

Ergonomische Gestaltung von alphanumerischen Tastaturen

(W. Hüting, M. Nakaseko, R. Gierer, E. Grandjean)

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich, 8092 Zürich

1. Einleitung

Die heute verwendeten alphanumerischen Normtastaturen an Schreibmaschinen und Computerterminals sind identisch mit den im Jahre 1888 am weitesten verbreiteten und anlässlich eines Stenographenkongresses erhobenen Einheitstastaturen. Die Tastaturbedienung dieser Normtastaturen erfordert Zwangshaltungen. So muss man, um die parallelen Tastenreihen bedienen zu können, folgende Körperhaltung einnehmen:

- Streckung der Oberarme nach vorne
- Anwinkelung im Ellenbogen
- Innendrehung der Hände
- laterale Abwinkelung des Oberarmes
- laterale Abwinkelung der Hände.

Dies bedeutet für die beteiligten Muskeln eine dauernde statische Beanspruchung, die im Schultergürtel besonders ausgeprägt ist, da die Arme beim Schreiben nicht abgestützt werden können. Diese Tatsache hat die Standard Telephone und Radio AG und uns veranlasst, der Frage nachzugehen, ob ergonomisch richtig gestaltete Tastaturen eine Reduktion von Zwangshaltungen bewirken können. Die gleiche Frage haben sich schon verschiedene Autoren gestellt, die durch zwei Tastaturhälften jeder Hand eine komfortable Haltung gewährleisten wollten.

2. Voruntersuchungen an Tastaturarbeitsplätzen

Die empirische Entwicklung einer ergonomischen Tastatur haben wir in mehreren Schritten aufgeteilt.

In Felduntersuchungen an 119 numerischen Dateneingabe-Arbeitsplätzen ermittelten wir Ursache-Wirkung-Beziehungen zwischen den beobachteten Zwangshaltungen und deren Beziehung zur Beschwerdebhäufigkeit. Je grösser der Ellenbogenwinkel bei nicht abgestützten Armen und die ulnare Abduktion der Hände waren, je häufiger waren die Beschwerden.

In einem zweiten Feldversuch untersuchten wir die Körperhaltungen bei 240 Bildschirm- und Textverarbeitungsarbeitsplätzen. Ein Drittel dieser Angestellten wies pathologische Befunde in den oberen Extremitäten auf. Ein Teil der Beschwerden liessen sich auf die Gestaltung der Normtastatur zurückführen. So ermittelten wir mit der Zunahme der ulnaren Abduktion der Hände vermehrte pathologische Befunde in den Vorderarmen. Je seltener Arme und Hände abgestützt wurden, je häufiger waren die Beschwerden in den oberen Extremitäten.

3. Laborversuche mit motorisch verstellbaren Halbtastaturen

Zehn geübte Tippistinnen beurteilten ihr Komfortempfinden nach einem kurzen Schreibtest an den individuell bevorzugten Einstellungen der Halbtastaturen. Die wichtigsten Resultate waren:

- mehrheitlich positive Beurteilung der Vorderarm-Handauflage
- Oeffnungswinkel zwischen den Halbtastaturen: gut = 25°, tolerierbar = 35°
- laterale Neigung der Halbtastaturen: gut ≈ 10°
- Abstand zwischen den Halbtastaturen (zwischen den Tasten G und H): gut = 10 cm, nicht mehr tolerierbar > 20 cm.

4. Laborversuche I. mit drei Halb- und zwei Normaltastaturen

Die Auswirkungen von Halb- und Normaltastaturen (Abb. 1) auf die Körperhaltung und das Wohlbefinden wurde bei 45 min. Tastaturarbeiten an 20 Vp untersucht.

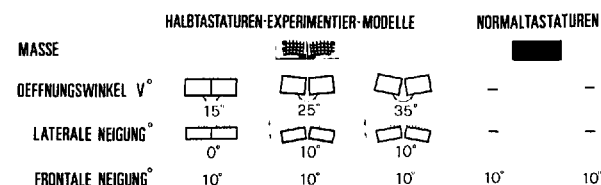


Abb. 1: Gestaltung der fünf Tastaturen. Ausser bei einer Normtastatur, wiesen alle Modelle eine grosse Abstützfläche auf.

Die wichtigsten Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- bevorzugte Tastaturhöhen 79-84 cm
- bevorzugte Tastaturhöhen bei Halbtastaturen 4-5 cm höher als bei Normaltastaturen
- Bei der Schreibarbeit mit Vorderarm-Handabstützflächen war der Rumpf mehr zurückgeneigt und die Arme wurden höher gehalten.
- Die ulnare Abduktion der Hände betrug bei Halbtastaturen mit 25° und 35° Oeffnungswinkeln nur 4°, während sie bei den anderen beiden Tastaturen 15-17° betrug.

Die Beurteilung der 5 Tastaturen ist in der Tabelle 1 aufgeführt und zeigt, dass die Halbtastatur mit L° = 10° und V° = 25° bevorzugt wurde.

Tastaturmodelle		Vp	%
lateraler Neigungswinkel (L°)	Oeffnungswinkel (V°)		
0°	15°	20	25
10°	25°	20	55
10°	35°	20	5
Normtastatur mit Abstützfläche		20	15
Normtastatur ohne Abstützfläche		10	10

Tab. 1: Prozentsatz der im 1. Rang eingestuftten Tastaturen.

5. Untersuchung des Abstützdruckes und des Wohlbefindens bei 3 Tastaturmodellen

In Laborversuchen II. arbeiteten 31 geübte Tippistinnen je 30 min. an einer Halbtastatur mit grosser (Abb. 2) und kleiner Vorderarm-Handauflage und einer Normtastatur mit grosser Abstützfläche.

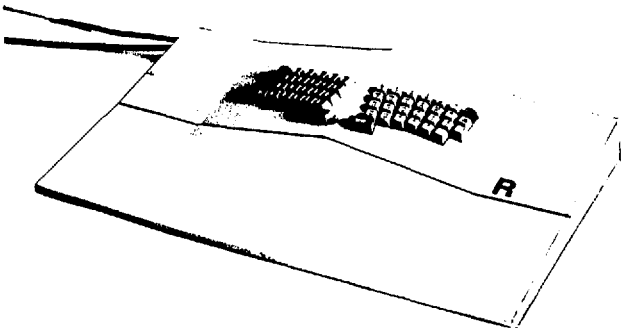


Abb. 2: Halbtastatur mit grosser Vorderarm-Handauflage

Die Schreibleistung, der ausgeübte Druck auf die Abstützfläche sowie die Selbsteinstufung des Wohlbefindens während der Versuche wurden parallel registriert und ausgewertet.

Die Anspannungen in den oberen Extremitäten nahmen mit der Dauer der Tastaturbedienung laufend zu. Nach 15-20 min. fühlten sich die Vp an der Halbtastatur mit grosser Abstützfläche etwas entspannter als an der Normtastatur mit grosser und der Halbtastatur mit kleiner Abstützfläche. Der ausgeübte Druck während der Tastaturbedienung ist in Abb. 3 aufgeführt.

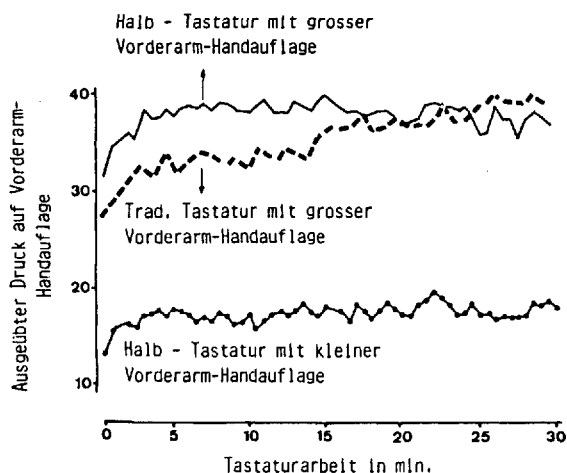


Abb. 3: Ausgeübter Druck auf Abstützflächen bei der Tastaturarbeit. \bar{x} aus 31 Versuchen; Druck in N.

Die beiden Modelle mit der grösseren Abstützfläche bewirken ein stärkeres Abstützen, was eine Entlastung des Schultergürtels und des Rumpfes bedeutet.

6. Feldversuche mit Halbtastaturen

In einem letzten Schritt untersuchten wir die Akzeptanz von Halbtastaturen unter praktischen Bedingungen bei 20 Vp an Bildschirmarbeitsplätzen während 2 Wochen.

Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 75% bevorzugten Halbtastaturen
- alle Vp beurteilen die Vorderarm- Handauflage nach 14 Tagen positiv
- fast alle Vp konnten nach 14 Tagen mit abgestützten Vorderarmen die Tastatur bedienen und fanden dies bequem
- 90% der Vp beurteilen die taktile und visuelle Orientierung bei den Halbtastaturen nach 10 Tagen als einfach, was als eine Gewöhnung interpretiert werden kann.

In der Tabelle 2 ist eine Uebersicht der bevorzugten Tastaturmodelle in den Labor- und Feldversuchen zusammengestellt.

	Vp	Halbtastatur grosse Abstützfläche	Halbtastatur kleine Abstützfläche	Normaltastatur grosse Abstützfläche
Laborversuch I.	20	55 %	*	15 %
Laborversuch II.	31	52 %	20 %	29 %
Feldversuch	20	45 %	30 %	20 %

Tab. 2: Bevorzugte Tastaturen in den verschiedenen Versuchen.

* Versuche wurden nur mit grossen Abstützflächen durchgeführt.

Summary

Ergonomical design of alphanumeric keyboards

Split keyboards have been developed based on laboratory and field studies. They are characterized by a large forearm/hand support, an angle between the two half keyboards of 25°, a frontal-, lateral inclination of 10° and a hand-conforme key arrangement. These split keyboards reduce constrained postures in arms and hands. The keyboard can be operated with supported forearms. Work on a split keyboard is more comfortable and it was preferred by a large majority of the users.

Résumé

Forme ergonomique de claviers alphanumériques

Sur la base d'expériences en laboratoire et sur le terrain on a développé des demi-claviers ergonomiques. Ceux-ci sont caractérisés par un grand support pour les avant-bras et les mains. Les deux demi-claviers présentent un angle d'ouverture de 25°, une inclinaison frontale et latérale de 10°, et une adaptation des touches à la forme des mains. Les demi-claviers réduisent la posture de contrainte des bras et des mains, du fait que les touches peuvent être utilisées avec les avant-bras appuyés. Le travail sur ces nouveaux demi-claviers diminue les douleurs et est plus facilement accepté par les employés.