

## **Schnittstelle Kinderhand - Computermaus**

Fritz N., Schröder, I.

### **Einleitung**

Die Anwendung moderner Informationstechnologien gilt heute bereits im Vorschul- und Schulalter als Bestandteil einer zeitgemäßen Bildung und Ausbildung. Es ist daher mittlerweile fast selbstverständlich, dass Kinder einen Computer bedienen. Sie müssen dabei nicht nur lernen, Software zu benutzen, sondern müssen auch mit der Hardware, also dem Computer einschließlich seiner Peripherie, umgehen. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Mensch-Computer-System die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine: die Tastatur und die Computermaus. Für Kinder ist die Computermaus das wichtigste Eingabegerät, doch ihre Formgebung und ihre metrischen Eigenschaften sind an erwachsenen Nutzern orientiert; Computermäuse, die die speziellen Bedürfnisse von Kindern berücksichtigen, sind im Handel kaum erhältlich.

Kinder weisen nicht nur in ihren Körpermaßen regelhaft niedrigere Werte auf als Erwachsene, sondern haben aufgrund des allometrischen Wachstums auch andere Körperproportionen (Flügel et al. 1986). Dies gilt auch für die Kinderhand. Aus industrieanthropologischer Sicht dürfen Kinder also nicht einfach als verkleinerte Erwachsene betrachtet werden, so dass aus der einfachen Größenreduzierung einer herkömmlichen Maus nicht zwangsläufig eine ergonomisch geeignete Kindermaus resultiert. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass falsche Abmessungen und eine ungünstige Gestaltung möglicherweise Fehlhaltungen und Verkrampfungen fördern könnten, die langfristig gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen können.

Die Computerarbeitsplatzsituation ist bei Erwachsenen bereits von verschiedenen Untersuchern mit unterschiedlichen Methoden analysiert worden (z.B: Karlqvist et al. 1994, Harvey et al. 1997, Cook und Kothiyal 1998, Fernström und Ericson 1998, Burgess-Limerick et al. 1999). Videografische ebenso wie elektromyografische Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Handhaltung bei der Benutzung von Computermäusen - insbesondere der Ulnar- bzw. Radialabduktion - große Bedeutung für die muskuläre Belastung im Oberarm-, Schulter- und Nackenbereich zukommt. Unberücksichtigt blieben bisher hingegen Spreizungen der Finger, die bei der Bedienung von Computermäusen relevant sein können.

Vor diesem Hintergrund haben wir zunächst eine Kindercomputermaus entwickelt, die in Größe und Proportionen den kindlichen Händen im wörtlichen Sinne „angemessen“ ist. Anschließend haben wir die Benutzung einer handelsüblichen Computermaus und die Benutzung der Kindercomputermaus

vergleichend untersucht um festzustellen, ob besonders kritische Aspekte der Handhabung Unterschiede aufweisen.

### **Entwicklung einer Kindermaus**

Da eine geeignete Kindermaus nicht zu beschaffen war, haben wir eine Kindermaus konzipiert und als Prototyp in den Versuchen eingesetzt. Dabei sind wir zunächst davon ausgegangen, dass die biologisch gut definierten Größen- und Entwicklungsunterschiede zwischen Kleinkindern und Schulkindern es theoretisch erfordern, mindestens zwei verschiedene Kindercomputermäuse zu planen. Aus technischen Gründen konnten wir zunächst jedoch nur den Prototyp einer Schulkindermaus für die Untersuchung praktisch umsetzen. Bei der Planung sind wir von einer handelsüblichen Computermaus mit folgenden relevanten Abmessungen ausgegangen: maximale Breite 60 mm, maximale Länge 112 mm, maximale Höhe 28 mm, relative Länge der Tasten 35,7 %. Entsprechend der Größen- und Proportionsunterschiede zwischen Kinder- und Erwachsenenhänden haben wir die Länge und die Breite in unterschiedlichem Ausmaß reduziert, die relative Tastenlänge hingegen erhöht. Die Höhe wurde ebenfalls geringfügig erniedrigt; die Anzahl der Tasten wurde auf zwei festgelegt. Schließlich fertigten wir eine entsprechend kindgerechte Mausoberschale aus Glasfaser, die auf eine handelsübliche Unterschale montiert und in dieser Form in den Versuchen verwendet wurde.

### **Material und Methoden**

An der Untersuchung haben insgesamt 126 Mädchen und Jungen im Alter zwischen 3 und 10 Jahren teilgenommen, deren Eltern eine Einverständniserklärung gegeben hatten. Die Kinder wurden in insgesamt vier Gruppen eingeteilt:

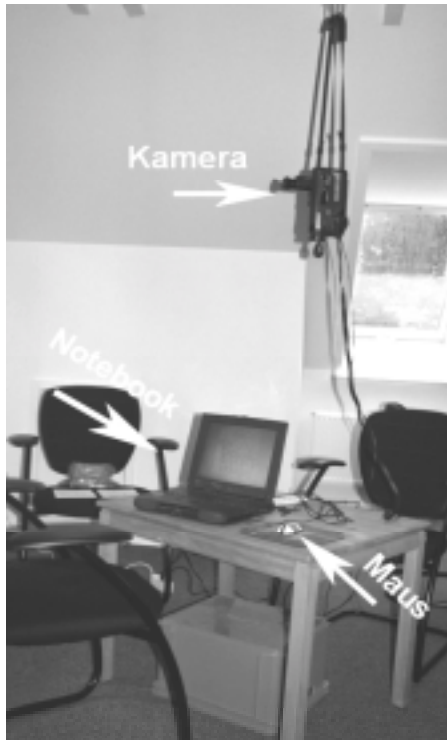
**Gruppe 1:** 28 Kinder im Vorschulalter, die eine handelsübliche Erwachsenenmaus benutzen

**Gruppe 2:** 23 Kinder im Grundschulalter, die eine handelsübliche Erwachsenenmaus benutzen

**Gruppe 3:** 34 Kinder im Vorschulalter, die den Prototyp der Kindermaus benutzen

**Gruppe 4:** 41 Kinder im Grundschulalter, die den Prototyp der Kindermaus benutzen.

Die Handhabung der verschiedenen Computermäuse wurde mit einem mobilen Versuchsaufbau in mehreren Kindergärten und Grundschulen untersucht (siehe Abb. 1). Den Kindern wurde die Aufgabe gestellt, an dem Notebook mit Hilfe eines Malprogramms eine vorgegebene Figur mit der Maus auszumalen. Die Tasten der Computermäuse wurden in Abhängigkeit von der Altersgruppe der Kinder mit unterschiedlichen Funktionen ausgestattet. Die Vorschulkinder hatten die Möglichkeit zwischen zwei Farben zu wählen, den Schulkindern stand hingegen eine 8-Farben-Skala zur Verfügung. Die Tastatur des Notebooks wurde während des Versuchs abgedeckt, so dass die Tasten nicht zur Verfügung standen. Die Gesamtdauer des Versuchs wurde auf fünf Minuten beschränkt, von denen später nur die dritte Minute ausgewertet wurde. Die Bedienung der Computermaus wurde in Anlehnung an die von Karlqvist et al. (1994) und Burgess-Limerick et al. (1999) verwendete Methode von oben mit einer Kamera aufgezeichnet und anschließend digital ausgewertet.



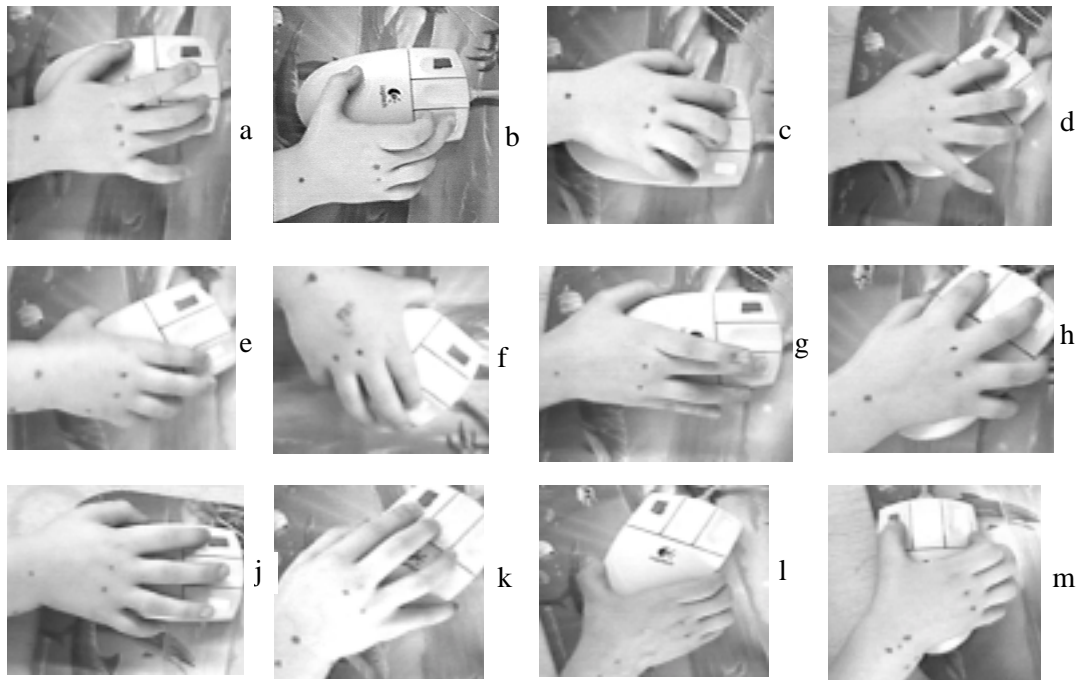
**Abb. 1:** Der mobile Versuchsaufbau bestand aus dem Arbeitsplatz mit dem Computer und einer darüber aufgehängten Kamera. Um eine gute Sitzhaltung für die Kinder zu gewährleisten, wurden die Füße mit unterschiedlich großen Kisten unterstützt, gegebenenfalls wurde auch die Sitzfläche durch das Unterlegen von Kissen erhöht.

Um die Bewegungen leichter verfolgen und die Winkel besser messen zu können, wurde die dorsale Seite der rechten Hand vor Beginn der Aufgabe am Computer mit drei Markierungen versehen: Ein Punkt wurde auf das Mittelfingergrundgelenk gesetzt, der zweite kennzeichnete die Mitte des Handgelenks und der dritte wurde in der Verlängerung der Linie zwischen den beiden ersten Punkten auf dem Unterarm markiert.

In einem ersten Versuchsabschnitt wurde die Bedienung einer handelsüblichen Drei-Tasten-Maus (Logitech M/N:M-S35) bei beiden Altersgruppen untersucht. In einem zweiten Versuchsabschnitt wurden dann die entsprechenden Versuche mit dem Prototyp der Kindermaus durchgeführt. Anschließend wurden die Videoaufzeichnungen der Mausbedienung am Computer ausgewertet. Dabei wurden für jeden Probanden aus der dritten Minute des Versuches jeweils dreißig Einzelbilder (in Abständen von 2 Sekunden) ausgewertet. Gemessen wurden die Winkel zwischen dem 2. und 3., dem 3. und 4. sowie dem 4. und 5. Finger. Außerdem wurde der Grad der Ulnar- bzw. Radialabduktion ermittelt. Aus den jeweils dreißig Einzelwerten wurde für jeden Probanden ein Durchschnittswert berechnet. Außerdem wurde anhand der Videoaufzeichnungen festgestellt, ob die Kinder während der Benutzung der Maus das Handgelenk und den Unterarm auf der Arbeitsfläche abstützten und ob die Handfläche auf der Maus lag.

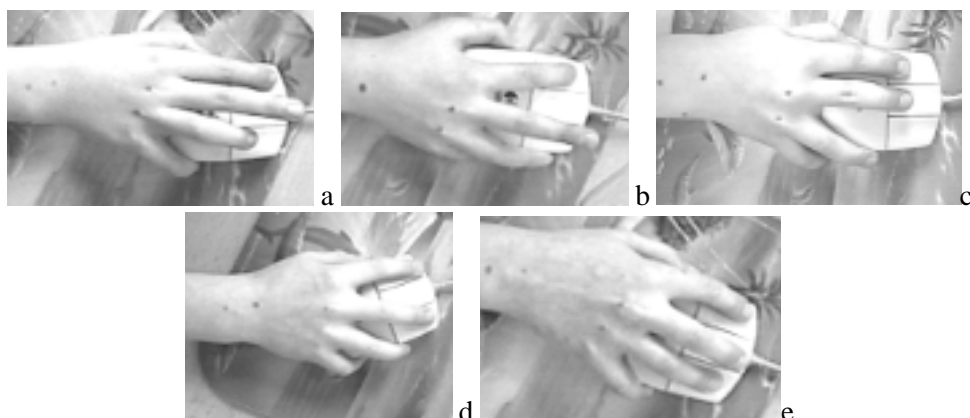
## Ergebnisse

Ein erstes bemerkenswertes Ergebnis zeigt sich bereits bei dem Spektrum möglicher Handhaltungen bei der Bedienung der Computermäuse. Speziell die Gruppe der Vorschulkinder zeigt bei Benutzung der herkömmlichen Erwachsenenmaus eine außergewöhnlich große Variationsbreite. Einige der Bedienungsstrategien der Kinder sind in Abb. 2 dargestellt.



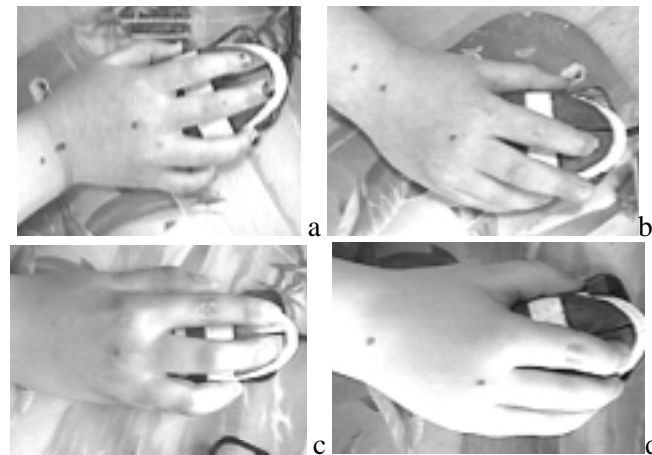
**Abb. 2:** Bei Verwendung einer handelsüblichen Computermaus für Erwachsene zeigen Vorschulkinder eine unerwartet große Variation von Handhaltungen und Bewegungsstrategien.

Die Abb. 2 b und 2 l zeigen beispielsweise, dass die kleinen Kinderhände häufig ganz überwiegend neben der Maus liegen statt den Mauskörper zu umfassen. Die Abb. 2 m zeigt, wie ein Kind die linke Maustaste mit dem Daumen und die rechte mit dem Zeigefinger bedient. Auf Abb. 2 h ist zu erkennen, dass ein extrem großer Winkel zwischen dem 2. und dem 3. Finger entsteht, wenn ein Kind versucht, die linke Maustaste mit dem Zeigefinger und die rechte Maustaste mit dem Mittelfinger zu bedienen. Häufig ruhen auch zwei Finger auf einer Taste, wie beispielsweise in Abb. 2 a und f zu erkennen ist. Demgegenüber ist die Variationsbreite in der Gruppe der Schulkinder schon deutlich geringer (siehe Abb. 3).



**Abb. 3:** Beispiele für verschiedene Handhaltungen von Kindern im Grundschulalter bei Verwendung einer Computermaus für Erwachsene.

Bei der Benutzung der Kindermaus hingegen zeigt sich, dass in beiden Altersgruppen nur noch zwei Handhaltungen zu beobachten sind, die deutlich weniger ungenau erscheinen als bei Verwendung der Erwachsenenmaus. In Abb. 4 sind diese Handhaltungen bei den Vorschul- und Schulkindern dargestellt.



**Abb. 4:** Bedienung der Kindercomputermaus. Sowohl bei den Vorschulkindern (a, b) als auch bei den Grundschulkindern (c, d) treten nur noch zwei Handhaltungen bei der Bedienung der Maus auf. Entweder wird die linke Maustaste mit dem Zeigefinger und die rechte mit dem Mittelfinger bedient (a, c) oder es werden beide Maustasten mit dem Zeigefinger bedient (b, d).

Auch die metrische Auswertung weist auf deutliche Unterschiede nicht nur zwischen den Altersgruppen, sondern vor allem zwischen den beiden verwendeten Computermäusen hin. In Tab. 1 sind die untersuchten Winkel dargestellt, und es ist deutlich zu erkennen, dass in beiden Altersgruppen die Zwischenfingerwinkel und die Ulnar-/Radialabduktion bei Verwendung der Kindermaus deutlich geringer ausfallen. Alle diese Unterschiede sind signifikant.

**Tab. 1:** Durchschnittliche Zwischenfingerwinkel und Ulnar-/Radialabduktion (jeweils in Winkelgraden) in beiden Altersgruppen bei Verwendung der verschiedenen Computermäuse

Winkel	Vorschulkinder		Grundschulkindern	
	Erwachsenenmaus	Kindermaus	Erwachsenenmaus	Kindermaus
Finger II und III	15,9	5,5	15,0	5,8
Finger III und IV	13,5	2,6	15,3	2,6
Finger IV und V	17,7	1,3	17,2	0,3
Ulnar-/Radialabduktion	10,1	7,4	10,8	7,0

Auch die Auswertung der Abstützung von Handballen, Handgelenk und Unterarm zeigt deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von der verwendeten Computermouse. In Tab. 2 ist dargestellt, wie viel Prozent der Probanden in den untersuchten Gruppen das Handgelenk und den Unterarm auf der Arbeitsfläche abstützen bzw. den Handballen auf die Maus legen konnten.

**Tab. 2:** Unterstützung von Hand und Unterarm in den beiden untersuchten Altersgruppen in Abhängigkeit von der verwendeten Computermaus

Art der Abstützung	Vorschulkinder		Grundschul Kinder	
	Erwachsenenmaus	Kindermaus	Erwachsenenmaus	Kindermaus
Unterarm auf dem Tisch	0 %	70,6 %	47,8 %	100 %
Handgelenk auf dem Tisch	10,7 %	100%	21,7 %	100 %
Handballen auf der Maus	82,1 %	100%	91,3 %	92,7 %

Es zeigte sich, dass die kindgerechte Maus in beiden Altersgruppen die Abstützungsmöglichkeiten für Handgelenk und Unterarm gegenüber der Erwachsenenmaus signifikant erhöht.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Untersuchung hat gezeigt, dass zahlreiche Charakteristika der Handhaltung deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von den metrischen Eigenschaften der verwendeten Maus aufweisen. Wir gehen davon aus, dass die offensichtlich verbesserten Abstützungsmöglichkeiten für Hand und Arm vor allem bei längerfristiger Computerbenutzung ein ermüdungsfreieres Arbeiten mit der Maus ermöglichen. Voraussetzung ist dabei selbstverständlich, dass die übrigen Rahmenbedingungen (z.B. Abstand zum Computer, Tischhöhe, Sitzhöhe etc.) insgesamt angemessen gestaltet sind.

Auch die in dieser Untersuchung festgestellte Reduktion der Zwischenfingerwinkel durch Verwendung der Kindermaus ist positiv zu bewerten, da sich starke Spreizungen der Finger bis in die Handgelenke und Unterarme hin auswirken können. Ähnliches gilt auch für die Handgelenksstellung, da bereits nachgewiesen wurde, dass eine starke Ulnar- bzw. Radialabduktion bei der Computerbedienung zu höherer Muskelspannung in der gesamten oberen Extremität führt (Harvey und Peper 1997, Cook und Kothiyal 1998).

Es erscheint uns angesichts des unaufhaltsamen Einzugs des Computers in Kinderzimmer und Schulklassen erforderlich, dem Problembereich "Kind am Computer" verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen und weitere geeignete wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen. Gerade bei jüngeren Kindern sollte nicht nur darauf geachtet werden, wie viel Zeit ein Kind vor dem Computer verbringt, sondern es müssen auch kindgerechte ergonomische Rahmenbedingungen geschaffen werden.

### Literaturverzeichnis

Burgess-Limerick, R.; Shemmell, J.; Scadden, R., Plooy, A. (1999): Wrist posture during computer pointing device use. *Clinical Biomechanics* 4, 280-286

Cook, C.J.; Kothiyal, K. (1998): Influence of mouse position on muscular activity in the neck, shoulder and arm in computer users. *Applied Ergonomics* 29, 439-443

Fernström, E.; Ericson, M.O. (1997); Computer mouse or trackpoint-effects on muscular load and operator experience. *Applied Ergonomics* 28, 347-354

Flügel, B.; Greil, H.; Sommer, K. (1986): *Anthropologischer Atlas*, Berlin: Tribüne-Verlag

Harvey, R; Peper, E. (1997): Surface electromyography and mouse use position. *Ergonomics* 8, 781-789

Karlqvist, L.; Hagberg, M.; Selin, K. (1994): Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse use. *Ergonomics* 3, 1261-1267

**Anschrift der Autorin:**

Priv. Doz. Dr. Inge Schröder  
Anthropologisches Institut  
Christian-Albrechts-Universität Kiel  
Olshausenstr. 40-60  
24098 Kiel  
[i.schroeder@anthropol.uni-kiel.de](mailto:i.schroeder@anthropol.uni-kiel.de)