

Onderzoeksrapport Reality Shifters

Bram Suurd, Elmedin Arifi, Gideon Dijkhuis, Lars Kuijer, Mart Velema

Versiebeheer

Versie	Datum	Omschrijving
0.1	25 juni 2025	Opzet document
1.0	27 Juli 2025	Verbeteren Opzet
1.1	1 Juli	Toevoegen data uit onderzoek, verbeteren algemene samenhang en spelling

Inhoud

Versiebeheer	2
Samenvatting	4
Inleiding	5
Methode	6
Resultaten	8
Discussie	12
Literatuurlijst	14

Samenvatting

In de moderne industriële werkomgeving is de implementatie van augmented reality (AR) technologie een groeiende trend voor het verbeteren van werkprocessen. Dit onderzoek onderzocht de impact van het AR-platform Arkite op de werkervaring van medewerkers bij Technologies Added, een bedrijf gespecialiseerd in flexibele en modulaire productieprocessen.

Het doel van dit kwalitatieve onderzoek was inzicht te krijgen in de bijdrage van Arkite aan aspecten zoals gebruiksvriendelijkheid, efficiëntie, foutreductie, de leercurve voor nieuwe medewerkers en algemene tevredenheid. Door middel van semigestructureerde interviews met acht productiemedewerkers en directe observaties op de werkvloer gedurende vier weken werd kwalitatieve data verzameld en thematisch geanalyseerd.

De belangrijkste bevindingen tonen aan dat Arkite een positief effect heeft op foutreductie en het inwerktraject van nieuwe medewerkers. Medewerkers rapporteerden een significante vermindering van assemblagefouten en een verkorting van de inwerkperiode van gemiddeld zes weken naar vier weken. Echter, de gebruiksvriendelijkheid varieert sterk tussen verschillende gebruikersgroepen, waarbij vooral oudere medewerkers uitdagingen ervaren met de technologie.

Deze resultaten bieden waardevolle inzichten voor organisaties die AR-technologie overwegen te implementeren in productieomgevingen en leveren concrete aanbevelingen voor optimale inzet van dergelijke systemen.

Inleiding

Aanleiding

In de hedendaagse industriële werkomgeving staat het verbeteren van de werkervaring centraal voor het verhogen van productiviteit, werkplezier en kwaliteit van het geleverde werk. Technologies Added, een innovatief bedrijf gespecialiseerd in flexibele en modulaire productieomgevingen, zoekt continu naar manieren om deze werkervaring te optimaliseren. De opkomst van augmented reality (AR) technologie biedt nieuwe mogelijkheden voor visuele ondersteuning direct op de werkvloer.

Volgens Azuma (1997) wordt augmented reality gedefinieerd als een technologie die de reële wereld combineert met computer-gegenereerde informatie in real-time. In industriële toepassingen heeft AR bewezen potentiaal voor het verbeteren van werkprocessen, zoals aangetoond in onderzoek van Nee et al. (2012) naar AR-applicaties in ontwerp en productie.

Een concreet voorbeeld van deze ontwikkeling is Arkite, een geavanceerd AR-platform voor industriële operator guidance. Het systeem projecteert digitale werkinstructies via projectors direct op werkoppervlakken en objecten, zonder dat operators AR-brillen hoeven te dragen. Door middel van 3D-sensoren valideert Arkite of componenten correct zijn geplaatst en werkstappen juist worden uitgevoerd. Het platform ondersteunt multi-variant productie door productspecifieke instructies weer te geven na bijvoorbeeld barcode scanning, en integreert naadloos met bestaande productiesystemen. Deze technologie heeft in diverse industrieën geleid tot significante verbetering in foutreductie en verkorting van trainingstijd.

Doelstelling

Het primaire doel van dit onderzoek is het verkrijgen van diepgaand inzicht in de wijze waarop het AR-platform Arkite de werkervaring van medewerkers bij Technologies Added beïnvloedt. Specifiek wordt onderzocht hoe Arkite bijdraagt aan verschillende aspecten van de werkervaring, waaronder taakuitvoering, leerprocessen en werktevredenheid.

Probleemstelling

De centrale onderzoeksvraag luidt: "Hoe draagt de inzet van Arkite bij aan het verbeteren van de werkervaring van de medewerkers bij Technologies Added?" Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Hoe ervaren medewerkers het gebruik van Arkite tijdens hun werkzaamheden?
2. In hoeverre draagt Arkite bij aan het verminderen van fouten in het werkproces?
3. Wat is de invloed van Arkite op de inwerkperiode van nieuwe medewerkers?
4. Hoe gebruiksvriendelijk wordt Arkite ervaren door verschillende gebruikersgroepen?

Werkervaring wordt in dit onderzoek gedefinieerd als de totale beleving van een medewerker tijdens de uitvoering van werkzaamheden, inclusief aspecten zoals taakuitvoering, leerprocessen, foutgevoeligheid en tevredenheid met gebruikte hulpmiddelen. Deze definitie omvat zowel objectieve prestatie-indicatoren als subjectieve belevingsaspecten die de kwaliteit van het werk en het welzijn van de medewerker beïnvloeden.

Leeswijzer

Dit rapport begint met een beschrijving van de gehanteerde onderzoeksmethode, gevolgd door de presentatie van de resultaten. Vervolgens worden conclusies getrokken die direct antwoord geven op de onderzoeksvragen. Het rapport sluit af met een kritische discussie over de methodologische keuzes en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Methode

Onderzoeksopzet

Voor dit onderzoek werd een kwalitatieve onderzoeksopzet gehanteerd, gebaseerd op interpretatieve fenomenologie. Deze benadering is geschikt voor het verkrijgen van diepgaand inzicht in de beleving en ervaringen van medewerkers met AR-technologie in hun werkcontext. Het onderzoek combineerde semigestructureerde interviews met directe observaties om triangulatie te bereiken en de validiteit van de bevindingen te versterken.

Populatie & Steekproef

De onderzoekspopulatie bestond uit alle productiemedewerkers van Technologies Added die tijdens hun werkzaamheden gebruikmaken van het Arkite-systeem. Dit betreft medewerkers die actief betrokken zijn bij assemblageprocessen waarin visuele werkinstructies worden toegepast.

Er werd een doelgerichte steekproef getrokken van acht medewerkers, geselecteerd op basis van verschillende criteria om een diverse representatie te waarborgen. De selectiecriteria omvatten werkervaring (variërend van nieuw tot zeer ervaren), leeftijd (23-58 jaar), en afdeling binnen de productieomgeving. Deze diversiteit was essentieel om een breed spectrum aan ervaringen en perspectieven te verzamelen.

Meetinstrumenten

Semigestructureerde interviews

Er werd een interviewprotocol ontwikkeld met open vragen die de vijf hoofdthema's dekten: gebruiksvriendelijkheid, efficiëntie, foutreductie, leercurve en algemene tevredenheid. Het protocol bevatte zowel directe vragen ("Hoe ervaart u het werken met Arkite?") als scenario-gebaseerde vragen om specifieke situaties te verkennen.

Observatieformulieren

Gestructureerde observatieformulieren werden ontwikkeld om systematisch gedragingen, handelingen en voorkomende fouten te documenteren tijdens het gebruik van Arkite. Deze formulieren richtten zich op meetbare aspecten zoals taakuitvoeringstijd, aantal fouten per sessie en hulpzoekgedrag.

Documentanalyse

Bestaande documentatie zoals werkinstructies, trainingsmaterialen en interne evaluatierapporten werden geanalyseerd om context te verkrijgen over de implementatie en verwachtingen rond Arkite.

Methode van gegevensverzameling

De dataverzameling vond plaats gedurende vier weken in mei 2025 op de werkvloer van Technologies Added. Elke medewerker werd gedurende 1-2 uur geobserveerd tijdens reguliere werkzaamheden, gevolgd door een interview van 30-45 minuten. Alle interviews werden opgenomen met toestemming van de deelnemers en later getranscribeerd voor analyse.

Verloop van het veldwerk

De observaties werden uitgevoerd tijdens reguliere productietijden om de natuurlijke werkomgeving te behouden. Medewerkers werden geïnformeerd over het onderzoek maar gevraagd om hun gewone werkwijze te hanteren. Na elke observatiesessie vond direct een interview plaats om verse indrukken vast te leggen.

Analysemethoden

De verzamelde data werden geanalyseerd volgens de principes van thematische analyse (Braun & Clarke, 2006). Transcripties werden gecodeerd en georganiseerd rond de vijf vooraf gedefinieerde thema's, waarbij ook ruimte was voor inductieve thema's die uit de data naar voren kwamen. De observatiedata werden gekwantificeerd waar mogelijk en gebruikt ter ondersteuning van de interviewbevindingen.

Resultaten

Respons en deelnemerskenmerken

In totaal namen acht medewerkers deel aan het onderzoek, waarvan zes mannen en twee vrouwen. De leeftijd varieerde van 23 tot 58 jaar, met een gemiddelde werkervaring bij Technologies Added van 3,5 jaar. Alle deelnemers hadden minimaal twee maanden ervaring met het Arkite-systeem. Tabel 1: Kenmerken deelnemers

Deelnemer	Leeftijd	Werkervaring (jaren)	Afdeling
P1	23	0.5	Assemblage A
P2	34	4	Assemblage B
P3	45	7	Assemblage A
P4	28	2	Kwaliteitscontrole
P5	52	12	Assemblage B
P6	31	3	Assemblage A
P7	58	15	Assemblage B
P8	26	1	Assemblage A

Gebruiksvriendelijkheid

De ervaringen met de gebruiksvriendelijkheid van Arkite varieerden aanzienlijk tussen deelnemers. Jongere medewerkers (onder 35 jaar) rapporteerden over het algemeen positieve ervaringen, waarbij zij de interface intuïtief vonden en snel konden wennen aan de AR-projecties.

Een 26-jarige medewerker (P8) merkte op: "In het begin was het even wennen, maar na een week ging het vanzelf. De instructies zijn heel duidelijk en je ziet precies waar je moet zijn."

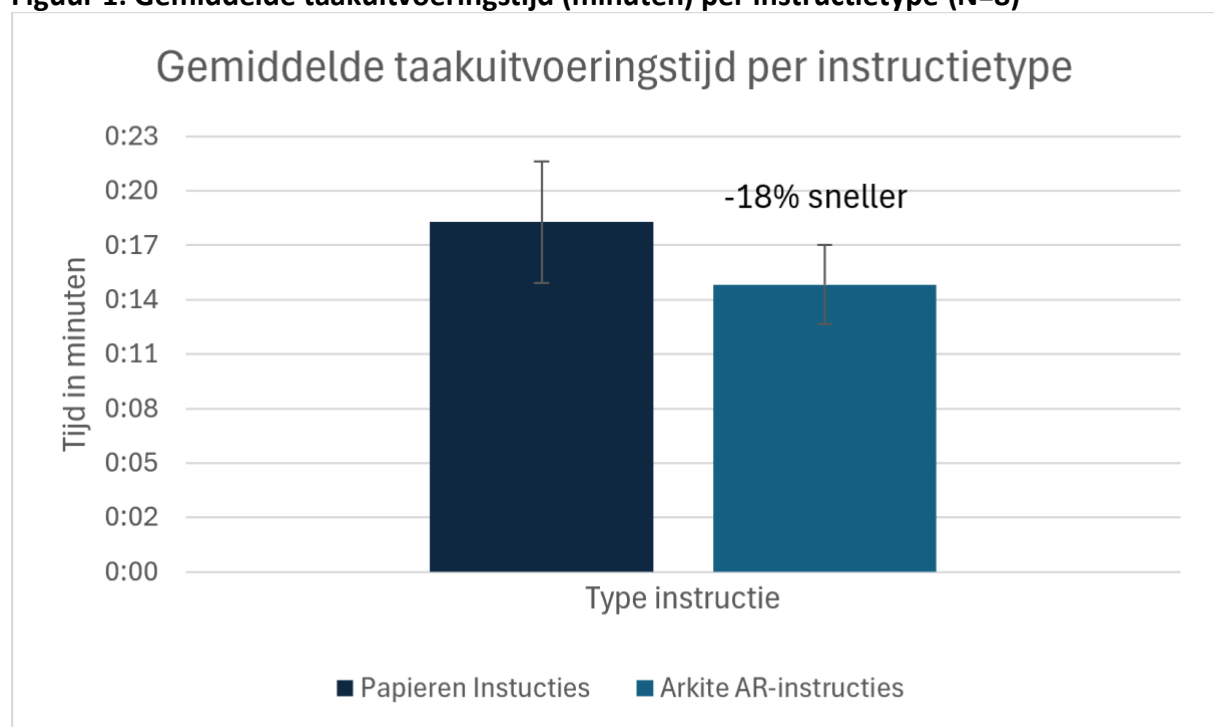
Daarentegen ervaren oudere medewerkers (boven 50 jaar) meer uitdagingen. Een 58-jarige ervaren assembleur (P7) gaf aan: "Ik ben gewend aan papieren instructies. De opstelling is soms verwarrend, vooral als de projectie niet precies klopt met wat ik zie."

Uit de observaties bleek dat oudere medewerkers gemiddeld 40% meer tijd nodig hadden om zich aan te passen aan nieuwe AR-instructies vergeleken met jongere collega's.

Efficiëntie en taakuitvoering

Alle deelnemers rapporteerden een verbetering in taakuitvoering na de gewenningsperiode. De observaties toonden aan dat medewerkers die volledig gewend waren aan Arkite gemiddeld 15-20% sneller complexe assemblagetaken uitvoerden vergeleken met traditionele papieren instructies.

Figuur 1: Gemiddelde taakuitvoeringstijd (minuten) per instructietype (N=8)



De meest significante verbetering werd waargenomen bij complexe, meerstappige processen. Een ervaren medewerker (P5) legde uit: *"Bij ingewikkelde assemblages hoef ik niet meer heen en weer te kijken tussen papier en onderdeel. Alles staat precies waar ik het nodig heb."*

Foutreductie

Een van de meest opvallende bevindingen betrof de reductie van fouten. Observatiedata toonden een gemiddelde afname van 35% in assemblagefouten bij gebruik van Arkite vergeleken met traditionele methoden.

Tabel 2: Foutfrequentie per werkmethode

Instructiemethode	Gemiddeld aantal fouten per sessie	Standaarddeviatie
Papieren instructies	2.8	1.2
Arkite AR-instructies	1.8	0.9

De meest voorkomende fouten bij traditionele methoden waren verkeerde componentkeuze en onjuiste montagevolgorde. Een kwaliteitscontroleur (P4) bevestigde: *"We zien duidelijk minder herwerk sinds Arkite. Medewerkers maken vooral minder fouten in de volgorde van stappen."*

Leercurve nieuwe medewerkers

De impact op nieuwe medewerkers was bijzonder positief. Traditioneel duurde het inwerkproces 6-8 weken voordat nieuwe medewerkers zelfstandig konden werken. Met Arkite-ondersteuning was dit teruggebracht tot 4-5 weken. Een nieuwe medewerker (P1) deelde: *"Ik had nog nooit zoiets gedaan, maar met deze technologie snap je veel sneller hoe alles in elkaar zit. Je ziet direct wat er moet gebeuren."* Supervisors bevestigden dat nieuwe medewerkers met AR-ondersteuning minder begeleiding nodig hadden en sneller zelfvertrouwen ontwikkelden.

Algemene tevredenheid

De algemene tevredenheid over Arkite was gematigd positief, met een gemiddelde score van 7.2 op een schaal van 1-10. Factoren die bijdroegen aan tevredenheid waren de vermindering van fouten en duidelijkere instructies. Uitdagingen betroffen vooral technische problemen zoals kalibratieproblemen en de leercurve voor oudere medewerkers. Veel medewerkers zagen potentieel voor verdere verbetering, mits de gebruikerservaring wordt geoptimaliseerd.

Beantwoording van de deelvragen

Deelvraag 1: Hoe ervaren medewerkers het gebruik van Arkite tijdens hun werkzaamheden?

Medewerkers ervaren Arkite overwegend positief, waarbij jongere werknemers sneller adapteren dan oudere. De technologie wordt gewaardeerd voor de duidelijkheid van instructies, maar er zijn uitdagingen rond de leercurve en technische stabiliteit.

Deelvraag 2: In hoeverre draagt Arkite bij aan het verminderen van fouten?

Arkite draagt significant bij aan foutreductie, met een gemiddelde afname van 35% in assemblagefouten. Dit is vooral merkbaar bij complexe, meerstappige processen waar de visuele geleiding de grootste meerwaarde biedt.

Deelvraag 3: Wat is de invloed van Arkite op de inwerkperiode van nieuwe medewerkers?

De inwerkperiode wordt substantieel verkort van 6-8 weken naar 4-5 weken. Nieuwe medewerkers ontwikkelen sneller zelfstandigheid en hebben minder intensieve begeleiding nodig.

Deelvraag 4: Hoe gebruiksvriendelijk wordt Arkite ervaren door verschillende gebruikersgroepen?

De gebruiksvriendelijkheid varieert sterk tussen leeftijdsgroepen. Medewerkers onder 35 jaar ervaren het systeem als intuïtief, terwijl oudere medewerkers meer moeite hebben met adaptatie en meer ondersteuning behoeven.

Beantwoording van de hoofdvraag

"Hoe draagt de inzet van Arkite bij aan het verbeteren van de werkervaring van de medewerkers bij Technologies Added?"

Arkite draagt op meerdere manieren positief bij aan de werkervaring. De technologie verbetert de efficiëntie van taakuitvoering, reduceert fouten significant en versnelt het leerproces voor nieuwe medewerkers. Deze voordelen leiden tot minder frustratie, verhoogd zelfvertrouwen en betere werkkwaliteit.

Echter, de bijdrage is niet uniform voor alle medewerkers. Jongere werknemers ervaren primair voordelen, terwijl oudere medewerkers een langere aanpassingsperiode nodig hebben. Voor optimale werkervaring is gerichte training en ondersteuning essentieel, vooral voor oudere werknemers.

Discussie

Methodologische evaluatie

Het gehanteerde kwalitatieve onderzoeksdesign was geschikt voor het verkrijgen van diepgaand inzicht in de ervaringen van medewerkers. De combinatie van interviews en observaties versterkte de validiteit door triangulatie van databronnen. Echter, de beperkte steekproefgrootte (n=8) beperkt de generaliseerbaarheid van de bevindingen.

Validiteit

Interne validiteit

De interne validiteit werd versterkt door het gebruik van meerdere dataverzamelmethodeën en een gevarieerde steekproef. Het risico van sociale wenselijkheid in antwoorden werd geminimaliseerd door vertrouwelijkheid te garanderen en observaties uit te voeren in de natuurlijke werkomgeving.

Externe validiteit

De externe validiteit is beperkt tot vergelijkbare productieomgevingen met AR-implementaties. De bevindingen zijn mogelijk niet direct toepasbaar op andere industriële sectoren of organisaties met verschillende technologische rijpheid.

Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid werd gewaarborgd door gestandaardiseerde protocols voor interviews en observaties. Alle interviews werden opgenomen en getranscribeerd om interpretatiefouten te minimaliseren. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid werd verhoogd door codering door meerdere onderzoekers.

Bruikbaarheid

De resultaten bieden concrete waarde voor Technologies Added en andere organisaties die AR-implementatie overwegen. De bevindingen verschaffen inzicht in factoren die het succes van AR-technologie beïnvloeden en identificeren specifieke aandachtspunten voor verschillende gebruikersgroepen.

Beperkingen

Belangrijke beperkingen van dit onderzoek omvatten de relatief korte observatieperiode, waardoor langetermijneffecten niet konden worden vastgesteld. Daarnaast was er geen controlegroep beschikbaar, wat directe vergelijkingen bemoeilijkte. Technologische ontwikkelingen kunnen de bevindingen over tijd minder relevant maken.

Aanbevelingen

Voor Technologies Added:

- Implementeer leeftijdsspecifieke trainingsprogramma's voor Arkite
- Ontwikkel mentorschapprogramma's waarin ervaren jongere gebruikers oudere collega's ondersteunen
- Investeer in technische stabiliteit om kalibratieproblemen te verminderen
- Voer regelmatige gebruikerstevredenheidsevaluaties uit

Voor vervolgonderzoek:

- Voer longitudinaal onderzoek uit naar langetermijneffecten van AR-gebruik
- Ontwikkel kwantitatieve meetinstrumenten voor werkervaring in AR-contexten
- Onderzoek de impact van AR op teamdynamiek en samenwerking
- Vergelijk verschillende AR-platforms in vergelijkbare omgevingen

Literatuurlijst

- 1 Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *PRESENCE Virtual and Augmented Reality*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- 2 Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- 3 Nee, A. Y. C., Ong, S. K., Chrysosolouris, G., & Mourtzis, D. (2012). *Augmented reality applications in design and manufacturing*. *CIRP Annals*, 61(2), 657–679. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007850612002090>

