogelijke oplossingen voor de personeelskrapte (FME, 2022; Kamerstukken, 2022; SER, 2022). Het idee hierachter is dat deze technologieën arbeid kunnen besparen door taken uit handen te nemen van werknemers. Daardoor zou er minder personeel nodig zijn om hetzelfde werk te verrichten. Daarnaast kunnen deze technologieën helpen om werknemers te ondersteunen bij hun taken en bij het aanleren van nieuwe vaardigheden. Daardoor zou er meer gekwalificeerd personeel beschikbaar zijn. In een recent rapport suggereren Koen et al. (2023) dat dergelijke arbeidsbesparende en arbeidsondersteunende technologieën inderdaad veelbelovend kunnen zijn om de personeelskrapte te verminderen. Dit geldt met name voor sectoren in Nederland waar al grote personeelstekorten bestaan en waar technologie nog relatief weinig wordt toegepast.

Toch is dergelijke technologie nog niet breed geïmplementeerd en geadopteerd. Zo zou de Nederlandse zorgsector het personeelstekort aanzienlijk kunnen verminderen door nieuwe technologieën te omarmen, maar maakt minder dan 20% van de Nederlandse ziekenhuizen gebruik van geavanceerde robots bij operaties. Ook het gebruik van 'remote monitoring' van patiënten blijft steken onder de 30% (zie ook Gupta Strategists, 2022). Evenzo zouden automatiseringsoplossingen, zoals robotsortersystemen in magazijnen, de arbeidsvraag in de logistieke sector met 35% kunnen verminderen, maar blijft het gebruik ervan momenteel steken op 15-20% (De Looze & Krause, 2019; Verweij, 2024).

Een belangrijk knelpunt voor succesvolle implementatie en adoptie van technologie ligt binnen het werkdomein. Het gebruik van nieuwe technologie vereist namelijk dat werknemers bereid en in staat zijn om te innoveren, te leren en zich aan te passen in hun loopbaan. Zulk innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief omvat bijvoorbeeld het oppakken en eigen maken van technologie (i.e. innovatie-adoptie), het gebruiken van technologie om bestaande werkprocessen te verbeteren (i.e. werkoptimalisatie), en het vooruitkijken en ontwikkelen van nieuwe kennis en (digitale) vaardigheden om optimaal met technologie om te gaan (i.e. leer- en loopbaaninitiatief) (Oeij et al., 2012; Tarafdar et al., 2010, 2015, 2019). Tegelijkertijd blijkt uit onderzoek dat de inzet van (nieuwe) technologie vaak gepaard gaat met weerstand

onder werknemers en veranderingen in dagelijkse werkprocessen en taken. Deze twee factoren bemoeilijken het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief, terwijl juist dat initiatief cruciaal is voor een succesvolle implementatie en adoptie van technologie. Dit roept de vraag op hoe dergelijk initiatief kan worden gewaarborgd bij het invoeren van (nieuwe) technologie. In dit artikel onderzoeken we daarom de relatie tussen deze factoren en het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief van Nederlandse werknemers die momenteel te maken hebben met (nieuwe) technologie.

De (gecombineerde) rol van werknemerservaringen en werkontwerp bij innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief

Wetenschappelijk onderzoek naar de impact van technologie binnen het werkdomein laat zien dat de inzet van technologie vaak gepaard gaat met (techno-)stress, onzekerheid over de toekomst van werk, en het gevoel beperkt of belemmerd te worden in de werkzaamheden (Chen & Muthithacharoen, 2018; Feng et al., 2019; Salanova et al., 2013; Tarafdar et al., 2007, 2015). Dergelijke negatieve gevoelens en ervaringen kunnen een belemmering vormen voor innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief. Met name wanneer werknemers de nieuwe technologie zien als een belemmering van hun werkzaamheden (in de literatuur ook wel *hindrance appraisal* of belemmeringstaxatie genoemd), kan dat het gebruik en de implementatie ervan remmen (Cheng et al., 2023; Heald et al., 2020; Maier et al., 2021; Oeij et al., 2022). Ook vertonen werknemers die (technologische) innovatie sterker als een bedreiging voor hun baan of werkzaamheden ervaren, doorgaans minder leer- en loopbaaninitiatief: denk aan het ontwikkelen van nieuwe vaardigheden en het inwinnen van informatie over de toekomst van hun werk (De Spiegelaere et al., 2014; Koen & Parker, 2020; Koen & Van Bezouw, 2022; Langerak et al., 2022; Van Hootegem et al., 2021).

De veranderingen die de inzet van technologie teweeg kan brengen in het werk, kunnen eveneens een belemmering vormen voor het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief onder werknemers, hoewel de literatuur geen eenduidig beeld geeft van de precieze invloed. Aan de ene kant wordt gesteld dat veranderingen in het werk, zoals de inzet van nieuwe technologie, gepaard kunnen gaan met nieuwe verantwoordelijkheden en vragen om de ontwikkeling van nieuwe vaardigheden. Dergelijke veranderingen zouden werknemers daarmee dus kunnen aanzetten tot innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief (Noe et al., 2014; Parker, 2017; Sijbom et al., 2024). Aan de andere kant wordt gesteld dat de inzet van nieuwe technologie ten koste

kan gaan van de kenmerken van goed werkontwerp (in de literatuur bekend als *work design*; cf. Parker et al., 2001). Deze werkkenmerken omvatten bijvoorbeeld zeggenschap over werkmethoden en werkgerelateerde beslissingen (autonomie), uitdaging en afwisseling (variatie in vaardigheden), en verantwoordelijkheid voor een volledige taak of product (taakidentiteit). Wanneer dergelijke werkkenmerken onder druk komen te staan, kan dat leiden tot verminderde werkmotivatie en -prestatie, verminderde betrokkenheid bij de organisatie, minder initiatieven om werk en organisatie te verbeteren (i.e. innovatie), en, uiteindelijk, een groter verloop onder het personeel (Humphrey et al., 2007; Steers et al., 2004). Andersom kan de aanwezigheid van deze werkkenmerken mensen juist in staat stellen en motiveren om bij te dragen aan de organisatie in de vorm van proactief gedrag, waaronder (innovatief) gebruik van technologie en leer- en loopbaaninitiatief (e.g., Parker, 2014; Parker et al., 2021).

Om innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief te waarborgen bij de implementatie van (nieuwe) technologie – en daarmee de effectieve inzet van technologie om personeelstekorten te verminderen – is een beter inzicht nodig in de ervaring van werknemers met technologie, met name hoe zij mogelijke belemmeringen inschatten (belemmeringstaxatie), en de kenmerken van het werk zelf (werkontwerp). Hoewel deze twee factoren beide een belangrijke rol lijken te spelen, valt op dat ze in wetenschappelijk onderzoek naar de impact van technologie op de werkvloer nog niet in samenhang zijn onderzocht. Daarom wordt in dit artikel bekeken of het initiatief van werknemers meer is dan enkel een optelsom van deze afzonderlijke factoren, en eerder voortkomt uit hun onderlinge interactie. Zo kan werk dat voldoet aan de kernprincipes van goed werkontwerp mogelijk de negatieve ervaringen met de technologie omzetten in positieve acties gericht op het eigen maken van de technologie: omdat het werk intrinsiek motiverend is en zo is ingericht dat mensen zeggenschap hebben over hun werkmethoden, kunnen zij bijvoorbeeld experimenteren met de technologie, volhouden als een tactiek niet direct werkt, en om feedback vragen (Parker et al., 2021). Met goed werkontwerp wordt een belemmering dan een kans om te leren. Inderdaad stellen Oprins et al. (2022) dat er, om het volledige potentieel van technologie als oplossing voor personeelskrapte te kunnen benutten, een integrale aanpak nodig is waarbij de invloed van individuele en werkkenmerken in combinatie wordt bekeken. De variërende resultaten binnen het wetenschappelijk onderzoek naar de inzet van technologie binnen het werkdomein suggereren eveneens dat de ervaring van de werknemer en de (veranderende) kenmerken van het dagelijks werk niet los van elkaar kunnen worden gezien. Omdat het op dit moment ontbreekt aan empirische

kennis hierover, verkennen we in dit artikel hoe de ervaring van werknemers en de kenmerken van hun dagelijks werk los van elkaar én samen bijdragen aan het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief dat zij vertonen. Daarmee zetten we een eerste stap naar het blootleggen van manieren waarop het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief onder werknemers gewaarborgd kan worden bij het invoeren van (nieuwe) technologie.

Doel van het onderzoek

Nadat wij een beeld hebben gegeven van de inzet van nieuwe technologie in Nederland, gaan wij specifiek in op twee onderzoeksvragen:

1. Hoe hangen belemmeringstaxatie van de technologie en werkkenmerken samen met innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief?
2. Naar welke werkkenmerken varieert de relatie tussen belemmeringstaxatie en innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief?

Omdat nieuwe technologie als oplossing voor personeelskrapte grofweg op twee manieren kan worden ingezet (cf. Koen et al., 2023), te weten arbeidsbesparend (door taken uit handen te nemen van werknemers waardoor er minder personeel nodig is om hetzelfde werk te verrichten) en arbeidsondersteunend (door werknemers te ondersteunen bij hun taken en bij het aanleren van nieuwe vaardigheden, waardoor er meer gekwalificeerd personeel beschikbaar is), verkennen wij waar mogelijk de verschillen tussen deze twee typen technologie.

Data en methodologie

Voor deze bijdrage is gebruikgemaakt van gegevens uit drie verschillende datasets: de Werkgevers Enquête Arbeid (WEA) 2021, de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) 2023 en een vragenlijstonderzoek waarbij deelnemers uit de NEA 2022 door TNO en CBS opnieuw zijn benaderd met vragen over arbeidsbesparende en -ondersteunende technologie (NEA-herbenadering).

Werkgevers Enquête Arbeid (WEA) 2021

De WEA is een tweejaarlijkse enquête naar de werving, inzet, organisatie en resultaten van arbeid – samengevat met de term ‘arbeidsbeleid’ – door en van Nederlandse bedrijven en instellingen. De doelpopulatie van de WEA bestaat uit werkgevers: alle Nederlandse vestigingen van profit- en non-profitbedrijven en instellingen met ten minste twee werkzame personen.

In 2021 zijn middels een gestratificeerde steekproef bijna 13.500 vestigingen benaderd, waarvan er bijna 4.500 de vragenlijst volledig hebben ingevuld. De verzamelde gegevens zijn door weging representatief gemaakt voor de doelpopulatie. Zie Hulsegge et al. (2022) voor methodologie en verantwoording van de WEA 2021.

Vormen van nieuwe technologie

In de WEA is gevraagd naar de inzet van nieuwe technologie. Specifiek ging het om de volgende zes technologieën:

1. *Workflowsoftware*: software bedoeld om verschillende processen binnen een organisatie te verbinden en te automatiseren. Een voorbeeld hiervan is enterprise resource planning (ERP). Dit wordt vaak gebruikt om verschillende bedrijfsactiviteiten te beheren, zoals financiën, voorraadbeheer en human resources.
2. *Algoritmen en bigdatatechnieken*: methoden en tools die worden gebruikt om grote hoeveelheden gegevens te analyseren en waardevolle inzichten te verkrijgen.
3. *Groupware*: software die is ontworpen om de onderlinge samenwerking en communicatie binnen groepen te ondersteunen of te stimuleren. Hierbij kan worden gedacht aan Microsoft Outlook of Teams. Sociale media en socialware-toepassingen zijn meegerekend in deze technologie.
4. *Robotisering*: vormen van robotisering op de werkplek. Met robots worden slimme machines met sensoren bedoeld, zoals logistieke robots voor het verplaatsen en beheren van materialen in magazijnen.
5. *Kunstmatige intelligentie (AI)*: betreft het ontwikkelen van systemen en machines die menselijke intelligentie en cognitieve functies simuleren en uitvoeren.
6. *Wearables*: draagbare technologieën zoals VR- of AR-brillen, smartwatches of exoskeletten.

In de WEA is niet gevraagd of werkgevers deze vormen van nieuwe technologie inzetten voor besparing of ondersteuning van arbeid.

Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) 2023

De NEA is een jaarlijkse enquête onder werknemers met als doel hun arbeidsomstandigheden, -ongevallen, -inhoud, -verhoudingen en -voorwaarden in kaart te brengen. De bruto steekproef bedroeg in 2023 ruim 175.000 werknemers. De bruikbare respons was bijna 62.000 werknemers. De verzamelde gegevens zijn door weging representatief gemaakt voor de doelpopulatie. Zie Mars et al. (2024) voor methodologie en verantwoording van de NEA.

In de NEA worden enkele vragen gesteld over het gebruik van nieuwe technologie. Voor dit bericht is gebruikgemaakt van de antwoorden (in vijf categorieën variërend van ‘nooit’ tot en met ‘de hele dag’) die werknemers gaven op de vraag: *Hoe vaak maakt u in uw werk gewoonlijk gebruik van een geavanceerd technisch hulpmiddel? Bijvoorbeeld een robot(arm), drone, exoskelet of zelfrijdend voertuig.* Tevens is gebruikgemaakt van de antwoorden op de vraag: *Heeft u de afgelopen twaalf maanden te maken gehad met een of meer van de volgende veranderingen?* Een van de antwoordcategorieën die men daarbij kon kiezen, was ‘veranderingen in de technologie, zoals machines of ICT, die u gebruikt’. Er is niet gevraagd in hoeverre de nieuwe technologie arbeidsbesparend of arbeidsondersteunend is.

Sinds 2022 is de NEA-steekproef willekeurig in twee helften (‘clusters’) verdeeld. De vraag naar veranderingen in de afgelopen twaalf maanden is niet in beide clusters opgenomen. De uitkomsten hebben daardoor betrekking op ongeveer de helft van het aantal NEA-respondenten.

NEA-herbenadering onder werknemers die te maken hebben met (nieuwe) technologie

Als onderdeel van een project over de potentie van technologie als oplossing voor personeelskrapte¹ is door TNO in samenwerking met het CBS in 2023 een herbenadering van de NEA uitgevoerd. Doelpopulatie van de herbenadering waren werknemers die in hun werk te maken hebben met technologie. Hiertoe zijn uit de NEA 2022 werknemers geselecteerd die ermee instemden om via e-mail nog eens te worden benaderd voor een vergelijkbaar onderzoek én hadden aangegeven dat zij in hun werk gewoonlijk gebruikmaakten van een geavanceerd technisch hulpmiddel en/of in de afgelopen twaalf maanden te maken hadden met veranderingen in technologie, zoals machines of ICT. In totaal zijn er 6.661 werknemers uitgenodigd om een vragenlijst in te vullen. Dit resulteerde in 1.091 bruikbare responsen die na weging representatief zijn voor de doelpopulatie van de herbenadering. Deelnemers die aangaven dat zij momenteel geen werk (meer) hadden of met pensioen waren gegaan, werden niet meegenomen in de analyses voor dit artikel. Daarmee bestond de uiteindelijke steekproef uit 1.058 deelnemers.

In de NEA-herbenadering is gevraagd naar de vormen van technologie waar deelnemers mee te maken hadden op het werk (i.e. *technologie waardoor taken worden vervangen of geautomatiseerd (arbeidsbesparend); technologie als hulpmiddel of ondersteuning (taken worden minder zwaar of minder moeilijk (arbeidsondersteunend); en/of ander soort technologie*). De variabelen die in de analyse zijn betrokken, zijn uitgevraagd met behulp van gevalideerde vijfpunts Likert-schalen (1= ‘helemaal mee

Tabel 1. Gebruikte metingen in de NEA-herbenadering onder werknemers die te maken hebben met (nieuwe) technologie

Variabele	Voorbeelditem	Referentie
Belemmeringstaxatie	<i>'Werken met (nieuwe) technologie beperkt mij in wat ik kan doen op het werk'</i>	Searle & Auton, 2015
Werkenmerken		Gorgievski et al., 2016
Beslissingsautonomie	<i>'Ik kan mijn eigen ideeën en beoordelingsvermogen gebruiken bij het uitvoeren van mijn taken'</i>	
Procedurele autonomie	<i>'Ik kan zelf kiezen hoe ik mijn taken uitvoer'</i>	
Taakidentiteit	<i>'Mijn werk geeft me de kans om de taken waar ik aan begin (of de producten die ik maak) volledig af te ronden'</i>	
Feedback uit het werk	<i>'Mijn soort werk levert direct inzicht in mijn prestatie (bijv. via behaalde "targets" of (on)tevreden klanten)'</i>	
Variatie in vaardigheden	<i>'Ik gebruik meerdere vaardigheden tegelijkertijd in mijn werk'</i>	
Taakcomplexiteit	<i>'Mijn werk bestaat uit relatief eenvoudige taken'</i>	
Innovatie-initiatief		
Innovatie-adoptie	<i>'De technologie wordt daadwerkelijk goed opgepakt door de meeste medewerkers'</i>	Oeij et al., 2022
Werkoptimalisatie	<i>'Ik gebruik technologie om taken op mijn werk te automatiseren'</i>	Bruning & Campion, 2018
Leer- en loopbaaninitiatief	<i>'Ik probeer vaardigheden te ontwikkelen die ik nu nog niet nodig heb, maar mogelijk wel in de toekomst'</i>	Koen & Parker, 2020

oneens' tot 5 = 'helemaal mee eens'). Tabel 1 geeft een overzicht van deze variabelen.

Analyses

De analyses bestonden uit drie onderdelen. Als eerste hebben we de inzet van nieuwe technologie in Nederland in kaart gebracht. Hiervoor hebben we gebruikgemaakt van descriptieve uitkomsten van de NEA 2023 en de WEA 2021. Als tweede hebben we de samenhang onderzocht tussen belemmeringstaxatie en werkenmerken enerzijds en de uitkomsten anderzijds (innovatie-initiatief in de vorm van innovatie-adoptie en werkoptimalisatie, en leer- en loopbaaninitiatief). Daartoe hebben we gebruikgemaakt van de NEA-herbenadering, met bivariate correlatieanalyses voor de samenhang. Bij deze analyses is gebruikgemaakt van gewogen data op basis van geslacht, leeftijd, herkomst, type contract, primair inkomen, type huishouden en

bedrijfstak. Om de verschillen tussen arbeidsbesparende en arbeidsondersteunende technologie zo zuiver mogelijk in kaart te brengen, hebben we onderscheid gemaakt tussen een groep deelnemers die alleen gebruikmaakte van arbeidsbesparende technologie ($n = 202$; 20,9% van de gehele steekproef) en een groep deelnemers die alleen gebruikmaakte van arbeidsondersteunende technologie ($n = 324$; 33,6% van de gehele steekproef). Deelnemers die met beide typen of een ander type technologie werkten, zijn daarbij buiten beschouwing gelaten ($n = 438$; 45,5%). De gemiddelde verschillen tussen beide typen technologie zijn verkend via ANOVA-analyses. De correlatieve verschillen zijn verkend door de analyses te doen binnen de groep deelnemers die alleen gebruikmaakte van arbeidsbesparende technologie en de groep deelnemers die alleen gebruikmaakte van arbeidsondersteunende technologie ('split file'). De significantie van de correlatieve verschillen tussen deze twee groepen werd vervolgens berekend aan de hand van Fishers z-test. Als derde hebben we aan de hand van regressieanalyses de interactie-effecten tussen belemmeringstaxatie en de verschillende werkkenmerken verkend. Hierbij is gebruikgemaakt van de ongewogen data; in de analyses is daarom gecontroleerd voor de weegfactoren. De steekproefgrootte van de groep deelnemers die alleen gebruikmaakte van arbeidsbesparende technologie en de groep die alleen gebruikmaakte van arbeidsondersteunende technologie, liet het niet toe om verschillen in interactie-effecten tussen beide groepen te verkennen.

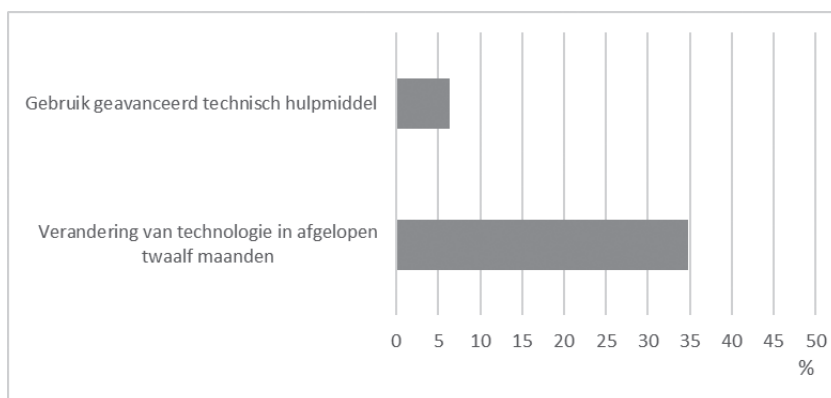
Resultaten

Inzet en gebruik van nieuwe technologie in Nederland

Totaalbeeld

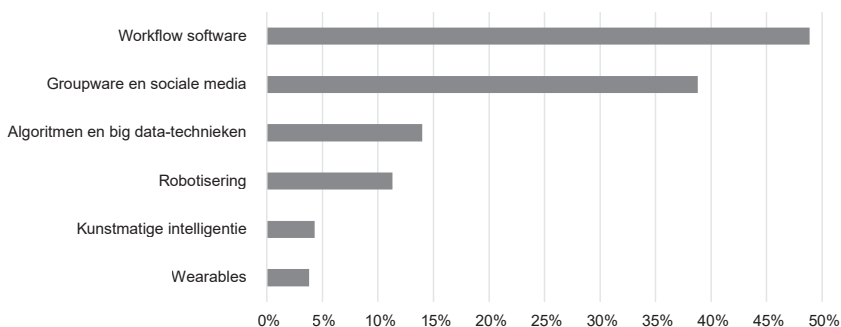
De NEA 2023 laat zien welk deel van de werknemers in Nederland te maken heeft met nieuwe technologie in hun werk. De WEA 2021 geeft een beeld van de inzet van specifieke vormen van nieuwe technologie op grond van de antwoorden van werkgevers.

Volgens de NEA 2023 had 35% van alle werknemers in de afgelopen twaalf maanden op het werk te maken met veranderingen in technologie, zoals machines of ICT. Geavanceerde technische hulpmiddelen, zoals een robot(arm), drone, exoskelet of zelfrijdend voertuig, werden naar eigen zeggen door 6% van alle werknemers gebruikt. Daarmee hadden in totaliteit bijna 4 op de 10 werknemers te maken met nieuwe technologie.



Figuur 1. Technologiegebruik onder werknemers, 2023

Bron: NEA (TNO/CBS)



Figuur 2. Inzet van nieuwe vormen van technologie door werkgevers, WEA 2021

Bron: WEA (TNO)

Uit de WEA 2021 blijkt dat 58% van de werkgevers een of meer van de in de vorige paragraaf beschreven vormen van nieuwe technologie heeft ingezet. Zoals te zien is in Figuur 2, werd het meest gebruikgemaakt van workflowsoftware (49%) en van groupware en sociale media (39%). Algoritmen en bigdatatechnieken (14%) en robotisering (11%) werden minder ingezet. Kunstmatige intelligentie (4%) en wearables werden het minst gebruikt (4%).

Inzet van nieuwe vormen van technologie en werkgelegenheid

Tevens is in de WEA 2021 aan werkgevers die aangaven dat de werkgelegenheid binnen hun vestiging in de afgelopen twee jaar met meer dan 5% is afgenomen, gevraagd wat de mogelijke oorzaken daarvan waren. Uit de resultaten blijkt dat 15% van deze werkgevers aangeeft dat de inzet van nieuwe technologie heeft bijgedragen aan een toegenomen productiviteit binnen de organisatie en dat de afname in werkgelegenheid daarmee verband hield (i.e. arbeidsbesparing). Daarentegen gaf 80% van de werkgevers aan dat technologische innovatie niet de oorzaak was van de afname in werkgelegenheid en gaf 6% aan niet zeker te zijn over de relatie tussen de inzet van technologie en de afname in werkgelegenheid.

Tabel 2. Werknemers die met nieuwe technologie te maken hebben per sector, 2023

	Maakt gewoonlijk gebruik van geavanceerd technisch hulpmiddel¹ (%)	Verandering van technologie in afgelopen 12 maanden² (%)	Heeft te maken met nieuwe technologie^{2,3} (%)
Landbouw en visserij	19	25	39
Industrie	14	38	45
Bouw	5	32	36
Groot- en detailhandel	6	30	34
Vervoer en opslag	8	29	34
Horeca	4	14	18
Informatie en communicatie	4	49	51
Financiële instellingen	2	51	52
Zakelijke dienstverlening	5	35	39
Openbaar bestuur	3	45	48
Onderwijs	4	35	37
Gezondheids- en welzijnszorg	8	37	41
Cultuur, sport en recreatie	4	26	28
Totaal	6	35	39

¹ N = 61.819 (deze vraag was opgenomen in beide clusters van de NEA 2023)

² N = 30.695 (deze vraag was opgenomen in één van de twee clusters van de NEA 2023)

³ Deze kolom geeft het percentage werknemers weer die gewoonlijk gebruikmaken van een geavanceerd technisch hulpmiddel en/of in de afgelopen 12 maanden een verandering van technologie hebben ervaren

Bron: NEA (TNO/CBS)

Tabel 3. Inzet van nieuwe vormen van technologie naar sector, 2021

	Geen nieuwe technologie aangekruist		1 tot 3 nieuwe technologieën aangekruist		4 tot 6 nieuwe technologieën aangekruist	
	N	%	n	%	n	%
Landbouw, bosbouw en visserij	29	43,9	36	54,5	1	1,5
Industrie	221	32,5	423	62,3	35	5,2
Bouw	100	44,1	121	53,3	6	2,6
Groot- en detailhandel	250	47,4	260	49,3	17	3,2
Vervoer en opslag	134	52,5	116	45,5	5	2,0
Horeca	121	65,8	62	33,7	1	0,5
Informatie en communicatie	23	21,1	71	65,1	15	13,8
Financiële instellingen	54	41,5	67	51,5	9	6,9
Zakelijke dienstverlening	187	36,3	299	58,1	29	5,6
Openbaar bestuur	6	14,0	32	74,4	5	11,6
Onderwijs	124	41,6	165	55,4	9	3,0
Gezondheids- en welzijnszorg	124	44,8	138	49,8	15	5,4
Cultuur, sport en recreatie	101	54,3	83	44,6	2	1,1
Totaal	1474	42,2	1873	53,6	149	4,3

Bron: WEA (TNO)

Verschillen in technologiegebruik tussen sectoren

Uit de NEA 2023 blijkt dat het gebruik van technologie flink uiteenloopt tussen sectoren (zie Tabel 2). Vooral werknemers in de landbouw en visserij (19%) en in de industrie (14%) geven aan in het werk gebruik te maken van geavanceerde technische hulpmiddelen. Ook in vervoer en opslag (8%) en de zorg (8%) is het gebruik daarvan iets boven gemiddeld. Recente veranderingen in het gebruik van technologie worden vooral gerapporteerd door werknemers in financiële instellingen, informatie en communicatie, en in het openbaar bestuur. Ongeveer de helft van werknemers in die sectoren had in de afgelopen twaalf maanden te maken met veranderingen van technologie.

In bedrijfstakken waarin geavanceerde technische hulpmiddelen minder gebruikelijk zijn, zijn er wel iets meer werknemers die aangeven dat het gebruik van technologie recent is veranderd. Zo gebruikte slechts 2% van de werknemers in financiële instellingen een geavanceerd technisch hulpmiddel, maar rapporteerde 51% een verandering in de gebruikte technologie. En

in de landbouw en visserij wordt weliswaar relatief vaak gebruikgemaakt van geavanceerde apparatuur, maar ervaren relatief weinig werknemers recente veranderingen in technologie. Per saldo hadden in 2023 vooral werknemers in financiële instellingen, informatie en communicatie, openbaar bestuur en industrie te maken met nieuwe of geavanceerde technologie. In de horeca en de cultuur, sport en recreatie was dat juist het minst het geval.

Ook uit de WEA 2021 (zie Tabel 3) blijkt dat nieuwe vormen van technologie met name worden ingezet in de informatie- en communicatiesector en in het openbaar bestuur. In de informatie- en communicatiesector gaf bijna 14% van de werkgevers aan dat zij ten minste vier van de zes in paragraaf 2 beschreven nieuwe technologieën gebruiken. In het openbaar bestuur

Tabel 4. Samenhang (bivariate correlaties) tussen belemmeringstaxatie en werkkenmerken met de uitkomstmaten, 2023

	Uitkomstmaten		
	Innovatie-initiatief		Leer- en loopbaan-initiatief
	Innovatie-adoptie	Werk-optimalisatie	
Belemmeringstaxatie			
alle technologie ¹	-0,32	-0,21	-0,07
arbeidsbesparende technologie ²	-0,23	-0,27	n.s.
arbeidsondersteunende technologie ³	-0,33	n.s.	-0,19
Werkkenmerken			
beslissingsautonomie	0,13	0,26	0,15
procedurele autonomie	n.s.	0,27	0,15
taakidentiteit	0,19	0,15	0,08
feedback uit het werk	0,30	0,21	0,15
variatie in vaardigheden	0,09	0,21	0,14
taakcomplexiteit	n.s.	-0,15	n.s.
Gemiddelde (M)	3,51	3,48	3,32
Standaarddeviatie (SD)	0,61	0,80	0,72

¹ Werknemers die nieuwe technologie gebruiken (arbeidsbesparend, arbeidsondersteunend of een andere vorm)

² Werknemers die uitsluitend arbeidsbesparende technologie gebruiken

³ Werknemers die uitsluitend arbeidsondersteunende technologie gebruiken

Bron: NEA-herbenadering (TNO/CBS)

betrof dit 12%. In de horeca daarentegen gaf 66% van de werkgevers aan geen enkele van de genoemde technologieën in het werk te gebruiken.

De rol van belemmeringstaxatie en werkkenmerken

Onderzoeksvraag 1 luidde: 'Hoe hangen belemmeringstaxatie en werkkenmerken samen met a) innovatie-adoptie, b) werkoptimalisatie en c) leer- en loopbaaninitiatief?' Tabel 4 laat de samenhang zien tussen deze variabelen. Tevens zijn de verschillen verkend tussen gebruikers van arbeidsbesparende technologie en gebruikers van arbeidsondersteunende technologie.

Belemmeringstaxatie

In de NEA-herbenadering is aan werknemers die te maken hebben met nieuwe technologie gevraagd naar de mate waarin zij de technologie als belemmering ervaren voor hun werkzaamheden. Hoewel de meeste van deze werknemers de nieuwe technologie niet als belemmerend ervaren, is er toch ook een substantiële groep (ongeveer 20%) die daarover neutraal is of juist wel belemmeringen ervaart. De correlaties laten zien dat er significante samenhang bestaat tussen belemmeringstaxatie en de verschillende uitkomstvariabelen.

Innovatie-adoptie

Uit de resultaten blijkt dat 27,2% van de doelpopulatie (werknemers die in hun werk te maken hebben met nieuwe technologie) vond dat de verschillende facetten van innovatie-adoptie binnen hun organisatie goed verlopen. De rest was het daarmee (helemaal) oneens (18,7%) of was neutraal in hun oordeel over innovatie-adoptie binnen hun organisatie (54,1%). De mate van innovatie-adoptie bleek niet significant te verschillen tussen werknemers die gebruikmaakten van arbeidsbesparende technologie en werknemers die gebruikmaakten van arbeidsondersteunende technologie.

De correlaties laten zien dat belemmeringstaxatie negatief samenhangt met de mate van innovatie-adoptie: naarmate werknemers de technologie meer als een belemmering ervaren, rapporteerden zij lagere innovatie-adoptie binnen de organisatie (zie Tabel 4). Deze negatieve samenhang gold zowel voor gebruikers van arbeidsbesparende technologie als voor gebruikers van arbeidsondersteunende technologie. Fisher's z-test laat zien dat het verschil in de sterkte van deze correlaties niet significant was ($r_{AB} = -0,23$; $r_{AO} = -0,33$; $z_{diff} = 1,19$; $p = .23$).

Werkoptimalisatie

De resultaten laten zien dat 32,6% van de doelpopulatie naar eigen zeggen vaak of altijd moeite deed om hun werk te optimaliseren met technologie, 46,7% deed dat soms en 20,7% nooit of zelden. Werknemers die gebruikmaakten van arbeidsbesparende technologie, scoorden gemiddeld iets hoger op werkoptimalisatie dan werknemers die gebruikmaakten van arbeidsondersteunende technologie (respectievelijk $M = 3,70$ en $M = 3,41$, $p < .001$).

De correlaties laten zien dat belemmeringstaxatie negatief samenhang met werkoptimalisatie: naarmate werknemers de technologie meer als een belemmering ervaarden, deden zij minder moeite om hun werk te optimaliseren met technologie (zie Tabel 4). Als we onderscheid maken tussen gebruikers van arbeidsbesparende technologie en van arbeidsondersteunende technologie, zien we deze negatieve samenhang alleen bij arbeidsbesparende technologie. Bij arbeidsondersteunende technologie was de samenhang niet significant.

Leer- en loopbaaninitiatief

Gemiddeld gezien gaf 18,3% van de doelpopulatie aan (heel) veel bezig te zijn met leer- en loopbaaninitiatief, 53,3% was neutraal en 28,3% gaf aan er (heel) weinig mee bezig te zijn. Er bleek geen significant verschil te zijn tussen het gemiddelde van gebruikers van arbeidsbesparende technologie en dat van gebruikers van arbeidsondersteunende technologie.

De correlaties laten zien dat belemmeringstaxatie negatief samenhang met leer- en loopbaaninitiatief: hoe sterker werknemers technologie als een belemmering ervaarden, hoe minder initiatief zij namen (zie Tabel 4). De negatieve samenhang betrof uitsluitend gebruikers van arbeidsondersteunende technologie; bij gebruikers van arbeidsbesparende technologie was de samenhang niet statistisch significant.

Werkkenmerken

Innovatie-adoptie

De resultaten laten een significante positieve samenhang zien tussen beslissingsautonomie, taakidentiteit, feedback uit het werk en variatie in vaardigheden enerzijds en innovatie-adoptie anderzijds. Er blijkt binnen een organisatie dus meer innovatie-adoptie plaats te vinden naarmate medewerkers meer zeggenschap hebben over werkbeslissingen, meer verantwoordelijkheid dragen voor een volledige taak of product, meer

feedback krijgen uit het werk en meer uitdaging en afwisseling hebben. Er waren hierin geen significante verschillen tussen gebruikers van arbeidsbesparende technologie en gebruikers van arbeidsondersteunende technologie, met uitzondering van één werkkenmerk: voor arbeidsbesparende technologie bleek procedurele autonomie negatief samen te hangen met innovatie-adoptie, maar dat was niet het geval voor arbeidsondersteunende technologie ($r_{AB} = -0,21$; $r_{AO} = -0,05$; $z_{diff} = -2,89$; $p = <.001$).

Werkoptimalisatie

Ook vonden we een significante positieve samenhang tussen beslissingsautonomie, procedurele autonomie, taakidentiteit, feedback uit het werk en variatie in vaardigheden enerzijds en werkoptimalisatie anderzijds. Daarentegen betekent de negatieve samenhang met taakcomplexiteit dat werknemers met meer complexe taken minder geneigd zijn tot innovatie-adoptie. Zowel variatie in vaardigheden als taakcomplexiteit bleken significant sterker samen te hangen met werkoptimalisatie onder gebruikers van arbeidsbesparende technologie dan onder gebruikers van arbeidsondersteunende technologie (resp. $r_{AB} = 0,32$; $r_{AO} = 0,14$; $z_{diff} = 2,10$; $p = .04$ en $r_{AB} = -0,30$; $r_{AO} = -0,12$; $z_{diff} = -2,08$; $p = .04$).

Leer- en loopbaaninitiatief

De resultaten laten een significante positieve samenhang zien tussen beslissingsautonomie, procedurele autonomie, taakidentiteit, feedback uit het werk en variatie in vaardigheden enerzijds en leer- en loopbaaninitiatief anderzijds. Alleen procedurele autonomie bleek significant sterker samen te hangen met leer- en loopbaaninitiatief onder gebruikers van arbeidsbesparende technologie dan onder gebruikers van arbeidsondersteunende technologie ($r_{AB} = 0,33$; $r_{AO} = -0,15$; $z_{diff} = 2,11$; $p = .04$).

Interacties tussen belemmeringstaxatie en werkkenmerken

De correlaties in de vorige paragraaf (onder 'De rol van belemmeringstaxatie en werkkenmerken') lieten zien dat zowel belemmeringstaxatie als de onderzochte werkkenmerken samenhangen met innovatie-adoptie, werkoptimalisatie en leer- en loopbaaninitiatief. Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag ('Naar welke werkkenmerken varieert de relatie tussen belemmeringstaxatie en deze uitkomsten?') hebben wij gebruikgemaakt van regressieanalyses. Tabel 5 geeft een overzicht van de gevonden interactie-effecten tussen belemmeringstaxatie en werkkenmerken. De richting van de gevonden interactie-effecten was in alle gevallen hetzelfde: de negatieve samenhang tussen belemmeringstaxatie

Tabel 5. Gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten (β) voor de interactie tussen belemmeringstaxatie en werkkenmerken op de uitkomstmaten, op basis van de NEA-herbenadering onder werknemers die te maken hebben met (nieuwe) technologie

	Uitkomstmaten					
	Innovatie-initiatief				Leer- en loopbaan-initiatief	
	Innovatie-adoptie		Werk-optimalisatie			
	β	R^2_{adj}	β	R^2_{adj}	β	R^2_{adj}
Belemmeringstaxatie x Werkkenmerken						
beslissingsautonomie	n.s.	-	n.s.	-	0,07*	0,10**
procedurele autonomie	0,07*	0,12**	n.s.	-	n.s.	-
taakidentiteit	n.s.	-	n.s.	-	0,08*	0,09**
feedback uit het werk	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	-
variatie in vaardigheden	n.s.	-	n.s.	-	0,08*	0,09**
taakcomplexiteit	n.s.	-	0,11**	0,14**	n.s.	-

* $p < .05$; ** $p < .01$
Bron: NEA-herbenadering (TNO/CBS)

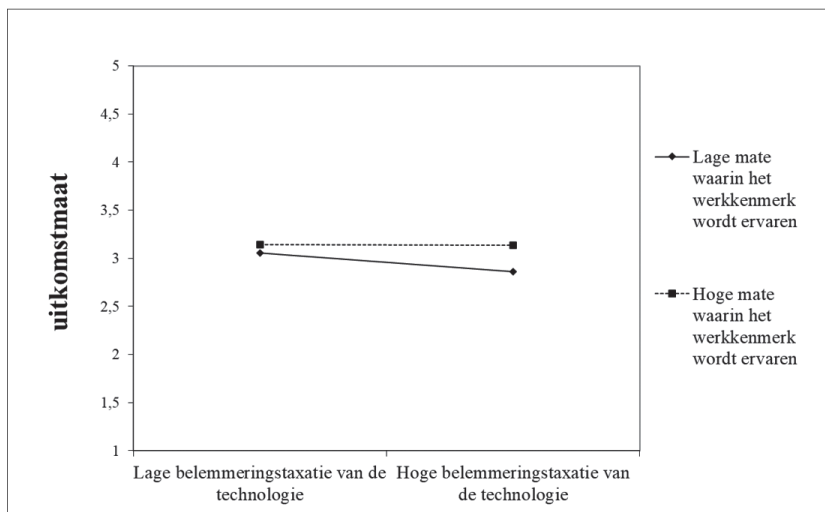
en de uitkomstmaten werd minder sterk of zelfs niet meer significant naarmate het werkkenmerk sterker aanwezig was. Figuur 3 geeft dit schematisch weer.

Innovatie-adoptie

Voor innovatie-adoptie lieten de regressieanalyses een significant interactie-effect zien tussen belemmeringstaxatie en procedurele autonomie: werknemers rapporteerden minder innovatie-adoptie binnen hun organisatie naarmate zij de technologie meer als een belemmering ervaarden, maar dit verband was minder sterk naarmate zij meer procedurele autonomie hadden.

Werkoptimalisatie

Voor werkoptimalisatie vonden we een significant interactie-effect voor taakcomplexiteit: alleen bij lage taakcomplexiteit had de mate waarin werknemers de technologie als belemmering ervaarden een negatieve samenhang met werkoptimalisatie. Bij hoge taakcomplexiteit was deze samenhang niet significant.



Figuur 3. Schematische weergave van de richting van de gevonden interactie-effecten, op basis van NEA-herbenadering onder werknemers die te maken hebben met (nieuwe) technologie

Leer- en loopbaaninitiatief

Voor leer- en loopbaaninitiatief lieten de regressieanalyses interactie-effecten zien tussen belemmeringstaxatie en de werkkenmerken procedurele autonomie, taakidentiteit en variatie in vaardigheden. Wanneer deze werkkenmerken sterker aanwezig waren, hing de mate waarin werknemers de technologie als belemmering ervaren niet langer samen met leer- en loopbaaninitiatief.

Discussie en conclusie

De inzet van arbeidsbesparende en arbeidsondersteunende technologie wordt wel gezien als een veelbelovende oplossing om de personeelskrapte in Nederland aan te pakken (Koen et al., 2023). Dit onderzoek suggereert dat de implementatie van technologie als oplossing voor personeelskrapte niet los kan worden gezien van de ervaringen van werknemers met die technologie, noch van dagelijkse processen en taken binnen het werk waarin de technologie wordt gebruikt. Beide aspecten spelen namelijk een rol bij het initiatief dat werknemers vertonen om te innoveren, te leren en zich aan te passen in hun loopbaan – gedrag dat van belang is voor een succesvolle implementatie en adoptie van technologie. De resultaten lieten zien dat

werknemers minder geneigd waren tot dergelijk initiatief naarmate zij de technologie meer als belemmering ervaarden, en naarmate de kernprincipes van goed werkontwerp (werkkenmerken) minder sterk aanwezig waren. Wanneer het werk wel voldeed aan deze kernprincipes, was het innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief in sommige gevallen minder afhankelijk van de ervaring van de werknemers met de technologie.

Interpretatie van de belangrijkste bevindingen

De resultaten van dit onderzoek geven allereerst een beeld van de inzet van nieuwe technologie in Nederland en van de relatie tussen de ervaring met nieuwe technologie en verschillende werkuitkomsten. Uit de NEA 2023 en WEA 2021 blijkt dat bijna vier op de tien werknemers in Nederland recent in aanraking kwam met nieuwe technologie, variërend van eenvoudige ICT-veranderingen tot geavanceerde technische hulpmiddelen zoals robots, drones en exoskeletten. Vooral in sectoren zoals landbouw, industrie en ICT wordt veelvuldig nieuwe technologie toegepast, waarbij er wel verschillen zijn in het type technologie. Zo wordt robotisering vooral ingezet in de landbouw, terwijl big data en kunstmatige intelligentie vaker in de informatie- en communicatiesector worden ingezet.

De resultaten laten daarnaast zien dat de ervaring van werknemers met de technologie een rol speelt bij innovatie-adoptie binnen de organisatie en bij de inspanningen die zij doen om werkprocessen te verbeteren of zich bezig te houden met leer- en loopbaangerichte activiteiten. Wanneer werknemers de technologie meer als een belemmering ervaren voor hun dagelijkse werkzaamheden, zien we namelijk minder innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief. Kenmerken van het dagelijks werk spelen daarbij ook een rol. Werkkenmerken hangen consistent positief samen met innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief. Zo zijn werknemers met meer zeggenschap in hun werk (autonomie), beter inzicht in hun prestatie (feedback) en meer variatie in vaardigheden, positiever over de mate van innovatie-adoptie binnen hun organisatie en tonen zij grotere bereidheid om technologie te gebruiken voor werkoptimalisatie en meer initiatief wat betreft hun ontwikkeling en loopbaan.

Het belang van deze werkkenmerken – en dus van goed werkontwerp – blijkt ook uit de gevonden interactie-effecten. In situaties waarin werkkenmerken sterk aanwezig zijn, zoals hoge autonomie of veel variatie in vaardigheden, wordt de negatieve samenhang tussen belemmeringstaxatie en de initiatieven van werknemers minder sterk of zelfs volledig tenietgedaan. Het zijn echter ook precies deze werkkenmerken die (vaak onbedoeld) onder druk komen te staan bij de inzet van met name geavanceerde

technologie (Hulsegge et al., 2022; Van der Torre et al., 2020; Bruel et al., 2023). Daarom is het des te meer van belang om rekening te houden met de impact van technologie op deze werkkenmerken: de resultaten van het huidige onderzoek geven immers aanwijzingen dat goed werkontwerp het verschil kan maken tussen het benutten of verspillen van het potentieel van die technologie.

Ten slotte laten de resultaten zien dat het van belang is om onderscheid te maken tussen arbeidsbesparende en arbeidsondersteunende technologie. Arbeidsbesparende technologie, zoals robotisering, hangt meer samen met efficiëntie en werkoptimalisatie, terwijl arbeidsondersteunende technologie, zoals wearables en groupware, meer samenhangt met leer- en loopbaaninitiatief en innovatie-adoptie. Dit wordt verder onderschreven door uitkomsten van de WEA 2021, waarin werkgevers aangaven dat met name arbeidsbesparende technologieën hadden bijgedragen aan een afname van werkgelegenheid door verhoogde productiviteit. Toch zijn er ook overeenkomsten tussen beide typen technologie, zoals de negatieve samenhang tussen belemmeringstaxatie en innovatie-adoptie en de consistente resultaten voor de rol van werkkenmerken. Dit suggereert dat het succes van implementatie afhankelijk is van zowel de ervaren belemmeringen als de werkkenmerken, ongeacht het type technologie.

Praktische aanbevelingen

Om technologie effectief in te zetten om personeelskrapte te kunnen verminderen, wijzen Oprins et al. (2022) op de noodzaak van een integrale benadering. Wanneer we dit doortrekken naar onze bevindingen, zou een dergelijke benadering zowel rekening houden met de impact van de technologie op de medewerker als met de impact van de technologie op het dagelijks werk. Immers, zowel de ervaring van de medewerker als de kenmerken van het werk hangen samen met innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief, wat volgens ander onderzoek weer bijdraagt aan succesvolle implementatie en adoptie van de technologie (Oeij et al., 2012; Tarafdar et al., 2010, 2015, 2019). Omdat de ervaring van werknemers relatief lastig te ondervangen is, kunnen werkgevers het beste inzetten op het waarborgen van goed werkontwerp (de werkkenmerken). Parker en collega's (2001) raden aan dat dit bijvoorbeeld gerealiseerd kan worden door werknemers meer zeggenschap te geven over hoe zij hun werk uitvoeren (autonomie), door volledige, betekenisvolle taken te bieden (taakidentiteit), en door directe terugkoppeling uit het werk te creëren (feedback). Op die manier kunnen werkgevers hun werknemers stimuleren om (nieuwe) technologie te blijven gebruiken en te optimaliseren.

Beperkingen van dit onderzoek

Hoewel dit onderzoek waardevolle inzichten biedt, is het belangrijk te benoemen dat de gevonden relaties cross-sectioneel zijn, waardoor er geen conclusies kunnen worden getrokken over de richting van de causaliteit. Longitudinaal en experimenteel onderzoek is nodig om de richting van de relaties verder uit te diepen. Dergelijk onderzoek kan ook helpen om de precieze wisselwerking tussen werknemer, kenmerken van het werk, en de werkomgeving beter te begrijpen. Idealiter gebeurt dit door veranderingen in het werk over tijd te volgen. Een dergelijke longitudinale aanpak kan waardevolle inzichten bieden en meer concrete handvatten geven om de werkomgeving zo aan te passen dat het potentieel van technologie beter kan worden benut. Ten slotte zouden toekomstige studies dieper kunnen ingaan op sectorale verschillen en de specifieke eisen die verschillende technologieën aan werknemers stellen. Dit kan helpen bij het ontwikkelen van gerichte interventies om de implementatie van technologie te optimaliseren.

Conclusie

Succesvolle inzet van (nieuwe) technologie vereist dat werknemers bereid en in staat zijn om te innoveren, te leren en zich aan te passen in hun loopbaan. In dit artikel hebben we laten zien dat zulk innovatie-, leer- en loopbaaninitiatief samenhangt met (de interactie tussen) de ervaring van werknemers met de nieuwe technologie en het ontwerp van hun werk. Dat suggereert dat voor het effectief benutten van technologie een balans nodig is tussen technologische innovatie en het creëren van een werkomgeving die werknemers in staat stelt om te innoveren, te leren en zich aan te passen in hun loopbaan. Door werkkenmerken (zoals autonomie en taakidentiteit) te optimaliseren kan technologie dan niet alleen bijdragen aan efficiëntere werkprocessen, maar ook aan de ontwikkeling van een flexibele, gekwalificeerde beroepsbevolking.

Acknowledgements

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door financiering van Instituut Gak.

Noot

1. 'Van krapte naar kans: technologie als gamechanger', gefinancierd door Instituut Gak (2022-2024).

Literatuur

- Bruel, D., Van de Ven, H., & Van der Torre, W. (2023). *Onderzoeksnotitie Impact van technologie op kwaliteit van werk* (TNO Publiek, TNO 2023 R11339). TNO.
- Bruning, P. F., & Campion, M. A. (2018). A role-resource approach-avoidance model of job crafting: A multimethod integration and extension of job crafting theory. *Academy of Management Journal*, 61(2), 499-522. <https://doi.org/10.5465/amj.2015.0604>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2025, juni). *Spanning op de arbeidsmarkt*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-arbeidsmarkt/spanning-op-de-arbeidsmarkt>
- Chen, L., & Muthitacharoen, A. (2018). *An empirical investigation of the consequences of technostress: Evidence from China*. In Information Resources Management Association (Red.), *Social Issues in the Workplace: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 667-690). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3917-9.ch035>
- Cheng, B., Lin, H., & Kong, Y. (2023). Challenge or hindrance? How and when organizational artificial intelligence adoption influences employee job crafting. *Journal of Business Research*, 164, 113987. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113987>
- De Looze, M., & Krause, F. (2019). Robotisering en Human Capital in het magazijn. *Logistiek+, tijdschrift voor toegepaste logistiek*, nr. 7, 118-129.
- De Spiegelaere, S., Van Gyes, G., De Witte, H., Niesen, W., & Van Hootegem, G. (2014). On the relation of job insecurity, job autonomy, innovative work behaviour and the mediating effect of work engagement. *Creativity and Innovation Management*, 23(3), 318-330. <https://doi.org/10.1111/caim.12079>
- Feng, W., Tu, R., Lu, T., & Zhou, Z. (2019). Understanding forced adoption of self-service technology: the impacts of users' psychological reactance. *Behaviour & Information Technology*, 38(8), 820-832. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1557745>
- FME. (2022). Toekomstbestendige zorg. Hoe medische technologie kan helpen om het personeelstekort in de zorg op te lossen. Geraadpleegd op 01-12-2024 van <https://www.fme.nl/position-paper-toekomstbestendige-zorg>
- Gorgievski, J., Peeters, M. P. F., Rietzschel, E., & Bipp, T. (2016). Betrouwbaarheid en Validiteit van de Nederlandse vertaling van de Work Design Questionnaire. *Gedrag & Organisatie*, 29(3). <https://doi.org/10.5117/2016.029.003.004>

- Gupta Strategists. (2022). *Uitweg uit de schaarste: Over noodzaak en belofte van medische technologie in de aanpak van personeelstekort in de zorg* (Eindrapport, 25 mei 2022, in opdracht van FME).
- Heald, S., Smith, A., & Fouarge, D. (2020). *Labour market forecasting scenario's for automation risks: Approach and outcomes* (ROA External Reports). ROA.
- Hulsegge, G., de Vroome, E. M. M., & Teeuwen, P. J. (2021). *Werkgevers Enquête Arbeid 2021: Methodologie en verantwoording* (TNO 2022 R10981). TNO.
- Hulsegge, G., Van der Torre, W., Verbiest, S., & Oeij, P. (2022). De impact van technologie op taken, skills en kwaliteit van de arbeid: Hoe verandert het werk van een elektro- en onderhoudsmonteur? *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, 38(2), 169-191. <https://doi.org/10.5117/TVA2022.2.004>. HULS
- Humphrey, S. E., Nahrgang, J. D., & Morgeson, F. P. (2007). Integrating motivational, social, and contextual work design features: A meta-analytic summary and theoretical extension of the work design literature. *Journal of Applied Psychology*, 92(5), 1332-1356.
- Kamerstukken, 2022-0000140831. (2022, 24 juni). *Aanpak arbeidsmarktkrapte* [Kamerbrief]. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- Koen, J., & Van Bezouw, M. J. (2021). Acting proactively to manage job insecurity: How worrying about the future of one's job may obstruct future-focused thinking and behavior. *Frontiers in Psychology*, 12, 727363. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.727363>
- Koen, J., & Parker, S. K. (2020). In the eye of the beholder: How proactive behavior alters perceptions of insecurity. *Journal of Occupational Health Psychology*, 25(6), 385-400. doi: 10.1037/ocp0000198
- Koen, J., De Geit, E., & Van den Bergh, R. E. C. (2023). *Van krapte naar kans: Technologie als gamechanger. D1.1. Tussenrapportage: De potentie van technologie als oplossing voor personeelskrapte* (TNO 2023 R11876). TNO.
- Langerak, J. B., Koen, J., & Van Hooft, E. A. (2022). How to minimize job insecurity: The role of proactive and reactive coping over time. *Journal of Vocational Behavior*, 136, 103729. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2022.103729>
- Maier, C., Laumer, S., Tarafdar, M., Mattke, J., Reis, L., & Weitzel, T. (2021). Challenge and hindrance IS use stressors and appraisals: Explaining contrarian associations in post-acceptance IS use behavior. *Journal of the Association for Information Systems*, 22(6), 1590-1624. <https://doi.org/10.17705/ijais.00709>
- Mars, G. M. J., Van den Heuvel, S. G., Knops, J. C. M., De Vroome, E. M. M., Gielen, W. J. M., Van Dam, L. M. C., Gommans, G. M., & Janssen, B. J. M. (2024). Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) 2023 – Onderzoeksbeschrijving. CBS & TNO.
- Noe, R. A., Clarke, A. D., & Klein, H. J. (2014). Learning in the twenty-first-century workplace. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1(1), 245-275. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-031413-091321>

- Oeij, P. R., Hulsegge, G., & Preenen, P. T. (2022). Organisational mindfulness as a sustainable driver of employee innovation adoption: Individual and organisational factors. *Safety science*, 154, 105841. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105841>
- Oeij, R. A., Dhondt, S., Kraan, K. O., Vergeer, R., & Pot, F. D. (2012). Workplace innovation and its relations with organisational performance and employee commitment. *LLinE, Lifelong Learning in Europe*, nr. 4.
- Oprins, E., 't Hart, M., & Dhondt, S. (2022). *Doorbraak in schreeuwend personeelstekort vraagt om nieuw perspectief* (TNO Whitepaper maart 2022).
- Parker, S. K. (2014). Beyond motivation: Job and work design for development, health, ambidexterity, and more. *Annual Review of Psychology*, 65(1), 661-691. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115208>
- Parker, S. K. (2017). Work design growth model: How work characteristics promote learning and development. In J. E. Ellingson, & R. A. Noe (Reds.), *Autonomous learning in the workplace* (pp. 137-161). Routledge.
- Parker, S. K., Wall, T. D., & Cordery, J. L. (2001). Future work design research and practice: Towards an elaborated model of work design. *Journal of occupational and organizational psychology*, 74(4), 413-440. <https://doi.org/10.1348/09631790167460>
- Parker, S. K., Ward, M. K., & Fisher, G. G. (2021). Can high-quality jobs help workers learn new tricks? A multidisciplinary review of work design for cognition. *Academy of Management Annals*, 15(2), 406-454. <https://doi.org/10.5465/annals.2019.0057>
- Rolvink Couzy, F., & Duijn, S. (2021). *Groeipijnen en onzekerheid rondom klimaatbeleid kunnen groei maken of breken* (ABN Amro: Sectorprognoses). ABN Amro.
- Salanova, M., Llorens, S., & Cifre, E. (2013). The dark side of technologies: Technostress among users of information and communication technologies. *International Journal of Psychology*, 48(3), 422-436. <https://doi.org/10.1080/00207594.2012.680460>
- Searle, B., & Auton, J. C. (2015). The merits of measuring challenge and hindrance appraisals. *Anxiety, Stress, & Coping*, 28(2), 121-143. <https://doi.org/10.1080/10615806.2014.931378>
- Sijbom, R. B., Koen, J., Peijen, R., & Preenen, P. T. (2024). The impact of workplace changes and supervisor support on employee learning: a nonlinear perspective. *Human Resource Development International*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/13678868.2024.2401302>
- Sociaal-Economische Raad. (2022). *Arbeidsmarktproblematiek maatschappelijke sectoren* (Advies 22/05, mei 2022).
- Steers, R. M., Mowday, R. T., & Shapiro, D. L. (2004). The future of work motivation theory. *Academy of Management Review*, 29(3), 379-387. <https://doi.org/10.5465/amr.2004.13670978>

- Tarafdar, M., Cooper, C. L., & Stich, J.-F. (2019). The technostress trifecta-techno eustress, techno distress and design: An agenda for research. *Information Systems Journal*, 29(1), 6-42. <https://doi.org/10.1111/isj.12169>
- Tarafdar, M., Pullins, E. B., & Ragu-Nathan, T. S. (2015). Technostress: Negative effect on performance and possible mitigations. *Information Systems Journal*, 25(2), 103-132. <https://doi.org/10.1111/isj.12042>
- Tarafdar, M., Tu, Q., & Ragu-Nathan, T. (2010) Impact of technostress on end-user satisfaction and performance. *Journal of Management Information Systems*, 27, 303-334. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222270311>
- Tarafdar, M., Tu, Q., Ragu-Nathan, B. S. & Ragu-Nathan, T. S. (2007) The impact of technostress on role stress and productivity. *Journal of Management Information Systems*, 24, 301-328. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240109>
- Thieleck, J., Couzy, P., & Hulsegge, G. (2024). *Werkgevers Enquête Arbeids 2024: Resultaten in Vogelvlucht* (TNO 2024 R11757). TNO. <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2024/11/werkgevers-ervaren-personeelstekorten/>
- Uitkeringsinstituut Werknemersverzekeringen. (2024). *Regio in Beeld Groot-Amsterdam 2024-2025*. <https://www.uwv.nl/overuwv/publicaties>
- Van der Torre, W., Van de Ven, H., Van den Heuvel, S., Preenen, P., Van Dam, L., Van den Tooren, M., & Dhondt, S. (2020). *Impact van technologie op kwaliteit van werk: Een analyse o.b.v. de NEA*. Rapportage voor Ministerie van SZW (TNO 2020 R10101). TNO.
- Van Hootegem, A., Nikolova, I., Van Ruysseveldt, J., Van Dam, K., & De Witte, H. (2021). Hit by a double whammy? Trajectories of perceived quantitative and qualitative job insecurity in relation to work-related learning aspects. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 30(6), 915-930. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2021.1891890>
- Verweij, K. (2024, 27 juni). *Analyse top-100 2024: – Innoveren om krapte op arbeidsmarkt op te vangen*. Geraadpleegd op 09-09-2024 van <https://www.logistiek.nl/197867/analyse-top-100-2024-innoveren-om-krapte-op-arbeidsmarkt-op-te-vangen>