

Untersuchungsbericht: Ergonomische Bewertung der 3D-Maus

Einführung

In CAD-Programmen kann der Nutzer mit einer 3D-Maus Bearbeitungs- und Steuerungsfunktionen ausführen. Die 3Dconnexion GmbH beauftragte das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), eine wissenschaftliche Studie zur Beurteilung der ergonomischen Vorteile beim Arbeiten mit einer SpaceMouse Enterprise durchzuführen. Gesundheitsbezogene Aspekte wie die Belastung des Hand-Arm-Systems und Auswirkungen auf die Sitzhaltung wurden ebenso untersucht wie Benutzerfreundlichkeit und Nutzererlebnis. Zudem wurde unter Laborbedingungen der Einfluss auf die Produktivität analysiert.

Vorgehensweise

Die Studie setzte sich aus einer Labor- und einer Felduntersuchung zusammen. Die Laborstudie zielte darauf ab, menschliche Faktoren, gesundheitsrelevante Aspekte und die Produktivität zu messen bzw. zu beobachten. An diesem Teil der Studie nahmen 14 Studierende der Ingenieurwissenschaften aus einem CAD-Aufbauseminar der Universität Stuttgart teil. Die Teilnehmer waren durchschnittlich 23 Jahre alt, zwei waren weiblich, zwölf männlich. Alle benutzten die Maus mit der rechten Hand, obwohl nur zwölf von ihnen Rechtshänder waren. Sie verfügten über durchschnittlich zwei Jahre CAD-Erfahrung und keiner von ihnen verwendete zuvor eine 3D-Maus, ausgenommen zu Testzwecken.

Die Teilnehmer erhielten eine standardisierte und randomisierte CAD-Aufgabe, die unter Beobachtung mit einem herkömmlichen Aufbau bestehend aus Tastatur und Maus in NX 10 zu lösen war. Nach einer einwöchigen Schulung mit einer bereitgestellten 3D-Maus wurde eine zweite, ähnliche Aufgabe gestellt, die die Teilnehmer mit einer 3D-Maus lösen sollten. Der Schwierigkeitsgrad der beiden Aufgaben war vergleichbar, für die Lösung waren aber andere Werkzeuge erforderlich. Während der Aufgabenbearbeitung wurden alle Bewegungen und Klicks mit der Maus aufgezeichnet und die Körperhaltung beobachtet (siehe Abb. 1 und 2).



Abb. 1 Beobachtung der Körperhaltung von zwei Teilnehmern beim Bearbeiten einer CAD-Aufgabe

An der Feldstudie nahmen Fachleute teil, die täglich CAD-Software nutzen. Die Teilnehmer waren im Durchschnitt 38 Jahre alt, zwei Frauen, acht Männer, alle Rechtshänder, Ø 14 Jahre CAD-Erfahrung (0,5 bis 30 Jahre), Ø sechs Stunden tägliches Arbeiten mit einem CAD-Programm und vier verwendeten bereits eine 3D-Maus von 3Dconnexion. Die Teilnehmer arbeiteten als Ingenieure, Designer oder Berater.

Dieser Teil der Studie wendete halbstrukturierte Interviews und die standardisierten und validierten Fragebögen SUSⁱ und AttrakDiffⁱⁱ an. Ähnlich wie bei der Laborstudie wurden die beiden Situationen – Arbeiten mit und ohne 3D-Maus – untersucht. Die vier Teilnehmer, die bereits eine 3D-Maus verwendeten, benutzen diese drei Wochen lang nicht mehr. Die sechs Teilnehmer, die zuvor noch nicht mit einer 3D-Maus gearbeitet hatten, erhielten eine SpaceMouse Enterprise. Die Interviews wurden vor und nach dem dreiwöchigen Gerätewechsel geführt.

Ergebnisse

Gesundheit

Es gibt deutliche Anzeichen dafür, dass die Verwendung einer 3D-Maus zu einer gesünderen Sitzhaltung – gerade und durch den Stuhl gestützt – führt. Dies ist dadurch bedingt, dass während des Arbeitens mit einem CAD-Programm beide Arme auf dem Schreibtisch aufliegen (in Abb. 2 beispielhaft an einer Testperson gezeigt). Die Antworten in den Feldinterviews bestätigen die positive Wirkung auf die Körperhaltung.

Da die 3D-Maus Aufgaben übernimmt, die bei einer herkömmlichen Maus mit der rechten Hand ausgeführt werden, wird das rechte Hand-Arm-System wesentlich entlastet.

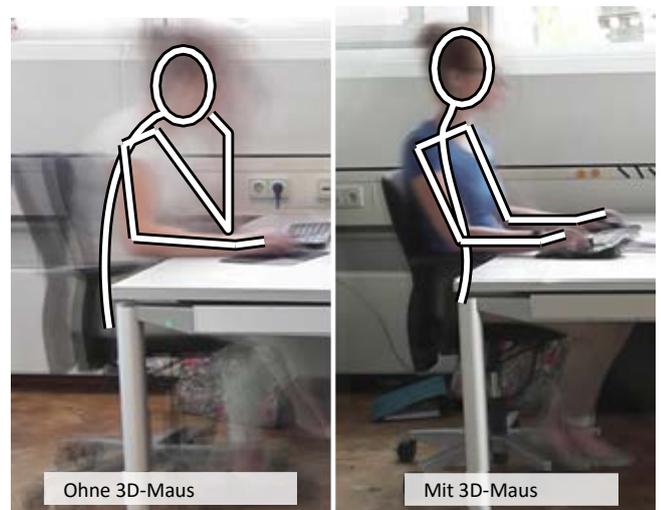


Abb. 2 Veränderte Sitzhaltung

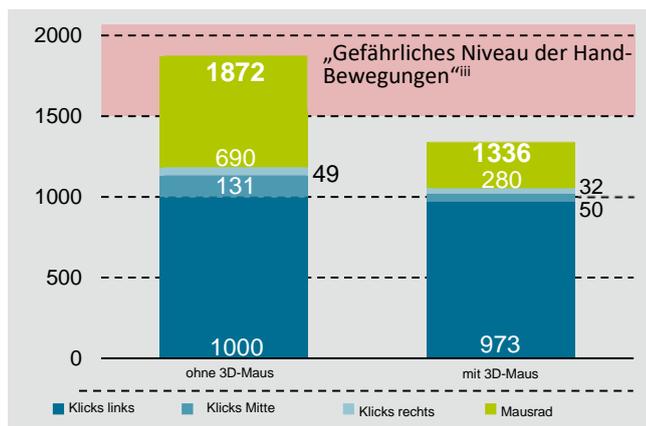


Abb. 3 Fingerbewegungen pro Stunde $t(13) = 2,52, p = 0,028$

Die Anzahl der Mausrad-Bewegungen (die in NX zum Heran- und Herauszoomen des Modells verwendet werden) sinkt beträchtlich ($t(13)=2,52, p=0,028$) und führt insgesamt zu 28,6 % weniger Fingerbewegungen (siehe Abb. 3). Dies verringert die Fingerbewegungen von einem „gefährlichen“ Niveau (über 1500 Bewegungen/Stundeⁱⁱⁱ) auf ein akzeptables Maß.

Die Anzahl der Mausklicks und die mit der Maus zurückgelegte Strecke waren in der Laborstudie nicht wesentlich weniger. Allerdings ist eine Verringerung der Mausklicks und zurückgelegten Strecke in einem beruflichen Umfeld zu erwarten, da die Nutzer die Funktionstasten vermehrt einsetzen und die herkömmliche Maus weniger häufig verwenden, um durch die Menüs des CAD-Programms zu navigieren. Diese Hypothese bestätigte sich bei allen Teilnehmern der Feldstudie. Diese gaben an, dass beide Hände gleichmäßiger belastet werden. Drei Teilnehmer mit Sehnscheidenentzündung im rechten Arm berichteten von einer geringeren Belastung bei Verwendung einer 3D-Maus.

Benutzerfreundlichkeit und Nutzererlebnis

Arbeitsabläufe mit einer SpaceMouse Enterprise in einem beruflichen Kontext erzielten mit einem SUS-Wert von 86,3 ein hervorragendes Maß an Benutzerfreundlichkeit. Im Vergleich dazu war das Maß an Benutzerfreundlichkeit bei herkömmlichen Arbeitsabläufen mit Tastatur und normaler Maus lediglich zufriedenstellend (SUS-Wert: 62,3).

Der AttrakDiff-Fragebogen weist ein sehr hohes Maß an Nutzererlebnis auf. Die hedonische („Ist das Produkt attraktiv?“) und pragmatische („Kann der Nutzer seine Ziele erreichen?“) Qualität sowie die Attraktivität sind für den Endnutzer hoch.

Nach 1,5 Wochen beschrieben fünf von sechs Teilnehmern das Arbeiten mit der 3D-Maus als mäßig schwierig. Nach drei Wochen empfanden es fünf von sechs Teilnehmern als leicht oder sehr

leicht. Die CAD-Erfahrung mit 3D-Maus wurde als „flüssiger“ und „harmonischer“ beurteilt.

Teilnehmer, die zum ersten Mal eine 3D-Maus verwendeten (in der Labor- wie auch in der Felduntersuchung), gaben an, dass die Richtung der Controller-Kappe beim ersten Gebrauch nicht intuitiv war. Für diese Nutzer wären präzisere Anweisungen zur Verwendung der Controller-Kappe der 3D-Maus hilfreich gewesen. Zudem ließe sich die Zuordnung zwischen Funktionstasten und erklärenden Bildzeichen auf dem Gerätebildschirm verbessern, indem der Abstand zwischen den beiden Bereichen verringert würde.

Produktivität

Mit der 3D-Maus ließ sich die Produktivität beträchtlich steigern. Die Zeit, die zum Lösen der randomisierten Aufgabe nötig war, verringerte sich mit 3D-Maus in der Laborstudie um 28 % (von 96 Minuten auf 68 Minuten pro Aufgabe; $t(13)=5,28, p<0,001$). Zwei Störfaktoren beeinflussen dieses Ergebnis möglicherweise in beide Richtungen: Die Testpersonen wurden wahrscheinlich durch die Schulung in der Verwendung des CAD-Programms schneller. Andererseits reicht eine einwöchige Teilzeitschulung nicht aus, um alle Vorteile der 3D-Maus und ihrer Funktionen nutzen zu können, was die Bedienung wiederum verlangsamte.

In einem beruflichen Kontext lässt sich die Produktivität zwischen mehreren Computerarbeitsplätzen verbessern, wenn gezeigt wird, wie sich die persönlichen Einstellungen zwischen den verschiedenen Arbeitsplätzen effizienter übertragen lassen. Für Anfänger sollte die Schulung besser angekündigt werden und detaillierter auf die ersten Schritte eingehen.

Zusammenfassung

Insgesamt führt die SpaceMouse Enterprise zu einer gesünderen Haltung und belastet das dominante Hand-Arm-System weniger. Sie zeichnet sich durch ein hohes Maß an Benutzerfreundlichkeit aus und steigert nachweislich die Produktivität beim Arbeiten mit CAD-Programmen.

Stuttgart, 01.09.2018

Harald Widbroither

Dipl.-Ing. Harald Widbroither,
Head of Human Factors Engineering
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

ⁱ Brooke, J. (1986). SUS: a „quick and dirty“ usability scale. *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis.

ⁱⁱ Hassenzahl, M., Platz, A., Burmester, M. & Lehner, K. (2000). Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. *Proceedings of the CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing*. Den Haag, NL.

ⁱⁱⁱ Salvendy, G. (2012). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc. S. 828-836.