

**51. IWK**  
Internationales Wissenschaftliches Kolloquium  
International Scientific Colloquium



**PROCEEDINGS**

**11-15 September 2006**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING  
AND INFORMATION SCIENCE**



**INFORMATION TECHNOLOGY AND  
ELECTRICAL ENGINEERING -  
DEVICES AND SYSTEMS,  
MATERIALS AND TECHNOLOGIES  
FOR THE FUTURE**

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=12391>

## Impressum

Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau  
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff

Redaktion: Referat Marketing und Studentische  
Angelegenheiten  
Andrea Schneider

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Susanne Jakob  
Dipl.-Ing. Helge Drumm

Redaktionsschluss: 07. Juli 2006

Technische Realisierung (CD-Rom-Ausgabe):  
Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau  
Dipl.-Ing. Christian Weigel  
Dipl.-Ing. Marco Albrecht  
Dipl.-Ing. Helge Drumm

Technische Realisierung (Online-Ausgabe):  
Universitätsbibliothek Ilmenau  
[ilmedia](#)  
Postfach 10 05 65  
98684 Ilmenau

Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.  
Werner-von-Siemens-Str. 16  
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2006

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der Redaktion strafbar.

ISBN (Druckausgabe): 3-938843-15-2

ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-938843-16-0

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=12391>

M. Koch, R. Marquardt, Ch. Schüler

## **Design and realization of an accessible information terminal within a touristic assistant system**

### **Abstract**

Information terminals can be found in different fields of the public life. The Equalization law for the handicapped demands the ensurance of equal opportunities for handicapped people in the community. Therefore, public offers have to be designed without barriers. At present information terminals are barrier-free, if the accessibility of the controls is realized. Different user groups with special handicaps are not considered. The goal of the project was to develop an information assistant, which allows all user groups to get the information at stationary "info points" or from mobile guides.

A barrier-free solution demands a modular device concept that supports the individual possibilities of the user for information input and output.

The result of the developments consists of a complete solution with barrier-free hardware, software and content elements. The modulare concept permits the adaptation to the specific needs of location and user. The first practice tests have been done in the "InnoRegio" region in the Thuringian forest.

The concept of the barrier-free „info points“ includes three main components :

- A modulare device concept, which enables an optimal adaptation to different user-groups,
- A software concept and implementation based on accessibility guidelines and
- a design of the content in a form, which allows the user to decide, whether an offer is useful for him or not.

Based on these requirements, a prototype of an „info point“ was developed and realized. The modulare device concept supports the usability for individual user profiles through individual interfaces. The choice of the components should not only fulfil scientific possible standards, but must also be economically feasible. The prototype, which includes touch screen, functional keyboard, audio output, printer modul, motion detector

and WLAN was firstly designed for users with different heights (e.g. Wheelchair users, and small people) and visual-impaired (e.g. Blind people). In addition tests on audio-control and induction loop coupling for audio output for earpieces were performed. The device components for flexible positioning of the control pult (touch screen and functional keyboard) was taken from the field of automation technique. Besides the technical design, the design of the site of the “info point” plays a very important role.

The system concept and the implementation considers contextual and formal criteria. On one hand the information model must enable a fast and easy information accessibility and service the different interfaces (e.g. text-, audio output, multilinguality, language complexity). On the other hand the formal guidelines of Accessibility according to the Web Content Accessibility Guidelines 1.0 of W3C and the German realization in form of “Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (BITV)” must be fulfilled.

The consideration of the context information for the derivation of decisions with respect to individual usability of offers is a requirement of the Data model. This model have to consider e.g. Building dimensions, Information of special aid systems (e.g. lifts, guidance systems) and remarks on physical conditions.

The aim is not to limit the offers, but to realize an individualized choice.

# **Entwurf und Aufbau eines barrierefreien Infoterminals als Bestandteil eines touristischen Assistenzsystems (TASinfo)**

## **Inhalt**

- 1 Aufgabenstellung
- 2 Gesetzliche Grundlagen
  - 2.1 Verordnungen, Richtlinien
  - 2.2 Definitionen
- 3 Klassifikation der Nutzergruppen
  - 3.1 Rollstuhlfahrer und gehbehinderte Menschen
  - 3.2 Sehbehinderte und blinde Menschen
  - 3.3 Menschen mit Lernschwierigkeiten
  - 3.4 Statistik
- 4 Stand der Technik
- 5 Das Barrierefreie Terminal
  - 5.1 Gerätetechnische Realisierung
  - 5.2 Softwarekonzept
- 6 Anwendung
  - 6.1 Seitenaufbau
  - 6.2 Gestaltung der Bedienerschnittstelle
    - 6.2.1 Navigation mit Funktionstasten
    - 6.2.2 Navigationsbeispiel
    - 6.2.3 Sprachausgabe
- 7 Systemtest
- 8 Ergebnisse und Ausblick
- 9 Literaturverzeichnis

## **1 Aufgabenstellung**

Das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) hat das erklärte Ziel, „... die gleichberechtigte Teilhabe von behinderten Menschen am Leben in der Gesellschaft zu gewährleisten ...“ (§ 1). Dabei wird auf Barrierefreiheit besonderer Wert gelegt (§ 4): „Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie anders gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind.“

Für die Schaffung einer barrierefreien touristischen Modellregion ist es notwendig, die touristischen Informationen allen Interessenten, und damit auch den Nutzern mit Handicap, einfach zugänglich zu machen. Kernpunkt der Umsetzung des Konzeptes ist die technische Unterstützung des Kunden beim Ausgleich seiner individuellen körperlichen Defizite beim Informationszugang sowie des Anbieters zur Anpassung seines Angebotes an die Fähigkeiten des Kunden. Konsequenterweise durchdacht und erweitert greift dieses Konzept für alle touristischen Kunden, denn die Einstellung z. B. auf ältere Touristen als Kundengruppe kontinuierlich wachsender Größe oder auf Individualtouristen erfordert ebenfalls eine individualisierte Anpassung zwischen Tourismusangebot und Kundennachfrage.

Das Ziel des Projektes bestand daher in der Entwicklung eines barrierefreien Informations-Assistenten, der allen Nutzergruppen den Zugang zu den bereitgestellten Informationen als stationäres System oder als mobiler Begleiter in einer Region ermöglicht.

Eine barrierefreie Lösung erfordert ein modulares Gerätekonzept, welches die individuellen Möglichkeiten der jeweiligen Person bei der Informationsein- und -ausgabe unterstützt, d.h. die Nutzerschnittstelle muss individuell konfigurierbar sein.

Die Aufgabe beinhaltet daher auch die Entwicklung geeigneter Nutzerschnittstellen, die eine (im Wesentlichen) uneingeschränkte Bedienung der stationären Terminals ermöglichen. Dazu zählen Eingabehilfen und Ausgabeunterstützung, u.a. für Menschen mit ausgeprägter „Technik“-Hemmschwelle, Sehbehinderte, Hörgeschädigte, Personen mit motorisch eingeschränkten Fähigkeiten bzw. Bewegungsbehinderte und Nutzer mit eingeschränkter Zugriffshöhe (Rollstuhlfahrer, Kinder). Um die Vielzahl der unterschiedlichen Nutzergruppen zu berücksichtigen, müssen geeignete Schnittstellen

definiert werden, die eine kontinuierliche Erweiterung und Anpassung der Systeme zulassen. Im Rahmen dieses Entwicklungsprojektes wurden zunächst prototypisch die Anforderungen speziell für sehbehinderte und blinde Nutzer, für Personen mit motorisch eingeschränkten Fähigkeiten sowie mit eingeschränkter Zugriffshöhe berücksichtigt. Das dazugehörige Informationskonzept muss neben der Grundversorgung aller Nutzer eine konkrete Fokussierung auf die spezifischen Anforderungen und Erwartungen der jeweiligen Einzelperson oder Gruppe realisieren.

Der Informationsumfang wird zielgerichtet hinsichtlich der Angebote und Hinweise für Nutzer mit Handicap erweitert. Die Kriterien zur Informationsauswahl können sich sowohl aus dem vorliegenden Handicap als auch aus den thematischen Vorgaben (Interesse, Regionen) und zeitlichen Restriktionen ergeben.

Die Barrierefreiheit der Präsentation von Informationen bezieht sich sowohl auf die Nutzerschnittstelle und die Layoutgestaltung als auch auf die Zielplattform und damit die Anwendungsumgebung (stationäres Terminal, PDA, Internet).

## **2 Gesetzliche Grundlagen**

Auf Grund der unterschiedlichen Arten von Behinderungen und den damit verbundenen vielfältigen Einschränkungen der Gestaltung des privaten und gesellschaftlichen Lebens gehandicapter Personen, liegen seitens des Gesetzgebers „Rahmenfestlegungen“ vor, die im wesentlichen darauf zielen, den Grundsatz der Gleichstellung behinderter und nicht behinderter Menschen durchzusetzen.

Ergänzt werden diese gesetzlichen Vorgaben durch technische Richtlinien, die Vorschriften bezüglich der barrierefreien Gestaltung von Gebäuden, öffentlichen Einrichtungen und Hilfsmitteln enthalten. Auch hier werden Verallgemeinerungen für Behindertengruppen getroffen, da das gesamte Spektrum möglicher Ausprägungen der Behinderung von Einzelpersonen nicht im Detail berücksichtigt werden kann.

### **2.1 Verordnungen, Richtlinien**

Die wichtigste gesetzliche Grundlage zur Integration behinderter Menschen in der Bundesrepublik Deutschland bildet das „Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen“ (**BGG**).

Hier werden sowohl die Begrifflichkeiten der Behinderung und Gleichstellung definiert, als auch Festlegungen bezüglich Benachteiligungsverbot, der Herstellung von Barrierefreiheit, dem Recht auf Verwendung von Kommunikationshilfen, der Gestaltung

von Bescheiden und Vordrucken und der barrierefreien Informationstechnik getroffen. Weiterhin wird die Bestellung von einer Beauftragten oder einem Beauftragten der Bundesregierung für die Belange behinderter Menschen festgeschrieben.

Spezielle Belange im Bereich der Informationstechnik regelt die „Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz“ (**BITV**). Hier wird explizit auf die Bereiche Internetauftritte und -angebote, Intranetauftritte und -angebote, die öffentlich zugänglich sind und mittels Informationstechnik realisierte grafische Programmoberflächen, die öffentlich zugänglich sind eingegangen.

Als technische Richtlinien sind in Deutschland **DIN - Normen** als relevant anzusehen. Diese Normen werden vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V. erarbeitet und im In- und Ausland vertreten. Die gesamte Palette der Normen ist auf verschiedene Ausschüsse und Fachbereiche verteilt. So untersteht die Normarbeit der Fachbereiche „Technische Hilfen für Behinderte“, „Kommunikationshilfen für sensorisch Behinderte“ und „behindertengerechte Erzeugnisgestaltung“ dem Normenausschusses Medizin (NAMed), „Barrierefreies Bauen“ ist dem Normenausschuss Bau (NABau) zugeordnet.

## **2.2 Definitionen**

Das BGG schreibt folgende Definitionen fest:

### **BGG § 3 Behinderung**

Menschen sind behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist.

Weiterhin gelten folgende Gruppen behinderter Menschen unterschieden:

### **Schwerbehinderte Menschen**

Im Sinne des Schwerbehindertengesetzes gelten Personen als schwerbehindert, „die nicht nur vorübergehend körperlich, geistig oder seelisch behindert sind und denen von den Versorgungsämtern ein Grad der Behinderung (GdB) von 50% oder mehr zuerkannt ist.“

### **Menschen mit Behinderung**



Außer den zu den Schwerbehinderten zu zählenden Personen werden hier auch Menschen mit einem Grad der Behinderung unter 50% erfasst.

### **Allgemein mobilitätseingeschränkte Menschen**

Neben Menschen mit Behinderungen sind gerade bei der Planung und Ausführung von Gebäuden und Anlagen im öffentlich genutzten Bereich auch Bevölkerungsgruppen zu beachten, die nicht behindert, aber in ihrer Mobilität deutlich eingeschränkt sind.

Dazu gehören:

- ältere und gebrechliche Personen,
- kleine Kinder,
- werdende Mütter,
- vorübergehend mobilitätseingeschränkte Personen,
- Personen mit Kinderwagen oder schwerem und unhandlichem Gepäck.

Selbstverständlich sind auch Menschen mit eingeschränkter Sehkraft, Gehör oder Lernfähigkeit als mobilitätseingeschränkt anzusehen.

### **BGG § 4 Barrierefreiheit**

Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind.

Die BITV ergänzt dazu:

### **BITV § 2 Einzubeziehende Gruppen behinderter Menschen**

Die Gestaltung von Angeboten der Informationstechnik (§ 1) nach dieser Verordnung ist dazu bestimmt, behinderten Menschen im Sinne des § 3 des Behindertengleichstellungsgesetzes, denen ohne die Erfüllung zusätzlicher Bedingungen die Nutzung der Informationstechnik nur eingeschränkt möglich ist, den Zugang dazu zu eröffnen.

Die **WHO** (World Health Organization) bezieht sich auf die Diskrepanz zwischen persönlichen Erfordernissen und der Gestaltung der Lebensumwelt. Behinderung wird

dort als ein körperlicher, seelischer oder geistiger Zustand bezeichnet, auf den die Umgebung nicht genügend eingestellt ist, weshalb die persönlichen Handlungsspielräume und die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben für den Einzelnen eingeschränkt sind.

### **3 Klassifikation der Nutzergruppen**

Die Art und Ausprägung von Behinderungen sind sehr vielschichtig. Es gibt Menschen, denen man auf den ersten Blick ihr Handicap nicht ansieht, wie z.B. Allergiker, Diabetiker, Asthmatiker, hörbehinderte und gehörlose Menschen oder psychisch Behinderte.

Andere Personen besitzen offensichtliche Probleme im Bereich Mobilität und Orientierung.

Hier sind Gruppen vorrangig zu betrachten, die ein besonderes Maß an Barrierefreiheit benötigen. Diese lassen sich wie folgt gruppieren:

- Rollstuhlfahrer und gehbehinderte Menschen,
- sehbehinderte und blinde Menschen und
- Menschen mit Lernschwierigkeiten.

#### **3.1 Rollstuhlfahrer und gehbehinderte Menschen**

Rollstuhlfahrer und Gehbehinderte sind wahrscheinlich die Gruppe von behinderten Menschen, die am ehesten wahrgenommen wird, weil ihre Behinderung durch den Rollstuhl oder andere Hilfsmittel sofort und direkt sichtbar wird.

Natürlich gibt es auch hier Unterschiede zwischen den einzelnen Personen, die dazu führen, dass die einen ständige Assistenz benötigen und sich nur sehr eingeschränkt unabhängig bewegen können, die anderen hingegen ohne fremde Hilfe mobil sind.

Grundsätzlich benötigen beide Gruppen Zugänge und Wege ohne Stufen, genügend große Aufzüge, breite Durchgänge, gut erreichbare Bedienelemente und Wege mit festem aber nicht rutschigem Bodenbelag.

Es gibt aber auch Unterschiede in den Anforderungen zwischen Rollstuhlfahrern und gehbehinderten Menschen. Eine Rampe hilft Rollstuhlfahrern, Höhenunterschiede zu überwinden, gehbehinderte Menschen kommen mit einer Treppe mit Geländer besser zurecht.

Für Rollstuhlfahrer ist vor allem wichtig, dass alles, was sie betätigen müssen, in

erreichbarer Höhe (möglichst 85 cm) ist und nicht durch Hindernisse blockiert wird. Dazu zählen Aufzugknöpfe, Lichtschalter, Bedienelemente und Visualisierungen an Automaten etc. Weiterhin werden Durchgänge von mindestens 90 cm benötigt und es muss genügend Platz zum Wenden des Rollstuhles vorhanden sein. Außerdem ist für die Bedienbarkeit von Geräten für Rollstuhlfahrer die Möglichkeit des „Unterfahrens“ wichtig, damit eine Bedienung auf Reichweite Ihrer Arme möglich ist.

### **3.2 Sehbehinderte und blinde Menschen**

Die Bedürfnisse dieser Behindertengruppe entsprechen teilweise denen der Gehbehinderten. So sind für Sehbehinderte breite, hindernisfreie Zugänge und Wege sowie gut erreichbare Bedienelemente wichtig. Weiterhin benötigen diese Menschen im freien Verkehrsraum Orientierungshilfen am Boden oder Ähnliches.

Die Information für Blinde kann im Wesentlichen nur akustisch oder tastbar (Brailleschrift, erhabene Piktogramme) wahrgenommen werden. Sehbehinderte mit Restsehkraft sind auf große und kontrastreiche Darstellung von Zeichen und Schrift angewiesen.

Nicht alle Sehbehinderten beherrschen die Punktschrift (Braille), so dass zusätzlich verständliche Zeichen verwendet werden sollten.

Leider geht die Normung nicht so weit, allgemein gültige Zeichen und Piktogramme festzulegen. Hier ist eine Abstimmung mit Betroffenen notwendig, die dadurch natürlich sehr von der Sichtweise der Person abhängig ist.

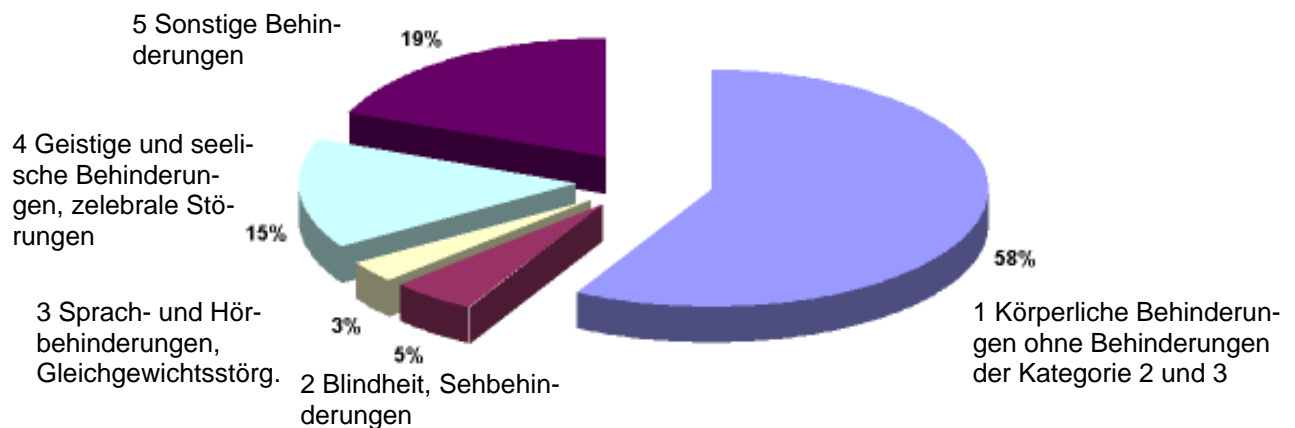
### **3.3 Menschen mit Lernschwierigkeiten**

Diese Behindertengruppe hat zwar weniger Probleme bei der Orientierung, benötigt aber eine spezielle Aufbereitung der zur Verfügung gestellten Informationen. Hier ist Einfache Bedienung der Geräte und unkompliziertes Erreichen der zu vermittelnden Information von Nöten. Das intuitive und unkomplizierte Bedienen von Geräten kommt gleichzeitig den sehbehinderten Menschen entgegen, da diese auf logische, nachvollziehbare Bedienfolgen angewiesen sind.

### **3.4 Statistik**

Die Gesamtstatistik weist für das Jahr 2003 ohne Unterscheidung der Art der

Behinderung 8.409.000 Betroffene, davon 6.712.000 mit schwerer Behinderung aus. Die Anzahl der körperlich Schwerbehinderten beträgt demnach 4.477.147 (Bild 1).



**Bild 1** Verteilung der Arten von Schwerbehinderungen in Deutschland

Laut Angabe des Deutschen Blindenverbandes leben in der Bundesrepublik Deutschland ca. 155.000 blinde Menschen. Dazu kommen 500.000 Sehbehinderte, die nur über 2 % - 10 % des normalen Sehvermögens verfügen. Nur 29.000 von ihnen beherrschen die Blindenschrift (Kurz- oder Langform)!

Schätzungen aus dem Bereich der Tourismusbranche gehen davon aus, dass zu der statistisch belegten Anzahl Behinderter (8,4 Mio.) nochmals ca. 8 Mio. Menschen mit Mobilitätseinschränkungen (siehe 2.2 Definitionen) berücksichtigt werden müssen. Diese sind in der Behindertenstatistik nicht erfasst, da ihre Einschränkungen nicht der gesetzlichen Definition einer Behinderung entspricht, sollten aber bei der Einschätzung des Nutzerpotenziales berücksichtigt werden.

#### 4 Stand der Technik

Es existieren eine Reihe von Hilfsmitteln für die Herabsetzung bzw. Beseitigung von Barrieren im Bereich der Kommunikation und Informationsbereitstellung. Durch die Einführung von Normen (Richtlinien) wird darauf orientiert, neue Systeme von Beginn an barrierefrei zu gestalten.

Die verfügbaren Hilfsmittel werden als spezielle Gerätetechnik oder als Softwarelösung für Standard-PC-Technik angeboten. Zu den gerätetechnischen Hilfsmitteln gehören u. a. Braillesysteme (Drucker, Tastaturen), Spezialtastaturen, Lehr- und Lernsysteme auf PC-Basis, die mit PC-Schnittstellen ausgerüstet sind. Die Vielzahl der Geräte wird

jedoch für spezielle Aufgaben eingesetzt, ohne dass eine Kopplung an PC-Systeme notwendig bzw. möglich wäre, wie Orientierungshilfen (Kompaß, Blindenstock, 3D-Schrift, ...), Kommunikations- und Bewegungshilfen.

Im Softwarebereich sind Programme zur Sprachein- und -ausgabe, Sprachsteuerung, Lupenfunktionen u. a. verfügbar.

Bei der Entwicklung eines Informationssystems spielt die Auswahl der verwendeten Softwaretechnologie eine wesentliche Rolle. Diese Entscheidung beeinflusst das gesamte Systemkonzept, die erforderlichen Ressourcen für die Entwicklung und Pflege sowie die Absicherung einer langfristigen Systemunterstützung. Prinzipiell sind folgende Lösungen realisierbar:

- Verwendung von abgeschlossenen Datenbanklösungen,
- Verwendung von Autorensystemen (mit Datenbankanbindung),
- Verwendung von Beschreibungssprachen mit Datenbankanbindung,
- Entwicklung einer speziellen (binären) Applikation.

Die gegenwärtige Entwicklung orientiert eindeutig auf die Nutzung standardisierter Anwendungssprachen, die (verbindlich) von den Geräte- und Systemherstellern unterstützt werden. Das soll die Portabilität zwischen den Plattformen und einheitliche Softwarekonzepte sichern.

## **5 Das Barrierefreie Terminal**

### **5.1 Gerätetechnische Realisierung**

Die Anforderungen bezüglich der Bedienung von Geräten sind auf Grund der Unterschiedlichkeit der Nutzergruppen sehr vielschichtig. Während es bei Rollstuhlfahrern und Gehbehinderten hauptsächlich um das Erreichen der Bedien- und Ausgabeeinheit geht, spielen bei Sehbehinderten zusätzliche Bedienelemente und die alternative Ausgabe der Information eine wichtige Rolle.

Für Personen mit motorisch eingeschränkten Fähigkeiten bzw. Bewegungsbehinderte sind ebenfalls spezielle Bedienelemente notwendig. Auf der Grundlage einer Analyse der Anforderungen der verschiedenen Nutzergruppen, wurde das barrierefreie Terminal mit folgenden Komponenten ausgerüstet (Bild 2, Bild 3):

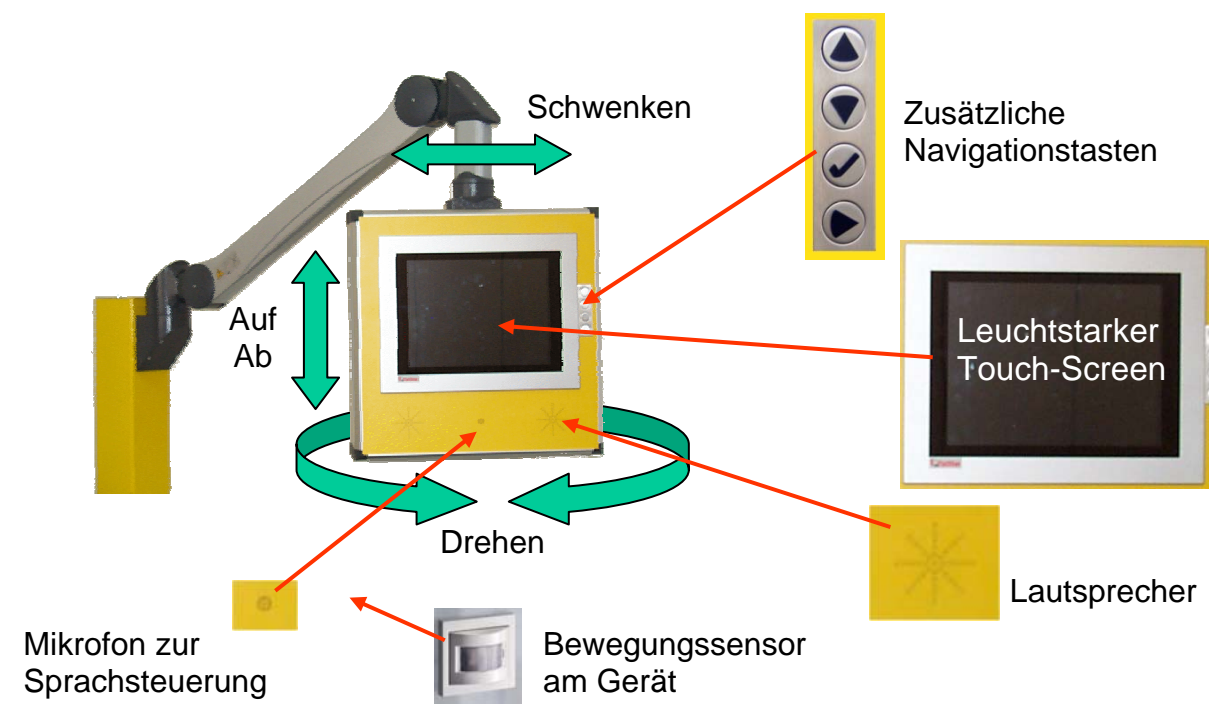


- Standard-Industrieelemente (Standgehäuse, Tragarmsystem)
- Standard-PC / LowPower-PC
- Display 17" TFT Touch, 800 cd/m<sup>2</sup>
- Thermodrucker
- Lautsprechersystem
- Mikrofon
- Funktionstastatur
- Bewegungssensor
- USV
- Klimatisierung/Heizung

**Bild 2** Barrierefreies Informationsterminal, Labor-muster

Die Bedieneinheit mit Touch-Screen, Navigationstasten, Lautsprechern und Mikrofon kann manuelle auf und ab bewegt, geschwenkt und gedreht werden.

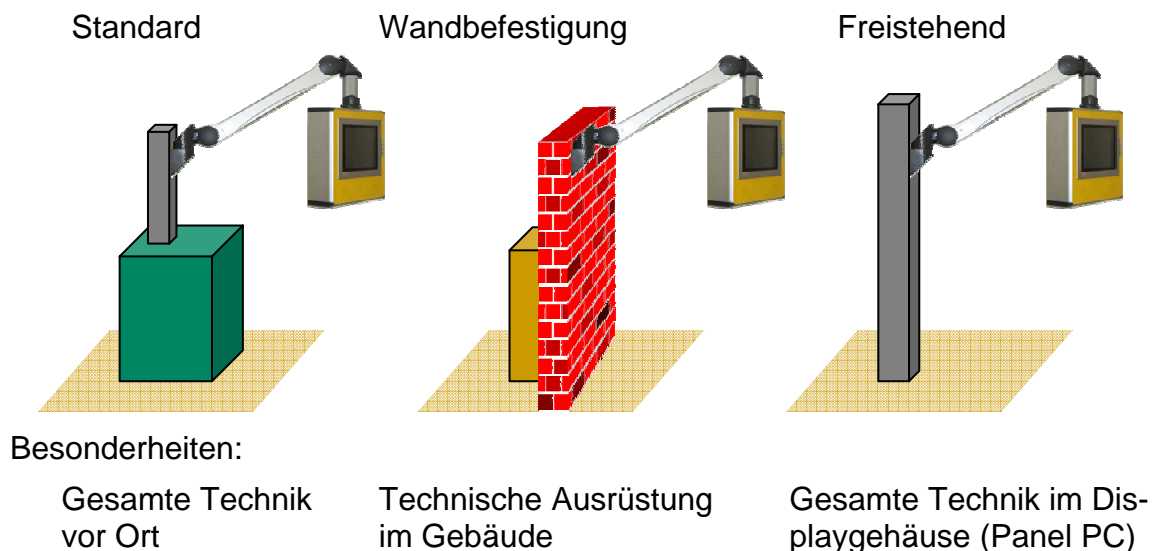
Die Unterfahrmöglichkeit für Rollstuhlfahrer ist gegeben. Weiterhin besitzt das Gerät einen Näherungssensor, der herantretende Personen erfasst und über die Lautsprecher ein Signal erzeugt, um Blinden und Sehbehinderten eine Orientierungshilfe zu geben.



**Bild 3** Aufbau und Gestaltung des Bedienpanels

Gleichzeitig muss die Gestaltung des Standortes die Erreichbarkeit und Nutzbarkeit des Informationsterminals gewährleisten. Das beinhaltet u. a. den Zugang, die Bewegungsfläche, Kennzeichnungen zur taktilen Orientierung, die Umfeldbedingungen (Geräuschpegel, Abstand zu Bewegungsbereichen) und die Einbindung in vorhandene Leitsysteme.

Die modulare Gestaltung des Gerätekonzeptes ermöglicht die individuelle Anpassung an konkrete Standortbedingungen, da Bedienelemente und PC-Technik räumlich voneinander getrennt werden können (Bild 4). Mit der Verwendung von LowPower-PC-Systemen lassen sich auch autarke Terminals ohne Festnetzanschluss für Energieversorgung und Kommunikation realisieren.



**Bild 4** Standortspezifische Terminalvarianten

## 5.2 Softwarekonzept

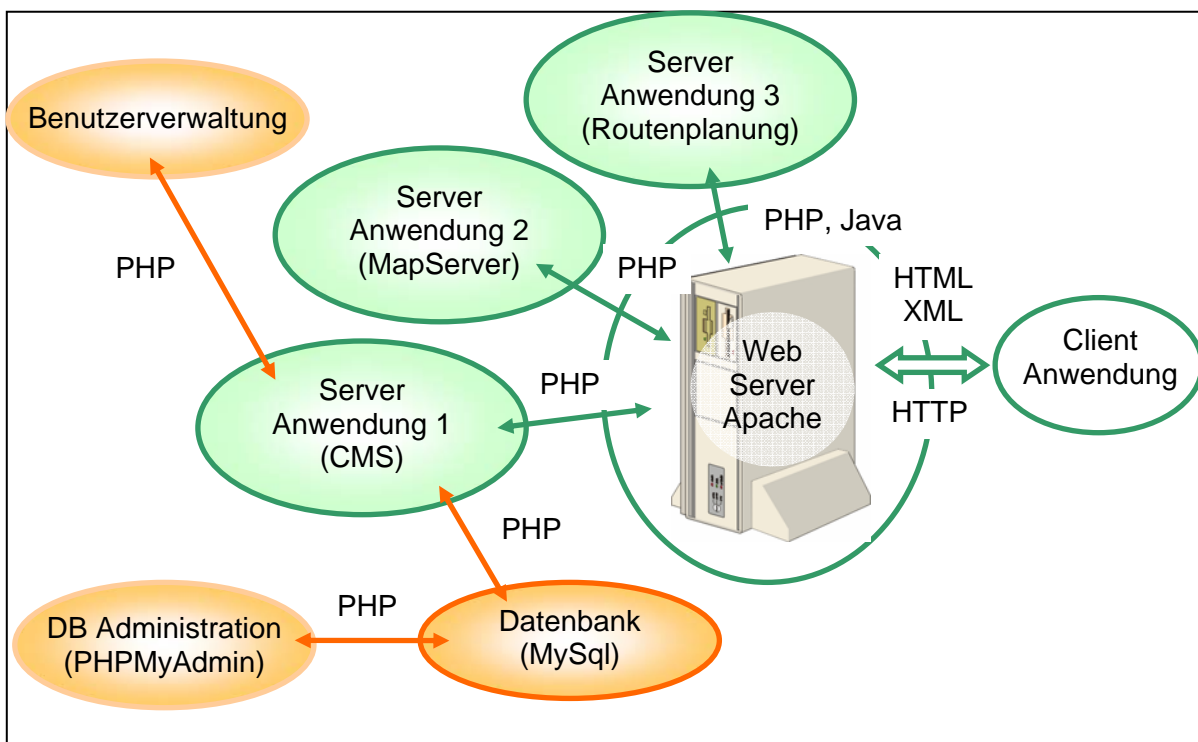
Die Softwarearchitektur des Informationssystems ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Zusammenstellung der Komponenten beruht auf der Bewertung unterschiedlicher Kriterien, die sich aus der konkreten Anwendung, den verfügbaren Ressourcen und den Anforderungen zur Barrierefreiheit ergeben. Dazu zählen u. a.:

- eine Betriebssystem-unabhängige Lösung, um eine vorhandene bzw. vorgegebene Infrastruktur nutzen zu können,
- eine Client-Server-Struktur, die für verschiedene Plattformen genutzt werden

kann (Internet-, Terminal-, Mobil-Variante),

- Werkzeuge, die eine effektive Verwaltung der Anwendung ermöglichen,
- die resultierende Anwendung muss die Richtlinien zur Barrierefreiheit (W3C, BITV) erfüllen,
- eine Technologie, die eine strikte Trennung von Inhalt, Struktur und Layout realisiert,
- ein Datenbanksystem, um die komplexe Informationsstruktur abbilden und den umfangreichen Datenbestand verwalten zu können,
- offene Schnittstellen, die anwendungsspezifische Erweiterungen ermöglichen (z.B. die Verarbeitung von Geodaten),
- verfügbare Zusatzmodule, die unmittelbar als Anwendungsfunktion integriert werden können (z.B. zur Nutzerverwaltung),
- Installationsaufwand und Lizenzkosten.



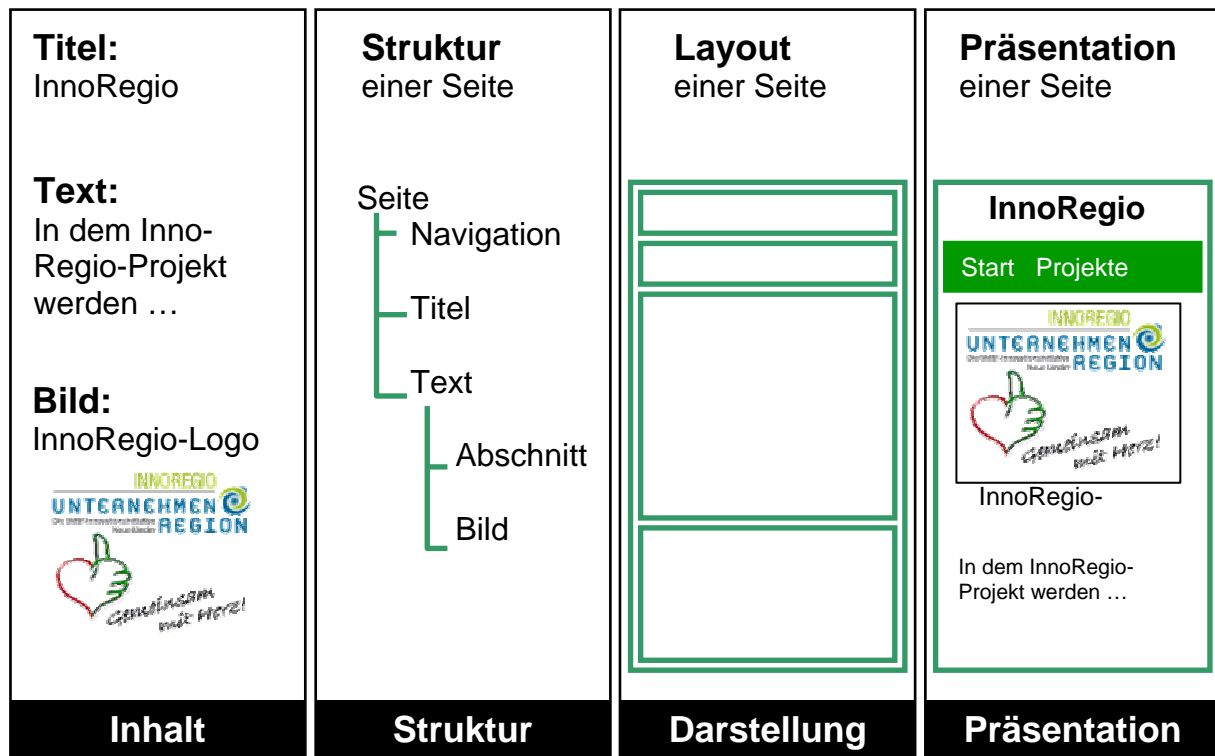
**Bild 5** Übersicht der Softwarekomponenten

Die Wahl der Systemkomponenten im Softwarebereich fiel auf Produkte aus dem Open-Source Sektor (Bild 5).

Bis auf das Betriebssystem unterliegen alle eingesetzten Produkte der GPL (General Public Licence). Lediglich spezielle Hilfsprogramme, wie eine Sprachsteuerung und eine Sprachsynthese unterliegen kommerziellen Lizenzen.



Mit der Verwendung des gewählten Content Management Systems Typo3 (CMS) lässt sich nicht nur die geforderte Trennung von Inhalt, Struktur und Layout realisieren (Bild 6), sondern es dient gleichzeitig als Grundlage zur Identifikation der Endgeräte.



**Bild 6** Seitenaufbau, Realisierungskonzept

Die Identifikation der Endgeräte basiert auf dem Protokoll CC/PP (Composite Capability/Preference Profiles) das vom W3C als Standard zur Verwaltung von Endgeräteprofilen entwickelt wurde. Die CC/PP-Struktur übermittelt endgerätespezifische Eigenschaften und benutzerspezifische Einstellungen an den Content Server. Abhängig von den jeweiligen Geräteeigenschaften werden die Inhalte an das Endgerät angepasst übermittelt. Die Endgeräte, die CC/PP unterstützen, können jede Art von Computer sein wie Notebooks, PDAs, Webpads oder Mobiltelefone.

Neben der Bedienung der unterschiedlichen Endgeräte, sind auch eine Vielzahl von Nutzergruppen zu berücksichtigen. Das erfordert eine systemintegrierte Nutzerverwaltung mit angepassten Leistungen. Auch hierfür bietet das CMS geeignete Funktionen (Tabelle 1, Tabelle 2).

Nutzergruppen im Backend	Aufgaben
Systemadministrator	Systemkonfiguration Nutzerverwaltung Verwaltung der Sitestruktur
Entwickler	Funktionelle Bearbeitung
Designer	Layoutgestaltung

**Tabelle 1** Nutzergruppen im Backend








Nutzergruppen im Frontend	Aufgaben
Datenpfleger	Datenerfassung Datenaktualisierung
Verbandsmitglied	Austausch, Abruf von Verbandsinformationen
Projektbearbeiter	Austausch, Abruf von Projektinformationen
Registrierter Besucher	Zugang mit Benutzerkonto, Informationsabfrage
Gast	Informationsabfrage

**Tabelle 2** Nutzergruppen im Frontend

## 6 Anwendung

Das Informationssystem wird vollständig auf der Grundlage von XHTML 1.0 unter Verwendung von Cascading Stylesheets realisiert. Auf dem Endgerät wird damit lediglich ein Browser benötigt, um das System zu nutzen.

Die Definition der Seitenstruktur, die Zusammenstellung der Information, die Layoutgestaltung und die Festlegung der Funktionalität erfolgt einheitlich auf dem Web-Server über die angeschlossenen bzw. integrierten Komponenten (CMS, DBMS, MapServer, PHP). Die Anforderungen der Barrierefreiheit können damit unabhängig von der Client-Anwendung erfüllt werden. Die Erfüllung der Richtlinien lässt sich mit zahlreichen Programmen prüfen. Im Rahmen der Projektarbeiten werden folgende Tools benutzt (Tabelle 3):

W3-Consortium: XHTML 1.0 (strict)	http://validator.w3.org/ 
Valet: Validate, Accessibility und Links HTML 4.01 und CSS	http://valet.webthing.com/  
W3C CSS-Validierungsservice verschiedene CSS-Levels	http://jigsaw.w3.org/css-validator/ 
Boby – prüft auf Barrierefreiheit Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (W3C, WAI)	http://bobby.watchfire.com/bobby/html/en/index.jsp   

**Tabelle 3** Übersicht über die verwendeten Validierungswerkzeuge zur Prüfung der Barrierefreiheit

## 6.1 Seitenaufbau

Neben der technologisch richtigen Umsetzung der Anforderungen an die Barrierefreiheit bilden die Gestaltung der Nutzerschnittstelle und die Strukturierung der Anwendung die wesentlichen Voraussetzungen für einen einfachen Zugang zur Information.



The screenshot shows a website layout for 'Naturpark Thüringer Wald'. The top header features a landscape image, the park logo, and a speaker icon. A green sidebar on the left contains navigation links: Startseite, Thüringer Wald, Orte im Naturpark, Ortsinformation, Anreise, Quartiere (highlighted), Wandern, ABC, Tipps, Thüringer Wald Card, Tourismus, Aktuelles, Verband, Suchen, and Forum. The main content area displays 'Oberhof - Gastgeber' with details: Naturfreundehaus "Am Rennsteig", Doppelzimmer, Vierbettzimmer, [zurück zur Suche], zur Ausstattung, Bezeichnung: Naturfreundehaus "Am Rennsteig", Betriebsart: Hotel, Adresse: 98559 Oberhof, Zellaer Straße 48, Tel.,Fax: (036842) 2810, (036842) 28155, email,Internet: nff-oberhof@t-online.de, http://www.naturfreundehaus-oberhof.de, Lage: Ortsrand, ruhig, Rennsteignähe, Zimmer (Anzahl): Doppelzimmer (26), sanitäre Ausstattung: Dusche und WC mit Zimmer verbunden. The right sidebar includes 'Aktuelles' with sections for 'Vorteile sichern', 'Gutsmuts-Rennsteiglauf', 'Thüringer Wald Card - Fahrschein', and 'Wetter' with a 'Wettervorhersage' section.

**Bild 7** Seitenlayout des barrierefreien Infosystems

Ein einheitlicher Seitenaufbau ist die Grundlage für eine schnelle Orientierung und intuitive Bedienung.

Die Struktur aller Seiten wird im CMS mit Hilfe eines einheitlichen Templates definiert. Für das Informationssystem besteht es aus den Bereichen Kopfteil, Hauptteil und Fußteil. Im Hauptteil befinden sich die Bereiche Hauptmenü und Hauptbereich. Der Hauptbereich wird nochmals untergliedert in Inhalt und Aktuelles.

Für die Zusammenstellung des Seiteninhalts sind seitenspezifische PHP-Objekte zuständig. Sie realisieren die Datenabfrage entsprechend der Seitenthematik und der Nutzeranforderungen und generieren die XHTML-konforme Ausgabe. Das resultierende Layout wird durch die verwendete, nutzer- und gerätespezifische Stylesheet-Formatierung festgelegt.

Das CMS erkennt automatisch das verwendete Endgerät und kann eine entsprechend angepasste Präsentation zur Verfügung stellen. Die Anpassung erfolgt sowohl

hinsichtlich der Darstellung als auch der Inhalte. Damit ist es möglich, zum einen die Bedienerschnittstelle (Displaygröße, Touch-, Tastatureingabe) und zum anderen die Bandbreite für die Datenübertragung zu berücksichtigen.

Angepasst werden beispielsweise:

- die Sitestruktur,
- die Informationsmenge,
- Größe und Umfang von Multimedia-Elementen (Bilder, Ton- und Videosequenzen) oder
- spezielle Servicefunktionen.



**Bild 8** PDA als Endgerät für die Informationsabfrage

Zeigt die Darstellung des Informationssystems auf dem PDA (Bild 8). Die Anwendung soll die wesentlichen Informationen in komprimierter Form bereitstellen, so dass ein in jeder Hinsicht angenehmer Umgang mit dem Informationsangebot vorliegt. Da die Infopunkte selbst mit einem WLAN-Access-Point ausgerüstet sind, besteht die

Möglichkeit, sofern der PDA eine entsprechende Schnittstelle besitzt, mit dem Infopunkt zu kommunizieren. Damit wäre der Informationszugriff über eine individuelle Schnittstelle (als ein spezieller Service) verfügbar.

## **6.2 Gestaltung der Bedienerchnittstelle**

Die bereitgestellte Informationsmenge erfordert in der Regel eine geeignete Struktur, die sowohl eine zielgerichtete Recherche als auch eine logische Anordnung der Inhalte ermöglicht. Auf dieser Grundlage lässt sich ein effizienter Zugriff auf die Informationselemente organisieren. Dazu müssen beispielsweise Menübäume aufgebaut werden, die die Informationsstruktur abbilden und damit die Informationsauswahl vom Allgemeinen zum Speziellen unterstützen.

Suchformulare dagegen bieten den direkten Zugang zur Detailinformation mit Hilfe von Kriterien.

Barrierefreiheit heißt, dass die realisierten Varianten des Informationszugangs allen Nutzergruppen zur Verfügung stehen sollten. Neben der Informationsauswahl betrifft die Barrierefreiheit aber auch die Präsentation. Hier gilt der allgemeine Grundsatz, dass Inhalt und Präsentation strikt voneinander zu trennen sind. Damit können nutzerspezifische, skalierbare Schnittstellen realisiert werden.

Auf Grund der Vielzahl existierender Handicaps ist ein uneingeschränkter Zugang für alle Nutzergruppen praktisch nicht realisierbar. Durch die Bereitstellung von sich ergänzenden Alternativen für den Informationszugang und die Informationsdarstellung kann man dieser Forderung jedoch weitestgehend entsprechen. Als alternatives Bedienelement steht die Funktionstastatur in Verbindung mit einer Sprachausgabe zur Verfügung.

### **6.2.1 Navigation mit Funktionstasten**

Funktionstastatur und Sprachausgabe sind fest miteinander verbunden. Mit wenigen, gut zugänglichen Tasten müssen alle Systemfunktionen ausführbar sein. Damit wächst die Forderung, mit wenigen und zielgerichteten Aktionen zum Ergebnis zu gelangen. Dazu ist es notwendig,

- die Funktionen der Tasten exakt zu definieren und zu kennzeichnen (Hinweistext, sichtbare und tastbare Symbolik auf den Tastflächen),

- die Funktionen einheitlich in der gesamten Anwendung zu realisieren,
- die Funktionsrückmeldung zu einem erfolgreichen Tastaturereignis (in Form von Hinweisen zur ausgeführten Tastaturfunktion oder zum aktivierten Informationsteil) zu realisieren.

Die Sprachausgabe wird entsprechend dem Tastaturereignis ausgelöst. Ein neues Tastaturereignis beendet die laufende und startet die aktuelle Sprachausgabe.

Die Funktionstastatur an einem Besucherterminal für touristische Informationen besteht zur Zeit aus 4 Tasten mit folgender Funktionszuordnung (Bild 9):

Tasten 1, 2	Navigation (Vorwärts/Rückwärts)
Taste 3	Aktivierung der aktuellen Auswahl
Taste 4	Aktivierung der Sprachausgabe (Mengen-Informationen)

Die ersten Testergebnisse zeigen, dass eine zusätzliche „Nottaste“ für einen gezielten Rücksprung zur Startseite eine sinnvolle Ergänzung darstellt (zusätzliche gelbe Taste in Bild 9).

Um die Navigation mit wenigen Tasten realisieren zu können, muss eine hierarchische Struktur definiert werden. Die Navigation mit den Bewegungstasten vollzieht sich jeweils auf der aktivierten Ebene. Der Wechsel zwischen den Ebenen erfolgt über die Quittungstaste. Das Informationssystem nutzt eine einheitliche Ebenenstruktur, die dynamisch an das ausgewählte Thema angepasst wird.

Grundsätzlich gilt:

Ebene	1:	Hauptmenü (Kopf, Fuss)
Ebene	2:	Themenmenü (Links)
Ebene	3:	Navigation im Inhaltsbereich (Links)

Speziell auf Formularseiten gilt:

Ebene	3:	Navigation durch die Formularfelder
Ebenen	4...:	Navigation durch die Auswahllisten
Ebene	...+1:	Navigation durch die Ergebnisliste

## 6.2.2 Navigationsbeispiel

Um die prinzipiellen Anforderungen bei der Gestaltung der Nutzerschnittstelle zu beschreiben, soll folgende Beispielkonfiguration für ein öffentliches Terminal mit Touchscreen, Funktionstastatur sowie Display und Sprachausgabe vorausgesetzt werden. Wir betrachten eine interaktive Formularseite zur Informationsrecherche, die über ein Menü ausgewählt werden kann.



**Bild 9** Navigationstastatur

### Allgemeine Empfehlungen

- Der Seitenaufruf ist verknüpft mit einer Kurzinformation zum Inhalt und zur Bedienung (Text, Sprachausgabe).
- Es sind sinnvolle Kriterien vorzugeben, die eine repräsentative Informationsmenge beim Seitenaufruf ermöglichen. Damit steht dem Nutzer direkt eine Teilinformation zur Verfügung.
- Kriterienkombinationen sind entsprechend der Informationsangebote zu aktivieren, so dass keine leere Ergebnislisten auftreten.
- Wenn die Möglichkeit der sinnvollen Vorgabe der Kriterienwerte besteht (z.B. in Form von Listen), ist das einer freien Kriterienwahl in Form von Texteingaben vorzuziehen.
- Ist das Suchergebnis ein umfangreicher Informationsblock, dann sollte eine gestufte Informationsausgabe (Übersicht, Detail) realisiert werden.
- Das System bietet einstellbare Nutzerprofile (Farbe, Schriftgröße, Anordnung), die eine einfache individuelle Anpassung nach Bedarf ermöglichen.
- Das System realisiert eine definierte Ausgangsposition, die aus jeder Situation zur Neuorientierung aktiviert werden kann (ereignisgesteuert – durch Zeit oder individuelle Anforderung).

Zur Bedienung stehen Touchpanel und Funktionstastatur parallel zur Verfügung. Auf dem Touchpanel sind die Funktionselemente wie Auswahlfelder, Listenfelder und Tasten übersichtlich dargestellt. Die Voreinstellungen sind gekennzeichnet. Mit den Voreinstellungen kann man direkt die Informationssuche starten oder die Suchfunktion wird bereits mit dem Seitenaufruf ausgeführt.

Die Suchergebnisse werden visuell auf dem Display dargestellt. Über einen Link gelangt man von der Übersichtsinformation eines Eintrags zur Detailinformation.

Funktionstastatur und Sprachausgabe sind fest miteinander verbunden. Mit wenigen, gut zugänglichen Tasten müssen alle Systemfunktionen ausführbar sein. Damit wächst die Forderung, mit wenigen und zielgerichteten Aktionen zum Ergebnis zu gelangen. Dazu ist es notwendig,

- die Funktionen der Tasten exakt zu definieren und zu kennzeichnen (Hinweistext, sichtbare und tastbare Symbolik auf den Tastflächen),
- die Funktionen einheitlich in der gesamten Anwendung zu realisieren,
- die Funktionsrückmeldung zu einem erfolgreichen Tastaturereignis (in Form von Hinweisen zur ausgeführten Tastaturfunktion oder zum aktivierten Informationsteil) zu realisieren.

Die Sprachausgabe wird entsprechend dem Tastaturereignis ausgelöst. Ein neues Tastaturereignis beendet die laufende und startet die aktuelle Sprachausgabe.

Die Funktionstastatur an einem Besucherterminal für touristische Informationen besteht beispielsweise aus 5 Tasten mit folgender Funktionszuordnung (Tabelle 4):

Tasten 1,2	Navigation (Vorwärts/Rückwärts)
Taste 3	Aktivierung der aktuellen Auswahl
Taste 4	Aktivierung der Sprachausgabe für (Mengen-Informationen)
Taste 5	Nottaste für gezielten Rücksprung zur Startseite mit prinzipieller Zugangsinformation

**Tabelle 4** Funktion der Navigationstasten der Beispielanwendung

Mit Ausnahme der Taste 5 werden die anderen Tasten zur Bedienung der interaktiven Formularseite verwendet. Die Tabelle 5 zeigt die Anwendung der Tasten in Abhängigkeit vom jeweiligen Informationsstand.

Navigationsebene	Funktionstasten			
	1	2	3	4
Suchkriterien	Wechsel zum nächsten Kriterium	Wechsel zum vorherigen Kriterium	Aktivierung und Wechsel zur Einstellung	Ausgabe der aktuellen Einstellungen
Einstellung	Wechsel zur	Wechsel zur	Aktivierung der	Ausgabe der



Navigationsebene	Funktionstasten			
	1	2	3	4
	nächsten Auswahl	vorherigen Auswahl	Auswahl und Wechsel zu Suchkriterien	aktuellen Einstellungen
Ergebnisliste	Wechsel zum nächsten Ergebniseintrag	Wechsel zum vorherigen Ergebniseintrag	Aktivierung des Eintrags und Wechsel zur Detailinfo	Ausgabe der aktuellen Einstellungen
Detailinformation	Wechsel zum Rücksprung	Wechsel zum Rücksprung	Aktivierung des Rücksprungs	Ausgabe der Detailinfo

**Tabelle 5** Anwendung der Tasten im Kontext

Prinzipiell bewegt sich der Nutzer seriell von den Suchkriterien und deren Einstellungen zu der ermittelten Ergebnisliste und den Detailinformationen. Verlässt der Nutzer diese Seite, so gelangt er auf die übergeordnete Ebene der Menünavigation. Das Bedienkonzept lässt sich adäquat auch auf diese Ebene übertragen.

### 6.2.3 Sprachausgabe

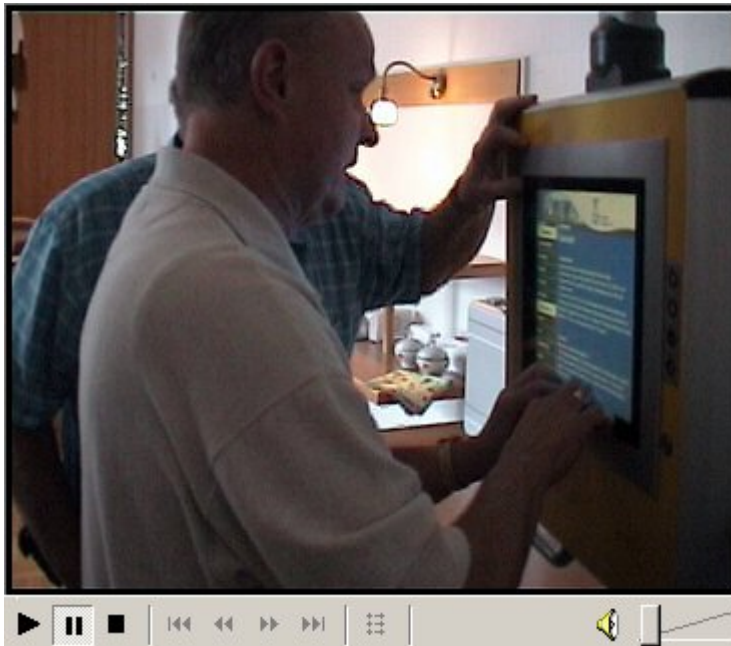
Die Sprachausgabe wird neben der Navigation auch zur Informationsausgabe genutzt. Jede Seite ist mit einem Hinweis und einem thematischen Text verknüpft. Beide Texte können bei statischen Inhalten fest hinterlegt sein oder bei dynamischen Inhalten zur Laufzeit generiert werden. Die Verknüpfung erfolgt über die eindeutige Seitenkennung. Es ist möglich, einer Seite entsprechend dem aktuellen Zustand mehrere Hinweistexte zuzuordnen. Der beim Seitenaufbau jeweils gültige Hinweistext wird über einen Parameter festgelegt.

## 7 Systemtest

Im Zeitraum von Juni 2005 bis Februar 2006 wurde ein umfangreicher Test unter praxisnahen Bedingungen durchgeführt. Dazu wurde jeweils ein Terminal in der Aura-Pension Georgenthal und in der Gästeinformation Oberhof installiert.

Die Aura-Pension bietet ein Leistungsangebot, das speziell auf Sehbehinderte und Blinde ausgerichtet ist. Dementsprechend hoch ist der Anteil dieser Behindertengruppe an den Hausgästen. Auf dieser Grundlage konnte die Terminalnutzung speziell durch diese Behindertengruppe getestet und bewertet werden. Außerdem wurde in

Zusammenarbeit mit dem Blinden- und Sehbehinderten Verband Thüringen die Erprobung durch Testpersonen aus der speziell gebildeten Arbeitsgruppe unterstützt (Bild 10).



**Bild 10** Terminal-Erprobung in der Aura-Pension Georgenthal

Die Tests wurden sowohl durch die Hausgäste individuell als auch durch Mitarbeiter betreut durchgeführt. Die Auswertung erfolgte in einzelnen Gesprächen mit den Testpersonen und mit der Arbeitsgruppe. Die konkreten Hinweise zu Mängeln bzw. sinnvollen Änderungen hatten im wesentlichen folgende Bezüge:

- eindeutige und gut tastbare Kennzeichnung der Zusatztasten,
- Quittierung jeder Tastaturaktion,
- bessere Skalierbarkeit der Schriftgröße,
- individuelle Auswahl von Vorder- und Hintergrundfarbe,
- Einstellbarkeit der Lautstärke der Sprachausgabe,
- kurze Hinweise für die Seitenbedienung.

## **8 Ergebnisse und Ausblick**

Mit dem gegenwärtigen Entwicklungsstand steht ein bereits funktionsfähiges Terminalsystem als Versuchsaufbau zur Verfügung. Sowohl der Geräteaufbau als auch die Anwendungssoftware mit einem umfangreichen Datenbestand können in der Modellregion eingesetzt werden. Die erfolgreich absolvierte Erprobungsphase in einer touristischen Informationsstelle diente der Erkennung von Mängeln unter realen Bedingungen sowie der Systemoptimierung. In Vorbereitung der Testphase wurden in Zusammenarbeit mit der Projektstelle das System und die Anwendung der Werkzeuge zur Datenerfassung und Pflege erprobt. Damit gibt es auch erste Erfahrungen bei der Installation eines solchen Systems in einer Region und dessen aktiven Betreuung.

Die Schwerpunkte der weiteren Arbeiten bestehen sowohl in der technischen Weiterentwicklung als auch in der Erschließung konkreter Anwendungsbereiche.

Aus technischer Sicht ist das Angebot der verfügbaren Bedienerschnittstellen zu erweitern. Entsprechende Voruntersuchungen beschäftigten sich beispielsweise mit Möglichkeiten einer Sprachsteuerung und der Unterstützung hörbehinderter Menschen durch Ergänzung einer Induktionsschleife.

Um ein Gesamtangebot zur Errichtung barrierefreier Terminalsysteme zu entwickeln, ist auch die Gestaltung des Terminalstandortes und des Zugangs einzubeziehen. Zu dieser Problematik gibt es in verschiedenen Projekten im InnoRegio-Netzwerk entwickelte Lösungen bzw. Lösungsansätze, die im Rahmen einer Zusammenarbeit genutzt werden sollen.

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] BGG. Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung, Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen, 27. April 2002.
- [2] BGG Begründung. Beauftragter der Bundesregierung für die Belange behinderter Menschen, Begründung zum Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen, 2002.
- [3] BITV. Bundesministerium des Innern im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz, 17. Juli 2002.
- [4] Guidelines for the Design of Accessible Information and Communication Technology Systems (Übersetzung von Auszügen), Nullbarriere.de, Guidelines for the Design of Accessible Information and Communication Technology Systems, 08.12.2004.
- [5] Section 508 of the Rehabilitation Act: Electronic and Information Technology Accessibility Standards (Übersetzung von Auszügen), Nullbarriere.de, Section 508 of the Rehabilitation Act: Electronic and Information Technology Accessibility Standards, 13.12.2004.
- [6] Behinderte Menschen im Beruf. Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Hauptfürsorgestelle im Zusammenwirken mit der Bundesanstalt für Arbeit: ZB - Zeitschrift: Behinderte Menschen im Beruf, Universum Verlagsanstalt GmbH KG, 2001.
- [7] Barriere - Unabhängige Zeitschrift für körperbehinderte Menschen. mdm Verlag für medizinische Publikation, 03/2001.
- [8] Ausbildung Beruf Chancen Medienpaket für Blinde. Bundesanstalt für Arbeit: Ausbildung Beruf Chancen Medienpaket für Blinde, Universum Verlagsanstalt GmbH KG, 2002.
- [9] Cheverst, K.; Davies, N.; Friday, A.; Mitchell, K.: Experiences of Developing and Deploying a Context-Aware Tourist Guide: The Lancaster GUIDE Project, Mobicom 2000, Boston, U.S.A., August 2000.
- [10] Holfelder, Wieland: Multimediale Kiosksysteme : Informationssysteme zum Anfassen, Braunschweig [u.a.] : Vieweg, 1995.

- [11] Hrubesch, Christoph: Tourismus ohne Barrieren, Natursport- Verlag Rolf Strojec, Rüsselsheim, 1998.
- [12] S. Lutherdt; U. Fröber; R. Fetter; F. Roß; M. Koch; J. Seitz; J. Wernstedt; H. Witte: A touristic assistance system as an example of symbiosis of technologies and strategies from robotics, mechatronics and biomedical engineering. In: 3rd International Symposium on Adaptive Motion in Animals and Machines, September 25th -30th, 2005 : program, abstracts. - Ilmenau : Verlag ISLE Ilmenau 2005.
- [13] U. Fröber; S. Lutherdt; M. Koch; H. Witte; P. Kurtz; F. Roß; J. Wernstedt: TAS - ein touristisches Assistenzsystem für den barrierefreien Zugang zu Urlaubs-, Freizeit- und Bildungsaktivitäten im Thüringer Wald. In: Mechanical engineering from macro to nano : 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, 19. - 23.9.2005; Proceedings "Mechanical Engineering - from Macro to Nano" – Ilmenau. ISBN 3-932633-98-9. Verlag ISLE Ilmenau 2005, S. 519-520.