

Interaktives Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung statistischer Daten – Entwicklung, Methodik und erste Erfahrungen

Marco L. Zehner und Ralf Bill

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag stellt zunächst kurz das BMBF-Projekt »Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten« vor und geht dann auf das darin integrierte spezielle Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung amtlicher statistischer Daten ein.

Summary

The following article introduces the research project »Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten«, a learning program dealing with statistical methods. One specific learning module is dedicated to the spatial visualization of statistical data.

1 Einführung

1.1 Das Projekt »Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten«

Im multidisziplinären Projekt »Norddeutscher Methodenlehrebaukasten« des Verbundes norddeutscher Universitäten wurde im Rahmen des Fördervorhabens »Neue Medien in der Bildung« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ein Lernmodul für die raumbezogene Visualisierung statistischer Daten entworfen, umgesetzt und in der Lehre eingesetzt, über das in diesem Beitrag berichtet werden soll. Partner in diesem Projekt sind die:

- Universität Bremen mit den Disziplinen Mathematik und Informatik, Soziologie und Psychologie,
- Universität Hamburg mit den Disziplinen Hochschuldidaktik (Konsortialführung Prof. Schulmeister), Medizin, Psychologie und Informatik,
- Universität Greifswald mit der Disziplin Psychologie sowie die
- Universität Rostock mit den Disziplinen Informatik, Medizin, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Landeskultur und Umweltschutz.

In letztgenanntem Fachbereich ist das Institut für Geodäsie und Geoinformatik angesiedelt, welches sich im Forschungsprojekt mit der raumbezogenen Visualisierung statistischer Daten beschäftigt.

Der Methodenlehre-Baukasten (MLBK) ist ein modulares Lehr-Lernprogramm für den Themenbereich »Methodenlehre und Statistik«. Von seinem Anforderungsprofil und seinen Beispielen, Übungen und Texten her zielt der MLBK auf Studierende der Psychologie, der Soziologie,

der Medizin, der Erziehungswissenschaft und der Wirtschaftswissenschaft. Gleichzeitig bietet der Methodenlehre-Baukasten Lehrenden Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen in verschiedenen Lehr-Lern-Settings, sowohl in der Präsenzlehre als auch in der virtuellen Lehre. Der Methodenlehre-Baukasten bietet Methoden und Modelle zum Lernen der Methodenlehre an, diese schließt die Statistik ein. Der modulare Aufbau ermöglicht es Lehrenden und Lernenden, Inhalte, Beispiele und Übungen jederzeit in Umfang und Fachbezug zu variieren. Dabei steht ein durchgängiger Anwendungsbezug für die wissenschaftlichen Inhalte im Vordergrund, der die Studierenden motivieren soll, einen Sinnbezug der Methodenlehre für sich zu konstituieren. Auf dem Konzept des Entdeckenden Lernens basierend, bietet das Lernprogramm den Studierenden die Möglichkeit, anhand realer Forschungsdaten und fachspezifischer Zugänge zu aktuellen wissenschaftlichen Fragestellungen, ihr Verständnis der Statistik und Methodenlehre ausgehend von ihren naiven Konzepten in kleinen kognitiven Schritten hin zu einem wissenschaftlichen Verständnis zu erweitern. Der Methodenlehre-Baukasten ist ein interaktives Lehrprogramm für Methodenlehre und Statistik, das versucht, mit Hilfe didaktischer Interventionen dem Phänomen »Statistikangst«, das speziell unter Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften identifiziert wurde, entgegenzuwirken.

Im Kern des Softwaresystems stehen interaktive Übungen zum Selbstlernen, die gezielt dafür entwickelt werden, die kognitiven und effektiven Probleme der Studierenden beim Lernen der Methodenlehre und Statistik anzusprechen und abzubauen. Daneben existiert ein Buch als Begleittext sowie ein Glossar zum Nachschlagen von Begriffen.

Der Methodenlehre-Baukasten ermöglicht einen computergestützten Lernprozess, bei dem die Studierenden die Geschwindigkeit des Lernfortschrittes selbst bestimmen und den Ort für das Lernen selbst wählen können. Das Projekt MLBK ist ein wichtiger Beitrag zur Reform von Studium und Lehre insofern, als

- die Methodenlehre, inklusive der Statistik, ein Lehrgegenstand in vielen Fächern ist,
- die Module des Programms in gewissen Studiengängen den Stoff der Pflichtveranstaltungen im Umfang von mehreren Semestern abdecken,
- der Gegenstandsbereich modular konstruierbar und dabei sowohl nach Fachspezifika als auch nach Komplexitätsgrad differenzierbar ist,

- es sich durch seine Konstruktionsweise für spätere internationale Lokalisierungen anbietet und als weiter ausbaufähig erweist und
- an dem Projekt Vertreter mehrerer Fächer und mehrerer Hochschulen beteiligt sind.

Die Modularisierung ermöglicht einen mehrsprachigen Einsatz des Systems in vielfältigen Kontexten unterschiedlicher Fächer. Zugleich wird es auf diese Weise ausbaubar für die zukünftigen Belange weiterer Fächer und kann so mit den ständig wachsenden Anforderungen in den verschiedenen Disziplinen mithalten.

1.2 Übersicht zu den Inhalten

Der Baukasten besteht aus mehreren »Bausteinen«, die thematisch einen Großteil der Methodenlehre im Grundstudium der beteiligten Studiengänge abdecken. Zu ihnen gehören als Bestandteile das Modul »Von der Realität zu den Daten«, die »Datenerhebungsverfahren«, die »Deskriptive Statistik« sowie die »Inferenzstatistik«. In einem weiteren Modul »Spezielle Methoden«, in dem sich auch der hier beschriebene Teil befindet, werden Verfahren dargestellt, die entweder fachspezifisch sind oder in keinem der anderen Module einzuordnen sind. Das »Empirisches Praktikum« ist ein Bereich, in dem die Studierenden das zuvor Erlernte in Form von Planung und Durchführung eigener Untersuchungen anwenden können (vgl. Abb. 1).

Innerhalb dieser Module gibt es wiederum mehrere Schichten in Form von Texten, Medien, Übungen und Beispielen, wobei in jeder dieser Schichten die fachspezifischen Inhalte variieren können. Daraus ergibt sich die in Abb. 2 dargestellte interne Struktur der Module.

Im Zentrum des Methodenlehre-Baukastens stehen interaktive Übungen zum Selbstlernen nach dem Konzept des Entdeckenden Lernens, die auf einer kognitiven Analyse der Lernprozesse Studierender beruhen und geeignet sind, Lernschwierigkeiten auf diesem Gebiet abzubauen. Übungen werden mit Hypertext-Lehrbüchern und Hypertext-Glossaren verknüpft. Eine zentrale Navigation erlaubt den Zugang zu den Inhalten über eine beliebige Komponente des Systems. Die Nutzer werden durch ein »Monitoring« unterstützt, das sie bei Bedarf über absolvierte Inhalte in Kenntnis setzt bzw. einen Wiedereinstieg in das Lernprogramm an der Stelle ermöglicht, an der die letzte »Sitzung« beendet wurde.

2 Methodik Entdeckendes Lernen

Im folgenden Kapitel wird das didaktische Konzept vorgestellt, wobei wir uns weitestgehend an der aus dem Projekt MLBK entstandenen Publikation von Guecker et al. 2003 orientieren. Das didaktische Konzept des Methodenlehre-Baukastens orientiert sich am Konzept des Entdeckenden Lernens und unterscheidet sich damit bewusst von herkömmlichen zumeist linearen Lehrbüchern und Lehr-Lernprogrammen. Diese beruhen auf der Annahme, dass so gelernt wird, wie auch gelehrt wird: sie vermitteln den Stoff in genau vorgegebenen Schritten, die von den Lernenden nachvollzogen werden.

Der grundsätzliche didaktische Aufbau der Lektionen des MLBK orientiert sich dagegen an kognitionspsychologischen Erkenntnissen, die bei den naiven Konzepten der Studierenden ansetzen, um in kleinen kognitiven Schritten den Weg zum wissenschaftlichen Verständnis zu begleiten, wobei dem Konzept des »Entdeckenden Ler-

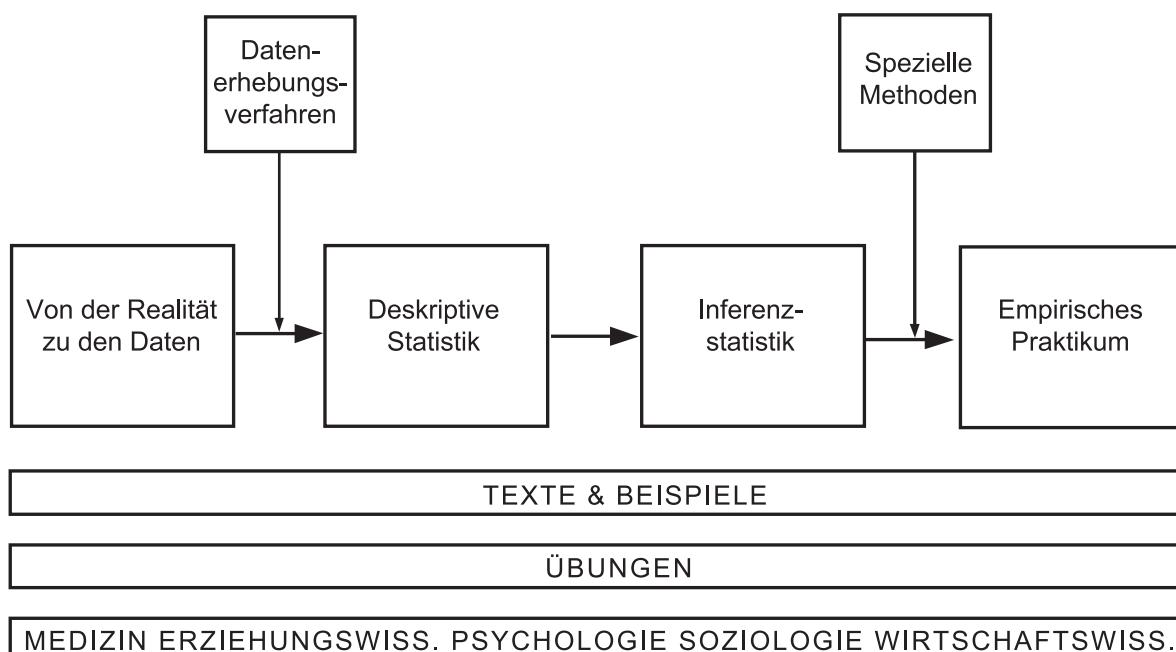


Abb. 1: Grobe Struktur des MLBK

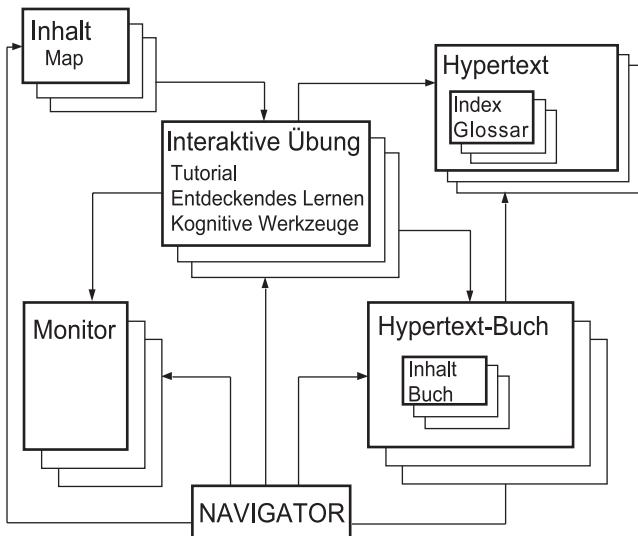


Abb. 2: Interne Struktur der Module

nens« eine besondere Bedeutung zukommt. Den Studierenden wird nach einer motivierenden Einführung in die Forschungsthematik und -fragestellung die Möglichkeit gegeben, ihre naiven Konzepte und Hypothesen in einem lernzielangemessenen Suchraum in Form interaktiver Übungen schrittweise zu wissenschaftlichen Konzepten zu erweitern.

Entdeckendes Lernen geht auf kognitionspsychologische Ideen von Bruner (1961) in den frühen 1960er Jahren zurück. Er versuchte, die Problemlösefähigkeiten von Schülern zu unterstützen, indem er diese selbstständig Lösungen entdecken ließ. Die eigene Entdeckung stellt nach Bruner einen Lernprozess dar, in dem die Lernenden ihr Wissen durch eigene Aktivitäten aufbauen. Der Lernende benutzt seine Vorkenntnisse, um neue Fakten und Zusammenhänge zu suchen und im Hinblick auf eine Lösung zu organisieren. Dabei geht der Lernende in kleinen kognitiven Schritten vor. Er beginnt häufig mit reinen »Trial-and-error-Handlungen« und, sofern diese zu keinem annehmbaren Ziel führen, geht er allmählich zu hypothesentestendem Verhalten über. Der Lernende findet für sich selbst einen Weg von seinen Vorkenntnissen (naiven Konzepten) zu den möglichen Lösungen (wissenschaftlichen Konzepten). Entdecken bezieht sich somit auf Aktivitäten und begleitende kognitive Prozesse des Lernenden, welche zu subjektiv neuen Erkenntnissen führen (Neber 1975).

Damit werden die internen Voraussetzungen, die jemand für Entdeckendes Lernen braucht, dargestellt: Der Lernende muss über Vorwissen und Problemlösefähigkeiten verfügen und imstande sein, selbst organisiert zu lernen. Welche Bedingungen findet ein Lernender, der über solche Kompetenzen verfügt, innerhalb des Methodenlehre-Baukastens vor, damit Entdeckendes Lernen stattfinden kann? Die zentralen Vorüberlegungen zur Gestaltung der Übungen und Lektionen waren einerseits, dass die Lernenden durch die Bearbeitung von Einzelproblemen allgemeine Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhän-

ge entdecken können und andererseits auch, dass sie allgemeine Gesetzmäßigkeiten auf Einzelphänomene beziehen können. Dazu müssen die Übungen und Lektionen Problemvorgaben, prozess- und ergebnisorientierte Lernhilfen und Rückmeldungen enthalten. Durch einen Lernanlass wird ein Problem für die Lernenden aufgeworfen, dessen Lösung für sie unbekannt ist. Mit der Aufgabenstellung wird gleichzeitig ein geschlossener Suchraum aufgespannt, in dem die Lernenden mit vorhandenen Lernhilfen nach neuen Informationen suchen können und diese dann lösungsrelevant organisieren können. Sie erhalten zu ihren Vorschlägen Feedback, welches sie über ihren eigenen Lösungsfortschritt informiert. Dabei wird kein klassisches Feedback rückgemeldet, sondern die Lernenden probieren selber, interaktiv Lösungsansätze zu gestalten. Aus der grafischen Anordnung können sie Rückschlüsse über ihre Lösungsbildung ziehen. Die ganze Übung findet in einem bestimmten statistischen Kontext, beispielsweise einer Forschungsfrage statt, die als Rahmen bzw. Szenario dient.

Das Entdeckende Lernen fördert zusätzlich die intrinsische Motivation (Heller, 1990). Der Lernende kann die Probleme und die möglichen Lösungen selber erkunden und manipulieren. Dadurch, dass der Lernende selbst eigene Lösungen findet, gewinnt er an Selbstvertrauen und wagt sich an andere statistische Probleme heran. Diese Art zu lernen benötigt interaktive Übungen höherer Interaktionsniveaus, wie sie bei Schulmeister (2002) beschrieben werden. Außerdem entsteht durch die erfolgreiche selbstständige Entdeckung ein verstärktes Kompetenzgefühl. Beim Entdeckenden Lernen lösen die Lernenden nicht nur selbstständig die gestellten Probleme, sondern sie lernen darüber hinaus selbstgesteuert Probleme zu lösen (Neber 1975). Der MLBK setzt Entdeckendes Lernen deshalb sowohl als Methode als auch als Lernziel ein.

Jede Übung beginnt mit einem einleitenden Text, einer Motivation, in der die Forschungsfrage vorgestellt wird. Durch Anknüpfen an das Vorwissen des Lernenden wird eine höhere Motivation und Vertrautheit erzielt. In der Übungsanweisung wird dem Lernenden erklärt, welche Teile des Bildschirms zur Lösung der Aufgabe manipulierbar sind. Außerdem kann die Anweisung Hinweise enthalten, wie die Lösung zu finden ist. Die Lernziele werden benannt. Durch Interaktion geht der Lernende an die Bearbeitung des Problems. Der Suchraum zur Lösung des Problems wird durch das Design der Übung eingeschränkt, lässt dem Anwender aber bewusst Freiheitsgrade bei der kognitiven Bearbeitung der Übung. Der genaue Denk- und Lernweg ist nicht vorhersehbar und wird mit dem Design nicht vorweggenommen. Eine Übung muss so gestaltet sein, dass sie mit der Formulierung der Aufgabe an das naive Vorwissen und die bisherigen Lernerfahrungen des Anwenders mit dem Programm anknüpft. Das didaktische Konzept des Entdeckenden Lernens gibt den Rahmen vor, damit durch selbstständiges Probieren und eigenständige Hypothesenentwicklung der Lernende sein Konzept prüft und Wissen erwirbt. Das

Entdeckende Lernen strebt an, dass der Lernende kognitiv selbstständig Hypothesen über die Lösung oder Quintessenz einer Aufgabe entwickelt. Es ist daher wünschenswert, aber nicht zwingend, dass der Lernende über ein reines Ausprobieren hinausgeht und selbst Hypothesen und Bearbeitungsstrategien gedanklich formuliert und deren Erfolg überprüft.

3 Das Lernmodul »Raumbezogene Visualisierung statistischer Daten«

3.1 Technische Basis

Die interaktive Lernumgebung für den MLBK wird in einer Online-Internetumgebung umgesetzt. Der Aufbau ist modular, so dass bei späterer Nutzung je nach Fachdisziplin ein eigener Lernpfad mit den verschiedenen Modulen zusammengestellt werden kann. Beispiele und Übungen sind ebenfalls fachspezifisch und frei wählbar. Das vorliegende Teilprojekt zur Visualisierung wird am Beispiel der Bevölkerungsstatistik umgesetzt. Die Rahmenfrage und die Daten sind so aufgebaut, dass diese vom jeweiligen Dozenten austauschbar sind.

Der hohe Grad der Interaktivität kann nicht mehr mit einfachen Internettechnologien umgesetzt werden. Die Problematik liegt einmal in der Visualisierung der veränderbaren Geodaten mit ihren Attributen und zum anderen bei den Real-time-Berechnungen von statistischen Verfahren. Beide Komponenten könnten mit vorhandenen ausgewachsenen Softwareprodukten gelöst werden, was aber bei einer späteren Nutzung zusätzliche Lizenzkosten verursachen würde. Bei der Umsetzung des Projekts sollen aber nur freie Produkte oder Eigenentwicklungen zum Einsatz kommen, so dass das Gesamtpaket auch frei verfügbar und ohne Zusatzkosten genutzt werden kann.

Die Lerninhalte werden mit Hilfe eines Autorensystems in eine MySQL-Datenbank gespeichert, die ebenfalls den modularen Aufbau unterstützt. Die komplexen Strukturen werden auf der Internetseite mit der serverseitigen Skriptsprache PHP dargestellt. Interaktive Übungen mussten zum Großteil eigenständig programmiert werden. In der ersten Phase wurden verschiedene neue Technologien zur Realisierung der interaktiven Übungen erprobt. Hierzu zählen vor allem auf der Clientseite Java-Anwendungen, SVG- und Flash-Elemente.

Java-Anwendungen können bei entsprechender Programmierung auf der Clientseite hochgradig interaktiv umgesetzt werden. Für die Darstellung von Geodaten bietet sich dabei die Nutzung der JAVA-Bibliothek Geotools an. Geotools ist seit 1996 ein Projekt der University of Leeds und beinhaltet eine umfangreiche Klassenbibliothek zum Auslesen und Darstellen von Geo- und Sachdaten. Zur Umsetzung müssen eigene Anwendungen entwickelt werden, worin die Funktionalitäten der Geotools

genutzt werden können. Im Modul Visualisierung wurden damit eine Reihe von Lerneinheiten umgesetzt. Die Umsetzung erfolgte recht einfach, weil in einem Java-Applet nur die verschiedenen Komponenten zusammen gestellt werden müssen. Zusätzliche Interaktionen wurden mit der Java-eigenen Bibliothek Swing umgesetzt. Die Applets wurden alle parametrisiert und werden dynamisch aufgerufen, so dass eine Mehrfachverwendbarkeit gegeben ist. Problematisch erwies sich allerdings, dass bei größeren Anwendungen mit realen Daten die Ladezeit und die Anforderungen an den Clientrechner enorm stiegen. Die Darstellung der z.B. rund 1000 Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern konnte nicht in einer zumutbaren Zeit angezeigt werden. Als Obergrenze stellten sich hier die Amtsgrenzen heraus. Zur Nutzung der Java-funktionalität ist eine aktuelle Version der Java-Runtime-Umgebung notwendig.

Ein weitere offene Umgebung für die interaktive Visualisierung von Geodaten ist SVG. SVG (Scalable Vector Graphics) ist eine Sprache, um zweidimensionale Grafiken in XML zu beschreiben. Es finden sich bereits verschiedene Normierungen beim W3C und es kann davon ausgegangen werden, dass SVG sich als Standard in allen zukünftigen Browerversversionen durchsetzt. Die hoch entwickelten interaktiven SVG-Anwendungen sind mit Hilfe einer ergänzenden Skript-Sprache umgesetzt worden. Der volle Zugriff auf das SVG Document Object Model (DOM) ist z.B. mit dem hier angewandten JavaScript möglich. Damit kann ebenfalls gleichzeitig auf alle weiteren XHTML- und SVG-Elemente innerhalb der gleichen Webseite zugegriffen werden. Die SVG-Anwendungen sind qualitätsfrei skalierbar und somit besonders bei kleingliedrigen Anzeigen geeignet. Die Dateigröße ist durch Text-Komprimierung relativ klein und verursacht dahingehend kaum Wartezeiten. Dadurch, dass SVG ein Ableger von XML ist und damit auf reinen ASCII-Dateien beruht, können die SVG-Anwendungen dynamisch mit PHP in der Internetoberfläche erzeugt werden. Hierbei werden die Geodaten im offenen Standard GML (Geographic Markup Language) in der MySQL-Datenbank abgelegt und je nach Interaktion angezeigt. Es kommt das Prinzip vom OpenSVGMapServer (www.carto.net) zur Anwendung.

Zur Berechnung von statistischen Kennzahlen wurde R genutzt. R ist eine Entwicklung der Universität Auckland und eine Computersprache für statistische Analysen. R kann in verschiedene Anwendungspakete eingebunden werden. Über die CGI-Schnittstelle des Webservers können die Funktionen von R dynamisch aufgerufen werden, wobei R direkt auf die Sachdaten in der Datenbank zugreifen kann.

Im Ergebnis hat sich für die hiesige Anwendung die Kombination aus MySQL/PHP und SVG als geeignet und performant genug herausgestellt und in Weiterentwicklungen werden nur noch diese freien Produkte für die Visualisierung eingesetzt.

Im zukünftigen Einsatz werden die entwickelten Soft-

warekomponenten in die jeweilige Lehr- und Lernplattform der Universität wie z.B. WebCT, Ilias oder Blackboard eingebunden. Die e-learning-Plattform bietet daraufhin die für einen breiten Einsatz notwendigen Grundfunktionalitäten wie z.B. Nutzerverwaltung und Kommunikationstools.

3.2 Ziel und Inhalte des Lernmoduls

Ziel der Lerneinheit ist es, raumbezogene thematische Kartographie zur Verdeutlichung statistischer Zahlen-Sammlungen aus dem Bereich der Bevölkerungsstatistik kennen zu lernen. Gegenstand der Bevölkerungsstatistik ist die Anwendung statistischer Methoden und Verfahren zur zahlenmäßigen Erfassung, Darstellung, Analyse und Interpretation des Bevölkerungsstands und seiner Entwicklung. Kaum ein Datenanalytiker wird bezweifeln, dass grafische Darstellungen statistischer Maße oder daraus berechneter Größen deren Interpretation oft erheblich erleichtern. Bei größerer Anzahl von Datenpunkten sind Grafiken anstelle von Tabellen die zweckmäßige und anschauliche Visualisierung. Speziell zur Darstellung von raumbezogenen Verteilungen der Bevölkerung lassen sich raumbezogene grafische Visualisierungstechniken sinnvoll einsetzen, da hiermit räumliche Gegebenheiten besser erkannt werden können.

Statistische Bundes- und Landesämter liefern amtliche Bevölkerungsdaten auf verschiedenen Aggregationsstufen. Die kleinste administrative Einheit, für welche die Information veröffentlicht wird, ist die Gemeinde. In der amtlichen Statistik werden jährlich pro Gemeinde eine Vielzahl von Merkmalen erhoben. In diesem Lehrmaterial werden vergleichend die Bevölkerungsbestände Mecklen-

burg-Vorpommerns am 31.12.1990 und am 31.12.1998 grafisch dargestellt. Diese Daten wurden vom Statistischen Landesamt im Jahr 1999 veröffentlicht. In Mecklenburg-Vorpommern gab es im Jahre 1999 insgesamt 1203 Verwaltungsbezirke (Gemeinden, Ämter, Landkreise, Stadtkreise und Land). Die daraus generierte Tabelle (Abb. 3) mit der entsprechenden Bevölkerungsinformation hat somit über 1200 Zeilen und entsprechend der erfassten Bevölkerungsmerkmale enorm viele Spalten. Sie ist so kaum lesbar. Einen Ausschnitt dieser Daten aus Mecklenburg-Vorpommern in Bezug auf die Bevölkerungszahlen zeigt die nachfolgende Tabelle. Jede Gemeinde stellt mit ihren Attributen ein Regionaldatum dar. Jede Gemeinde hat ihre spezifische Größe, auf die sich die Werte beziehen.

Zu Beginn der Lerneinheit soll sich der Student mit seinem aus dem vorangegangenen Kapitel erworbenen statistischen Wissen mit dem Zahlenwerk vertraut machen. So soll er z.B. die größte und kleinste Gemeinde, die Gemeinde mit der höchsten, mittleren und niedrigsten Bevölkerungszahl bestimmen, indem er gängige statistische Maßzahlen wie Spannweite, Mittelwert etc. nutzt. Der Student kann auch eigene Daten berechnen wie z.B. die Bevölkerungsdichte als Quotient aus Bevölkerungsstand zur Flächengröße. Dabei lernt er zwischen absoluten (z.B. Bevölkerungsstand) und relativen Werten (z.B. Bevölkerungsdichte) zu unterscheiden. Er soll auch die Ergebnisse verschiedener Gemeinden miteinander vergleichen. Solange diese nur über den Namen identifiziert werden, hat der Student damit auch keine Probleme, besonders sofern er über eine gewisse Ortskenntnis verfügt. Hier merkt er aber schon, dass sich die räumliche Verteilung und räumliche Muster nicht einfach erschließen lassen.

Gemeindeschlüssel	Gemeinde	Kreis	Amt	Bev.-std. 1971	Bev.-std. 1981	Bev.-std. 1990	Bev.-std. 1998	Bev.-std. 1998m	Bev.-std. 1998w	Bev.-dichte 1998
13051015	Broderstorf	Bad Doberan	Carbäk	1359	1242	1304	2576	1324	1252	125
13051037	Klein Kussewitz	Bad Doberan	Carbäk	639	512	508	514	259	255	36
13051045	Mandelshagen	Bad Doberan	Carbäk	342	223	195	257	140	117	16
13051054	Poppendorf	Bad Doberan	Carbäk	542	305	268	723	365	358	52
13051064	Roggentin	Bad Doberan	Carbäk	648	514	502	1684	875	809	176
13051075	Steinfeld	Bad Doberan	Carbäk	379	300	292	410	201	209	30
13051079	Thulendorf	Bad Doberan	Carbäk	593	428	410	448	225	223	42
13051913	Amt Kröpelin	Bad Doberan	Kröpelin	6340	6170	5791	5831	2955	2876	71
13051003	Altenhagen	Bad Doberan	Kröpelin	420	279	300	291	152	139	26
13051029	Jennewitz	Bad Doberan	Kröpelin	708	529	492	565	300	265	29
13051032	Karin	Bad Doberan	Kröpelin	419	324	292	443	267	176	30
13051041	Kröpelin, Stadt	Bad Doberan	Kröpelin	4485	4823	4441	4285	2096	2189	160
...							

Abb. 3: Tabellenauszug – amtliche statistische Daten MV

The screenshot shows a navigation sidebar on the left with a logo and a list of topics, including 'Raumbezogene Daten', 'Darstellung absoluter Merkmale', and 'Darstellung relativer Merkmale'. The main area is titled 'Raumbezogene Daten' and 'Darstellung von absoluten und relativen Merkmalen'. It displays two maps of Mecklenburg-Vorpommern: 'Relativdarstellung: Bevölk.-stand 98' (left) and 'Absolutdarstellung: Bevölk.-stand 98' (right). Both maps have zoom and pan controls. A dropdown menu at the bottom of each map is set to 'Bevölk.-stand 98'. Below the maps is a text box explaining the difference between absolute and relative representations and an exercise instruction.

Abb. 4: Erkunden der Darstellung von absoluten und relativen Merkmalen

Zu jeder Gemeinde bzw. jedem Kreis in der Tabelle gibt es die Gebietsgrenzen in Vektorform. Diese wird z. B. über den Gemeindeschlüssel eindeutig der Gemeinde bzw. dem Kreis zugeordnet. Die Vektorpolygone sind jeweils einzelne Objekte, zu denen der entsprechende Datensatz zugehörig ist. In der nachfolgenden Lektion sieht der Student erstmals die räumliche Aufteilung der Gemeinden im Land MV. Er macht sich mit verschiedenen Darstellungsarten vertraut. Die Absolutdarstellung wird angewendet, um eine Bestandsmasse wie den Bevölkerungsbestand den Flächen auf einer Karte zuzuordnen. Relativdarstellungen werden verwendet, wenn statistische Verhältniszahlen wie Prozent oder Werte zu einer einheitlichen Bezugsgröße (z. B. Einwohner/km²) wiedergegeben werden sollen. Für Absolutwertdarstellungen werden Signaturen für punkt- oder linienhafte Elemente verwendet, die qualitative und quantitative Aussagen besitzen. Die Signaturen werden positionstreu zur Gebietseinheit dargestellt. Um mehrere Werte im Vergleich darzustellen, verwendet man Diagramme. Die Werte werden dazu in verschiedenen Maßstäben dargestellt, damit die Werte trotz unterschiedlicher Dimensionen erkennbar sind (z. B. ein Punkt pro 1000 Personen).

Eine sinnvolle Wahl der Farben ist bei thematischen Auswertungen besonders wichtig. Farboptisch und psychologisch richtig gewählte Farben erleichtern die Lesbarkeit und Interpretationsfähigkeit der Karte. Je nach Anwendung sollten gleitende Farbskalen oder gegensätzliche Farben benutzt werden. Gleitende Farben eignen sich für Werte gleichen Vorzeichens. Gegensätzliche Farben drücken positive und negative Effekte besser aus. Alternativ kann hier auch mit Schraffuren gearbeitet werden. Gegensätzliche Werte lassen sich auch sehr gut mit Amalfifarben darstellen. Neben der bekannten Rot-Gelb-Grün-Farbkomposition wird häufig Blau-Weiß-Rot ein-

gesetzt, weil dies den menschlichen Sinnen für kalt-warm entspricht. Analog zur ersten Lektion werden nun dieselben Fragestellungen nochmals durchgespielt, wobei aber die räumlich thematische Visualisierungsform anstelle der statistischen Parameter im Vordergrund steht. Der Student lernt so, welche Darstellungsform geeignet ist und dass sich durch die kartographische Visualisierung Zusammenhänge wie z. B. Bevölkerungsbewegungen (wie Landflucht oder Suburbanisierung) sichtbar machen lassen.

Bei metrisch skalierten Merkmalen, stetigen oder diskreten Merkmalen mit sehr vielen unterschiedlichen Ausprägungen ist eine Klassenbildung erforderlich, um die Besonderheiten der Verteilung grafisch darzustellen und bestimmte Regelmäßigkeiten zu erkennen. Der Student soll in dieser Lektion erlernen, wie viele Klassen sinnvollerweise gewählt und auch dargestellt werden können und dass sich die Klassenzahl und Klassenbildung auf die Maßzahlen und deren Visualisierung auswirken.

Gemeinden sind die kleinsten Bausteine in der amtlichen Statistik. Diese können mittels Aggregation zu größeren Verwaltungseinheiten zusammengefasst und ebenso aus größeren Einheiten disaggregiert werden. In Deutschland gibt es administrative Untergliederungen, die sich in den internationalen Rahmen einbetten, wobei jede Gemeinde einem Amt, einem Kreis und einem Land zugeordnet wird, was sich zum Teil auch aus dem Gemeindeschlüssel ablesen lässt. Zusätzlich gibt es eine Aufteilung in Regionen, die sich z. B. als Regierungsbezirke und Planungsregionen wieder finden. Mehrere Kreise gehören einer Region an. Amts- und kreisfreie Gemeinden sind ebenfalls durch die Struktur des Gemeindeschlüssels gekennzeichnet und haben als Attribut »amts- bzw. kreisfrei«. In dieser Lektion erfährt der Student, dass bestimmte absolute Daten von einer Ebene zu einer an-

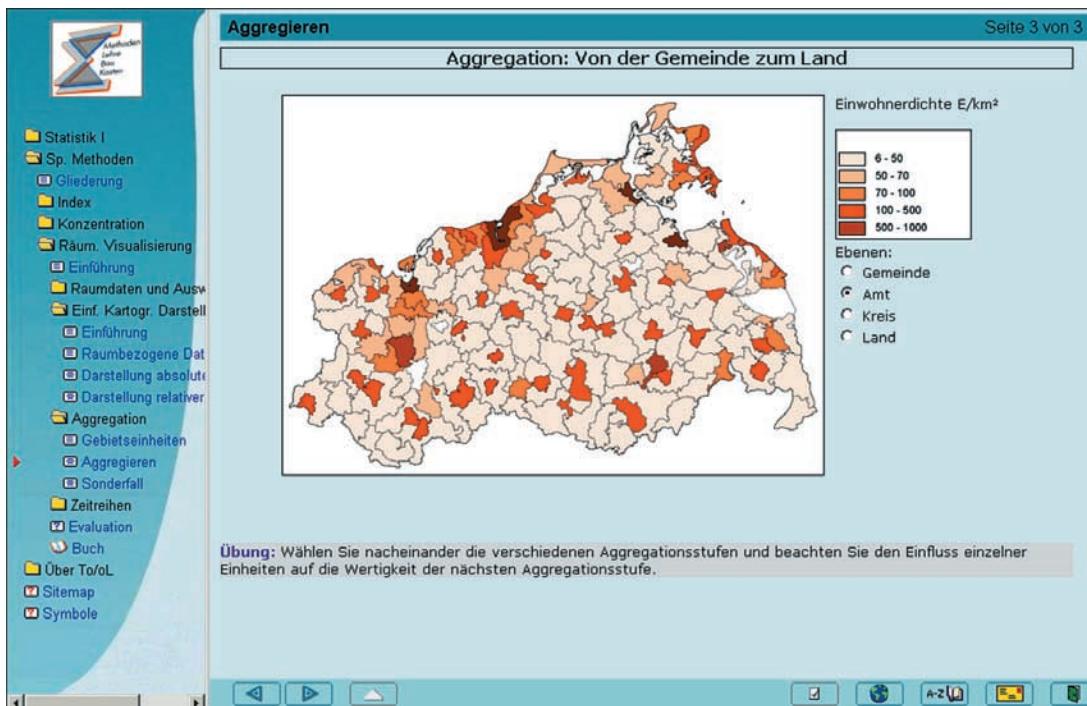


Abb. 5: Auswerte-darstellung Aggre-gation

deren Ebene aggregiert werden können, relative Werte sich aber z.B. auf verschiedene Gebietseinheitsgrößen beziehen und nicht direkt aggregiert werden können, sondern jeweils aus den aggregierten absoluten Werten neu generiert werden müssen. Klar wird ihm auch, dass sich Aggregation wiederum auf Maßzahlen und Darstellungen auswirkt.

In der letzten Lektion beschäftigt sich der Studierende mit Bewegungsmassen, die Auskunft über die größtmöglichen Veränderungen im Zeitverlauf geben. Diese werden meist für einen Zeitraum von einem Jahr erstellt und von der amtlichen Statistik bereitgestellt. Zur Betrachtung längerer Zeiträume werden die Werte, z.B. Saldoraten,

neu berechnet. Zur Darstellung der Zeitreihen können vorhandene Verfahren wie bei der Darstellung für mehrere Merkmale verwendet werden. Dies sind bei absoluten Merkmalen z.B. Dia- und Kartogramme sowie Signaturen. Bei relativen Merkmalen können diese in Sequenzen nach- oder nebeneinander angezeigt werden.

Alternativ bietet es sich an, für den jeweiligen Zeitraum ein relatives Merkmal zu ermitteln.

Natürlich lassen sich auch fast alle Darstellungs-methoden miteinander kombinieren. Mit Hilfe von Karto- und Diagrammen können mehrere absolute Merkmale und zeitliche Abfolgen dargestellt werden. Zum direkten Vergleich der Gebietseinheiten lassen sich Bewegungs-

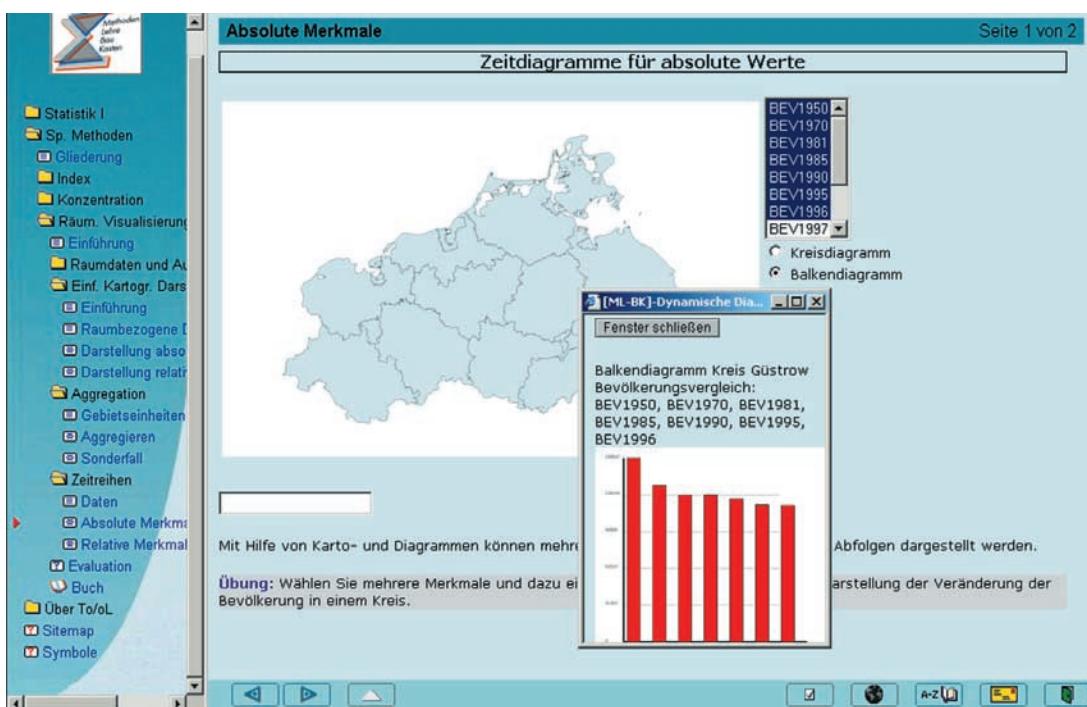


Abb. 6: Lerneinheit »Zeitliche Verände-rungen«

massen für beliebige Zeiträume (z. B. Saldoraten von 1995 bis 2000) berechnen. Die relativen Werte beziehen sich dabei immer auf den letzten Stand der jeweiligen Erhebung. Mit den relativen Werten können wiederum aussagekräftige Karten dargestellt werden.

4 Erste Erfahrungen

Im Rahmen der Vorlesung »Geoinformatik« im Diplomstudiengang »Landeskultur und Umweltschutz« (32 eingeschriebene Teilnehmer) wurde die Lektion »Räumliche Visualisierung« im Sommersemester 2003 evaluiert. Auch wenn dieses Thema nicht zentraler Bestandteil der Vorlesung und die statistischen Voraussetzungen der angehenden Diplom-Ingenieure nicht mit denen der anvisierten Studiengänge vergleichbar sind (eine Statistikangst konnte z. B. nicht festgestellt werden), sollte doch durch eine erste Evaluation die grundsätzliche Eignung des entwickelten Lernmoduls geprüft werden. Eine Gesamtevaluation findet im Wintersemester in mehreren Studiengängen durch die beteiligte Evaluationsgruppe statt.

22 Studenten nahmen an der Evaluation teil. Der durchschnittliche Teilnehmer hat für die gesamte überarbeitete Lektion rund ungefähr 1:30 h benötigt. Dies schließt auch die Beantwortung des (aus Sicht vieler Studenten zu) umfangreichen Evaluationsbogens (90 Fragen) ein, zu dem auch ein vorab ausgeteilter allgemeiner Fragebogen gehört. Einzelne Ergebnisse sollen hier dargestellt werden.

Mehr als 50 % der Studenten fanden die Lernziele, die mit Hilfe des Lernprogramms erreicht werden können, klar und eindeutig beschrieben und fühlten sich durch das Programm zur kritischen Auseinandersetzung mit dem Thema angeregt. Mit der Benutzeroberfläche waren etwa zwei Drittel der Studierenden zufrieden (z. B. einfache und verständliche Bedienung 65 %, selbsterklärend 72 %, Benutzungshinweise klar und verständlich 68 %, gute Informationsanordnung 73 %, brauchbare Orientierungshilfen 65 %, einfache Orientierung 65 %, übersichtliche Gliederung 60 %, verständliche Rückmeldungen 75 %, klare Struktur des Lernmoduls 75 %). Auch bezogen auf die gemachten Voraussetzungen gab es eine hohe Zustimmung (Anknüpfung an Bekanntes 51 %, ausreichende Computerkenntnisse 91 %, notwendige Voraussetzungen 81 %). Die Zusatzangebote wie Glossar und Buch fanden große Akzeptanz (Fachtermini hinreichend erklärt 83 %, Glossar gute Hilfe 70 %). Hinsichtlich des Wissenserwerbs durch die gewählte Methode des Entdeckenden Lernens gab es eine klare Pattsituation (Verständnis gefördert 56 %, Behalten gefördert 45 %, aktive

Auseinandersetzung 45 %, selbstlernend Wissen auszuprobiieren 44 %, zu wenig Raum für eigene Ideen und Lösungsversuche 55 %, Lerntempo selbst vorzugeben 72 %, Arbeiten mit echten Daten verständnisfördernd 65 %). Zusammenfassend konstatieren wir, dass die gebotene Lernumgebung durchaus gute Zustimmung bei den Studierenden findet. Viele Studierende haben jedoch mit der Methode des entdeckenden und selbstgesteuerten Lernens Probleme. Zusätzliche Gespräche mit den Studierenden ergaben auch, dass sich ein großer Anteil mit der virtuellen Lehre in der hier gebotenen Form und dem Computer als Ersatz/Ergänzung des Dozenten zuerst noch anfreunden muss.

Danksagung

Die Autoren danken dem BMBF für die Förderung der Projektarbeiten unter dem Förderkennzeichen 08 NM 108A.

Literatur

- Bruner, J. S.: The Act of Discovery. In: Harvard Educational Review 31, 21–32, 1961.
- Heller, R.S.: The Role of Hypermedia in Education: A Look at the Research Issues. In: Journal of Research on Computing in Education 4(22), 431–441, 1990.
- Gücker, R., Nuyken, K., Vollmers, B.: Entdeckendes Lernen als didaktisches Konzept in einem interdisziplinären Lehr-Lernprogramm zur Statistik. In: Kerres, M. & B. Voß (Hrsg.): Digitaler Campus. Vom Medienprojekt zum nachhaltigen Medieneinsatz in der Hochschule. (Reihe Medien in der Wissenschaft). Münster, Waxmann Verlag. 2003.
- Neber, H. (Hrsg.): Entdeckendes Lernen. 2. Auflage. Weinheim, 1975.
- Schulmeister, R.: Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik. München, 2002.

Links:

- <http://www.izhd.uni-hamburg.de/baukasten.html>
Projektseite Methodenlehre Baukasten Projektleitung
- <http://methoden.informatik.uni-rostock.de> Teilprojekt Rostock
- <http://www.medien-bildung.net/> Förderprogramm BMBF
- <http://www.bmbf.de/> Bundesministerium für Bildung und Forschung
- <http://www.geotools.org/> Geotools
- <http://www.carto.net/> Kartographie mit SVG
- <http://www.r-project.org/> The R Project for Statistical Computing

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Marco L. Zehner
Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill
Universität Rostock
Institut für Geodäsie und Geoinformatik
Justus-von-Liebig-Weg 6
18057 Rostock
marco.zehner@auf.uni-rostock.de
ralf.bill@auf.uni-rostock.de