

Methodenlehre-Baukasten

Ein Programm zum Lernen der Statistik
und Methodenlehre

INHALT

| | |
|--|----|
| 1. Vorbemerkung | 3 |
| 2. Zur Vorgeschichte des MLBK | 4 |
| 3. Das Programm MLBK | 7 |
| 4. Inhalte des MLBK | 10 |
| 5. Einige Beispielübungen aus dem MLBK | 16 |
| 5.1 Erläuterungen und Text-Übungen | 16 |
| 5.2 Der klassische Zugang: Computer-Based Training | 17 |
| 5.3 Interaktive Grafik | 18 |
| 5.4 Der Einstieg in die Welt der Formeln | 21 |
| 5.5 Relationen als Tabellen | 23 |
| 5.6 Lernen durch Übung und Wiederholung | 24 |
| 5.7 Konzepte logischer Relationen | 25 |
| 5.8 Multivariate Verfahren | 26 |
| 6. Literatur | 35 |

Vorbemerkung

Der Methodenlehre-Baukasten (MLBK) ist ein interaktives Tutorial zum Lernen der Statistik in den Sozialwissenschaften. Der MLBK ermöglicht entdeckendes Lernen in der Statistik. Es kann im Seminar, im Gruppenunterricht und als individuelles Selbstlernprogramm eingesetzt werden. Eine Vorversion dieses Programms wurde ursprünglich unter dem Namen LernSTATS für die deskriptive Statistik entwickelt. Der MLBK ist eine Weiterentwicklung des Programms, eine Ausweitung des Konzepts auf die Inferenzstatistik und eine Ergänzung durch weitere Themen der Methodenlehre.

Das Programm ist Browser- und Netzbasiert und kann von jedem Rechner aus genutzt werden.

Das vorliegende Manual beschreibt und erläutert

- Das Konzept des Lernprogramms
- den Inhalt des MLBK
- die hinter dem Programm stehende didaktische Konzeption
- einzelne Übungen im MLBK
- Empfehlungen zum Lernen mit dem MLBK.

Zur Vorgeschichte des MLBK

Statistik für Psychologen, Sozialwissenschaftler, Erziehungswissenschaftler und Medizinstudenten wird auch heute noch überwiegend in Vorlesungen angeboten, die gelegentlich durch Übungen begleitet werden. Die Studierenden dieser Studiengänge, insbesondere der Psychologie und der Erziehungswissenschaften, haben aber erfahrungsgemäß eine starke Abneigung der Statistik gegenüber. Diese Abneigung ist ein motivationales Konstrukt, das in einer von der DFG geförderten langjährigen Untersuchung von Lernprozessen¹ als „Statistik-Angst“ identifiziert werden konnte (Schulmeister 1983). Die meisten Psychologie-Studenten studieren dieses Fach, weil sie einer Idealvorstellung von Psychologie als Therapie folgen, und können deshalb keine Sympathie für empirische Psychologie aufbringen.

Die Ausgangssituation für das Projekt E.L.M.A. war von folgenden Rahmendaten gekennzeichnet: Nur etwa 20% der Studierenden lernten die Statistik in den Vorlesungen, weitere 40% mußten sich zuhause auf die Prüfungen vorbereiten oder in zusätzlichen Studiengruppen. Etwa 40% der Studierenden erreichten das Ziel nicht.

Als „Statistikangst“ oder Statistikphobie bezeichneten wir eine Mischung mehrerer verwandter Faktoren:

¹ Das Forschungsprojekt E.L.M.A. (Evaluation von Lernprozessen in der Methoden-Ausbildung) wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Sein Ziel war die Untersuchung kognitiver Probleme der Studierenden beim Lernen der Statistik. Neuere Untersuchungen zum Phänomen der Statistikangst sind die Studien von Hunsley (1987), Schiefele (1988) und Zeidner (1991). Eine neuere Untersuchung zur Didaktik der Methodenlehre ist die Studie von Gruber/Balk u.a. (1995); s.a. Gruber/Renkl (1996) und Renkl (1994).

Methodenlehre-Baukasten

- fehlendes Vertrauen in empirische Methoden
- Zahlenangst
- Abneigung gegen systematische Aktivitäten
- Diskrepanz zwischen einer humanistischen Motivation und dem formalen Charakter von Methoden.

Die folgende Abbildung illustriert die Interaktion dieser Konstrukte:

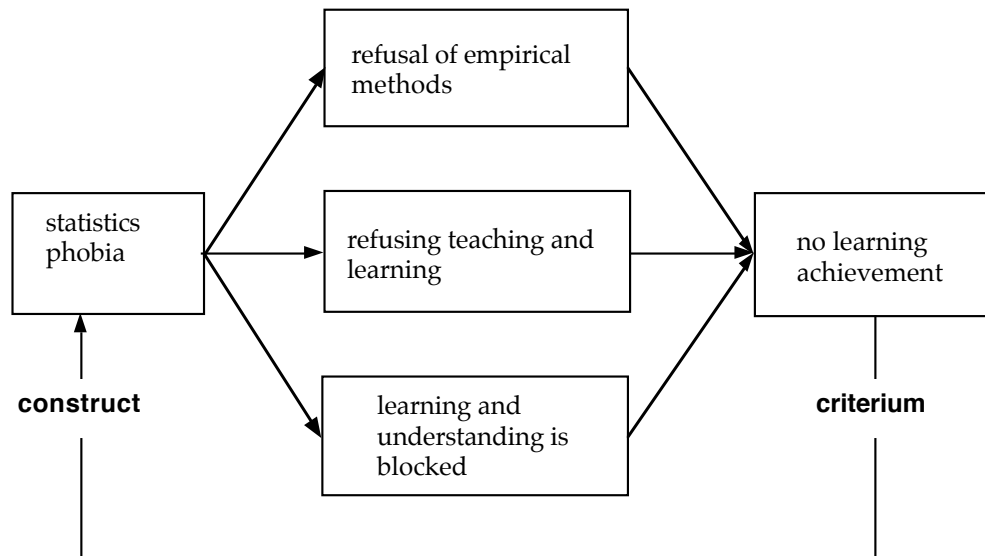


Abb. 1: Statistikphobie

E.L.M.A. war nicht nur ein Forschungsprojekt, sondern zugleich eine didaktische Intervention. E.L.M.A. definierte ein didaktisches Konzept, das auf dem Konzept des Entdeckenden Lernens² beruhte und aus einer Mischung von Kleingruppenarbeit in Seminaren und Rückmeldephasen, begleitet von speziellen Unterrichtsmaterialien und Skripten, bestand. Die kognitiven Lernprozesse der Studierenden sollten unter den Bedingungen der Intervention untersucht werden. An die Stelle der Vorlesungen traten Kleingruppen in Seminaren. Die Kleingruppen erhielten schriftliche Materialien mit Problemlösungsübungen. Etwa alle 20 Minuten gab es eine Feedback-Session. In diesem Rahmen evaluierten wir die Lernprozesse, führten Befragungen durch, untersuchten kognitive Probleme mit der Methode des lauten Denkens (Schulmeister/ Birkhan 1983, Birkhan/Schulmeister 1983), und verbesserten ständig die Lehrmaterialien durch die Mitarbeit der Studierenden an den Texten (Bogun/Erben/Schulmeister 1983). Sobald die Übungen besser wurden, erhöhte sich auch der Lernerfolg der Studierenden: Etwa 60% der Studierenden lernte die Grundlagen unmittelbar im Unterricht, 20% mußten sich nach wie vor auf dem harten Wege außerhalb des Unterrichts auf die Prüfungen vorbereiten. Nur noch 20% der Studierenden erreichten das Ziel nicht.

² zum Entdeckenden Lernen s. Bruner (1961), Shulman/Keislar (1966) und Neber (1975); vgl. Schulmeister (1996), 65ff.; speziell in der Anwendung auf das Lernen mit Computern und Lernprogrammen s. Hsu/Chapelle u.a. (1993), Jacobs (1992).

Unsere Hypothese war, daß Lehren und Lernen mit einem anderen didaktischen Konzept den Lernerfolg der Studierenden günstig beeinflussen könnte. Die geeignete Stelle für die didaktische Intervention illustriert Abbildung 2:

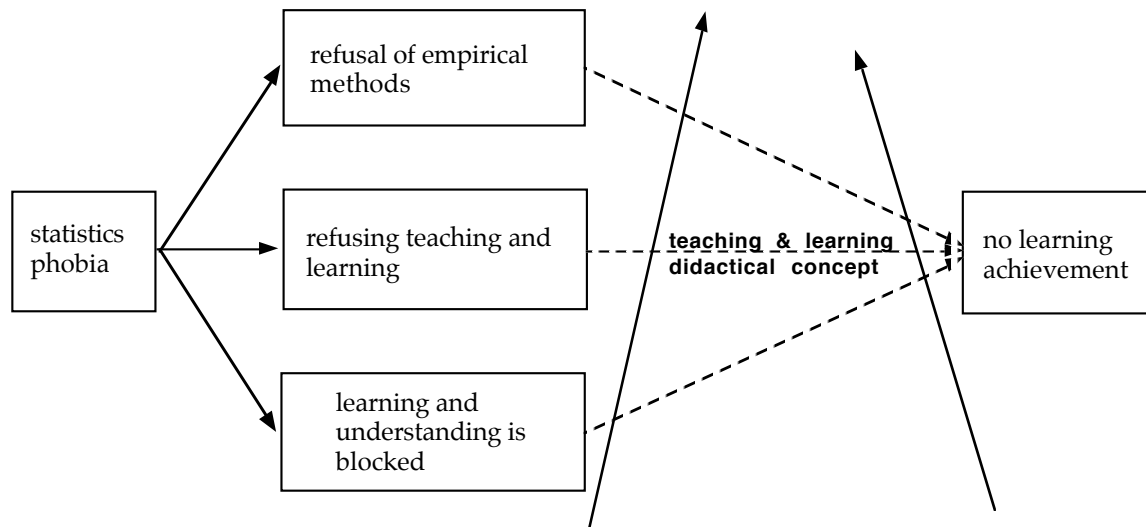


Abb. 2: Didaktische Intervention

Die beiden folgenden Tabellen illustrieren den Wandel in der Verteilung der Konstrukte „Statistikphobie“ und „Statistikkritik“ nach drei Semestern:

| <i>t</i> | <i>Abneigung</i> | <i>neutral</i> | <i>keine Abneigung</i> |
|----------------|------------------|----------------|------------------------|
| 1. Sem. | 73% | 12% | 15% |
| 2. Sem. | 25% | 48% | 27% |
| 3. Sem. | 31% | 26% | 53% |

Tab. 1: Statistikphobie (N = 123)

| <i>t</i> | <i>kritisch</i> | <i>neutral</i> | <i>unkritisch</i> |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| 1. Sem. | 66% | 26% | 8% |
| 2. Sem. | 31% | 42% | 27% |
| 3. Sem. | 34% | 19% | 53% |

Die Statistikphobie nahm bereits nach dem ersten Semester stark ab, wich zunächst einer neutralen Haltung und ging dann in eine Haltung ohne Angst über. Auch die ursprünglich kritische Haltung der Studierenden zur Statistik wich einer indifferenten Zwischenphase und erreichte ein deutlich bimodales Stadium. Die Korrelation zwischen emotionaler Abneigung und kritischer Haltung zur Statistik als Forschungsmethode nahm von $r = .71$ zu $r = .39$ innerhalb von drei Semestern ab.

Das Konzept des E.L.M.A.-Projekts orientierte sich an folgenden didaktischen Prinzipien:

- durchgängiger Inhaltsbezug der Statistik zur Psychologie, um die Studierenden zu motivieren
- Lernsituationen nach dem Modell des Entdeckenden Lernens
- häufige Gruppenarbeit mit konsequenten Feedback-Phasen.

Die Übungen wurden von einem Team von Psychologen entwickelt. Alle Mitglieder des Lehrkörpers, die am Experiment beteiligt waren, wurden in Micro-Teaching-Simulationen für die Gruppenarbeit und die Feedbackphasen trainiert. Solange geschulte Mitarbeiter an der Durchführung der Übungen beteiligt waren, lief das Experiment hervorragend. Aber vor einigen Jahren mußte ich feststellen, daß die im Projekt engagierten Mitarbeiter entweder das Institut verlassen hatten oder sich anderen Lehr- und Forschungsgebieten zugewendet hatten. Das Wissen um das Konzept und die Erfahrungen aus dem Projekt und den Trainings war verlorengegangen. Die Veranstaltungen wurden häufig wechselnden externen Lehrbeauftragten anvertraut. Ich stand vor der Wahl, alles noch einmal von vorn zu beginnen oder aber einen ganz anderen Zugang zum Lernen der Statistik zu suchen.

Aus diesem Grund hatte ich ab 1988 begonnen, die Papier-und-Bleistift-Übungen aus E.L.M.A. auf einem Computer zu programmieren. Als Autorensystem wurde eine Hypermedia-Umgebung, zuerst HyperCard, später SuperCard gewählt, die sowohl Hypertext-Funktionen als auch multimediale Eigenschaften aufwies und die zudem über eine eigene Programmiersprache verfügten.³ Schließlich wurde die Lernumgebung netzbasiert umprogrammiert und ins Internet gestellt.

Hypertext-Systeme stellen eine offene Umgebung bereit, in der die besondere Aufgabe für den Softwareautor darin besteht, die Navigation der Studierenden sorgfältig vorzubereiten. Die objektorientierte Programmierungsumgebung bot eine Reihe von Vorteilen gegenüber traditionellen strukturierten Programmiersprachen: schnellere Programmierung, Flexibilität im Design, komfortable Bedienungselemente, leicht handhabbare Multimedia-Eigenschaften, Funktionalität externer Befehle.

³ Selbstentwickelte Lernsoftware zur Statistik bieten auch Cummins/Zangari u.a. (1987) und Wilson/Maleson (1995). Im Internet erreichbar ist eine Datenbank, die aus einer Umfrage der HIS GmbH (Lewin/Heublein u.a. 1996) zum Einsatz von Medien im Hochschulunterricht entstanden ist (<http://www.his.de/abt3/proj/676/index.html>). In dieser Datenbank finden sich eine Reihe von Programmen (insgesamt finden sich dort 38 Nennungen von Hochschullehrern in verschiedenen Fächern, die Statistikprogramme in der Lehre einsetzen, zumeist kommerzielle statistische Software wie SPSS, wobei die 38 Nennungen sicherlich nur ein Bruchteil derjenigen sind, die genau dasselbe tun). Etwas anderes sind selbstentwickelte Programme, die meistens den Aspekt des Lernens höher gewichten als den des Übens mit fertiger Statistiksoftware:

So z.B. EXERCISER (DOS, Windows), ein tutorielles System für das Grundstudium in Statistik, und STATUS, ein Programm, das Statistik als wissensbasiertes System behandelt, von der Universität Erlangen-Nürnberg, WISO-Fakultät, LS. f. Statistik und Ökonometrie, 90403 Nürnberg, sowie HYPERSTAT; ein hypertextbasiertes, interaktives Statistikskript im World Wide Web, das im Rahmen der Statistikausbildung im Studiengang Diplom-Psychologie an der Universität Freiburg eingesetzt wird (<http://www.psychologie.uni-freiburg.de/hyperstat/hyperstat.html>). PC-Lernprogramme und ein Kursmanuskript zum Kurs „Statistik und Methoden der empirischen Sozialforschung“ bietet das Fach Politologie der Universität Mainz. Sehr speziell ist das Programm XTREMES, eine statistische Software zur Bearbeitung von Problemstellungen in der statistischen Extremwertanalyse, die im Fach Statistik an der Universität Siegen eingesetzt wird.

sozlPro ist ein zur Zeit noch in der Entwicklung begriffenes Tutorial speziell zum Thema „Stichprobenziehung“ auf CD-ROM (hybrid), das von Torsten Schwarzkopf (email: toast.schwarzkopf@lrz.uni-muenchen.de) entwickelt wurde und an der Ludwig-Maximilians-Universität München (Soziologisches Institut, Prof. Dr. Jutta Allmendinger, Konradstr. 6, 80801 München) eingesetzt wird.

Leider reichte die Funktionalität später nicht mehr aus. Um system-unabhängig zu sein, mussten die interaktiven Übungen in Flash und Java programmiert werden. Und das System sollte deutlich über die deskriptive Statistik hinaus weiter entwickelt werden.

Der Methodenlehre-Baukasten (MLBK)

Der MLBK ist nicht ein weiteres Statistikprogramm, er ist gar kein Statistikprogramm, sondern ein Programm zum Lehren und Lernen der Statistik in der Psychologie, den Sozialwissenschaften, der Medizin und der Erziehungswissenschaft. Das macht einen grundlegenden Unterschied aus.

Der MLBK deckt den gesamten Stoff der Statistik und Methodenlehre ab: Die deskriptive Statistik, die Inferenzstatistik, multivariate Methoden wie Faktorenanalyse, Varianzanalyse, u.a. Darüber hinaus bietet der MLBK Lektionen für Datenerhebung, Datenvisualisierung und rumbezogene Datenanalysen an. Für alle Themen enthält das Programm eine Vielzahl interaktiver Übungen, Texte im Umfang von mehreren Online-Büchern und ein Glossar.

Die Übungen können nicht mit traditionellen Statistik-Aufgaben verglichen und deshalb auch nicht in kommerziellen Software-Paketen durchgeführt werden, sondern sie stellen spezifische didaktische Materialien für tutorielle Experimente im Seminar oder für das Selbstlernen dar, die manche der in Statistikpaketen üblichen Berechnungen förmlich „auf den Kopf stellen“. Die meisten Übungen verfolgen das Ziel, das Verstehen statistischer Konzepte auf dem Wege entdeckenden Lernens zu ermöglichen, einem pädagogischen Konzept nach Bruner (1964) auf der Grundlage von Piagets epistemologischer Theorie der kognitiven Entwicklung.

Mit Hilfe des Computers können die früheren pencil-and-paper-Übungen nun so oft wiederholt werden, wie es der Studierende selbst für nötig hält. In den meisten Fällen berechnet der Computer die Formeln oder Funktionen, um dem Studierenden Zeit zu sparen und damit er/sie die Berechnungen nicht wiederholen muss, wenn er/sie die Daten variieren will. Das Programm kann unmittelbar im Unterricht eingesetzt werden, es kann aber auch bei der Gruppenarbeit im Computerpool einen sinnvollen Platz finden und ebenso beim individuellen Lernen. Am besten ist es, den Lehrenden und den Studierenden die Entscheidung zu überlassen, in welcher Weise sie das Programm für sich nutzen wollen.

Ziel des MLBK ist es, alle Daten Inhalte und Übungen nach vier Fächern zu differenzieren: Erziehungswissenschaft, Psychologie, Soziologie, Wirtschaftswissenschaft, Medizin. Wählt man eines der Fächer, so sollen die Daten in den Übungen aus empirischen Datensätzen der jeweiligen Fächer kommen: Psychologie – eine Burn-out-Studie, Soziologie – der SOEP-Datensatz, Erziehungswissenschaft – die Shell-Jugendstudie, Medizin – eine Krebs-Studie etc. Die Anpassung der Texte und Übungen an die fächerspezifischen Kontexte und Daten ist in der Psychologie durchgängig realisiert worden, in der Soziologie und in der Erziehungswissenschaft konnte dies bislang nur teilweise erreicht werden. Hier warten wir darauf, ausreichend Benutzer zu bekommen, damit wir die Entwicklung vollenden können.

Inhalte des MLBK

Der MLBK umfasst folgende Module:

Von der Realität zu den Daten

Datenerhebungsverfahren

Statistik I

Statistik II

Spezielle Methoden

Experimentalmethoden

Hinter den Modulen verbergen sich folgende Inhalte:

LEKTIONEN

(die angeführten Zahlen betreffen nur die Seiten mit Übungen innerhalb der Lektionen; in Klammern die Zahl der Seiten bzw. Übungen Zusätzlich gibt es ebenso viele oder mehr Seiten mit den Lehrbuchtexten und den Glossartexten)

Von der Realität zu den Daten (28)

Wissenschaftstheor. Grundlagen (14)
Theorien und Hypothesen (8)
Hauptformen empir. Sozialforschung (2)
Forschungsdesigns (2)
Auswahlverfahren (2)

Datenerhebungsverfahren (39)

Fragebogenkonstruktion (16)
Entfaltungstechniken/Unfolding (9)
Likert-Skalierung (6)
Paarvergleich nach Thurstone (8)

Statistik I (132)

Skalen (9)
Tabellen (8)
Grafiken (12)
Lagemaße (7)
Dispersionsmaße (12)
Verteilungen (14)
Korrelation (13)
Weitere Korrelationskoeffizienten (11)
Lineare Regression (8)
Multiple Regression (12)
Partialkorrelation (8)
Faktorenanalyse (18)

Statistik II (96)

Stichprobe und Grundgesamtheit (11)
Chi-Quadrat 1 (10)
Statistische Hypothesen (7)
Unterschiede testen 1 (12)
Chi-Quadrat 2 (13)
Unterschiede testen 2 (12)
Einfaktorielle Varianzanalyse (19)
Mehrfaktorielle Varianzanalyse (12)

Spezielle Methoden (148)

Clusteranalyse (29)
Indexanalyse (52)
Konzentration (10)
Zeitreihenanalyse (27)
Räumliche Visualisierung (30)

Experimentalmethoden (96)

Grundlagen und interne Validität (23)
Validität einer Untersuchung (10)
Variablenvalidität (15)
Signifikanztestvalidität (29)
Entscheidungsvalidität (19)

Insgesamt umfasst der MLBK für jedes der vier angesprochenen Fächer (Psychologie, Erziehungswissenschaft, Soziologie, Medizin) jeweils 539 Seiten mit fast ebenso vielen interaktiven Übungen und größere Anteile für Wirtschaftswissenschaften und Raumbezogene Datenanalysen.

Die Lernumgebung MLBK

Das Hauptfenster vom MLBK: Die obere Leiste und die untere Leiste sind während der Arbeit mit dem MLBK ständig präsent

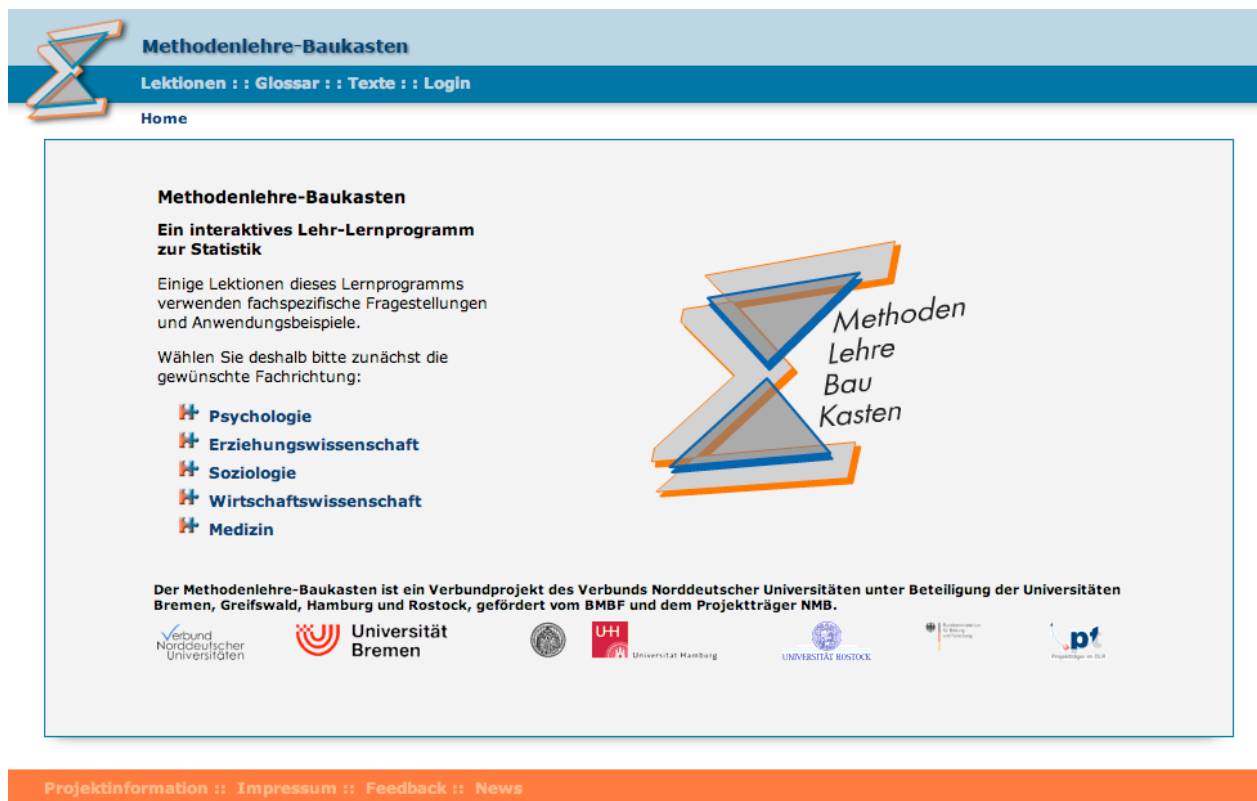


Abb. 3: Das Hauptfenster des MLBK

Der obere blaue Menübalken des MLBK öffnet den Weg zu den Lektionen, den Buchtexten und zum Glossar. Der untere rote Menübalken führt zur Projektinformation, dem Impressum und zur Rückmeldung an die Programmanbieter.

Die folgende Abbildung zeigt die Texte im Statistik-Buch. Während das Statistik-Buch leicht verständliche Einführungen und ausführliche Erklärungen anbietet, die sich eher als die Texte im Glossar zum Lernen eignen, enthält das Glossar nur kurze Definitionen.

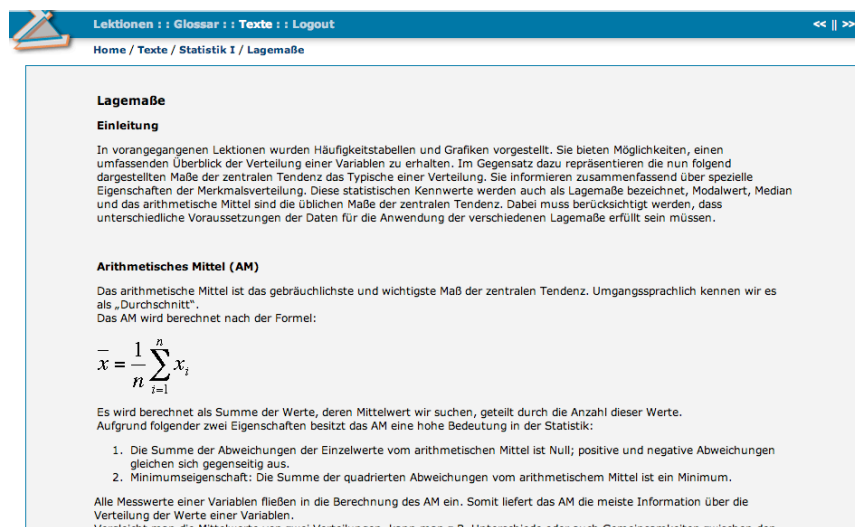


Abb. 4: Das Textfenster mit dem Statistik-Buch

Die Übungen im MLBK

Die Übungen im MLBK zentrieren sich um kognitive Probleme beim Verstehen der statistischen Konzepte und versuchen, bestimmte didaktische Prinzipien zu verwirklichen, die für die Motivation und das kognitive Lernen wichtig sind: Entdeckendes Lernen, interaktive Visualisierung, Animation und Lernen durch Üben und Wiederholung.⁴ Sie knüpfen jeweils am vorhandenen Vorwissen der Studierenden an.

Entdeckendes Lernen:

Einige Übungen präsentieren Puzzles und Rätsel und geben den Lernenden die Chance, die Lösung selbst zu entdecken. Eine präzise Lösung ist in manchen Fällen nicht erforderlich, es kommt eher auf das Verstehen und die Erklärung des kognitiven Konzepts an.

Interaktive Visualisierung:

Verschiedene zweidimensionale Methoden der Visualisierung veranschaulichen die erklärten Konzepte und Relationen. Diagramme und Grafiken sind ebenso interaktiv vom Studierenden zu manipulieren wie Tabellen. In der Regel sind Grafiken und Tabellen miteinander so verknüpft, dass Interaktionen mit der Tabelle unmittelbar in der Grafik widerspiegelt werden und umgekehrt.

Animationen

illustrieren funktionale Mechanismen von Formeln durch Hervorhebung der berechneten Daten oder durch visuelles „Wandern“ der Daten in die Grafik.

⁴ für eine ausführliche lerntheoretische Begründung der herangezogenen didaktischen Konzepte und eine Einordnung in das Umfeld von Lernsoftware und Lernsystemen vgl. Schulmeister 1996, 4. Aufl. 2007.

Übung und Wiederholung: Alle Übungen bieten dem Studierenden vielfältige Manipulationsmöglichkeiten. In der Regel kann der Studierende die Datenreihe variieren, die einer Übung zugrunde liegt. Formeln werden in Teile zerlegt und sind durch direkte Manipulation zusammensetzbar.

Komplexe Konzepte werden in eine Serie von Subkonzepten unterteilt. So gibt es jeweils mehrere Übungen zum Mittelwert, zur Varianz und zur Korrelation. Die Berechnung der Faktorenanalyse enthält beispielsweise Übungen zur Matrizenrechnung, zur Berechnung der Ladungsziffern, zur schrittweisen Extraktion von Faktoren und zur Rotation von Faktoren.

Einige Beispielübungen aus dem MLBK

Im folgenden werden einige Übungen beschrieben, obwohl dies nur ungenügend geschehen kann, da die Abbildungen die Interaktionen mit der Grafik und die Bearbeitung der Übungen mit der Methode der direkten Manipulation nicht wiedergeben können.

Interaktion mit Daten

Die meisten Übungen werden durch einführende Texte erläutert. Hier wird noch einmal auf das jeweilige Forschungsprojekt zurückgegriffen, das den Datensatz für die Lektion geliefert hat. In den ersten beiden Modulen des Programmsystems wird die Wissenschaftstheorie der Datengewinnung und werden die Grundlagen der Datenerhebung behandelt. Danach können die Studierenden interaktiv mit den Daten umgehen. Die folgende Übung illustriert, wie man von der Urliste zur Häufigkeitstabelle gelangt:

Methodenlehre-Baukasten

Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout

Seite 2/8 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik 1 / Tabellen / Häufigkeitstabelle erstellen

Häufigkeitstabelle erstellen

Wie haben die Rehabilitanden auf die Frage: "Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen entmutigt und traurig?" geantwortet? Die Häufigkeitstabelle der Variable "entmutigt und traurig" gibt dazu einen systematischen Überblick. Auf einer sechsstufigen Skala (1 = immer, 6 = nie) schätzten die Befragten sich selbst ein.

Übung 1:

Unten links sehen Sie die **Urliste** der Werte für 20 zufällig ausgewählte Befragte aus der Reha-Studie. Schauen Sie, wie oft jeder Wert vorkommt. Rechts entsteht eine sortierte Tabelle. Erstellen Sie eine **Strichliste**, indem Sie in der Häufigkeitstabelle entsprechend oft auf jeden Wert klicken. Probieren Sie die Übung auch für andere Variablen aus.

Urliste

| Fallindex | Wert x_j |
|-----------|------------|
| 1 | 4 |
| 2 | 6 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |
| 5 | 4 |
| 6 | 3 |
| 7 | 5 |
| 8 | 4 |
| 9 | 6 |
| 10 | 5 |
| 11 | 5 |
| 12 | 5 |
| 13 | 5 |
| 14 | 6 |
| 15 | 4 |
| 16 | 5 |
| 17 | 6 |
| 18 | 5 |
| 19 | 4 |
| 20 | 4 |

Variable

ruhig und gelassen

Häufigkeitstabelle

| Index j | Wert x_j | $f(x_j)$ | Strichliste |
|-----------|------------|----------|-------------|
| 1 | 1 | 0 | |
| 2 | 2 | 0 | |
| 3 | 3 | 1 | I |
| 4 | 4 | 7 | IIII I II |
| 5 | 5 | 7 | IIII I II |
| 6 | 6 | 5 | IIII I |


Projektinformation : Impressum : Feedback : News

Seite 2/8 << || >>

Abb. 5: Texterläuterungen mit Grafikillustrationen

Der klassische Zugang: Computer-Based Training

Einige Übungen sind nach dem klassischen Muster des Computer-Based Trainings (CBT) arrangiert: Es werden Textitems vorgegeben und nach der richtigen Zuordnung gefragt oder um die richtige Interpretation nach vorgegebenen Antworten gebeten.



Methodenlehre-Baukasten
 Lektionen :: Glossar :: Texte :: Logout
 Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Skalen / Zusammenfassung

Seite 7/9 << || >>

Zusammenfassung 1

Für die vier Skalentypen gilt hinsichtlich der mathematisch sinnvollen Aussagen und Operationen das **Inklusionsverhältnis**:
 Alle Aussagen, die über Nominalskalen getroffen werden, gelten auch für Ordinalskalen, alle Aussagen über Ordinalskalen gelten auch für Intervallskalen, alle Aussagen über Intervallskalen gelten auch für Verhältnisskalen.

Übung 5:
 Ziehen Sie alle Aussagen in den blauen Kästchen, die für eine Variable jeweils zulässig sind, auf die Variablen.

Die Messwerte bilden eine Rangreihe

Ein Messwert ist doppelt so groß wie ein anderer

Die Skaleneinheiten sind gleichabständig

Verhältnisskala: Alter

Zwei Messwerte sind ungleich

Intervallskala: müde sein

Zwei Messwerte sind ungleich

Ordinalskala: Schulabschluss

Zwei Messwerte sind ungleich

Nominalskala: Familienstand

Zwei Messwerte sind ungleich

Reset

Projektinformation :: Impressum :: Feedback :: News

Seite 7/9 << || >>

Abb. 6: Übung zum Skalenniveau: Zuordnung mit Drag & Drop

Im Unterschied zum Muster der multiple-choice-Übungen im klassischen CBT wird den Studierenden die korrekte Lösung „verraten“, indem falsch zugeordnete Texttafeln automatisch zurückschnellen. Die rigide Rückverweis-Schleife des behavioristischen Programmierten Unterrichts, die den Lernenden solange nicht aus der Übung entlässt, bis er die richtige Lösung erreicht hat, existiert nicht im MLBK. Die Studierenden müssen selbst die Verantwortung dafür übernehmen, ob sie den Inhalt der Übung verstanden und gelernt haben. Dieses Vorgehen gibt uns die Möglichkeit, den multiple-choice analogen Aufbau der Übungen nicht so zwanghaft zu handhaben wie der Programmierte Unterricht und die Fragen auch nicht derart klein geschnitten und fast suggestiv zu stellen wie dort. So zeigt die obige Übung zum Thema Skalenniveau vier Fragen mit zehn Antwortmöglichkeiten. Die nächste Übung zum selben Thema bezieht sich unmittelbar auf die Variablen des zugrunde liegenden Datensatzes.

Methodenlehre-Baukasten
 Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout
 Seite 8/9 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Skalen / Zusammenfassung

Zusammenfassung 2
 Prüfen Sie noch einmal Ihre Kenntnisse über Skalenniveaus.

Übung 6:
 Ordnen Sie Variablen aus der Burnout-Studie einer der vier Gruppen zu. Klicken Sie die Variable an. Bei Bedarf können Sie sich den Text aus dem Fragebogen mit Klick auf den Button einblenden. Ziehen Sie dann die Variable auf das Skalenniveau. Wegen der Inklusionsregel passen die Variablen auf mehrere Kästchen.

| | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Geschlecht | Geschlecht | Original-Text |
| Alter | Hobbys | |
| sich hoffnungslos fühlen | Familienstand | Nominalskala |
| Familienstand | | Ordinalskala |
| zu wenig Zuwendung | | |
| Hobbys | | Intervallskala |
| optimistisch fühlen | sich hoffnungslos fühlen | |
| Schulabschluss | Alter | Rationalskala |
| müde sein | | |
| belastende Erlebnisse | | |

Projektinformation : : Impressum : : Feedback : : News
 Seite 8/9 << || >>

Abb. 7: Text-Übung zu Skalenniveaus

Interaktive Grafik

Übungen mit interaktiver Grafik sind das Herzstück vom MLBK.

Methodenlehre-Baukasten
 Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout
 Seite 12/12 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Grafiken / Liniendiagramm

Liniendiagramm
 Steigt das Gefühl, "alles satt zu haben" mit dem "Alter"? Zur Veranschaulichung zeitlicher Trends eignen sich besonders **Liniendiagramme**. Sie zeigen Zusammenhänge zweier Variablen noch deutlicher als Streudiagramme. Auf der x-Achse werden die Werte der 1. Variablen abgetragen, auf der y-Achse Summen- oder Durchschnittswerte für die 2. Variable.

Übung 9:
 Erstellen Sie ein Liniendiagramm zum Zusammenhang der Variable "Alter" mit anderen Variablen. Wählen Sie zunächst die Bezugsvariable aus. Klicken Sie dann auf "Liniendiagramm". Steigen die Werte der Bezugsvariablen mit zunehmendem "Alter"? Probieren Sie, ob auch andere Variablen als Basis für Trends möglich sind.

x - Variable: Alter
 y - Variable: belastende Erlebnisse
 Liniendiagramm erstellen

| x | Mittelwert y |
|----|--------------|
| 17 | 5.3125 |
| 18 | 5.125 |
| 19 | 4.6364 |
| 20 | 5 |
| 21 | 4 |
| 22 | 5 |
| 23 | 5.3636 |
| 24 | 4.1667 |
| 25 | 3.3333 |
| 26 | 4 |
| 27 | 5 |
| 28 | 5.3333 |
| 30 | 6 |
| 31 | 5 |
| 32 | 5.25 |
| 33 | 6.5 |
| 35 | 4 |
| 37 | 6 |
| 40 | 6 |

Projektinformation : : Impressum : : Feedback : : News
 Seite 12/12 << || >>

Abb. 8: Übung zur Häufigkeitsverteilung (Grafik)

Die obige Übung zum Thema Häufigkeitsverteilungen berechnet Häufigkeiten und stellt sie als Liniengrafik dar. Die Studierenden können die Variablen aus dem aktuellen Datensatz austauschen, worauf jeweils das Diagramm neu gezeichnet wird.

Methodenlehre-Baukasten
Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout
Seite 6/14 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Verteilungen / Normalverteilung

Normalverteilung (1)

Auf den vorherigen Seiten haben Sie verschiedene Verteilungsformen gesehen. Es gibt eine besondere Art von Verteilung, die symmetrisch und glockenförmig ist: die sog. **Normalverteilung**. Diese ist eine theoretische Verteilung, die als mathematisch-statistisches Modell durch ihren Mittelwert und ihre Streuung eindeutig beschrieben ist und spezielle Eigenschaften hat. Die Normalverteilung ist die Grundlage einer Reihe statistischer Verfahren. In der Praxis wird häufig unter der Annahme der Normalverteilung gerechnet. Modus, Median und Mittelwert fallen im höchsten Punkt der Verteilung zusammen: **Schiefe** = 0 und **Exzess** = 0,263

Übung 5: Lassen Sie sich verschiedene Normalverteilungen anzeigen, indem Sie an der Spitze der Verteilung ziehen. Sie können die Normalverteilungen auch entlang der x-Achse verschieben.

Abb. 9: Übung zur Normalverteilung

Eine besondere Schwierigkeit für Studierende, die Statistik lernen, bildet unserer Erfahrung nach das Konzept des „Verhältnisses“ oder des „Zusammenhangs“ von zwei Variablen. Viele prä-kognitive Metaphern scheinen das Geschäft des Verstehens des bivariablen Falls in der Statistik eher zu erschweren als zu erleichtern. Es ist nicht einfach, das kognitive Konzept des Zusammenhangs durch das Konzept der Co-Variation zu erklären.

Methodenlehre-Baukasten
Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout
Seite 10/13 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Korrelation / Grafische Darstellung der PM-Korrelation

Die grafische Darstellung der Produkt-Moment-Korrelation

Die Grafik zeigt Ihnen fiktive Messwerte, mit denen Sie in dieser Aufgabe arbeiten können.

Übung 6: Klicken Sie auf "Neue Werte". Verändern Sie dann die Lage der Messwerte im Streudiagramm durch Verschieben mit der Maus so, ...

- dass ein sehr hoher Zusammenhang zwischen X und Y ($r = 1$),
- ein absoluter Gegensatz zwischen den beiden Einstellungen ($r = -1$) und
- ein mittlerer positiver/negativer Zusammenhang ($r = 0,5$) entsteht.

Die Werte in der Tabelle und in der Formel ändern sich simultan.

| V_{ij} | x_i | y_i | $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ |
|----------|-------|-------|----------------------------------|
| 1 | 7.01 | 63.21 | 0.55 |
| 2 | 7 | 60 | -0.27 |
| 3 | 7.13 | 61.18 | 0.04 |
| 4 | 6.78 | 61.7 | 0.02 |
| 5 | 6.31 | 61.8 | -0.32 |
| 6 | 6.55 | 57.17 | 0.79 |
| 7 | 6.75 | 64.53 | 0 |
| 8 | 6.61 | 60.06 | 0.14 |
| 9 | 6.57 | 64.01 | -0.53 |
| 10 | 6.8 | 67.1 | -0.19 |

$\bar{x} = 6.751$
 $\bar{y} = 61.07$

$s_x = 0.25$
 $s_y = 2.57$

Abb. 10: Übung zur Korrelation

Methodenlehre-Baukasten
Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout
Seite 10/13 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik I / Korrelation / Grafische Darstellung der PM-Korrelation

Die grafische Darstellung der Produkt-Moment-Korrelation

Die Grafik zeigt Ihnen fiktive Messwerte, mit denen Sie in dieser Aufgabe arbeiten können.

Übung 6: Klicken Sie auf "Neue Werte". Verändern Sie dann die Lage der Messwerte im Streudiagramm durch Verschieben mit der Maus so, ...

- dass ein sehr hoher Zusammenhang zwischen X und Y ($r = 1$),
- ein absoluter Gegensatz zwischen den beiden Einstellungen ($r = -1$) und
- ein mittlerer positiver/negativer Zusammenhang ($r = 0,5$) entsteht.

Die Werte in der Tabelle und in der Formel ändern sich simultan.

| V_{ij} | x_i | y_i | $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ |
|----------|-------|-------|----------------------------------|
| 1 | 4 | 59 | 11.1 |
| 2 | 5.23 | 72.25 | 4.42 |
| 3 | 4.52 | 59.72 | 6.31 |
| 4 | 7.23 | 83.93 | 31.2 |
| 5 | 3.61 | 49.33 | 32.1 |
| 6 | 2.61 | 42.3 | 66.92 |
| 7 | 6.77 | 77.25 | 14.17 |
| 8 | 8.11 | 91.94 | 67.52 |
| 9 | 5 | 64 | -1.16 |
| 10 | 5.77 | 70.25 | 1.24 |

$\bar{x} = 5.385$
 $\bar{y} = 67.01$

$s_x = 1.74$
 $s_y = 15.22$

Auch für diese Problematik wurden vorwiegend interaktive Grafiken als Übungen gewählt. Die Studierenden können im Korrelationsdiagramm die Punkte im Diagramm verschieben, wobei die Änderungen im Diagramm sofort in den Werten in der Wertetabelle und der Formel gespiegelt werden. Eine von mehreren Übungen zur Produkt-Moment-Korrelation wird in den beiden obigen Abbildungen wiedergegeben. Die Korrelationsübungen betonen das Konzept der covariierenden Paare von Variablen. In der obigen Übung können die Studierenden die Punkte im Diagramm mit der Maus hin- und herschieben. Die dazugehörigen Wertepaare in der Wertetabelle

werden jeweils neu berechnet, ebenfalls das Resultat für die Korrelation. Die Studierenden erhalten die Aufgabe, Konstellationen von Punkten zu finden, die Korrelationen von +1.0, -1.0, +0.5, -0.5, 0.0 usw. ergeben. Im linken Bild sieht man eine Lösung, die von der kognitiven Vorstellung geprägt war, dass Korrelation als „Zusammenhangsmaß“ so etwas wie Kohäsion oder Nähe bezeichne, während die Lösung rechts erkannt hat, dass eine hohe Korrelation auch Linearität benötigt.

Diese enaktive Form der Auseinandersetzung mit dieser Thematik hilft den Studierenden dabei, ein kognitives Verständnis für das Konzept der Kovarianz und der Korrelation zu entwickeln, eine kognitive Voraussetzung für die Entwicklung einer formaleren Version dieses Konzepts. Diese interaktive Übung stellt das herkömmliche Prinzip der Statistik-Grafik soz. „auf den Kopf“: Statt aus Daten ein Diagramm zu generieren, erzeugt die Manipulation im Diagramm modifizierte Daten. Dieses Prinzip findet in mehreren Übungen Anwendung, u.a. auch in der folgenden Übung zur Durchschnittlichen Abweichung:

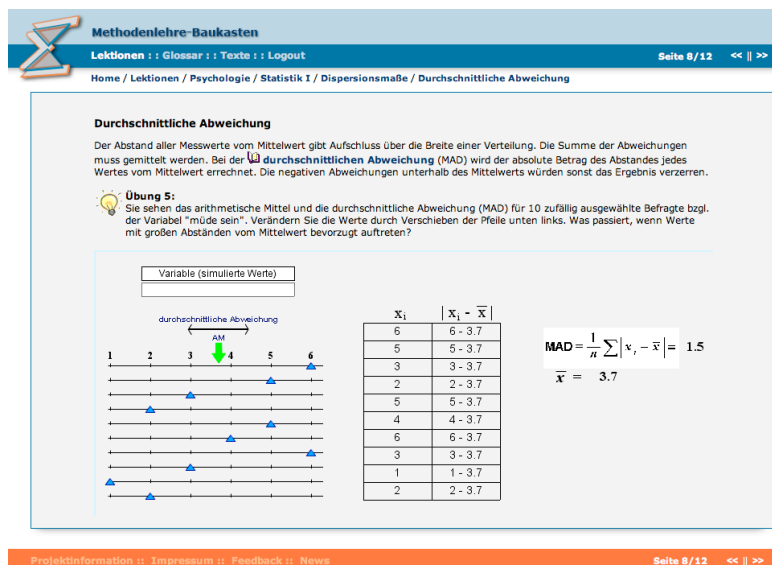


Abb. 11: Interaktive Grafik zur Durchschnittlichen Abweichung (AD)

In dieser Übung können die Werte auf der Skalenachse verschoben werden. Die Manipulation der Grafik wird unmittelbar in der Datenreihe gespiegelt und die Abweichungen vom Mittelwert werden jeweils neu berechnet. Die durchschnittliche Abweichung (average deviation) wird ebenfalls neu berechnet.

Der Einstieg in die Welt der Formeln

In der Regel spielen statistische Formeln als Lernziele in diesem Lehrgang keine Rolle. An wenigen Stellen jedoch sollen auch Übungen angeboten werden, die das Verstehen von einigen grundlegenden Formeln nahe bringen sollen. Auch dies selbstverständlich auf möglichst leichte und spielerische Weise.

Spezielle Interaktionsformen wurden für das Erlernen von Formeln und deren Arbeitsweise entwickelt. Beim Umgang mit Formeln wollten wir vermeiden, dass die Studierenden die teilweise

aufwendigen Berechnungen selbst durchführen müssen. Dennoch sollten sie den Algorithmus der Berechnung verstehen lernen. Dieses Ziel wurde durch Partialisierung der Aufgabe erreicht: In der folgenden Übung zur Varianz einer Verteilung sollen die Studenten die Varianz zu berechnen, indem sie Teile der Formel sukzessive berechnen lassen (die Summe der Werte, die quadrierten Werte und die quadrierte Abweichung vom Mittelwert) und die Ergebnisse in die entsprechenden Stellen anderer Formeln auf derselben Bildschirmseite einsetzen. Die nächste Abbildung zeigt links die Aufgabe vor Beginn der Übung mit den Original-Formeln. Für den Studierenden ist zunächst nicht erkennbar, an welchen Stellen er/sie berechnete Werte in die Formeln einsetzen muss. Zuerst müssen einige Werte berechnet werden. Die müssen dann an den entsprechenden Stellen der anderen Formeln eingesetzt werden. Werden die richtigen Stellen gewählt, bleiben die Werte „kleben“, handelt es sich nicht um die korrekte Einsatzfläche, „fliegt“ der Wert zurück an seine Position:

Die Berechnung der Produkt-Moment-Korrelation
Die Herleitung der Formel für die Produkt-Moment-Korrelation soll nun durch die praktische Berechnung des Koeffizienten ergänzt werden.

Übung 5: Berechnen Sie jetzt den Zusammenhang zwischen den beiden Variablen x: *PP1 7 BEAN* und y: *TM 2*, indem Sie in das Feld unter dem Wert klicken, den Sie berechnen möchten. Gehen Sie schrittweise vor und ziehen Sie mit der Maus die berechneten Ergebnisse auf die entsprechenden Felder in der Formel. Achten Sie auf die Reihenfolge der zu berechnenden Werte.

Neue Werte

| VP | x _i | y _i | (x _i - \bar{x}) ² |
|----|----------------|----------------|--|
| 1 | 12 | 94 | |
| 2 | 7 | 60 | |
| 3 | 3 | 57 | |
| 4 | 5 | 57 | |
| 5 | 3 | 67 | |
| 6 | 3 | 79 | |
| 7 | 2 | 51 | |
| 8 | 1 | 33 | |
| 9 | 1 | 38 | |
| 10 | 2 | 81 | |

$$r_{xy} = \frac{1}{N} \cdot \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x \cdot s_y}$$

n = 10 \bar{x} = \bar{y} = \sum =

s_x^2 = s_y^2 =

Berechne Berechne Berechne Berechne Berechne

Die Berechnung der Produkt-Moment-Korrelation
Die Herleitung der Formel für die Produkt-Moment-Korrelation soll nun durch die praktische Berechnung des Koeffizienten ergänzt werden.

Übung 5: Berechnen Sie jetzt den Zusammenhang zwischen den beiden Variablen x: *PP1 7 BEAN* und y: *TM 2*, indem Sie in das Feld unter dem Wert klicken, den Sie berechnen möchten. Gehen Sie schrittweise vor und ziehen Sie mit der Maus die berechneten Ergebnisse auf die entsprechenden Felder in der Formel. Achten Sie auf die Reihenfolge der zu berechnenden Werte.

Neue Werte

| VP | x _i | y _i | (x _i - \bar{x}) ² |
|----|----------------|----------------|--|
| 1 | 12 | 94 | 4.83 |
| 2 | 7 | 60 | 10.53 |
| 3 | 3 | 57 | -2.97 |
| 4 | 5 | 57 | -12.43 |
| 5 | 3 | 67 | -2.97 |
| 6 | 3 | 79 | 13.23 |
| 7 | 2 | 51 | -0.07 |
| 8 | 1 | 33 | -0.27 |
| 9 | 1 | 38 | -8.17 |
| 10 | 2 | 81 | -1.87 |

$$r_{xy} = \frac{1}{N} \cdot \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x \cdot s_y}$$

n = 10 \bar{x} = 2.1 \bar{y} = 66.3 \sum = 24.7

s_x^2 = 10.85 s_y^2 = 7.39

Berechne Berechne Berechne Berechne Berechne

Abb. 12: Übung zur Formel der PM-Korrelation

Die rechte Abbildung zeigt die Übung nach Berechnung aller Schritte. Die Stellen in den Formeln, die als Einsatzstellen für die Ergebnisse der Berechnung von Teilformeln infrage kamen (der Mittelwert, die quadrierte Abweichung vom Mittelwert oder die quadrierten Werte), sind flächig markiert (die Werte wurden bereits eingesetzt und die Formeln berechnet):

Auch diese Übung arbeitet mit direkter Manipulation, d.h. die berechneten Teilergebnisse werden mit der Maus über die infrage kommenden Einsatzflächen der Teilformeln geführt und dort „fallen gelassen“. Ist die Zuordnung richtig, „schnappt“ der Wert an der betreffenden Stelle ein, sonst wird er wieder per Animation an seinen Ursprung zurückgeführt. Man kann zwar versuchen, die Übung durch Probieren zu lösen, aber bei mehrfacher Wiederholung entsteht ein Verständnis für die Formel.

Relationen als Tabellen

Die folgende Abbildung gibt die Übung zur Phi-Korrelation wieder (stellvertretend für alle Übungen zu den speziellen Korrelationen, die analog konstruiert wurden):

Methodenlehre-Baukasten

Lektionen : : Glossar : : Texte : : Logout

Seite 5/11 << || >>

Home / Lektionen / Psychologie / Statistik 1 / Weitere Korrelationskoeffizienten / Phi-Koeffizient

Phi- Koeffizient

Bei nominalskalierten Daten, die in Vierfeldertafeln darstellbar sind, wird der **Koeffizient Phi** berechnet. Der Phi-Koeffizient wird bei zwei natürlich dichotomen Variablen oder einer natürlich dichotomen und einer künstlich dichotomisierten Variable berechnet. Bei den Vierfeldertafeln handelt es sich um zwei zweistufige Nominalskalen.

Übung 4:

Wählen Sie eine Variable aus. Die Vierfeldertafel füllt sich mit Werten. Ziehen Sie dann die benötigten Werte in die Formel rechts. In einem zweiten Schritt können Sie die Werte mit den Pfeiltasten verändern. Die Gesamtzahl der Personen bleibt jedoch immer gleich, es handelt sich also um eine Umverteilung innerhalb der Felder. Beobachten Sie, was mit dem Korrelationskoeffizienten geschieht. Wie interpretieren Sie den errechneten Wert?

| | | | |
|----------------------------|-----------|------------|------------|
| | männlich | weiblich | |
| Variable X: | a | b | |
| Geslecht | 970 | 0 | 970 (a+b) |
| | c | d | |
| weiblich | 0 | 1116 | 1116 (c+d) |
| Variable Y: | | | |
| Körperlich weniger geschw. | 970 (a+c) | 1116 (b+d) | 2086 |

$bc = 0$ $ad = 108252$

$$\Phi = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

$$\Phi = \frac{0 - 108252}{\sqrt{970 \cdot 1116 \cdot 970 \cdot 1116}}$$

$$\Phi = -1,000$$

Projektinformation : Impressum : Feedback : News

Seite 5/11 << || >>

Abb. 13: Übung zur Phi-Korrelation

Die meisten nicht-parametrischen Korrelationsformen sind auf der Basis von Tabellen konstruiert. Eine Tabelle ist ein relationales Konzept der nächst höheren Ordnung. Das Konzept der Menge wird zum Konzept der Häufigkeit, das Konzept der Liste wird zum Konzept von Zellen. Tabellen spielen besonders bei nicht-parametrischen Korrelationen eine Rolle. Sobald die Studierenden die Formel per Drag & Drop ausgefüllt haben, können sie die Werte in den Zellen durch die Pfeiltasten erhöhen oder verringern und deren Auswirkung auf das Ergebnis der Berechnung beobachten. Interessante Übungen bestehen darin, gleiche Werte in allen Zellen zu generieren, gleiche Werte pro Diagonale oder pro Zeile bzw. Spalte zu generieren und dann den Effekt auf die Höhe der Korrelation zu beobachten.

Lernen durch Übung und Wiederholung

Viele Übungen gewinnen einen besonderen Lerneffekt dadurch, dass die Studierenden sie so oft wie möglich wiederholen können. Die Wiederholung von Übungen in traditionellen Lehrbüchern ist schwierig, weil die Studierenden bei Lehrbuchübungen die gesamte Berechnung selbst durchführen müssen, in der zumeist kein besonderer Lerngewinn steckt. Im computergestützten Lernprogramm nimmt das Programm den Studierenden die repetitiven Aufgaben ab und ermöglicht es ihnen so, sich auf das Verstehen der dahinter stehenden Konzepte zu konzentrieren. Übung und Wiederholung sind jedoch nur dann sinnvolle Lernformen, wenn die jeweiligen Wertetabellen und Parameter in der Übung variiert werden können. Die Studierenden können ideosynkratische Hypothesen in die Parametervariation stecken und die daraus resultierenden Konsequenzen beobachten. Aus einem solchen konstruktivistischen Prozess resultieren unterschiedliche Ergebnisse, die an die eigenen Ausgangsvermutungen und Hypothesen rückgekoppelt und reflektiert werden sollten.

Konzepte logischer Relationen

Logische Relationen werden im MLBK durch Entscheidungsbäume oder Matrizen visualisiert. Die Problematik der Entscheidung für ein Skalenniveau erscheint beispielsweise als sukzessiv „aufklappbares“ Diagramm:

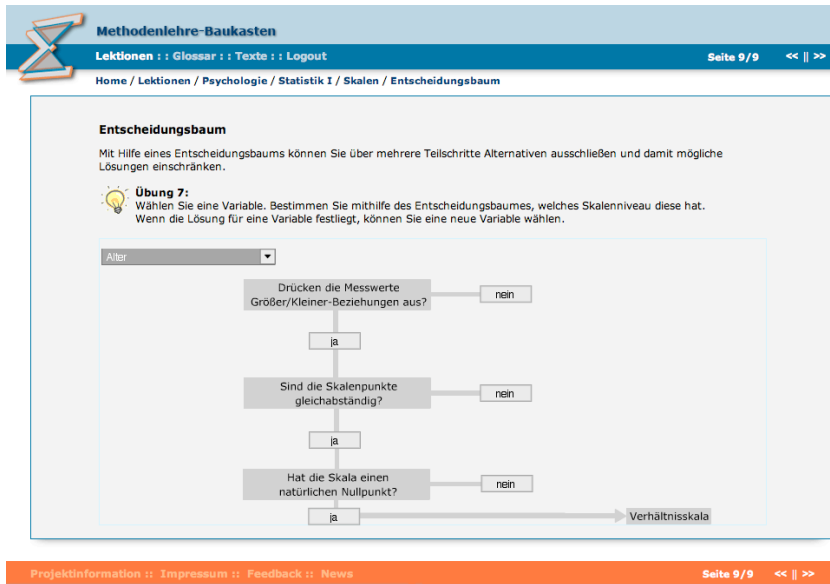


Abb. 14: Entscheidungsbaum zum Skalenniveau

Das logische Problem, den korrekten Korrelationstyp für zwei zu korrelierende Variablen zu wählen, wird im MLBK als Entscheidungsmatrix konzeptualisiert. Die beiden Dimensionen der Matrix werden durch die Skalenqualität der beiden Variablen gebildet. Die Studierenden werden aufgefordert, die verschiedenen Korrelationsformen für die jeweiligen Skalenpaare auszuwählen und per Drag & Drop zuzuordnen:

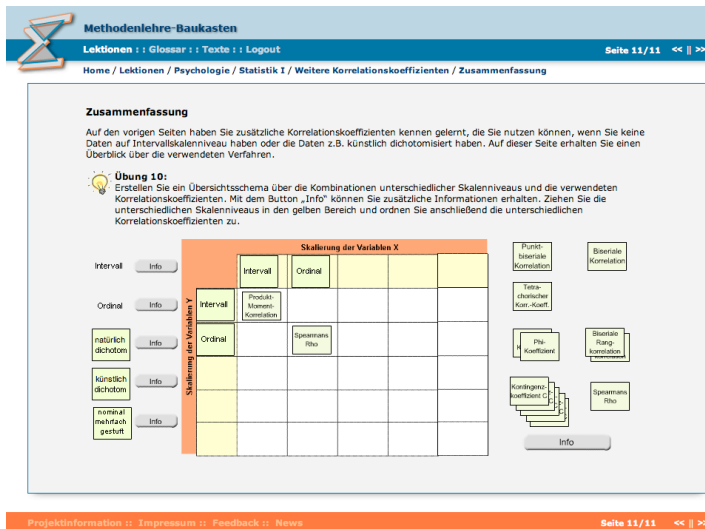


Abb. 15: Entscheidungsmatrix für Korrelationen

Multivariate Verfahren

Der nächsthöhere Fall kognitiver Konzeptbildung nach dem bivariablen Konzept und dem Konzept der Tabelle ist die multivariate Relation, wie sie in der Faktorenanalyse auftritt.

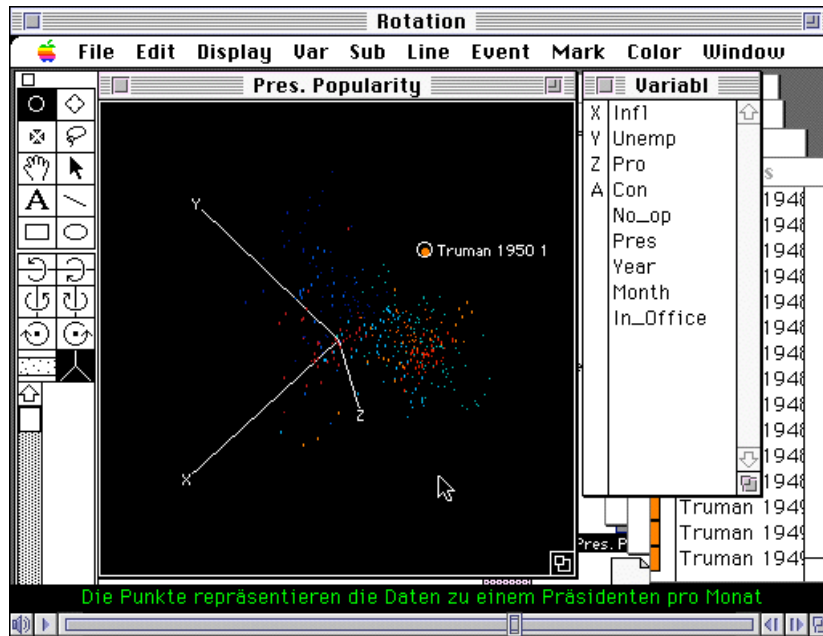


Abb. 16: Rotation einer Punktwolke: Die Gallup-Umfrage

Im MLBK gibt es eine Reihe von Übungen zur Faktorenanalyse, darunter Filme mit dreidimensionalen Scatterplots, ein Beispiel zur Extraktion von Faktoren und zur Rückrechnung der Korrelationsmatrix aus der Faktorenlösung sowie ein Beispiel für die Faktorenrotation in einem dreidimensionalen Scatterplot sowie ein Beispiel für die Rotation der Daten im dreidimensionalen Raum. Der dreidimensionale Fall, speziell die Relation dreier Variablen im Raum, zunächst noch ohne Faktorenanalyse, dient der Motivierung der Studierenden für die Ziele der Faktorenanalyse. Die räumliche Darstellung der Daten ermöglicht ein plastisches Verstehen vor allem der Motivation, die die Grundlage für die Methode der Faktorenanalyse bildet. Nur dann, wenn die Faktorenanalyse ausreichend motiviert wurde, macht es Sinn, zu den technischen Aspekten der Faktorenanalyse voranzuschreiten. Die technischen Aspekte behandeln eine komplette Faktorenanalyse, aufgeteilt in mehrere Teilschritte, in Matrizenrechnung, Datenrotation, Faktorenextraktion, Faktorenrotation und Faktoreninterpretation.

Die folgende Bildschirmabbildung zeigt den Programmteil, der es den Studierenden ermöglicht, zwei Faktoren gradweise zu rotieren. An diesem Fall lässt sich sehr gut erkennen, dass sich an der Relation der Variablen untereinander und der Relation der Faktoren zueinander nichts ändert, obwohl ihre Position im Koordinatenkreuz verändert wird.

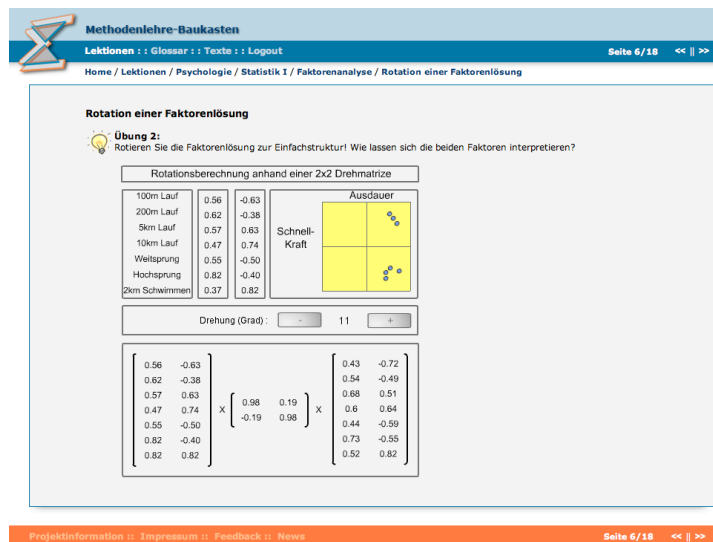


Abb. 17: Rotation einer Faktorenlösung

Literatur

BERGERON, A. /
 BORDIER, J.:

An Intelligent Discovery Environment for Probability and Statistics. In: Lewis, R. / Otsuki, S. (eds): Advanced Research on Computers in Education. Proceedings of the IFIP TC3 International Conference on Advanced Research on Computers in Education, Tokyo, Japan, 18-20 July, 1990. Amsterdam : North-Holland (1991) - S. 191-197

BIRKHAN, G. /
 SCHULMEISTER, R. (1983):

Untersuchung kognitiver Probleme beim Lernen der Statistik: Kognitive Operationen und Lernstile. -In: SCHULMEISTER 1983, S. 44-84.

BLALOCK, H.M. (1987):

Some General Goals in Teaching Statistics. In: Teaching Sociology. 15 (1987) - S. 164-172

BOGUN, M. /
 ERBEN, C. /
 SCHULMEISTER, R. (1983):

Einführung in die Statistik. Ein Lernbuch für Psychologen und Sozialwissenschaftler. Weinheim/Basel: Beltz 1983.

BOGUN, M. /
 ERBEN, C. /
 SCHULMEISTER, R. (1983):

Begleitbuch zur Einführung in die Statistik. Didaktischer Kommentar und Unterrichtsübungen. Weinheim/Basel: Beltz 1983.

BRUNER, J.S. (1961):

The Act of Discovery. In: Harvard Educational Review. 31 (1961) - S. 21-32

CUMMING, G. /

- ZANGARI, M. /
THOMASON, N. (1995): Designing Software for Cognitive Change: StatPlay and Understanding Statistics. In: Tinsley, J.D. / van Weert, T.J. (eds): World Conference on Computers in Education VI. London u.a. : Chapman & Hall (1995) - S. 753-765
- DIRSCHEDL, P. /
OSTERMANN, R. (eds) (1994): Computational Statistics. Heidelberg : Physica 1994
- GRUBER, H. /
BALK, M. u.a. (1995): Mein Leben mit dem Methodenkurs. Analyse von StudentInnenwünschen und Möglichkeiten zu deren Umsetzung (=Forschungsberichte der LMU, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie 62) München 1995.
- GRUBER, H. /
RENKL, A. (1996): Alpträume sozialwissenschaftlicher Studierender: Empirische Forschungsmethoden und Statistik. In: Lompscher, J. / Mandl, H. (eds): Lehr-Lernprobleme im Studium — Bedingungen und Veränderungsmöglichkeiten. (1996)
- HSU, J.J. /
CHAPELLE, C.A. /
THOMPSON, A.D. (1993): Exploratory Learning Environments: What are They and Do Students Explore? In: Journal of Educational Computing Research. 19 (1993) - S. 1-15
- HUNSLEY, J. (1987): Cognitive Processes in Mathematics Anxiety and Test Anxiety: The Role of Appraisals, Internal Dialogue, and Attributions. In: Journal of Educational Psychology. 79 (1987) - S. 388-392
- JACOBS, G. (1992): Hypermedia and Discovery-Based Learning: A Historical Perspective. In: British Journal of Educational Technology. 23 (1992) - S. 113-121
- KARAKE, Z.A. (1990): Enhancing the Learning Process with Expert Systems. In: Computers and Education. 6 (1990) - S. 495-503
- LEWIN, K./
HEUBLEIN, U./
KINDT, M./
FÖGE, A. (1996): Bestandsaufnahme zur Organisation mediengestützter Lehre an Hochschulen (HIS Kurzinformation A 7 / 96). Hannover: HIS GmbH 1996
- NEBER, H. (ed) (1975): Entdeckendes Lernen. Weinheim/Basel : Beltz 1975
- RENKL, A. (1994): Wer hat Angst vorm Methodenkurs? Eine empirische Studie zum Streßerleben von Pädagogikstudenten in der Methodenausbildung. In: Olechowski, R. / Rollett, B. (eds): Theorie und Praxis. Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung — quantitative und qualitative Methoden. Frankfurt : Lang (1994) - S. 178-183
- SCHACHT, S.P. (1990): Statistics Textbooks: Pedagogical Tools or Impediments to Learning? In: Teaching Sociology. 18 (1990) - S. 390-396

Methodenlehre-Baukasten

- SCHIEFELE, U. (1988): Der Einfluß von Interesse auf Umfang, Inhalt und Struktur studienbezogenen Wissens. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. 20 (1988) - S. 356-370
- SCHULMEISTER, R. (ed.) (1983): Angst vor Statistik. Empirische Untersuchungen zum Problem des Statistik-Lehrens und -Lernens. Hamburg: AHD 1983.
- SCHULMEISTER, R. / BIRKHAN, G. (1983): Untersuchung kognitiver Probleme beim Erlernen der Statistik: Denkniveaus und kognitive Komplexität. -In: Schulmeister 1983.
- SCHULMEISTER, R. (1992): Statistik lehren und lernen mit dem Computer. Das Programmpaket LernStat. -In: Dette/Pahl (Hrsg.): Multimedia, Vernetzung und Software für die Lehre (=Mikrocomputer-Forum für Bildung und Wissenschaft 4). Berlin/Heidelberg/NewYork: Springer 1992, S. 524-534.
- SCHULMEISTER, R. (1994): Learning Statistics: Beyond Authoring Systems. -In: Dirschedl, P./Ostermann, R. (Hrsg.): Computational Statistics. Heidelberg: Physica 1994, pp. 513-532.
- SCHULMEISTER, R. (1994a): Neue Technologien und Multimedia im Hochschulunterricht. In: Ansorge, R. (Hrsg.): Schlaglichter der Forschung. Zum 75. Jahrestag der Universität Hamburg 1994 (= Hamburger Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte, hrsg. v. E. Krause/G. Otto/W. Walter, Bd 15). Berlin/Hamburg: Dietrich Reimer Verlag 1994, S. 207 - 236.
- SCHULMEISTER, R. (1994b): Multimedia. Neue Medien im Hochschulunterricht. In: Handbuch Hochschullehre. Informationen und Handreichungen aus der Praxis für die Hochschullehre. Bonn: Raabe 1994, Teil B 1.1, S. 1 - 68.
- SCHULMEISTER, R. (1996): Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. Addison-Wesley: Bonn/Paris 1996
- SHULMAN, L.S. / KEISLAR, E.R. (eds) (1975): Learning by Discovery: A Critical Appraisal. Chicago : Rand McNally 1966
- WILSON, N. / McCLEAN, S. (1995): Computer Based Teaching and Learning in Statistics. In: Tinsley, J.D. / van Weert, T.J. (eds): World Conference on Computers in Education VI. London u.a. : Chapman & Hall (1995) - S. 317-325
- ZEIDNER, M. (1991): Statistics and Mathematics Anxiety in Social Science Students: Some Interesting Parallels. In: The British Journal of Educational Psychology. 61 (1991) - S. 319-328