

Spezielle Statistikmethoden für die Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften - Entwicklung, Methodik und Erfahrungen mit einem interaktiven Lernmodul

Marco L. Zehner, Edelmiro Ricabal Delgado

AUF – Geodäsie und Geoinformatik / WSF – Statistik
Universität Rostock
marco.zehner@uni-rostock.de
edelmiro.ricabal-delgado@uni-rostock.de

Abstract: Der vorliegende Beitrag stellt zunächst kurz das BMBF-Projekt „Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten“ vor und geht dann auf das darin integrierte Modul „Spezielle Methoden“ ein. Das Modul enthält besondere Inhalte für die Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften im Rahmen der Statistikausbildung. Die interaktiven Übungen wurden nach dem Konzept des „entdeckenden Lernens“ umgesetzt. Erste Erfahrungen wurden im Rahmen einer Evaluation gesammelt.

1 Einführung

1.1 Das Projekt “Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten”

Im multidisziplinären Projekt „Methodenlehrebaukasten“ des Verbundes norddeutscher Universitäten wurde im Rahmen des Fördervorhabens „Neue Medien in der Bildung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ein Lernmodul „Spezielle Methoden“ entworfen, umgesetzt und in der Lehre teilweise eingesetzt. Über dies wird in diesem Beitrag berichtet. Partner in diesem Projekt sind die:

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

Der METHODENLEHRE-BAUKASTEN (MLBK) ist ein interaktives 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 unterstützt der MLBK Lehrende bei der Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen in verschiedenen Lehr-Lern-

Settings, sowohl in der Präsenz- als auch in der virtuellen Lehre. Der modulare Aufbau des MLBK ermöglicht den Lehrenden und den 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 bzw. der Statistik für sich zu konstituieren. Auf dem Konzept des Entdeckenden Lernens basierend bietet das Lernprogramm den Studierenden die Möglichkeit, ihr Verständnis der Statistik und Methodenlehre ausgehend von ihren naiven Konzepten in kleinen kognitiven Schritten hin zu einem wissenschaftlichen Verständnis zu erweitern. Der MLBK versucht, mit Hilfe didaktischer Interventionen der Problematik des Phänomens „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 existieren ein Skript als Begleittext und ein Glossar zum Nachschlagen von Begriffen.

Der MLBK 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,
- sich durch seine Konstruktionsweise für spätere internationale Lokalisierungen anbietet und als weiter ausbaufähig erweist und
- an dem Projekt Vertreter mehrerer Fachbereiche 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 MLBK besteht aus mehreren „Bausteinen“, die thematisch einen Großteil der Methodenlehre im Grund- und Hauptstudium der beteiligten Studiengänge abdecken. Zu ihnen gehören als Bestandteile die Module „Von der Realität zu den Daten“, „Datenerhebungsverfahren“, „Deskriptive Statistik“ sowie „Inferenzstatistik“. In einem weiteren Modul „Spezielle Methoden“, in dem sich die hier beschriebenen Lektionen befinden, werden Verfahren dargestellt, die entweder fachspezifisch sind oder in keinem

der anderen Module einzuordnen sind. Das „Empirische Praktikum“ ist ein Bereich, in dem die Studierenden das zuvor Erlernte in Form von Planung und Durchführung eigener Untersuchungen anwenden können.

Innerhalb der Module gibt es wiederum mehrere Komponente in Form von Texten, Medien, Übungen und Beispielen, wobei auf unterschiedlichen Ebenen für diese Komponente die fachspezifischen Inhalte variieren können.

Im Zentrum des MLBK stehen die interaktiven Übungen, die mit Hypertext-Lehrbüchern und Hypertext-Glossaren verknüpft werden. 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.

Das Modul „Spezielle Methoden“ besteht aus mehreren Lektionen zu den Themen Index, Konzentration, Zeitreihen, Clusteranalyse und räumliche Visualisierung statistischer Daten. Für die zu erarbeitenden „Speziellen Methoden“ wurde folgende Arbeitsweise gewählt: Inhaltliche Erarbeitung des Themas (Umfang des Stoffes, Tiefe der Gliederung), Auswahl, Beschaffung und Beschreibung zu verwendender Datenbestände, Erstellung eines Skriptes des zu behandelnden Themas, Entwurf interaktiver Übungen, Anfertigung eines Drehbuches für jede Lektion und abschließend die Programmierung der interaktiven Übungen. An der Entwicklung der Lektionen dieses Moduls haben sich grundsätzlich der Lehrstuhl für Statistik der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät, das Institut für Geodäsie und Geoinformatik der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät und der Lehrstuhl Softwaretechnik des Fachbereiches Praktische Informatik der Universität Rostock beteiligt.

In der ersten Projektphase haben sich die Projektmitarbeiter mit dem im MLBK verwendeten Konzept des „entdeckenden Lernens“ vertraut gemacht und auf wirtschafts- und sozialwissenschaftlich relevante Fragestellungen angewandt.

In der zweiten Projektphase wurden Skripte, Glossar und die auf PowerPoint-Basis-Vorlagen als Drehbücher für die einzelnen Statistik-Lektionen des Moduls „Spezielle Methoden“ geschrieben. Die Lektionen wurden unter Verwendung realer Daten in einem wirtschaftswissenschaftlichen Kontext erarbeitet. Die angefertigten PowerPoint-Vorlagen und Skripts wurden an die Didaktik-Gruppe des Projektes zur Abstimmung weitergegeben. Nach der didaktischen Beratung wurden die notwendigen Korrektur und Veränderungen durchgeführt. Danach wurden sie an das Redaktionsteam abgegeben. Entsprechend wurden die Anregungen und Empfehlungen eingearbeitet. Anschließend wurden die Drehbücher und Skripts den Informatikern zur Einarbeitung in die Lernumgebung übergeben.

Für die dritte Projektphase war eine inhaltliche Evaluation der Lektionen durch unsere Autoren geplant (Suche nach Fehlern bei der Einbindung unserer Vorlagen in die Lernumgebung durch die Informatik) sowie weitere Evaluationen im Rahmen der Methoden/Statistikausbildung mit Studenten der Studiengänge Betriebswirtschaftslehre, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftspädagogik, Business informatics, Demografie und

Soziologie. Aufgrund der äußerst späten Verfügbarkeit der für eine Entwicklung und Präsentation notwendigen Autorentools konnte bisher jedoch nur begrenzt die inhaltliche Evaluation der Lektion durch unsere Autoren realisiert werden.

2 Methodik Entdeckendes Lernen

Im folgenden Abschnitt wird das didaktische Konzept „Entdeckendes Lernen“ vorgestellt, wobei wir uns weitestgehend an der aus dem Projekt MLBK entstandenen Publikation von Guecker et al. 2003 orientieren.

Das didaktische Konzept des MLBK 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 Lernens« 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 dem Lernziel angemessenen 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 Hypothesen testendem 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).

Die zentralen Vorüberlegungen zur Gestaltung der Übungen und Lektionen für das MLBK waren einerseits, dass die Lernenden durch die Bearbeitung von Einzelproblemen allgemeine Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge 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 selbst gesteuert 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 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.

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 Softwareprodukten gelöst werden, was aber bei einer späteren Nutzung zusätzliche Lizenzkosten verursachen würde. Bei der Umsetzung des Projekts sollten 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.

Im Ergebnis hat sich für die hiesige Anwendung die Kombination aus MySQL/PHP und SVG bzw. Flash als geeignet und performant genug herausgestellt und in Weiterentwicklungen werden nur noch diese freien Produkte für die Visualisierung eingesetzt. Zur Berechnung von statistischen Kennzahlen wird das Paket R genutzt, welches von der Universität Auckland entwickelt wurde.

Im zukünftigen Einsatz werden die entwickelten Softwarekomponenten in die jeweilige Lehr- und Lernplattform wie z. B. WebCT, stud.IP oder Blackboard eingebunden. Die e-learning Plattform bietet daraufhin die für einen breiten Einsatz notwendigen Grundfunktionalitäten wie z. B. Nutzerverwaltung oder Kommunikation.

4 Die Lektionen der Speziellen Methode

4.1 Lektion »Clusteranalyse«

Ziel der statistischen Clusteranalyse ist es, Elemente einer Grundgesamtheit bzw. einer Stichprobe so in Gruppen aufzuteilen, dass Elemente, die sich hinsichtlich bestimmter Merkmale ähneln, zusammengefasst werden.

Da die Werte der betrachteten verschiedenen Merkmale im Allgemeinen auch in verschiedenen Maßeinheiten bzw. Dimensionen gemessen, erhoben bzw. ermittelt werden und demzufolge auf unterschiedlichen Skalen liegen, ist eine Standardisierung der Merkmale erforderlich, bevor ein Ähnlichkeits- bzw. Unähnlichkeitsmaß festgelegt und die Clusteranalyse durchgeführt werden kann. Die Standardisierung wurde in dieser Lektion behandelt.

Um die Unähnlichkeit bzw. die Ähnlichkeit von Objekten hinsichtlich der betrachteten Merkmale einschätzen zu können, muss man ein Proximitätsmaß (engl. Proximity, heißt Nähe) verwenden. In der Mathematik gibt es verschiedene Distanzmaße, die für Punkte in einem m-dimensionalen Raum definiert sind. In dieser Lektion werden drei von denen vorgestellt, die in der Praxis am häufigsten in der Clusteranalyse angewendet werden, nämlich die Euklidische Distanz, die Block- bzw. City-Block-Metrik und die Tschebyscheff-Distanz.

In der Lektion werden folgende Verfahren der Clusteranalyse behandelt: Linkage zwischen den Gruppen (average linkage), Linkage innerhalb der Gruppen, Nächstgelegener Nachbar (single-linkage), Entferntester Nachbar (complete-linkage) und die Ward-Methode.

4.2 Lektion »Indexanalyse«

Die Analyse von Indexpzahlen hat in der Wirtschaftsstatistik eine außerordentlich anwendungsorientierte Bedeutung, denn sie untersucht die temporale, regionale oder sektorale Entwicklung wirtschaftsstatischer und bevölkerungstatischer Kennzahlen. Eine Indexpzahl ist dabei eine Art Kurzcharakteristik der durchschnittlichen Veränderung eines oder mehrerer metrisch skalierten Merkmale. Sie fasst eine Vielzahl von Einzelentwicklungen (Elementarindizes) in einer einzigen Zahl bzw. in einer Reihe von Zahlen zusammen.

Produkt	Preis	Menge	Preisindex	Mengeindex	Laspeyres	Paasche	Mengenindex
Kartoffeln	2,00	1.750	1,000	1,125	1,125	1,000	1,125
Weizen	8,00	50	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rindfleisch	6,00	40	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Schweinefleisch	2,80	20	1,111	1,000	1,111	1,000	1,111
Milch	0,80	10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Abbildung 1: Beispiel Mengenindex von Laspeyres

Zu diesem Thema wurden fünf Lektionen entwickelt. Diese sind Elementarindizes, Aggregatindizes, Laspeyres- und Paascheindizes, Wertindizes und Indexeigenschaften. Durch diese fünf Lektionen können die Lernenden die wichtigsten Konzepte und Anwendungen der Indextheorie lernen. Für die Beispiele und interaktive Übungen der Lektionen wurden aktuelle wirtschaftliche Daten verwendet.

4.3 Lektion »Konzentration«

Der Begriff der Konzentration wird in den verschiedensten Wissensgebieten gebraucht. Konzentration tritt als ökonomisches Phänomen auf, wenn man z. B. sagt, in der Bundesrepublik Deutschland kontrollieren die fünf größten Ölkonzerne mehr als 80 % des Marktes. In diesem Zusammenhang bedeutet Konzentration soviel wie Disparität oder Ungleichverteilung einer Merkmalssumme über die Gesamtheit der Merkmalsträger.

In dieser Lektion wird zwischen absoluter und relativer Konzentration unterschieden. Von absoluter Konzentration spricht man, wenn die Merkmalssumme auf eine kleine bzw. kleiner werdende Zahl von Merkmalsträgern verteilt ist. Von relativer Konzentration spricht man, wenn ein großer bzw. ein größer werdender Anteil einer Merkmalssumme auf einen kleinen bzw. kleiner werdenden Anteil von Merkmalsträgern verteilt ist.

Ein einfaches und verbreitetes Konzentrationsmaß zur Messung der absoluten Konzentration ist die Konzentrationsrate. Ein weiteres Maß zur Messung der absoluten Konzentration ist der Herfindahl-Index. Diese beiden Maßzahlen zur Messung der absoluten Konzentration wurden hier ausführlich behandelt.

Zur Messung der relativen Konzentration wurden in der Lektion die Lorenzkurve und der Gini-Koeffizient vorgestellt. Die Lorenzkurve ist ein grafisches Verfahren und ordnet jeder kumulierten relativen Häufigkeit der Merkmalsträger (Abszissenwert) deren kumulierten Anteil an der gesamten Merkmalssumme (Ordinatenwert) in einem Koordinatensystem zu. Die Diagonale $y=x$ entspricht einer Gleichverteilung der Merkmalssumme über die Merkmalsträger und wird als Vergleichsmaßstab genutzt. Je mehr die Lorenzkurve von der Diagonale nach unten abweicht, um so stärker ist die relative Konzentration des Merkmals und umgekehrt.

Von dem italienischen Statistiker Corrado Gini [1884-1965] ist eine Formel aufgestellt worden, die das Verhältnis der Konzentrationsfläche F_0 (Fläche, die zwischen der Diagonale und der Lorenzkurve liegt) zur Fläche des Dreiecks unter der Hauptdiagonalen ($1/2$) angibt. Dieser Quotient wird Gini-Koeffizient genannt. Man erhält so eine Maßzahl für den Grad der relativen Konzentration oder Disparität der Verteilung der Merkmalssumme.

4.4 Lektion »Zeitreihenanalyse«

Bei einer Zeitreihe handelt es sich um eine Reihe von Messwerten y_t mit $t=1, 2, \dots, n$ eines Merkmals Y , die zu verschiedenen Zeitpunkten t erhoben werden. In der Zeitreihenanalyse wird die Entwicklung des Merkmals Y nur in Abhängigkeit der Zeit betrachtet. Das bedeutet, dass die Zeit als Verursacher der Entwicklung aufgefasst wird.

Die grafische Darstellung von Zeitreihen ist die einfachste und anschaulichste Form der Zeitreihenanalyse. Sie liefert eine optische Information und erlaubt, Hypothesen über die Entwicklung des untersuchten Merkmals zu formulieren. Sie sollte immer der erste

Schritt bei der Untersuchung von Gesetzmäßigkeiten einer Zeitreihe sein. Zu diesem Zweck wurden mehrere interaktive Übungen zur Verfügung gestellt.

Um die wesentliche Entwicklung einer Zeitreihe (Y) formalisiert beschreiben zu können, bedient man sich des so genannten Komponentenprinzips. Man unterstellt dabei, dass sich die Zeitreihe (Y) aus gedachten Komponenten Tendenz (T), periodische Schwankungen (S) und Restschwankungen (R) zusammensetzt, welche Modellkonstrukte sind. Trend und periodische Schwankungen sind die systematischen Komponenten der Zeitreihe, die Restschwankung ist von zufälliger Natur.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Modelle für die Verknüpfung der Komponenten einer Zeitreihe, falls beide systematische Komponenten, Trend und periodische Schwankungen, vorhanden sind:

- Additive Überlagerung ($Y=T+S+R$)
- Multiplikative Überlagerung ($Y=T*S*R$)

Die Analyse des Zeitreihenverlaufes soll die grundlegende Tendenz der Entwicklung feststellen. Die am häufigsten angewandten Verfahren zur Bestimmung der Tendenz einer Zeitreihe sind:

- die Methode der gleitenden Durchschnitte und
- die Methode der kleinsten Quadrate (Kurvenanpassung)

Diese Verfahren werden in dieser Lektion ausführlich behandelt. Anschließend wird die Bestimmung der Saisonkomponente sowie die Methode der exponentiellen Glättung vorgestellt. Die exponentielle Glättung ist als Prognoseverfahren von Zeitreihen entstanden. Sie hat vor allem als Prognoseverfahren für Zeitreihen, die keinen ausgeprägten Trend und keine ausgeprägte Periodik aufweisen, praktische Bedeutung erreicht.

4.5 Lektion »Raumbezogene Visualisierung statistischer Daten«

Ziel der Lerneinheit ist es, raumbezogene thematische Kartographie zur Verdeutlichung statistischer Zahlensammlungen 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 graphische Darstellungen statistischer Maße oder daraus berechneter Größen deren Interpretation oft erheblich erleichtern. Bei größerer Anzahl von Datenpunkten sind Graphiken 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 wird jährlich pro Gemeinde eine Vielzahl von Merkmalen erhoben. In diesem Lehrmaterial werden vergleichend die Bevölkerungsbestände Mecklenburg-Vorpommerns am 31.12.1990 und am 31.12.1998 graphisch dargestellt.

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 Minimum, Maximum, 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.



Abbildung 2 : Beispiel Absolutwertdarstellungen

Zu jeder Gemeinde bzw. jedem Kreis in der Tabelle gibt es die Gebietsgrenzen in Vektorform. Diese wird z. B. über den Gemeindegrenzschlüssel eindeutig der Gemeinde bzw. den 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 M-V. Er macht sich mit verschiedenen Darstellungsarten vertraut. Die Absolutdarstellung wird angewendet, um eine Bestandsmasse wie den Bevölkerungsbestand den Flächen auf einer Karte zuzuordnen. Relativedarstellungen werden verwendet, wenn statistische Verhältniszahlen wie Prozent oder Werte zu einer einheitlichen Bezugsgröße (z. B. Einwohner/km²) wiedergegeben werden sollen. Analog zur ersten Lektion spielt er nun dieselbe Fragestellung nochmals durch, wobei aber die räumlich thematische Visualisierungsform anstelle der statistischen Parameter im Vordergrund steht. Der Student erlernt so, welche Darstellungsform geeignet ist und dass sich durch die kartographische Visualisierung

Zusammenhänge wie z. B. Bevölkerungsbewegungen wie Landflucht oder Suburbanisierung sichtbar machen lassen.

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 dieser Lektion erfährt der Student, dass bestimmte absolute Daten von einer Ebene zu einer anderen 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.

Im letzten Abschnitt beschäftigt sich der Studierende mit Bewegungsmassen, die Auskunft über die größenmäßigen Veränderungen über die Zeit 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 Darstellungsmethoden miteinander kombinieren. Mit Hilfe von Karto- und Diagrammen können mehrere absolute Merkmale und zeitliche Abfolgen dargestellt werden. Zum direkten Vergleich der Gebietseinheiten lassen sich Bewegungsmassen für beliebige Zeiträume (z. B. Saldoraten von 1995-2000) berechnen. Die relativen Werte beziehen sich dabei immer auf den letzten Stand der jeweiligen Erhebung. Mit den relativen Werten können wieder aussagekräftige Karten dargestellt werden.

5 Erste Erfahrungen

Im Rahmen der Vorlesung „Geoinformatik“ im Diplomstudiengang „Landeskultur und Umweltschutz“ (32 eingeschriebene Teilnehmer) wurde die Lektion „Räumliche Visualisierung“ 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 ist (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 Sommer- und Wintersemester 2005 in mehreren Studiengängen durch die beteiligten Lehrstühle statt, bei denen auch mittels der Wissenskontrolle der Lernerfolg dargestellt werden soll.

22 Studenten nahmen an der Evaluation teil. Der durchschnittliche Teilnehmer hat für die gesamte überarbeitete Lektion ungefähr 1:30 h benötigt. Dies schließt auch die Beantwortung des (aus Sicht vieler Studenten zu) umfangreichen Evaluationsbogens (90

Fragen) voraus, 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 auszuprobieren 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 hohe 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.

6 Literaturverzeichnis

- Bruner, J.S. (1961). The Act of Discovery. In: Harvard Educational Review 31, 2132
- Heller, R.S. (1990). The Role of Hypermedia in Education: A Look at the Research Issues. In: Journal of Research on Computing in Education 4 (22), 431-441
- Gücker, R., Nuyken, K., Vollmers, B. (2003): 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. (Hg.) (1975). Entdeckendes Lernen. (2. Aufl.). Weinheim.
- Schulmeister, R. (2003). Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik. München

Danksagung

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

Projektwebseite: <http://methoden.informatik.uni-rostock.de>