

Societal Readiness: Die Brücke zwischen Mobilitätsinnovation und gesellschaftlicher Akzeptanz

Dr. Jan Grippenkoven, Dr. Viktoriya Kolarova, Dr. Laura Gebhardt, Dr. Dimitrios Milakis
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrsforschung, 12489 Berlin,
jan.grippenkoven@dlr.de

Kurzfassung

Für die erfolgreiche Einführung neuer Mobilitätstechnologien am Markt ist neben der technologischen Reife auch der gesellschaftliche Reifegrad bedeutsam. Das Konzept der Societal Readiness beschreibt, wie bereit eine Technologie für die Aufnahme und Akzeptanz durch die Gesellschaft ist. Geeignete Methoden zur Erhöhung der Societal Readiness sind vielfältig und variieren je nach Phase der Forschungs- und Entwicklungsarbeit. In frühen Phasen steht die Erfassung eines gesellschaftlichen Problems sowie die Exploration von Lösungsansätzen im Vordergrund. In späteren Entwicklungsphasen sollte eine Weiterentwicklung von Technologien und Verkehrsangeboten geeignete Teilnehmungsformate umfassen. Im Verkehrsumfeld ist die parallele Betrachtung von Societal Readiness und Technology Readiness unter anderem für den Hochlauf der Elektromobilität sowie für Innovationen im Bereich des automatisierten Fahrens von Bedeutung. Interdisziplinäre Ansätze sind notwendig, um technologische Entwicklungen mit gesellschaftlichen Bedürfnissen in Einklang zu bringen und die Akzeptanz und Nachhaltigkeit von Innovationen zu gewährleisten.

Summary

In addition to technological maturity, the degree of societal readiness is also important for the successful introduction of new mobility technologies on the market. The concept of societal readiness describes how mature a technology is for uptake and acceptance by society. Suitable methods for increasing societal readiness are diverse and vary depending on the phase of research and development. In early phases, the focus is on identifying a social problem and exploring possible solutions. In later development phases, the further development of technologies and transport services should include suitable participation formats. In the transport environment, the parallel consideration of societal readiness and technology readiness is particularly important for the ramp-up of electromobility and innovations in the field of automated driving. Interdisciplinary approaches are necessary in order to harmonise technological developments with societal needs and ensure the acceptance and sustainability of innovations.

1 Einleitung

Die Mobilität von Menschen ist seit jeher eine Triebfeder innovativer Technologien und neuartiger Serviceideen. Manche dieser Technologien setzen sich am Markt durch, andere werden nicht wie erhofft angenommen und wieder eingestellt. E-Scooter und Car-Sharing-Angebote sind heute fester Bestandteil im Mobilitätsportfolio vieler Städte, während sich andere Technologien, wie zum Beispiel der einachsige Segway-Personentransporter, nicht nachhaltig und massenkompatibel in der täglichen Mobilität der Menschen etablieren konnten. Hohe Kosten, fehlende Einsatzgebiete, Mängel im Komfort, regulatorische Hürden oder die öffentliche Berichterstattung über einzelne schwere Unfälle sind Beispiele für Gründe, die die gesellschaftliche Akzeptanz bestimmter Verkehrsmittel und -innovationen stark einschränken können. Beispiele wie der Segway zeigen, dass die technologische Reife eines Produkts eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für den Erfolg einer Mobilitätsinnovation ist. Die Gesellschaft mit ihren vielfältigen Bedürfnissen entscheidet mit ihrer Nutzungs- und Zahlungsbereitschaft über Erfolg und Misserfolg von Technologien und Dienstleistungen.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde das Konstrukt Societal Readiness entwickelt. Societal Readiness beschreibt, wie bereit eine Technologie für die Aufnahme und Akzeptanz durch die Gesellschaft ist [1, 2]. Produkte mit einer hohen Societal Readiness berücksichtigen gesellschaftliche Bedarfe und Ziele, bauen auf den Perspektiven multipler beteiligter Stakeholder auf, tragen Hoffnungen und Befürchtungen diverser Zielgruppen Rechnung und passen sich an, um unerwünschte Wirkungen zu vermeiden und einen Mehrwert für die Gesellschaft zu schaffen. Mit einer erhöhten Societal Readiness wird die Wahrscheinlichkeit gesteigert, dass ein Produkt sozial akzeptiert und nachhaltig am Markt adaptiert wird. Als Konzept stellt Societal Readiness eine Ergänzung zu Technology Readiness (TRL) [3] und Market Readiness (MRL) [4] dar. Technology Readiness adressiert die technologische Reife einer Innovation, Market Readiness vor allem die Nachfrage durch potenzielle Kundinnen und Kunden, während das Konzept der Societal Readiness der Prüfung dient, inwieweit eine Passung zwischen einer Innovation und umfassenderen, langfristigen gesellschaftlichen Anliegen besteht.

Für den Entwicklungsprozess bedeutet das, dass sowohl in der technischen Entwicklung als auch in der Forschung

die Bedürfnisse, Werte und Erwartungen verschiedener sozialer Gruppen (z.B. Geschlecht, Alter, sozioökonomische Situation, Gesundheit etc.) und Stakeholder gezielt berücksichtigt werden müssen. Zudem ist es wichtig, die ökonomischen, rechtlichen und umweltbezogenen Rahmenbedingungen der Innovation kontinuierlich zu berücksichtigen, Schwierigkeiten und Zielkonflikte frühzeitig aufzuspüren und in Forschung und Entwicklung zu berücksichtigen.

2 Methoden

Das Konzept der Societal Readiness ist darauf ausgerichtet, bereits in der Forschungs- und Entwicklungsphase einer Technologie die gesellschaftlichen Bedarfe und Erwartungen zu erfassen und die Technologie darauf auszurichten. Je nachdem, in welchem Stadium sich ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt befindet oder ein Produkt in seiner Entwicklung ist, eignen sich unterschiedliche Methoden, um den Grad der gesellschaftlichen Reife zu erhöhen.

In frühen Projektphasen ist es entscheidend, zunächst die relevanten Stakeholder sowie potenzielle Nutzer- und Nutzerinnengruppen zu identifizieren und ihre Anforderungen und Bedenken hinsichtlich der Technologie zu erfassen. Das kann im Rahmen von Interviews, Umfragen oder auch Workshops erfolgen. Auch eine begleitende Beobachtung von Nutzenden kann dabei helfen, Bedarfe zu identifizieren. Ein Beispiel ist das Projekt „DiVA – gesellschaftlicher Dialog zum vernetzten und automatisierten Fahren“, in dem zunächst Anforderungen unterschiedlicher Stakeholder-Gruppen an automatisierte Fahrzeuge strukturiert erfasst wurden, daraus insbesondere Zielkonflikte abgeleitet wurden und Handlungsbereiche zur Lösung dieser Konflikte erarbeitet wurden [5].

In fortgeschrittenen Projektphasen, in denen beispielsweise schon ein Demonstrator oder ein Prototyp im Einsatzgebiet eingesetzt werden kann, eignen sich umsetzungsbegleitende Methoden wie Befragungen, qualitative Untersuchungen und Co-Creation-Workshops, die sich beispielsweise auf konkrete Funktionen im Fahrzeug und den Betrieb der Fahrzeuge fokussieren.

Ein Beispiel ist das Projekt „KIRA – KI-basierter Realbetrieb On-Demand-Verkehr“, in dem automatisierte Fahrzeuge unter Realbedingungen getestet werden. Hier werden im Rahmen einer einföhrungsbegleitenden Studie des DLR Ziele, Anforderungen und Nachfragen regionaler Akteure erfasst. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen gestaltungsleitend und iterativ in die Weiterentwicklung des Betriebs ein und erhöhen so die Societal Readiness des automatisierten On-Demand-Verkehrs. Auch der methodische Ansatz des Reallabors [6, 7], ein Format transformativer Forschung [8], eignet sich zur Analyse sozialer (Aushandlungs-)prozesse [9, 10] und zur ko-kreativen Entwicklung neuer Systeme. Ein Beispiel ist das Projekt Reallabor Schorndorf, in dem Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen gemeinsam mit Praxispartne-

rinnen und -partnern sowie Einwohnerinnen und Einwohnern der Stadt Schorndorf zwischen 2016 und 2019 ein flexibles, bedarfsgerechtes und digital gestütztes On-Demand-Bussystem entwickelten und unter Realbedingungen erprobten [11, 12].

3 Anwendungsfall Automation

Im Automotiveumfeld entfaltet das Konzept der Societal Readiness vor allem dann seinen Wert, wenn eine Innovation nicht inkrementell auf Komponentenebene erfolgt, sondern wenn es um Transformationen geht, die das Potenzial haben, das Produkt Automobil grundlegend weiterzuentwickeln. Beispiele für derartige grundlegende Entwicklungen sind das automatisierte und vernetzte Fahren sowie die Elektromobilität.

Automatisiertes und vernetztes Fahren bietet Chancen zur Erhöhung der Sicherheit, Effizienz und des Komforts von bzw. in Fahrzeugen. Gleichzeitig hat der Einsatz des automatisierten Fahrens nicht nur Effekte auf die Nutzer und Nutzerinnen (z.B. mehr Flexibilität, Komfort durch Wegfall der Fahraufgabe), sondern auch auf das Gesamtverkehrssystem (z.B. Nutzung solcher Fahrzeuge kann Verkehrsmittelnutzungsmuster, den Verkehrsfluss oder auch die Interaktion zwischen Nutzenden und dem Fahrzeug sowie zwischen den unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden verändern) [13]. Verschiedene Studien aus der Verkehrsforschung zeigen, dass privat genutzte automatisierte Autos potenziell zu einer Erhöhung der Fahrleistung führen können [13]. Im Hinblick auf eine Technologie, die gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsanforderungen gerecht werden soll, erscheint vor allem der Einsatz automatisierter Fahrzeuge im On-Demand-Bereich und im öffentlichen Verkehr sinnvoll.

Die Entwicklung des automatisierten Fahrens schreitet zwar voran, allerdings ergeben sich während der Entwicklung fortwährend technische und nichttechnische Herausforderungen, die vor allem mit gesellschaftlichen Anforderungen zusammenhängen. Ein Beispiel dafür ist das angestrebte Sicherheitsniveau des automatisierten Fahrens. Nach wie vor ist noch nicht abschließend beantwortet, wie sicher aus gesellschaftlicher Perspektive sicher genug ist und ob das festgelegte bzw. diskutierte Risikoakzeptanzniveau für die Gesellschaft insgesamt (darunter fallen neben Nutzenden auch betroffene Verkehrsteilnehmende sowie professionelle Akteure) tragbar ist. Wenn das Sicherheitsniveau automatisierter Fahrzeuge nicht den Erwartungen der Gesellschaft entspricht, so kann eine sehr umfangreiche und ganzheitliche Vision und Entwicklung der Technik in kurzer Zeit nicht an technischen Herausforderungen, sondern am Mangel an Akzeptanz scheitern. Gesellschaftliche Aushandlungsprozesse in geeigneten Gremien, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Ethikbeirats zum automatisierten Fahren erfolgten [14], sind wichtig, um diese und ähnliche Themen mit gesellschaftlicher Relevanz mit der gebotenen Perspektivvielfalt zu durchdenken und die

Societal Readiness des automatisierten Fahrens sicherzustellen.

4 Anwendungsfall Elektromobilität

Die Elektromobilität bzw. die Antriebswende stellt einen zentralen strategischen Baustein in der Dekarbonisierung des Verkehrs dar. Allerdings bestehen gesellschaftliche Unsicherheiten und Bedarfe, die einem Markthochlauf im Wege stehen können. Batterien, die in Privatfahrzeugen zum Einsatz kommen, sind mittlerweile im Hinblick auf technische Parameter wie Energiedichte, Lebensdauer und Preis pro kWh extrem weit entwickelt [15] und in der Lage, einen Großteil der im Alltag erforderlichen Fahrten ohne Zwischenladen sicher zu erledigen. Trotzdem existiert unter potenziellen Nutzenden eine subjektive Dimension, eine Überschätzung des individuellen Bedarfs und teilweise eine Sorge im Angesicht einer Technologie, mit der noch nicht viel Erfahrung gesammelt wurde. Die sogenannte Reichweitenangst bei Elektrofahrzeugen – also die Angst, dass der Akkuladestand des Fahrzeugs nicht ausreichend ist, um tatsächliche oder hypothetische Ziele zu erreichen – stellt nach wie vor ein Kauf- und Nutzungshindernis für viele Menschen dar [16, 17, 18]. Hier zeigt sich ein Auseinanderdriften des tatsächlichen Entwicklungsstandes eines Produktes und des gesellschaftlichen Bedarfs, der nicht unbedingt ein realer Bedarf sein muss, sondern auch ein empfundenes Bedürfnis nach Kontrollierbarkeit und Flexibilität sein kann.

Neben dem Bedürfnis nach einer ausreichenden Reichweite ist die wahrgenommene Verfügbarkeit von Ladeinfrastrukturen, insbesondere in urbanen Räumen, ein Faktor, der sowohl Privatpersonen als auch Flottenbetreiber darin hemmt, sich ein Elektrofahrzeug anzuschaffen. In diesem Zusammenhang greift das Projekt Retail-4-Multiuse den Leitgedanken der Societal Readiness im Zusammenhang mit Ladeinfrastruktur auf, indem nach Mehrfachnutzungspotenzialen bestehender teilöffentlicher Ladeinfrastrukturen gesucht wird [19]. So wurde beispielsweise festgestellt, dass unter Kleinflottenbetreibern wie zum Beispiel Pflegediensten die Bereitschaft zur Nutzung von Elektrofahrzeugen steigen würde, wenn sie nachts Ladeinfrastrukturen auf gewerblichen Grundstücken wie z.B. Supermarktplätzen oder Firmenparkplätzen nutzen könnten. Derartige Zusammenführungen von Interessengruppen und technologiebegleitenden Services stellen gezielte systemische Maßnahmen dar, welche die Societal Readiness eines Produktes auf ein höheres Niveau heben und so maßgeblich zum Erfolg der Technologie beitragen können.

5 Fazit und Ausblick

Die Einführung von automatisierten Fahrzeugen und Elektromobilität hängt nicht nur von technologischen Fortschritten ab, sondern auch davon, ob gesellschaftliche Bedürfnisse, Erwartungen, Implikationen und Bedenken durch inklusive Stakeholder-Beteiligung adressiert wur-

den. Das Konzept der Societal Readiness kann die Kluft zwischen technologischer Machbarkeit und gesellschaftlicher Akzeptanz überbrücken. Die Entwicklung der Innovation mit den Bedürfnissen der Gesellschaft in Einklang zu bringen, spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die Bewertung der Societal Readiness erfordert von Beginn einer Entwicklung oder eines Forschungsprojekts ein interdisziplinäres Zusammenwirken mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen mit Kompetenzen aus dem Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften. Nur so kann sichergestellt werden, dass technologische Entwicklung und gesellschaftliche Bedürfnisse sowie gesellschaftliche Technologiefolgen während des gesamten Projektlebenszyklus berücksichtigt werden.

Zukünftige Forschung sollte sich darauf konzentrieren, Rahmenwerke und methodische Leitlinien zu entwickeln, welche die Bewertungen der Societal Readiness strukturiert in technologische Entwicklungsprozesse integrieren. Die Quantifizierbarkeit der Integration sozialer Faktoren in technische Entwicklungsprozesse ist herausfordernd, wurde aber in einzelnen Verkehrsbereichen bereits erfolgreich umgesetzt [20]. Pilotprojekte und praxisnahe Anwendungen von Verkehrsinnovationen, wie z.B. im Themenfeld automatisierter Fahrzeuge und Elektromobilität, können genutzt werden, um die Societal Readiness zu bewerten und spezifische Empfehlungen für öffentliche und private Anwender bereitzustellen. Diese Empfehlungen zielen darauf ab, die gesellschaftliche Akzeptanz und Skalierbarkeit von Verkehrsinnovationen zu erhöhen, um sicherzustellen, dass diese Technologien nicht nur technisch fortschrittlich, sondern auch gesellschaftlich akzeptiert und nachhaltig sind.

6 Literatur

- [1] Innovation Fund Denmark. (2018). Societal Readiness Levels (SRL) defined according to Innovation Fund Denmark. https://innovationsfonden.dk/sites/default/files/2018-08/societal_readiness_levels_-_srl.pdf
- [2] Bhatti, H. J., Danilovic, M., & Nåbo, A. (2022). *Multi-dimensional Readiness Index for Electrification of Transportation System in China, Norway, and Sweden*. Sweden-China Bridge.
- [3] Mankins, J. C. (1995). *Technology Readiness Levels: A White Paper*. National Aeronautics and Space Administration. https://space.nasa.gov/pdf/SEMModules/Technology%20Mods/Mankins_trl.pdf
- [4] Kobos, P. H., Malczynski, L. A., Walker, L. N., Borna, D. J., & Klise, G. T. (2018). Timing is everything: A technology transition framework for regulatory and market readiness levels. *Technological Forecasting & Social Change*, pp. 211-225. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.052>
- [5] Kolarova, Viktoriya und Stark, Kerstin und Lenz, Barbara (2020) *Projekt DiVA – Gesellschaftlicher Dialog*

- zum vernetzten und automatisierten Fahren. Schlussbericht. Projektbericht. Projektarbeit.
- [6] Schneidewind, U. (2014): Urbane Reallabore – ein Blick in die aktuelle Forschungswerkstatt, in: PND online, III/2014, S. 1–7.
- [7] Parodi, O., Albiez, M., Beecroft, R., Meyer-Soylu, S., Quint, A., Seebacher, A., Trenks, H. und Waitz, C. (2016): Das Konzept „Reallabor“ schärfen. Ein Zwischenruf des Reallabor 131: KIT findet Stadt, in: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 4, S. 284–285.
- [8] Di Giulio A, Defila R Transdisziplinär und transformativ forschen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018
- [9] Flander, K. de, Hahne, U., Kegler, H., Lang, D., Lucas, R., Schneidewind, U., Simon, K.-H., Singer-Brodowski, M., Wanner, M. und Wiek, A. (2014): Resilience and real-life laboratories as key concepts for urban transition research, in: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 23 (3), S. 284–286.
- [10] Schöpke, N., Bergmann, M., Stelzer, F. und Lang, D. J. (2018): Labs in the Real World: Advancing Transdisciplinary Research and Sustainability Transformation: Mapping the Field and Emerging Lines of Inquiry, in: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 27 (1), S. 8–11.
- [11] Gebhardt, Laura und Brost, Mascha und König, Alexandra (2019) An inter- and transdisciplinary approach to developing and testing a new sustainable mobility system. Sustainability. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). doi: 10.3390/su11247223
- [12] Gebhardt, L. und Lenz, B. (2019): *On demand statt Fahrplan – Baustein eines zukünftigen Mobilitätsmanagements?*, in: Informationen zur Raumentwicklung, 46 (1), S. 98–111.
- [13] Adeniran, I., Blechschmidt, J., Deineko, E., Fremder, L., Galich, A., Hettich, G., Kirsten, S., Liedtke, G., Reher, J., Thaller, C., Winkler, C., Vortisch, P., Zeidler, V., Heidt, C., Helms, H., & Kraeck, J. (2023). *Digitalisierung im Verkehr: Potenziale und Risiken für Umwelt und Klima* (Texte | 150/2023). Umweltbundesamt. Retrieved June 28, 2024, from <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/digitalisierung-im-verkehr-potenziale-risiken-fuer>
- [14] Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren. (2017). *Bericht*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- [15] Mahmoudzadeh Andwari, A., Pesiridis, A., Rajoo, S., Martinez-Botas, R., & Esfahanian, V. (2017). A review of Battery Electric Vehicle technology and readiness levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 414–430. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.138>
- [16] Franke, T., Rauh, N., & Krems, J. F. (2016). Individual differences in BEV drivers' range stress during first encounter of a critical range situation. *Applied Ergonomics*, 57, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.010>
- [17] Noel, L., Zarazua de Rubens, G., Sovacool, B. K., & Kester, J. (2019). Fear and loathing of electric vehicles: The reactionary rhetoric of range anxiety. *Energy Research & Social Science*, 48, 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.10.001>
- [18] Pevec, D., Babic, J., Carvalho, A., Ghiassi-Farrokhfal, Y., Ketter, W., & Podobnik, V. (2019). Electric Vehicle Range Anxiety: An Obstacle for the Personal Transportation (R)evolution? In 2019 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech) (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.23919/SpliTech.2019.8783178>
- [19] NOW-GmbH. (2023). *Untersuchung von Mehrfachnutzungskonzepten an Ladesäulen im Einzelhandel (Retail4Multi-Use)*. Von Untersuchung von Mehrfachnutzungskonzepten an Ladesäulen im Einzelhandel zur Erhöhung der Auslastung der Ladeinfrastruktur und Entlastung des Netzausbaus. : <https://www.now-gmbh.de/projektfinder/retail4multi-use/> abgerufen
- [20] Thomas-Friedrich, Birte und Windischer-Unterkircher, Anna und Widrig-Bamert, Luzia und Fünffinger, Dagmar und Boos, Daniel und Grippenkov, Jan (2022) *Measuring human factors – a process model for the railway sector*. SIGNAL + DRAHT (114), Seiten 38-45. DVV Media Group. ISSN 0037-4997.