

Heike Gerdes und Joachim Funke

Vergleich von drei Methoden zum Sortieren von Senderlisten¹

Dokumentation: Gerdes, H. & Funke, J. (1995). Vergleich von drei Methoden zum Sortieren von Senderlisten. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 39. Jg. (N. F. 13) 1, 13–21.

Schlagwörter: Sortierverfahren, Designprinzipien, Nutzerverhalten, Videorecorder.

Zusammenfassung

Immer mehr Fernsehgeräte und Videorecorder werden heutzutage mit einer Funktion ausgestattet, die das automatische Erstellen von Senderlisten erlaubt. Damit wird der langwierige und umständliche Vorgang der manuellen Programmplatzbelegung zwar überflüssig, es ergibt sich aber das neue Problem, daß eine Funktion zum Sortieren bzw. Umordnen dieser automatisch erstellten Senderlisten bereitgestellt werden muß. In einer experimentellen Untersuchung wurden drei mögliche Sortiermethoden (Tauschen, Schieben und Plazieren) gegenübergestellt, um ihre Benutzerfreundlichkeit zu beurteilen. Je 36 Probanden (N = 108) wurden zufällig einer dieser drei Bedingungen zugeteilt; ihre Aufgabe bestand darin, je 6 Begriffslisten zu sortieren, die auf einem Bildschirm dargeboten wurden. Die Ergebnisse zeigen eindeutige Vorteile für die Sortiermethode „Tauschen“, sowohl für die Performanzmaße (benötigte Zeit, Anzahl der Tastendrucke, Anzahl der Umordnungsoperationen) als auch für die subjektive Beurteilung der Sortiermethode durch die Probanden. Aus diesem Ergebnis wird die Empfehlung abgeleitet, den Sortieralgorithmus „Tauschen“ den anderen beiden vorzuziehen, wenn es um das Sortieren von (Sender-)Listen geht.

A Comparison of Three Sorting Methods for a TV Stations Table

Abstract

Today a growing number of TVs and VCRs are provided with a comfortable function which searches and stores channel numbers on programme positions automatically and displays them in a „TV Stations Table“. This function replaces the awkward procedure of tuning the device step by step, but raises the problem that users must have the possibility to reorganize the list according to their own preferences. In an experimental study, we considered three different methods (exchanging, shifting, and placing of elements) to sort such lists. The purpose of this study was to estimate the usability of and preference for the three methods. A total of 108 subjects were randomly assigned to one of three experimental conditions and asked to sort six word lists. The results suggest that there are clear advantages of the sort method „exchange“ over the other two methods both on measures of performance (time, buttons pressed, number of change operations) and on measures of subjective preference. The conclusion is drawn that the exchange of elements is better suited to sort TV station tables than the other two methods.

1 Einleitung

Das Erstellen und Editieren von Senderlisten ist eine der schwierigsten Aufgaben, die ein naiver Benutzer vor der eigentlichen Inbetriebnahme seines Videorecorders zu er-

ledigen hat. Entsprechend zahlreich sind inzwischen die verschiedenen Hilfsmittel, derer sich Hersteller bedienen, um das Problem zu reduzieren. Allerdings weisen diese Verfahren erhebliche Mängel auf, weil sie nicht alle zur Verfügung stehenden technischen Mittel zur Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit ausnutzen.

Bei der herkömmlichen Art der Programmplatzspeicherung kann man einen der zur Verfügung stehenden Programmplätze anwählen und anschließend mit einer speziellen Taste einen automatischen Sendersuchlauf starten. Ist auf einer Frequenz ein Sender gut zu empfangen, wird der Suchlauf gestoppt und das Programm wird auf dem Bildschirm sichtbar. Möchte der Benutzer diesen Sender auf diesem Programmplatz speichern, dann drückt er eine dafür vorgesehene Taste oder wartet eine gewisse Zeit, bis der Sender automatisch auf dem ausgewählten Programmplatz gespeichert wird. Mit allen anderen Programmplätzen und Sendern wird nach dem gleichen Prinzip verfahren. Dieses Verfahren der manuellen Programmplatzbelegung hört sich nicht nur kompliziert an – es *ist* auch kompliziert; darüber hinaus ist es auch äußerst zeitraubend und umständlich. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, daß der Benutzer sich von Anfang an darüber klar sein muß, welcher Sender auf welchem Programmplatz abgespeichert werden soll, da jede Wahl in Abhängigkeit von der vorherigen zu treffen ist – und das ist bei der großen Anzahl von Fernsehsendern keine leichte Angelegenheit. Wegen der Schwierigkeit dieser Aufgabe wurden inzwischen „intelligente“ Systeme entwickelt (z. B. „ATS plus“), die dem Benutzer diese Aufgabe abnehmen, auf die wir hier aber nicht näher eingehen werden, da sie noch nicht weit verbreitet sind. In der Praxis übernimmt der einschlägige Fachhandel oder ein entsprechend geschultes Familienmitglied diese Aufgabe.

Ein zweites, benutzerfreundlicheres Verfahren nimmt dem Benutzer die oben beschriebene manuelle Programmplatzbelegung ab, indem vom Videorecorder automatisch eine Liste der gut zu empfangenden Sender erstellt wird, die dann auf dem Fernsehmonitor eingesehen und editiert (z. B. sortiert und gelöscht) werden kann. Die existierenden Verfahren zum Editieren solcher automatisch erstellten Senderlisten sind allerdings äußerst umständlich. Soll ein Fernsehsender auf einem anderen Programmplatz gespeichert werden, so müssen die entsprechenden Daten, bestehend aus Sendername, Kanal und eventuell Videotextseite, auf dem gewünschten Programmplatz neu eingegeben wer-

¹ Die Arbeit entstand im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Universität Bonn und der Firma MB Video, Peine. Das Vorhaben wird vom BMFT im Rahmen des Programms „Forschungskoooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft“ finanziell unterstützt. Wir danken Thomas Witscher für seine freundliche Unterstützung als Versuchsleiter bei der Datenerhebung. Wertvolle Hinweise zu einer ersten Fassung des Manuskripts verdanken wir Dr. Edgar Erdfelder.

den. Dabei gehen die Daten desjenigen Senders verloren, der zuvor auf diesem Programmplatz gespeichert war. Der Benutzer muß also die Daten für diesen Sender, will er ihn nicht nur überschreiben, sondern auch auf einem anderen Programmplatz speichern, notieren und erneut eingeben.

Im folgenden Abschnitt sollen drei mögliche Sortierverfahren für automatisch erstellte Senderlisten vorgestellt werden, die diese umständliche Eingabe von Daten überflüssig machen und im Rahmen eines benutzerzentrierten Designs folgenden Kriterien genügen sollten: (1) Die Gedächtnisbelastung und die kognitiven Anforderungen an die Planung der Handlung sollten möglichst gering sein, um die Komplexität der Interaktion zu reduzieren (Weir, 1991). (2) Da es plausibel ist anzunehmen, daß verschiedene Benutzer unterschiedliche Strategien bei der Aufgabenlösung verfolgen (Grant & Mayes, 1991), sollte das Verfahren robust sein gegenüber diesen verschiedenen Vorgehensweisen. Bei der Sortierung von Senderlisten sind zwei Strategien denkbar, die weiter unten ausführlich besprochen werden. (3) Das Verfahren sollte den Design-Prinzipien „Transparenz“, „Feedback“ und „Mapping“ von Norman (1989) genügen.

So wichtig wie diese genannten Prinzipien auch sind: die unserer Ansicht nach entscheidende Information liefert erst die sorgfältige Untersuchung von Benutzern. Deren Wissen und Verhalten liefern die empirische Basis für eine begründete Designempfehlung. Die ultimative Entscheidung für eine von mehreren Designvarianten kann erst nach der empirischen Analyse der Benutzer, ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten getroffen werden. Dies zeigt die vorliegende Arbeit exemplarisch am Beispiel der Senderplatzbelegung.

2 Drei Sortierverfahren für Senderlisten

In den folgenden Abschnitten sollen drei Sortierverfahren, die mit „Schieben“, „Tauschen“ und „Plazieren“ bezeichnet werden, und ihre speziellen Eigenschaften näher besprochen werden. Jede der drei Sortiermethoden erfordert auf der Hardware-Seite das Vorhandensein unterschiedlich vieler Tasten; auf der Benutzenseite braucht man ganz unterschiedliche Strategien, um auf dem schnellsten Wege zum Ziel zu gelangen. Es wird für alle drei Methoden davon ausgegangen, daß die Senderliste zumindest abschnittsweise auf dem Fernsehbildschirm angezeigt wird und über eine einfache Infrarot-Fernbedienung mit den üblichen Tasten manipuliert werden kann. Der Benutzer soll diese Liste direkt manipulieren können, d.h. Veränderungen, die er in der Liste vornimmt, werden direkt auf dem Bildschirm angezeigt („direct manipulation“, vgl. Hutchins, Hollan & Norman, 1986). Um die Liste umzusortieren, ist es für alle drei Sortierverfahren nicht erforderlich, daß neue Daten eingegeben werden.

2.1 Schieben von Listenelementen

Verfahren. Bei dieser Sortiermethode werden die einzelnen Listenelemente vom Benutzer nach oben oder unten verschoben, indem ein aktuell ausgewähltes und durch einen Cursor markiertes Element schrittweise durch Drücken einer „auf“- oder „ab“-Taste jeweils um eine Position verschoben wird. Das darüber- oder darunterstehende Element tritt dann an die ursprüngliche Position des ausgewählten Elementes. Eigentlich hat man es hier mit einem wiederholten Vertauschen benachbarter Listenelemente zu tun, dem Benutzer erscheint dieses Vorgehen aber als Verschieben des ausgewählten Elementes nach oben oder unten. Diese Veränderungen werden jeweils direkt angezeigt, es wird also ein sofortiges Feedback gegeben.

*Tastenbedarf.*² Für diese Sortiermethode werden eine „auf“- und eine „ab“-Taste benötigt, um mit dem Cursor ein Element anzu steuern und auszuwählen zu können. Eine weitere Taste wird benötigt, um vom Auswahl- in den Verschiebemodus zu wechseln. In diesem können dann wieder die „auf“- und „ab“-Tasten benutzt werden, um das Element zu verschieben. Eine letzte Taste wird benötigt, um den Verschiebemodus zu verlassen.

Eigenschaften. Von den beiden anderen, weiter unten beschriebenen Sortierverfahren hebt sich diese Methode dadurch ab, daß die relative Position der Elemente zueinander verändert wird, d.h. die Position einer ganzen Reihe anderer Elemente kann durch das Verschieben des ausgewählten Elementes ebenfalls verändert werden. Außerdem erzeugt dieses Verfahren maximale Transparenz, da jeder einzelne Umordnungsschritt angezeigt wird. Dieses Verfahren eignet sich infolgedessen immer dann, wenn davon auszugehen ist, daß der Benutzer den Listenelementen eine relative Position zuordnen möchte, d.h. wenn er möchte, daß z. B. Element A vor Element B steht.

2.2 Tauschen von Listenelementen

Verfahren. Bei diesem Verfahren wird eine Liste geordnet, indem ein ausgewähltes und durch einen Cursor markiertes Element vom Benutzer direkt auf die gewünschte Position gebracht wird. Das Element, das zuvor an dieser Position stand, wird an die Position gestellt, die das ausgewählte Element zuvor eingenommen hatte. Die beiden Elemente werden also vertauscht. Der Cursor springt mit dem markierten Element an seine neue Position.

Tastenbedarf. Für die Sortiermethode „Tauschen“ werden zunächst zehn Zifferntasten benötigt, um den Elementen ihre neuen Positionen zuordnen zu können. Hat der Benutzer durch Zifferneingabe ein Element ausgewählt, dann werden die beiden am Tauschprozeß beteiligten Elemente an ihre neuen Positionen gesetzt. Auch hier braucht man eine „auf“- und eine „ab“-Taste, um die Listen-Elemente auszuwählen zu können. Insgesamt werden hier also 12 Tasten benötigt.

² Der Begriff der „benötigten Taste“ ist hier funktional zu verstehen: Hardwareseitig können dies dieselben Elemente sein, die jedoch aus funktionaler Sicht unterschiedliche Bedienfunktionen realisieren.

Eigenschaften. Im Gegensatz zur vorher beschriebenen Methode des Verschiebens von Listenelementen zeichnet sich das Tausch-Verfahren dadurch aus, daß einem Listenelement eine absolute Position zugewiesen wird. Das einzige Element, was dadurch ebenfalls betroffen ist, d.h. das seine Position ebenfalls ändert, ist das Element, das an der dem ausgewählten Element zugewiesenen neuen Position steht. Dieses Verfahren sollte also eher dann angewandt werden, wenn davon auszugehen ist, daß ein Benutzer genaue Vorstellungen davon hat, an welcher Position in der Liste die Elemente stehen sollen, ohne Bezug zu anderen Listenelementen zu nehmen. Ein Problem bei diesem Verfahren kann dann auftreten, wenn weit entfernte Positionen getauscht werden, die nicht gleichzeitig angezeigt werden können – in diesem Fall leidet die Transparenz des Vorgangs.

2.3 Plazieren von Listenelementen

Verfahren. Bei diesem Sortierverfahren werden allen Elementen, die eine andere Position innerhalb der Liste erhalten sollen, die entsprechenden Ziffern zugeordnet. Anschließend wird eine „OK“-Taste gedrückt, woraufhin die gesamte Liste entsprechend der zuvor getroffenen Positionszuweisungen umgeordnet wird.

Tastenbedarf. Für die Sortiermethode „Plazieren“ werden zehn Zifferntasten und eine „OK“-Taste benötigt, also insgesamt elf Tasten.

Eigenschaften. Dieses Verfahren zeichnet sich gegenüber dem Vertauschen und dem Verschieben dadurch aus, daß es die einzige Methode ist, bei der der Benutzer Fehler begehen kann, d.h. Positionen doppelt vergeben kann. Auf solche fehlerhaften Eingaben könnte das System z. B. durch ein entsprechendes Feedback in Verbindung mit einer Aufforderung zur Korrektur reagieren, oder aber doppelte Positionszuweisungen werden gar nicht zugelassen.

3 Methode

Um nun die Frage zu klären, welche dieser drei Sortiermethoden am besten geeignet ist, eine vorgegebene Senderliste durch den Benutzer umordnen zu lassen, wurde eine empirische Untersuchung konzipiert, in der die drei Methoden an einem simulierten Videorecorder miteinander verglichen wurden. Eine Literaturrecherche ergab, daß zu diesem Themenkomplex anscheinend keine empirischen Untersuchungen existieren. Des weiteren interessierte, inwieweit die drei Verfahren auf eine Instruktion angewiesen sind bzw. auf erläuternden Text verzichten können, und ob es eine Rolle spielt, nach welchen Kriterien sortiert werden soll.

In den folgenden Abschnitten werden zuerst das Versuchsmaterial, das Untersuchungsdesign und die Stichprobe näher beschrieben, anschließend werden die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

3.1 Versuchsmaterial

Hier soll zuerst das Computerprogramm, mittels dessen die meisten Daten erhoben wurden, in seiner Funktion beschrieben werden. Anschließend wird näher auf die Materialien eingegangen, die während des Programmablaufs präsentiert werden. Abschließend wird der Fragebogen vorgestellt, der den Versuchspersonen (Vpn) im Anschluß an das eigentliche Experiment die Möglichkeit gab, die Sortieralgorithmen subjektiv zu beurteilen.

3.1.1 Das Computerprogramm

Das Experiment besteht aus den zwei Hauptteilen Buchstabentest und Sortieraufgabe. Beide Teile des Experiments waren von den Vpn an einem Apple Powerbook 140 durchzuführen. Die Versuchssteuerung, die Darbietung der Instruktionen und die Datenerfassung wurden von einem in Hypercard realisierten Programm übernommen.

Die Instruktionen: Neben der Versuchssteuerung und der Datenerfassung wurden sämtliche Instruktionen durch den Rechner übermittelt. Dabei wurde besonderer Wert auf Verständlichkeit gelegt, damit möglichst kein Nachfragen beim Versuchsleiter nötig wurde.

Der Buchstabentest: Bevor die Vpn die eigentliche Sortieraufgabe angehen konnten, hatten sie einen „Buchstabentest“ zu durchlaufen. Die Aufgabe der Vpn bestand darin, so schnell wie möglich zu entscheiden, ob eine Reihe nacheinander dargebotener Buchstabenpaare in der korrekten alphabetischen Reihenfolge stehen oder nicht. Der Buchstabentest diente als Kontrolle dafür, wie sicher die Vpn im Umgang mit dem Alphabet sind. Dies sollte sicherstellen, daß die Leistungen bei der anschließenden Sortieraufgabe, in der u.a. alphabetisches Sortieren verlangt wurde, nicht mit unterschiedlicher Buchstabierfertigkeit konfundiert sind.

Die Sortieraufgabe: Die oben beschriebenen Sortierverfahren „Tauschen“, „Schieben“ und „Plazieren“ wurden als Computerprogramm realisiert.³ Abbildung 1 zeigt das Display.

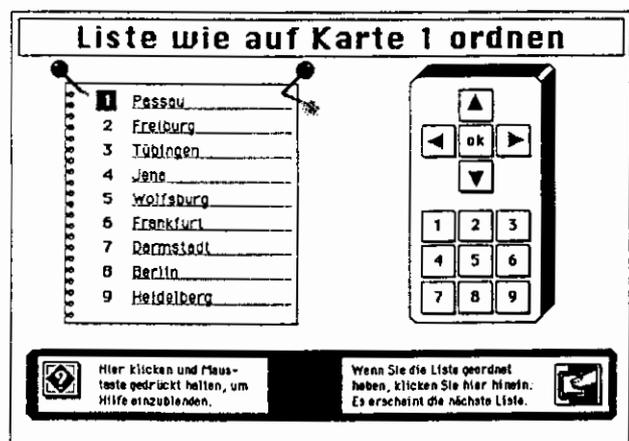


Abbildung 1
Beispiel der Bildschirmoberfläche für die Sortieraufgabe. Die für die jeweilige Sortiermethode nicht benötigten Tasten waren während der Untersuchung grau dargestellt und ohne Funktion.

3 Die Verwendung von simulierten Schnittstellen bietet den Vorteil, daß mehrere Designvarianten schnell und kostengünstig erzeugt und die Benutzer somit schon in einem sehr frühen Stadium in den Entwicklungsprozeß miteinbezogen werden können (Dix, Finley, Abowd & Beale, 1993). Diesem Vorteil steht allerdings auch der Nachteil gegenüber, daß Einschränkungen getroffen werden müssen, die evtl. zu Lasten der externen Validität gehen können. Dieser Nachteil fällt für die hier vorgestellte Untersuchung aber nicht so schwer ins Gewicht, da wir davon ausgehen, daß die drei Sortiermethoden unabhängig von der physikalischen Realisierung des zu bedienenden Systems immer die gleichen kognitiven Prozesse auslösen.

Auf der linken Bildschirmhälfte wird die jeweils zu sortierende Liste, bestehend aus neun Elementen, angezeigt, auf der rechten Bildschirmhälfte ist eine mauskontrollierbare Fernbedienung mit allen benötigten Tasten dargestellt. Die in der Abbildung links unten zu sehende Informationstaste „i“ ist nur dann sichtbar, wenn eine Vp der Bedingung „mit Instruktion“ zugeordnet ist. Wird diese Informationstaste angeklickt und die Maustaste gedrückt gehalten, dann erscheint anstatt der Fernbedienung eine kurze Erklärung, wie die Liste umsortiert werden kann. Am oberen Bildschirmrand wird jeweils angezeigt, ob die Begriffsliste alphabetisch oder entsprechend einer extern vorgegebenen Liste geordnet werden soll.

Die Vpn konnten, indem sie die Taste rechts unten auf dem Bildschirm anklickten, zur nächsten Liste weiterschalten, wenn sie meinten, eine Liste ordnungsgemäß sortiert zu haben. Eine Besonderheit besteht bei der Versuchsbedingung „Plazieren“. Dies war die einzige Bedingung, bei der Fehler gemacht werden konnten. Falls z. B. die gleiche Ziffer zweimal vergeben wurde und die Vp die „OK“-Taste oder die Taste zur Einblendung der nächsten Liste drückte, erschien die Fehlermeldung „Sie haben eine Ziffer zweimal vergeben“ auf dem Bildschirm. Der Fehler mußte erst behoben werden, bevor die nächste Liste auf den Bildschirm geholt werden konnte.

Jede Versuchsperson hatte insgesamt sechs Listen zu sortieren, die jeweils aus neun Begriffen bestanden. Drei dieser Begriffslisten sollten alphabetisch geordnet werden (Listen A1, A2 und A3; „internes“ Sortierkriterium), drei weitere Begriffslisten waren entsprechend der auf einer Karte extern vorgegebenen Reihenfolge umzuordnen (Listen K1, K2 und K3; „externes“ Sortierkriterium). Tabelle 1 zeigt die sechs zu ordnenden Listen samt ihren Zielpositionen.

Die Listen A1 und K1, A2 und K2 sowie A3 und K3 entsprechen sich in mehreren Punkten. Zum einen umfassen sie die gleichen Bedeutungsbereiche (die Listen A1 und K1 bestehen aus Städtenamen, die Listen A2 und K2 enthalten Tiernamen und die Listen A3 und K3 enthalten Begriffe aus dem Bereich „Werkzeuge“), zum anderen sind die Listen so aufgebaut, daß für die beiden Versuchsbedingungen „Tauschen“ und „Schieben“ die gleiche minimale An-

Tabelle 1

Die sechs zu sortierenden Listen A1 bis K3. Die Listen A1 und K1, A2 und K2 sowie A3 und K3 enthalten jeweils Begriffe aus dem gleichen Themenbereich

Liste A1	Liste A2	Liste A3
Düsseldorf (2)	Maultier (6)	Hobel (5)
Stuttgart (8)	Papagei (7)	Feile (3)
Paderborn (7)	Ratte (8)	Bohrmaschine (2)
Ulm (9)	Tiger (9)	Amboß (1)
Hannover (5)	Lama (5)	Zange (9)
Hamburg (4)	Bär (1)	Säge (7)
Essen (3)	Biber (2)	Meißel (6)
München (6)	Büffel (3)	Hammer (4)
Bonn (1)	Hund (4)	Wasserwaage (8)
Liste K1	Liste K2	Liste K3
Passau (2)	Gans (6)	Zollstock (5)
Freiburg (8)	Antilope (7)	Fäustel (3)
Tübingen (7)	Esel (8)	Schere (2)
Jena (9)	Wal (9)	Brecheisen (1)
Wolfsburg (5)	Otter (5)	Imbus (9)
Frankfurt (4)	Maus (1)	Lot (7)
Darmstadt (3)	Igel (2)	Schraube (6)
Berlin (6)	Ameise (3)	Raspel (4)
Heidelberg (1)	Adler (4)	Draht (8)

Anmerkungen: Die Zielpositionen der A-Listen wurden den Vpn als internes Kriterium vorgegeben („sortiere alphabetisch!“), während für die K-Listen jeweils eine Karte mit der gewünschten Sortierreihenfolge extern vorgelegt wurde. In Klammern sind die Zielpositionen angegeben.

zahl von fünf bzw. sechs Umordnungsoperationen erforderlich ist. Darüberhinaus war sichergestellt, daß bei externem und internem Sortierkriterium die erforderliche Anzahl der Umordnungsoperationen für die Listen A1 und K1, A2 und K2 sowie A3 und K3 gleich ist. Unter einer Umordnungsoperation wird in diesem Zusammenhang die Neupositionierung eines Begriffes in der Liste verstanden. Konkret bedeutet das für die Bedingung „Schieben“, daß eine Umordnungsoperation abgeschlossen ist, wenn nach dem Verschieben eines Listenelementes der Verschiebmodus verlassen wird. In der Bedingung „Tauschen“ ist eine Umordnungsoperation beendet, wenn einem Listenelement mittels einer Zifferntaste eine neue Position zugewiesen wurde. Für das Sortierverfahren „Plazieren“ läßt sich keine vergleichbare Umordnungsoperation definieren, denn im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Verfahren kann hier keine direkte Manipulation der Liste vorgenommen werden; erst durch das abschließende Drücken der „OK“-Taste wird die Liste entsprechend den vergebenen neuen Ordnungszahlen umsortiert.

Sieht man sich die einzelnen Schritte für die beiden Bedingungen „Schieben“ und „Tauschen“ genauer an, dann zeigt sich, daß trotz der gleichen Anzahl von Umordnungsoperationen eine deutlich unterschiedliche Anzahl von Tastendrücker erforderlich ist, um in minimaler Schrittzahl eine Liste zu sortieren. So sind für die Bedingung „Schieben“ erheblich mehr Tastendrücker erforderlich als für die Bedingung „Plazieren“. Die genaue minimale Anzahl der Umordnungsoperationen und der erforderlichen Tastendrücker für die drei Sortierbedingungen und die sechs Listen ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2

Anzahl der Operationen und Tastendrücker für die drei Versuchsbedingungen und die sechs Begriffslisten (O = Anzahl der Operationen, T = Anzahl der Tastendrücker)

Liste	Schieben		Tauschen		Plazieren	
	O	T	O	T	O	T
A1, K1	6	47	6	7	–	17
A2, K2	5	59	5	6	–	17
A3, K3	6	34	6	17	–	18

3.1.2 Der Fragebogen

Im Anschluß an die Untersuchung bekamen die Vpn einen Fragebogen vorgelegt, in dem sie drei Fragen beantworten sollten. In der ersten Frage sollten sie auf einer fünfstufigen Skala angeben, wie schwer sie es fanden, die Methode, nach der sortiert werden muß, herauszufinden (diese Frage zielt also auf die Erlernbarkeit der Sortiermethode ab); in der zweiten Frage sollten sie ebenfalls auf einer fünfstufigen Skala angeben, wie umständlich sie die Sortiermethode fanden (Frage nach der Benutzbarkeit des Sortieralgorithmus). Die dritte und letzte Frage bezog sich auf eventuell vorhandenes Vorwissen.

3.2 Versuchsplan

Dieser Abschnitt beschreibt die manipulierten unabhängigen Variablen des Experiments sowie die zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit herangezogenen abhängigen Variablen.

3.2.1 Unabhängige Variablen

In dem Experiment wurden drei unabhängige Variablen in die Untersuchung miteinbezogen, die in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

Sortiermethode: Verglichen wurden die drei Sortiermethoden „Schieben“, „Tauschen“ und „Plazieren“, die weiter oben und bei der Darstellung des Computerprogramms schon ausführlich beschrieben wurden. Je ein Drittel der Vpn wurde einer der drei Sortierbedingungen zugeordnet.

Instruktion/Hilfe: Die Hälfte der Vpn konnte während der Bearbeitung der Sortieraufgaben mittels einer speziellen Taste einen Online-Hilfetext aufrufen, der Auskunft über die zur Aufgabenbewältigung nötigen Schritte gab („how-to-do“-Wissen, vgl. Kieras & Bovair, 1984). Die andere Hälfte der Vpn mußte das Sortierverfahren im Sinne des explorativen Lernens (Greif, 1990) selbständig erschließen, d.h. ihre Aufgabe bei der Bearbeitung der ersten Liste bestand darin herauszufinden, wie mit den zur Verfügung stehenden Tasten die Liste umgeordnet werden kann. Ansonsten standen den Vpn keinerlei Hilfen zur Verfügung.

Sortierkriterium: Das Problem des Sortierkriteriums stellt sich insofern, als anzunehmen ist, daß verschiedene Benutzer verschiedene Sortierkriterien als Grundlage zur Umordnung einer Senderliste heranziehen können. So wird es Benutzer geben, denen von vornherein klar ist, auf welchem Programmplatz sie welchen Sender empfangen wollen, und die diese gewünschte Anordnung darüber hinaus auch extern notiert haben (absolute Positionszuweisungen). Andere Benutzer wiederum könnten lediglich eine Vorstellung darüber haben, welcher Sender vor oder hinter einem anderen Sender in der Senderliste stehen soll (relative Positionszuweisungen). Weiterhin ist es wahrscheinlich, daß ein Benutzer eine Mischung aus diesen zwei Strategien zur Umordnung der Senderliste verwendet. Das wäre dann der Fall, wenn er z.B. ARD und ZDF auf dem ersten und zweiten Programmplatz haben will, für die anderen Sender aber nur deren relative Positionen zueinander zugrundelegt. Aus diesem Grund wurde die Variable „Sortierkriterium“ mit den zwei Stufen „intern“ und „extern“ in die Untersuchung miteinbezogen. Als *internes* Sortierkriterium wird in dieser Untersuchung eine alphabetische Sortierung verlangt, um ein Sortieren mit relativen Positionszuweisungen zu induzieren. Während des Sortierens nach dem internen Kriterium „Alphabet“ muß permanent die Ordnungsreihe des Alphabetes abgerufen werden, um eine Liste korrekt zu sortieren. Das Sortieren nach einer extern verfügbaren Liste ist eher als Sortieren nach der Vorgabe mit festgelegten Positionen zu verstehen und sicherlich weniger gedächtnisbelastend (Schönplflug, 1983). Diese Versuchsbedingung wird als *externes* Sortierkriterium bezeichnet. Auf diesem Faktor lagen wiederholte Messungen vor.

Es wurde somit ein dreifaktorieller $3 \times 2 \times 2$ -Versuchsplan mit dem dreistufigen Faktor „Sortierbedingung“ und dem zweistufigen Faktor „Instruktion“ sowie mit wiederholten Messungen auf dem zweistufigen Faktor „Sortierkriterium“ gewählt. Um Sequenzeffekte zu minimieren, sortierte die Hälfte der Vpn zuerst die Listen K1, K2 und K3 entsprechend den Vorgaben auf den drei Karten (externes Kriterium) und anschließend die Listen A1, A2 und A3 alphabetisch (internes Kriterium). Die andere Hälfte der Vpn sortierte zuerst die drei Listen A1, A2 und A3 alphabetisch und dann die Listen K1, K2 und K3 entsprechend den Vorgaben auf den drei Karten. Somit hatte jede Vp sechs Sortieraufgaben zu erledigen. Innerhalb der A- und K-Listen erfolgte keine Variation der Reihenfolge.

3.2.2 Abhängige Variablen

In Studien zur Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit verschiedener Systeme werden üblicherweise als Performanzmaße die zur Lösung einer Aufgabe benötigte Zeit sowie die Anzahl gedrückter Tasten⁴ herangezogen (vgl. Dix et al., 1993; Funke & Gerdes, 1992). Hier wird darüber hinaus die Anzahl der Umordnungsoperationen (siehe unten) für die beiden Bedingungen „Schieben“ und „Tauschen“ berücksichtigt. Mittels eines Fragebogens wird zusätzlich die subjektive Bewertung der Sortieralgorithmen erhoben.

In der Untersuchung wird auf zwei Fragenkomplexe näher eingegangen: Wie sieht es mit der Erlernbarkeit und wie mit der Benutzbarkeit der drei verschiedenen Sortieralgorithmen aus? Die Erlernbarkeit sollte sich in der Performanz der Vpn während der Bearbeitung der ersten Aufgabe widerspiegeln, während die Benutzbarkeit sich in der Performanz über die gestellten Aufgaben hinweg äußern sollte. Beide

Indikatoren stellen vergleichsweise einfache Operationalisierungen der komplexen Konstrukte Erlernbarkeit und Benutzbarkeit dar, werden aber in dieser Untersuchung als brauchbare und vor allem objektive Meßgrößen für die formative Evaluation der Sortierverfahren angesehen.

Der vergleichenden Bewertung der drei Sortieralgorithmen wurden somit folgende abhängige Variablen zugrundegelegt:

- Anzahl der Tastendrucke (für die erste Aufgabe und für alle drei Aufgaben),
- Anzahl der Umordnungsoperationen für die beiden Bedingungen „Schieben“ und „Tauschen“ (für die erste Aufgabe und für alle drei Aufgaben),
- benötigte Zeit (für die erste Aufgabe und für alle drei Aufgaben),
- subjektive Bewertung der Sortiermethode hinsichtlich der Erlernbarkeit und Benutzbarkeit, erhoben mittels Fragebogen.

3.3 Versuchsdurchführung

Die Vpn wurden per Zufall auf die experimentellen Bedingungen aufgeteilt. Die Versuchssteuerung, die Übermittlung der Instruktionen und die Datenerfassung wurden vollständig vom Rechner übernommen. Da die Untersuchung auf einem Apple Powerbook durchgeführt wurde, das über einen Trackball als Eingabemedium verfügt, bekamen die Vpn, die das wünschten, die Gelegenheit, ein Übungsprogramm (Macintosh® Intro) zu absolvieren. Anschließend bekamen alle Vpn Informationen über den Ablauf des Experiments und im Anschluß daran Informationen über ihre Aufgabe im Buchstabenstest. Nach der Bearbeitung der Buchstabenaufgabe bekamen die Vpn ausführliche Instruktionen zur eigentlichen Sortieraufgabe. Im Anschluß an diese Erklärungen wurden die Vpn mit der ersten zu ordnenden Liste konfrontiert (A1 oder K1, je nach dem, ob sie der Hälfte der Vpn angehörten, die zuerst alphabetisch oder zuerst entsprechend den Vorgaben auf der Karte umordnen sollte). Hatten die Vpn die erste Liste geordnet, wurde die nächste Liste dargeboten, usw. Nachdem alle sechs Listen sortiert waren, wurde den Vpn abschließend der Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Bewertung vorgelegt.

3.4 Stichprobe

Zur Bestimmung des benötigten Stichprobenumfangs wurde eine a-priori-Poweranalyse durchgeführt⁵. Für die akzeptierten Irrtumswahrscheinlichkeiten $\alpha = \beta = .05$ und für aufzudeckende Effekte großer Stärke von $f = .40$ ergibt sich für den im Zentrum des Interesses stehenden Drei-Gruppen-Vergleich (Haupteffekt „Sortierbedingung“) eine Stichprobengröße von $N = 102$. Um alle sechs Zellen des Versuchsplans gleich besetzen zu können, wurden pro Zelle 18 Vpn und somit insgesamt $N = 108$ gewählt. An dem Experiment nahmen folglich 108 Vpn entweder freiwillig teil oder hatten Versuchspersonenstunden zu erfüllen. Das Durchschnittsalter lag bei 27,22 Jahren und reichte von 17 bis 65 Jahre. 67 Vpn waren weiblichen, 41 Vpn männlichen Geschlechts.

4 Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird zuerst auf die Erlernbarkeit der drei Sortieralgorithmen eingegangen, wobei wir uns auf die Daten aus der Umordnung der jeweils ersten Begriffsliste stützen, die den Vpn präsentiert wurde (A1 bzw. K1). Anschließend werden die Ergebnisse zur Benutzbarkeit geschildert, denen die Meßwerte aus der

4 Obwohl wir uns der Problematik dieses Maßes bewußt sind, halten wir es zur Einschätzung der Benutzerfreundlichkeit für brauchbar. Genaugenommen müßte der Informationsgehalt einer Tastensequenz bestimmt werden, da eine Folge von zehn Tastendruckungen schwieriger ist, wenn zehn verschiedene Tasten zu drücken sind, als wenn zehnmal dieselbe Taste zu drücken ist. Diese Problematik wird dadurch abgeschwächt, daß die Anzahl der realisierten Umordnungsoperationen, in die gerade die häufig gedrückten „auf“- und „ab“-Tasten nicht eingehen, als weitere abhängige Variable herangezogen wird.

5 Die Berechnung wurde mit dem Programm G-Power durchgeführt (Buchner, Faul & Erdfelder, 1992).

Bearbeitung aller drei Aufgaben (A1, A2, A3 bzw. K1, K2, K3) zugrundeliegen.

Zuvor ist noch anzumerken, daß keinerlei bedeutende Zusammenhänge zwischen den Reaktionszeiten und den Antworten in der Buchstabenaufgabe und den Variablen der Sortieraufgabe bestehen. Der Verdacht, daß unterschiedliche Alphabetisierungsleistungen unserer Vpn deren Sortierleistung beeinflussen haben könnte, kann somit als ausgeräumt gelten.

Hinsichtlich der Instruktion soll hier nur pauschal festgehalten werden, daß der Hilfetext von den Vpn, die in der Bedingung „mit Instruktion“ waren, generell nur während der Bearbeitung der ersten Liste angefordert wurde. Die mittleren Aufrufzeiten des Hilfetextes während der Bearbeitung der ersten Liste für die drei Sortierbedingungen „Schieben“, „Tauschen“ und „Plazieren“ betragen 61.1, 31.5 bzw. 34.6 Sekunden.

4.1 Erlernbarkeit der drei Sortieralgorithmen

Um die Erlernbarkeit der drei Sortieralgorithmen zu testen, wurden die Daten für die erste Liste, die die Vpn sortierten, herangezogen. Damit wird der Versuchsplan zu einem dreifaktoriellen Plan ohne Meßwiederholung.

4.1.1 Bearbeitungszeit für die erste Liste

Für die Zeit, die die Vpn zur Bearbeitung der ersten Liste benötigten, wurde eine $3 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse mit den Faktoren „Sortierbedingung“, „Instruktion“ und „Sortierkriterium“ gerechnet. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für die Sortierbedingung ($F_{(2,96)} = 9.59$). Die mittleren Bearbeitungszeiten für die drei Sortierbedingungen „Schieben“, „Tauschen“ und „Plazieren“ betragen 302.2, 197.9 bzw. 318.6 Sekunden. Um den Effekt genau zu lokalisieren, wurde die kritische Paardifferenz nach Scheffé berechnet ($\text{Diff}_{\text{krit}} = 86.26$; Bortz, 1977, S. 380). Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen „Tauschen“ und „Schieben“ sowie „Tauschen“ und „Plazieren“, nicht jedoch zwischen den beiden Bedingungen „Schieben“ und „Plazieren“. Die Bedingung „Tauschen“ führte also zu deutlich kürzeren Bearbeitungszeiten als die beiden anderen Bedingungen, wobei sich zwischen diesen kein signifikanter Unterschied ausmachen läßt.

4.1.2 Anzahl der Tastendrucke für die erste Liste

Für die Anzahl der Tastendrucke, die die Vpn während der Bearbeitung der ersten Liste benötigten, wurde eine $3 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse mit den Faktoren „Sortierbedingung“, „Instruktion“ und „Sortierkriterium“ gerechnet. Es zeigten sich signifikante Haupteffekte für die Sortierbedingung ($F_{(2,96)} = 97.34$) und für das Sortierkriterium ($F_{(1,96)} = 5.86$). Tabelle 3 zeigt die mittlere Anzahl der Tastendrucke getrennt für die drei Stufen des Faktors „Sortierbedingung“ und die zwei Stufen des Faktors „Sortierkriterium“.

Der Vergleich der kritischen Paardifferenz ($\text{Diff}_{\text{krit}} = 8.28$) mit den empirischen Differenzen für den Faktor „Sortier-

Tabelle 3

Anzahl der Tastendrucke bei der Bearbeitung der jeweils ersten Liste, getrennt für die beiden Faktoren „Sortierbedingung“ und „Sortierkriterium“

	Schieben	Tauschen	Plazieren	total
intern	76.39 (8.0)	36.61 (12.7)	54.22 (17.5)	55.74 (21.0)
extern	78.44 (16.7)	26.50 (7.1)	42.56 (19.0)	49.17 (26.5)
total	77.42 (12.9)	31.56 (11.3)	48.39 (18.9)	52.45 (24.0)

Anmerkungen: N=18 pro Zelle; Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

bedingung“ zeigt Unterschiede für alle drei Bedingungen: Die Bedingung „Tauschen“ braucht die wenigsten Tastendrucke, „Plazieren“ bedeutsam mehr und „Schieben“ nochmals bedeutsam mehr. Für den Faktor „Sortierkriterium“ zeigte sich ein Effekt dahingehend, daß die Vpn unter der Bedingung „extern“ deutlich weniger Tastendruckten als unter der Bedingung „intern“.

4.1.3 Anzahl der Umordnungsoperationen für die erste Liste

Für die Anzahl der Umordnungsoperationen während der Bearbeitung der ersten dargebotenen Liste wurde eine $2 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse gerechnet, da beim Faktor „Sortierbedingung“ nur die beiden Bedingungen „Schieben“ und „Tauschen“ hinsichtlich dieser Variable miteinander vergleichbar sind. Es zeigte sich ein signifikanter Effekt für die Interaktion „Instruktion x Sortierkriterium“ ($F_{(1,64)} = 6.51$; vgl. Abbildung 2).

Dieses Ergebnis bedeutet: Ob intern oder extern vorgegebene Kriterien wirksam sind, spielt nur in der explorativen Bedingung (ohne Instruktion) eine Rolle. In diesem Fall

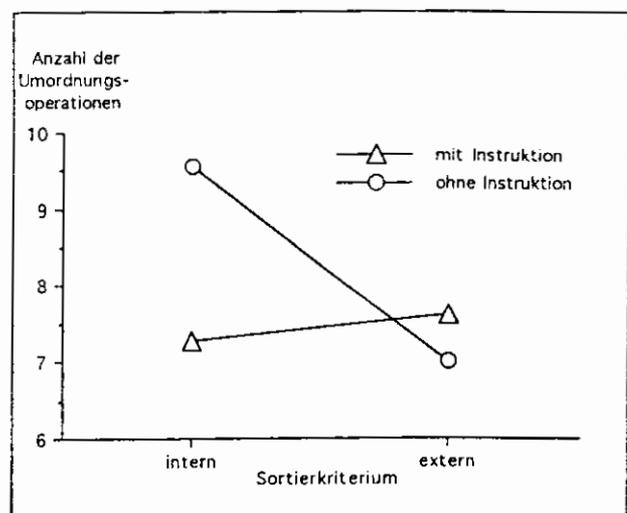


Abbildung 2

Mittlere Anzahl der für die Bearbeitung der ersten Liste benötigten Umordnungsoperationen: Interaktion der beiden Faktoren „Sortierkriterium“ und „Instruktion“

erhöht sich nämlich die Zahl der Umtauschoperationen gegenüber den sonstigen Bedingungen um durchschnittlich mehr als zwei Schritte, wenn alphabetisch sortiert werden muß.

4.1.4 Subjektive Beurteilung der Erlernbarkeit

Auch wenn der Tendenz nach die Erlernbarkeit der Bedingung „Tauschen“ am besten beurteilt wurde ($M_T = 1.94$), gefolgt von „Plazieren“ ($M_P = 2.15$) und zuletzt „Schieben“ ($M_S = 2.26$), so fielen die Unterschiede bei diesen Mittelwerten aus dem abschließend vorgelegten Fragebogen nur sehr gering aus und waren nicht signifikant.

4.2 Benutzbarkeit der drei Sortieralgorithmen

Zur Beurteilung der Benutzbarkeit der drei Sortieralgorithmen wurden die jeweils gemittelten Daten aus den drei zu sortierenden Listen A1, A2, A3 bzw. K1, K2, K3 herangezogen. Auf dem Faktor „Sortierkriterium“ liegen somit für die nachfolgend berichteten Analysen wiederholte Messungen vor.

4.2.1 Bearbeitungszeit für alle drei Listen

Gerechnet wurde eine $3 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse mit den Faktoren „Sortierbedingung“, „Instruktion“ und „Sortierkriterium“ für die benötigte Zeit zur Umordnung der drei Listen. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für die Sortierbedingung ($F_{(2,102)} = 14.10$). Die mittleren Bearbeitungszeiten für die drei Sortierbedingungen „Schieben“, „Tauschen“ und „Plazieren“ betragen 490.5, 327.4 bzw. 466.1 Sekunden. Auch hier wurde wieder, um den Effekt zu lokalisieren, die kritische Paardifferenz nach Scheffé berechnet ($\text{Diff}_{\text{crit}} = 82.46$). Wie auch schon für die benötigte Zeit zur Bearbeitung der ersten dargebotenen Liste zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen „Tauschen“ und „Schieben“ sowie „Tauschen“ und „Plazieren“, nicht jedoch zwischen den beiden Bedingungen „Schieben“ und „Plazieren“. Die Be-

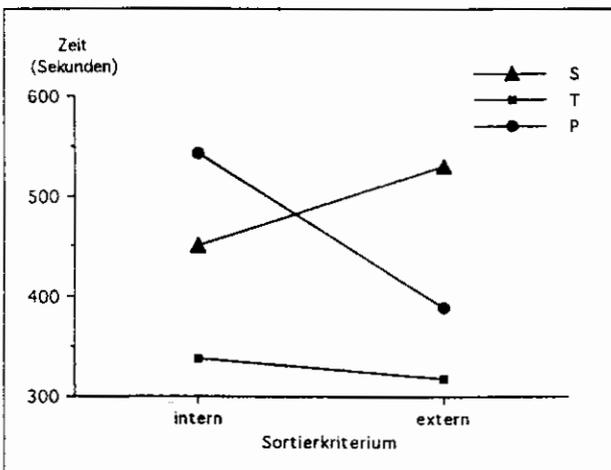


Abbildung 3
Mittlere Zeiten für die Bearbeitung aller Listen: Interaktion der beiden Faktoren „Sortierbedingung“ und „Sortierkriterium“

dingung „Tauschen“ führte also zu deutlich kürzeren Gesamtbearbeitungszeiten als die beiden anderen Bedingungen, für die sich kein Unterschied ausmachen läßt.

Weiterhin zeigte sich eine Interaktion „Sortierbedingung \times Sortierkriterium“ ($F_{(2,102)} = 7.52$; vgl. Abbildung 3). Sie besagt, daß die beiden Bedingungen „Schieben“ und „Plazieren“ empfindlich auf die Art des Sortierkriteriums reagieren: Bei alphabetischer Sortierung geht das Schieben schneller, während bei externer Vorgabe das Plazieren schneller geht. In beiden Fällen ist aber „Tauschen“ die eindeutig schnellste Bedingung, die an der Interaktion auch nicht beteiligt ist.

4.2.2 Anzahl der Tastendrücker für alle drei Listen

Es wurde eine $3 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse mit den Faktoren „Sortierbedingung“, „Instruktion“ und „Sortierkriterium“ gerechnet. Dabei ergaben sich signifikante Haupteffekte für die beiden Faktoren „Sortierbedingung“ ($F_{(2,102)} = 289.53$) und „Sortierkriterium“ ($F_{(1,102)} = 22.60$; vgl. Abbildung 4).

4.2.3 Anzahl der Umordnungsoperationen für alle drei Listen

Für die Anzahl der Umordnungsoperationen wurde eine $2 \times 2 \times 2$ -Varianzanalyse gerechnet, da nur die beiden Sortierbedingungen „Schieben“ und „Tauschen“ hinsichtlich dieser Variable miteinander vergleichbar sind. Es zeigten sich signifikante Haupteffekte für die zwei Faktoren „Sortierbedingung“ ($F_{(1,68)} = 26.24$) und „Instruktion“ ($F_{(1,68)} = 4.53$). Die Vpn der Bedingung „Tauschen“ kamen mit bedeutend weniger Umordnungsoperationen aus als die Vpn der Bedingung „Schieben“. Des weiteren zeigte sich ein deutlicher Vorteil der Vpn, die die Instruktion zur Verfügung hatten, gegenüber den Vpn, die diese Hilfe nicht bekamen.

Wie schon für die Anzahl der Tastendrücker und für die benötigte Zeit lag auch für die Anzahl der Umordnungs-

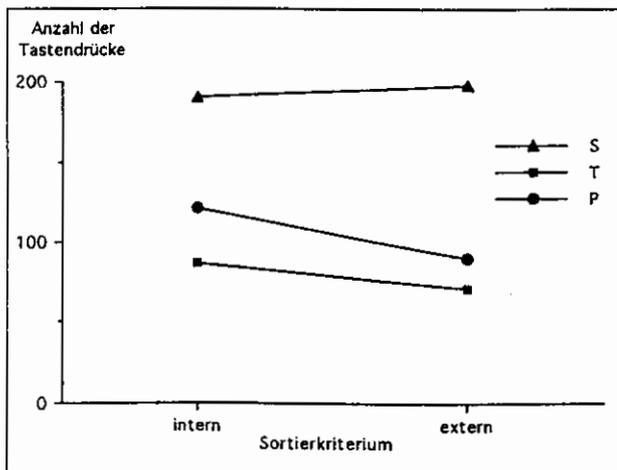


Abbildung 4
Mittlere Anzahl der Tastendrücker für die Bearbeitung aller Listen: Interaktion der beiden Faktoren „Sortierbedingung“ und „Sortierkriterium“

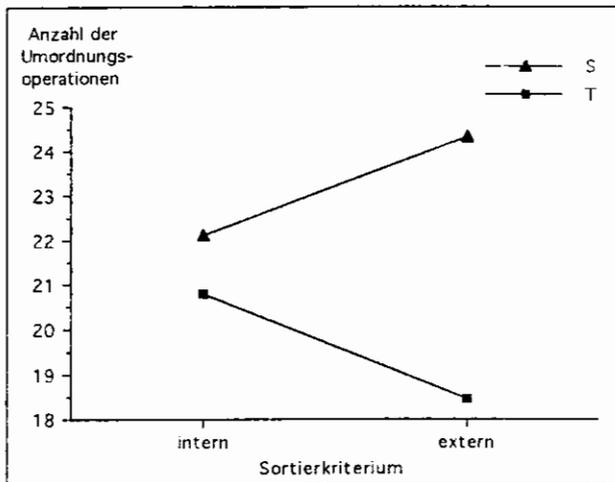


Abbildung 5

Mittlere Anzahl der für die Bearbeitung aller Listen benötigten Umordnungsoperationen: Interaktion der beiden Faktoren „Sortierbedingung“ und „Sortierkriterium“

operationen ein signifikanter Interaktionseffekt der beiden Faktoren „Sortierbedingung“ und „Sortierkriterium“ vor ($F_{(1,68)} = 14.86$; vgl. Abbildung 5).

Die beiden Sortierbedingungen unterscheiden sich unter der externen Vorgabe: „Schieben“ benötigt hier wesentlich mehr Umordnungen, „Tauschen“ dagegen profitiert von dieser Vorgabe.

4.2.4 Subjektive Beurteilung der Benutzbarkeit

Die subjektive Beurteilung der Benutzbarkeit stammt aus dem abschließend vorgelegten Fragebogen. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor „Sortierbedingung“. Der Vergleich der kritischen Paardifferenz ($\text{Diff}_{\text{krit}} = .39$) mit den empirisch vorgefundenen Differenzen ergibt, daß der Sortieralgorithmus „Schieben“ hinsichtlich seiner Benutzbarkeit von den Vpn deutlich schlechter beurteilt wird als die beiden anderen Sortieralgorithmen ($M_S = 2.97$, $M_T = 2.49$, $M_P = 2.5$). Zwischen den beiden Sortieralgorithmen „Tauschen“ und „Plazieren“ läßt sich kein bedeutsamer Unterschied ausmachen.

5 Diskussion

Das zentrale Anliegen der Untersuchung war die Beantwortung der Frage nach dem benutzerfreundlichsten Sortieralgorithmus. Weiterhin interessierte, inwieweit die einzelnen Sortieralgorithmen auf eine Instruktion angewiesen sind und ob sich Unterschiede hinsichtlich des Sortierkriteriums (intern vs. extern) nachweisen lassen.

Für die benötigte Zeit und für die Anzahl der Tastendrucke zeigte sich ein deutlicher Vorteil für die Sortierbedingung „Tauschen“ gegenüber den beiden anderen Bedingungen „Schieben“ und „Plazieren“. Für die Anzahl der benötigten Operationen und die Bewertung der drei Sortieralgorithmen

men durch die Vpn deuten die Ergebnisse in dieselbe Richtung. Für die Anzahl der Umordnungsoperationen ergab sich für die Benutzbarkeit, der die Daten aus der Bearbeitung aller drei Aufgaben zugrundeliegen, ein Unterschied dahingehend, daß die Vpn in der Bedingung „Tauschen“ signifikant weniger Umordnungsoperationen als in der Bedingung „Schieben“ vornahmen. Keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Umordnungsoperationen ergaben sich für die Erlernbarkeit der Sortieralgorithmen. Des weiteren wurde der Sortieralgorithmus „Tauschen“ zusammen mit „Plazieren“ von den Vpn hinsichtlich seiner Benutzbarkeit besser beurteilt als „Schieben“. Für die Einschätzung der Erlernbarkeit ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen. Zusammenfassend können die Ergebnisse zu den drei Sortieralgorithmen dahingehend interpretiert werden, daß das Vertauschen von Listenelementen, so wie es in der vorliegenden Untersuchung implementiert war, den anderen beiden Sortiermethoden eindeutig überlegen ist.

Die Ergebnisse zu den beiden Faktoren „Instruktion“ und „Sortierkriterium“ sind unter der Prämisse zu sehen, daß der Sortieralgorithmus „Tauschen“ als der benutzerfreundlichste eingestuft wurde. Für den Faktor „Instruktion“ zeigte sich ein Haupteffekt lediglich für die Variable „Anzahl der Umordnungsoperationen“ bei Berücksichtigung aller drei Listen (Benutzbarkeit). Die Vpn, die eine Instruktion zur Verfügung hatten, benötigten weniger Umordnungsoperationen als die Vpn, die das Verfahren selbständig erschließen mußten.

Für das Sortierkriterium war zu erwarten, daß sich ein Vorteil für die Bedingung „extern“ (Induktion von absoluten Positionszuweisungen durch Ordnen nach Karte) gegenüber der Bedingung „intern“ (Induktion von relativen Positionszuweisungen durch alphabetisches Ordnen) ergibt, da erstere eine weniger gedächtnisbelastende Anforderung an die Vpn darstellt. Es zeigte sich ein dieser Annahme entsprechender signifikanter Haupteffekt zugunsten der Bedingung „extern“ für die Anzahl der gedrückten Tasten – sowohl für die erste Liste, als auch über alle drei Listen hinweg.

Bei der genaueren Analyse der Interaktionseffekte deuten die Ergebnisse auf einen sehr stabilen Interaktionseffekt von Sortierbedingung und Sortierkriterium hin. Für die Benutzbarkeit ergaben sich für die benötigte Zeit, für die Anzahl der Tastendrucke und für die Anzahl der Umordnungsoperationen Interaktionseffekte, die alle in dieselbe Richtung deuten: Unter den Sortierbedingungen „Tauschen“ und „Plazieren“ schneiden die Vpn bei dem extern vorgegebenen Sortierkriterium besser ab als bei dem internen Sortierkriterium, wobei die Unterschiede für die Bedingung „Plazieren“ wesentlich deutlicher ausfallen als für die Bedingung „Tauschen“. Unter der Bedingung „Schieben“ liegen die Ergebnisse in die entgegengesetzte Richtung: Die Vpn, die die Listen nach dem extern vorgegebenen Kriterium der absoluten Positionszuweisung sortierten, zeigten schlechtere Ergebnisse als die Vpn, die die

Listen nach dem internen Kriterium der relativen Positionszuweisung sortierten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß auch aufgrund dieser Interaktionseffekte der Sortieralgorithmus „Tauschen“ den anderen vorzuziehen ist, da bei ihm die Performanzunterschiede zwischen internem und externem Sortierkriterium minimal sind.

Mit dieser klaren Aussage wird unseres Erachtens deutlich, worin der Gewinn einer experimentell orientierten kognitiven Ergonomie zu sehen ist. Die Berücksichtigung von Verhaltens- und Erlebensdaten führt in Verbindung mit theoretischen Vorüberlegungen (Designprinzipien) zu nützlichen Entscheidungshilfen für die Anwender psychologischer Grundlagenforschung.

Literatur

- Bortz, J. (1977). *Lehrbuch der Statistik*. Berlin: Springer.
- Buchner, A., Faul, F. & Erdfelder, E. (1992). *G-Power: A priori, post-hoc and compromise power analyses for the Macintosh* [Macintosh-Programm]. Bonn: Psychologisches Institut der Universität Bonn.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. & Beale, R. (1993). *Human-computer interaction*. New York: Prentice Hall.
- Funke, J. & Gerdes, H. (1993). Manuale für Videorekorder: Auswahl von Textinhalten unter Verwendung der Theorie endlicher Automaten. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 47, 44–49.
- Grant, S. & Mayes, T. (1991). Cognitive task analysis? In G. R. S. Weir & J. L. Alty (Eds.), *Human-computer interaction and complex systems* (pp. 147–167). London: Academic Press.
- Greif, S. (1990). Exploratorisches Lernen in der Mensch-Computer-Interaktion. In F. Frei & I. Udris (Hrsg.), *Das Bild der Arbeit* (S. 143–157). Bern: Huber.
- Hutchins, E. L., Hollan, J. D. & Norman, D. A. (1986). Direct manipulation interfaces. In D. A. Norman & S. W. Draper (Eds.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction* (pp. 87–124). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kieras, D. E. & Bovair, S. (1984). The role of a mental model in learning to operate a device. *Cognitive Science*, 8, 255–273.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7–14). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Norman, D. A. (1989). *Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgegenstände*. Frankfurt: Campus.
- Schönpflug, W. (1983). Neue Versuche über externe Speicherung. In G. Lüer (Hrsg.), *Bericht über den 33. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Mainz 1982*. Band 1 (S. 260–262). Göttingen: Hogrefe.
- Weir, G. R. S. (1991). Living with complex interactive systems. In G. R. S. Weir & J. L. Alty (Eds.), *Human-computer interaction and complex systems* (pp. 1–21). London: Academic Press.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Psych. Heike Gerdes und Priv.-Doz. Dr. Joachim Funke, Psychologisches Institut der Universität Bonn, Römerstr. 164, D-53117 Bonn;
Email: Heike.Gerdes@uni-bonn.de und Joachim.Funke@uni-bonn.de

Eingegangen: 17. 6. 1994

Revision eingegangen: 7. 9. 1994