

Produktergonomie in Automobil und Nutzfahrzeug: Absicherung der wahrgenommenen Qualität im Fahrzeuginterieur

Susanne FROHRIEP

*GRAMMER AG, Grammer-Allee 2
92289 Ursensollen*

Kurzfassung: Die Interaktion zwischen Nutzer:in und Produkt soll sich durch ein allgemeines Wohlbefinden, Freude an der Nutzung, ununterbrochenen Arbeitsfluss (Flow) und die Abwesenheit von Fehlbedienungen auszeichnen, um Leistung und Nutzerzufriedenheit zu maximieren und gleichzeitig Stress zu minimieren. Dafür hat sich die GRAMMER AG das Leitbild „Perceived Quality“ als Zielsetzung gegeben. Im Entwicklungsprozess für nutzergerechte Produkte im Fahrzeug-Innenraum werden demnach physiologische und psychologische Aspekte entwickelt, bewertet und optimiert. Das Ergo-Innovation Lab der GRAMMER AG bietet dafür Ausstattung und Methoden, und zusätzliche Inhalte werden durch das Forschungspartnernetzwerk abgedeckt.

Schlüsselwörter: Nutzererfahrung, Anwendungsfälle, Nutzer-Produkt-Interaktion, Produktentwicklungsprozess, Prävention, Ergonomie

1. Perceived Quality

Der Begriff "wahrgenommene Qualität" wird definiert als "eine positive Interaktion zwischen Nutzer:in und Produkt in allen relevanten Anwendungsfällen". Diese Interaktion umfasst alle Arten von Wahrnehmungen, wie z.B. visuelle, akustische, haptische, Körperhaltung, Temperatur, etc. Wahrgenommene Qualität und User Experience (UX) sind dabei zwei Seiten einer Medaille. Die DIN EN ISO 9241 definiert die Nutzererfahrung als "Erwartungen, Wahrnehmungen und Reaktionen, die sich aus der Nutzung, der erwarteten Nutzung oder nach der Nutzung ergeben", was sowohl eine positive als auch eine negative Erfahrung sein kann. Die Grundlage des Entwicklungsprozesses zum Erreichen von Perceived Quality ist die Ableitung von Designanforderungen aus dem Verständnis der Nutzer:innen und Use Cases für die jeweiligen Produktanwendungen. Die Bedeutung der wahrgenommenen Qualität bei der Entwicklung von Produkten / Bediensystemen liegt in der Kenntnis der Interaktion von Nutzergruppen mit dem Produkt und der Bandbreite der Nutzerbewertungen, um eine positive Interaktion bei der Produktnutzung zu gewährleisten.

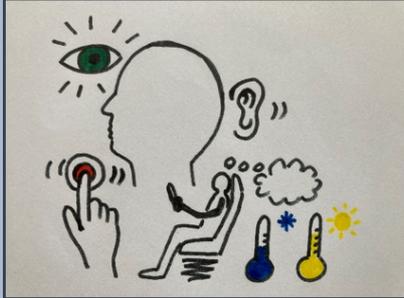
<p>Perceived Quality „eine positive Interaktion zwischen Nutzer: in und Produkt in allen relevanten Anwendungsfällen“</p> <ul style="list-style-type: none">• Das Produkt ansehen• Sich über das Produkt informieren• Darüber nachdenken, das Produkt zu kaufen• Physische Interaktion mit dem Produkt• Körperkraft oder -last aufbringen• An das Produkt denken• Das Produkt berühren• Geräusche, die das Produkt erzeugt, hören• Temperaturwahrnehmung in der Kontaktfläche• Das Produkt bewerten• ...	<p>User Experience nach DIN EN ISO 9241 Teil 11 Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzept</p> <p>"umfasst die Erwartungen, Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die sich aus dem Gebrauch, dem erwarteten Gebrauch oder nach dem Gebrauch ergeben"</p> 
---	--

Abbildung 1: Perceived Quality und User Experience sind zwei Seiten einer Medaille

Um wahrgenommene Qualität zu erreichen, setzt die GRAMMER AG auf einen ganzheitlichen Ansatz mit der Zusammenarbeit der Kompetenzen Design, Usability und Ergonomie in einem global zuständigen Team. Dieser beinhaltet die Berücksichtigung der verschiedenen sensorischen Wahrnehmungskanäle des Menschen sowie die Einbeziehung persönlicher Erfahrungen und Erwartungen.

2. Physiologische und psychologische Entlastung im Operatorsystem

Unter dem Begriff „Operatorsystem“ wird die gesamte Kabinenumgebung verstanden, bestehend aus dem Sitz, den Bedienelementen und anderen Komponenten im unmittelbaren Körperumfeld, die unter unterschiedlichen Personen- und Umweltbedingungen bedient werden. Die Funktion der Stellteile ist es, die Betätigung des Fahrzeugs und seiner Zubehöerteile zu ermöglichen, die des Sitzsystems, den Operator für seine Aufgabenerfüllung zu positionieren, zu stützen und Komfort während der Nutzung zu bieten. Ein gut gestaltetes Operatorsystem stellt Effizienz, Wohlbefinden und Gesundheit der gesamten Nutzergruppe sicher. Alle Elemente des Operatorsystems müssen auf Systemebene in einem ganzheitlichen Ansatz analysiert entwickelt und geprüft werden, um dieses zu gewährleisten.

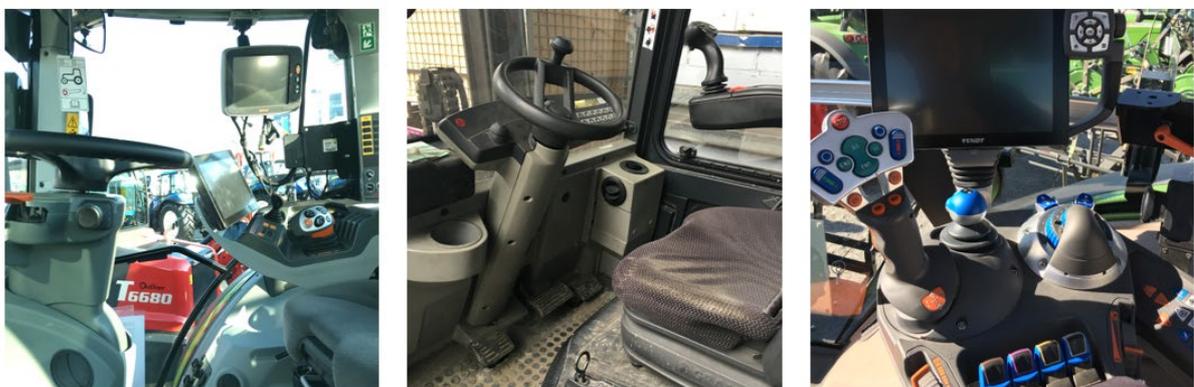


Abbildung 2: Operatorsystem: Die körpernahe Arbeitsumgebung

Im Kontext der Arbeitsmaschine unterliegen Nutzer:innen vielfältigen Anbindungen: der visuellen Ausrichtung auf die Arbeitsaufgabe, der physischen Koppelung mit Stellteilen, der Lastaufnahme und Positionierung durch Sitzsysteme. Durch unter Umständen durch die Arbeitsaufgabe bedingten ungünstigen Körperhaltungen entstehen Belastungen des Körpers, insbesondere der Wirbelsäule. Diese verstärken sich noch unter Vibrationseinfluss: Newell et al. zeigen in einer Laboruntersuchung mit einem handelsüblichen luftgefederten Nutzfahrzeugsitz, dass Reaktionszeiten bei Vibrationseinfluss signifikant länger werden und die Fehlerhäufigkeit ansteigt. Die Auslegung von Sitzen, um den Körper im Arbeitsumfeld zu unterstützen, kann diesen negativen Effekten entgegenwirken.

Geistige Anstrengung resultiert aus der zeitgleichen Verarbeitung vieler Reize, besonders im Zusammenhang mit unter Zeitdruck zu erfolgenden Handlungen. Wenn darüber hinaus eine potenzielle Gefährdung hinzukommt, wie beispielsweise bei der Bedienung großer Arbeitsmaschinen mit in der Arbeitsumgebung vorhandenen Lebewesen, steigt die mentale Belastung noch stärker an. Erfahrene Bediener:innen von Arbeitsmaschinen erleben wesentlich weniger Stress und Frustration als Neulinge. Für die Erledigung notwendiger Aufgaben mit Arbeitsmaschinen ist es am vorteilhaftesten, wenn die Bedienung der Maschine in den Hintergrund tritt, und ohne hohe geistige Anstrengung erfolgen kann. Um diesen Anspruch umzusetzen, werden die Stellteile nach ihrer Wichtigkeit und Nutzungshäufigkeit kategorisiert und unter Berücksichtigung der Usability-Kriterien im Operatorsystem angeordnet. Somit ist das Auffinden der Funktionen für die Nutzer:innen widerspruchsfrei und intuitiv, und die mentale Belastung kann gesenkt werden. Die Auslegung des Operatorsystems nach ergonomischen Kriterien wirkt sich ebenfalls positiv auf die mentale Belastung aus: Sowohl bei vorwärts- als auch rückwärtsorientierten Arbeitshaltungen reduzierte die Nutzung von Armlehnen die subjektiv empfundene Belastung und Beanspruchung signifikant.

3. TEAM DUE: Design, Usability und Ergonomie

Um die auf den Menschen ausgerichtete Entwicklung von Produkten zu gewährleisten, werden die drei Schlüsselbereiche Design, Usability und Ergonomie von Anfang an in der Produktentwicklung einbezogen. Der Vorteil der Zusammenführung dieser Fähigkeiten liegt in ihrem koordinierten Ansatz mit kontinuierlicher Teamkommunikation und zeitnaher Abstimmung. Um ein koordiniertes Vorgehen in der Produktentwicklung zu ermöglichen, wurden gemeinsame Räume durch das Team gestaltet, die die Basis für die jeweiligen Prozessschritte bilden und die Interaktion erleichtern. Die Teamarbeitsplätze sind in einem multifunktionalen Bürobereich gruppiert, an den Funktionsräume angeschlossen sind.

3.1 Designstudio

Im Designstudio wird das Produktdesign auf der Basis der GRAMMER Designsprache entwickelt. Der Prozess beginnt im „*Creative Space*“, in dem Ideen konzeptioniert und zunächst 2D Darstellungen erstellt werden. Im angrenzenden CMF-Bereich werden Materialkompositionen und Farbkonzepte erarbeitet und als Definitionen für das zukünftige Produkt bzw. den jeweiligen Kunden verfeinert. Der gesamte Bereich unterstützt Brainstorming und agile Designaktivitäten.



Abbildung 3: Designstudio am GRAMMER-Campus Ursensollen

3.2 Ergo-Innovationslabor

Das Ergo-Innovationslabor stellt Verfahren und Werkzeuge bereit, um die wahrgenommene Qualität eines Produktes zu bestimmen. Um sie zu quantifizieren, sind Versuchspersonen von grundlegender Bedeutung. Ihre Beteiligung am Prozess beginnt in der "Test Subject Prep Area". Hier werden die Teilnehmer:innen informiert, sie stimmen der Versuchsteilnahme zu, und ihr Zustand und ihre Eigenschaften werden vor dem Test abgefragt und/oder beurteilt. Dieser Bereich ist abgeschlossen und nur begrenzt zugänglich, damit auch Körpermaße und persönliche Informationen erfasst werden können. Außerdem kann dieser Raum für die Prüfung des Produktmikroklimas unter standardisierten Klimabedingungen genutzt werden, d. h. für Temperatur- und Feuchtigkeits-Entwicklung in der Kontaktzone zwischen Produkt und Mensch, zum Beispiel auf Sitzen und an Stellteilen. Darüber hinaus ist dies auch der Raum für die Lagerung von Messgeräten für die Prüfung der wahrgenommenen Qualität in der Nähe des Testbereichs.

Kernstück des Bereichs ist der "Perceived Quality Space", in dem Produkte und Innovationen mit Proband:innen bewertet werden und Testumgebungen für alle Arten von Anwendungen vorhanden sind. Der "Perceived Quality Space" hat drei Funktionen: Erstens ist er ein Raum für umfassende Ergonomie- und Komforttests, zweitens steht er als Erfahrungsraum für alle Mitarbeiter zur Verfügung und drittens kann er für Kunden genutzt werden, um anschaulich zu demonstrieren, wie ihre Belange umgesetzt werden.



Abbildung 4: Abgeschlossener Prüfbereich „Test Cube“ mit variabler Lichtumgebung

Umfangreiche Perceived Quality-Produktprüfungen umfassen Aspekte wie Optik, Haptik, Thermophysiologie und thermische Behaglichkeit, Körperhaltung, Druckverteilung und Druckempfinden, Vibrationswahrnehmung, Usability von Bedien- oder Interaktionselementen und Gesamtkomfort. Für diese Bewertungen werden bildliche Darstellungen des zukünftigen Produktes, Tools oder physische Prototypen verwendet. Im Ergo-Innovationslabor wird auch Komfort-Benchmarking durchgeführt, um die Ergonomie, Usability und den Komfort unterschiedlicher Produkte zu vergleichen.

3.3 Presentation, Usability und Analysis Spaces

Angrenzend an den "Perceived Quality Space" befindet sich der "Presentation and Usability Space", ein Raum zur Aufbereitung, Präsentation und Überprüfung der entwickelten und bewerteten Produkte hinsichtlich Design und Ergonomie, in dem die Muster den jeweiligen Gremien vorgestellt werden. Dieser Raum hat auch eine Doppelfunktion für Gruppenarbeiten zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit und Benutzererfahrung von Produkten. Er ist groß genug, um Fokusgruppen mit bis zu 12 Personen in Interaktion mit den Produkten durchzuführen.

Unmittelbar daneben befindet sich der "Analysis Space", in dem diese Art der Gruppeninteraktion von Ergonomie- und Usability-Expert:innen ohne direkte Einflussnahme beobachtet werden kann. Hier werden auch die erhobenen Daten aufbereitet und ausgewertet. Die Nähe zum Ergonomielabor ermöglicht eine schnelle und genaue Produktanalyse. Diese Räume wurden gezielt so geplant, dass sie eine konsequente Produktentwicklung nach den Grundsätzen der Perceived Quality und der GRAMMER Design-DNA ermöglichen, so dass sie ebenfalls ergonomischen Anforderungen entsprechen, optisch ansprechend sind und den Bedürfnissen ihrer Nutzer:innen entsprechen.

4. Forschungspartnernetzwerk

Ergänzend zu den internen Kapazitäten der Grammer AG stehen internationale Forschungspartner für zusätzliche Inhalte und Kapazitäten zur Verfügung. So sind beispielsweise Menschmodelle für die Entwicklung von Produkten für den globalen Markt, experimentelle biomechanische Verfahren und simulierte dynamische Umgebungen durch eine Reihe von Forschungspartnern zugänglich. Es wurden spezialisierte Partner für die Erforschung der unterschiedlichen Nutzergruppen von Produkten in den Bereichen Kraftfahrzeuge, Lastkraftwagen, Landwirtschaft, Baumaschinen, Materialtransport, Bus- und Bahnfahrer:innen und Fahrgäste identifiziert, die die Produktforschung und -weiterentwicklung unterstützen.

Im Bereich Design wird der Entwicklungsprozess intern vorangetrieben und durch externe Entwicklungspartner unterstützt. Im Usability-Bereich werden hauptsächlich externe Partner für einen neutralen Ansatz zur Produktanalyse und zur Definition der Benutzerbedürfnisse herangezogen. Ein Bereich der laufenden Forschung ist die nutzungsabhängige Nutzertypologie, die darauf abzielt, besser zu verstehen, wie sich die jeweiligen Nutzer:innen und ihre Art der Produktnutzung unterscheiden. In der Ergonomie befassen sich die Partnerforschungseinrichtungen mit der Biomechanik der Wirbelsäule, der Gesundheit und der Prävention. Generell werden Bereiche der mentalen und physischen Eigenschaften des Menschen im Kontext der Mensch-Produkt-System-Interaktion weiter erforscht.



Abbildung 5: „ergomechanics“ Trademark: Markenzeichen der GRAMMER AG für wirbelsäulenfreundliche Produkte

Bereits seit Ende der 1980er Jahre arbeitet die Grammer AG mit Forschungspartnern aus den Bereichen Ergonomie und Biomechanik, kurz "ergomechanics®", zusammen, um Bediensysteme optimal zu gestalten. Die ergomechanics®-Grundlagenforschung untersucht die Mechanismen, die unseren Bewegungsapparat steuern, und konzentriert sich dabei auf die Wirbelsäule und die Erhaltung ihrer Gesundheit. Die Grammer AG hat strategische Partner in der Wirbelsäulenforschung und unterstützt die Grundlagenforschung, die zu einem umfassenderen Verständnis der menschlichen Wirbelsäule führt. Diese Forschung spannt einen weiten Bogen und fördert das Verständnis in der Methodenentwicklung, der Linderung von Wirbelsäulenerkrankungen und der Heilung, um ein tieferes Verständnis des multifaktoriellen Themas Rückenschmerzen zu erreichen. Themen der vergangenen Jahre waren ein besseres Verständnis des menschlichen Wirbelsäulensystems, Wirbelsäulenmodellierung und Wirbelsäulentherapien. Die Ergebnisse der Berliner Charité aus dem Jahr 2011 tragen dazu bei, dass Fahrzeugnutzer nach einer Wirbelsäulenoperation ihr Fahrzeug schneller wieder voll nutzen können. 2016 wurden am Medical College of Wisconsin neue Methoden zur Visualisierung von Bandscheiben-Ernährungsmängeln gefunden, die dazu beitragen können, Ursachen für Rückenschmerzen schneller zu erkennen. Durch kontinuierliche Zusammenarbeit mit unserem Forschungspartnernetzwerk wird gewährleistet, dass aktuelle Forschungsergebnisse bezüglich Wirbelsäulengesundheit, Prävention und Leistungserhalt kontinuierlich in Produkte für den globalen Markt einfließen.

5. Der Validierungsprozess in der Produktentwicklung

Der Validierungsprozess bei der GRAMMER AG beginnt zu Projektbeginn mit der Einbeziehung aller an der Produktentwicklung beteiligten Personen. Die verschiedenen Stakeholder stellen zur Definition des Projektziels die Inhalte aus ihren interdisziplinären Perspektiven dar. Der Designprozess wird gestartet, und Forschungsfragen werden formuliert, um die Ergonomie- und Usability-Inhalte zu adressieren.

Schlüsselfaktoren für die Wahl eines geeigneten Prüfkonzpts sind das Verständnis des Anwendungskontextes des Produkts sowie die fallspezifischen Anforderungen der Nutzer:innen. Die jeweils geeigneten Testmethoden, -kollektive und Bewertungskriterien werden durch die Produktmaturität, die Projektphase und die Bewertungsschwerpunkte bestimmt. Geeignete Probandenkollektive werden in erster Linie aufgrund von anthropometrischen Merkmalen, Erfahrung und / oder Expertise bestimmt und variieren in Abhängigkeit von den Schwerpunkten der Studie. So wird beispielsweise für die Bewertung der Erreichbarkeit von Stellteilen ein repräsentatives Spektrum an Körperlängenmaßen herangezogen, für die Bewertung der Druckverteilung eine Kombination aus Körpermaßen, Körpermasse und Proportionen, und für die Bewertung von Bedienkonzepten und Nutzererfahrungen ist langjährige Berufserfahrung Voraussetzung. Je nach geforderter Überprüfung sind unterschiedliche Niveaus an Probandenwissen erforderlich. Laien können z.B. für die Validierung von Produktdimensionen und thermischen Eigenschaften herangezogen werden, Expertenpanels können Interface-Produktaspekte wie Haptik, Bedienung und Schnittstellenkomfort reproduzierbar bewerten, und professionelle Nutzer:innen sind notwendig, um die Produktnutzbarkeit (Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit) in der Anwendung zu beurteilen.



Abbildung 6: Variables Nutzfahrzeugmockup im Aufbau LKW und Traktor im Perceived Quality Space am GRAMMER-Campus Ursensollen

Die Auswahl geeigneter Testmuster richtet sich nach deren notwendigem Reifegrad für den jeweiligen Untersuchungsinhalt. Schwerpunkte sind u.a., ob die Nutzerakzeptanz neuer Funktionen oder eine detaillierte Tiefenanalyse der Funktionalität gefordert ist. Eine Funktionsskizze kann z.B. zur Akzeptanzprüfung

durch erfahrene Nutzer:innen eingesetzt werden, ein Tool mit variablen Aspekten eines Produktes kann zur Verifizierung von Produktdetails verwendet werden, aber ein voll funktionsfähiger physischer interaktiver Prototyp ist in der Regel notwendig, um Produktergonomie und Usability im Detail zu bestimmen. Je nach Anforderung werden die Testbedingungen von einfacheren statischen Laboraufbauten bis hin zu Feldtests auf Teststrecken oder unter alltäglichen Arbeitsbedingungen realisiert.



Abbildung 7: *Presentation and Usability Space*

Entscheidungen und Genehmigungen von Gremien werden eingesetzt, um den Entwicklungsprozess in Richtung Produktionsphase voranzutreiben. Design-Reviews verifizieren die visuellen Entwicklungsschritte des Produkts in Abstufungen mit Teilnehmer:innen des jeweiligen Produktsegments. Erhobene Ergonomie- und Usability-Daten werden nach standardisierten Verfahren aufbereitet, visualisiert und in den Prozessschritten präsentiert. Die Ergebnisse der Produktvalidierung entsprechen dann entweder den Nutzeranforderungen, oder es werden Iterationen mit Optimierungen des Prototyps in Verbindung mit weiteren Tests gefordert, bis die Kriterien erfüllt und die Produkte freigegeben sind.

6. Beispiel: der Dualmotion-Sitz

Der Dualmotion-Sitz setzt eine ergonomische Innovation ein, um den Rücken zu stützen und die Belastung und Beanspruchung der Fahrer:innen spezifisch für verdrehte Körperhaltungen unter Schwingungsbelastung zu minimieren. Solche Belastungen treten sowohl bei Gabelstaplern als auch bei Bau- und Landmaschinen auf, insbesondere bei Radladern und Traktoren. Es gibt Anwendungsfälle bei der Feldarbeit auf Traktoren, die über 50 % rückwärts orientierte Tätigkeiten mit stark gedrehtem Oberkörper erfordern. Diese Bewegung wird fast vollständig von der Brustwirbelsäule ausgeführt, da die Lendenwirbelsäule nur über eine begrenzte Rotationsfähigkeit verfügt. Um die Belastung durch die verdrehte Haltung zu reduzieren, kann der obere Teil der Dualmotion-Rückenlehne auf einer definierten Kreisbahn nach links verschwenkt werden. Auf diese Weise stützt sie den Rücken in der gedrehten Position und reduziert so die Muskelbelastung. Um die Wirksamkeit der

Dualmotion-Rückenlehne zu überprüfen, wurden von einem Forschungspartner EMG-Messungen und Gelenkwinkelmodellierungen von entsprechenden Körperhaltungen im Labor durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Belastung der Schulter- und Nackenmuskulatur bei Verwendung der Dualmotion-Rückenlehne im Vergleich zu einem Sitz ohne dieses Element um bis zu 30 % reduziert wurde.



Abbildung 8: ECN-Award und Dualmotion Sitz

Die Benutzerfreundlichkeit von Dualmotion wurde in anschließenden Feldversuchen getestet. Zehn Landwirte erhielten Dualmotion-Sitze auf ihre Traktoren, die sie in den folgenden acht Wochen nutzten. Die Dualmotion-Funktion wurde mit einem Logger ausgestattet, um eine Quantifizierung der Nutzung während der landwirtschaftlichen Tätigkeiten zu ermöglichen, und teil-standardisierte Fragebögen erfassten die Bewertung der neuen Funktion durch die Landwirte. Die Ergebnisse zeigten, dass die Dualmotion-Funktion zwischen fünf und fünfzig Mal pro Arbeitstag aktiviert wurde und im Durchschnitt 45 % der gesamten Arbeitszeit genutzt wurde. Die Bedienung und Funktionalität des Sitzes wurden von allen Teilnehmer:innen nach der achtwöchigen Nutzung positiv bewertet, und die Bewertungen hatten sich nach zwölf Monaten, als die Nutzer:innen erneut befragt wurden, nicht wesentlich verändert. Als besonders positiv wurden in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit die Leichtigkeit des Rückwärtsfahrens und die visuelle Aufgabenüberwachung genannt.

Es wurde als wichtig angesehen, diese Funktion durch das Sitzdesign zu visualisieren, einerseits um auf die Innovation hinzuweisen, andererseits um den Nutzern die Funktionalität zu verdeutlichen. Daher wurde die seitliche Drehbewegung durch das Design des oberen Rückenteils angedeutet. Für die verschiedenen Fahrzeuganwendungen wurden unterschiedliche Designs entwickelt.

Für dieses Produkt erhielt die Grammer AG den ECN-Ergonomiepreis.

7. Fazit

Der Produktentwicklungsprozess der Grammer AG hat die "wahrgenommene Qualität" als Leitmotiv definiert. Seine Grundlage ist die Ableitung von Designanforderungen aus dem Verständnis von Nutzer:innen und Anwendungssituationen für die jeweiligen Produktanwendungen. Für ein tiefgehendes Verständnis von Mensch, Produkt und Interaktion ist es notwendig, das

Komforterlebnis und seine Einzelkomponenten, die die ganzheitliche Bewertung ergeben, zu verstehen. Dadurch können in der Produktauslegung Diskomfort und Frustration vermieden, Ermüdungsarmut gewährleistet und Begeisterung erzeugt werden. Die Zusammenführung von Untersuchungsergebnissen wird mit der Zeit ein immer vollständigeres Gesamtbild der Komfortempfindung in verschiedenen Kontexten ergeben. Der Variabilität der Nutzer:innen kann somit immer besser mit einer Produktvariabilität (Einstellbarkeit oder Auswählbarkeit) begegnet werden. Auch in der psychologischen Interaktion tritt Nutzervariabilität auf, beispielsweise im Erfahrungshorizont von Anfängern bzw. Expertenanwendern. Physiologische und psychologische Entlastung wird durch die Einhaltung von Perceived Quality Kriterien in der Produktentwicklung erreicht. Produkte, die nach diesem Prozess entwickelt werden, sind daher optisch ansprechend, entsprechen ergonomischen Anforderungen und erfüllen die Bedürfnisse ihrer Nutzer:innen.

8. Literatur

- DIN (2018), Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO 9241-11:2018); Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:2018, Deutsches Institut für Normung, Berlin.
- Frohriep S (2018) "Perceived Quality als Leitbild in der Entwicklung von Operatorsystemen," Tagungsband 21. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Wieselburg, S. 215 – 221
- Frohriep S (2019) "A Holistic Approach to Operator System Comfort," in: S. Bagnara et al. (Eds.): Psychophysiology in Ergonomics. IEA 2018, AISC 827, pp. 258 – 267
- Frohriep S, Schneider F (2020) "Humans on the move: Collaboration of Ergonomics, Usability and Design in Vehicle Interior Development," Proceedings of the 2020 Aachen Colloquium Sustainable Mobility, pp. 1709 – 1721
- GRAMMER AG Hrsg. (2021) 3. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung – ergomechanics®, Amberg.
- Mansfield N, Naddeo A, Frohriep S, Vink, P (2020) Integrating and Applying Models of Comfort. In: Applied Ergonomics. 82, pp. 1 - 7. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102917>
- Newell G, Mansfield N (2008), "Evaluation of reaction time performance and subjective workload during whole-body vibration exposure while seated in upright and twisted postures with and without armrests," In: International Journal of Industrial Ergonomics 38, 499–508.
- Norman D (2013) The Design of Everyday Things. New York: Basic Books.
- Pheasant S (2003) Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. 2nd Edition. London: Taylor & Francis.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Zeitbezug und Transformation – Ergonomie im Wandel des Fortschritts

Herbstkonferenz der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Ergonomie Kompetenz Netzwerk

23. und 24. September 2021

GfA-Press

**Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
vom 23. und 24. September 2021, Friedrichshafen**

Ergonomie Kompetenz Netzwerk

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2021

ISBN 978-3-936804-30-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Konferenzband

Als Manuskript zusammengestellt. Dieser Konferenzband ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

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

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,

- den Konferenzband 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.

Screendesign und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de