

**AUSWIRKUNGEN VON GLEICHZEITIGER ODER SEQUENTIELLER  
DARBIETUNG AM BILDSCHIRM AUF ENTSCHEIDUNGEN**

Heiner Gertzen, Heidelberg & Franz Schmalhofer, Freiburg

Zusammenfassung: Bei Entscheidungen aufgrund bildschirmvermittelter Informationen müssen die Informationen oft sequentiell am Bildschirm dargeboten und verarbeitet werden. Dies kann die Entscheidungsfindung beeinflussen und sollte daher bei der Planung und Gestaltung von Informationssystemen berücksichtigt werden. In einem Experiment wurden Entscheidungen über die Zuweisung eines Organs zu potentiellen Organempfängern untersucht, wobei die Informationen über die Organempfänger entweder gleichzeitig oder sequentiell verfügbar waren. Die Daten deuten an, daß bei unterschiedlicher Informationsdarbietung auch unterschiedliche Entscheidungsstrategien eingesetzt wurden. Mögliche Konsequenzen für die Gestaltung von Informationssystemen werden diskutiert.

Rechner werden oft eingesetzt, um große Datenmengen zu speichern und schnell verfügbar zu haben. Wegen des begrenzten Abrufmediums Bildschirm können Informationen jedoch meistens nicht gleichzeitig dargeboten werden, sondern müssen nacheinander erscheinen. Dadurch können bei Aufgaben wie dem Treffen einer Entscheidung die kognitiven Prozesse beeinflußt werden. Bei der Planung von Informationssystemen zur Unterstützung und Verbesserung von Entscheidungen wird dieser Punkt kaum berücksichtigt. Von einem benutzerangemessenen Informationssystem muß aber gefordert werden, daß es neutral ist in dem Sinne, daß die Entscheidungsfindung des Benutzers nicht durch das System in die eine oder andere Richtung gelenkt wird. Zwar liegt es nahe, die Informationen über einzelne Alternativen getrennt sequentiell vorzugeben. Für die Entscheidungsfindung bevorzugen es Personen aber häufig, die Alternativen anhand sämtlicher für sie relevanter Entscheidungskriterien zu vergleichen (Gertzen & Schmalhofer, 1986). Dazu sollten die Alternativen alle gleichzeitig am Bildschirm verfügbar sein. In einer experimentellen Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob die Informationsdarbietung tatsächlich Auswirkungen auf das Entscheidungsverhalten hat. Es

wurde untersucht, welchen Einfluß sequentielle gegenüber gleichzeitiger Informationsdarbietung auf die Auswahl eines Organempfängers hat.

#### Untersuchung zur Entscheidung zwischen Organempfängern

In einem rechnergesteuerten Experiment trafen Medizinstudenten Entscheidungen zwischen vier Dialysepatienten, die als potentielle Empfänger einer Spenderniere in Betracht kamen. Die Informationen über die vier Patienten waren bis zur Wahl entweder alle gleichzeitig am Bildschirm verfügbar, oder sie wurden sequentiell für jeden Patienten separat dargeboten, so daß zu einem Zeitpunkt immer nur die Informationen für eine Alternative sichtbar waren.

Um eine gewisse Vertrautheit mit dieser Entscheidungsaufgabe sicherzustellen, wurde das Experiment mit 40 Medizinstudenten durchgeführt, von denen je 20 zufällig einer der beiden Bedingungen zugeordnet wurden. Die Vp sollte sich in die Situation eines Arztes versetzen, der eine verfügbare Spenderniere an einen von vier potentiellen Empfängern vergeben soll. Da die Endphase des Entscheidungsprozesses untersucht werden sollte, wurde vorausgesetzt, daß Personen, die nicht als Empfänger in Betracht kamen, bereits eliminiert waren. Daher wurden jeweils Personen zur Wahl gestellt, die sich relativ ähnlich waren.

Jeder potentielle Empfänger wurde auf acht Dimensionen beschrieben, die den Vpn zuvor in einem Text erläutert wurden. Diese Dimensionen (Verträglichkeit, Gesundheitszustand, Alter, Geschlecht, Entfernung, Wartezeit, Beruf, Familienstand) waren so ausgewählt, daß sie für Medizinstudenten leicht verständlich waren. (In der Praxis sind allerdings die physiologischen Dimensionen wesentlich differenzierter angegeben. Andererseits sind diese jedoch besonders wichtig, um Empfänger auszuschließen, die für eine Transplantation nicht geeignet sind.)

Versuchsablauf: Nach der Erläuterung der Entscheidungsaufgabe und der Beschreibungsdimensionen trafen die Vpn insgesamt vier Wahlen zwischen jeweils vier Organempfängern. Diese Alternativen wurden am Bildschirm dargeboten und die getroffenen Entscheidungen der Vpn vom Rechner aufgezeichnet. Bei gleichzeitiger Darbietung konnte die Vp jeweils mittels Tastendruck die Informationen über eine Alternative anfordern.

Diese Informationen blieben auf dem Bildschirm sichtbar, bis ebenfalls mit Tastendruck eine Entscheidung getroffen wurde. Im Gegensatz dazu wurde bei sequentieller Darbietung die Information über einen Empfänger auf dem Bildschirm gelöscht, sobald die Information über den nächsten Empfänger angefordert wurde. Als abhängige Maße wurden die Wahlen und die Bearbeitungszeiten registriert. Die Position der Alternativen am Bildschirm bei gleichzeitiger Darbietung und die Reihenfolge der Alternativen bei sequentieller Darbietung war ausbalanciert, so daß überprüft werden konnte, ob die Position einen Einfluß auf die Entscheidung hatte. Nach den Wahlen sollten die Vpn in einer freien Reproduktionsaufgabe alle Einfälle bzw. Informationen niederschreiben, die sie noch im Gedächtnis hatten.

Ergebnisse: Aus der Psychophysik und der Gedächtnisforschung ist bekannt, daß bei sequentieller Vorgabe von Reizen Positionseffekte auftreten können. Daher wurden die Wahlen daraufhin analysiert, ob die Position eines Organempfängers, d.h. seine Darbietung an erster, zweiter, dritter oder vierter Stelle, eine Auswirkung auf die Wahlhäufigkeit hat. Es zeigte sich, daß bei sequentieller Darbietung zuerst oder zuletzt dargebotene Alternativen etwas häufiger gewählt wurden als Alternativen, die in einer der mittleren Positionen vorgegeben wurden ( $\chi^2(1, n=80) = 1.4, p < .25$ ). Im Gegensatz dazu fällt bei gleichzeitiger Darbietung eher ein unerwarteter Vorteil der zweiten Position auf ( $\chi^2(1, n=80) = 3.4, p < .10$ ).

**Tab. 1: Relative Wahlhäufigkeit pro Darbietungsposition**

Darbietung der Alternative an	Informationsdarbietung	
	gleichzeitig	sequentiell
- 1. Position	.24	.28
- 2. Position	.34	.21
- 3. Position	.21	.22
- 4. Position	.21	.29

Bei den Bearbeitungszeiten für die ersten drei Alternativen - d.h. ohne Einbezug der vierten Bearbeitungs- und Wahllatenzzeit - zeigt sich, daß bei sequentieller Darbietung die Alternativen länger bearbeitet werden als bei gleichzeitiger Darbietung ( $F(1, 38) = 45.3, p < .0001$ ). Dies deutet darauf hin, daß Personen bei gleichzeitiger Darbietung die Möglichkeit nutzen, sich zuerst relativ schnell sämtliche Informationen auf den

Bildschirm zu holen und diese dann zu bearbeiten. Wie aus Tabelle 2 außerdem zu sehen ist, wird bei sequentieller Darbietung die erste Alternative am längsten bearbeitet ( $F(2,78)=3.98, p<.05$ ).

**Tab. 2: Mittlere Bearbeitungszeiten**

Bearbeitungszeit für	Informationsdarbietung	
	gleichzeitig	sequentiell
1. Alternative	10.0	29.5
2. Alternative	11.5	24.0
3. Alternative	8.5	24.0

Die Reproduktionsergebnisse des Gedächtnistests wurden so kategorisiert, daß eine Reproduktion entweder als Erinnerung an eine Merkmalsausprägung, an eine Dimension oder an ein Gesamturteil klassifiziert wurde. Da bei sequentieller Vorgabe eine alternativenweise Strategie mit der Bildung eines Gesamturteils erwartet werden kann, während bei gleichzeitiger Darbietung eine dimensionale Strategie angenommen wird, wurde die Anzahl erinnerter Gesamturteile miteinander verglichen. Aus Tabelle 3 ist zu erkennen, daß bei sequentieller Vorgabe mehr Gesamturteile erinnert wurden als bei gleichzeitiger Vorgabe ( $\chi^2(1,n=40)= 8.1, p<.01$ ), was auf den Einsatz unterschiedlicher Strategien zurückgeführt werden könnte. Entsprechend werden bei sequentieller Darbietung etwas weniger Merkmalsausprägungen erinnert ( $\chi^2(1,n=953)= 3.7, p<.10$ ). Bei den Dimensionen gibt es keine nennenswerten Unterschiede.

**Tab. 3: Anzahl Reproduktionen im Gedächtnistest**

Reproduktion von	Informationsdarbietung	
	gleichzeitig	sequentiell
- Merkmalsausprägung	506	447
- Dimension	59	71
- Gesamteindruck	11	29

Die Ergebnisse deuten an, daß bei sequentieller Darbietung eine andere Verarbeitungsstrategie eingesetzt wird als bei gleichzeitiger Darbietung. Für die Frage, welche Strategien angewendet wurden, kann man Befunde aus der Entscheidungsforschung heranziehen.

### Kognitive Prozesse bei der Entscheidungsfindung

Die Informationen über Entscheidungsalternativen können als Merkmale auf verschiedenen Dimensionen repräsentiert werden, so daß die gesamte relevante Information eine Matrix bildet, deren Zeilen die Dimensionen und deren Spalten die Alternativen sind, wobei die Merkmale in den Zellen stehen.

In der prozeßorientierten Entscheidungsforschung wurde nachgewiesen, daß Personen eine Vielzahl verschiedener heuristischer Strategien einsetzen, um zu einer Entscheidung zu gelangen. Die verschiedenen Strategien lassen sich jedoch in ein zweifaches Klassifikationsschema einordnen (Aschenbrenner, 1980): (1) Zum einen kann die Aufnahme und Verarbeitung der Informationen entweder innerhalb von Alternativen oder innerhalb von Dimensionen erfolgen (alternativenweises vs. dimensionsweises Vorgehen). (2) Zum anderen können Informationen über mehrere Dimensionen hinweg aggregiert werden, wobei ein schlechtes Merkmal auf einer Dimension durch ein gutes Merkmal auf einer anderen Dimension kompensiert werden kann; oder es kann nach jedem bearbeiteten Merkmal entschieden werden, ob die betreffende Alternative eliminiert wird (aggregierend-kompensatorisches vs. eliminierend-nonkompensatorisches Vorgehen); in diesem Falle führt ein sehr schlechtes Merkmal, das unterhalb eines festgesetzten Wertes liegt, sofort zum Ausschluß der betreffenden Alternative.

Eine Reihe von Heuristiken, deren Einsatz nachgewiesen wurde, weichen stark von normativen Modellen ab und führen unter bestimmten Bedingungen zu Verzerrungen und Fehlern (Kahneman, Slovic & Tversky, 1982). Hinsichtlich der Anwendung bestimmter Strategien gibt es noch keine detaillierten Kenntnisse. Es hat sich allerdings gezeigt, daß die Art der Informationsdarbietung die Anwendung bestimmter Strategien erleichtern kann; sie kann daher sowohl den Prozeß als auch das Ergebnis der Entscheidungsfindung beeinflussen bzw. verändern (Payne, 1982).

Darüber hinaus ist bekannt, daß ein Benutzer, der aus einer größeren Zahl von Alternativen eine auszuwählen hat, in der Regel zunächst seine Informationsbelastung durch eine Verringerung der Gesamtmenge reduzieren möchte. Deshalb wird die Mehrzahl der Alternativen eliminiert. Ein Entscheidungsprozeß läuft somit bei einer größeren Zahl von Alternativen in minde-

stens zwei Phasen ab: der Elimination von Alternativen und der anschließenden Auswahl der geeignetsten Alternative (Huber, 1982).

#### Datenbankbasierte Entscheidungen in der Praxis

Bei Entwicklungen in der Praxis wurden bisher die Entscheidungsprozesse der Benutzer eines Informationssystems kaum berücksichtigt. Um dem Bedarf an Transplantationsorganen nachzukommen, haben sich in den USA eigene Datenbankagenturen entwickelt. Neben der Organbeschaffung sind sie auch für die Entscheidung zuständig, wer ein Spenderorgan erhält. Ein Teil der Agenturen arbeitet als Bestandteil eines Transplantationshospitals, während ein anderer Teil unabhängig arbeitet. Die dezentrale Struktur dieses Systems bedingt, daß sowohl zwischen als auch innerhalb dieser beiden Gruppen beträchtliche Unterschiede bezüglich Organisation, Ablauf und Effektivität bestehen (Prottas, 1985). Inzwischen sind jedoch fast alle Agenturen und Transplantationszentren an ein Computer-Netz angeschlossen, das die Daten potentieller Organempfänger zugänglich macht.

Das europäische System ist wesentlich stärker zentralisiert. Mit Eurotransplant (für Österreich, die BRD und die Benelux-Staaten), U.K. Transplant und Scandiatransplant gibt es drei internationale Datenbanken. Sie verfolgen das Ziel, durch Austausch von Patientendaten und Spenderorganen die Chancen eines Patienten zu erhöhen, ein geeignetes Organ zu erhalten (Wing, D'Amaro, Lamm & Selwood, 1983).

Der Prozeß der Organversorgung verläuft in mehreren Abschnitten. Die Anfangsphase der eigentlichen Organbeschaffung läuft in verschiedenen Agenturen oder Organzentren weitgehend gleich ab. Beträchtliche Unterschiede bestehen jedoch bei dem anschließenden, wesentlichen Schritt der Organzuteilung an einen Patienten bzw. an ein Ärzteteam. Dementsprechend variiert auch die Nutzungsquote der beschafften Organe von ca. 5% bis über 20% mißlungener Transplantationen (Prottas, 1985). Obwohl die Nutzungsquote nicht allein durch die Entscheidung über den Empfänger bestimmt ist, kommt dieser Entscheidung doch wesentliche Bedeutung zu. Eine Verbesserung der Entscheidungsqualität kann möglicherweise durch eine verbesserte Planung bei der Datenbankorganisation und insbesondere bei der Gestaltung der Informationsdarbietung erzielt werden.

### Gestaltung der Informationsdarbietung

Die reine Bereitstellung großer Informationsmengen in Datenbanken stellt noch keine effektive Informationsnutzung sicher (Witte, 1972). Informationen aus einem externen Speicher sollten so dargeboten werden, daß sie der Struktur der internen Abarbeitung des Benutzers entsprechen (Muthig & Schönflug, 1981). Bisher wurde die Informationsdarbietung jedoch häufig von technischen und organisatorischen Gesichtspunkten geleitet. Da z.B. von den Anbietern Informationen separat in den Zentralrechner eingegeben werden, wird beim Btx-System die Information alternativenweise dargeboten.

Eine Verbesserung des Systemdesigns kann dadurch erreicht werden, daß man eine technisch optimale Anpassung des Systems an die Aufgabenstruktur anstrebt. Auf der anderen Seite kann man sich aber auch an einem detaillierten Modell des Systembenutzers orientieren und somit psychologische Faktoren und Benutzermerkmale in den Mittelpunkt stellen (Newell & Card, 1985).

Unter psychologischen Gesichtspunkten sollte die Benutzerschnittstelle so gestaltet werden, daß die Benutzer leicht die von ihnen gewünschten und bei der Anwendung von Entscheidungsstrategien erforderlichen Operationen ausführen können und dabei vom System unterstützt werden. Daher setzt eine effektive Informationsnutzung voraus, daß die Informationseinheiten, die ein Benutzer im Verlauf der Entscheidungsfindung gerade als nächste benötigt, verfügbar sind, ohne daß zusätzliche Operationen ausgeführt werden müssen, die die eigentliche kognitive Bearbeitung nur stören. Eine Benutzerschnittstelle sollte also ähnlich wie ein cache memory manager gerade die Informationen, von denen anzunehmen ist, daß der Benutzer sie als nächste bearbeiten möchte, am Bildschirm zeigen. Dafür ist es jedoch erforderlich, daß die kognitiven Verarbeitungs- und Entscheidungsprozesse des Benutzers bekannt sind und berücksichtigt werden.

Mangels gesicherter und hinreichend detaillierter Kenntnisse über die Prozesse der Entscheidungsfindung kann das System jedoch nicht völlig an den Benutzer angepasst werden. Daraus könnte man den Schluß ziehen, dem Benutzer völligen Freiraum beim Informationszugriff zu lassen, so daß er auf alle Zellen

der Informationsmatrix beliebig zugreifen kann. Dies hat aber den Nachteil, zu einer erhöhten Belastung durch 'book-keeping'-Operationen zu führen. Da sich Personen hinsichtlich ihres kognitiven Aufwandes an die Anforderungen der Aufgabe anpassen, würde dies bewirken, daß weniger Kapazität für die Bearbeitung relevanter Informationen zur Verfügung steht. Das System kann folglich nicht völlig neutral gestaltet werden.

Sowohl aus den Ergebnissen der berichteten Untersuchung als auch aus anderen Untersuchungen kann man jedoch folgern, daß die Art der Informationsdarbietung einen Einfluß auf die Entscheidungsprozesse des Systembenutzers hat. Dies ist unter normativen Gesichtspunkten nicht wünschenswert. Es ist z.B. kaum zu rechtfertigen, daß ein potentieller Organempfänger, der zufällig als letzter in einer Reihe mehrerer anderer Kandidaten abgerufen wird, unabhängig von seinen Merkmalsausprägungen eine größere Chance hat, ein Spenderorgan zu erhalten als die zuvor abgerufenen potentiellen Empfänger. Somit könnte man die Konsequenz ziehen, derartige Verzerrungen dadurch zu vermeiden, daß man den Menschen weitgehend oder ganz aus dem Prozess der Entscheidungsfindung ausschaltet und diese Aufgabe statt dessen vom System lösen läßt.

Auf der anderen Seite müssen aber für eine automatische Entscheidung des Systems sämtliche relevanten Kriterien, Trennwerte (cut offs) und Gewichtungen bekannt und fixiert sein. Es ist sehr zweifelhaft, ob das tatsächlich anstrebenswert ist, denn zum einen sind die Kriterien selbst in der Regel nicht starr und unveränderlich, zum anderen gibt es Fälle, die eine flexible Anwendung der Entscheidungskriterien erfordern. Ein System, das dies leisten könnte, müßte adaptiv und lernfähig sein. Will man jedoch die Entscheidung in der Hand z.B. eines medizinischen Experten belassen, so sollte man dessen Stärken ausnutzen und dessen Schwächen möglichst kompensieren (Chapanis, 1965). Zu den Stärken zählt u.a., daß aus Erfahrungen und früheren Entscheidungen gelernt werden kann, daß eine Anpassung an veränderte Situationsanforderungen und an völlig neue Situationen oder Notfälle möglich ist, daß komplexe Zusammenhänge oder Konfigurationen in den Informationseinheiten erkannt werden können und daß eine Konzentration auf relevante Informationen geleistet werden kann. Demgegenüber sind Rechner bzw. Maschinen

offensichtlich schneller und reliabler bei der Speicherung und beim Abruf großer Informationsmengen wie auch beim Treffen von Entscheidungen aufgrund eindeutiger Kriterien (McCormick, 1976, 459ff.).

Somit ergibt sich als praktikabler Kompromiß eine approximative, allgemeine Anpassung an den Systembenutzer. Während die Eliminationsphase aufgrund klarer Kriterien meistens vom System durchgeführt werden kann, erfolgt die Endauswahl durch den verantwortlichen Entscheidungsträger. Die Gestaltung der Benutzerschnittstelle ist daher vor allem für die Endphase der Entscheidungsfindung wichtig. Konkret könnte in dieser Phase eine Unterstützung dadurch erzielt werden, daß die Organisation bzw. Vorstrukturierung der Informationen entweder eine alternativenweise oder aber eine dimensionsweise Verarbeitungsstrategie erleichtert bzw. nahelegt.

Außerdem spielt bei vielen Entscheidungen die anschließende Rechtfertigung eine Rolle. Auf einen automatisch angewendeten Entscheidungsalgorithmus zu verweisen, scheint kaum eine ausreichende Rechtfertigung zu sein. Statt dessen könnte dazu das Gesamturteil herangezogen werden, das sich ein Experte gebildet hat. Vor dem Hintergrund der berichteten Ergebnisse wäre dann zu empfehlen, die Informationen sequentiell darzubieten. In anderen Fällen, so z.B. insbesondere bei wenig weitreichenden Entscheidungen, die aber sehr schnell getroffen werden müssen, könnte eine gleichzeitige Darbietung bevorzugt werden.

#### Literaturangaben

- Aschenbrenner, K.M. (1980): Eingipflige Bevorzugung. Freiburg: Hochschulverlag.
- Chapanis, A. (1965): On the allocation of functions between men and machines. *Occupational Psychology*, 39, 1-11.
- Gertzen, H. & Schmalhofer, F. (1986): Cognitive choice processes for sequentially or simultaneously presented alternatives. In: Scholz, R.W. (ed.). *Current issues in West German decision research*. Frankfurt: Lang, 79-94.
- Huber, O. (1982): *Entscheiden als Problemlösen*. Bern: Huber.
- Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (Eds.) (1982): *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.

- McCormick, E.J. (1976): Human factors in engineering and design. New York: McGraw-Hill.
- Muthig, K.P. & Schönplflug, W. (1981): Externe Speicher und rekonstruktives Verhalten. In Michaelis, W. (Hrsg.) Bericht über den 32. Kongreß der DGfP. Göttingen: Hogrefe.
- Newell, A. & Card, S.K. (1985): The prospects for psychological science in human-computer interaction. Human-Computer Interaction, 1, 209-242.
- Payne, J.W. (1982): Contingent decision behavior. Psychological Bulletin, 92, 382-402.
- Prottas, J.M. (1985): Organ procurement in Europe and the United States. Milbank Memorial Fund Quarterly, 63, 94-126.
- Wing, A.J., D'Amaro, J., Lamm, L.U. & Selwood, N.H. (1983): Evolving methodologies in computerized European registries. Kidney International, 24, 507-515.
- Witte, E. (1972): Das Informationsverhalten bei Entscheidungen. Tübingen: Mohr.

Der Erstautor wurde während der Anfertigung dieser Arbeit durch ein Stipendium der SEL (Stiftung für technische und wirtschaftliche Kommunikationsforschung) unterstützt. Zur Durchführung des Experiments standen Mittel des DFG-Projekts AL 205/1 zur Verfügung.

Heiner Gertzen  
 Psychologisches Institut  
 Universität Heidelberg  
 Hauptstr. 47-51  
 6900 Heidelberg

Franz Schmalhofer  
 Psychologisches Institut  
 Universität Freiburg  
 Niemensstr. 10  
 7800 Freiburg