

futureCare – Real-Life Implementierung und Evaluierung eines KI-basierten Sturzerkennungssystems im Bereich der stationären Pflege

Johannes Oberzaucher, FH Kärnten, IARA-HAT
Katerina Sidiropulu-Janku, FH Kärnten, IARA-HAT
Yannick Schwann, FH Kärnten, IARA-HAT
Bethelhem Biru, FH Kärnten, IARA-HAT

Abstract: Die Integration von KI-Technologien in das Gesundheits- und Pflegewesen birgt großes Potenzial in der stationären Senior*innenbetreuung. Insbesondere bei der Sturzerkennung, bei der eine rechtzeitige Intervention entscheidend ist und häufig durch Personalüberlastung erschwert wird. Die Einführung neuer Systeme bringt Herausforderungen hinsichtlich Effizienz, Anpassungsfähigkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit mit sich. Im Rahmen des Projektes futureCare wurde ein KI-gestütztes Sturzerkennungssystem im Co-creation Prozess technisch integriert, in einem Seniorenpflegeheim in Kärnten im Real-Betrieb installiert und holistisch evaluiert. Die multidisziplinäre Evaluation (MEESTAR, UTAUT, STAM und Wirksamkeitsanalysen) bewertet die Leistungsfähigkeit und ermöglicht zugleich iterative Anpassungen, um den Anforderungen des Pflegeumfeldes gerecht zu werden. Die Ergebnisse zeigen eine verbesserte Erkennungsgenauigkeit, kürzere Reaktionszeiten, hohe Nutzer*innen Akzeptanz und operative Nachhaltigkeit.

Keywords: KI-gestützte Sturzerkennung, Stationäre Altenpflege, Real-Life Testung, Multidomänen-Evaluation, Nachhaltiges Wirtschaftsmodell

1. EINLEITUNG

Das im Rahmen einer Regionalförderung des Kärntner Wirtschaftsfonds (KWF) geförderte F&E&I-Projekt futureCare zielt auf die Implementierung eines innovativen, technologischen Systems im Pflegesetting ab. Konkret wird eine technische Implementierung und Real-Life-Evaluierung eines KI-basierten Sturzerkennungssystems in einer stationären Pflegeinstitution umgesetzt. Das Ziel ist eine multidimensionale Evidenzbasis zu schaffen und die skizzierte Pflegeinnovation tief zu verankern. Die Projektlaufzeit erstreckt sich über zwei Jahre von 2024 bis 2026.

2. AUSGANGSSITUATION

Die Versorgung älterer Menschen in stationären Pflegeeinrichtungen befindet sich in einem komplexen Transformationsprozess. Durch den Anstieg hochaltriger Personen und die Zunahme chronischer Erkrankungen steigt der Bedarf an stationärer Betreuung, während gleichzeitig qualifiziertes Pflegepersonal fehlt. Dadurch wird es schwieriger, eine hohe Versorgungsqualität

sicherzustellen. In diesem Zusammenhang gehören Stürze zu den häufigsten Risiken in Pflegeheimen. Eine automatisierte, multiplizierbare und tiefintegrierte Sturzerkennung und Alarmierungsimplementierung wird generell als eine sehr gute Möglichkeit gesehen, die adressierten Themenfelder gezielt zu unterstützen.

3. PROBLEMSTELLUNG

Aktuelle technische Assistenzsysteme scheiterten nach wie vor häufig wegen einer zu hohen Fehlalarmquote, geringer Sensitivität oder mangelnder Integration in den Pflegealltag und damit einhergehender Akzeptanz- und Wirksamkeitsproblemen.

- Abseits der reinen Implementierung ist auch für eine langfristige Finanzierung der Systeme eine klare **Evidenzbasis und proof-of-concept im Real-Setting** notwendig.
- Aktuell mangelt es an wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen und an der **systematischen Einbindung relevanter Akteur*innen**, wodurch unklar bleibt, wie Innovationen wirksam, ethisch vertretbar und nachhaltig implementiert werden können.
- Aktuelle Herausforderungen liegen zusätzlich noch in einer **ungeklärten Langzeitfinanzierung** solcher Systeme und einer einhergehenden Debatte, die genau diese Evidenzen fordert.

4. IMPLEMENTIERUNG UND LÖSUNGSWEG

Im Rahmen des KWF-geförderten Projektes futureCare wurde vor dieser Problemstellung abgeleitet eine Living Lab basierte Technologieimplementierung (Sidiropulu-Janků & Oberzaucher 2024) eines video- und KI-basierte Sturzerkennungssystems, das tief in die Infrastrukturen eines stationären Pflegesettings integriert wurde umgesetzt. Während des Projektes wird eine 12-monatige Pilotphase in einem Caritas Pflegeheim in Klagenfurt umgesetzt. 2 der 5 Stockwerke des Heimes sind mit der neuartigen Sturzerkennung ausgestattet. Im Rahmen des Piloten wird eine multidimensionale Evaluierung im Echtsetting durchgeführt (n=14 Zimmer des Heimes sind voll ausgestattet). Dieser Zugang ermöglicht einen wissenschaftlich robusten Rahmen, der eine Evaluierung technischer, sozialer, ethische und Effizienz Dimensionen integriert und damit ein Gesamtbild der Systemwirkung abbilden kann.

Generelle Projektimplementierung: Das Projekt futureCare verfolgt einen integrativen Lösungsansatz, der technologische Innovation, wissenschaftliche Evaluation und organisatorische Transformation eng miteinander verbindet. Ausgangspunkt ist ein KI-gestütztes Sturzerkennungssystem, das auf Sensoren basiert, die ausschließlich abstrahierte Bewegungs- und Tiefeninformationen verarbeiten und damit auf klassische Videodaten gänzlich verzichten. Diese Entscheidung zugunsten eines datenschutzkonformen Designs trägt wesentlich zur Akzeptanz bei Bewohner*innen und Angehörigen bei, da keine persönlichen Merkmale sichtbar sind und das System in seiner Funktionsweise als unterstützend und nicht überwachend wahrgenommen wird.

Technologieimplementierung: Die Technologieauswahl, der Procurementprozess und die Implementierung der Technologie erfolgte innerhalb eines co-kreativen Living-Lab-Rahmens. Dieses methodische Prinzip sieht vor, Innovation nicht als externe Intervention, sondern als

gemeinsam gestalteten Prozess anzulegen. Bewohner*innen, Pflegekräfte, Leitungspersonal sowie Technologiepartner*innen werden fortlaufend in Entscheidungsprozesse einbezogen, reflektieren Alltagserfahrungen, beurteilen funktionale Eigenschaften und definieren Anforderungen an die Weiterentwicklung des Systems. Diese strukturelle Partizipation führt nicht nur zu einer besseren Akzeptanz, sondern sorgt dafür, dass technologische Lösungen eng an den tatsächlichen Bedürfnissen der Zielgruppen ausgerichtet werden.

Technisches System: Das futureCare Hauptsystem (Überblick siehe Abbildung 1) setzt sich aus einer Kombination aus KI-gestützter Sturzerkennung und Pflegekommunikations-/Dokumentationssystemen zusammen. Die beiden Kerntechnologien sind:

- Eine intelligente Deckenleuchte mit integrierten Sensoren, KI-Modul und Notruffunktion. Sie erkennt automatisch Stürze im Raum, schaltet bei Bedarf das Licht ein, löst einen Alarm aus und kann Sprachverbindung zu Pflegekräften oder Angehörigen herstellen. Durch Integration in bestehende Alarm- und Pflegeinformationssysteme wird Sicherheit und Effizienz gesteigert.
- Ein stationäres Tablet-basiertes System, das als zentrale Kommunikations- und Dokumentationslösung für Pflegekräfte im jeweiligen Raum dient. Es zeigt Alarmer in Echtzeit, ermöglicht Rückmeldungen und Pflege-Notizen und ist nach Pflege- und Notruf-Standards (DIN VDE 0834) aufgebaut. Damit wird sichergestellt, dass erkannte Stürze zuverlässig weitergeleitet und dokumentiert werden.

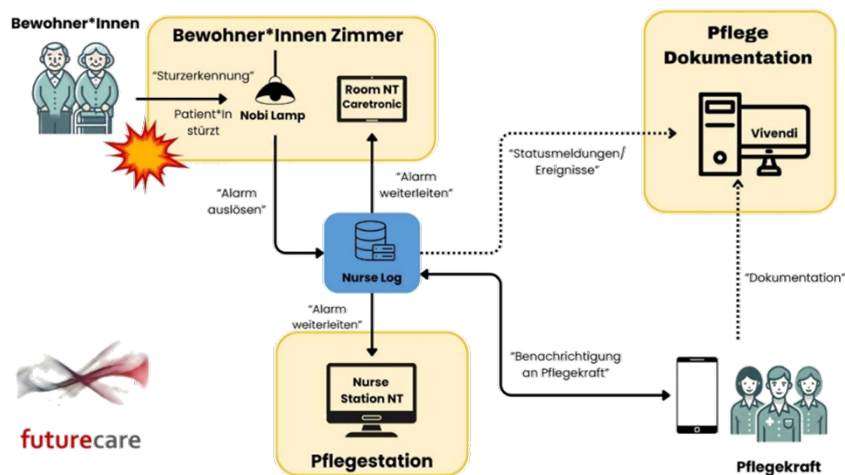


Abbildung 1: Überblick über technische Systemkomponenten und Endanwender*innen

Das Zusammenspiel dieser Technologien erlaubt eine automatisierte Identifizierung von Stürzen im Wohnraum und Hygienebereich, eine zentrale Informationsweiterleitung, dokumentierte Intervention und Pflegekommunikation. Damit wird eine durchgängige technische Unterstützung im Pflegealltag geschaffen. Die aktuellen Pflegeprozesse werden nur minimal adaptiert und gleichzeitig die Möglichkeiten einer automatisierten Sturzerkennung umgesetzt.

Evaluierung: Methodisch stützt sich das Projekt auf eine multimodale wissenschaftliche Evaluation, die vier zentrale Modelle miteinander verknüpft.

- Die **ethisch-soziotechnische Evaluierung** wird durch die Anwendung des MEESTAR-Modells (Manzeschke, A., et al. 2015) abgebildet, das ethische Herausforderungen, Chancen und Grenzen der Technik anhand verschiedener Reflexionsdimensionen systematisiert.
- Zur **Akzeptanzevaluierung** das UTAUT-Modell (Venkatesh, V., et al. 2003) eingesetzt, um jene Faktoren zu erfassen, die die Akzeptanz der Pflegekräfte und Pflegeheimbewohner*innen gegenüber der Technologie beeinflussen. Da ältere Personen besondere Anforderungen in der Interaktion mit digitalen Systemen aufweisen, wird zusätzlich das STAM-Modell (Chen, K., et al. 2019) verwendet, das seniorenspezifische Barrieren und förderliche Faktoren abbildet.
- Die **Wirksamkeitsevaluierung** wird als eine holistische Effizienzanalyse im kontrollierten Setting umgesetzt, die Wirksamkeitsparameter wie Sensitivität, Alarmqualität, Reaktionszeiten sowie potenzielle Folgeeffekte erfasst und quantifiziert.

Diese Kombination verschiedener Modelle schafft einen wissenschaftlich robusten Rahmen, der technische, soziale, ethische und Effizienz Dimensionen integriert und damit ein Gesamtbild der Systemwirkung ermöglicht, das auf die Argumentationsbasis einer folgenden Finanzierbarkeitsdiskussion abgestimmt ist. Der Lösungsweg setzt somit nicht nur auf technologische Leistungsfähigkeit, sondern auch auf Reflexivität, Validität und nachhaltige Implementierung.

5. ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

5.1. Ethisch-Soziotechnische Evaluierung – MEESTAR Analyse

Im Rahmen mehrerer, interdisziplinärer MEESTAR-Workshops wurde das futureCare Technologiekonzept bezüglich ethischer Herausforderungen und allgemeiner ELSI Aspekte analysiert. In einer initialen Analyse konnte gezeigt werden, dass das System keine relevanten ethischen Risiken in den Domänen Fürsorge, Selbstbestimmung, Sicherheit, Gerechtigkeit, Privatheit, Teilhabe und Selbstverständnis aufweist.

5.2. Akzeptanzevaluierung - UTAUT und STAM Modell-Analyse

Im Rahmen einer mehrdimensionalen Akzeptanzevaluierung im pre-post Design werden auf Basis des UTAUT und STAM Models zu drei Zeitpunkten TAM-Konstrukte über Fragebogen erfasst und analysiert. Die Evaluierung erfolgt für Pflegekräfte und Heimbewohner*innen.

Bis 12/2025 wurde die 2. Pflegekräfte Fragebogenwelle (zu t1 und t2) umgesetzt und analysiert. Die 3. Pflegekräfte Fragebogenwelle (t3) wird im 06/2026, gegen Ende der Explorationsphase zur Technologieimplementierung, durchgeführt. Aktuelle Ergebnisse bezüglich der Pflegekräfte zu t1 zeigen eine durchschnittliche Ausprägung der Konstrukte Ängstlichkeit, Nützlichkeit, Interesse und erwarteter Unterstützung. Im Setting der digitalen Unterstützung für Pflegekräfte deutet dies auf eine eher positive Einstellung gegenüber der neuartigen Technologie hin. Die initialen Ergebnisse (siehe Abbildung 2a und 2b) konnten im Vergleich t1 zu t2 weitgehend bestätigt werden. Die Akzeptanzlevel blieben weitgehend stabil. Die bisherigen Ergebnisse der Umfrageteilnehmer*innen, die an beiden Wellen teilgenommen haben (12 von insgesamt n=35),

zeigen leichte Steigerung der Zufriedenheit mit der technologischen Lösung im Verfügbarkeitsparameter ($t_1 = 5,5$; $t_2 = 6$).

Die bisherigen Ergebnisse der Fragebogenerhebung zeigen auch eine leichte Abnahme der Zufriedenheit im Nutzenparameter ($t_1 = 7$; $t_2 = 6,5$).

Die Erhebung der Fragebögen der Heimbewohner*innen wird mit 1-3/2026 (t_1) und 8-10/2026 (t_2) umgesetzt. Das Forschungsinstrument basiert auf den validierten Instrumenten STAM und PANAS (Breyer & Bluemke 2016) und berücksichtigt zusätzlich das Konzept der sozialen Präsenz (Kreijns et al. 2021). Die Datenerhebung erfolgt im Rahmen eines co-kreativen Living-Lab-Ansatzes (Stählbröst & Holst 2012) mit dem Pflegepersonal der Einrichtung und unter Berücksichtigung der Besonderheiten von Interviews mit pflegebedürftigen Senioren (Borowska-Beszta & Smieszek 2018).

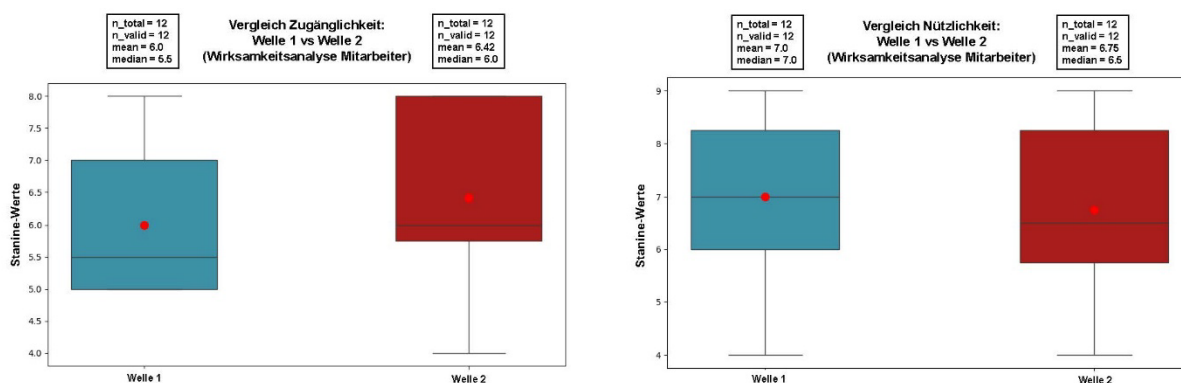


Abbildung 2: (a) Verteilung der Stanine-Werte für das Subkonstrukt „Zugänglichkeit“ unter den Teilnehmern, die an beide t_1 und t_2 teilgenommen haben. (b) Verteilung der Stanine-Werte für das Subkonstrukt „Nützlichkeit“ unter den Teilnehmern, die an beide t_1 und t_2 teilgenommen haben.

5.3. Wirksamkeitsanalyse

Im Rahmen des Projektes wird im kontrollierten Setting (CT) aktuell (Start 06/2025-Ende 06/2026) eine Wirksamkeitsanalyse in allen 5 Stockwerken ($n=30$ Zimmer) umgesetzt. Generell wird eine holistische Analyse bezüglich der Wirksamkeitsparameter wie Sensitivität, Alarmqualität, Reaktionszeiten sowie potenzielle Folgeeffekte implementiert. Die beschriebenen Parameter werden IT-basiert mit drei verschiedenen Systemen erfasst (NOBI-Sturzerkennung, CARETRONIC-Pflegeerfassung (in den Interventionsstockwerken) und VIVENDI-Pflegedokumentation in allen Stockwerken).

Generell sind initial die Vergleiche der klassischen – nicht-automatisierten – absoluten Sturzerkennungsdaten mit den durch das technologische System erkannten von großer Bedeutung.

Exemplarisch sind folgend vorläufige Ergebnisse im Zeitraum 06/2025-01/2026 in den Interventionsstockwerken dargestellt. In diesem Zeitraum sind von 9 bestätigten (im klassischen Sturzprotokoll erfassten) Sturzereignissen 4 in den Zimmern passiert. Davon wurden alle 4 durch das durch das Nobi-System erkannt. 5 Sturzereignisse passierten außerhalb des

Erfassungsbereichs und waren somit systembedingt nicht detektierbar. Die resultierende Sensitivität innerhalb des Erfassungsbereichs beträgt 100%.

Ergänzend wurde eine Erstanalyse und -interpretation der Gesamtheit der durch das technische System erkannten Sturzereignisse durchgeführt. Wiederum im beschriebenen Zeitraum wurden in den Interventionsstockwerkern n=64 Sturzereignisse erkannt und entsprechende Alarme ausgelöst. Es entfielen davon 55 auf Alarme, die im klassischen Sturzprotokoll nicht als Sturzereignisse definiert waren (84,6%) und 9 auf durch das Sturzprotokoll bestätigte Sturzereignisse (15,4%). Diese Raten dürfen aber nicht als reine Fehlalarmsituationen interpretiert werden sondern sind im Kontext der laufenden Systemoptimierung zu interpretieren und aktuell in Abstimmung mit der Pflegeinstitution als Basis für eine generelle Optimierung der Sturzprotokollierung zu sehen.

Als essentieller und im Besonderen für den Pflegeprozess relevanter Qualitätsparameter zeigt sich die Reaktionszeit nach einem Sturzereignis. Wiederum im beschriebenen Zeitraum wurden alle (n=64) automatisiert erkannten Sturzereignisse und entsprechende Alarme analysiert.

Wie in Abbildung 2a dargestellt zeigen die Reaktionszeiten der n=64 Ereignisse bei einem Median von 1 min 59s eine breite Streuung mit einzelnen extremen Ausreißern von bis zu 49 Minuten, die auf spezifische Sondersituationen zurückzuführen sind. Als Beispiele sind aus Basis von qualitativen Feedbacks verspätete Quittierung oder Alarmfehlinterpretation zu sehen. Der Mittelwert von 4 min 33s wird durch diese Ausreißer entsprechend nach oben verzerrt.

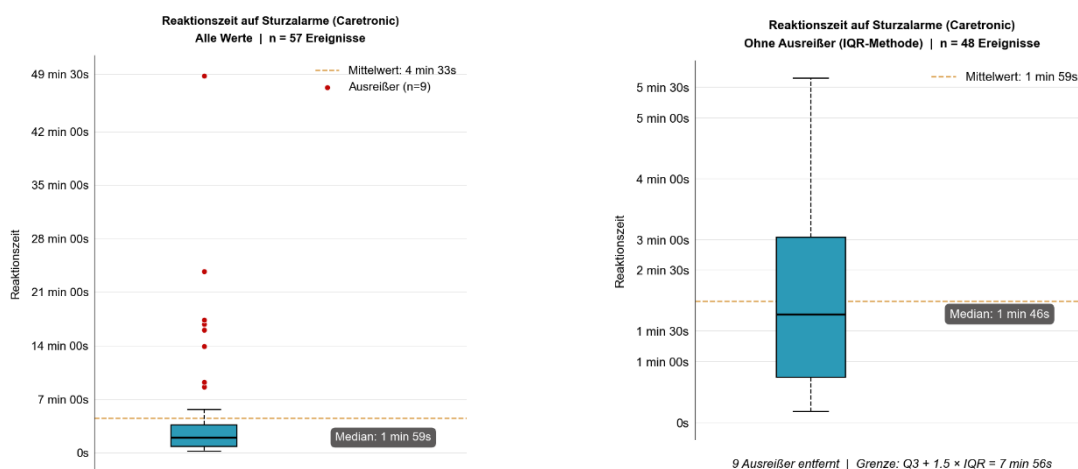


Abbildung 3: (a) Reaktionszeit des Pflegepersonals auf Sturzalarme (Caretronic) – Darstellung aller Werte inklusive Ausreißer. (b) Reaktionszeit des Pflegepersonals auf Sturzalarme (Caretronic) – Darstellung ohne statistische Ausreißer nach IQR-Methode.

Wie in Abbildung 2b zu erkennen ergibt sich nach Ausschluss der n=9 statistischen Ausreißer ein robusteres Bild der typischen Reaktionszeit mit einem Medianwert von 1 min 46s und einem Mittelwert von 1 min 59s. Diese Werte bestätigen, dass das Pflegepersonal in der überwiegenden Mehrheit der Fälle innerhalb von unter 4 Minuten am Ort des Sturzgeschehens eintrifft.

Diese Werte werden aktuell mit den Ergebnissen der Nicht-Interventionsstockwerke verglichen und sind generell im Setting eines Pflegeheims als optimiert zu sehen. Besonders in den Nachtschicht-Situationen und den entsprechenden reduzierten Pflegeschlüsseln ist eine Reduktion von bis zu 120 Minuten abschätzbar.

6. CONCLUSIO

Insgesamt zeigt futureCare, wie neuartige Innovationen in der Pflege nicht nur technologische, sondern vor allem soziale und organisatorische Wirkung entfalten können. Die Ergebnisse zeigen aktuell, dass KI-gestützte Assistenzsysteme dann erfolgreich sein können, wenn sie wissenschaftlich fundiert, ethisch reflektiert und in einem partizipativen Prozess implementiert werden. Es wird deutlich, dass sowohl kurzfristiger als auch mittelfristig absehbarer Nutzen generiert werden. Die vorläufigen Ergebnisse des Projektes futureCare verdeutlichen, wie anwendungsorientierte Forschung einen substanziellen und praxisrelevanten Beitrag zur Bewältigung zentraler gesellschaftlicher Herausforderungen leisten kann.

Literaturverzeichnis

- Borowska-Beszta, B. & Smieszek, M. (2018). Conducting Interviews with Elderly Informants for the Purposes of Educational Ethnography: Selected Aspects of Gerontological Fieldwork. *International Journal of Psycho-Educational Sciences*, 7 (3), 19-31.
- Breyer, B. & Bluemke, M. (2016). Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS (GESIS Panel). *Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen*. DOI: 10.6102/zis242.
- Chen, K. & Lou, V. (2020). Measuring Senior Technology Acceptance: Development of a Brief, 14-Item Scale. *Innovation in Aging*. 4. DOI: 10.1093/geroni/igaa016.
- Kothgassner, O. D.; Felnhöfer, A.; Hauk, N.; Kastenhofer, E.; Gomm, J. & Kryspin-Exner, I. (2012). *TUI. Technology Usage Inventory. Manual*. ICARUS.
- Kreijns, K.; Xu, K. & Weidlich, J. (2021). Social Presence: Conceptualization and Measurement. *Educational Psychology Review*. DOI: 10.1007/s10648-021-09623-8.
- Manzeschke, A.; Weber, K.; Rother, E. & Fangerau, H. (2015). *Ethische Fragen im Bereich Altersgerechter Assistenzsysteme*. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.
- Sidiropulu-Janků, K., & Oberzaucher, J. (2024). Das prolida Living Lab bringt Innovation näher an das Altern und Pflege. *Alternsforschung Aktuell*, 4.
- Ståhlbröst, A. & Holst, M. (2012). *The Living Lab Methodology Handbook*. SmartIES.
- Venkatesh, V.; Morris, M.; Davis, G. & Davis, F. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View1. *MIS Quarterly*. 27. 425-478. DOI: 10.2307/30036540.