

Julia Gritzbach, Fabian Schlichtherle, Oliver Engels, Wolfram Remlinger

Nutzer:innenzentrierte Konzeption eines Smart Mobility Hubs

1 Einleitung

Der Umstieg auf umweltfreundlicheren Verkehr durch vermehrte Nutzung gemeinschaftlich genutzter Verkehrsmittel, wie beispielsweise des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), ist für einige Nutzer:innen mit Komfortkompromissen verbunden.

Durch eine optimierte bedürfnisorientierte Infrastruktur, inklusive entsprechend gestalteter Innenarchitektur und der Integration neuer Technologien, könnten Komforteinbussen minimiert werden. Sogenannte «Smart Mobility Hubs» (SMHs) sind Verkehrsinfrastrukturbauten, die darauf abzielen, verschiedene Verkehrsmittel und Mobilitätsdienste an zentralen Standorten zu integrieren und zu koordinieren. Diese Hubs dienen zudem als Knotenpunkte für den nahtlosen Übergang zwischen verschiedenen Verkehrsoptionen, wie beispielsweise dem ÖPNV, Shuttle-Bussen, Carsharing, Fahrrädern, E-Scootern und anderen Formen der (Mikro-)Mobilität. Das Bündeln der Mobilitätsformen erleichtert den Wechsel zwischen Verkehrsmitteln und ermöglicht individuelles, flexibles und komfortables Reisen auch bei umweltfreundlicherer geteilter Mobilität.

Durch funktions- und bedürfnisorientierte Auslegung der Hubs können (Innen-)Architekt:innen und Bauingenieur:innen bereits in der Planungsphase die Weichen für eine effiziente, reibungslose und von Nutzer:innen akzeptierte Gestaltung dieser Knotenpunkte stellen. Die konkrete und detaillierte Berücksichtigung der durch diverse Personengruppen und verschiedene Umstiegsszenarien ermittelten Bedürfnisse in der Innenarchitekturplanung erhöht die Wahrscheinlichkeit eines komfortablen Nutzungserlebnisses und eines effizienten Betriebs. Sicherstellung der Usability kann durch ergonomische Auslegung der Räume und des Mobiliars erzielt werden. Passende Ästhetik und Designkonzepte tragen zur Erhöhung des Wohlbefindens bei und gehen somit mit einer Akzeptanzsteigerung einher.

In der industriellen Fabrikplanung ist es üblich, Arbeitsplätze tätigkeitsgerecht und an die dort tätigen Personen angepasst zu gestalten sowie insbesondere auf ihre Erwartungen und Anforderungen einzugehen. Zudem müssen verschiedene Transportwege an den Arbeitsplätzen aufeinander abgestimmt werden. Auch die Gebäudearchitektur sollte sich an den Organisationsstrukturen einer Firma orientieren, um den Anforderungen einer vernetzten und kundenorientierten Arbeitsweise gerecht zu werden (Henn, 2003). Dies betrifft zum Beispiel die Berücksichtigung von Wegen im gewählten Layout für die strategische Platzierung des Mobiliars, wie u. a. Schliessfächer oder Sitzgelegenheiten in Wartebereichen.

Daher ist das Ziel dieses Beitrags, Methoden der ergonomischen Auslegung der Produktentwicklung auf die Konzeption von SMHs zu übertragen. Diese ermöglichen, früh die Bedürfnisse der Menschen, ihre zurückgelegten Wege sowie ihre Kontaktpunkte mit einem Produkt aufzuzeigen und so in die Entwicklung der Innenarchitektur eines SMH einzubeziehen.

2 Stand der Forschung

Im Folgenden wird näher auf die Thematik von SMHs eingegangen. Zudem wird eine kurze Einführung in die Methoden der nutzer:innenzentrierten bzw. bedürfnisorientierten Produktentwicklung gegeben.

Smart Mobility Hub

«Smart Mobility» wird durch das Ziel charakterisiert, Verkehrsabläufe für Nutzer:innen und Mobilitätsbetreiber:innen zu verbessern. Dies kann durch mobile Anwendungen, intelligente Leitsysteme und weitere Massnahmen umgesetzt werden. Ein Mobilitäts-Hub ist ein Standort, an dem multimodale Verkehrsmittel und Mobilitätsservices zusammenkommen. Ein «Smart Mobility Hub» grenzt sich daher durch die Standortwahl, vorhandene Infrastruktur und die in den Planungsprozess mit eingebundenen Interessensgruppen von einem einfachen Mobilitäts-Hub ab. Nach Geurs et al. (2022) müssen zur Kategorisierung als SMH alle Stakeholder sowie Randnutzer:innengruppen ein Mitsprache- und Planungsrecht im Entwicklungsprozess des Mobilitätsknotenpunktes haben und in Anspruch nehmen. Somit wird ein SMH für ein breites Spektrum an Nutzer:innengruppen konzipiert.

Methodisches Vorgehen zu nutzer:innenzentriertem Interior Design

In der Fahrzeuginnenraumentwicklung spielt die Nutzer:innenzentrierung eine besondere Rolle, um Innenräume zu schaffen, die nicht nur einen funktionalen Transport und eine sichere Bedienung ermöglichen, sondern auch, um eine komfortable Benutzer:innenerfahrung zu bieten. Einige Tools, die hierbei Anwendung finden, sind in Abbildung 1 entlang des Produktentwicklungsprozesses dargestellt.

Zu Beginn des Produktentwicklungsprozesses gilt es, die Aufgabenstellung durch Informationsbeschaffung über die Anforderungen an das Produkt im Einzelnen sowie über die bestehenden Bedingungen und deren Bedeutung zu klären (Gericke et al., 2021). Dazu können beispielsweise Nutzer:innenbefragungen bei der Identifizierung der Bedürfnisse und Präferenzen bei der Nutzung des Produktes eingesetzt werden. Aus den gewonnenen Informationen können Personas und User Journeys abgeleitet werden. Personas sind fiktive Nutzer:innencharaktere, die typische Nutzer:innentypen repräsentieren und in der Produktentwicklung verwendet werden, um die Bedürfnisse, Verhaltensweisen und

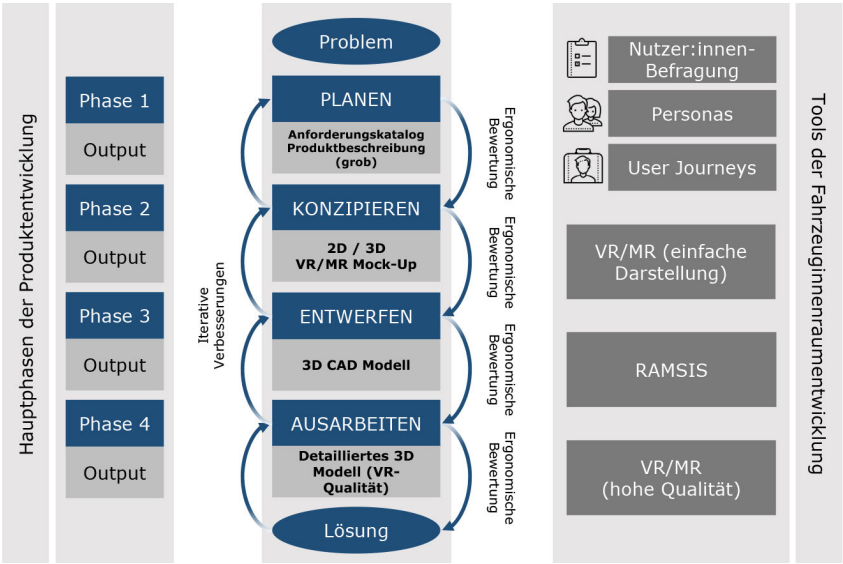


Abbildung 1: Produktentwicklungsprozess und typische Tools der nutzer:innenzentrierten Fahrzeuginnenraumentwicklung.
(Grafik: IKTD Uni Stuttgart, erweitert nach Gericke et al., 2021)

Ziele der potenziellen Nutzer:innen eines Produkts zu repräsentieren. Personas werden erstellt, um ein besseres Verständnis für die Zielgruppe zu entwickeln und Design- und Entwicklungsentscheidungen auf diese Benutzer:innengruppen auszurichten. Sie sind ein wichtiger Bestandteil des sogenannten «User-centered Design»-Ansatzes (Peinert-Elger & Magerhans, 2023). Auch in der Architektur der Mobilitäts-Hubs sind verschiedene Personas zu berücksichtigen. Sind die potenziellen Nutzer:innen identifiziert, kann die Betrachtung von User Journeys weitere Erkenntnisse schaffen. Diese sind exemplarische Darstellungen der Interaktion einer nutzenden Person mit einem Produkt oder einer Dienstleistung über einen bestimmten Zeitraum hinweg. Eine User Journey umfasst mehrere Schritte oder Phasen und kann wichtige Interaktionspunkte, Entscheidungspunkte und Emotionen der Personen hervorheben. Dies ermöglicht, die Bedürfnisse, Erwartungen und Pain Points bei der Nutzung eines Produktes zu verstehen (Geis & Tesch, 2019). Auch in der Ausstattung der Innenräume kann die Berücksichtigung von User Journeys bedürfnisorientierte Designentscheidungen unterstützen, beispielsweise bei der Entwicklung und Gestaltung von Bedienoberflächen und -elementen sowie der Vermittlung von Informationen.

Ausgehend von der ersten groben Produktbeschreibung und dem gebildeten Anforderungskatalog werden verschiedenste Konzepte entwickelt. Zur Entwicklung und Konkretisierung dieser Konzepte wird seit geraumer Zeit Virtual Reality (VR) eingesetzt, deren Anfänge bis in die 1960er Jahre zurückgehen (Rademacher, 2014). Sie bietet Gestalter:innen verschiedenster Disziplinen ein wirkungsvolles Simulationswerkzeug im Produktentwicklungsprozess. Mithilfe dieser Darstellungstechnologie kann bereits in frühen Phasen ein realistischer visueller Eindruck eines späteren Produkts vermittelt werden. So können (Design-)Entscheidungen bzw. Abstimmungen innerhalb verschiedener an der Produktentstehung beteiligter Teams vereinfacht werden. Auch in der Architektur ist die VR-Technologie keine Neuheit, und die steigende Bedeutsamkeit ihrer Anwendung wurde bereits vor über einem Vierteljahrhundert vorhergesagt (Chan, 1997). Insbesondere aufgrund der herausragenden Wichtigkeit des dreidimensionalen Raums in der Architektur lässt sich diese Bedeutsamkeit nicht leugnen (Davila Delgado et al., 2020). In der Phase des Konzipierens können nicht nur erste 3D-Modelle in VR entstehen. Es sind auch 2D-Demonstrationsmodelle, z. B. durch Grundrissprojektionen auf Bodenflächen im Massstab 1:1, einsetzbar oder Formen der Mixed Reality (MR) mittels der Ergänzung von realen Objekten und Möbeln.

Beim weiteren Entwerfen entstehen 3D-CAD-Modellentwürfe. An diesen können bereits rechnergestützt Ergonomieuntersuchungen durchgeführt werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz eines digitalen Menschmodells, wie beispielsweise das «Rechnergestützte Anthropometrisch-Mathematische System zur Insassen-Simulation» (RAMSIS).

Diese Software zur ergonomischen Simulation, die in verschiedenen Branchen, insbesondere in der Automobilindustrie, verwendet wird (Humanetics Digital Europe GmbH, 2023), ermöglicht die detaillierte Modellierung und Simulation des menschlichen Körpers in verschiedenen Umgebungen. Hierdurch werden die Ergonomie und Sicherheit von Fahrzeugen und Arbeitsplätzen optimiert.

Als Ergebnis des weiteren Ausarbeitens kann ein detailliertes VR-Modell vorliegen. Dieses Modell erlaubt sowohl intern als auch extern eine verständlichere Kommunikation des fortgeschrittenen Planungsstands. Zudem ist eine detaillierte Befragung von Nutzer:innen möglich, wodurch ein besonders wertvoller Beitrag zum bedürfnisorientierten Produktdesign geleistet werden kann. Indem Versuchspersonen die Möglichkeit zur virtuellen Erkundung eines SMH-Areals gegeben wird, lassen sich mögliche Schwachstellen oder Defizite durch die Berücksichtigung des Nutzer:innen-Feedbacks identifizieren.

3 Vorstellung des methodischen Vorgehens am Beispiel der Fahrradschnittstelle eines SMH

Die vorhergehend erläuterten Tools werden folgend entlang der Phasen der Produktentwicklung auf die Konzeption der Fahrradschnittstelle eines SMH angewandt. Zunächst erfolgt die Informationsbeschaffung über die Rahmenbedingungen der Konzeption.

Kennzeichnend für jeden Mobilitäts-Hub ist das Vorhandensein mehrerer Verkehrsträger an einem Standort (Geurs et al., 2022). Um die Personas kreieren zu können, ist es daher notwendig, die Verkehrsmodi eines SMH näher zu betrachten. Ausgelegt auf mehrere Modi, wie z. B. «Bus», «Carsharing», «Bahn» und «Fahrrad», ermöglicht ein grosser Mobilitäts-Hub viele verschiedene Wechsel des Verkehrsmittels. Ein kleinerer Hub kann auch lediglich auf den Wechsel von «Bus» auf «Fahrrad» ausgelegt sein. Einen Überblick über verschiedene typische Verbindungen gibt Tabelle 1. «Bus» und «Bahn» können gewöhnlich mit jedem Modus an einem Mobilitäts-Hub gepaart werden (Wolter, 2012). Im Gegensatz dazu gibt es nur selten direkte Verbindungen zwischen einem Taxistand und einem Carsharing-Angebot (ebd.). «Bedingt-typische» Verbindungen treten zwar gelegentlich auf, sind aber nur an speziellen Orten (z. B. Flughäfen) zu finden.

Es sind weitere Verkehrsmodi denkbar, beispielsweise durch die Inklusion anderer Formen der Mikromobilität, wie E-Roller. Gerade bezüglich der kompakten Mikromobilitätsfahrzeuge ist zu berücksichtigen, dass nicht nur ein Wechsel der Personen zwischen den Verkehrsmitteln möglich ist, sondern die Personen zudem zusammen mit den Verkehrsmitteln umsteigen können. Des Weiteren können zukünftig durch neue Technologien wie das automatisierte Fahren weitere Verkehrsmodi einhergehend mit neuen Anforderungen entstehen. Beispielhaft hierfür sind geteilte automatisierte Fahrzeuge (Shared Automated Vehicles, SAV), welche wiederum selbst einer nutzer:innengerechten Gestaltung bedürfen

(Schlichtherle et al., 2023) und demnach aufgrund ihrer unterschiedlichen möglichen Dimensionen eine sorgsame Integration in einen Hub notwendig machen. Für den weiteren Entwurf wird von einem SMH mit allen in Tabelle 1 gezeigten typischen Verkehrsmodi ausgegangen.

Da die Fahrradschnittstelle entwickelt wird, geben Umfragedaten über die Fahrradnutzung Auskunft über die anzunehmenden Mobilitätsanforderungen und potenziellen Nutzer:innen. Alle zwei Jahre wird im Rahmen des «Fahrrad-Monitors Deutschland» (Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH, 2021) das subjektive Stimmungsbild der Radfahrer:innen in Deutschland erhoben. Im Rahmen dieser repräsentativen Online-Befragung wurden im Jahr 2021 3107 Personen zwischen 14 und 69 Jahren im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums befragt. Untersucht werden dabei verschiedene Aspekte des Fahrradverkehrs, darunter die Nutzung von Fahrrädern und Pedelecs, die Sicherheit beim Radfahren und die Einstellungen zur Fahrradinfrastruktur. Die Studie liefert wichtige Informationen und Erkenntnisse, die zur Förderung des Fahrradverkehrs und zur Verbesserung der Fahrradinfrastruktur in Deutschland beitragen sollen. Die Befragungsinformationen werden genutzt, um die im Folgenden vorgestellten Personas und User Journeys zu bilden.

Persona «Pendler:in»: Die Befragung (Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH, 2021) zeigt, dass 22 % der Berufstätigen und Auszubildenden das Fahrrad regelmässig (mindestens ein paar Mal pro Woche) auf dem Weg zur Arbeit/Bildungsstätte nutzen. Junge Menschen (vor allem 20–29 Jahre) und Personen in städtischen Räumen nutzen das Rad häufiger zum Pendeln als andere Personengruppen. Um das Radfahren zur Arbeits- bzw. Ausbildungsstätte attraktiver zu machen, werden unter anderem Reparaturmöglichkeiten wie Luftstation oder Pannenset, sichere Fahrradabstellplätze sowie Dusch- und/oder Umkleidemöglichkeiten von den Befragten angegeben.

User Journey Pendler «Alex»: Alex (26) kommt morgens mit dem Fahrrad zum Hub und sucht nach einem sicheren und überdachten Abstellplatz. Da er anschliessend mit der Bahn zur Universität weiterfährt, möchte er sich umziehen und nutzt daher das Angebot von Dusch- und Umkleideräumen. Zudem deponiert er sein Fahrradequipment in einem Schliessfach. Am Abend kehrt er zum Hub zurück, um sein Fahrrad abzuholen und nach Hause zu fahren. Ab und zu macht er Gebrauch von der Fahrradreparaturstation des Hubs.

Persona «Sportler:in»: Die regelmässige Nutzung (mindestens einmal pro Woche) eines Fahrrads als Freizeitbeschäftigung, wie z.B. zum Sport, gaben 26 % der Befragten an. Zudem haben 30 % der Radfahrer:innen in den letzten zwei Jahren eine Radtour von mindestens einem halben Tag bis zu mehreren Tagen gemacht, dabei zeigt sich eine Kombination mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Insgesamt ist für 60 % der Radfahrer:innen die Mitnahme des Fahrrads in Nah- und Regionalverkehrsügen (sehr) wichtig.

User Journey Sportlerin «Wiebke»: Wiebke (42) entscheidet sich, mit Freund:innen eine längere Radtour auf einer weiter entfernten, besonders idyllischen Route zu unternehmen. Sie kommt mit ihrem Fahrrad zum SMH, um von dort mit der Bahn zum Ausgangspunkt der Tour zu fahren. Sie freut sich über die klar gekennzeichneten Radwege des Hubs und macht im Fahrradbereich einen Halt an der Reparaturstation, um ihren Reifendruck zu kontrollieren. Sie nutzt zudem die Gelegenheit, ihre Trinkflasche am Wasserspender aufzufüllen, bevor sie weiter zum Bahnsteig geht.

Persona «Familie»: Die Anschaffung eines Lastenrades ziehen 12 % der Befragten in Betracht. Insbesondere jüngere Personen zwischen 20 und 39 Jahren und Personen aus Grossstädten zeigen Interesse an Lastenrädern, wobei diese, neben dem Transport von Gütern, mit speziellen Sitzen vor allem auch ideal für den Transport von Kindern geeignet sind. Zudem können sich rund 32 % der befragten Radfahrer:innen vorstellen, ein Leihsystem für Lastenräder zu nutzen.

User Journey Familie «Flink»: Familie Flink, bestehend aus den Eltern Pascale (32) und Paula (33) und ihren zwei Kindern Jonas (6) und Mia (3), plant einen Tagesausflug zu ihrer Familie aufs Land. Sie haben sich entschieden, den SMH zu nutzen, um ihre Reise bequem und umweltfreundlich zu gestalten. Dabei kommen sie mit ihrem Lastenrad und zwei weiteren Fahrrädern zum Hub. Nachdem sie ihr Lastenrad sicher abgestellt haben, suchen sie mithilfe einer «Mobility-as-a-Service»(MaaS)-App, in welche der SMH funktionell eingebunden ist, ihr zuvor reserviertes Sharing-Elektroauto. Am Abend kehren sie zurück, um die Fahrräder abzuholen und nach Hause zu fahren.

Zusätzlich zu den detailliert beschriebenen Personas wird die spezialfahrradfahrende Persona «Maria», die den SMH mit ihrem Handbike besucht, berücksichtigt, um Barrierefreiheit sicherzustellen, sowie der Tourist «Max». Alle genannten Personas und User Journeys sind in Abbildung 2 zusammengefasst.

Die identifizierte bedürfnisorientierte Ausstattung des Fahrradbereichs des Hubs sind: Fahrradparkplätze (mit Ladefunktion) für unterschiedliche Fahrradtypen, eine Reparaturstation, Schliessfächer, Duschen und Umkleieräume, Wegweiser und Markierungen, Fahrradverleih, Lastenradverleih sowie Einbindung in MaaS Apps (inkl. touristischer Informationen). Diese Ausstattungen und die gewonnenen Anforderungen fliessen in der Phase des Konzipierens in die ersten Konzepte ein. Hierzu werden erste Nutzer:innentests durchgeführt, z. B. bezüglich des Parkvorgangs eines Fahrrades.

Aus den Konzepten wird in den nächsten Schritten des Entwickelns ein CAD-Modell erstellt. Dieser Entwurf wird an den durch die User Journeys identifizierten Berührungspunkten der unterschiedlichen Personengruppen mit der Ausstattung des Hubs rechnergestützt ergonomisch untersucht. Da die detaillierte Beschreibung der Untersuchungen aller möglichen

3 Wie lassen sich Bedürfnisse aus einer methodischen Sicht betrachten?

Tabelle 1: Übersicht üblicher Verkehrsmittelkombinationen (adaptiert aus Wolter, 2012)

Verkehrsmittel	Bus / Bahn	PKW	Fahrrad	Taxi	Car-sha- ring	Rent-a- Car	Rent-a- Bike
Bus / Bahn	X	X	X	X	X	X	X
PKW	X	X	0	0	0	0	X
Fahrrad	X	0	X	0	X	X	0
Taxi	X	0	0	X	B	B	0
Carsharing	X	0	X	B	X	0	0
Rent-a-Car	X	0	X	B	0	X	0
Rent-a-Bike	X	X	0	0	0	0	X

Legende: Kombination der Verkehrsmittel: X = Typisch,
B = Bedingt typisch, O = Untypisch

				
Fahrradtypen: • Fahrräder • Pedelecs • Lastenräder • Spezialfahrräder Mobilitätszweck: • Verkehrsmittel • Sportgerät • Transport von Gütern oder Kindern Problematiken: • Abstellsituation • Sicherheitsgefühl • ... (Sinus Institut, 2021) Rent-a-Bike • Nutzung in fremden Städten (Statista, 2017)	ALEX WIEBKE FAMILIE FLINK MARIA MAX	Pendler:in: • Fahrrad/Pedelec • als Verkehrsmittel Sportler:in: • Fahrrad/Pedelec • als Sportgerät Familie: • Lastenrad • Transport von Kindern Spezialfahrradfahrende: • Spezialfahrrad • als Verkehrsmittel Tourist:in: • geliehenes Fahrrad	„Auf dem Weg zur Uni“ • Abstellen/Laden Rad • Weiterreise Person „Radausflug mit der Bahn“ • Transport des Fahrrad/Pedelec zu Regionalverkehr „Familienbesuch zu viert“ • Abstellen/Laden Räder • Weiterreise Person „Mit dem Handbike mobil“ • Abstellen/Laden Spezialfahrrad • Weiterreise Person „Aktive Stadterkundung“ • Anreise Person • Nutzung Fahrrad • Weiterreise Person	Fahrradparkplätze (mit Ladefunktion) Schließfächer Duschen und Umkleideräume Wegweiser und Markierungen Trinkwasserstation Reparaturstation Einbindung in MaaS Apps Barrierefreiheit Fahrradverleih Touristische Informationen

Abbildung 2: Methodisches Vorgehen von Befragungen zu Personas, über User Journeys und ihre Bedeutung für die Fahrradschnittstelle des SMH-Entwurfs (IDE Uni Stuttgart, Icons (icons8, 2023))

untersuchten Berührungspunkte im Rahmen dieses Beitrags nicht möglich ist, werden folgend exemplarisch zwei Anwendungsmöglichkeiten von RAMSIS verdeutlicht.

Die Sichtanalyse wird eingesetzt, um sicherzustellen, dass Informationen an den richtigen Stellen gut wahrnehmbar platziert sind, um die Verständlichkeit und Sichtbarkeit der Beschilderung und Wegmarkierungen zu optimieren. Die Sichtanalyse visualisiert die verschiedenen Sichtfeldgrenzen als quasi konzentrische Kegel mit verschiedenen Durchmessern um den jeweiligen Sichtstrahl (Abb. 3, links) aus der jeweiligen Körperhaltung und mit den Körpermassen der agierenden Persona. Bereiche innerhalb der Kegel können mit unterschiedlicher Qualität visuell wahrgenommen werden, vom peripheren Sehen bis zur Scharfsicht, Objekte ausserhalb werden ohne weitere Blickzuwendung nicht gesehen. Zudem können Verdeckungen durch Objekte analysiert werden. Dabei sind hinsichtlich der Verdeckung von Schildern des SMH vor allem diejenigen Personengruppen mit niedrigem Augpunkt relevant, wie Kinder oder Personen im Rollstuhl.

Einige der Berührungspunkte erfordern eine Bedienbarkeit, wie z.B. die Schliessfächer. RAMSIS ermöglicht eine detaillierte Analyse der Erreichbarkeit mittels Erreichbarkeitsräumen. Diese zeigen den möglichen Bewegungsraum abhängig von ausgewählten Gelenken und Körperpunkten. Ausgehend von einer Bewegung aus dem Schultergelenk zeigt die in Abbildung 3 (rechts) dargestellte Untersuchung, welche Schliessfächer von einer Person im Rollstuhl («Maria») bis hin zu einer grossen Person («Alex») geöffnet werden können.

Das optimierte CAD-Modell des SMH wird nach der weiteren Ausarbeitung in VR detailliert visualisiert (Abb. 4). Mit dem erarbeiteten Entwurf des Fahrradbereichs sind weitere nutzer:innenzentrierte Untersuchungen möglich. Versuchspersonen wird die Möglichkeit zur virtuellen Erkundung des Areals in VR gegeben. Unter anderem wird das Nutzer:innen-Feedback zum Orientierungsdesign oder dem Sicherheitsempfinden abgefragt.

3 Wie lassen sich Bedürfnisse aus einer methodischen Sicht betrachten?

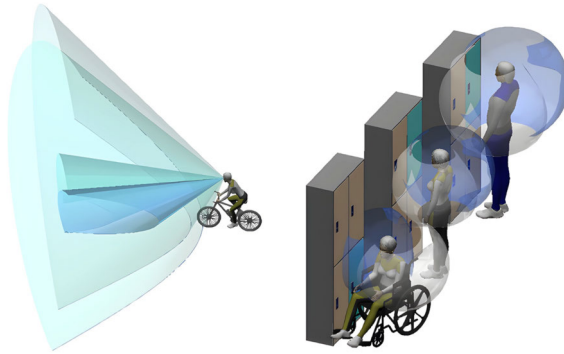


Abbildung 3: Ergonomische Untersuchungen mittels digitalem Menschmodell RAMSIS. (Grafik: IDE Uni Stuttgart)



Abbildung 4: Nutzerzentrierte Auslegung des Fahrradbereichs eines SMH mittels VR-Umgebung. (Grafik: IDE Uni Stuttgart)

4 Fazit

Die Integration ergonomischer Prinzipien in die Innenarchitektur der SMHs ist entscheidend, um nachhaltige und nutzer:innenfreundliche Verkehrsknotenpunkte zu gestalten. Nutzer:innenzentrierung und Berücksichtigung unterschiedlicher Bedürfnisse sind Schlüsselemente für die erfolgreiche Umsetzung. Die Anwendung der aus der nutzer:innenzentrierten Produktentwicklung übertragenen Methoden auf den Entwurf der Fahrradschnittstelle eines SMH hat gezeigt, dass die Tools im Sinne einer bedürfnisorientierten Innenarchitektur einsetzbar sind. Diese verbessert das Nutzungserlebnis und legt den Grundstein für die Akzeptanz der Hubs.

Nutzer:innenzentrierte Produktentwicklung kann zur Schaffung von lebenswerteren und nachhaltigeren urbanen Umgebungen dienen. Eine interdisziplinäre Herangehensweise bietet Potenzial, um soziale und ökologische Auswirkungen urbaner Infrastruktur und Stadtmöblierung wirkungsvoll zu optimieren.

5 Literaturverzeichnis

- Chan, C.-S. (1997). Virtual Reality in Architectural Design. Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 97).
- Davila Delgado, J. M., Oyedele, L., Demian, P. & Beach, T. (2020). A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Advanced Engineering Informatics*, 45, 101122. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101122>
- Geis, T. & Tesch, G. (2019). Basiswissen Usability und User Experience: Aus- und Weiterbildung zum UXQB® Certified Professional for Usability and User Experience (CPUX) – Foundation Level (CPUX-F). dpunkt.
- Gericke, K., Bender, B., Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2021). Grundlagen methodischen Vorgehens in der Produktentwicklung. In B. Bender & K. Gericke (Hrsg.), *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung* (9. Aufl. 2021). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57303-7>
- Geurs, K., Münzel, K., Duran, D., Gkavra, R., Graf, A., Grigolon, A., Hansel, J., Kirchberger, C., Klementsitz, R., Martinez Ramirez, L. & Pappers, J. (2022). A multidimensional mobility hub typology and inventory. *SmartHubs Deliverable D 2.1*.
- Henn, G. (2003). Industry on the move: the architecture of change. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 19(1–2), 3–11. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(02\)00074-1](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(02)00074-1)
- Humanetics Digital Europe GmbH. (2023). RAMSIS Allgemein: 3D-Menschmodell & Ergonomiesimulation. <https://www.human-solutions.com/de/produkte/ramsis-allgemein/index.html>
- Peinert-Elger, C. & Magerhans, A. (2023). *Quick Guide Usability*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-41469-6>
- Rademacher, M. H. (2014). *Virtual Reality in der Produktentwicklung*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-07013-7>
- Schlichtherle, F., Schäffer, M., Tiñena Torres, N. & Remlinger, W. (2023). Bedürfnisorientierte Interieur-Auslegung anhand relevanter Nutzergruppen als Teil nutzergerechter automatisierter Shuttlebusse. In H. Proff (Hrsg.), *Towards the New Normal in Mobility* (S. 1075–1092). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39438-7_61
- Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH (2021). *Fahrrad-Monitor Deutschland 2021: Ergebnisse einer repräsentativen Online-Befragung*.
- Wolter, S. (2012). Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Grossstädten. In H. Proff, J. Schönharting, D. Schramm & J. Ziegler (Hrsg.), *Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität* (S. 527–548). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7117-3_42