

R. Hörstmeier, A. Weirich, F. Wiegräbe

Die Optimierung von Rollstühlen ist notwendig

Interdisziplinäres Forschungsprojekt „Rollstuhlkomfort“

An Optimization of Wheelchairs is Necessary – Interdisciplinary Research Project “Wheelchair Comfort”

Wie sieht ein optimaler Rollstuhl aus technischer Sicht aus? Welche Vorstellungen haben Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer? Welche Anforderungen stellen Angehörige oder Pflegefachkräfte? Diese und weitere Fragen stehen im Mittelpunkt des aktuellen Forschungsprojektes „Optimierung des Rollstuhlkomforts“ des Fachbereichs Maschinenbau an der Fachhochschule (FH) Bielefeld. Das Forschungsvorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Pflege und Gesundheit der FH Bielefeld – Prof. Dr. Beate Klemme – durchgeführt und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

What does an optimal wheelchair look like from a technical point of view? Which ideas do wheelchair users have? Which demands are made by relatives or nursing staff? These and more questions are the focus of the current research project “Optimization of the Wheelchair Comfort” of the Department of Mechanical Engineering of the University of Applied Sciences Bielefeld. The research project is carried out in cooperation with the Department of Nursing and Health of the University of Applied Sciences Bielefeld – Prof. Dr. Beate Klemme – and is promoted by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

Die steigende Lebenserwartung der Menschen bringt im Bereich Pflege und Gesundheit wachsende Ansprüche hinsichtlich Mobilität und Bewegungskomfort mit sich. Sich ändernde Anforderungen an die technischen Hilfsmittel sind heute nicht nur mit neuen Lösungen verbunden, sie werfen auch viele Fragen nach dem möglichen Nutzen der Technik auf. Die Technologieentwicklung bietet viele neue Hilfsmöglichkeiten an, die es jedoch benutzerorientiert zu gestalten gilt. Universelles Design in Verbindung mit spezifischen technischen Hilfen können hier einen Beitrag leisten.

In Deutschland leben rund 6,6 Millionen schwerbehinderte Personen [1]. Insgesamt liegt der Anteil von Menschen mit Behinderungen in der Gesamtbevölkerung bei rund zehn Prozent. Etwa zehn Prozent der behinderten Menschen wiederum sind Nutzerinnen und Nutzer von Rollstühlen und Rollatoren. Sie alle haben den Wunsch, selbstständig und gleichberechtigt am gesellschaftlichen Leben teilnehmen zu können.

Individualität

Die Diagnose eines Krankheitsbildes stellt nicht zwingend eine logische Grundlage mit allen Informationen für eine Rollstuhlversorgung dar, da sie über die Ressourcen oder Funktionseinschränkungen des erkrankten Menschen nur bedingt eine Aussage treffen kann. Jeder Mensch ist ein Individuum: Körpermaße, persönliche Eigenschaften oder die individuellen Lebensbedingungen sind sehr vielfältig.

Somit erkannte das Team des Fachbereiches Maschinenbau schnell, dass nicht das Behinderungsbild

eine Rollstuhlversorgung bestimmt, sondern die bestehende Leistungsfähigkeit der jeweiligen Nutzerin oder des jeweiligen Nutzers. Es wurde deutlich, dass es keinen Maßstab für Komfort gibt – zumindest nicht im Bereich des subjektiven Komfortempfindens. Aufgrund dieser Feststellung wurde zunächst eine Begriffsbestimmung für Komfort angestrebt.

Definition von „Komfort“

Eine klare Definition des Begriffes „Komfort“ ist gerade im Gesundheitsbereich schwer zu finden, da objektive Aspekte und subjektives Komfortempfinden nicht unbedingt kompatibel sind. Aus diesem Grund hat sich der Projektleiter Prof. Hörstmeier für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Pflege und Gesundheit entschieden. Diese Kooperation ermöglicht eine intensivere Betrachtung der Schnittstelle Mensch und Technik und der daraus resultierenden Anforderung an das „System“ Rollstuhl.

Die bundesweit durchgeführte Befragung von Rollstuhlnutzerinnen und -nutzern, Angehörigen und den unterschiedlichen Fachkräften im Gesundheitswesen hat zum Ziel, Bedürfnisse und Optimierungsvorschläge zum Thema Rollstuhlkomfort aufzuzeigen.

Diese Erkenntnisse sollen einem kunden- und klientenzentrierten Vorgehen bezüglich des weiteren Projektverlaufes dienen.

Aus der technischen Perspektive wurde der Begriff des Rollstuhlkomforts mehrschichtig beleuchtet. Es sind sowohl Untersuchungen von Roll- und Reibvorgängen durchge-

führt worden als auch Testsimulationen zur Erfassung von Bewegungsvorgängen. Die Umsetzung dieser Teilprojekte gestaltet sich zumeist fließend. Zum Teil sind Datenerfassungen und deren Ergebnisse bereits ermittelt worden, zum Teil sind noch Konzepte in der Planung.

Ein weiteres Ziel bei der Begriffsbestimmung war eine umfassende Recherche des aktuellen Standes der Technik. Schnell ergab sich die Erkenntnis, dass eine Vielzahl von Untersuchungen im Bereich der Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge oder anderer Technologien vorliegt. Eine weitere Erkenntnis war, dass diese Werte auf den Gesundheitsbereich nur bedingt übertragbar sind.

Befragung

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde im Zeitraum von August 2006 bis August 2007 eine bundesweite Befragung durchgeführt. Befragte Personengruppen waren neben betroffenen Menschen deren Bezugspersonen oder Angehörige, Sanitätsfachpersonal, Pflegepersonal, Therapeutinnen und Therapeuten sowie Rollstuhlersteller.

Die Befragung wurde mittels Fragebögen durchgeführt, die nach Kontaktaufnahme und Einverständniserklärung durch die Probanden entweder per Post versandt oder persönlich überbracht wurden. Zur Sicherung eines möglichst hohen Rücklaufs wurden die Probandinnen und Probanden sehr eng betreut. Eine besondere Aufmerksamkeit wurde der Befragung der Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer und ihrer Angehörigen beziehungsweise Bezugspersonen geschenkt [2].

Sie wurden gefragt, wo nach ihrem subjektiven Empfinden die Optimierung des Rollstuhlkomforts ansetzen sollte. Insbesondere die erwähnten Berufsgruppen haben eine zentrale Schlüsselfunktion im Prozess der Hilfsmittelversorgung. Ihre Aufgabe ist es, die individuellen Bedürfnisse der Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer zu erfassen und zu berücksichtigen.

Diese Wünsche gilt es, entsprechend der Finanzierungsmöglichkeiten und Rahmenbedingungen im Gesundheitswesen zu integrieren.

Der Fragebogen basierte auf 26 Komfortkriterien und vier Kriterien für die Anpassungs- und Eingewöhnungsphase im Prozess der Rollstuhlversorgung.

Einige dieser Kriterien werden von allen beteiligten Personengruppen übereinstimmend als „ziemlich bis äußerst wichtig“ beurteilt, wie zum Beispiel: körpergerechte, gut angepasste Sitzposition, hohe Kippsicherheit und Fahrstabilität, Vermeidung von zusätzlichen Schädigungen und Beeinträchtigungen

handel eine verbesserte Beratungsleistung im Anpassungsprozess wünschen.

Die Auswertungsergebnisse bezüglich der technischen Weiterentwicklungen von Rollstühlen verdeutlichen, dass innovative Lösungsansätze im Sinne des Fahrkomforts angestrebt werden sollten. Hier wurden beispielsweise Dämpfungs- und Federungssysteme oder verschiedene Anpassungsmöglichkeiten für die Nutzerinnen und Nutzer benannt.

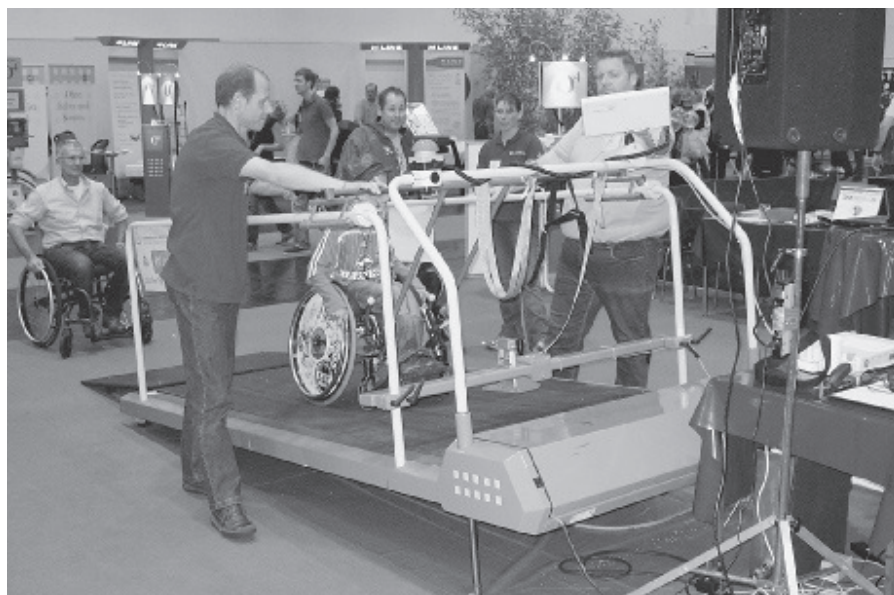


Abb. 1 Ergometer: Auf der RehaCare kam der Rollstuhl auf den Prüfstand.

oder große Wendigkeit und Manövrierbarkeit.

Andere Kriterien sind übereinstimmend als „weniger wichtig“ bewertet worden, wie beispielsweise eine hohe Geschwindigkeit oder eine hohe Beschleunigung.

Speziell bei den Rollstuhlnutzerinnen und Rollstuhlnutzern wurde deutlich, dass es eine große Übereinstimmung hinsichtlich der Komfort-Wünsche gibt.

Auffällig erscheint die befragte Personengruppe aus dem Fachhandel. Hier weichen die Einschätzungen hinsichtlich der kundenorientierten Wünsche von den anderen Befragungsteilnehmern ab. Insbesondere bei der Beurteilung der Kriterien für den Anpassungsprozess ist der Fachhandel eher zurückhaltend und stuft diese schwächer ein als die anderen befragten Personengruppen [2].

Die Auswertung der Befragung zeigt deutlich, dass sich Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer vom Fach-

Technische Parameter

Neben der Befragung hat das Team des Kompetenzzentrums für Bewegungsvorgänge (KfB) im Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Bielefeld die Parameter der Schnittstelle Rollstuhl und Umgebung in den Blick genommen. Hier geht es unter anderem um das Verhalten von Rädern auf verschiedenen Untergründen, beispielsweise auf unterschiedlichen Bodenbelägen. Dies kann auf den Prüfständen des KfB simuliert werden. Die Simulationsbreite reicht dabei von Metallflächen über Fußmatten und Kopfsteinpflaster bis hin zu Bordsteinkanten.

Die programmierbare Steuerung am dynamischen Prüfsystem erlaubt eine vielfältige Einstellung der Prüfparameter wie Geschwindigkeit, Drehrichtungsänderung und variable Fahrzeitintervalle. Um eventuelle Schadensfälle mit dem Rollstuhl zu simulieren, werden

auch individuelle Belastungen nach Norm und nach Forschungsbeziehungsweise Auftragsvorgaben getestet.

Um genaue Aussagen über einen Schadensverlauf machen zu können, müssen die auftretenden Kräfte, die auf einen Rollstuhl im Alltag einwirken, bekannt sein. Dieser Problemstellung hat sich das KfB-Team angenommen und eine Möglichkeit entwickelt, die auftretenden Kräfte und Schwingungen zu erfassen und auszuwerten. Diese Erfassung erfolgt rechnergestützt und ist variabel einstellbar, so dass von der kurzfristigen Messung beispielsweise einer einzelnen Hinderungsfahrt bis hin zur Dauermessung verschiedene Möglichkeiten durchführbar sind. Somit ist es möglich, das Federverhalten und den Rollwiderstand zu ermitteln, um eine optimale Leichtgängigkeit und gleichzeitig ein gutes Fahrverhalten zu entwickeln.

Mess-Aktion

Im Oktober letzten Jahres präsentierte Prof. Hörstmeier und sein Wissenschaftsteam das interdisziplinäre Projekt, das seit 2005 besteht, auf der internationalen Fachmesse RehaCare. Hier wurden Auszüge der Befragungsergebnisse zum ersten Mal veröffentlicht. Das Interesse und die Resonanz waren groß, auf Seiten der Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer und ihrer Angehörigen genauso wie beim Fachpersonal.

Die Fachhochschule Bielefeld bot auf dem Stand des Behinderten-Sportverbandes Nordrhein-Westfalen e. V. (BSNW) die Möglichkeit an, den Fahrkomfort des eigenen Rollstuhls messen zu lassen.

Über einen Sensor an einem Ergometer eines Rollstuhlherstellers konnte der Kraftaufwand ermittelt werden, den eine Rollstuhlfahrerin oder ein Rollstuhlfahrer aufwenden muss, um den eigenen Rollstuhl anzutreiben (Abb. 1). Innerhalb der vier Messetage haben 140 betroffene Menschen das Angebot wahrgenommen. Sie waren zum Teil sehr überrascht, wie leicht oder wie schwergängig sich ihr Rollstuhl im Vergleich zu anderen Rollstühlen fortbewegen lässt.

Aus dem auf der Messe erfassten Fahrwiderstand konnte zusammen

mit den Ergebnissen einer Vier-Punkt-Waage, die die Lastverteilung auf die einzelnen Räder darstellt, der spezifische Rollwiderstand des einzelnen Rollstuhls dargestellt werden. Die gewonnenen Werte weisen eine große Spanne auf, abhängig von Hersteller und Modell. Die Auswertung ist aufgrund der geringen Stichproben nicht repräsentativ, zeigt jedoch deutliche Tendenzen auf.

Der erfasste Rollwiderstandsbeiwert ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig. Die Werte sind zum Beispiel von der Art der Bereifung abhängig. Bei der Datenerfassung stellte sich heraus, dass der Rollwiderstandsbeiwert bei einer Vollgummibereifung höher liegt als bei einer Luftbereifung und somit einen höheren Kraftaufwand für den Rollstuhlnutzer oder die Rollstuhlnutzerin bedeutet.

Eine weitere Abhängigkeit besteht in der Schwerpunktverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse. Der Rollwiderstandsbeiwert reduzierte sich bei einer vermehrten Gewichtsbelastung auf der Hinterachse. Bei den Probandinnen und Probanden zeigte sich im Lastverteilungsverhältnis eine Häufung bei den Einstellungen 50:50 und 70:30.

Interessant sind die Zahlen im Bereich der Abhängigkeiten hinsichtlich der Anzahl der Hilfsmittelversorgungen und der Korrelation zu dem Lastverhältnis zwischen Vorder- und Hinterachse. Bei der Erstversorgung sind Schwerpunkteinstellungen erfasst worden, bei denen die Lastverteilung vorrangig auf der Vorderachse ermittelt wurde. Bei der Zweitversorgung zeichneten sich ähnliche Werte ab, wohingegen bei einer Dritt- oder Mehrfachversorgung eine deutliche Mehrbelastung auf der Hinterachse festgestellt werden konnte. Hier wurden Einstellungen von 71:29 bis zu 90:10 aufgenommen. Gleichzeitig wurde eine Verringerung des Rollwiderstandsbeiwertes gemessen.

Die hier gewonnenen Daten lassen den Rückschluss zu, dass die Rollstuhlnutzerinnen und -nutzer offensichtlich bei zunehmender Mehrfachversorgung eine größere Eigenkompetenz hinsichtlich ihres persönlichen Fahrkomforts entwickeln. Sie werden zu Experten ihrer individuellen Rollstuhlversorgung.



Abb. 2 Filmdreh mit Rollstuhlnutzern in Düsseldorf.

Weitere Veranstaltungen

Mit dem Projekt sind mittlerweile viele unterschiedliche Veranstaltungen besucht worden, angefangen beim 1. Forschungs- und Innovationstag über das interdisziplinäre Forschungskolloquium an der Fachhochschule Bielefeld bis hin zur Präsentation auf dem Innovations Dialog NRW in Essen. Weiterhin ist in Kooperation mit dem Zentrum für Forschungskommunikation (zefo) und dem BSNW in Düsseldorf ein Film realisiert worden (Abb. 2).

Im November 2007 konnte das Projekt „Optimierung des Rollstuhlkomforts“ in Berlin beim Bundesministerium für Bildung und Forschung vorgestellt werden. Von allen Fachhochschulen bundesweit wurden sieben ausgewählte Projekte durch Exponate oder Filmbeiträge präsentiert. Auf der Wissenschaftsshow wurden in Zusammenarbeit mit dem BSNW das Forschungsvorhaben und das zukünftige Vorgehen dargestellt.

Ausblick

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Betrachtung und grundlegende Beschreibung der Parameter des Rollstuhlkomforts für Menschen mit Behinderungen. In diesem Marktsegment liegen in weiten Bereichen noch keine nutzbaren und anerkannten Regeln und Prüf-abläufe vor. Der Einsatz im Gesundheitsbereich bringt aufgrund der Schnittstelle Mensch und Technik spezielle Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Hygiene und Komfort mit sich.

Die direkte Erfassung der Parameter und die Umsetzung in virtuelle oder reelle Modelle bilden hier den

Grundstein. Nach der Projektphase der Ist-Aufnahme sind gemeinsam mit Verbundpartnern Optimierungsansätze und innovative Auslegungsprozesse erarbeitet worden, die immer wieder nach neuen Erkenntnissen geprüft und angepasst werden.

Eine Optimierung der Konstruktionen wird anhand von Simulationsparametern (Computer Aided Testing/CAT, Finite Elemente Methode/FEM) erfolgen, um eine Innovation hinsichtlich des Herstell- und Nutzungsprozesses des „Gesamtsystems“ Rollstuhl zu erhalten.

Bei der Parameteroptimierung wird die professionelle Laborausstattung noch stärker zum Einsatz kommen. Die Erfassung dynamischer und statischer Verhaltensweisen von Rädern und Rollsystemen soll zukünftig mehr in den Blick genommen werden. Die messtechnische Betrachtung und Erfassung von Bewegungswiderständen auf unterschiedlichen Untergründen und Fußbodenbelägen, wie zum Beispiel Teppichböden oder Lino-leum, sind bereits teilweise erfolgt, sollen jedoch künftig mit Koopera-

tionspartnern weiter voran getrieben werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse dienen dazu, die bereits bestehenden Produktentwicklungen zu optimieren, Schäden zu vermeiden und die Technik für den Menschen sicherer und zuverlässiger zu machen. Mehr Komfort und Haltbarkeit bei der Rollstuhltechnik, die sich möglichst individuell am Krankheitsbild beziehungsweise den vorhandenen Ressourcen der Nutzerinnen und Nutzer sowie ihren Wünschen orientiert, sind wichtige Ziele. Die ermittelten Zusammenhänge zwischen Kraft, Flächenpressung und Einfederung aus der statischen Untersuchung ermöglichen eine optimale Anpassung der Räder, damit sie leicht laufen und dennoch ein komfortables Fahrverhalten aufweisen.

ORTHOPÄDIE + REHA-TECHNIK, Leipzig

Dieses Jahr ist das interdisziplinäre Projekt erstmalig auf der Messe ORTHOPÄDIE + REHA-TECHNIK in Leipzig vertreten. Auf dem neuen Hochschulcampus (G 42, Stand 7) werden die bisherigen Veranstaltungen und Ergebnisse des Forschungsvorhabens im Mittelpunkt stehen, dort können sich die Besucher umfassend über das Forschungsprojekt informieren.

Für die Autoren:

Frauke Wiegräbe, BSc.
 Fachhochschule Bielefeld
 University of Applied Sciences
 Fachbereich Maschinenbau
 Am Stadtholz 24
 33609 Bielefeld
www.fh-bielefeld.de/fb3/hoerstmeier

Literatur:

- [1] Adelhoch, U. et al: ABC Behinderung & Beruf, Handbuch für die betriebliche Praxis, Hrsg. Bundesarbeitsgemeinschaft der Integrationsämter und Hauptfürsorgestellen, Wiesbaden, Universum Verlagsanstalt, 2002
- [2] Haverkamp, N.: „Optimierung des Rollstuhlkomforts“, Interner Bericht, Fachhochschule Bielefeld, 2006
- [3] Hörstmeier, R., F. Heims: Technik für Menschen im Hätetest. FH Bielefeld: Internes Konzeptpapier, 2005
- [4] Klemme, B.: Expertenbefragung zum Optimierungsbedarf von Rollstühlen, Fachhochschule Bielefeld, Interner Bericht, 2006
- [5] Röper, I., T. Pohl: Steigerung der Lebensqualität durch eine optimale Hilfsmittelversorgung, praxis ergotherapie 18, 2005
- [6] Singer, R.: Entwicklung von (Test-)Skalen. In: R. Singer, K. Willimczik (Hrsg.), Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden, Hamburg, Czwalina, 2002
- [7] Teutrine, P.: Grundlagen der Rollstuhlversorgung, praxis ergotherapie, 16, 2003