Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 15

Artikel: Benützungsmodelle und Oberflächen : Vermittler zwischen Mensch und Maschine

Autor: Ventura, A. / Schaufelberger, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904058

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Benützungsmodelle und Oberflächen: Vermittler zwischen Mensch und Maschine

A. Ventura und W. Schaufelberger

Anhand von Beispielen soll gezeigt werden, wie stark der praktische Nutzen eines Systems[1] von der Oberfläche bestimmt wird. Es wird deshalb ein Schema vorgestellt, das das Zusammenwirken zwischen Mensch und System vereinfacht darstellt und als Grundlage für den Entwurf von Oberflächen dienen kann. Ausgangspunkt dabei ist die Festlegung eines Benützungsmodells, welches alle Komponenten der Oberflächen verständlich erklärt und zueinander in Beziehung setzt.

Par quelques exemples on veut montrer dans quelle mesure l'utilité pratique d'un système[1] est déterminée par la surface. C'est pourquoi on présente un schéma qui décrit de manière simplifiée le concours entre homme et système et qui peut servir de base au projet de surfaces. Le point de départ est la détermination d'un modèle d'utilisation qui explique de manière compréhensible toutes les composantes des surfaces et les relie entre elles.

Adresse der Autoren
Dr. *Andrea Ventura* und Prof. Dr. *Walter Schaufelberger*, Projektzentrum IDA, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

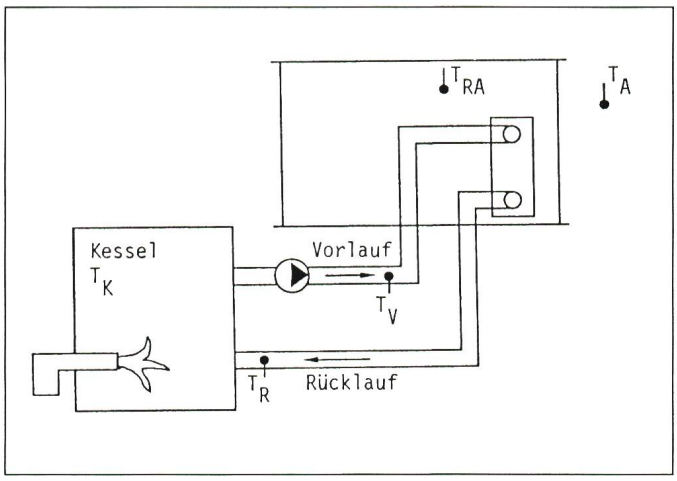
[1] Das Wort System wird hier als Sammelbegriff für alle technischen Produkte verwendet, welche direkt von einem Menschen (Benützer) bedient werden (Anlagen, Maschinen, Geräte, Automaten, Computerprogramme).

Drei Gesichter eines Reglers (Beispiel 1)

Im folgenden soll eine Heizanlage mit Aussentemperatursteuerung, wie sie in vielen Wohnhäusern eingesetzt wird, als einführendes Beispiel für unsere Diskussion der Benützungsmodelle dienen (Fig. 1). Wir betrachten dabei hauptsächlich die Einstellung der *Heizgeraden*. Es ist leicht einzusehen, dass an kalten Tagen mehr geheizt werden muss als an warmen. Einfache thermodynamische Überlegungen zeigen, dass die Vorlauftemperatur im Heizkreis (Heisswasser) in erster Näherung linear mit der Aussentemperatur verstellt werden muss [1; 2], um die Raumtemperatur konstant zu halten. Diese Heizgerade oder Heizkurve soll für eine angenehme Raumtemperatur zum Beispiel die Form nach Figur 2 annehmen. Die Steigung und die absolute Höhe der Geraden sind dabei vom Gebäude, seiner Umgebung und den Ansprüchen seiner Bewohner abhängig. Daraus folgt, dass die Heizgerade individuell eingestellt werden muss, eine Aufgabe, die meistens den Bewohnern und damit Laien auf dem Gebiet der Heizungstechnik zugewiesen wird. Auf die Techniken, die bei der Einstellung angewendet werden, wird hier nur am Rande eingegangen [1; 2]. Hier interessieren die auf verschiedenen Benützungsmodellen basierenden Geräteoberflächen zum Verstellen der Heizgeraden.

Variante a: Oberfläche mit zwei Drehknöpfen

Dem Benützer werden zwei Drehknöpfe zur Verfügung gestellt, mit denen er die absolute Höhe und die Steilheit der Heizgeraden einstellen kann. Eine Vorstellung von den Auswirkungen seiner Manipulationen erhält er über das mitgelieferte Diagramm (Fig. 3). Die Hauptschwierigkeit bei der Einstellarbeit ergibt sich daraus, dass für eine gezielte Änderung oft beide Knöpfe verstellt werden müssen. Eine Veränderung der Höhe wirkt sich z.B. über den ganzen Bereich aus. Das folgende Zitat aus einer Betriebsanleitung, das die Einstellung der Steilheit beschreibt, zeigt die Schwierigkeit der gedanklichen Erfassung auf: «Dieser Wahlschalter bestimmt das Verhältnis von Vorlauftemperatur zu Aussentemperatur. Es sind 9 Heizkurven vorgese-



Figur 1
Heizanlage mit Aussentemperatursteuerung
T_{RA} Raumtemperatur
T_A Aussentemperatur
T_V Vorlauftemperatur
T_R Rücklauftemperatur
T_K Kesseltemperatur
$T_K = T_V$

hen, die entsprechend dem Diagramm (analog zu Fig. 3a) eingestellt werden können. Das Gerät ist werkseitig so eingestellt, dass einer Aussentemperatur von 18 °C eine Vorlauftemperatur von 30 °C entspricht. Die nach den Kennbuchstaben des Diagramms gewählte Heizkurve bestimmt dann die Anhebung der Vorlauftemperatur in Abhängigkeit zum Abfall der Aussentemperatur unter 18 °C.»

Variante b: Oberfläche mit zwei Schiebern

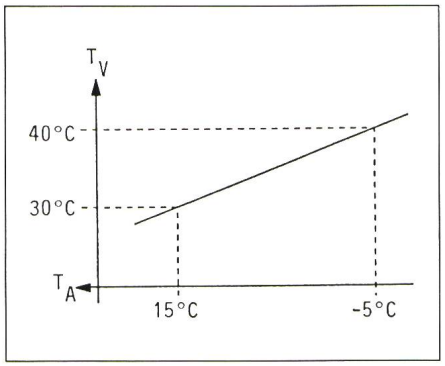
Dem Benützer werden zwei Schieber, z.B. bei +15 °C und −5 °C zur Verfügung gestellt, mit denen er die Gerade verstellen kann (Fig. 4). Die Verstellung kann hier an wärmeren und kälteren Tagen getrennt erfolgen.

Variante c: Oberfläche mit einem Einstellelement

Der Benützer muss nur eine einfache Angabe machen, wie «mehr heizen», «weniger heizen» oder «unverändert lassen». Dazu genügt ein Schieber, ein Drehknopf oder einige Tasten (Fig. 5). Die schwierig einzustellende Steilheit wird vom Heizungsregler selbst ermittelt. Das Stellorgan bewegt sich nach Ausführung der Operation selbsttätig in die neutrale Grundstellung zurück.

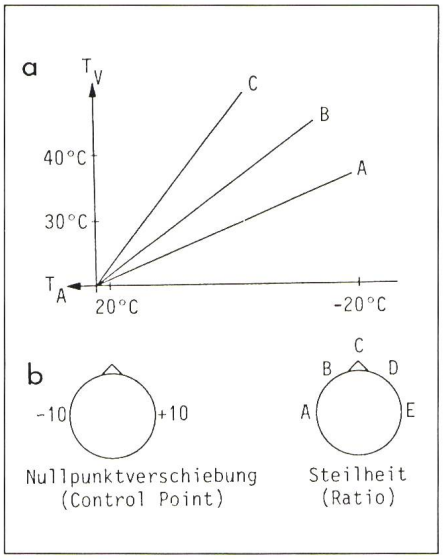
Von der systemorientierten zur benützerorientierten Oberfläche

Zwei Grössen lassen sich technisch einfach mit zwei Drehknöpfen einstellen. Dies führt direkt zur ersten Lösung (Variante a). Die Idee, Einstellungen an wärmeren und kälteren Tagen getrennt vornehmen zu können, führt auf die zweite Lösung (Variante b) und die Idee, dem Gerät den schwierigsten Teil der Aufgabe zu übertragen auf die dritte Lösung (Variante c). Der durchschnittliche Benützer, ein heizungstechnischer Laie, dürfte mit der ersten Oberfläche kaum in der Lage sein, die Einstellung seiner Heizanlage seinen Bedürfnissen anzupassen. Die zweite Oberfläche macht weit weniger Mühe, setzt aber immer noch voraus, dass der Benützer die Heizgerade versteht. Keine Probleme bietet die dritte Oberfläche, da jeder Benützer weiss, ob er seine Raumtemperatur höher oder tiefer haben möchte. Die Erkenntnisse aus diesem Beispiel werden in den folgenden Abschnitten verallgemeinert.



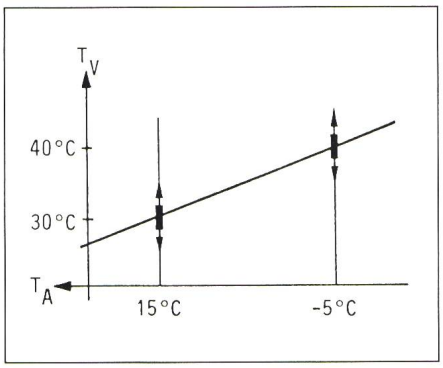
Figur 2 Heizgerade

T_A Aussentemperatur
T_V Vorlauftemperatur



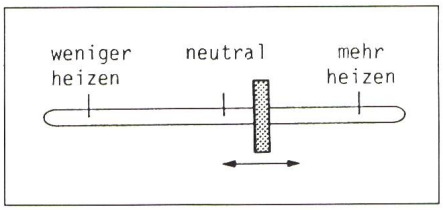
Figur 3 Oberfläche mit 2 Drehknöpfen

a Erklärendes Diagramm
b Drehknöpfe zum Einstellen von Höhe und Steilheit der Heizgeraden.
Schwierigkeit: Der Benützer muss bei der Vornahme von Korrekturen 2 Parameter verstellen.



Figur 4 Oberfläche mit zwei Schiebern

Damit kann die Heizgerade an warmen und kalten Tagen getrennt verstellt werden.
Vorteil: Der Benützer kann Korrekturen an warmen Tagen mit dem linken Schieber, an kalten Tagen mit dem rechten Schieber vornehmen, was schon fast einer bedienungsfreundlichen Einparameter-Einstellung entspricht.



Figur 5 Oberfläche mit einem Einstellelement

Es wird nur die Sollwertänderung der Raumtemperatur eingegeben. Das Stellorgan bewegt sich nach Ausführung einer verlangten Operation selbsttätig in die neutrale Grundstellung zurück. (Einparameter-Einstellung)

Wie Menschen und Maschinen zusammenwirken

Ingenieure, die Systeme mit benützerfreundlichen Oberflächen entwerfen wollen, sollten wenigstens annähernd verstehen, was in einem Menschen bei der Benützung eines Systems vorgeht. Das Verständnis darf durchaus modellhaft sein, denn es geht nicht darum, die Eigenarten eines gewissen Menschen oder eines gewissen Systems darzustellen, sondern um ein allgemeines Bild. Ein nützliches Schema des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine stammt von *Donald A. Norman* [3]. Das Schema soll zuerst in allgemeiner Form vorgestellt und dann auf das Beispiel der Heizungsregelung angewendet werden. Norman entwickelt das Schema in zwei Schritten:

Erster Schritt

Im ersten Schritt stellt er fest, dass zwischen den Zielen eines Menschen und den Funktionen eines Systems (mit dessen Hilfe er besagte Ziele erreichen möchte) eine *Kluft* besteht, die in zweierlei Hinsicht überbrückt werden muss: Zum einen muss der Mensch aus seinen Zielvorstellungen das richtige Vorgehen bei der Bedienung des Systems ableiten, und zum anderen muss er den Systemzustand dahingehend interpretieren können, ob er den vorgegebenen Zielen entspricht oder nicht.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Kluft zu überbrücken:

- Der Mensch rückt näher ans System. Dank seiner Anpassungsfähigkeit lernt er nach einer angemes-

senen Lern- und Übungszeit auch komplexe Systeme zu bedienen.
- Das System rückt näher an den Menschen. Die Oberfläche des Systems wird so entworfen, dass sie der Denkweise des Benützers entgegenkommt und es ihm einfach macht, Absichten in Systemmanipulationen umzusetzen und Systemveränderungen mit Zielvorstellungen in Beziehung zu setzen.

Die erste Möglichkeit scheint dann vertretbar, wenn es sich um professionelle Systeme handelt. Bei der Bedienung von CAD-Systemen, Flugzeugen und Industrierobotern ist den wenigen betroffenen Menschen eine anfängliche längere Lernphase durchaus zuzumuten. Daneben existiert aber in unserem Alltag auch eine Vielzahl von Systemen, die viele Menschen nur gelegentlich, dann aber ohne grosse Mühe für ihre Zwecke einsetzen wollen (Heizanlage, Telefon, Billettautomat). Solche Systeme müssen dem Menschen nähergebracht werden.

Zweiter Schritt

Im zweiten Schritt verfeinert Norman sein Schema und zählt sieben Stufen auf, die der Benützer bei der *Ausführung und Überprüfung* eines Vorhabens mittels eines Systems durchläuft (Fig. 6):

1. Festlegung des Ziels,
2. Formulierung von Absichten,
3. Planung des Vorgehens,
4. Ausführung der Manipulationen,
5. Beobachtung des Systems,
6. Interpretation der Beobachtungen,
7. Prüfung, wieweit das Ziel erreicht wurde.

Nun wollen wir versuchen, die sieben Stufen in unserem Beispiel zu identifizieren:

1. Ziel: Behagliche Raumtemperatur während des ganzen Winters mit einer festen Einstellung des Reglers und geringem Energieverbrauch.

2. Absicht: Die Heizanlage wird verstellt bis die Raumtemperatur befriedigt. Das konkrete Vorgehen kann auf grundsätzlich verschiedene Weise erfolgen:
- mit kleinen gefühlsmässigen Korrekturen,
- durch «Eingabeln» mit Korrekturen, die immer kleiner werden,
- durch gezielte, berechnete Korrekturen [1; 2].

3. Planung: Das Vorgehen wird von der konkreten Absicht und vom Benützungsmodell bestimmt, welches die Oberfläche erklärt (Bezeichnungen aus Abschnitt 1):

Varianten a und b: Die Heizgerade muss im Verlauf einer Heizperiode so eingestellt werden, dass die gewünschte Raumtemperatur resultiert. Gezielte Korrekturen sind in Variante a relativ schwierig durchzuführen, weil die Anordnung asymmetrisch ist. Bei der Variante b ist dies viel einfacher.

Variante c: Die Heizanlage stellt sich selbsttätig so ein, dass während der ganzen Heizperiode eine gewünschte Raumtemperatur eingehalten wird.

4. Ausführung: Das eigentliche Eingreifen wird von der Systemoberfläche bestimmt:

Variante a: An relativ warmen Tagen soll eher die Höhe verstellt werden, an kalten die Steilheit.

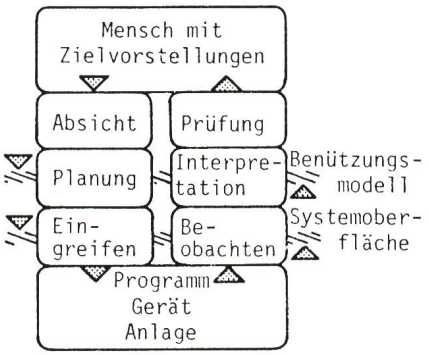
Variante b: An relativ warmen Tagen muss der linke Schieber, an relativ kalten Tagen der rechte Schieber verstellt werden.

Variante c: Der Schieber für die Raumtemperatur wird in die gewünschte Richtung verstellt.

5. Beobachtung: Die Einstellung der Heizung kann mit Thermometern überprüft werden. Meistens werden die Raumtemperatur, die Aussentemperatur und die Vorlauftemperatur gemessen.

6. Interpretation: Der Benützer beurteilt im allgemeinen nicht nur die absoluten Temperaturwerte, sondern auch die individuelle Behaglichkeit. Das Benützungsmodell hilft – wie im nächsten Kapitel noch eingehend gezeigt wird – bei der Interpretation der Beobachtungen, indem es die Zusammenhänge zwischen den Einstellwerten und den gemessenen Werten erklärt und auch Sonderfälle wie instationäre Verhältnisse berücksichtigt.

7. Prüfung: Dabei wird die Erfüllung des Zieles geprüft. Dieses besteht z.B. darin, eine behagliche Raumtemperatur bei geringem Energieverbrauch zu erreichen.



Figur 6 Zusammenwirken von Mensch und Maschine

Das Zusammenwirken von Mensch und Maschine vollzieht sich in einem geschlossenen Regelkreis. Die darin enthaltenem Aktionen des Menschen lassen sich in sieben Schritte unterteilen, wobei die Begriffe Systemoberfläche und Benützungsmodell eine herausragende Rolle spielen.
Die Gestaltung der Oberfläche legt fest, wie von aussen in das System eingegriffen werden kann und wie interne Veränderungen nach aussen sichtbar gemacht werden. Das Benützungsmodell hilft dem Menschen bei der Planung des Eingreifens und bei der Interpretation der beobachteten Veränderungen.

Der Entwurf von Benützungsmodellen

Welche minimalen Kenntnisse benötigt ein Benützer, um ein System – vielleicht auch nur gelegentlich – sinnvoll für seine Zwecke einzusetzen? Die Antwort ist: Er braucht zweierlei. Er muss die *Funktion* des Systems kennen und die *Oberfläche* des Systems verstehen. Der erste Punkt scheint klar zu sein. Wer nicht weiss, welche Dienste ein System anbietet, welche Fähigkeiten es hat, kann es auch nicht richtig einsetzen. Der zweite Punkt hingegen muss ausführlicher erörtert werden. Was heisst denn «die Oberfläche eines Systems verstehen»? Es heisst, alle Komponenten der Oberfläche (Knöpfe, Schalter, Anzeigen, Geräusche) in einen inneren Zusammenhang stellen. Der Benützer muss in der Lage sein, seine Absichten in Manipulationen der Oberfläche umzusetzen und beobachtete Veränderungen der Oberfläche zu interpretieren. Die Autoren dieses Beitrags sind nun der Ansicht, dass es nicht dem Benützer überlassen werden sollte, diesen inneren Zusammenhang zu finden, sondern Aufgabe des Ingenieurs ist, schon beim Systementwurf den besagten Zusammenhang darzustellen, d.h. ein *Benützungsmodell* zu formulieren. Der Entwurf eines Systems ist unvollständig, solange das Benützungsmodell fehlt. Eine Systementwicklung darf deshalb erst in Angriff genommen werden, wenn das Benützungsmodell festgelegt ist. Nur so ist gewährleistet, dass das spätere Systemverhalten jederzeit dem Benützungsmodell gehorcht.

Das Benützungsmodell soll die folgenden Forderungen (zum Teil nach *Riley* [4]) erfüllen:

- Es soll die Funktion und das Verhalten des Systems genügend genau wiedergeben.
- Seine Teile sollen beim Zusammenspiel ein einheitliches, widerspruchsfreies Bild ergeben.
- Es soll mit anderen Kenntnissen des Benützers, z.B. mit Alltagserfahrungen, verträglich sein.
- Es soll nur die für die Benützung relevanten Informationen enthalten. Technische Einzelheiten des Systemkerns gehören nicht ins Benützungsmodell.
- Es muss mindestens drei Dinge erklären: Erstens die Objekte, die das System handhaben kann, zweitens die Operationen, die mit den Objekten ausgeführt werden können und drittens die Organisationsstrukturen, die Objekte und Operationen ordnen (ausführliche Liste in *Nievergelt* [5]).
- Es sollte so einfach sein, dass es einem Neuling in kurzer Zeit erklärt werden kann.

Der Entwurf von Benützungsmodellen ist eine schwierige Aufgabe. Erfahrungsgemäss fällt es einem Entwicklungsingenieur schwer, wenigstens in Gedanken in die Haut des späteren Benützers zu schlüpfen und das System mit dessen Augen zu sehen. Ein erster Schritt in die richtige Richtung ist die Erkenntnis, dass die Bedürfnisse des entwerfenden Ingenieurs nicht repräsentativ sind für die Bedürfnisse des Benützers. Der Ingenieur weiss «zuviel» über sein System.

Zur Vertiefung unserer allgemeinen Bemerkungen zur Rolle von Benützungsmodellen wollen wir zwei Beispiele betrachten. Es geht in beiden Fällen um Computerprogramme mit wohlüberlegten, einfachen Benützungsmodellen. Als erstes stellen wir das Modell der Tabellenkalkulationsprogramme (Beispiel 2) vor, welche Anfang der Achtzigerjahre den Arbeitsplatzrechnern zum Durchbruch verholfen haben [6]. Dann folgt als zweites (Beispiel 3) ein Modell für interaktive Programme für den Unterricht. Deren Oberfläche muss so gestaltet werden, dass sich die Studenten auf den präsentierten Stoff konzentrieren können und möglichst wenig Gedanken an die Programmbedienung verschwenden müssen [7; 8].

Figur 7
Routh-Schema für die charakteristische Gleichung $s^4+7s^3+17s^2+17s+6$ in Resultatdarstellung
Der zugehörige Regelkreis ist stabil, da alle Routh-Koeffizienten (Kolonne C) positiv sind.

	A	B	C	D	E	F
1	Kriterium von Routh					
2						
3	Koeffizienten der charakteristischen Gleichung					
4						
5	a 0	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5
6	1	7	17	17	6	0
7						
8			Routh-Schema			
9						
10			**1.00**	17.00	6.00	
11			**7.00**	17.00	0.00	
12	-0.143		**14.57**	6.00	0.00	
13	-0.480		**14.12**	0.00	0.00	
14	-1.032		**6.00**	0.00	0.00	
15	-2.353		**0.00**	0.00	0.00	

Tabellenkalkulationsprogramme (Beispiel 2)

Das Benützungsmodell ist sehr einfach: Tabellenkalkulationsprogramme organisieren ihre Daten in einem rechteckigen Netz von Zellen, die in Zeilen und Kolonnen angeordnet sind. Eine Zelle kann leer sein oder einen Wert enthalten. Als Wert kann eine konstante Zahl, ein fester Text oder eine Formel eingesetzt werden. Formeln beschreiben, wie sich der Wert einer Zelle berechnet; der Zellinhalt ist also variabel. Es gibt eine grosse Auswahl vordefinierter Operationen. Ausserdem kann (durch Angabe von Zeilen- und Kolonnenindex) auf den Inhalt anderer Zellen Bezug genommen werden.

Die Figur 7 zeigt eine kleine Tabelle, die für die Berechnung des Routhschen Kriteriums zur Bestimmung des Stabilitätsverhaltens von Regelkreisen vorbereitet wurde. In der Zeile 6 müssen einfach die Koeffizienten der charakteristischen Gleichung eingesetzt werden. Dann berechnet das Programm automatisch das Routh-Schema und die Routh-Koeffizienten [9].

Die Figur 7 zeigt die Tabelle in der Resultatdarstellung. Das dahinterliegende Programm kann ebenfalls in Tabellenform (Formeldarstellung, Fig. 8) zur Anzeige gebracht werden.

Tabellenkalkulationsprogramme wurden ursprünglich für kaufmännische Anwendungen entworfen. Ihr Benützungsmodell ist jedoch so flexibel und vielseitig, dass sich mit ihrer Hilfe fast beliebige Berechnungen durchführen lassen, wie obige Anwendung aus der Regelungstechnik beweist.

Unterrichtsprogramme (Beispiel 3)

Ein mögliches *Benützungsmodell* für interaktive Unterrichtsprogramme leitet sich von der Gliederung von Lehrbüchern ab und davon, wie ein Leser mit einem Buch umgeht [7]. Zunächst soll die erste Komponente des Modells, die Gliederung der Unterrichtsprogramme, erläutert werden. Lehrbücher sind in zweierlei Hinsicht gegliedert: Der Inhalt in Kapitel und Abschnitte, die Präsentation in Seiten. Die Einteilung in Kapitel und Abschnitte und die Einteilung in Seiten haben wenig miteinander zu tun. Mit einer Ausnahme: Der Anfang eines neuen Kapitels wird dadurch betont, dass es auf einer neuen Seite beginnt. Inhaltliche Einheit und Präsentationseinheit werden also aufeinander abge-

	A	B	C	D	E
8			Routh-Schema		
9					
10			=a_0	=a_2	=a_4
11			=a_1	=a_3	=a_5
12	=-C10/C11		**=D10+$A12*D11**	=E10+$A12*E11	=F10+$A12*F11
13	=-C11/C12		**=D11+$A13*D12**	=E11+$A13*E12	=F11+$A13*F12
14	=-C12/C13		**=D12+$A14*D13**	=E12+$A14*E13	=F12+$A14*F13
15	=-C13/C14		**=D13+$A15*D14**	=E13+$A15*E14	=F13+$A15*F14

Figur 8 Routh-Schema in Formeldarstellung

stimmt, um den Beginn des neuen Kapitels deutlich zu markieren. In Analogie dazu gliedern unsere Unterrichtsprogramme ihren Stoff in inhaltliche Einheiten, deren Präsentation genau einen Bildschirm füllt. Ein Wechsel des Stoffinhaltes bewirkt damit einen Wechsel des Bildschirminhaltes, und umgekehrt. Diese Einheiten im doppelten Sinne wollen wir *Seiten* nennen.

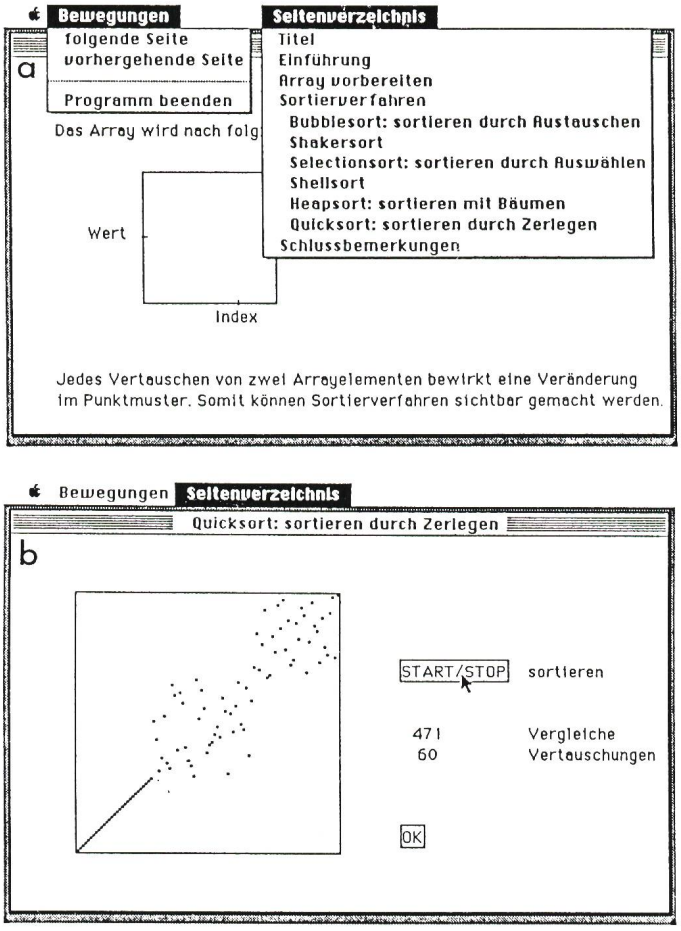
Auch beim Aufbau der Unterrichtsprogramme wird die Analogie zum Lehrbuch gesucht. Lehrbücher sind den unterschiedlichsten Themen gewidmet, trotzdem ist ihr Aufbau immer recht ähnlich, was dem Leser den Umgang mit einem unbekannten Lehrbuch erleichtert. Dies gilt sinngemäss auch für unsere Unterrichtsprogramme. Sie beginnen mit einer Titelseite, mit dem Namen des Programms, einer kurzen Beschreibung des Themas und Angaben zu Autor und Entstehungsdatum. Danach folgen ein bis zwei Einführungsseiten, die in knapper Form Hintergrundinformation zum Verständnis des Programms liefern (Theorie, verwendete Darstellungsformen und ähnliches). Daran schliessen sich die eigentlichen Kernseiten an, deren Inhalt meist interaktiv durch den Benützer verändert werden kann. Das Programm wird mit einer Schlussseite beendet, auf der Literaturhinweise, statistische Angaben oder Referenzen zu thematisch verwandten Programmen zu finden sind.

Nun zur zweiten Komponente des Benützungsmodells, welche die zulässigen Operationen des Benützers beschreibt. Auch hier wollen wir uns am Umgang mit einem Lehrbuch orientieren. Eine Möglichkeit ist, das Buch Seite um Seite, von vorne nach hinten zu lesen. Dazu blättert der Leser jeweils eine Seite weiter, gelegentlich aber auch eine Seite zurück, beispielsweise dann, wenn er etwas nicht ganz verstanden hat. Eine andere Art ist, im Inhaltsverzeichnis interessante Teile des Buchs zu suchen und dann mit Hilfe der Seitennummern direkt zu den entsprechenden Seiten zu springen. Diese Bewegungsmöglichkeiten (Blättern und Springen), die ein Leser eines Lehrbuchs hat, sollen auch dem Benützer unserer Unterrichtsprogramme geboten werden. Es gibt *Bewegungsbefehle* zum Blättern und solche zum Springen. Beide Gruppen sind je in einem Menü zusammengefasst und können auf jeder Seite aktiviert werden, um die entsprechenden Bewegungen auszulösen. Die Bewegungsbefehle zum Blättern heissen: «Zur folgenden Seite», «Zur vorhergehenden Seite» und «Programm beenden». Die Bewegungsbefehle zum Springen werden durch eine Liste aller Programmseiten angeboten. Die Auswahl einer gewünschten Seite löst die Bewegung aus. Die Figur 9a zeigt eine Seite aus dem Unterrichtsprogramm *Sortierverfahren im Vergleich* mit eingeblendeten Bewegungsbefehlen.

Ausser den Bewegungsbefehlen hat der Benützer noch eine zweite Klasse von Befehlen zur Verfügung, die *seitenspezifischen Befehle*. Sie sind nur im Kontext einer bestimmten Seite definiert und können nur dort ausgeführt werden. Mit seitenspezifischen Befehlen können beispielsweise Animationen ausgelöst, Berechnungen durchgeführt und Parameterwerte verändert werden (Fig. 9b).

Schlussfolgerungen

Wie die vorangehenden Ausführungen gezeigt haben, sind benützerfreundliche Systeme keine Zufallsprodukte, sondern Resultate anspruchsvoller Entwurfprozesse. Die Bedürfnisse des Benützers stehen im Zentrum der Überlegungen, die zur Formulierung eines geeigneten Benützungsmodelles führen.



Figur 9
Oberfläche eines Unterrichtsprogramms

a Bildschirmseite mit eingeblendeten Bewegungsbefehlen
b Bildschirmseite mit seitenspezifischen Befehlen zur Animation des Quicksort-Algorithmus.

Literatur

[1] *J. Tödtli:* Manuelle und automatische Einstellung eines Heizungsreglers. Bull. SEV/VSE 78(1987)7, S. 354...360.

[2] *J. Tödtli, P. Gruber* und *B. Steinle:* Heizkurve einfacher einstellen. Im Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das die Einstellung der Heizkurve stark vereinfacht. Sonnenenergie 14(1987)6, S. 20...23.

[3] *D.A. Norman:* Cognitive engineering. In: User centered system design. Edited by: D.A. Norman and S.W. Draper. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1986: p. 31...61.

[4] *M.S. Riley:* User understanding. In: User centered system design. Edited by: D.A. Norman and S.W. Draper. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1986; p. 157...169.

[5] *J. Nievergelt:* Errors in dialog design and how to avoid them. In: Document preparation systems. Edited by: J. Nievergelt a. o., Amsterdam/London, North-Holland, 1982; p. 265...274.

[6] *A. Ventura:* Tabellenkalkulationsprogramme: Hilfsmittel für technisch-wissenschaftliche Berechnungen. Projekt-Zentrum IDA, Bericht Nr. 2. Zürich, ETH 1988

[7] *A. Ventura* und *H. Goorhuis:* Unterrichtsprogramme für die Informatikausbildung. Institut für Informatik, Bericht 77. Zürich, ETH 1987.

[8] *W. Schaufelberger:* Teachware for control. American Control Conference 1988.

[9] *O. Föllinger:* Regelungstechnik. Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 3. Auflage. Berlin/Frankfurt a.M., AEG-Telefunken, 1980.