# Autonome Fahrzeuge: Von Akzeptanz zu Wohlbefinden

**Stefan Geisler**
stefan.geisler@hs-ruhrwest.de
Hochschule Ruhr West
Institut Positive Computing
Bottrop, Germany

## ZUSAMMENFASSUNG

Die breite Einführung autonomer Fahrzeuge, ob für den Individualverkehr oder auch den öffentlichen Nahverkehr, ist nur noch eine Frage der Zeit. Dies bedeutet unweigerlich, dass in absehbarer Zeit alle Verkehrsteilnehmer*innen mit dieser Art von Fahrzeugen in Berührung kommen werden. In diesem Artikel soll diskutiert werden, wie Ansätze des Positive Computing helfen können, die Ausgestaltung der automatisierten Fahrzeuge so vorzunehmen, dass sie zum Wohlbefinden der Menschen in Verkehrssituationen beitragen.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing → HCI theory, concepts and models**; *Interaction design process and methods.*

## KEYWORDS

Autonomous Driving, Technology Acceptance, Positive Computing

## 1 EINFÜHRUNG

Die Entwicklung autonomer Fahrzeuge schreitet unweigerlich voran. Für den Individualverkehr kündigen BMW und Daimler als Vertreter der schrittweisen Automatisierung SAE Level 4 Fahrzeuge für die erste Hälfte der 2020er-Jahre an. Technologieentwickler wie Uber und Waymo arbeiten direkt an Level 5.

Im öffentlichen Nahverkehr sind seit Kurzem erste Kleinbusse im Einsatz, die im Wesentlichen autonom fahren, aber einen menschlichen Begleiter zur Überwachung im Fahrzeug benötigen. Derzeit sind diese Fahrzeuge auf klar vordefinierten und speziell angelernten vergleichsweise kurzen Routen unterwegs mit einer Maximalgeschwindigleit von weniger als 30 km/h. Die technische Weiterentwicklung wird aber auch hier die Flexibilität schnell erhöhen.

Verschiedene Studien zur Akzeptanz autonomer Fahrzeuge, zumeist für den Individualverkehr wurden bereits durchgeführt und lieferten erste Ergebnisse. Weniger wurde jedoch das Wohlbefinden im Fahrzeug bisher betrachtet, insbesondere auch für Passagiere bzw. Fahrgäste. In diesem Diskussionspapier soll die Einbeziehung von Kriterien des Positive Computing besprochen werden.

Der Artikel gliedert sich wie folgt. Im kommenden Kapitel wird eine kurze Einführung in das Thema Positive Computing gegeben. Daran schließt sich eine Diskussion von derzeit vorgeschlagenen Technikakzeptanzmodellen für autonome Fahrzeuge an. In Kapitel 4 wird dann eine erste Zusammenführung dieser Ansätze vorgestellt, bevor die Arbeit mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick schließt.

## 2 POSITIVE COMPUTING

Positive Computing hat die Zielsetzung, bei der Entwicklung von IT-Systemen, die Potenzialentfaltung und die Verbesserung des Wohlbefindens mit einzubeziehen [2, 12]. Dabei wird auf Erkenntnisse der Positive Psychology [17] zurückgegriffen. Offensichtliche Verwandtschaft besteht auch zu dem Forschungsfeld des Positive Design [6].

### Potenzialentfaltung durch autonome Fahrzeuge

Vollständig autonome Fahrzeuge (SAE Level 5) sind tatsächlich ein Hilfsmittel für Menschen, die keinen Führerschein oder kein eigenes Fahrzeug besitzen - sei es aus Altersgründen, Einschränkungen, die das Fahren nicht erlauben, wirtschaftlichen Erwägungen u.v.m. - an Lebensbereichen zu partizipieren, die für sie ansonsten schwer oder nicht erreichbar wären. Geringere Automatisierungsstufen können zwar diese Vorteile nicht erreichen, aber potenziell die Fahrenden so entlasten, dass sie entweder zeitweise während der Fahrt (SAE Level 4) entspannen können, um später effizienter arbeiten zu können oder gar während der Fahrt zeitweise

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

*MuC'19 Workshops, Hamburg, Deutschland*

© Proceedings of the Mensch und Computer 2019 Workshop on Automotive HMIs: User Interface Research in the Age of New Digital Realities. Copyright held by the owner/author(s).

https://doi.org/10.18420/muc2019-ws-619

anderen Tätigkeiten nachgehen können. Die darunter liegenden SAE Level 3 und in gewissem Maße auch 2 können zu kleineren Entlastungen während der Fahrt führen.

### Determinanten des Wohlbefindens

Schwieriger gestaltet sich die Betrachtung des Wohlbefindens.

Calvo hat hierzu sechs zentrale Determinanten aufgestellt [2, 3], hergeleitet u.a. aus der Selbstbestimmungstheorie von Ryan und Deci [15], der Flow-Theorie von Csikszentmihalyi [4] und dem PERMA-Modell von Seligmann [16].

**Autonomie:** Gefühl, die Ergebnisse eines Ereignisses beeinflussen zu können
**Kompetenz:** Gefühl, über ausreichende Fähigkeiten zu verfügen, um eine Situation zu meistern
**Verbundenheit:** Gefühl der Zugehörigkeit und Verbundenheit mit anderen
**Mitgefühl:** Gefühl, das entsteht, andere leiden zu sehen und zur Hilfe motiviert
**Engagement:** Vollkommenes Aufgehen in einer Tätigkeit
**Bedeutung:** Erkennen eines tieferen Sinns in einer Tätigkeit

### Die sechs Sphären der Technikerfahrung

Wohlbefinden kann nach Peters et al. in sechs Sphären der Technikerfahrung beeinflusst werden [14]. Eine grafische Darstellung für autonone Fahrzeuge zeigt Abbildung 1, eine Erläuterung mit Beispielen im Folgenden:

**Beschaffung / Annahme der Technologie:** Eindruck vom autonomen Fahrzeug vor der Nutzung oder nach kurzer Erprobung, z.B. durch Zeitungsberichte oder Erzählungen
**Benutzerschnittstelle:** Erfahrung durch die Benutzung der Bedienelemente und Anzeigen
**Aufgabe:** Erfahrung durch die Ausführung der Aufgabe, hier der Fahraufgabe
**Verhalten:** Erfahrung, die durch das (geänderte) Verhalten gemacht wird, hier z.B. das Arbeiten während der Fahrt
**Leben der Nutzenden:** Die Verhaltensänderungen können Einfluss auf das Leben über die Nutzung hinaus nehmen, z.B. eine Verschiebung des Arbeitsverhaltens, wenn die Bearbeitung von eMails während der Fahrt möglich ist, steht die gesparte Zeit für andere Arbeits- oder Freizeitaktivitäten zur Verfügung
**Gesellschaftliches Wohlbefinden:** Erfahrungen die andere, nicht Nutzende durch die Technologie haben, etwa andere Verehrsteilnehmende oder Familienmitglieder, die sich über mehr gemeinsame Freizeit freuen

### Das METUX-Modell

Das METUX-Modell (Motivation, Engagement and Thriving in User Experience)[14] hebt unter den zuvor besprochenen Determinanten die Autonomie, die Kompetenz und Verbundenheit besonders hervor, da es sich um Grundbedürfnisse für Wohlbefinden handelt.

### Sicherheit und Wohlbefinden

Es kann festgestellt werden, dass Positive Computing sich entsprechend der obigen Darstellung auf die oberen Ebenen der Maslowschen Befürfnispyramide bezieht, insbesondere auf die Wachstumsbedürfnisse. Das in autonomen Fahrzeugen selbstverständlich von besonderer Relevanz befindliche Sicherheitsbedürfnis wird nicht gesondert betrachtet, da Sicherheit bzw. das Vertrauen in die Technik nicht Wohlbefinden schafft, sondern ihr Fehlen zu Unwohlsein führt. Somit handelt es sich um eine notwendige Voraussetzung, damit die genannten Faktoren überhaupt wirksam werden können.

Hassenzahl weicht etwas davon ab. Zwar teilt er die zuvor dargestellte Sichtweise, stellt aber gleichzeitig einen, wenn auch etwas schwächeren Zusammenhang von Sicherheit zu positivem Erleben interaktiver Systeme fest [7]. Die in seiner Gruppe entwickelten Methoden zum Wohlbefinden-orientierten Design enthalten Sicherheit als eines von sieben zentralen Bedürfnissen [9].

Aufgrund der Bedeutung von Sicherheit im autonomen Fahrzeug wird dessen Einbeziehung auch in dieser Arbeit weiter verfolgt. Dies deckt sich auch mit den im Folgenden dargestellten Akzeptanzmodellen.

## 3 AKZEPTANZMODELLE FÜR AUTONOME FAHRZEUGE

Technologieakzeptanz hat die Zielsetzung, eine Vorhersage zu treffen, wie eine neue Technologie von den Nutzenden akzeptiert wird. Die Kriterien dieser Modelle können aber auch bereits beim Systemdesign Hinweise liefern, um später hohe Erfolgswahrscheinlichkeiten zu generieren. Neben den allgemeinen Technologieakzeptanzmodellen, allen voran das TAM [5] und seiner späteren Erweiterung UTAUT [19] haben sich inzwischen spezialisierte Modelle herausentwickelt, von denen eine Auswahl im Folgenden vorgestellt werden soll.

Das *UTAUT* [19] ist ein allgemeines Modell für Informationstechnologie, das zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung eine Vielzahl von Modellen vereinen sollte. Es besteht aus vier unabhängigen Variablen: Die Erwartungen an die Leistung oder Funktionsumfang in Bezug auf die zu bearbeitende Aufgabe, den Aufwand zur Nutzung (damit i.W. die Usability), Soziale Einflüsse (Meinungen und Verhalten anderer Menschen) und unterstützende Umgebungsbedingungen. Die ersten drei wirken auf die Nutzungsintention ein. Die vierte

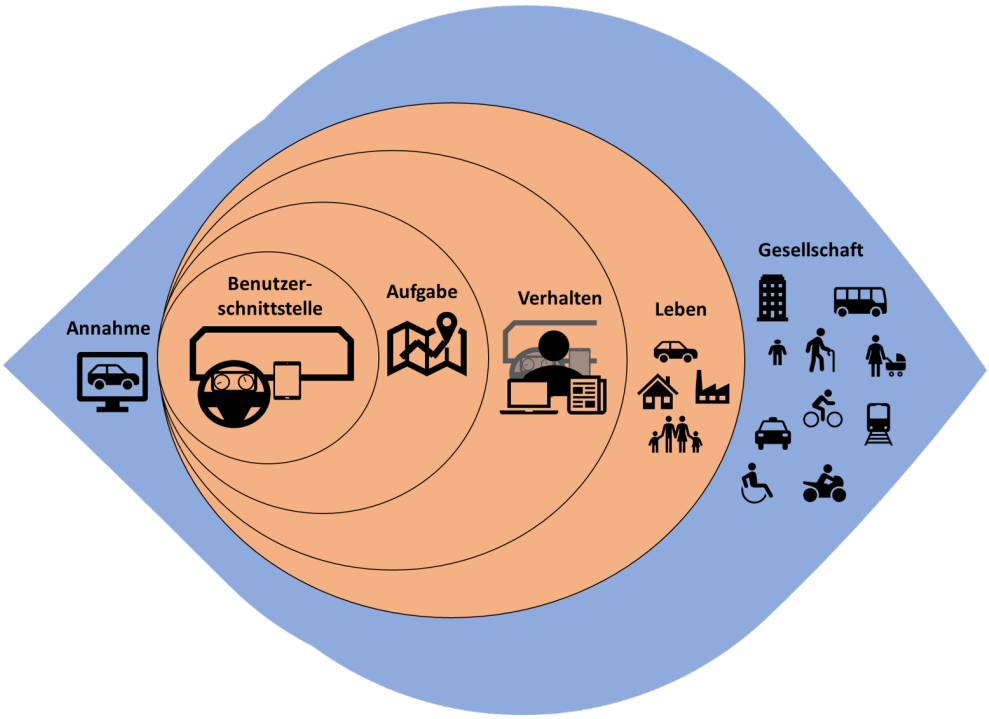


**Abbildung 1: Die sechs Sphären der Technikerfahrung angewendet auf das autonome Fahren (Grafik in Anlehnung an [13]).**

wirkt gemeinsam mit der Nutzungsintention auf das tatsächliche Verhalten. Moderatorvariablen sind das Geschlecht, Alter, die Erfahrung und die Freiwilligkeit der Nutzung. Die Selbstwirksamkeit und Angst vor oder bei der Nutzung werden in diesem Modell als Teil des Aufwands zur Nutzung gesehen. Erst im *TAM 3* [18] werden sie als eigene Determinanten erkannt.

Der UTAUT-Fragebogen wurde von Adell für Fahrerinnen und Fahrer eines Fahrzeugs mit erweiterten Fahrerassistenzsystemen angepasst und validiert [1]. Der Einfluss der Leistungserwartungen und des sozialen Umfelds konnten bestätigt werden, der Aufwand zur Nutzung nicht.

Für autonome Kleinbusse modifizierte Madigan den UTAUT-Fragebogen [10]. Der Einfluss von Leistungserwartung, Aufwand zur Nutzung und sozialem Umfeld wurde nachgewiesen. Wie bei Adell wurde ein geringer Determinationskoeffizient festgestellt, so dass weitere Einflussfaktoren untersucht werden sollten. Madigan schlägt Sicherheit und hedonische Motivation vor.

Osswald et al. schlagen das CTAM für den automatisierten Individualverkehr vor [11]. Auch hier bildet das UTAUT die Basis. Es wird erweitert um vier Konstrukte: Angst, wahrgenommene Sicherheit, Selbstwirksamkeit, Einstellung zu Technik.

Das Autonomous Vehicle Acceptance Model (AVAM) [8] baut auf dem CTAM auf. Es liefert einen überarbeiteten Fragebogen mit 26 Items und auf allgemeine Verständlichkeit optimierte szenariobasierte Beschreibung der Automatisierungsstufen.

## 4 VON AKZEPTANZ ZU WOHLBEFINDEN

Technologieakzeptanzmodelle befassen sich entsprechend ihrer Zielsetzung mit einer Vorhersage. Werte werden gesammelt, nachdem die Testpersonen eine kurze Zeit lang das System testen konnten. Bezogen auf die sechs Sphären der Technikerfahrung bedeutet dies, dass nur die ersten beiden, bei längerer Testdauer evtl. noch die dritte beurteilt werden können.

Gerade bei autonomen Fahrzeugen sind aber auch die übrigen von Bedeutung. Einige Beispiele sollen hier aufgeführt werden:

- Die Aufgabe, die mit einem autonom fahrenden PKW durchgeführt werden soll, kann sich von der reinen Transportaufgabe dahingehend verändern, dass zusätzlich eine Erholungsphase oder eine Arbeitstätigkeit integriert werden.
- Bei größerer Flexibilität des ÖPNV durch mehrere autonom fahrende Kleinbusse kann sich das Verkehrsverhalten der Menschen ändern

- Von autonomen Fahrzeugen sind nicht nur deren Insassen, sondern auch andere Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer betroffen, in einem traditionellen PKW, auf dem Fahrrad oder zu Fuß. Sowohl kleine Kinder als auch Seniorinnen und Senioren müssen mit dem Fahzeug interagieren können und bei der Betrachtung des gesellschaftlichen Wohlbefindens berücksichtigt werden.
- Autonome Fahrzeuge ermöglichen neue Verkehrskonzepte mit gesamtgesellschaftlichen Potenzialen aber auch Fragen des Wohlbefindens.

Auch die Determinanten des Positive Computing werden durch die Technikakzeptanzmodelle nur unzureichend erfasst bzw. ist noch unklar, wie diese in den unterschiedlichen Sphären zu betrachten sind. Auch hierzu einige Beispiele:

- Autonomie der Fahrenden kann zum einen dahin gedeutet werden, dass nicht nur das Ziel der Fahrt, sondern auch der Weg oder womöglich jedes einzelne Fahrmanöver bestimmbar sein muss, ansonsten ein Verlust des Wohlbefinden im Vergleich zum jetzigen Zustand zu vermuten ist. Bei den angesprochenen möglichen Verhaltensänderungen kann es aber auch dahingehend betrachtet werden, dass mehr Autonomie gewonnen wird: Wenn eine Ruhepause benötigt wird oder eine Tätigkeit vollzogen werden soll, die nicht mit manuellem Fahren vereinbar wäre, so kann mit einem autonomen Fahrzeug dies ermöglicht werden, also ein positiver Einfluss.
- Autonomie anderer Verkehrsteilnehmender würde bedeuten, den möglichen Vorfahrtkonflikt an einer Rechts-Vor-Links-Kreuzung per Handzeichen und Blickkontakt lösen zu können.
- Analog zum vorherigen Punkt sinkt die Verbundenheit oder auch das Mitgefühl zu anderen Verkehrsteilnehmenden. Wird z.B. Platz für einen Spurwechsel eines anderen Fahrzeugs gemacht, obwohl dieses streng genommen darauf kein Anrecht hat, aber die meisten Menschen dem Ortsfremden einen Umweg ersparen wollen würden?
- Das Engagement in das Fahrgeschehen wird vermutlich zurückgehen. Das autonome Fahrzeug ermöglicht aber das Engagement in eine Vielzahl anderer Tätigkeiten. Was überwiegt für das Wohlbefinden?
- Mitgefühl im autonomen ÖPNV verschiebt sich. Wo ein aufmerksamer menschlicher Fahrer wartet, bis eine geheingeschränkte Person sicher sitzt oder mit Rollator oder Kinderwagen hilft, sind für ersteres gute Algorithmen verantwortlich und die Personen für letzteres andere Fahrgäste angewiesen.
- Ausreichend erfasst scheint die Frage der Kompetenz in den Technologieakzeptanzmodellen für die Fahrenden erfasst zu sein. Wie aber steht es um die anderen Verkehrsteilnehmenden? Können diese das Verhalten des autonom fahrenden Fahrzeugs genügend gut einschätzen? Ordnen Fahrgäste im autonomen ÖPNV die Situationen richtig ein und wie reagieren sie in Sonderfällen?

Manche Antworten auf obige Fragen sind vermutlich vom Individuum abhängig und lassen sich nicht einfach für alle beantworten.

Mit obigen Fragen wird deutlich, dass bei einer Einführung von autonomen Fahrzeugen für das Wohlbefinden in der gesamten Bevölkerung mehr Aspekte wichtig sind, als in den vorgestellten Akzeptanzmodellen betrachtet werden. Fragen nach Hemmnissen, aber auch die Entwicklung von Verfahren und Technologien, die fördernd für das Wohlbefinden sind, sind erforderlich.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit Positive Computing besteht ein Rahmen, der es ermöglicht, das Thema autonomes Fahren unter Gesichtspunkten zu betrachten, die über die reine Technologieakzeptanz hinausgehen und auch Wohlbefinden und Potenzialsteigerung behinhaltet. Der Betrachtungsrahmen von Positive Computing geht dabei über die reine Zeit der Nutzung (Usability) oder deren direkter Nachwirkung (User Experience) hinaus und umfasst auch Verhaltensänderungen. Zudem geht es über die eigentlich Nutzenden hinaus und betrachtet auch gesamtgesellschaftliches Wohlbefinden oder Potenzial. Mit dem Vorgelegten Diskussionspapier werden erste Schritte in Richtung einer umfassenderen Betrachtung gemacht. Bereits jetzt können der vorgestellte Betrachtungsrahmen und die Beispielfragen dazu anregen, zusätzliche Aspekte während des Designs zu betrachten.

In zukünftigen Arbeiten sollen zu einzelnen Aspekten Szenarien weiter ausgearbeitet werden, anhand von systematischen Literaturstudien und Befragungen Hemmnisse und Förderer für Wohlbefinden identifiziert und technische Lösungen erarbeitet werden. Vorgehensmodelle und Evaluationsmethoden des Positive Computing, der Positive Psychology und des Positive Design müssen dazu auf das spezielle Anwendungsfeld zugeschnitten werden. Dabei sollen alle im Verkehrsgeschehen involvierten gesellschaftlichen Gruppen betrachtet werden.

## ACKNOWLEDGMENTS

Diese Forschung wird teilweise unterstützt vom Forschungsinstitut Positive Computing der Hochschule Ruhr West finanziert durch das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

## LITERATUR


[1] Emeli Adell. 2010. Acceptance of driver support systems. In *Proceedings of the European conference on human centred design for intelligent transport systems*, Vol. 2. Humanist VCE Berlin, Germany, 475–486.

[2] Rafael A. Calvo and Dorian Peters. 2014. *Positive Computing: Technology for Well-Being and Human Potential*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9764.001.0001

[3] Rafael A. Calvo and Dorian Peters. n.D.. Wellbeing Determinant Cards. Abgerufen am 28. May 2019. http://www.positivecomputing.org/p/projects.html

[4] Mihaly Csikszentmihalyi. 1998. *Finding Flow: The Psychology of Engagement With Everyday Life*. –144. https://doi.org/10.1023/A:1010032312178

[5] Fred D Davis. 1989. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly* (1989), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

[6] Pieter MA Desmet and Anna E Pohlmeyer. 2013. Positive design: An introduction to design for subjective well-being. *International journal of design* 7, 3 (2013).

[7] Marc Hassenzahl, Kai Eckoldt, Sarah Diefenbach, Matthias Laschke, Eva Len, and Joonhwan Kim. 2013. Designing moments of meaning and pleasure. Experience design and happiness. *International Journal of Design* 7, 3 (2013).

[8] Charlie Hewitt, Ioannis Politis, Theocharis Amanatidis, and Advait Sarkar. 2019. Assessing Public Perception of Self-Driving Cars: the Autonomous Vehicle Acceptance Model. In *Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'19)*. https://doi.org/10.1145/3301275.3302268

[9] Holger Klapperich, Matthias Laschke, and Marc Hassenzahl. 2018. The positive practice canvas: gathering inspiration for wellbeing-driven design. 74–81. https://doi.org/10.1145/3240167.3240209

[10] Ruth Madigan, Tyron Louw, Marc Dziennus, Tatiana Graindorge, Erik Ortega, Matthieu Graindorge, and Natasha Merat. 2016. Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): an adaptation of the UTAUT model. *Transportation Research Procedia* 14 (2016), 2217–2226. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.237

[11] Sebastian Osswald, Daniela Wurhofer, Sandra Trösterer, Elke Beck, and Manfred Tscheligi. 2012. Predicting information technology usage in the car: towards a car technology acceptance model. In *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. ACM, 51–58.

[12] Jan M Pawlowski, Sabrina C Eimler, Marc Jansen, Julia Stoffregen, Stefan Geisler, Oliver Koch, Gordon Müller, and Uwe Handmann. 2015. Positive computing. *Business & Information Systems Engineering* 6 (2015). https://doi.org/10.1007/s12599-015-0406-0

[13] Dorian Peters. 2019. The six spheres of tech experience. Abgerufen am 28. June 2019. https://blog.prototypr.io/the-six-spheres-of-tech-experience-424326edb680

[14] Dorian Peters, Rafael Calvo, and Richard Ryan. 2018. Designing for Motivation, Engagement and Wellbeing in Digital Experience. *Frontiers in Psychology* 9 (05 2018). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00797

[15] Richard Ryan and Edward Deci. 2000. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *The American psychologist* 55 (02 2000), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

[16] Martin EP Seligman. 2011. *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Simon and Schuster. https://doi.org/10.1080/17439760.2011.614831

[17] Martin E Seligman and Mihaly Csikszentmihalyi. 2000. Positive psychology: An introduction. *American Psychologist* 55, 1 (2000), 5–14. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.5

[18] Viswanath Venkatesh and Hillol Bala. 2008. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences* 39, 2 (2008), 273–315. https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x

[19] Viswanath Venkatesh, Michael G Morris, Gordon B Davis, and Fred D Davis. 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly* (2003), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540