

BRUNNER-FRIEDRICH, Beatrix und STADLER, Alexandra (beide Wien)*

Ansatz zur Formalisierung der Sachdatenumsetzung in einem interaktiven Atlas-Informationssystem

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

Summary

1	Einleitung.....	142
2	Formalisierung der Sachdatenumsetzung.....	143
3	Fazit.....	149
4	Literaturverzeichnis.....	149
5	Verzeichnis der Abbildungen.....	149

Zusammenfassung

Bei der Konzeption eines interaktiven thematischen Atlas-Informationssystem muss besonderes Augenmerk auf die Aufbereitung der thematischen Inhalte gelegt werden. Ziel ist es, die Sachdatenumsetzung von den Rohdaten bis zur kartographisch korrekten Darstellung automatisiert durchzuführen, um dadurch dem Benutzer ein maximales Maß an Freiheit in der Auswahl darzustellender Themen einzuräumen.

Unter Beachtung allgemein gültiger Regeln der thematischen Kartographie kann die Sachdatenumsetzung formalisiert und damit ein Grundstein für die Automatisierung gelegt werden. In Form von einzelnen Modulen werden die Daten analysiert, eine optimale Umsetzung gewählt, deren Lesbarkeit überprüft und die Daten schließlich verortet.

Summary

To develop an interactive thematic information system it is necessary to turn one's attention to the preparation of a thematic content. This paper illustrates an approach to implement thematic data automatically, where cartographic fundamentals are used as basic principles. All necessary steps are integrated in four "modules", where the data is analysed, the optimal visualisation method is chosen, the legibility is proven and the data is placed on a map.

1 Einleitung

Thematische Karten als Überbegriff für die Produkte der thematischen Kartographie basieren auf einer inhaltlich entsprechend reduzierten und überarbeiteten topographischen Grundlage und bringen spezielle, auf einen Anwendungszweck abgestimmte Themen zum Ausdruck (ARNBERGER 1993).

Die Geschichte thematischer Karten geht bis ins Altertum zurück. Doch erst im 18. Jh. begann man damit, bewusst thematische Inhalte darzustellen. Heute werden thematische Karten oft in Form von Atlas-Informationssystemen erzeugt (BOLLMANN & KOCH 2002). Bildschirmgerechte Darstellungen weisen zwar aufgrund der verhältnismäßig groben Auflösung dieses

Mediums (LECHTHALER & STADLER 2006) eine geringere Informationsdichte als traditionelle Papierkarten auf, dieses Manko kann aber durch den Einbau von Interaktionsmöglichkeiten behoben werden. Dadurch sind dem System effektiv keine Kapazitätsgrenzen bezüglich der Informationserschließung mehr gesetzt (BRUNNER-FRIEDRICH 2004).

Folgende Begriffe spielen im Hinblick auf die Formalisierung der Sachdatenumsetzung eine wesentliche Rolle (Definitionen teilweise in Anlehnung an BOLLMANN & KOCH 2002):

Der räumliche Bezug der Datenerfassung gibt die geometrische Ausprägung der Erfassungseinheit an. Werden beispielsweise punktuelle Messungen

* Dipl.-Ing. Dr. Beatrix BRUNNER-FRIEDRICH und Dipl.-Ing. Alexandra STADLER, beide Forschungsgruppe Kartographie, Institut für Geoinformation und Kartographie, Technische Universität Wien, A-1040 Wien, Erzherzog Johann Platz 1

bezüglich des durchschnittlichen Verkehrsaufkommens durchgeführt, ist der räumliche Bezug ein Punkt, während die Darstellung üblicherweise in Form einer Liniensignatur erfolgt.

Das **Skalenniveau** legt fest, welche informationellen Datentransformationen zulässig sind und durch welche graphischen Beziehungseigenschaften von Kartenzeichen diese Transformationen graphisch umgesetzt werden können. Die hierfür verwendeten **graphischen Variablen** Größe, Form, Farbe, (Farb-) Helligkeit und Richtung¹⁾ drücken die Analogie zwischen dem darzustellenden Kartenzeichen und dem tatsächlichen Sachverhalt aus. In Modul 2 „Wahl der kartographischen Umsetzung“ wird der Zusammenhang explizit angesprochen.

Die Modellierung des Karteninhalts unter Verwendung geeigneter Kartenzeichen und der methodisch-regelgesteuerten Variation nach graphischen Variablen resultiert in unterschiedlichen **kartographischen Darstellungsformen**. Entsprechend dem räumlichen Bezug der Datenerfassung lassen sich allgemein folgende Darstellungsformen unterscheiden: Punktbezogene, linienbezogene, flächenbezogene und oberflächenbezogene Darstellungsformen. Da hier nur diskret verteilte Daten betrachtet werden, sind oberflächenbezogene Darstellungsformen nicht von Interesse.

Im Fall metrisch skalierten Daten ist eine Entscheidung zwischen **Individual- und Gruppenwertumsetzung** zu treffen.

Zweitens bedingt eine entsprechende **Klassenbildung**, also die Zusammenfassung statistischer Einzelwerte (Sachdaten) zu Gruppen mit dem Ziel einer übersichtlichen, schnell und sicher lesbaren sowie sachgerecht räumlich differenzierten Darstellung. Die Klassengrenzen müssen dabei so gewählt werden, dass die charakteristische Verteilung der Daten erhalten bleibt. Der Übersichtlichkeit halber empfiehlt es sich, nicht mehr als sechs (Hake et al. 2002) bis zwölf (Arnberger 1993) Klassen zu bilden. Folgende Klassenbildungsverfahren sind üblich:

- Klassenbildung nach inhaltlich-sachlichen, erfahrungsgeprägten Gesichtspunkten (Sinngruppen) oder nach gesetzlich vorgeschriebenen Richtwerten
- Klassenbildung nach der Häufigkeitsverteilung
- Klassenbildung nach mathematischen Regeln (arithmetische oder geometrische Reihe, statistische Verfahren)

Wichtig zu erwähnen ist noch, dass sich die folgenden Ausführungen speziell auf die Darstellung monothe-matischer Karten beziehen.

¹⁾ Die graphische Variable Muster wird hier nicht angesprochen, da sie sich für eine Darstellung am Bildschirm wenig eignet.

2 Formalisierung der Sachdaten-umsetzung

Ziel ist es, die Datenumsetzung von den Rohdaten bis zu einer kartographisch korrekten, also perzeptiv diskriminierbaren Darstellung automatisch durchzuführen. Um die Bearbeitung übersichtlicher zu gestalten, wurde die Sachdatenumsetzung in einzelne Schritte (hier Module genannt) unterteilt (vgl. Abb. 1).

Die einzelnen Module bauen jeweils auf die vorangegangenen auf und werden je nach Ergebnis des zugrundeliegenden Moduls durchlaufen. Einzig das Modul 3 „perzeptive Prüfung“ kann sich auch auf das zuvor liegende Modul 2 auswirken: es kann aufgrund der perzeptiven Prüfung eine Veränderung des Umsetzungsverfahrens oder der graphischen Variablen notwendig sein. Für alle einzelnen Schritte werden zunächst Defaultwerte festgelegt, die ebenfalls aufbauend voneinander abhängig sind, das heißt, es werden zum Beispiel die Defaultwerte des Moduls 2 im Zusammenhang mit den Ergebnissen des Moduls 1 festgelegt.

Zusätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, diese Angaben durch Benutzerinteraktionen zu verändern. Der Benutzer kann dabei aus einer vordefinierten Liste mit Alternativvorschlägen, die ebenfalls auf andere Ergebnisse abgestimmt sind, auswählen.

2.1 Modul 1: Daten- und Metadatenanalyse

Im ersten Modul werden die Daten auf grundlegende Eigenschaften geprüft. Dabei werden einerseits ausgewählte statistische Kenngrößen bestimmt und andererseits die vorhandenen Metadaten untersucht (vgl. Abb. 2).

Bei den **statistischen Kenngrößen** werden Lage- und Streuungsparameter unterschieden. Folgende Parameter sind für die automatisierte Sachdatenumsetzung von Bedeutung und werden daher bestimmt: Minimum, Maximum, Mittelwert, Median (Lageparameter). Diese Erfassung ist einerseits notwendig, um die Daten mit einem geeigneten Signaturmaßstab (vgl. Modul 4) umsetzen zu können, andererseits können diese Werte dem Benutzer bei einer interaktiven Abfragefunktion zur Verfügung gestellt werden.

Metadaten sind beschreibende Informationen zu den Sachdaten und stellen eine Voraussetzung für deren kartographisch korrekte Visualisierung dar. Folgende Metadaten werden in den Automatisierungsvorgang eingebunden und müssen daher vorhanden sein:

- Skalenniveau (nominal, ordinal oder metrisch)
- Wertetyp (absolut oder relativ)
- räumlicher Bezug der Datenerfassung (Punkt, Linie oder Fläche)

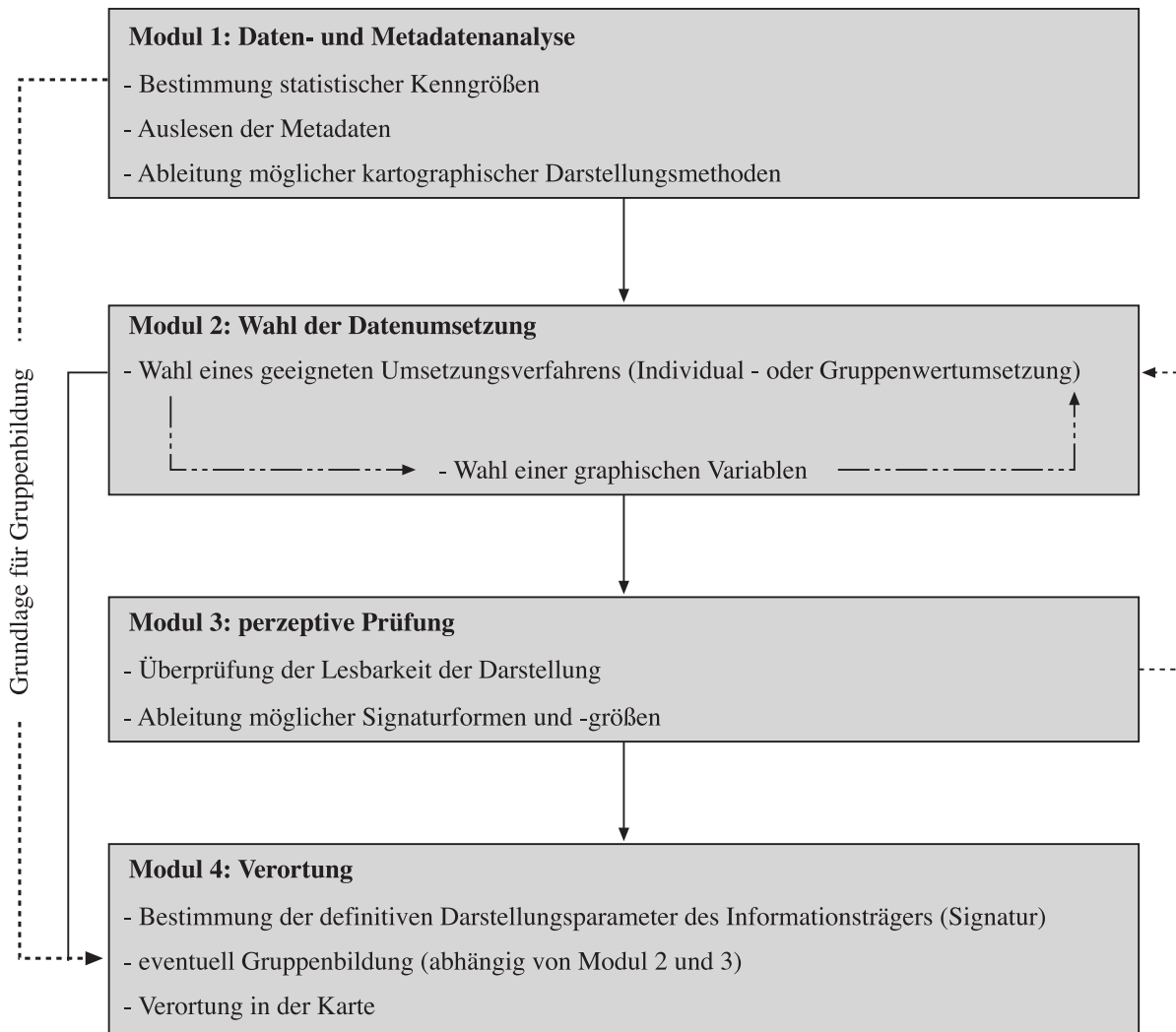


Abb. 1: Einteilung der Sachdatenumsetzung in vier Module

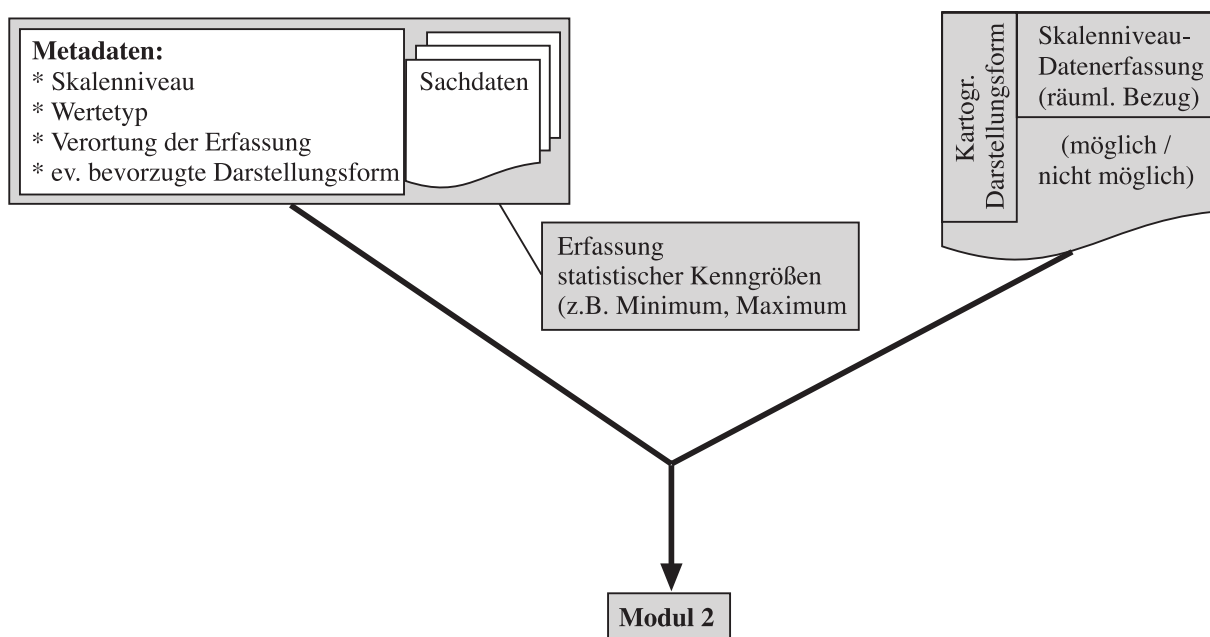


Abb. 2: Modul 1 – Daten- und Metadatenanalyse

Tab. 1: Zusammenhang zwischen kartographischer Darstellungsform und räumlichem Bezug der Datenerfassung in Abhängigkeit vom Skalenniveau (nach KELNHOFER 1971)

kartogr. Darstellungsform		Skalenniveau und räumlicher Bezug der Datenerfassung																								
				nominal			ordinal			metrisch (Absolut)			metrisch (Relativ)													
				Punkt	Linie	Fläche	Punkt	Linie	Fläche	Punkt	Linie	Fläche	Punkt	Linie	Fläche											
kartogr. Darstellungsform	Pkt.-signatur	a	x			4.	(x)	a	x			4.	(x)	a	x			a	x							
	Linien-signatur	Linien-signatur	a	x	1.	x	2.	(x)	a	x	1.	x	2.	(x)	a	x	2.	x			2.	a	x			
		Band-signatur	a	x	2.	x	3.	(x)	a	x	2.	x	3.	(x)	a	x	1.	x	2.	(x)	a	x	1.	x	2.	a
	Flächen-signatur	Vollfläche	a	x			1.	x	a	x			1.	x	a	x					a	(x)			1.	x
		Signaturen-kartogramm																		1.	x					

a = aussageabhängig (muss in den Metadaten angegeben werden)

In manchen Fällen ist es auch notwendig, die bevorzugte Darstellungsform (vgl. Tab. 1) anzugeben (z.B. Darstellung punktuell erfasster Daten als Liniensignatur).

In Abhängigkeit vom räumlichen Bezug der erfassten Sachdaten können die möglichen kartographischen Darstellungsformen abgeleitet werden. Tabelle 1 zeigt den genauen Zusammenhang. Die enthaltene Reihung (1.–4.) drückt die Eignung der jeweiligen Darstellungsform aus. Die erstgereichte Darstellungsform ist also standardmäßig anzuwenden (als Defaultwert), doch hat der Benutzer die Möglichkeit, alternativ eine der anderen vorgeschlagenen Darstellungsformen auszuwählen.

Folgende Beispiele sollen die Interpretation der Tabelle demonstrieren:

- Qualitative, positionsbezogene Aussagen werden mittels Punktsignaturen dargestellt.
- Qualitative, flächenbezogene Aussagen werden mittels umrandeter Linien (Grenzlinien, Grenzzonen) oder als Fläche dargestellt.
- Quantitative, positionsbezogene, absolute Aussagen werden mittels Punkt- (Positionsdiagramme), Linien- (Isolinien) oder Flächensignaturen (Wertstufen von Isolinien) dargestellt.

Das Ergebnis dieses ersten Moduls ist eine Zuordnung aller möglichen kartographischen Darstellungsformen zu den einzelnen Daten.

2.2 Modul 2: Wahl der Datenumsetzung

Im zweiten Modul erfolgt die Wahl der Datenumsetzung. Sie umfasst die Ermittlung möglicher graphischer Variablen sowie – im Fall metrischer Daten – die Entscheidung zwischen Individual- und Gruppenwertumsetzung (vgl. Abb. 3).

Zur Ermittlung der möglichen graphischen Variablen wird die in Modul 1 bestimmte kartographische Darstellungsform (vgl. Tab. 1) mit dem Skalenniveau und Wertetyp (absolut, relativ) in Verbindung gesetzt (KRYGIER & WOODS 2005, MAC EACHREN 1995). Dies geschieht anhand von Tabelle 2. Die Reihenfolge der Aufzählung drückt auch hier wieder die Eignung aus. Der erste Wert ist also als Defaultwert anzusetzen, alle weiteren aufgeführten Werte können vom Benutzer alternativ gewählt werden, wobei der Wert in Klammern nur mit Vorbehalt zu verwenden ist.

Für die graphische Variable „Größe“ gilt, dass eine gewisse Mindestgröße nicht unterschritten werden darf. Diese richtet sich genau genommen nach der zu verwendenden Signatur, kann aber allgemein gültig mit 4x4 Pixel (LECHTHALER & STADLER 2006) angenommen werden (vgl. Tab. 2).

Allgemein kann folgender Zusammenhang zwischen Skalenniveau und graphischen Variablen gesehen werden: Zur Darstellung ordinal und metrisch skalierten Daten werden graphische Variablen verwendet, welche als „stetig zunehmend“ oder „stetig abnehmend“ einzustufen sind, nominal skalierte Daten werden mittels sich „stetig verändernder“ oder nicht eindeutig einstuftbarer Variablen dargestellt (BOLLMANN & KOCH 2002).

Im Detail ergibt sich folgende Zuordnung:

- nominal skalierte Daten → Form, Richtung, Farbe (mit konstanter Helligkeit)
- ordinal skalierte Daten → (Farb-)Helligkeit, Größe (in abgestufter Form), Richtung
- metrisch skalierte Daten

- Absolutwerte → Größe
- Relativwerte → Größe, (Farb-) Helligkeit (obwohl diese Variable nur bei Flächenrelativen wirklich korrekt ist, kann sie dennoch auch für Sachrelative herangezogen werden (HAKE et al. 2002))

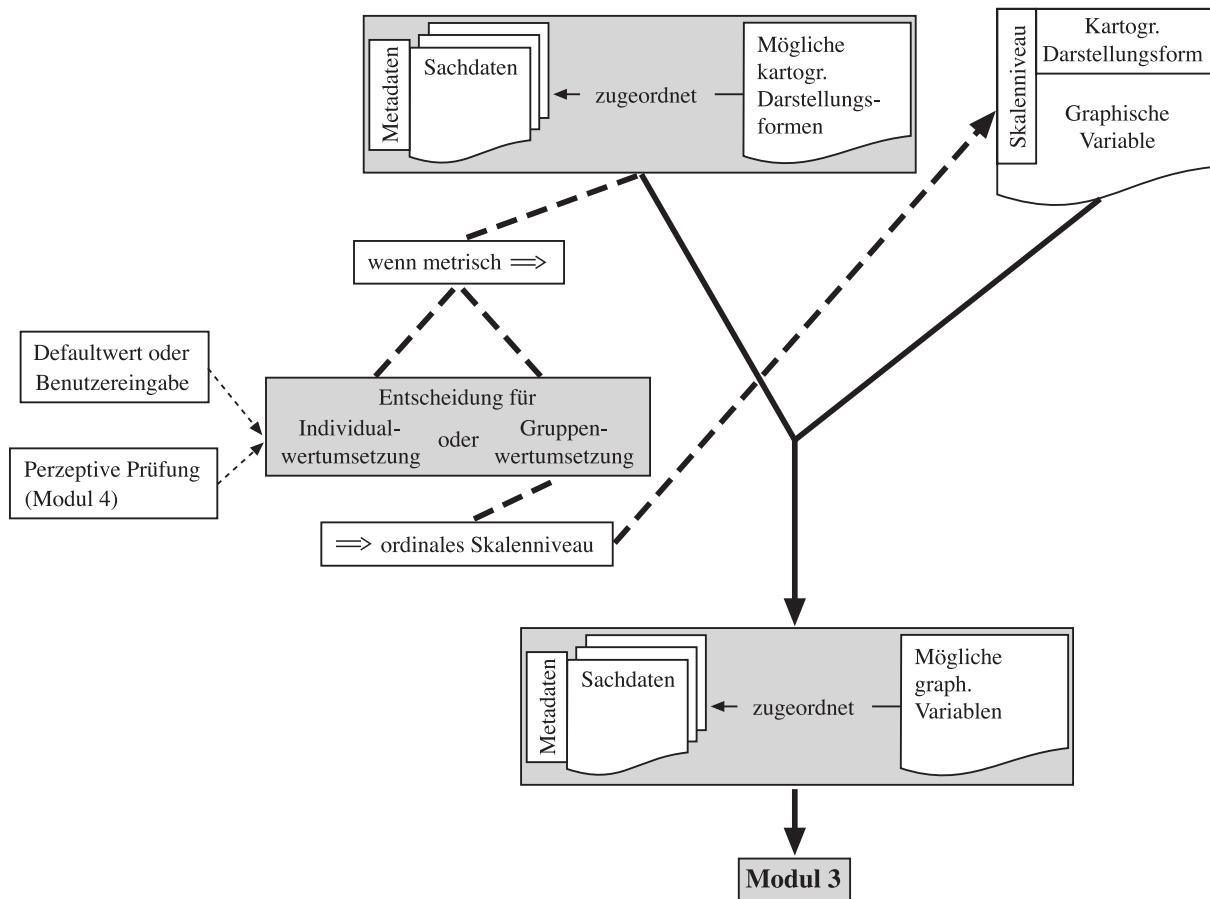


Abb. 3: Modul 2 – Wahl der Datenumsetzung

Tab. 2: Mögliche graphische Variablen in Abhängigkeit von Skalenniveau und kartographischer Darstellungsform

	Punktsignatur	Liniensignatur	Vollfläche	Signaturenkartogramm
nominal	Form, Farbe, Richtung	Farbe, Form	Farbe	-
ordinal	Größe, Helligkeit, Richtung	Größe, Richtung	Helligkeit	-
metrisch / absolut	Größe	Größe	..2)	Größe
metrisch / flächenrelativ	Größe, Helligkeit	Größe, Helligkeit	Helligkeit	Größe, Helligkeit
metrisch / sachrelativ	Größe, Helligkeit	Größe, Helligkeit	(Helligkeit)	Größe, Helligkeit

Für metrisch skalierte Werte ist des Weiteren die Entscheidung zu treffen, ob eine Individualwert- oder eine Gruppenwertumsetzung durchgeführt werden soll. Der Nachteil der Individualwertumsetzung liegt in ihrer eingeschränkten Anwendbarkeit:

- Die Variable „Farbe“ kann für eine Individualwertumsetzung nur dann Anwendung finden, wenn die Anzahl der unterschiedlichen Werte nicht größer als 6-8 (einfarbige Darstellung) bzw. 10-12 (mehrfarbige

Darstellung) (Hake et al. 2002) ist, da sonst die perzeptive Unterscheidbarkeit für die einzelnen Werte nicht mehr gegeben ist.

- Im Normalfall kommt für die Individualwertumsetzung nur die Variable Größe in Frage. Die Lesbarkeit der Darstellung ist dann abhängig vom Abstand der Bezugspunkte, an denen die Signaturen verortet werden. Dieses Problem wird in Modul 3 „Perzeptive Prüfung“ behandelt.

2) Bei flächenbezogenen metrisch skalierten Absolutwerten können nur Signaturenkartogramme (äußerlich lokalen Signaturen ähnlich), aber keine Flächenkartogramme (Vollflächen) verwendet werden (Witt 1970), da durch die Einfärbung der gesamten Fläche ein falscher Eindruck entstehen und so die Aussage verfälscht würde. Im Unterschied zu lokalen Signaturen sind bei Signaturendiagrammen die Signaturen kleiner als die Bezugsfläche. Da der Wert innerhalb der Fläche nicht exakt festzusetzen ist, kann die Signatur demnach innerhalb der Fläche verschoben werden (Hake et al. 2002).

Obige zwei Punkte zeigen, dass von der Individualwertumsetzung als Defaultwert für das Umsetzungsverfahren abzuraten ist. Es ist vielmehr eine Gruppenwertumsetzung zu empfehlen. Voraussetzung ist allerdings die Festlegung der Parameter der Gruppenbildung (in Modul 4). Es sind dies die Klassenanzahl und das für die Gruppierung zu verwendende Verfahren. Als Defaultwerte können beispielsweise sieben Klassen und die Mathematische Progression angesetzt werden. Hier sollte aber von Anwendung zu Anwendung eine individuelle Festlegung erfolgen.

Nach einer Gruppenbildung sind metrisch skalierte Daten wie ordinal skalierte Daten zu behandeln, da sich durch die Gruppierung gleichsam eine „größers“-Reihe ergibt. Folglich sind dieselben graphischen Variablen wie für ordinal skalierte Daten zu verwenden.

2.3 Modul 3: Perzeptive Prüfung

Das dritte Modul umfasst die perzeptive Prüfung und stellt damit die schwierigste Aufgabe für eine Automatisierung des Prozesses dar. Ziel ist es, festzustellen, ob eine Karte lesbar ist oder ob aufgrund zu vieler Überdeckungen die perzeptive Unterscheidbarkeit der einzelnen Signaturen und in weiterer Folge eine Dekodierung der übertragenen Information nicht mehr garantiert werden kann.

Die im Folgenden beschriebene Methode zeigt beispielhaft die Anwendung einer automatisierten Überprüfung für punkthafte Signaturen. Abbildung 4 orientiert sich an dieser exemplarischen Ausführung.

Eine perzeptive Prüfung ist dann notwendig, wenn die Signaturen nicht mosaikförmig angeordnet sind, sondern sich gegenseitig überdecken können. Für den Fall punkthafter Signaturen (Punktsignaturen und Signaturenkartogramme) kann die perzeptive Prüfung wie folgt durchgeführt werden:

Ausgangspunkt sind die Koordinaten der Bezugspunkte (z.B. Gemeindezentroide), an denen die Signaturen platziert werden sollen. Rund um diese Punkte werden zunächst geometrische Elemente (z.B. Rechtecke oder Kreise) berechnet und mit einer Merge-Funktion miteinander verschnitten. Als Ergebnis erhält man den prozentuellen Anteil sich überschneidender Elemente.

Bei der Verwendung von gleich großen Elementen und nur einem Prüfungsdurchgang können unabhängig von der Signaturgröße generell nur zu geringe Abstände herausgefiltert werden. Diese Methode ist einfach realisierbar und gut geeignet für einen ersten groben Test. Werden auch die Größen der gemergten Flächen berücksichtigt, ist darüber hinaus ablesbar, ob sich Problemfälle räumlich häufen, da die gemergten Flächen größer sind, wenn sich mehrere benachbarte Elemente überlappen.

Werden mehrere Testdurchgänge mit unterschiedlichen Elementgrößen durchgeführt (Vergrößerung der Elemente bei jedem Durchgang), so kann die Anzahl der Durchgänge, die durchlaufen werden bis eine unlesbare Darstellung erhalten wird, eine grobe Auskunft darüber geben, wie viele Klassen bei einer Gruppenbildung möglich sind.

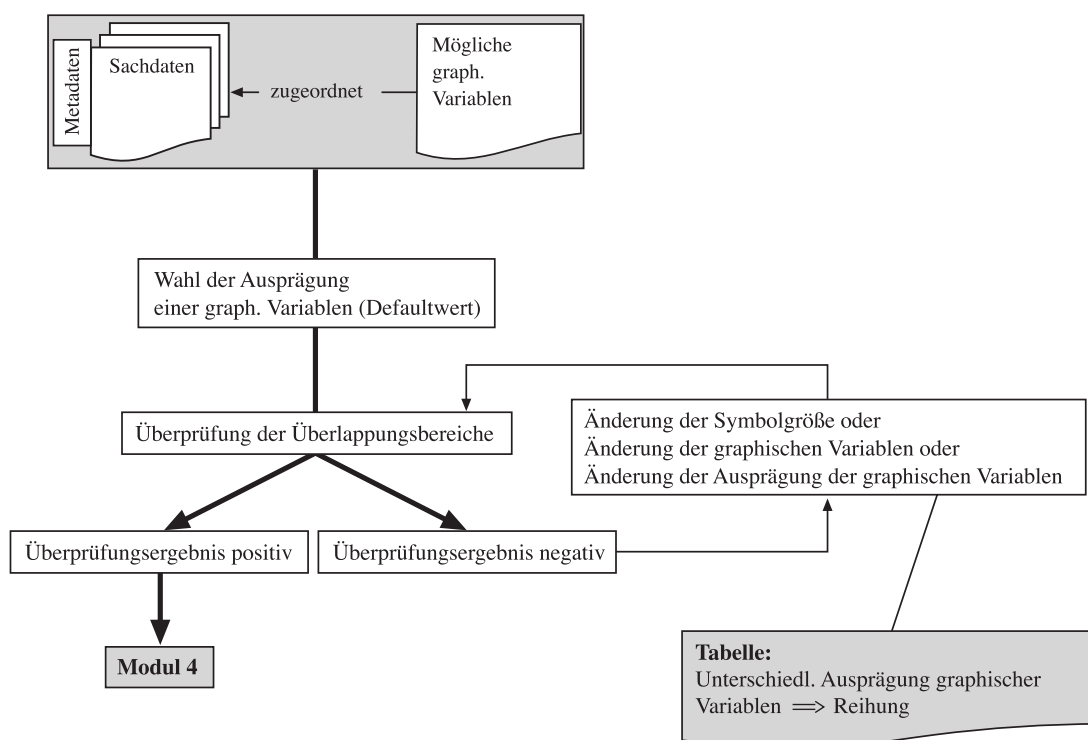


Abb. 4: Modul 3 – Perzeptive Prüfung

Für eine genauere Überprüfung lässt sich diese Methode noch verfeinern: Dabei werden unterschiedlich große Elemente herangezogen und auf diese Weise die den Daten entsprechende Signaturgröße berücksichtigt. Dafür müssen für jede Verortungsbasis die umzusetzenden Daten bekannt sein und in Klassen eingeteilt werden. Die Größe der Elemente ergibt sich dann einerseits aus der Klasseneinteilung und andererseits aus der Nummer des Testdurchgangs.

Danach wird die Überschneidung der Elemente und die Anzahl der Verortungspunkte innerhalb einer gemergten Fläche ermittelt und daraus die durchschnittliche Überdeckung der Signaturen in diesem Bereich berechnet (als Verhältnis von Idealfläche zu tatsächlicher Fläche unter Berücksichtigung der Anzahl der Punkte).

Es sollte berücksichtigt werden, welche Signaturen welcher Klassen sich überlappen, da dadurch unterschiedliche Überdeckungsgrade zugelassen werden können. Voraussetzung bei der Darstellung ist immer, dass die kleinere Signatur über der größeren liegt. Überdeckt eine Signatur der von der Darstellung her kleinsten Klasse eine der größten dargestellten Signaturen, so ist eine größere Überlappung zulässig als bei zwei ähnlich großen Signaturen (HAKKE et al. 2002).

2.4 Modul 4: Verortung

Ziel und Ergebnis des vierten Moduls ist die tatsächliche Verortung der Sachdaten. Dafür müssen der in

Modul 2 gewählten graphischen Variablen je nach kartographischer Darstellungsform passende Ausprägungen zugeordnet und bei Gruppenwertumsetzungen Klassen gebildet werden.

Der Zuordnung der Ausprägung der graphischen Variablen liegt eine entsprechende Tabelle zugrunde, die den unterschiedlichen kartographischen Darstellungsformen mögliche Ausprägungen der graphischen Variablen gegenüberstellt. Wie schon bei den anderen Tabellen, ist auch hier die Eignung bezüglich einer Visualisierung am Bildschirm in Form einer Reihung enthalten. Aus Platzgründen wird die Tabelle hier nicht dargestellt, die darin enthaltenen Aussagen sind jedoch nachfolgend aufgeführt:

Die Variable **Farbe** kann nicht generell festgelegt werden, sondern ist themenspezifisch zu definieren, wobei dieselbe Farbe auch mit unterschiedlichen Bedeutungen belegt werden kann (z.B. „blau“ für Männer, aber auch für niedrige Temperaturen). Das bedeutet, dass vor der automatischen Sachdatenumsetzung eine entsprechende Tabelle zu erstellen ist, bei der neben Defaultwerten auch weitere mögliche Farben festgelegt werden sollten, um dem Benutzer eine sinnvolle Auswahl zu ermöglichen. Es ist dabei sowohl auf eine naturnahe Farbwahl als auch auf eine Auswahl der Farben nach Empfindungswerten zu achten (ARNBERGER 1993). In allen Fällen muss aber die Differenzierbarkeit der Farben und eine harmonische Farbwahl gegeben sein. Gleiches gilt auch für die Variable **(Farb-) Helligkeit**.

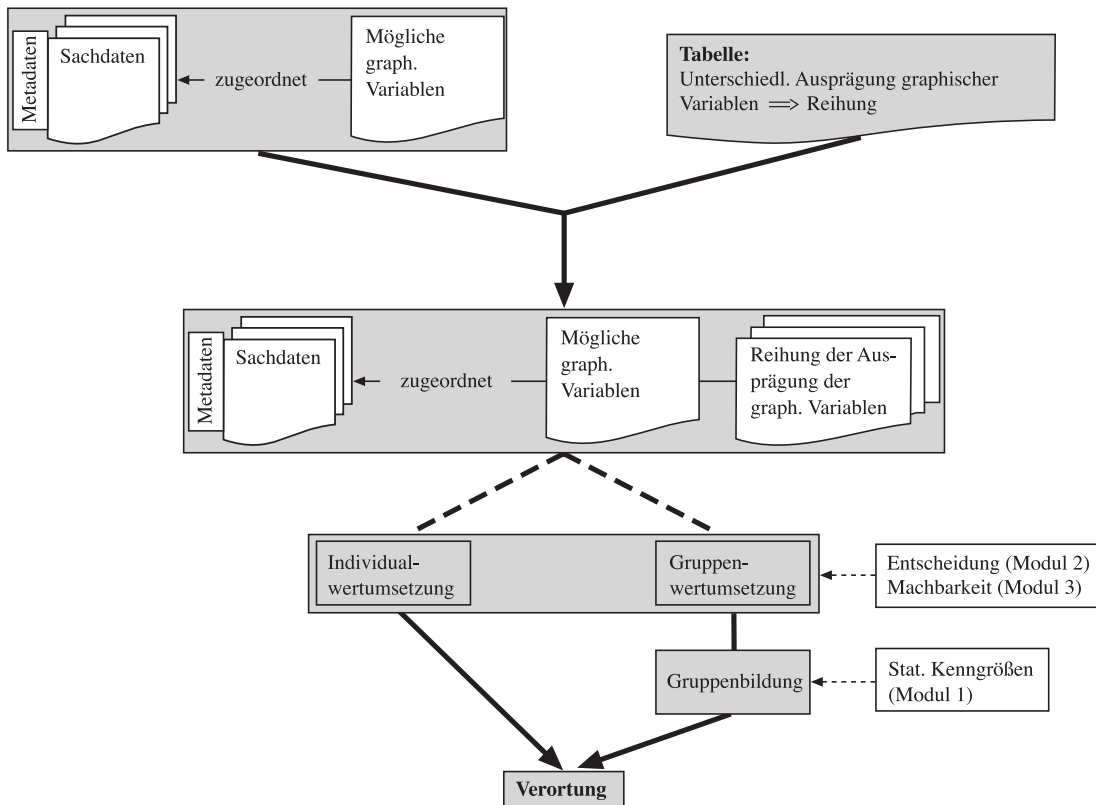


Abb. 5: Modul 4 – Verortung

Im Fall nominal skalierten Daten werden demnach jedem Wert entsprechende Farben zugeordnet. Für ordinal und metrisch skalierte Daten dienen themenspezifisch erstellte Farbskalen als Grundlage für die Visualisierung.

Bei den Variablen **Form** und **Richtung** ist für Bildschirmvisualisierungen vor allem zu berücksichtigen, dass einfache, der Pixelstruktur folgende Ausprägungen herangezogen werden sollen, um Treppeneffekte zu vermeiden. Das bedeutet, dass viereckige Formen runden vorzuziehen sind und dass bei der Variablen **Richtung** idealerweise horizontale und vertikale Signaturen verwendet werden.

Bei der Variablen **Größe** ist die Mindestgröße von 4x4 Pixel zu beachten. Alle weiteren Größen werden aufgrund eines Signaturenmaßstabes berechnet.

Bevor die Daten endgültig visualisiert werden können, muss das in Modul 2 gewählte Umsetzungsverfahren angewendet werden. Abhängig vom Defaultwert bzw. der Benutzereingabe und des Ergebnisses der perceptiven Prüfung (Modul 3) werden die Daten in Form einer Individual- oder einer Gruppenwertumsetzung wiedergegeben. Bei Gruppenwertumsetzungen sind mittels eines geeigneten Gruppierungsverfahrens Klassen zu bilden, wobei die statistischen Kenngrößen (aus Modul 1) eine wesentliche Grundlage darstellen. Die so entstandenen Gruppen sind die Ausgangsbasis für die zu definierenden Signaturenmaßstäbe (Größe bzw. Farbskalen (Farbe)).

Der hier aufgezeigte Ablauf gilt zunächst nur für einschichtige Aussagen. Für die Erstellung von mehrschichtigen Karten, die auch polyvariable Aussagen enthalten, müssen weitere Überlegungen angestellt werden. Es muss dabei in Modul 4 mittels einer Kreuztabelle festgelegt werden, mit welchen graphischen Variablen welche Aussagen zu kombinieren sind (z.B. Kombination von Absolut- und Relativwerten mittels eines kombinierten Symbols: Absolutwert – Variable Größe, Relativwert – Variable Farbe).

Durch das Hinzufügen dieser Definitionen und Einschränkungen kann eine automatisch durchführbare Sachdatenvisualisierung auch für polyvariable Darstellungen herangezogen werden.

3 Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass eine automatische Durchführung der Sachdatenvisualisierung unter bestimmten Randbedingungen, die hier diskutiert wurden, möglich ist.

Die Basis für die Realisierung bilden generelle kartographische Grundlagen: Die wichtigste Grundlage dabei ist, dass eine Karte korrekt und lesbar sein muss,

ohne auf die technischen Restriktionen des Mediums Bildschirm zu vergessen. Dieser Grundsatz bedingt alle weiteren Regeln, von denen einige in die zuvor beschriebenen Module einfließen.

Die Automatisierung selbst erfolgt in vier Schritten (hier Module genannt), wobei vor allem Metadaten und Tabellen, die eine „Wenn-Dann-Schlussfolgerung“ zulassen, von Bedeutung sind. Nur eine eindeutig gekennzeichnete Linie lässt eine automatische Durchführung einer Sachdatenvisualisierung zu, wobei auch Rückläufe, die Änderungen bedingen, vorkommen dürfen (z.B. kann Modul 3 „perzeptive Prüfung“ eine Veränderung im Modul 2 „Wahl der Datenumsetzung“ hervorrufen).

4 Literaturverzeichnis

- ARNBERGER E. (1993), Thematische Kartographie. Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig.
- BRUNNER-FRIEDRICH B. (2004), InMUKIS – Konzept eines benutzergruppenangepassten interaktiven multimedialen Kartographischen Informationssystems für die Schule zur Präsentation raumbezogener Informationen. Diss., Inst. f. Geoinformation u. Kartogr., Forschungsgruppe Kartogr., TU Wien.
- BOLLMANN J., KOCH W.G (2002), Lexikon der Kartographie und Geomatik. Spektrum Verlag, Heidelberg.
- HAKE G., GRÜNREICH D., MENG L. (2002), Kartographie. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York.
- KELNHOFER F. (1971), Beiträge zur Systematik und allgemeinen Strukturlehre der thematischen Kartographie. Bd. 1 u. 2. ÖAdW, Wien.
- KYGIER J., WOODS D. (2005), making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS. The Guilford Press, New York, London.
- LECHTHALER M., STADLER A. (2006), Kartographische Gestaltung einer bildschirmgerechten Visualisierung von Geobasisdaten. In: Kriz K., Cartwright W., Pucher A., Kinberger M. (Hrsg), Kartographie als Kommunikationsmedium – Cartography as a Communication Medium (= Wiener Schriften z. Geogr. u. Kartogr., 17), S. 248-255.
- MACEachREN (1995), How Maps Work. The Guilford Press, New York, London.
- WITT W. (1970), Thematische Kartographie. Gebrüder Jänecke Verlag, Hannover.

5 Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Einteilung der Sachdatenumsetzung in vier Module

Abb. 2: Modul 1 – Daten- und Metadatenanalyse

Abb. 3: Modul 2 – Wahl der Datenumsetzung

Abb. 4: Modul 3 – Perzeptive Prüfung

Abb. 5: Modul 4 – Verortung