

Trau keinem über 30 (Meter)? Rolle und Wahrnehmung von Vertrauen in einer Remote-Wartungs-Situation mit AR- und VR-Technologie

Michael BAU¹, Andrea ALTEPOST¹, Yücel UZUN², Florian BUCHHOLZ²,
Urs RIEDLINGER², Leif OPPERMANN²

*¹ILAG Institut Leistung Arbeit Gesundheit,
Hipperstraße 5, D-24306 Plön*

*²Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT,
Schloss Birlinghoven, D-53757 Sankt Augustin*

Kurzfassung: Im Forschungsprojekt 5G Troisdorf IndustrieStadtspark wurde ein Remote-Wartungs-Szenario mit Einsatz von Augmented und Virtual Reality erprobt. Ein Experte leitete dabei einen Mitarbeiter bei der Durchführung einer für diesen neuen Wartungstätigkeit an. Beide hatten nur im geteilten virtuellen Raum Kontakt. Neben der Evaluation der AR/VR-Lösung zwecks iterativer Weiterentwicklung wurde die Arbeitssituation insgesamt aus beiden Perspektiven hinterfragt. Die Ergebnisse zeigen als zentrale Unterschiede zur Präsenzsituation u. a. Grundlagen und Grenzen des gegenseitigen Vertrauens in der Remote-Situation sowie die veränderte Rolle des Experten, der nun nicht selbst eingreifen kann.

Schlüsselwörter: Partizipation, Vertrauen, Metaverse, AR/VR, Remote-Wartung

1. Einleitung

Im Forschungsprojekt 5G Troisdorf IndustrieStadtspark erarbeitet ein interdisziplinäres Forschungsteam gemeinsam mit zwei Troisdorfer Unternehmen und ihren Mitarbeitenden einen Koffer mit mobiler Hardware zur Realisierung von Remote-Support. Aufwändige Reisen zur Fehlerbehebung an Kundenmaschinen, hier einem Kunststoffzerkleinerer, sollen so vermieden bzw. ihre Häufigkeit verringert werden, um Personal- und monetäre Ressourcen sparsam und nachhaltig einzusetzen, insbesondere die Belastung der technischen Experten zu reduzieren. Wir berichteten über die erste von drei Iterationen der Systementwicklung, eine AR-Assistenz-App zur Reinigung des Kunststoffzerkleinerers mit der Möglichkeit akustischen Remote-Supports (Altepost et al. 2022). In der zweiten Iteration wurden die dort im Nutzertest erzielten Erkenntnisse umgesetzt und das Remote-Wartungs-Szenario erweitert. Nun führte ein Mitarbeiter eine ihm nicht geläufige Wartungstätigkeit am Kunststoffzerkleinerer durch und wurde dabei in einem gemeinsamen virtuellen Raum von einem Remote-Experten angeleitet, mit dem er gemeinsam auf ein 3D-Modell der Maschine zugreifen und zudem akustisch kommunizieren konnte. Der Beitrag nimmt die Ergebnisse zur Rolle und bilateralen Wahrnehmung des Vertrauensverhältnisses in den Fokus und fragt nach den Voraussetzungen für ein hinreichendes Vertrauen zur Lösung der Aufgabe in der Metaverse-Situation (zum Metaverse-Begriff vgl. Buchholz et al. 2022).

2. Methodik

Die geschilderte Konstellation eines gemeinsamen Zugriffs auf ein 3D-Modell im virtuellen Raum, in dem sich beide Beteiligten treffen, wurde im Dezember 2022 einer Evaluation durch Nutzertests unterzogen. Ein wesentliches Ziel der Tests war die Analyse der jeweiligen Wahrnehmung der gemeinsamen Zusammenarbeitssituation durch Experten und Mitarbeiter. Während der Mitarbeiter vor Ort, der die Wartungstätigkeit durchführen sollte, mit einer AR-Brille ausgestattet war, nutzte der Remote-Experte des Maschinenherstellers eine VR-Brille. Beide trafen sich visuell als Avatare im virtuellen Raum und sahen jeweils den Kunststoffzerkleinerer als 3D-Modell mit der Möglichkeit, Teile zu bewegen und zu entfernen, um etwa darunter liegende Maschinenbereiche sehen zu können. Der Remote-Experte konnte so dem Mitarbeiter bestimmte Maschinenteile zeigen und diese auch zu Anschauungszwecken manipulieren, während er die durchzuführenden Arbeiten erläuterte. Via AR-Brille wurde das 3D-Modell passgenau auf die reale Maschine aufgeblendet, sodass der Mitarbeiter die vom Experten virtuell erhaltenen Hinweise unmittelbar an der korrekten Stelle umsetzen konnte. Beide Akteure waren zudem akustisch miteinander verbunden.



Abbildung 1: Experte (links), Mitarbeiter beim Messerwechsel (Mitte) und virtuelle Repräsentation des Mitarbeiters an der Maschine (rechts)

Mitarbeiter und Maschine befanden sich in einer Maschinenhalle, der Experte in einem separaten Seminarraum, sodass beide Personen nur über die technische Ausrüstung miteinander kommunizieren konnten, wie es auch in einer realen Remote-Situation über größere Entfernungen hinweg der Fall wäre. Drei Experten führten insgesamt 11 Mitarbeiter durch eine standardisierte Aufgabe, das Wechseln eines (für den Testzweck stumpf geschliffenen) Messers am Kunststoffzerkleinerer. Im Rahmen eines Leitfadeninterviews wurden die Testpersonen u. a. zu ihrem Vertrauen gegenüber dem Partner befragt, ferner zu ihrem Eindruck, ob dieser ihnen im Rahmen der Aufgabendurchführung vertraut hatte. Die teilstrukturierte Konzeption des Interviews ermöglichte es, vertiefte und individuelle Nachfragen zu stellen. Die Mitarbeiter beantworteten diese Fragen jeweils nach ihrem Testlauf; die Experten, die mehrere Mitarbeiter anleiteten, ebenfalls pro Mitarbeiter direkt nach der entsprechenden Testdurchführung. In Anlehnung an die von Antoni & Syrek (2017) aufgeworfenen Aspekte interessiert im vorliegenden Beitrag vor allem die Frage, welche Rolle gegenseitiges Vertrauen in der gemeinsamen Durchführung einer Aufgabe spielt sowie wie und unter welchen Bedingungen in der virtuellen Umgebung trotz räumlicher Distanz eine ausreichende Vertrauensbasis geschaffen werden kann. Vertrauen kann also in diesem Kontext sowohl als abhängige als auch unabhängige Variable Wirkung entfalten, siehe hierzu u. a. Gennerich (2000). Auch wird Vertrauen hier nicht nur als Persönlichkeitsdisposition begriffen wie z. B. bei Wrightsman (1974) oder Imber (1973), sondern auch als Entwicklungsaufgabe und Lernprozess (Deutsch et al. 1976).

3. Ergebnisse

Wie schon berichtet, waren alle drei Experten und elf Mitarbeiter männlich. Das Alter der Experten lag zwischen 29 und 47 Jahren, das der Mitarbeiter zwischen 22 und 53 Jahren. Sie verfügten überwiegend über einen mittleren Schulabschluss. In allen elf Fällen wurde die Wartungsaufgabe durch die Experte-Mitarbeiter-Paare erfolgreich gelöst. Einen ersten Eindruck der jeweiligen Wahrnehmung der Situation aus der Sicht von Experte und Mitarbeiter gibt Tabelle 1. Mitarbeiter, die sich sicher waren, die Aufgabe gut gelöst zu haben, wurden darin tendenziell vom Experten bestätigt (Tabelle 1, Cramer's $V=0,509$; $p=0,107$). Skeptische Leistungsbewertungen kamen weder von den Experten noch von den Mitarbeitern, sodass jeweils nur die Ausprägungen „Trifft eher zu“ und „Trifft zu“ genannt wurden. Kein Mitarbeiter überschätzte seine Leistung, zwei bewerteten sie etwas vorsichtiger als der Experte, aber ebenfalls positiv.

Tabelle 1: Gemeinsame Wahrnehmung: Aufgabe gut erfüllt

| | | Experte: Der Mitarbeiter hat die Aufgabe aus meiner Sicht gut durchgeführt | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| | | Trifft eher zu | Trifft zu | Gesamt |
| Mitarbeiter: Ich denke, ich habe die Aufgabe aus Sicht des Experten gut durchgeführt | Trifft eher zu | 1 | 2 | 3 |
| | Trifft zu | 0 | 7 | 7 |
| | Gesamt | 1 | 9 | 10 |

Somit waren auch in der virtuellen Remote-Situation letztlich genaue Einschätzungen der Mitarbeiter und eine Übereinstimmung mit der Expertenperspektive möglich. Zum gegenseitigen Vertrauen wurden die Mitarbeiter und die Experten direkt nach der Testdurchführung in einem Leitfadeninterview befragt. Tabelle 2 zeigt die spontanen Antworten bzw. deren Tendenz in der Gegenüberstellung von Experte und angeleitetem Mitarbeiter (MA) jedes Testpaares. Zusätzlich zu den Vertrauensausagen wurde erfasst, ob die Personen einander bekannt waren. Da möglicherweise die Rolle des Vertrauens damit zusammenhängen könnte, ob der Mitarbeiter sich stärker vom Experten oder von der AR-Darstellung des 3D-Modells und Visualisierung im virtuellen Raum unterstützt fühlte, wurde auch diese Einschätzung erfragt. Drei Personen führten die Unterstützung auf die Kombination beider Angebote zurück, drei betrachteten den Experten als hilfreicher und eine die AR-Visualisierung. Vier äußerten sich nicht dazu. Aufgrund der recht homogenen Aussagen zum Vertrauen lässt sich jedoch kein Zusammenhang mit der präferierten Unterstützung erkennen. Auch eine vorherige Bekanntschaft der jeweiligen beiden Personen ist in der vorliegenden Stichprobe nicht mit der präferierten Unterstützung in Einklang zu bringen: von den sechs Paaren, die sich (nicht nur „vom Sehen“) kannten, wurde in zwei Fällen der Experte als hilfreicher empfunden, in einem Fall die AR-Anwendung, in einem Fall die Kombination und zwei Mitarbeiter machten dazu keine Angabe.

Tabelle 2: Wechselseitiges Vertrauen innerhalb der Testpaare

| Experte | MA lfd. Nr. | Bekannt? | Experte oder AR/VR hilfreicher? | Experte: habe MA vertraut | MA: Experte hat mir vertraut | Experte: MA hat mir vertraut | MA: habe Experten vertraut |
|---------|-------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| A | 1 | Ja | Experte | Ja | Keine Angabe | Ja | Ja |
| B | 2 | Vom Sehen | Keine Angabe | Ja | Ja | Ja | Ja |
| B | 3* | Ja | Experte | Ja | Weiß nicht | Ja | Ja |
| C | 4 | Nein | Keine Angabe | Nein | Ja | Ja | Ja |
| B | 5* | Ja | Keine Angabe | Ja | Ja | Ja | Ja |
| A | 6 | Keine Angabe | Kombination | Ja | Ja | Ja | Ja |
| B | 7* | Ja | Kombination | Keine Angabe | Ja | Keine Angabe | Ja |
| C | 8 | Nein | Kombination | Ja | Ja | Ja | Keine Angabe |
| A | 9 | Vom Sehen | Experte | Ja | Ja | Ja | Ja |
| B | 10(*) | Ja | Keine Angabe | Ja | Ja | Ja | Ja |
| B | 11 | Ja | AR/VR | Ja | Weiß nicht | Ja | Ja |

* MA hat aktuelle Erfahrung im Messerwechsel, (*) MA hat frühere Erfahrung im Messerwechsel

Auf den ersten Blick der in Tabelle 2 berichteten spontanen Aussagen scheint ein hohes und in der Regel übereinstimmendes Vertrauensniveau zu bestehen. Mehrere Befragte versahen ihre Einschätzung, ob die jeweils andere Person ihnen vertraut hatte, mit Zusätzen wie „ich hoffe doch“, „es hat sich so angehört“. In der Fernwartungssituation, so sagten sowohl ein Experte als auch einige Mitarbeiter, habe man kaum eine andere Wahl, als sich gegenseitig zu vertrauen.

Mitarbeiter 7: Ähm, ich denke mal eigentlich, also theoretisch, wenn man mit sowas dann arbeitet, muss man eigentlich auch ein gewisses Vertrauen haben. (...) Eigentlich hat man ja keine andere Wahl, als dem Gegenüber zu vertrauen. (TN7, Pos. 76)

Experte B: (Das Vertrauen, d. Verf.) Ist da, muss auch da sein, wenn ich / Oder meiner Meinung nach muss es da sein, wenn man halt solche (ähm) / Wie steht's da auf dem Zettel, remote – remote arbeiten durchführt. Ich denke, da muss man schon wirklich (ähm) dem anderen dann vertrauen können. Man muss es einfach. (EXB_TN11, Pos. 33)

Experte C hingegen betrachtete dies nicht als selbstverständliche Voraussetzung:

Interviewerin: Und hast du darauf vertraut, dass der Mitarbeiter das dann richtig macht, nach deinen Anweisungen oder Anleitung?

Experte C: Ich konnte es ja kontrollieren. (EXPC_TN4, Pos. 22–23)

Mitarbeiter 8 erwirbt in der Zusammenarbeit mit demselben Experten C dessen Vertrauen, indem er die Anweisungen strikt befolgt:

Experte C: Er hat sich auch sehr genau an die Anweisungen gehalten. Das ist natürlich auch immer/ (EXC_TN8, Pos. 8)

Bei näherer Diskussion der jeweiligen Vertrauenssituation machten die Experten differenzierte Aussagen. Experte A wünscht sich z. B. eine auch aus der Ferne mögliche Qualitätskontrolle, z. B. zur richtigen Einstellung des Messerabstands:

Experte A: Es geht im Endeffekt, schlussendlich geht es darum, da nochmal, ich sag mal, sowas der Qualitätskontrolle der Arbeit abzunehmen. Ja. (EXA_TN1, Pos. 6)

Experte B hebt auf die Domänenenerfahrung des Mitarbeiters ab:

Experte B: Also zumindest n gewisses (*Vertrauen, d. Verf.*). Bei dem Kollegen, jetzt natürlich wesentlich mehr, weil er hat es auch schon ein paar mal oder sehr oft gemacht. Und er weiß halt, worauf er auch noch zu achten hat. Und, ähm, bei dem Ungelernten, sag ich jetzt mal in Anführungsstrichen, da muss man dann halt noch mal hinterherhaken. (EXB_TN5, Pos. 14)

Auch auf Mitarbeiterseite hatte das Vertrauen bei detaillierterer Analyse der Situation seine Grenzen. Der oben zitierte Mitarbeiter 7 ergänzt seine Aussage:

Mitarbeiter 7: Das ist ja dann/kommt dann einfach auf die Situation selber und auf den eigenen Menschenverstand an, ob man jetzt sagt, okay, der sagt mir, ich soll da einfach rein fassen, und das Ding läuft ja, dann fasse ich da lieber doch nicht rein. (TN7, Pos. 76)

Lässt sich Vertrauen in der Remote-Situation gleich gut aufbauen wie in einer Präsenz-Anleitungssituation?

Experte B: Ich glaube, das ist deutlich schwieriger, das ist deutlich schwieriger. Aber man muss sich – man muss sich einfach vertrauen, weil die – die - die Arbeiten, müssen halt sach- und fachgerecht durchgeführt werden, und / Ja, da muss es halt so sein. (...) Aber man merkt ja auch relativ schnell, (ähm) ob derjenige halt Verständnis für die Arbeiten hat oder nicht. (EXB_TN11, Pos. 37, 41)

Die Präsenz-Situation, auch dies kam zur Sprache, kann den Anleiter dazu verleiten, die Tätigkeit gleich selbst durchzuführen. Insofern könnte das hier betrachtete Szenario auch das Potenzial bieten, Ausbilder und Anleiter mit den eingeschränkteren Mitteln des virtuellen Miteinanders in verfeinerten und lernförderlicheren Methoden der Wissens- und Fertigkeitsvermittlung zu schulen bzw. für Probleme eingefahrener Verfahrensweisen zu sensibilisieren.

4. Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Frage des gegenseitigen Vertrauens in den Remote-Wartungs-Teams nicht mit einem einfachen „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden kann. Zunächst wird ein grundlegendes Vertrauen in die Person konstatiert, die konkreten Fähigkeiten insbesondere durch die Experten jedoch an der Erfahrung im Verlauf der gemeinsamen Aufgabendurchführung gemessen: Entsteht der Eindruck, dass der Mitarbeiter ein Aufgabenverständnis hat und hält er sich an die gegebenen Anleitungen, kann auch in der Remote-Situation das Vertrauen wachsen. Auch Mitarbeiter machten deutliche Einschränkungen, die sich in erster Linie auf potenzielle Risiken bezogen, die mit den Anweisungen des Experten verbunden sein könnten. Sie legten Wert darauf, selbst zu beurteilen, ob sie eine Anweisung befolgen würden, deren Ausführung sie für riskant hielten, z. B. das Berühren eines Teils bei laufender Maschine. Anstelle eines solchen generalisierten Vertrauens in die Situation oder die Autorität eines Experten, die ihm durch seine Rolle zugeschrieben wird, bedarf es einer individuellen zwischenmenschlichen Vertrauensbasis, die durch langjährige Zusammenarbeit und damit gefestigte Erwartungen an das Gegenüber entsteht. Es ist dann klar, dass ein als entsprechend verantwortungsbewusst bekannter Experte nicht zulassen wird, dass die angeleitete Person z. B. in eine laufende Maschine greift. Diese in der realen Welt geschaffene Vertrauensbasis konnte nahtlos auf die virtuelle Umgebung übertragen werden. In anderen Fällen, in denen ein solches Maß an Vertrautheit und erwartungskonformem Verhalten des Gegenübers nicht gegeben war, wurde das Vertrauen in den Experten auch bei unerfahrenen Mitarbeitern relativiert. Daher sollten für weitere Aussagen differenziertere Vertrauensmaße

entwickelt werden. Allgemeine Instrumente wie die Interpersonal Trust Scale (Beierlein et al., 2012) erfassen die hier infrage stehenden Aspekte nicht ausreichend. Analysiert werden sollten dann sowohl Erwartungen und Eigenschaften der handelnden Personen im Hinblick auf das interpersonale Vertrauen, die Spezifika der jeweiligen Handlungssituation (z. B. die konkrete Arbeitstätigkeit) als auch das Vertrauen in das Handlungssystem (z. B. Remote Maintenance). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Vertrauen zwischen Experten und Mitarbeitern Facetten aufweist, die sowohl in ihrer Entwicklung als auch in ihrer Wirkung weiter untersucht werden müssen. Insgesamt hatten jedoch alle Experten-/Mitarbeiter-Paare eine ausreichende Vertrauensbasis, um die Aufgabe gemeinsam zu lösen. Diese konnte im Rahmen der hier vorgestellten AR-/VR-Metaverse-Anwendung zumindest erhalten oder im Einzelfall sogar gestärkt oder aufgebaut werden. Für die praktische Ausgestaltung von Remote-Wartungs-Situationen wäre interessant zu erforschen, inwieweit auch die explizite Thematisierung der Vertrauenssituation während der Aufgabendurchführung zwischen den Partnern die Stärkung eines begründeten, nicht nur postulierten Vertrauens befördern und auch den Mitarbeiter zum eigenen Handeln ermutigen kann.

5. Literatur

- Altepost A, Bau M, Uzun Y, Riedlinger U, Buchholz F & Oppermann L (2022). In meinen Koffer packe ich ... Soziotechnische Systemgestaltung nach dem MTO-Prinzip am Beispiel 5G-Technologie. Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten. GfA-Frühjahrskongress, Magdeburg.
- Antoni CH & Syrek CJ (2017). Digitalisierung der Arbeit: Konsequenzen für Führung und Zusammenarbeit. Gruppe. Interaktion. Organisation, 48, 247–258.
- Beierlein C, Kemper CJ, Kovaleva A & Rammstedt B (2012). Kurzskala zur Messung des zwischenmenschlichen Vertrauens: Die Kurzskala Interpersonales Vertrauen (KUSIV3) (GESIS Working Papers 12/22). GESIS Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-312126>
- Buchholz F, Oppermann L & Prinz W (2022). There's more than one metaverse. I-Com, 21(3), 313–324. <https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034>
- Deutsch M, Lueckert HR & Deutsch M (1976). Konfliktregelung: Morton Deutsch; Konstruktive u. destruktive Prozesse. Hrsg. u. bearb. von Heinz-Rolf Lückert. Reinhardt.
- Gennerich C (2000). Vertrauen: Ein beziehungsanalytisches Modell—Untersucht am Beispiel der Beziehung von Gemeindemitgliedern zu ihrem Pfarrer. Huber.
- Imber S (1973). Relationship of trust to academic performance. Journal of Personality and Social Psychology, 28(1), 145–150. <https://doi.org/10.1037/h0035644>
- Wrightsmann LS (1974). Assumptions about human nature: A social-psychological approach. Brooks/Cole.

Danksagung: Das Projekt „IndustrieStadtPark: 5G-Anwendungen im Industrie-Stadtpark Troisdorf“ wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Rahmen der 5x5G-Strategie gefördert und vom Projektträger VDI-VDE-IT betreut. Förderkennzeichen 165GU054. Wir danken allen Projektpartnern. Die Projekt-Webseite ist verfügbar unter: <https://www.5gtroisdorf.de/>



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de