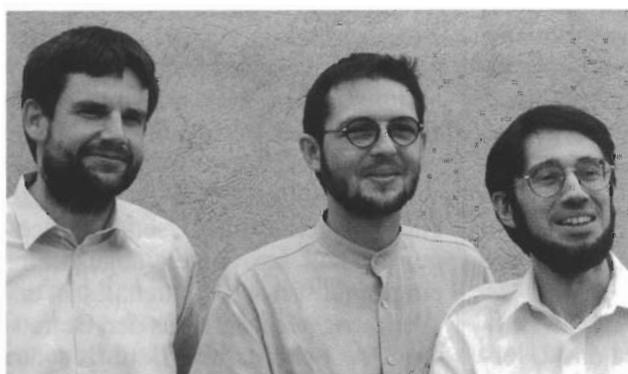


Das Technische Assistenzsystem – Unterstützung der Selbständigkeit bewegungs- und mehrfachbehinderter Personen

Christian Flachberger, Paul Panek, Wolfgang Zagler,
Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektronik, Technische Universität Wien



Von links nach rechts: Dipl.-Ing. Paul Panek und Dipl.-Ing. Christian Flachberger sind Mitarbeiter der Forschungsgruppe für Rehabilitationstechnik am Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektronik an der Technischen Universität Wien. Dr. Wolfgang L. Zagler leitet diese Gruppe, die seit zehn Jahren besteht und sich mit Forschung und Entwicklung von neuen technischen Hilfsmitteln zur Unterstützung behinderter Personen beschäftigt.

Informationstechnologie und Telematik eröffnen bewegungs- und mehrfachbehinderten Personen neue Möglichkeiten zu selbständiger Lebensführung und höherer Lebensqualität. Trotzdem stößt die Anwendung vielfach auf Schwierigkeiten und geringe Akzeptanz. Dieser Beitrag skizziert einen an der Technischen Universität Wien entwickelten Lösungsansatz in Form des „Technischen Assistenzsystems“. Besondere Innovation liegt im Bereich des multimodalen User-Interfaces, das für jeden behinderten Benutzer/jede Benutzerin¹ individuell erstellt werden kann. Ein an der TU Wien konstruierter Prototyp wurde im Herbst 1995 in der Musterwohnung eines Förderzentrums für bewegungs- und mehrfachbehinderte Personen in Betrieb genommen und wird seither mit großem Erfolg eingesetzt. Ein kurzer Bericht über Erfahrungen aus dem praktischen Alltagseinsatz schließt diesen Beitrag.

¹ Wegen der besseren Lesbarkeit wird im folgenden auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet.

The Technical Assistive System – Supporting the Independence of Motor and Multiple Impaired Persons

Information technology and telematics are creating new possibilities of independent living and higher quality of life for motor and multiple impaired persons.

Nevertheless, usability, acceptance and efficiency are limited. This paper is pointing out some of the basic reasons and describes an attempt to overcome the situation by the "technical assistive system" developed at the Vienna University of Technology.

Special innovative work was done in the area of the multimodal user-interface which can be set up individually for each impaired end user.

In autumn 1995 a prototype was installed at a support centre for motor and multiple impaired persons and is being used successfully. A short report about the experiences resulting from this field test is completing the paper.

1 Einführung und Motivation

„Ich bin behindert. Ich sitze in einem Rollstuhl und ich kann nicht sprechen. Ich brauche bei allem Hilfe, beim Essen, beim Gehen, bei der Körperpflege.“

Für mich ist meine Behinderung an und für sich kein Problem mehr. Mein Leben ist nicht viel anders als das meiner Mitmenschen. Ich habe viele Freunde, mit denen ich weggehe und sehr viel rede. Ich glaube, sie nehmen mich so, wie ich bin...“

Diese Worte stammen aus der Feder einer behinderten Frau, heute etwa 25 Jahre alt. [4] Seit ihrer Geburt durch infantile Cerebralparese in Form einer hochgradigen Athetose behindert, ist sie weder imstande Arme oder Beine zu gebrauchen, noch zu sprechen. Längere Zeit glaubte man, sie sei auch geistig behindert.

Heute hat diese Frau die Reifeprüfung an einer Erwachsenenbildungseinrichtung in einigen Fächern bereits abgelegt, andere werden bald folgen. Neben ihrem Studium arbeitet sie für eine Betriebszeitung. Ein entsprechend angepaßter Computer ist dabei notwendiges Werkzeug. Das Telefon gehört für sie zum Alltag wie für jede andere Person: Eine computergesteuerte Wähleinrichtung und ein Sprachsynthesizer machen trotz hochgradiger Bewegungs- und vollständiger Sprechbehinderung Telekommunikation zur Routine.

Wie würde das Leben dieser Frau ohne technische Hilfsmittel aussehen? Wären ihr Schulbesuch und Reifeprüfung trotzdem möglich? Könnte sie für die Redaktion einer Betriebszeitung arbeiten und Geld verdienen? Könnte sie ihre Freunde anrufen, um einen Kinobesuch zu vereinbaren?

Diesem positiven Beispiel gegenüber stehen bis heute viele Personen, denen die Nutzung moderner Informationstechnologie zur Gewinnung eines selbständigen Lebens aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist. Eine Forschungsinitiative an der TU Wien hat sich die Entwicklung von Lösungen für dieses Problem zum Ziel gesetzt. Die dabei gefundenen Lösungswege und gesammelten Erfahrungen sind Thema des folgenden Textes.

2 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Hochgradig behinderte Menschen benötigen bei der praktischen Lebensführung „Assistenz“, die üblicherweise in Form von Unterstützung durch Personen geleistet wird. Über die Assistenz durch Personen hinaus kann moderne, an den Menschen angepaßte Technik enorme Möglichkeiten zu einer aktiven und selbstbestimmten Lebensweise erschließen. Dies ist das Ziel technischer Assistenz. Es ergeben sich folgende Ansatzpunkte:

- **Unterstützte Kommunikation:**
Ersatz von Sprache und Stimme für sprach- und sprechbehinderte Personen, Steuerung von Telekommunikationsgeräten.
- **Steuerung der Umgebung:**
Fernsteuerung von Unterhaltungsgeräten, Hausinstallations-technik, elektrischem Spielzeug; Fernabfrage von Raumtemperatur, Melden der Türglocke.
- **Sicherheitsfunktionen:**
Notruf und Überwachungsfunktion, Steuerung der Torsprechanlage und des Torschlosses.
- **Computeranwendung:**
Zugang zu Computernetzwerken und Information, Bildung, Spiele, Training und Therapie.

3 Individuelle Anpassung – die Herausforderung

Die exakte Anpassung eines Hilfsmittels an den Benutzer ist für die Nutzbarkeit und Akzeptanz von eminenter Bedeutung. Im Falle der Anpassung des User-Interfaces ist eine genaue Kenntnis der Fähigkeiten, Vorlieben und Bedürfnisse des Benutzers vonnöten. Menschen, die diese Forderung erfüllen, sind Personen aus dem unmittelbaren Umkreis des Benutzers (idealerweise Ergotherapeuten, Sonderpädagogen, aber auch Familienmitglieder).

Darüber hinaus ist eine Lösung gefragt, die imstande ist, sich zu verändern, mitzuwachsen oder auch schrittweise einfacher zu werden.

4 Das User-Interface – der kritische Punkt

Gerade im Bereich der Mehrfachbehinderungen stellt das User-Interface den kritischen Punkt für eine hohe Nutzbarkeit und Akzeptanz dar. Bei den folgenden Überlegungen zum User-Interface konnten Elemente aus dem von Hartson [3] vorgeschlagenen Modell einbezogen werden.

Zentrales Element des von den Autoren entwickelten User-Interfaces sind sogenannte **multimodale, bidirektionale Icons** (Bild 1). Diese Idee stellt eine Erweiterung des klassischen Iconbegriffes dar: Die Präsentation erfolgt multimodal (durch Grafik, Text, Sprache und Geräusch). Als zusätzliche Eigenschaft wird die Selektion eingeführt: Die Aktivierung kann nicht nur durch den Benutzer, sondern

auch durch das System erfolgen (um Ereignisse aus der Umgebung anzuzeigen und damit die Präsentation auszulösen).

Im entworfenen Technischen Assistenzsystem stellen bidirektionale multimodale Icons die universelle und ausschließliche Kommunikationsmöglichkeit zwischen Benutzer und Umgebung über das System in beiden Richtungen und für alle Applikationen dar.

Die **multimodalen Eigenschaften** sind von besonderer Bedeutung für mehrfachbehinderte Personen. Sie können beispielsweise verwendet werden, um Personen mit fehlendem Text-Verständnis, mit eingeschränkter Assoziationsfähigkeit oder eingeschränkter Wahrnehmungsfähigkeit sowie sehbeeinträchtigten Personen die Benutzung zu erleichtern.

Zentrale Forderung ist nun, daß alle Elemente des User-Interfaces gezielt und individuell abgestimmt eingesetzt werden können. Es ist ein Werkzeug gefordert, das den Betreuern der behinderten Benutzer das kreative Erstellen verschieden User-Interfaces gestattet. Dieser Vorgang soll unbelastet von technischen Fragestellungen vor sich gehen.

5 Das Konzept des Technischen Assistenzsystems

Aus diesen Überlegungen heraus wurde das in Bild 2 dargestellte Konzept des Technischen Assistenzsystems entworfen. Der behinderte End-User interagiert über User-Interface und das für ihn nicht sichtbare Applikations-Management-System mit der Umgebung. Das User-Interface-Management-

Bild 1: Multimodale, bidirektionale Icons stellen die Verbindung zwischen User und Umgebung für alle Applikationen und für beide Kommunikationsrichtungen her.

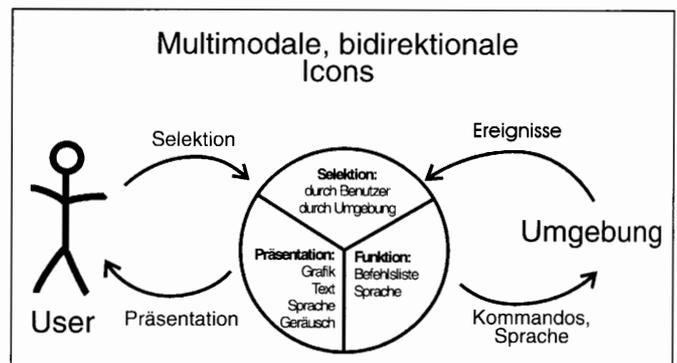
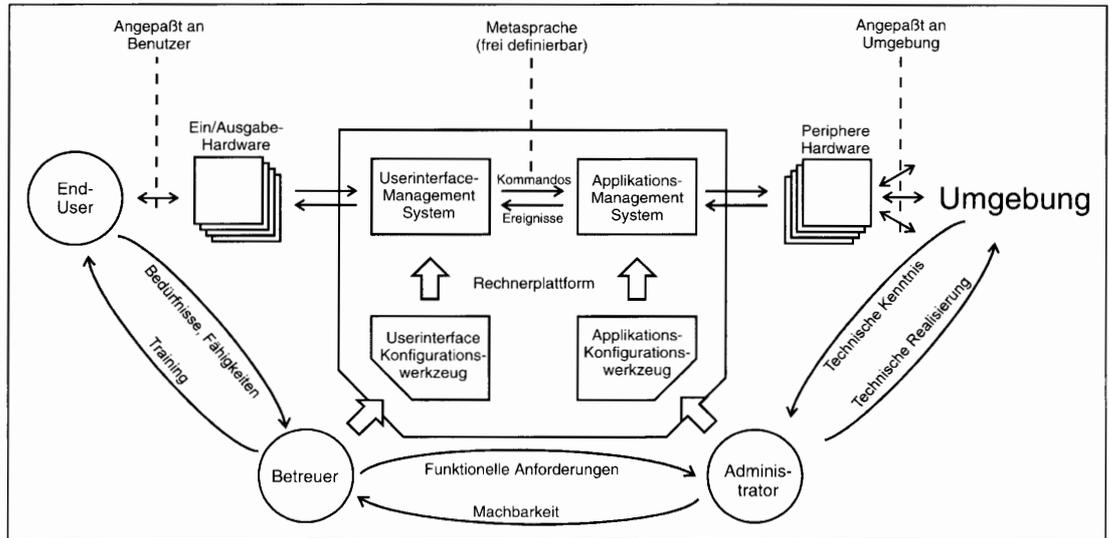


Bild 2: Konzept des Technischen Assistenzsystems nach [2]. Es wurden drei Benutzergruppen berücksichtigt: End-User, Betreuer und Administrator. Der End-User ist der eigentliche behinderte Benutzer. Der Betreuer konfiguriert das User-Interface. Der Administrator passt das System an die Umgebung an.



ment-System ist so frei konfigurierbar, daß es an Personen mit verschiedenen Behinderungen individuell angepaßt werden kann. Das Applikations-Management-System ist universell in Hinblick auf die Interaktion mit verschiedenen Elementen der materiellen oder sozialen Umgebung und kann an diese angepaßt werden. Es ist für die Ausführung sämtlicher nach außen wirkender Funktionen des Systems zuständig.

Die Schnittstelle zwischen Applikations- und User-Interface-Management-System

Aufgabe dieser metasprachlichen Schnittstelle ist insbesondere die Abschirmung aller technischen Fragestellungen von End-User und Betreuer. Auf der User-Interface-Seite dieser Schnittstelle stehen Klartext-Kommandos und Ereignismeldungen zur Verfügung, auf die bei der Konfiguration des User-Interfaces durch den Betreuer aufgesetzt werden kann. Die Art der technischen Realisierung dieser Funktionen ist vollständig verborgen und belastet diesen Vorgang nicht.

User-Interface-Konfiguration

Mit diesem Werkzeug wird das User-Interface vom Betreuer (Ergotherapeut, Sonderpädagoge, Familienmitglied...) in Zusammenarbeit mit dem Benutzer selbst erstellt bzw. angepaßt.

Mit Hilfe des User-Interface-Konfigurationswerkzeuges werden multimodale Icons erstellt. Diese ma-

chen dem Enduser die gewünschten Funktionen zugänglich.

Von besonderem Vorteil ist die große Freiheit, die ein kreatives Erstellen unterschiedlicher User-Interfaces für die gleichen Applikationen erlaubt. Darüber hinaus ist es möglich, z.B. im Zuge eines Trainingsprozesses mit einem sehr einfachen User-Interface zu beginnen und dieses in einem interaktiven Prozeß zwischen Betreuer und End-User schrittweise auszubauen.

Applikations-Konfiguration

Der Administrator verwendet das Applikations-Konfigurations-Werkzeug, um das Technische Assistenzsystem an die Umgebung anzukoppeln und anzupassen. Alle nach Angabe des Betreuers und End-Users gewünschten Kommandos und Ereignismeldungen werden mit diesem Werkzeug definiert.

6 Die Realisierung: AUTONOM

Das beschriebene Konzept wurde in Form des Technischen Assistenzsystems AUTONOM realisiert. AUTONOM besteht aus einer mobilen Bedieneinheit, die mit dem Benutzer mitgeführt wird und ortsfesten Peripheriemodulen, die die vielfältige Interaktion mit der Umgebung durchführen. Die Verbindung erfolgt über ein serielles Feldbussystem, das auch drahtlos geführt werden kann [1].

6.1 Anwendungsbeispiele

Die Bilder 3 und 4 zeigen Screenshots für einige grundlegende Anwendungen aus den Bereichen Umgebungssteuerung und Kommunikation. Am Bildschirm werden die im aktuellen Menü verfügbaren Icons dargestellt. Ein

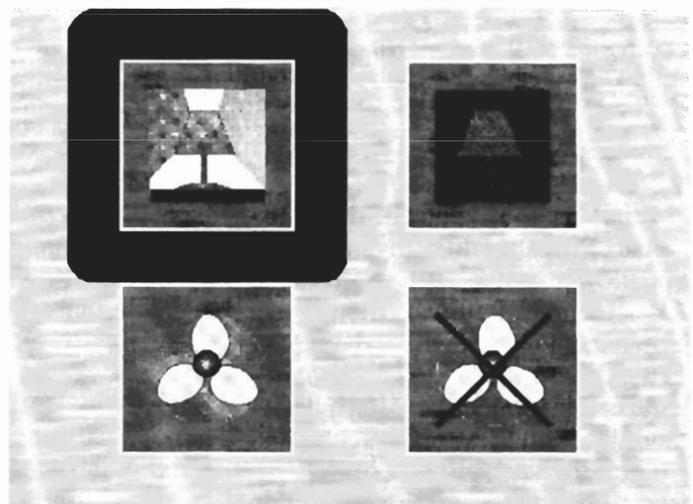
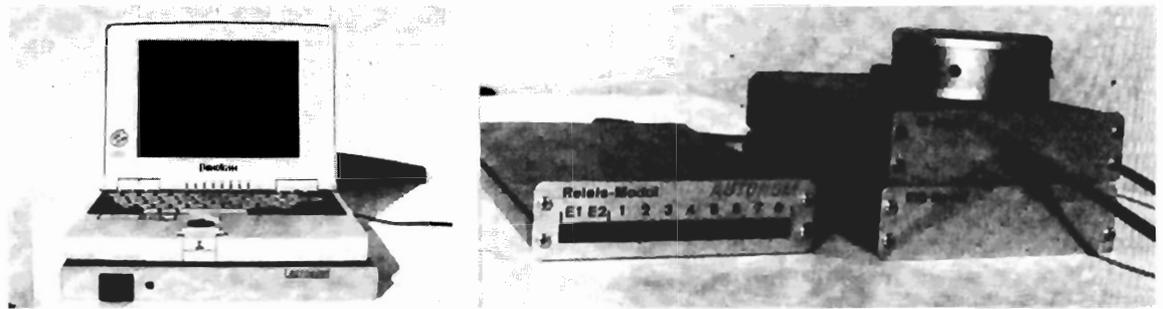


Bild 3: Screenshot: Einfaches, symbolorientiertes Menü zur Bedienung einer Leuchte und des Ventilators.

Bild 5: Prototypen von Bedieneinheit und Peripheriemodulen. Diese Prototypen werden im Feldversuch eingesetzt.



Markierungsrahmen (Fokus) hebt das aktuell fokussierte Icon hervor.

Der Zugriff auf diese Icons kann mittels Spezial-Tastsensoren erfolgen. Diese können z.B. durch Blasen in ein Röhrchen, durch „Augenzwinkern“ (Lidschlag), durch Neigen des Kopfes usw. betätigt werden. Die Auswahl des gewünschten Icons und das Navigieren durch die Menüs erfolgt in diesem Fall durch „Scanning“: Im Zuge des Scannens wird der Markierungsrahmen schrittweise von einem Icon zum nächsten bewegt. Durch Betätigung des Auswahl-tasters im richtigen Augenblick wird das gewünschte Icon angesprochen und die damit verknüpfte Funktion ausgeführt.

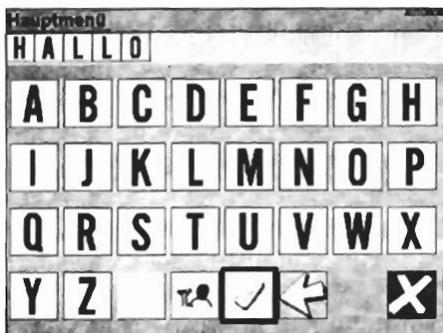


Bild 4: Screenshot: Menü zur Kommunikation mittels einer Buchstabentafel: Mit Hilfe von Zeilen-/Spaltenscannen können Buchstaben ausgewählt und Wörter bzw. Phrasen gebildet werden. Die am Bildschirm oben sichtbare Pufferzeile gestattet das Editieren dieser Sequenzen.

6.2 Die Hardware

Für den Prototypen (Bild 5) wurden als Eingabemittel Joysticks und Spezial-Tastsensoren vorgesehen. Als Rechnerplattform diente ein Notebook-PC (486DX, 8MB RAM, TFT-Aktivmatrix-Display, Soundkarte). Die realisierten Peripheriemodule stellen Relais-Schaltgänge zur Verfügung, erfüllen Infrarot-Fernsteuerfunktionen, stellen

eine Schnittstelle zum Europäischen Installationsbus (EIB) her und dienen der Steuerung eines Personal-Computers durch Emulation von Maus und Tastatur (Bild 6).

6.3 Die Software

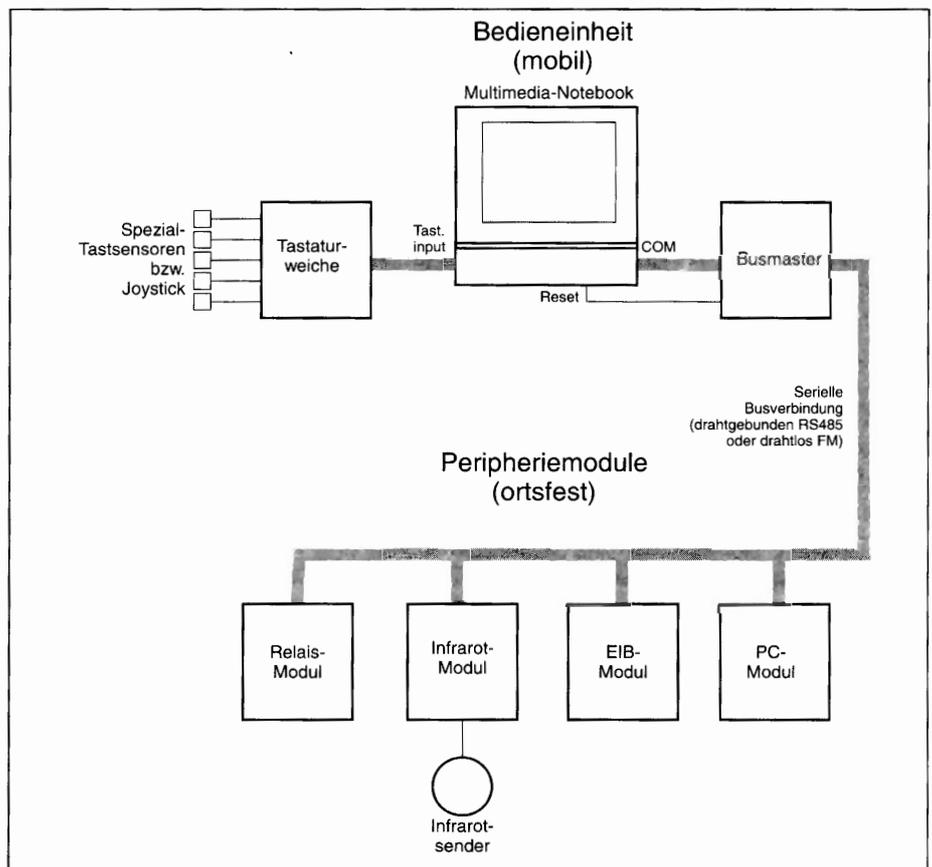
Die Rechnerplattform der Bedieneinheit ist mit einer unter MS-Windows 3.11 laufenden Software ausgestattet, um die drei Schwerpunkte User-Interface („Betriebsprogramm“), Konfiguration des User-Interfaces („Konfigurationsprogramm“) und Konfiguration des Application-Interfaces („Technisches Setup-Programm“) zu realisieren. Diese Programmkomplexe

kommunizieren miteinander über eine Datenbasis, die die verschiedenen Aspekte der Benutzerschnittstelle beschreibt.

Alle Konfigurationsdaten werden in einer zweigeteilten Datenbasis, bestehend aus User-Interface- und Applikations-Datenbasis gespeichert. Aufgrund der komplexen relationalen Datenstruktur wurde die Datenbasis nach dem MS-Access-Format realisiert. Von dem verwendeten Entwicklungssystem MS-Visual-Basic wird der Zugriff auf dieses Format gut unterstützt.

Das Betriebsprogramm läuft, wenn das Technische Assistenzsystem durch den behinderten Benut-

Bild 6: Blockschaltbild des realisierten Prototypen des Assistenzsystems AUTONOM. Die mobile Bedieneinheit kommuniziert über ein serielles Bussystem mit Peripheriemodulen, die die Schnittstelle zur Umgebung des behinderten Benutzers herstellen.



zer verwendet wird. Es generiert zur Laufzeit das User-Interface entsprechend der in der Datenbasis gespeicherten Konfiguration. Die Programmiersprache ist Borland-Pascal.

Das *Konfigurationsprogramm* dient dem Erstellen von individuellen Benutzeroberflächen für verschiedene behinderte Benutzer. Es handelt sich dabei um eine MS-Windows-Applikation mit *what you see (and what you hear) is what you get* – Funktionalität. Dieses Programm ist so einfach und intuitiv wie möglich gehalten. Bereits beim Entwurf wurden technisch interessierte Anwender einbezogen. Die Programmiersprache ist MS-Visual Basic.

Das *technische Setup-Programm* dient dem Erstellen der Applikationsdatenbasis. Mit Hilfe dieses Programms können die exakten Funktionen der Peripheriemodule festgelegt und Kommandos bzw. Ereignisse in der Klartextform der Metasprache definiert werden. Das technische Setup-Programm wird vom Administrator verwendet.

7 Feldversuch

Bei der Evaluierung des Technischen Assistenzsystems werden folgende Aspekte untersucht [5]: Wirksamkeit des Konzepts, Auswirkungen auf Selbständigkeit und Lebensqualität der Benutzer, Auswirkungen auf den Rehabilitationsprozeß und Handhabbarkeit durch die Betreuer.

Die Evaluierung erfolgt in Kooperation mit dem Förderzentrum „Elisabethinum“ in Axams (Tirol) und der HTL Innsbruck. Im Förderzentrum wurde im Herbst 1995 mit Unterstützung der HTL Innsbruck eine Musterwohnung eingerichtet und mit dem Technischen Assistenzsystem ausgestattet.

Das Team besteht neben der TU Wien aus folgenden Gruppen: Das Rehabilitationsteam im Förderzentrum besteht aus Fachleuten aus den Bereichen Sonderpädagogik, Ergotherapie und Physiotherapie. Unter Betreuung dieser Personen wird die Musterwohnung stundenweise von behinderten Jugendlichen teilweise „bewohnt“.

Beim Klientel der behinderten Benutzer handelt es sich um hochgradig, häufig durch Cerebralparese mehrfachbehinderte Jugendliche, die durchwegs neben ihrer motorischen Behinderung auch nicht sprechen können.

Folgende *Methoden* wurden der Evaluierung zugrundegelegt:

- Langzeitbeobachtung der Auswirkungen auf Rehabilitation und persönliche Einschätzung der Lebensqualität.
- Durchführen intensiver Fallstudien über einen Zeitraum von jeweils vier Wochen mit detaillierter Protokollierung.

Technische Verbesserungsvorschläge werden spontan erfaßt und an das technische Team an der TU Wien weitergeleitet.

Mit Hilfe der Ergebnisse der Feldversuche konnte nachgewiesen werden:

- daß das entwickelte technische Konzept die Erwartungen erfüllt und Nachteile bisheriger Systeme vermeidet,
- daß dadurch der Rehabilitationsprozeß in bestimmten Bereichen beschleunigt werden kann und
- daß diese Auswirkungen von den behinderten Benutzern selbst als positiv beurteilt werden und von einer Erhöhung der Lebensqualität gesprochen werden kann.

8 Conclusio

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg des vorgestellten Technischen Assistenzsystems war, daß bei der Softwareentwicklung die Betreuer des behinderten Benutzers als eigene Gruppe berücksichtigt wurden. Die Entwicklung eines Konfigurationswerkzeuges, das die kreative Arbeit mit dem System ohne Belastung durch technische Fragestellungen erlaubt, hat die Einbeziehung dieses Personenkreises in der Praxis erst möglich gemacht.

Für die Zukunft ist anzustreben, daß einerseits die Betreuer der behinderten Personen weiterhin stärker in den Mittelpunkt des Interesses der Entwicklungsingenieure

rücken. Andererseits wird eine Erweiterung des Berufsbildes der in der Rehabilitation tätigen Berufsgruppen stattfinden, indem die Nutzung moderner Informationstechnologie stärker einbezogen wird.

Derzeit wird an einer kommerziellen Umsetzung gearbeitet, so daß AUTONOM in absehbarer Zeit für einen breiteren Anwenderkreis verfügbar sein wird.

Förderungen und Danksagung

Die wissenschaftlichen Forschungsprojekte wurden vom Österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft, Verkehr und Kunst sowie vom Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank gefördert.

Die Entwicklung des Prototypen AUTONOM geschah in Kooperation mit Legrand Österreich GmbH und wurde vom Forschungsförderungs fonds für die gewerbliche Wirtschaft gefördert.

Besonderer Dank gebührt unseren Kooperationspartnern: dem Elisabethinum Axams und der HTL Innsbruck sowie Herrn Robert Schlathau (Österreichische Multiple Sklerose Gesellschaft), der uns bei der Konzeptentwicklung beraten hat.

Literatur

- [1] Flachberger, C., Panek, P., Zagler, W. L.: „Autonomy – A Flexible and Easy-to-Use Assistive System to Support the Independence of Handicapped and Elderly Persons“. *Proc. of the 4th International Conference on Computers for Handicapped Persons (ICCHP)*, Vienna, Austria, Springer 1994.
- [2] Flachberger, C., Panek, P., Zagler, W. L.: „Compose Autonomy! – An Adaptable User Interface for Assistive Technology Systems“. In: Placencia, I. et al.: *The European Context for Assistive Technology. Proc. 2nd TIDE Congress*, Paris, France, Apr. 1995, Assistive Technology Research Series, 1, IOS Press 1995, pp. 413–416.
- [3] Hartson, R.: *User-Interface Management Control and Communication*. IEEE Software, January 1989, p. 62.
- [4] Hela, M.: *Mein Leben mit meiner Behinderung*, In: JUST 6/1992, *Jugendzeitschrift der Katholischen Pfarre Maria Hietzing*, pp. 10–11, Wien 1992.
- [5] Panek, P., Flachberger, C., Zagler, W. L.: „The Integration of Technical Assistance into the Rehabilitation Process – a Field Study“. *Proc. of the 5th International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP)*, Linz, Austria, Oldenburg 1996.

Dipl.-Ing. Christian Flachberger,
Dipl.-Ing. Paul Panek, Dr. Wolfgang Zagler
Forschungsgruppe für Rehabilitationstechnik,
Institut für Allgemeine Elektrotechnik
und Elektronik, Technische Universität Wien,
Gubhausstraße 27/359-3B, A-1040 Wien,
Email: cf@fortec.tuwien.ac.at