

## **Analyse motorischer und kognitiver Einflussfaktoren auf die Performanz von Zeigebewegungen in einer stereoskopischen Desktopumgebung.**

Ronald MEYER<sup>1</sup>, Alexander MERTENS<sup>2</sup>, Jeronimo DZAACK<sup>1</sup>,  
Christopher M. SCHLICK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University  
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*  
<sup>2</sup> *ATLAS ELEKTRONIK GmbH  
Sebaldsbrücker Heerstr. 235, D-28309 Bremen*

**Kurzfassung:** Natürliche Bedienkonzepte nehmen bei der Gestaltung von neuen Ein- und Ausgabemethoden für die Mensch-Computer-Interaktion eine immer größere Rolle ein. Durch neue Eingabegeräte sind gestische Eingaben auch für dreidimensionale Benutzungsoberflächen auf stereoskopischen Anzeigesystemen umsetzbar, jedoch können durch motorische Einschränkungen des Bewegungsapparates sowie Einschränkungen des räumlichen Vorstellungsvermögens bei der Ausführung von Zeigebewegungen negativ auf die Zeigep Performanz auf virtuelle Objekte auswirken. In einer Studie mit dreizehn Teilnehmern werden Einflüsse der motorischen Leistungsfähigkeit sowie des räumlichen Vorstellungsvermögens auf mögliche Wechselwirkungen mit der Zeigep Performanz untersucht.

**Schlüsselwörter:** virtuelle Realität, Eingabegerät, Handmodell, Ergonomie, Mensch-Computer-Interaktion,

### **1. Einleitung**

Durch neue, freihandgestische Eingabegeräte, die im Desktopbereich in Kombination mit großen, stereoskopischen Displays eingesetzt werden, können Anwendungen mit intuitiv erlernbaren und schnell durchführbaren Eingabemethoden basierend auf freihändig ausgeführten Handbewegungen bedient werden. Technologien wie der Leap Motion Controller (Weichert et al. 2013) werden mittlerweile von Hardwareherstellern als zusätzliches Eingabegerät in Tastaturen und Notebooks verbaut und sind als Eingabegerät mit drei translatorischen Freiheitsgraden einsetzbar. In Kombination mit stereoskopischen Ausgabegeräten sind intuitiv bedienbare Systeme der virtuellen Realität im Desktopbereich umsetzbar.

Freihandgestische Eingabeverfahren mit drei translatorischen Freiheitsgraden sind damit in der alltäglichen Mensch-Computer-Interaktion als natürlich erlernbares Bedienelement nutzbar. Die technologische Umsetzung erfolgt mit der Auswertung von Stereokameradaten über Bildverarbeitungsalgorithmen, die Hände und Arme des Nutzers erkennen. Die Anbringung von zusätzlichen Markern ist dadurch nicht erforderlich, was den Einsatz als zusätzliches dreidimensionales Eingabegerät in stereoskopischen Umgebungen oder vor großen Displays zur Steuerung von Datenanalysesystemen qualifiziert (Nancel et al. 2011)

## 2. Zielsetzung

Dreidimensionale Freihandgesten sind von Nutzern als Eingabemethode in der Mensch-Rechner-Interaktion leicht erlernbar und werden inzwischen als natürliche Interaktion des Menschen mit einem System verstanden (Bowman 2006).

Da Nutzer durch gestische Mensch-Rechner-Interaktion durch freihändige Bewegungen mit drei translatorischen Freiheitsgraden physisch höher beansprucht werden als mit der Eingabe per aufgestützter Hand- und Armapparatur über Tastatur und Maus, muss dies bei der Gestaltung von dreidimensionalen Informationssystemen als zusätzlicher Faktor berücksichtigt werden. Die Feinmotorik des Hand-Arm-Apparates kann dabei die Fähigkeit zu präzisen Zeigebewegungen im dreidimensionalen Raum beeinflussen. Des Weiteren kann ein verbessertes räumliches Vorstellungsvermögen Einfluss auf die Zeigep Performanz bei dreidimensionalen Handbewegungen im virtuellen Raum haben. Vor diesem Hintergrund wurde eine empirische Studie durchgeführt, in der die Faktoren „Motorische Leistungsfähigkeit“, „Räumliches Vorstellungsvermögen“ sowie Zeigep Performanz, gemessen als „Bewegungszeit“ in Millisekunden, auf Korrelation untersucht werden.

## 3. Vorgehensweise

Neun männliche und vier weibliche Versuchsteilnehmer ( $n=13$ ) zwischen 22 und 41 Jahren ( $M=27,23$ ;  $SD=5,83$ ) wurden auf ihre motorische Fähigkeiten, die kognitive Leistung sowie die individuelle Bewegungszeit beim Zeigen auf virtuelle Ziele in einer stereoskopischen Desktopumgebung mit einem virtuellen Handmodell untersucht. Die Versuchsteilnehmer waren ausschließlich rechtshändig und verfügten alle über eine Hochschulzugangsberechtigung.



**Abbildung 1:** *Abbildungsvariante des verwendeten Handmodells: Handmodell als Punktwolke*

Die Versuchsdurchführung war in drei Phasen unterteilt. In Phase eins wurden motorische Leistungsdaten des Versuchsteilnehmers mit der Motorischen Leistungsserie (Neuwirth & Benesch 2004) des Wiener Testsystems erfasst. In Phase zwei führte der Versuchsteilnehmer einen kognitiven Leistungstest zu räumlichem Vorstellungsvermögen auf Basis des „Intelligenz-Struktur-Testes 2000 R“ (Lipmann 2007) durch. Phase drei bestand aus der Durchführung einer Fitts'schen Zeigep Aufgabe (MacKenzie 1992) auf univariate virtuelle Ziele mit einem Handmodell, die in einer in einer stereoskopischen Desktopumgebung platziert waren. Dabei

wurde die Bewegungszeit in Millisekunden gemessen, die während der Bewegungsausführung von einem Referenzobjekt auf kugelförmige Zielobjekte benötigt wurde. Die Versuchsumgebung bestand aus einem 27" stereoskopischen Display mit einem zeilenweise wechselnden Lichtpolarisationsfilter, für die eine entsprechende Kunststoffbrille getragen werden musste, um stereoskopisches Sehen zu ermöglichen. Die Handbewegungen der Nutzer wurden mit dem „Leap Motion“-Sensor erfasst und in das virtuelle System auf ein virtuelles Handmodell übertragen. Die Bewegungszeit wurde in Millisekunden erfasst. Die Leistungsdaten beziehen sich auf eine bestimmte Darstellung des Handmodells (vgl. Abbildung 1) (Meyer et al. 2015).

Die in der motorischen Leistungsserie (MLS) des Wiener Testsystems erhobenen Leistungsdaten zu den motorischen Fähigkeiten der Versuchsteilnehmer wurden nach Fleishman (Fleishman 1962) in die Faktoren „Unruhe“, „Präzision“ und „Geschwindigkeit“ unterteilt. Als weiterer Faktor wurde das Ergebnis des Tests „Räumliches Vorstellungsvermögen“ aus dem „IST 2000 R“ ebenfalls mit ausgewertet.

#### 4. Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt eine deskriptive Analyse der vorliegenden Faktoren. Die Standardabweichung innerhalb der erhobenen Stichprobe deutet grundsätzlich ähnliche Ausführungszeiten innerhalb der Stichprobe an, die motorischen Fähigkeiten innerhalb der Stichprobe weichen jedoch voneinander ab. Neuwirth und Benesch setzen einen Fleishman-Faktor von  $\geq 40$  als Erkennungswert eines motorisch gesunden Versuchsteilnehmers fest (Neuwirth und Benesch 2004).

**Tabelle 1:** Deskriptive Statistik der untersuchten Faktoren (n=13)

	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Bewegungszeit <sub>(ms)</sub>	1911,52	2322,47	2125,38	132,93
Unruhe	45	64	53,46	6,04
Präzision	46	70	54,08	7,12
Geschwindigkeit	42	74	51,00	8,54
Räuml. Vorstellungsvermögen	7	17	11,00	3,24

Die Korrelationsanalyse in Tabelle 2 zeigt eine schwache, negative Korrelation der Faktoren „Bewegungszeit“ und „Räumliches Vorstellungsvermögen“, sowie eine schwache, positive Korrelation der Faktoren „Geschwindigkeit“ und „Räumliches Vorstellungsvermögen“.

**Tabelle 2:** Bivariate Korrelationsanalyse der Einzelfaktoren

	1	2	3	4	5
1 Bewegungszeit (ms)					
2 Unruhe (Mot. Leistungsserie)	-0,01				
3 Präzision (Mot. Leistungsserie)	0,04	0,41			
4 Geschwindigkeit (Mot. Leistungsserie)	-0,19	-0,24	-0,42		
5 Räuml. Vorstellungsvermögen	-0,42	-0,01	0,15	0,31	

## 5. Diskussion und Ausblick

Die dargestellten Ergebnisse zeigen keine signifikante Korrelation des Faktors „Bewegungszeit“ mit den Faktoren „Räumliches Vorstellungsvermögen“ sowie den drei Fleishman-Faktoren „Unruhe“, „Präzision“ und „Geschwindigkeit“. Die Faktoren „Bewegungszeit“ und „Geschwindigkeit“ deuten jedoch auf einen möglichen Zusammenhang mit dem Faktor „Räumliches Vorstellungsvermögen“ hin. Versuchsteilnehmer mit einem guten bis sehr guten räumlichen Vorstellungsvermögen führten dreidimensionale Zeigebewegungen schneller aus und setzten dies auch in der virtuellen Umgebung mit dem virtuellen Handmodell entsprechend um. Da die Stichprobengröße mit  $n=13$  noch gering ist, kann bei einer Vergrößerung der Stichprobe ein deutlicherer Effekt vermutet werden. Im Versuchsaufbau wurde auf die Erhebung von Daten bezüglich der Muskelspannung sowie ermüdungsbedingten Leistungsschwankungen der Versuchsteilnehmer verzichtet, daher gilt es diesen Faktor bei einer Aufbaustudie mit zu erfassen, um ergonomische Aspekte des hier genutzten Eingabeparadigmas noch besser bewerten zu können.

## 6. Literatur

- Apparies RJ, Riniolo TC, Porges SW (1998) A psychophysiological investigation of the effects of driver longer-combination vehicles. *Ergonomics* 41:581-592.
- Bogdan N, Grossman T, & Fitzmaurice G (2014) HybridSpace: Integrating 3d freehand input and stereo viewing into traditional desktop applications. In *3D User Interfaces (3DUI)*, 2014 IEEE Symposium on (pp. 51–58). IEEE.
- Bowman DA (2005) *3D user interfaces : theory and practice*. Boston [u.a.]: Addison-Wesley.
- Fleishman EA, Ellison, GD (1962) A factor analysis of fine manipulative tests. *Journal of Applied Psychology* 46(2): 96.
- Leap Motion Controller (2015) Abgerufen am 14.12.2015: <https://www.leapmotion.com>
- Liepmann D (2007) *Intelligenz-Struktur-Test 2000 R: IST 2000 R*. Hogrefe.
- MacKenzie IS (1992) Fitts' law as a research and design tool in human-computer interaction. *Human-Computer Interaction* 7(1): 91–139.
- Manolova A (2014) System for touchless interaction with medical images in surgery using Leap Motion. In *Proceedings of the 9th INTERNATIONAL CONFERENCE on Communications, Electromagnetics and Medical Applications*: 2–6.
- Nancel M, Wagner J, Pietriga E, Chapuis O, Mackay W (2011) Mid-air pan-and-zoom on wall-sized displays. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 177–186). ACM.
- Neuwirth W, Benesch M (2004) *Motorische Leistungsserie*.
- Weichert F, Bachmann D, Rudak B, Fisseler D. (2013) Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller. *Sensors*, 13(5): 6380–6393.