

# Optimale Systemausrichtung eines interaktiven KIS durch die Verwendung eines modularen Aufbaus

Beatrix BRUNNER-FRIEDRICH & Alexandra STADLER

## Zusammenfassung

Ein Kartographisches Informationssystem (KIS) wird von unterschiedlichen Benutzern, die zum Teil sehr divergierende Ansprüche an ein System stellen, als Arbeits- und Informationsgrundlage genutzt [HAKE ET AL. 2002]. Um diesen individuellen Anforderungen gerecht zu werden, wurde bisher meist für jeden Verwendungszweck ein eigenes System entwickelt. Ziel ist es daher, auf einfache Art und Weise ein einziges interaktives KIS zu erzeugen, das sich optimal unterschiedlichen Verwendungszwecken anpasst. Ermöglicht wird das durch einen modularen Aufbau hinsichtlich der Gestaltung der Benutzeroberfläche sowie der je nach Systemmodus zur Verfügung stehenden Funktionen. Der Interaktivitätsgrad wird dabei flexibel gehalten, um den Benutzer weder einzuschränken noch zu überfordern.

Im Folgenden soll Entwicklern von webbasierten Kartographischen Informationssystemen eine Übersicht zu realisierender Funktionen gegeben werden.

**Kommentar [B1]:** Beim Fazit hats find ich nicht reinpasst – ich glaub hier passts am besten – über die formulierung könnt ma vielleicht noch nachdenken

## 1 Einleitung

Bis vor wenigen Jahren war man bei der Beantwortung räumlicher Fragestellungen auf die Verwendung konventioneller Printkarten angewiesen. Doch Papier als Ausgabemedium hat durch seinen statischen Charakter einige entscheidende Nachteile [LUTTERBACH 1998], die in Tab. 1 kurz aufgelistet sind.

**Tab. 1:** Unterschiede zwischen statischen Karten und interaktiven/analytischen KIS (nach ORMELING [1996]).

Statische Karten	Interaktive / analytische KIS
statisch	dynamisch
passiv	interaktiv
limitierte Auswahl	komplettes System
fixe Kartenrahmen	Wahl des Ausschnitts und Maßstabes
allgemein gehalten	benutzerorientiert
Karte ist das Endprodukt	Karte dient als Interface

Durch die Einführung digitaler Technologien und die Entwicklung neuer Formen der Informationserschließung (allen voran der Interaktivität), stellen die Karten nun nicht mehr das Endprodukt dar. Sie sind viel mehr zum Interface für die gezielte Erforschung des Systems geworden [LECHTHALER & STADLER 2006]. Die dadurch erlangte Flexibilität ist

für den Benutzer noch ungewohnt und sollte daher nicht in ihrem vollen Umfang ermöglicht werden. GARTNER ET AL. [2005] bezeichnen diese Form der Systemnavigation als „restriktiv-flexibel“.

Das hier vorgestellte System basiert auf zwei Formen der Restriktion: Zum einen sollen nur sinnvolle [KELNHOFER 1996], zum anderen nur notwendige Interaktionen zugelassen werden, dies jedoch auf unsichtbare Art und Weise, sodass sich der Benutzer nicht eingeschränkt fühlt. Die Frage, welche Interaktionen sinnvoll sind, lässt sich allgemein beantworten. Doch um entscheiden zu können, welche Interaktionen für einen Benutzer notwendig sind, muss man einiges über den Benutzer wissen:

- Wer ist dieser Benutzer überhaupt?
- Was erwartet er vom System?
- Welche Aufgaben will er mit Hilfe des Systems erfüllen, welche Ziele erreichen?
- Zu welchem Grad will er mit dem System interagieren?
- Wie viel Interaktivität kann man ihm anbieten, ohne dass er sich überfordert fühlt bzw. tatsächlich „verirrt“?

Aufbauend auf diesen Fragen wurden Gruppen von Benutzern definiert. Ziel war es, Gruppen zu finden, die mit einem ähnlich konfigurierten System arbeiten wollen. Daher wurde die Einteilung nicht nach Personen, sondern nach Ansprüchen an das System (Verwendungszwecken) durchgeführt.

Um das System und all seine implementierten Funktionen verschiedenen Benutzergruppen individuell zugänglich zu machen, ist ein modularer Aufbau notwendig. Als „Modul“ bezeichnet man dabei eine sich aus mehreren Elementen zusammensetzende Einheit innerhalb eines Gesamtsystems, die jederzeit ausgetauscht werden kann [DUDEN 1996]. Der modulare Aufbau zeigt sich einerseits im Seitenaufbau, der je nach Systemausrichtung die Darstellung unterschiedlicher Inhalte zulässt [HAKE ET AL. 2002]. Aber auch die Organisation der Funktionen in Form eines Funktionspools, aus dem je nach Verwendungszweck die notwendigen Funktionen herausgenommen und zusammengefasst werden, lässt sich als modular bezeichnen.

## 2 Systemausrichtungen

Abhängig vom Verwendungszweck wurden fünf Systemausrichtungen (Systemmodi) definiert, die anschließend kurz beschrieben werden:

- Analyseinstrument
- Nachschlagewerk
- Interaktives Informationstool
- Lehrmittel
- Präsentation

Mit einem *Analyseinstrument* soll der Benutzer eigene Analysen erstellen können, die in selbst erzeugten Karten resultieren. In dieser Systemausrichtung werden hauptsächlich Rohdaten verwendet, während vorgefertigte Karten im Hintergrund stehen. Ein

wesentlicher Aspekt dieses Systemmodus ist die Durchführung eigener Analysen. Der Grad an Interaktion mit dem System ist sehr hoch – er wird lediglich durch die in der Einleitung angesprochenen Restriktionen beschränkt [BRUNNER-FRIEDRICH 2004].

Der Benutzer benötigt ein Maximum an Analysefunktionen, die leicht auffindbar in das System integriert sind. Erläuternde Texte und Abbildungen sind hingegen eher in den Hintergrund zu stellen. Auch eine strenge Führung oder eine exakte „wenn-dann-Ordnung“ sind für diese Systemausrichtung nicht erforderlich.

Konträr dazu steht das *Nachschlagewerk*, bei dem der Benutzer ähnlich wie bei einem Lexikon auf eine gestellte Frage eine konkrete Antwort erhalten möchte.

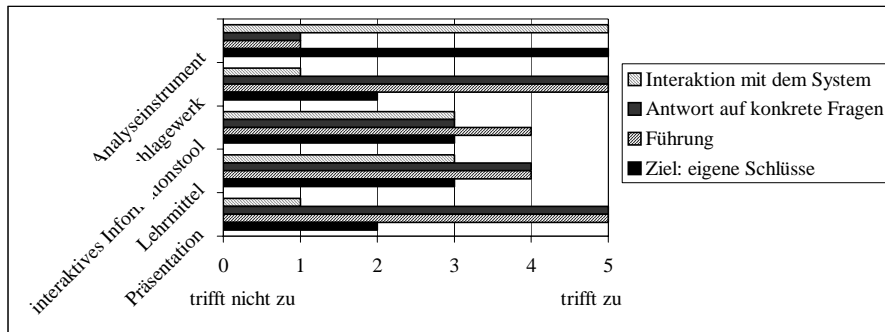
Aus diesem Grund werden fast ausschließlich kartographisch aufbereitete Karten herangezogen, welche mit Tabellen, Diagrammen, Abbildungen und erläuternden Texten zu fertig gestalteten Themen ergänzt werden. Rohdaten sind nur dann erforderlich, wenn sie in tabellarischer Form die Aussage des Themas unterstützen. Eine Veränderung der Daten durch den Benutzer ist nicht notwendig. Die Interaktion mit dem System ist nur in einem sehr geringen Ausmaß erforderlich, wobei die Suchfunktion die wichtigste Funktion darstellt. Die Navigation durch das System folgt einer klar erkennbaren Linie und ist von einer starken Führung geprägt, wobei der Benutzer Anweisungen und Hinweise erhält, die ihm über seine momentane Position innerhalb des Systems und eine weitere mögliche Vorgehensweise Informationen geben.

Beim *interaktiven Informationstool* werden dem Benutzer vorwiegend aufbereitete Daten mit ergänzendem Material (Tabellen, Diagramme, Abbildungen und erläuternde Texte) angeboten. Die Daten können in geringem Ausmaß verändert werden, z.B. durch die Kombination unterschiedlicher Themen, bei der auf Grundlage von ausgewählten Aussageschichten vom System eine kombinierte Karte erstellt wird. Das Gros an Interaktionen betrifft aber nicht den direkten Eingriff in die Daten, sondern die (Karten)gestaltung. Der Benutzer kann sich in diesem Modus aktiv mit dem System beschäftigen und so z.B. durch eigenes Ausprobieren Veränderungen erkennen und begreifen. Es werden dafür keine Analysefunktionen benötigt, die Navigation läuft in geregelten Bahnen ab. Ähnlich dem Nachschlagewerk wird auch hier die Suchfunktion betont, um eine schnelle Beantwortung gestellter Fragen zu ermöglichen. Darüber hinaus ermöglicht der „spielerische“ Zugang die Erforschung eines weiten Umfeldes.

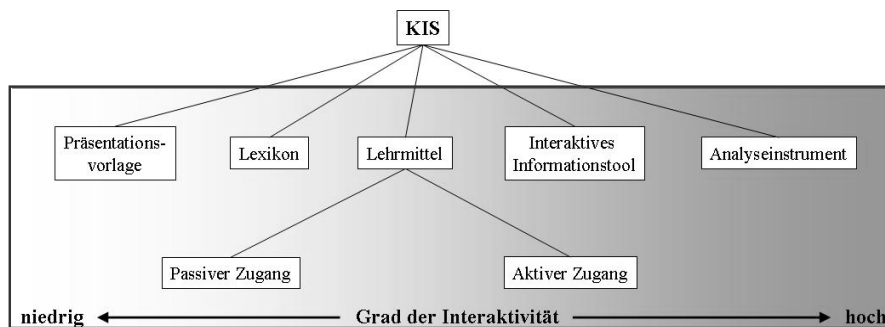
Ähnlich diesem Systemmodus ist das *Lehrmittel*, wobei hier zusätzlich eine Betonung auf das Erkennen und Erlernen von Informationen und Zusammenhängen gelegt wird. Ein spielerischer Zugang ist hier zwar aufgrund der potentiellen Nutzergruppe naheliegend und unterstützt das so oft geforderte „eigenständige Lernen durch Forschen“. Er muss aber in geregelten Bahnen ablaufen, um nicht das „Spielen“ vor den Informationsgewinn zu stellen. Je nachdem, wie viel Eigenständigkeit der Lernende aufweisen kann oder soll, werden dem System vorwiegend aufbereitete Daten (passiver Zugang) oder vorselektierte Rohdaten (aktiver Zugang) zugrunde gelegt [BRUNNER-FRIEDRICH 2004]. Beim aktiven Zugang werden vom Benutzer zunächst Lehrziele bzw. Aufgabenstellungen ausgewählt und dann nur noch entsprechende und benachbarte Themen angeboten. Die Rohdaten werden vor allem dort zur Verfügung gestellt, wo sie als Unterstützung einer Aussage dienen. In eingeschränkter Form werden in diesem Systemmodus auch Analysefunktionen implementiert. Die Navigation erfordert eine starke Führung mit eindeutig erkennbarer Linkstruktur.

Als zusätzlich mögliche Systemausrichtung sei noch die *Präsentation* genannt, die das Ziel hat, ausgearbeitete Vorlagen (für Bildschirm und Druck) bereitzustellen. Dieser Modus bietet nahezu keine Interaktionen an und ist für jene Benutzer bestimmt, die wenig Erfahrung im Umgang mit KIS haben, aber Unterlagen in Form von kartographisch aufbereiteten Präsentationen benötigen. Die Themen sind dieser Forderung entsprechend komplett vorbereitet und können nicht verändert werden. Die Navigation beruht auf einem Frage-Antwort-System mit sehr starker Führung.

Zusammenfassend soll in Abb. 1 und Abb. 2 der Interaktionsgrad der einzelnen Systemausrichtungen noch einmal verdeutlicht werden.



**Abb. 1:** Benutzerinteraktivität und Arbeitsziele (nach Systemausrichtungen).



**Abb. 2:** Interaktionsgrad in den einzelnen Systemausrichtungen.

Die Auswahl der Systemausrichtungen erfolgt durch Benutzereingabe beim Systemestieg, wobei nicht jedem Nutzer alle Systemmodi zur Verfügung stehen (z.B. wird der breiten Öffentlichkeit das Analysewerkzeug nicht angeboten).

### 3 Funktionen und ihre Abhängigkeit von der Systemausrichtung

Um die Benutzer je nach gewählter Systemausrichtung weder einzuschränken noch zu überfordern, wird der Interaktionsgrad (siehe Abb. 2) entsprechend den im vorigen Abschnitt definierten Anforderungen gesteuert. Dies erfolgt durch Freigabe der für den jeweiligen Verwendungszweck benötigten Funktionen.

Angelehnt an die Typisierung von Persson [2004] wurden die Funktionen in fünf Typen eingeteilt:

- Betriebsfunktionen
- Funktionen mit der Kartengraphik
- Datenanalyse
- Erweiterung des Primärmodells (real / virtuell)
- Arrangieren mehrerer Schichten

Ob und in welchem Umfang die Funktionen in den einzelnen Systemmodi eingesetzt werden sollen, wird im Folgenden genauer erklärt. Dabei wird vor allem darauf Wert gelegt, die Unterschiede zwischen den Modi herauszuarbeiten. Funktionen, die dem Zweck gegenüber invariant sind, bedürfen hingegen keiner näheren Erläuterung.

Bei den **Betriebsfunktionen** handelt es sich um allgemeine Funktionen, die nur bedingt mit der Kartengraphik in Verbindung stehen.

Die Betriebsfunktionen graphischer Zoom, Pan und Hilfe gelten für alle Systemmodi gleich, wobei die Hilfefunktion adaptiert ist und nur Erläuterungen zu relevanten Funktionen enthält.

Bei den **Funktionen mit der Kartengraphik** interagiert der Benutzer mit dem Sekundärmodell, hat aber keinen Einfluss auf dessen Gestaltung.

Das Ein- und Ausblenden von Ebenen ist für das *Analyseinstrument*, das *interaktive Informationstool* und das *Lehrmittel* in vollem Umfang zugänglich. Vorsicht ist beim Einblenden von Ebenen nicht vordefinierter Karten geboten, da diese nicht harmonisiert sind und es dadurch zu graphischen Konflikten bei der Darstellung kommen kann.

Da bei der *Präsentation* pro Einstieg nur ein Thema gewählt werden kann, ist die Funktion Themenwechsel nicht implementiert.

Darüber hinaus wird bei der Präsentation keine Interaktivität in Form von MouseOver-, MouseKlick- oder graphischen Selektions-Funktionen angeboten.

Bei der **Datenanalyse** hat der Benutzer Zugriff auf Algorithmen, die aus dem Primärmodell ein Sekundärmodell bilden.

Die Funktionen der Datenanalyse werden im Falle des *Analyseinstrumentes* in vollem Umfang, im Falle des *interaktiven Informationstools* beschränkt, im Falle des *Präsentationsmoduls* gar nicht angeboten.

Beim *Nachschlagewerk* sind vor allem jene Funktionen interessant, die der Kartengestaltung dienen. Alle anderen Funktionen erfordern ein zu hohes Maß an Interaktion und sind daher für diesen Verwendungszweck nicht notwendig.

Beim *Lehrmittel* entscheidet die Wahl zwischen aktivem und passivem Zugang über die Verfügbarkeit der Datenanalysefunktionen.

Tab. 2: Festlegung der im jeweiligen Systemmodus verfügbaren Funktionen.

Funktionen		Systemausrichtung				
		Präsentation	Nachschlagewerk (Lexikon)	Lehrmittel	interaktives Informationstool	Analyseinstrument
<i>Betriebsfunktionen</i>		x	x	x	x	x
<i>Funktionen mit der Kartographie</i>	Maßstabswechsel (Kartographisches Vergrößern/Verkleinern)	(x)	(x)	x	x	x
	Ein- und Ausblenden von Ebenen	(x)	(x)	x	x	x
	Themenwechsel	-	x	x	x	x
	Abfragen - Ausgangsbasis Karte					
	MouseOver-Funktionen (Tooltips, Ergänzungen in einem "Infofeld", Anzeige von Koordinaten)	-	(x)	x	x	x
	MouseKlick-Funktionen (Setzen von Markierungspunkten, Vergleiche von Werten)	-	(x)	x	x	x
	(Visuelles) Betonen – Selektion, die graphisch visualisiert wird	-	(x)	x	x	x
<i>Datenanalyse</i>	Signaturierungsänderungen – allgemein					
	Änderung des Signaturenmaßstabes	-	-	x*	(x)	x
	Änderung / Variation der graphischen Variable	-	-	x*	(x)	x
	Änderung der Diagrammart	-	-	x*	(x)	x
	Klasseneinteilung und Änderung der Darstellung der Klassen					
	Gruppierungsverfahren / Gruppenanzahl	-	-	x*	(x)	x
	Verschieben / Fixieren der Klassengrenzen	-	-	x*	(x)	x
	„Outlier Removal“	-	-	x*	(x)	x
	Farbverläufe	-	(x)	x*	(x)	x
	einzelnes Zuordnen von Farben	-	-	x*	(x)	x
	Anzeige (Minimal- und Maximalwerte, ...)	-	(x)	x*	(x)	x
	Graphik / Diagramm	-	(x)	x*	(x)	x
	Beschriftung i. d. Graphik zu den Klassengrenzen	-	(x)	x*	(x)	x
	Korrespondierende Graphik und Karte	-	(x)	x*	(x)	x
<i>Erweiterung des Primärmodells (real / virtuell)</i>	Abfragen – Ergebnis Karte					
	Suchfunktion	x	x	x	x	x
	Auswahl nach Kriterien (Attribute / Werte)	-	x	x	x	x
	Auswahl nach räumlichen Aspekten	-	-	x*	(x)	x
	Join, Aggregation, Merge	-	-	-	-	x
<u>Pufferfunktion, Verschneidungen</u>						
<i>Arrangieren mehrer Schichten</i>	Unterschiedliche Sachverhalte zu einem Zeitpunkt	-	(x)	x	x	x
	Daten zu unterschiedlichen Zeitpunkten	-	(x)	x	x	x

Bei der *Erweiterung des Primärmodells (real oder virtuell)* erzeugt bzw. verändert der Benutzer die Kartengraphik durch Interaktion mit dem Primärmodell.

Diese Funktionen sind vor allem für das *Analyseinstrument* vorgesehen und werden daher nur für diese Systemausrichtung in vollem Umfang angeboten.

Eine Ausnahme stellt die Suchfunktion dar, die für alle Modi freigegeben ist.

In den Modi *Nachschlagewerk*, *interaktives Informationstool* und *Lehrmittel* besteht die Gefahr, den Benutzer durch ein zu hohes Maß an Interaktivität zu überfordern. Allerdings erlauben diese Analysefunktionen eine intensivere Auseinandersetzung mit den Daten. Gerade für diese letzten beiden Modi müssen Für und Wider abgewogen werden. Aus diesem Grund sind die Funktionen vorerst unter Vorbehalt anzubieten.

Beim *Arrangieren mehrerer simultaner Schichten* werden entweder mehrere Sachverhalte zu einem Zeitpunkt oder ein Sachverhalt zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander in Beziehung gesetzt.

Diese hierfür verwendeten Funktionen sind für *alle Systemausrichtungen* mit Ausnahme des *Präsentationsmodus* vorgesehen. Lediglich beim *Nachschlagewerk* könnte auch darauf verzichtet werden, da hier vorgefertigte Themen präsentiert werden und der Grad an Interaktivität relativ niedrig gehalten werden soll. Dennoch bietet gerade das Vergleichen unterschiedlicher Aussagen ein sehr hohes Informationspotential.

Für die *Schule* scheint diese Funktion sehr wichtig, da hier auch ein „spielerischer“ Ansatz (besonders bei der Verwendung mehrerer nebeneinander liegender Fenster) zu erkennen ist. Zusätzlich werden auf diese Art (logische) Zusammenhänge sehr deutlich gezeigt, was zu einem besseren Verständnis bei den Schülern führen soll.

Tabelle 2 zeigt den Einsatz der Funktionen für die verschiedenen Systemausrichtungen. Obwohl sich die Modi „interaktives Informationstool“ und „Lehrmittel“ gleichen, werden in der Tabelle beide getrennt angeführt, da die Funktionen aus unterschiedlichen Motivationen angeboten werden: beim *Lehrmittel* werden jene mit x\* gekennzeichneten Funktionen nur deshalb den Benutzern zur Verfügung gestellt, um diese zu erklären und ihre Auswirkungen zu erkennen, nicht aber um die Funktion im herkömmlichen Sinn anzuwenden. Dabei führen Hilfestellungen mit Schritt-für-Schritt-Anweisungen den Benutzer zu den Ergebnissen.

## 4 Verwendung eines modularen Systemaufbaus

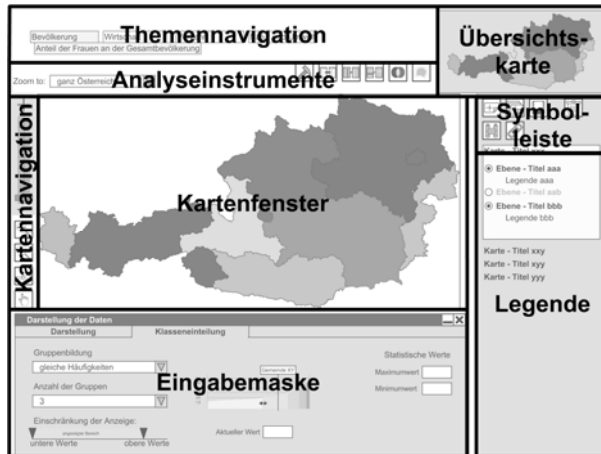
Der Aufbau des Systems ist (wie schon in der Einleitung besprochen) hinsichtlich zweier Aspekte modular gestaltet: sowohl der Aufbau der Benutzeroberfläche als auch die Verwendung eines Funktionspools ermöglichen eine flexible und einfache Anpassung an verschiedene Systemausrichtungen.

### 4.1 Modularer Aufbau der Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist in mehrere Bereiche eingeteilt. Einige Bereiche weisen unabhängig von der Systemausrichtung immer die gleichen Inhalte auf (Kartenfenster, Übersichtskarte, Symbolleiste, Kartennavigation, Themennavigation und Legende). Alle anderen Bereiche sind reserviert für bestimmte Symbolleisten (im Bereich

„Analyseinstrumente“) bzw. aktivierbare Eingabemasken und damit abhängig von der Systemausrichtung und den damit aufrufbaren Funktionen. Das bedeutet umgekehrt, dass jede Symbolleiste bzw. jede Eingabemaske auf die Größe des zur Verfügung stehenden Bereiches abzustimmen ist.

Aufgerufen werden die einzelnen Funktionen über die entsprechenden Befehle in den Symbolleisten. Die Anzahl der gezeigten Befehle hängt von der Wahl der Systemausrichtung ab.



**Abb. 3:** Modularer Aufbau der Benutzeroberfläche.

Die Anordnung und Ausdehnung der einzelnen Bereiche ist so konzipiert, dass auch im Falle des Leerstehens in einigen Systemmodi keine großen Lücken entstehen und so für jede Systemausrichtung eine harmonisch gestaltete Benutzeroberfläche zur Verfügung steht.

## 4.2 Freigabe von Funktionen für die gewählte Systemausrichtung

Einen Überblick darüber, welche Funktionen im entsprechenden Systemmodus zu verwenden sind, gibt Tab. 2. Die Freigabe der Funktionen für die ausgewählte Systemausrichtung läuft folgendermaßen ab:

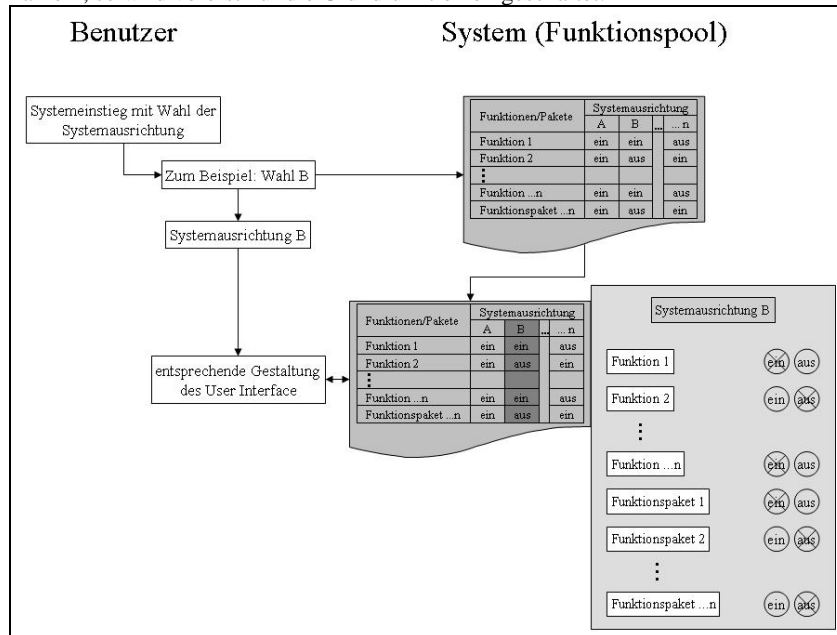
Den Ausgang stellt ein Funktionspool dar, in dem alle Funktionen, die generell zur Anwendung kommen können, abgelegt werden. Jede dieser Funktionen enthält als Metainformation einen binären Ein-/Ausschalter. Ergänzend wird in einer Tabelle festgehalten, bei welchen Systemausrichtungen welche Funktionen ansprechbar sind (siehe Abb. 4).

Beim Einstieg in das KIS wählt der Benutzer eine Systemausrichtung aus und legt somit fest, welche Spalte der Tabelle als Grundlage für die aktuelle Nutzung herangezogen wird (siehe Abb. 4). Daraufhin werden alle Funktionen mit dem entsprechenden Wert („ein“



bzw. „aus“) gekennzeichnet, die adäquaten Symbolleisten gebildet und in die Benutzeroberfläche eingebunden (siehe Abb. 3).

Die meisten Funktionen sind einzeln ansprechbar, hängen also nicht direkt von anderen ab. Besteht zwischen mehreren Funktionen ein Zusammenhang, der eine gemeinsame Implementierung bedingt, werden Funktionspakete gebildet, die nur als Einheit ein- oder ausgeschaltet werden können. Baut eine Funktion auf eine andere auf, so aktiviert die aufbauende Funktion automatisch die zu Grunde liegende Funktion. Tritt der umgekehrte Fall ein, so wird vorerst nur die Grundfunktion eingeschaltet.



**Abb. 4:** Freigabe von Funktionen für die gewählte Systemausrichtung.

Der zuvor beschriebene Aufbau unterstützt auf einfache Art und Weise die Erweiterung des Systems um neue Funktionen und Systemausrichtungen. Beim Hinzufügen von Funktionen wird festgelegt, in welchen Systemausrichtungen sie anzuwenden sind. Wird eine neue Systemausrichtung generiert, wird festgelegt, welche Funktionen freigegeben werden. Die Tabelle (siehe Abb. 4) wird entsprechend um eine Zeile oder Spalte erweitert. Würde man keine zusammenfassende Tabelle verwenden, sondern zu jeder Funktion direkt festhalten, in welchen Systemmodi sie freizugeben ist, würde das Hinzufügen eines neuen Systemmodus einen erheblich größeren Aufwand darstellen, da alle Funktionen überarbeitet werden müssten.

## 5 Fazit

Unterschiedliche Benutzer stellen unterschiedliche Ansprüche an ein System. Um den Bedürfnissen jedes einzelnen Benutzers gerecht zu werden, wurden mögliche Verwendungszwecke ermittelt und darauf aufbauend fünf Systemausrichtungen implementiert. Im Unterschied zu vielen Systemen, die sich jeweils nur auf eine Benutzergruppe spezialisieren, wurde hier die Anpassung *eines* Systems an unterschiedliche Benutzergruppen ermöglicht.

Die Systemausrichtungen unterscheiden sich dabei hauptsächlich durch ihren Interaktionsgrad, der über die Freigabe entsprechender Funktionen gesteuert wird. Im Falle der Verwendung als Nachschlagewerk oder Präsentationsvorlage werden nur wenige grundlegende Funktionen (wie Maßstabswechsel oder Suchfunktion) benötigt, während bei der Verwendung als Analyseinstrument alle sinnvollen Funktionen zu implementieren sind. Die Wahl der Systemausrichtung erfolgt direkt beim Einstieg, aber nicht alle Systemausrichtungen sind allgemein zugänglich.

Die Umsetzung aller Systemausrichtungen verlangt einen modularen Aufbau der Benutzeroberfläche einerseits und der Funktionen andererseits. Als positiver Nebeneffekt lässt sich das System dadurch auf einfache Weise sowohl um Systemausrichtungen als auch um Funktionen erweitern.

## 6 Literatur

- Brunner-Friedrich, B. (2004): InMuKIS – Konzept eines benutzergruppenangepassten interaktiven multimedialen Kartographischen Informationssystems für die Schule zur Präsentation raumbezogener Informationen. Dissertation, Institut für Geoinformation und Kartographie, Forschungsgruppe Kartographie, TU Wien.
- Duden (1996): Fremdwörterbuch. Dudenverlag, Mannheim-Wien-Zürich.
- Gartner, G., K. Kriz, Ch. Spanring & A. Pucher (2005): The Concept of "Restrictive Flexibility" in the "ÖROK Atlas Online". In: International Cartographic Association (Ed): Proceedings of the International Cartographic Conference 2005, La Coruna/Spain.
- Hake, G., D. Grünreich und L. Meng (2002): Kartographie. Walter de Gruyter Verlag.
- Kelnhofer F. (1996): Geographische und / oder Kartographische Informationssysteme. In: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96, 45. Deutscher Kartographentag. S. 9-26.
- Lechthaler, M. & A. Stadler (2006): "Cross Media" gerechte Kartographie in einem AIS. In: Schrenk, M.(Hrsg.): Geo-Multimedia 06. 11. Internationale Konferenz zu Stadtplanung und Regionalentwicklung in der Informationsgesellschaft, CORP 2006.
- Lutterbach, D. (1998): Auswirkungen moderner Visualisierungstechniken auf die kartographische Kommunikation in Planungsverfahren. In: Kartographische Nachrichten, Nr. 2, Kirschbaum Verlag – Bonn, S. 52-58.
- Ormeling, F. (1996): Functionality of Electronic School Atlases. In: Köbben, B., F. Ormeling & T. Trainor (Hrsg.): Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases. Prague. S. 33-39.
- Persson, D. (2004): Entwicklung einer Typologie von Interaktionsmöglichkeiten für die visuelle Exploration thematischer Bildschirmkarten anthropogener Sachverhalte. Diplomarbeit, Institut für Kartographie, Technische Universität Dresden.