

Author: Kuntze, Sebastian

Date: 2008

Title: WebQuests und Themenstudienarbeit als Lernumgebungen mit dem Ziel der Förderung von Statistical Literacy

Journal: Stochastik in der Schule

Volume: 28

Issue: 1

Pages: 18-28

WebQuests und Themenstudienarbeit als Lernumgebungen mit dem Ziel der Förderung von Statistical Literacy

SEBASTIAN KUNTZE, MÜNCHEN

Zusammenfassung: *Statistical Literacy bedeutet ein Stück Lebenstauglichkeit. Wie können Schülerinnen und Schüler unterstützt werden, Diagramme zu interpretieren, mit Daten zu arbeiten, Komplexität zu reduzieren, Überblicke herzustellen und kritisch wesentliche Informationen herauszuarbeiten? WebQuests und Themenstudienarbeit sind Lernumgebungen, in denen Schülerinnen und Schüler in „dosierter“ Form trainieren können, mit unübersichtlichen Situationen umzugehen. Diskutiert werden in diesem Beitrag daher Unterrichtsmodule, in denen mit diesen Lernumgebungen Statistical Literacy gefördert werden soll. Zur Analyse der in den Lernumgebungen enthaltenen Lerngelegenheiten werden exemplarisch Lernanlässe auf den theoretischen Hintergrund bezogen.*

1..Statistical Literacy – was ist das?

Nicht zuletzt im Gefolge der Leitidee „Daten und Zufall“ der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK 2004a, 2004b) werden neben stochastischen Inhalten Begriffe der Statistik verstärkt in ihrer Bedeutung für den schulischen Unterricht wahrgenommen. Dies entspricht einer internationalen Tendenz, nach der der Statistik in vielen Ländern stärkeres curriculares Gewicht im schulischen Unterricht gegeben wird (Batanero et al. 1995). Dass die deutschen Schülerinnen und Schüler im Bereich „Unsicherheit“ von PISA 2003 im internationalen Vergleich einen recht durchschnittlichen Wert von 493 Punkten (OECD-Durchschnitt: 502 Punkte) erreichten (Deutsches PISA-Konsortium 2004), dürfte dabei eher auf Nachholbedarf in diesem Bereich hindeuten. Vor diesem Hintergrund rückt die Förderung von „Statistical Literacy“ in geeigneten Lernumgebungen in den Mittelpunkt des Interesses. Wallman (1993, vgl. auch Gal 2004) charakterisiert Statistical Literacy folgendermaßen:

“‘Statistical Literacy’ is the ability to understand and critically evaluate statistical results that permeate our daily lives – coupled with the ability to appreciate the contribution that statistical thinking can make in public and private, professional and personal decisions.” (Walmann 1993, S.1)

Ganz wesentlich scheinen bei Statistical Literacy also die Aspekte des lebensweltlichen Bezugs, der Partizipation und der Urteilsfähigkeit zu sein – dies

entspricht offenbar auch in paralleler Weise dem Anliegen des Konstrukts „Mathematical Literacy“ (vgl. Deutsches PISA-Konsortium 2004; OECD 2003). Watson und Kollegen gelang es, Kompetenzstufen für Statistical Literacy zu definieren und diese mit geeigneten Testinstrumenten auch empirisch zu bestätigen (Watson 1997; Watson und Callingham 2003; Watson et al. 2003). Der Umgang mit bzw. das Verständnis von statistischer Variabilität bestätigte sich auch empirisch als dem Test zugrunde liegende Fähigkeitsdimension (zum Verständnis statistischer Variabilität vgl. auch Engel und Sedlmeier 2005). Diese Ergebnisse können für die Entwicklung von Lernumgebungen mit dem Ziel der Förderung von Statistical Literacy Orientierung bieten.

Einen Überschneidungsbereich weist Statistical Literacy zur allgemeinen Lesekompetenz auf (Luke und Freebody 1997; OECD 2003). Die Metapher des „Lesens“ hat insbesondere in dem Kompetenzstufenmodell von Curcio (1987) zur Arbeit mit diagrammartigen Darstellungen und Daten zentrale Bedeutung. Die Kompetenzstufen mit der Kurzbeschreibung „Daten lesen“, „in den Daten lesen“, und „hinter den Daten lesen“ als anspruchsvollster Kompetenzstufe können auch vor dem Hintergrund des von Kröpfl, Peschek und Schneider (2000) diskutierten Dualismus zwischen „Information“ und „Überblick“ gesehen werden. Die Fähigkeit, Daten bedarfsgerecht so zu raffen bzw. Informationen oder Überblicke auch nach selbst zu leistenden Modellierungsschritten aus Daten abzuleiten, entspricht also der höchsten Kompetenzstufe von Curcio (1987). In der Tat stellen offenbar Fähigkeiten, die den Kompetenzen „Modellieren“ und „Darstellungen verwenden“ der KMK-Standards zugeordnet werden können, wesentliche Grundbestandteile dieses Bereichs von Statistical Literacy dar (KMK 2004a). Vor diesem Hintergrund ist es nicht nur möglich, Kompetenzstufenmodelle und Tests für die Kompetenz „Nutzen von Darstellungen und Modellen in statistischen Kontexten“ zu entwickeln (Lindmeier, Kuntze und Reiss 2007; vgl. auch Fröhlich, Kuntze und Lindmeier, im Druck), sondern gerade auch die Konzeption von Lernumgebungen kann von diesen Gedanken profitieren. Beispielsweise kann das Anforderungsniveau von Aufgaben, die in Lernumgebungen vorkommen, anhand von empirisch bestätigten Kompetenzstufen eingeschätzt werden.

Statistical Literacy fokussiert also auf die Handlungsfähigkeit von Lernenden als partizipierenden Bürgerinnen und Bürgern. Sie erfordert Kompetenzen des Nutzens von Darstellungen und Modellen und ist gekennzeichnet durch das Spannungsfeld zwischen Einzelinformationen und dem Herstellen von Überblicken bzw. dem Identifizieren und Generieren relevanter, aus der Datenfülle abgeleiteter geraffter Information. Dabei kommt es mit darauf an, in einer unübersichtlichen Situation gegebener oder auch noch zu erhebender Daten zu strukturieren, Zusammenhänge herzustellen und begründete, möglichst belastbare eigene Folgerungen und Beurteilungen ableiten zu können.

Solche Fähigkeiten zu trainieren, ist auch das Ziel zweier unterrichtsmethodischer Konzeptionen für Lernumgebungen, die sich aus diesem Grunde möglicherweise in besonderer Weise für die Förderung von Statistical Literacy anbieten. Diese beiden Lernumgebungen, Themenstudienarbeit und WebQuest, werden daher im Folgenden kurz vorgestellt, bevor unterrichtspraktische Vorschläge diskutiert werden.

2 Themenstudienarbeit und WebQuests im Mathematikunterricht

Das Lernen anhand von relativ rohen und heterogenen Quellen, die sich auf authentische Situationen beziehen, ist ein verbindendes Merkmal von Themenstudienarbeit und WebQuest. Mit solchen eher rohen und heterogenen Quellen umgehen und ihnen bedarfsgerecht Informationen entnehmen zu können, entspricht nicht nur den mit diesen Lernumgebungen oft verknüpften Zielsetzungen, sondern auch einer Grundintention der Förderung von Statistical Literacy. Aus diesem Grund wird nach einer kurzen Vorstellung der beiden Lernumgebungen überlegt, wie innerhalb dieser methodischen Rahmenkonzeptionen Lerngelegenheiten im Sinne der im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Kompetenz „Nutzen von Darstellungen und Modellen in statistischen Kontexten“ geschaffen werden können.

2.1 Themenstudienarbeit

Themenstudienarbeit ist eine gemäßigt-konstruktivistisch orientierte Lernumgebung, bei der den Lernenden eine Sammlung meist heterogener und Merkmale authentischer Situationen tragender Materialienfragmente zur Verfügung gestellt wird. Auf der Grundlage dieser Materialien sollen die Schülerinnen und Schüler eine zusammenfassende erörternde Ausarbeitung zu einem Inhaltsbereich erstellen. Oft handelt es sich dabei um eine Art

mathematischen Aufsatz. Eigene Rechercheaktivitäten der Schülerinnen und Schüler können im Arbeitsprozess eine zusätzliche Rolle spielen. Einen Überblick über verschiedene unterrichtspraktische Ausgestaltungsmöglichkeiten der Themenstudienarbeit geben Kuntze (2006a), Kuntze (2005a) oder Kuntze und Ramm (2005). Arbeitsabläufe in der Themenstudienarbeit sind schematisch in Abb. 1 dargestellt. Anhand dieser Arbeitsschritte können auch die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler überblicksartig gegliedert werden. Insbesondere für die Arbeit mit diagrammartigen Darstellungen kann die für die Themenstudienarbeit charakteristische Auseinandersetzung mit Materialien anregende Lerngelegenheiten bereithalten.

Themenstudienarbeit - Tätigkeiten der Lernenden:

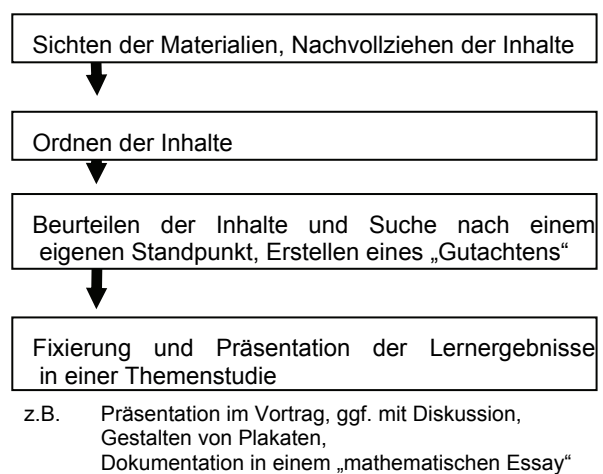


Abb. 1: Grobüberblick über Tätigkeiten der Lernenden in der Themenstudienarbeit

Themenstudienarbeit kann recht unterschiedlich gestaltet werden (Kuntze & Ramm, 2005). Zwei wesentliche Merkmale für eine konsequente Implementation von Themenstudienarbeit bestehen darin, dass die Auseinandersetzung mit den Materialien instruktional wenig durch kleinschrittige Fragen vorstrukturiert ist und darin, dass Materialien mit Merkmalen authentischer Situationen und möglichst mit einem gewissen Diskussionsanreiz als Lerngelegenheiten genutzt werden (vgl. Kuntze 2006b).

Beispielsweise könnten die Lernenden in einer Themenstudienarbeit zum Thema Diagramme die Aufgabe haben, ausgehend von Quellen mit Diagrammen einen darstellenden und bewertenden Überblickstext über verschiedene Diagrammtypen und Manipulationsmöglichkeiten zu schreiben.

Wenn Themenstudienarbeit computergestützt im Mathematikunterricht realisiert wird, kann die Lernumgebung eventuell ähnlich einem WebQuest

gestaltet werden. Dieser Typ von Lernumgebungen wird im Folgenden etwas näher beschrieben.

2.2 WebQuests

Eine weitere Lernumgebung, in der die Lernenden mit einer oft heterogenen Auswahl von Materialien konfrontiert werden, stellen „WebQuests“ dar. Ein wesentliches Charakteristikum dieser Lernumgebung besteht darin, dass die Arbeitsmaterialien in der Regel online zugänglich gemacht werden: Die in WebQuests von den Lernenden aufzusuchenden und zu verarbeitenden Informationsquellen können in der Regel im World Wide Web oder in einem Intranet abgerufen werden. Diese internetbasierten Informationsmaterialien sind normalerweise nicht speziell didaktisch aufbereitet (Bescherer 2001, 2005). Durch ihre Auswahl und zusätzliche instruktionale Hilfen dürfte jedoch im Vergleich zu einer freien Internetrecherche eine an die Voraussetzungen der Lernenden angepasste Lernumgebung entstehen. Hinsichtlich der oft heterogenen Materialenauswahl ergibt sich also eine mögliche Ähnlichkeit zur Themenstudienarbeit.

Die Informationsmaterialien werden den Lernenden über eine Hauptseite des WebQuests mit Links zugänglich gemacht, wodurch eine einer Themenstudienmappe vergleichbare Zusammenstellung von Quellen entsteht. Diese „Vorsortierung“ interessanter Internetadressen dient der Orientierung in der Unübersichtlichkeit und den riesigen Beständen heterogener Informationen, die über das Internet verfügbar sind.

Die Hauptseiten des WebQuest enthalten außer den Links zu den Materialien noch eine Reihe weiterer Informationen für die Lernenden, die größtenteils als instruktionales Hilfsgerüst der Lernumgebung (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001) fungieren können. Dieser Anweisungsteil des WebQuests und die darin enthaltenen Vorgaben an die Lernenden werden mit einem lernökonomischen Argument begründet: Dodge (1997) weist darauf hin, dass WebQuests so zu gestalten sind, dass die Zeit des Lernenden bestmöglich genutzt wird.

Bescherer (2001) nennt ähnlich wie Dodge (1997) sechs Hauptbestandteile von WebQuests:

- *Einleitung*: Bei diesem Text steht das Wecken von Motivation und die Aktivierung von Interesse für die Lernaufgabe in Vordergrund. Auch das Anknüpfen an Vorwissen der Lernenden und die Vorbereitung neuer Konzepte soll von diesem Teil des WebQuests geleistet werden.
- *Aufgabe*: Da WebQuests als produktorientierte Lernumgebung verstanden werden, werden hier

Erwartungen an das Produkt der Tätigkeit der Lernenden beschrieben. Wie das Produkt aussehen soll, ist in WebQuests nicht allgemein festgelegt. Bescherer (2001) nennt die Gestaltung eines Posters, einer HTML-Seite, einer mündlichen Präsentation, die Vorbereitung einer Diskussion, schriftliche Ausarbeitungen wie Essays, etc. als Möglichkeiten.

Eine „ideale Aufgabenstellung“ (Bescherer 2001, S. 78) umfasst Aufforderungen zur Synthesebildung verschiedener Informationsquellen, Aufforderungen zum Einnehmen einer bestimmten Position und Aufforderungen zur Verallgemeinerung und Neugenerierung der gegebenen Daten. Reduzierte Aufgabenstellungen etwa zur Anpassung der Lernumgebung an Merkmale der Gruppen von Lernenden sind denkbar.

- *Vorgehen / Prozess*: In diesem Bestandteil der Aufgabenstellung findet sich - abgestimmt auf die Vorerfahrungen der Lernenden mit projektartigen Arbeitsformen im Unterricht - eine Beschreibung der von den Lernenden zu durchlaufenden Prozesse bzw. des Vorgehens, um die Aufgabenstellung zu erfüllen. Organisationshilfen und Hilfen im Bereich der Metakognition, wie etwa Informationen zur Mind-Mapping-Technik können in diesen Teil eines WebQuests eingefügt werden.
Die Anweisungen zum Vorgehen gehen oft bis in das Detail: „Das Vorgehen sollte so beschrieben sein, dass klar ist, wer wann was zu machen hat“ (Bescherer 2001, S. 79).
- *Quellen*: Unter dieser Rubrik werden Links zu den Materialien des WebQuests aufgelistet. Bei der Auswahl der Materialien bzw. Internetseiten für die Lernumgebung kommt es auf eine sorgfältige Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler an.
- *Bewertung*: Wichtiger Grundsatz von WebQuests ist es, Maßstäbe und Kriterien der Bewertung bereits zum Zeitpunkt der Aufgabenstellung den Lernenden offen zu legen. Eine Übersicht über Kriterien und den Grad ihrer Erfüllung für die Erlangung bestimmter Noten dient den Schülerinnen und Schülern zur Orientierung.
- *Fazit*: Abrundende Bemerkungen und weiterführende Fragen sollen der Einordnung dienen und Anregungen z.B. für eine Abschlussdiskussion geben.

Bescherer (2001) erwähnt die prinzipielle Möglichkeit, Bestandteile des WebQuests den Lernenden auch in Form eines Arbeitsblatts, eines Buchs o. ä.

zur Verfügung zu stellen. March (1998) schlägt andere Medien als den PC nur als Notlösung für den Fall vor, dass an der Schule keine ausreichenden Hardwareressourcen für alle Schüler zu Verfügung stehen und plädiert in diesem Fall für das Ausdrucken von Internetseiten.

Bescherer (2001), Christie (2002) und Dodge (1997) unterscheiden eine Kurz- und eine Langform von WebQuests. Die für 1-3 Unterrichtsstunden geplante Kurzform dient in erster Linie dem verständnisorientierten Erschließen einer Aufgabenstellung auf der Basis eines begrenzten Materialangebots durch die Lernenden. Die Langversion erstreckt sich auf den Zeitraum von 1-4 Wochen, während derer ein Wissensbereich tiefer erkundet und Inhalte in ein von den Lernenden zu erstellendes Produkt eingebracht werden sollen.

Als Zielgruppe für WebQuests scheinen Lernende grundsätzlich bereits dann in Frage zu kommen, wenn sie mit dem Medium ausreichend gut umgehen können. Natürlich ist die Altersgemäßheit des zu betrachtenden Themas zu berücksichtigen.

Das Ziel, Statistical Literacy mit WebQuests zu fördern, ist nahe liegend. So spielen in einer Reihe bestehender WebQuests Diagramme eine Rolle. Da beispielsweise das Entnehmen von Daten aus Diagrammen im WebQuest oft ein Teil eines kumulativen Lernprozesses zu einem anderen Inhaltsbereich ist, steht die explizite Förderung von Statistical Literacy nicht immer im Vordergrund der Zielsetzung solcher WebQuests. Es ist also von besonderem Interesse, mit WebQuests speziell auf die Förderung von Komponenten von Statistical Literacy zu fokussieren. Dabei ist nicht zuletzt zu berücksichtigen, dass im deutschsprachigen Raum noch nicht allzu viele ausgearbeitete WebQuests zur Verfügung stehen.

3 Beispiele zum Einsatz von Themenstudienarbeit und WebQuests

WebQuests scheinen viele Charakteristika der Themenstudienarbeit aufzuweisen und es ist leicht denkbar, eine Themenstudienarbeit in Form eines WebQuests rechnerbasiert umzusetzen. Dennoch können WebQuests nicht vollständig gleichsam als eine Teilmenge der Rahmenkonzeption der Themenstudienarbeit aufgefasst werden. Gerade in der Kurzform der WebQuests ist eine Realisierung denkbar, in der eine recht enge Aufgabenstellung mit zwei bis drei Internet-Quellenangaben etwa durch eine Modellrechnung gelöst werden kann, die auf der Basis der in den Quellen gegebenen Informationen zu einem gefragten Ergebnis führt. Ein

Beurteilen, Zusammenfassen, Werten, oder ggf. Stellung nehmen zu einem Inhaltsbereich, wie es oft in der Themenstudienarbeit vorkommt, würde bei einer derartigen Realisierung eines WebQuests nicht unbedingt auftreten. Insofern handelt es sich bei WebQuest und Themenstudienarbeit um prinzipiell voneinander verschiedene Lernumgebungen, deren Konzeptionen aus Sicht der Unterrichtspraxis jedoch einen Überschneidungsbereich aufweisen können. Oft dürfte es möglich sein, die gleichen Lernziele in relativ analoger Weise als papier- oder rechnerbasierte Themenstudienarbeit oder als WebQuest zu implementieren, woraus sich Wahlmöglichkeiten für die Ausgestaltung einander ähnlicher Lerngelegenheiten ergeben.

Aus diesem Grunde wurde im Rahmen zweier Projekte untersucht, wie Lernumgebungen zur Förderung von Statistical Literacy innerhalb der Rahmenkonzeptionen „WebQuest“ und „Themenstudienarbeit“ realisiert werden können. Da dabei nicht nur die Entwicklung, sondern auch die Implementation und Dissemination von Interesse war, wurde ein Bottom-Up-Verfahren gewählt, bei dem Teams von Mathematiklehrkräften einerseits und Tandems von Studierenden andererseits Lernumgebungen entwickelten. So wurden schwerpunktmäßig zum Themenbereich „diagrammartige Darstellungen“ drei Materialienpakete für Themenstudienarbeit und drei WebQuests ausgearbeitet. Im Falle der Themenstudienarbeiten wurden diese Lernumgebungen von den beteiligten Mathematiklehrkräften auch im Unterricht erprobt. Die entwickelten Unterrichtsmodelle eignen sich für das Gymnasium, können durchaus aber auch an Haupt- oder Realschulen eingesetzt werden, wobei sich je nach Lernumgebung ggf. eine Auswahl der Materialien für eine reduzierte Version empfiehlt. Die Themenstudienmaterialien wurden im Rahmen eines sich nahezu über ein ganzes Schuljahr erstreckenden Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungsprojekts von Teilnehmenden-Teams konzipiert und erprobt, während die WebQuests im Rahmen universitärer Veranstaltungen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung durch Tandems von Studierenden ausgearbeitet wurden. Die Entstehung der Lernumgebungen wurde vom Verfasser betreut und begleitet, wobei allerdings wesentliche Gestaltungsentscheidungen von den beteiligten Lehrkräften bzw. Studierenden getroffen und getragen wurden.

Diese Lernumgebungen werden im Folgenden überblicksartig vorgestellt und kurz diskutiert. Das Augenmerk soll dabei insbesondere auch der Art und Weise gelten, in der Lerngelegenheiten zur Förderung von Statistical Literacy unter den Bedingungen der jeweiligen Lernumgebungen angeboten

werden. Im Falle der Themenstudienarbeit werden auch Ausblicke auf die Nutzung dieser Lerngelegenheiten durch Schülerinnen und Schüler gegeben.

Vorab sei dazu angemerkt, dass die Themenstudien und WebQuests lediglich als erste Vorschläge für die Unterrichtspraxis und als Anregung für das Entwickeln oder Weiterentwickeln eigener Lernumgebungen fungieren sollen. Tipps dazu werden in 3.3 gegeben.

3.1 Drei Beispiele für Themenstudienarbeit zum Inhaltsbereich „Diagramme“

Einige Rahmendaten zu den drei Lernumgebungen, die von den beteiligten Mathematiklehrkräften zum Thema „Diagramme“ konzipiert wurden, finden sich in Tabelle 1. Auch darüber hinaus weisen die Umsetzungen von Themenstudienarbeit jeweils spezielle Gestaltungsmerkmale auf, an denen nicht zuletzt die Möglichkeiten der Anpassung dieser Lernumgebung an verschiedene Unterrichtszusammenhänge und Lernziele verdeutlicht werden können.

Titel der Themenstudienarbeit und Autoren	Konzipiert für Jahrgangsstufe	Anzahl an Unterrichtsstunden
„Vorsicht Diagramme“ (Kiefer, Schmucker und Güntensperger 2004)	8 - 9	4
„Macht der Diagramme“ (Horwath, Palme, Schön und Voß 2004)	7 - 9	4 - 5
„Ein Diagramm sagt mehr als tausend Worte“ (Zischka und Pflug 2004)	5 - 7	4 - 5

Tab. 1: Drei Vorschläge für Themenstudienarbeit zum Thema „Diagramme“

Dementsprechend werden für das Nutzen von Darstellungen und Modellen als Teilbereich von Statistical Literacy unterschiedliche Lerngelegenheiten geschaffen. So verzichten die Themenstudienmaterialien von Kiefer, Schmucker und Güntensperger (2004) auf kleinschrittige Aufgabenstellungen zu den einzelnen Materialien, was von den Lernenden eine relativ selbstgesteuerte Arbeitsweise bei der Beschäftigung mit den inhaltlich vergleichsweise weit gespannten Materialien erfordert. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei unter anderem Zusammenhänge herstellen und so Wissen zu mathematischen Begriffen vernetzen. Die Materialienmappe zu dieser Themenstudienarbeit umfasst beispielsweise die folgenden Dokumente:

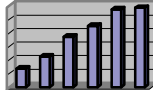
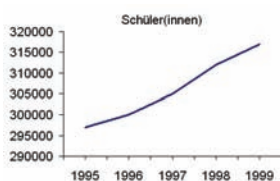
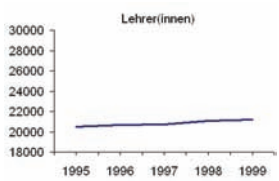


Diagramme
Dokument 5

Nach der Veröffentlichung der Zahl der Schüler und Lehrer an den bayerischen Gymnasien könnten am darauf folgenden Tag in verschiedenen Tageszeitungen die folgenden Artikel erscheinen:

A-Städter Tageblatt:

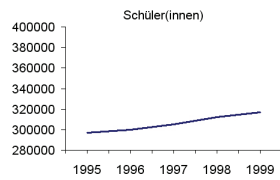
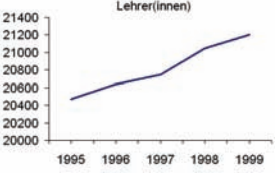
Versorgung der Gymnasien in Bayern mit Lehrern immer schlechter

München (dpa) Das bayerische Kultusministerium hat gestern die neuesten Zahlen über die Lehrer und Schüler an den Gymnasien des Landes veröffentlicht. Aus diesen Zahlen geht eindeutig hervor, dass trotz deutlich gestiegener Schülerzahlen die Zahl der Lehrer nahezu gleich geblieben ist. Lehrer- und Elternverbände fordern seit langem die Schaffung neuer Lehrstellen, damit das Verhältnis von Lehrern und Schülern nicht noch ungünstiger wird.

B-Heimer Anzeiger:

An Bayerns Gymnasien: Zahl der Lehrer wächst stärker als Zahl der Schüler

München (dpa) Das bayerische Kultusministerium hat gestern die neuesten Zahlen über die Lehrer und Schüler an den Gymnasien des Landes veröffentlicht. Der Sprecher des Ministeriums betonte, dass die Zahl der Lehrer seit Jahren stark ansteigt, während die Zahl der Schüler fast konstant blieb. Wörtlich sagte er: „Diese Zahlen widerlegen eindeutig die wiederholt vorgetragene Behauptung, dass das Ministerium zu wenig Lehrstellen schaffe.“

Abb. 2: Dokument 5 der Themenstudienmaterialien „Vorsicht Diagramme“ (entnommen aus Kiefer, Schmucker und Güntensperger 2004)

- Verschiedene Diagrammarten für den selben Datensatz zur Diskussion gestellt
- „Versorgung der Gymnasien in Bayern mit Lehrern immer schlechter“ versus „Zahl der Lehrer wächst stärker als Zahl der Schüler“ – Diagramme und Nachrichtenagenturmeldungen (vgl. Abb. 2)
- Täuschende Diagrammdarstellungen und Absicht der Erstellenden
- Auszug aus einem metawissenschaftlichen Text zu möglichen Tücken in der Statistik (Krämer 1992)
- Mehr oder weniger korrekte Lösungen von Schülerinnen und Schülern einer Aufgabe zum Vergleich von Handyтарifen (mit Bezug zu Darstellungen linearer funktionaler Zusammenhänge).

Um einen näheren Einblick in die in dieser Themenstudienarbeit enthaltenen Lerngelegenheiten zu geben, wurde eines der Dokumente in Abb. 2 wiedergegeben. Eine Auflösung des scheinbaren Widerspruchs zwischen den Diagrammpaaren erfordert Fähigkeiten des mehrschrittigen Nutzens von Darstellungen und Modellen auf Kompetenzstufe III bei Lindmeier, Kuntze und Reiss (2007), vergleichbar einem „Lesen hinter den Daten“ nach Curcio (1987). Schaffen Lernende es, derartige Lerngelegenheiten erfolgreich zu nutzen?

Informationen über die mögliche Nutzung insbesondere auch dieser Lerngelegenheit kann der Auszug aus der schriftlichen Themenstudie von Johannes (8. Jahrgangsstufe) in Abb. 3 geben.

Themenstudie: Vorsicht Diagramme!
Dieser Aufsatz Studie behandelt diverse Arten von Diagrammen und Statistiken und ihr Vorkommen im Alltag. Diagramme sind deshalb so wichtig, weil wir ihnen bei- nahe überall im täglichen Leben begegnen: an Likertskalen, in der Zeitung, im Fernsehen. Viele Menschen betrachten Diagramme einfach nur ohne auf ihren eigentlichen Inhalt, geschweige denn die Achsenbeschriftung zu achten, wodurch Betrüger und Schwindler das Leben leicht gemacht wird. Darum ist es wichtig sich intensiv mit diesem Thema zu befassen.

So eignen sich beispielsweise Säulendiagramme, bei dem Säulen zwei- oder dreidimensional senkrecht auf der x-Achse stehen, gut für Wahlen. Diese Säulen stellen die Anzahl der erreichten Stimmen dar, wobei die Säulen umso höher sind, je mehr Stimmen die entsprechende Partei erreicht hat. Im Fernsehen sind auch häufig sogenannte Tortendiagramme zu sehen, bei denen die Anteile an einem Ganzen in Form von Torten-

stücken, die je nach Anteil unterschiedlich groß sind, dargestellt werden. Diese Tortendiagramme werden beispielsweise zur Darstellung von Sitzen im Bundestag verwendet.

Es gibt auch Kurvendiagramme, wobei durch eine steigende Gerade eine Entwicklung über ^{den} einem bestimmten Zeitraum hinweg aufgesiegt wird. Dadurch kann man zum Beispiel den stetig steigenden Energieverbrauch während dem letzten Jahrzehnten verdeutlichen.

(...)

Deserem hat. Andererseits kann man Diagramme „optisch“ fälschen, wobei die Daten korrekt sind, die Achsenbeschriftungen jedoch so gewählt werden, dass ein Graph mit einer Steigung von 200 Prozent plötzlich fast konstant erscheint. Ein Beispiel dafür wären Statistiken, bei denen die Anzahl der Lehrer mit der Anzahl der Schüler verglichen wird. Hier treten Statistiken in Form von Steigungsdiagrammen auf, bei denen die Zahl der Lehrer im Vergleich zu den Schülern einen wahren Höhenflug erlebt. Allerdings sollte man beachten, dass dieser Vergleich von einem Kultusministerium aufgestellt worden ist, das die y-Achsenbeschriftung so gewählt hat, dass im Diagramm der Schülernzahl ~~Werte~~

an der y-Achse entlang in 2000er Schritte untergliedert sind, während diese bei den Lehrern gerade mal in 200er Schritten voranschreiten. Man kann diese Fälschungsmethode kann man nicht anklagen, da sie inhaltlich vollkommen legal ist. Daher sollte man Diagramme, insbesondere Steigungsdiagramme, mit höchster Vorsicht hinsichtlich der Achsenbeschriftung genießen.

(...)

Abb. 3: Zwei Auszüge aus der Themenstudie von Johannes, 8. Jahrgangsstufe

Johannes (Abb. 3) beschreibt zu Beginn des zweiten, rechten Auszugs neben dem direkten Fälschen von Daten (unmittelbar vor dem wiedergegebenen Auszug) Möglichkeiten, die Darstellung durch Skalierung der Achsen in ihrem möglichen Aussagegehalt zu verändern. Dabei bezieht er sich auf das in Abb. 2 wiedergegebene Dokument. Auffällig ist bei Johannes die argumentierend strukturierte Einbindung der verschiedenen Quellinhalte der Themenstudienmaterialien, die er mit eigenem Wissen in Zusammenhang bringt. Innerhalb der in Kuntze (2005b) diskutierten Intensitätsniveaus der sprachlich-argumentativen und inhaltlichen Verarbeitung erreicht die Ausarbeitung von Johannes das Niveau einer „argumentativen Durchstrukturierung der Inhalte“.

Die zweite Themenstudienarbeit „Die Macht der Diagramme“ (Horwath, Palme, Schön und Voß 2004) weist hinsichtlich der Gestaltung von Lerngelegenheiten eine von der oben besprochenen Lernumgebung verschiedene Struktur auf. Es handelt sich um ein zweistufiges Vorgehen: Die Themenstudienmaterialien enthalten jeweils kleinere Aufgabenstellungen, die von den Lernenden im ersten Schritt des Arbeitsprozesses in Kleingruppen bearbeitet werden sollen.

Aufbauend auf dieser durch die kleinen Aufgaben strukturierten Beschäftigung mit den Quellinhalten soll im zweiten Schritt ein Aufsatz in Form einer darstellenden, einordnenden und resümierenden Zusammenfassung der eigenen Lernergebnisse, d.h. die Themenstudie selbst, erstellt werden. Dadurch soll eine Überblicksbildung und ein Reflektieren des Inhaltsbereichs angeregt werden.

Die Materialien der Themenstudie „Die Macht der Diagramme“ umfassen unter Anderem folgende Dokumente:

- Aufgaben zum Arbeiten mit Datentabellen und Diagrammen
- „Welcher Fehler steckt in der Grafik?“ - Auszug aus dem Beitrag von Strick (1994) mit kurzen aufgabenartigen Anregungen zu eigenen Aktivitäten der Lernenden
- Wahl geeigneter Diagrammdarstellungen
- Arbeit mit alternativen, teils widersprüchlichen Diagrammdarstellungen einschließlich deren Beurteilung
- Sammlung diverser Diagrammdarstellungen.

Um auch hier wieder einen schlaglichtartigen Eindruck von den Ergebnissen der Arbeit der Lernenden geben zu können, wurde in Abb. 4 die erste Seite der Themenstudie von Elvira (7. Jahrgangsstufe)

stufe) wiedergegeben.

Das Niveau der sprachlich-argumentativen und inhaltlichen Verarbeitung in diesem Ausschnitt von Elviras Themenstudie erreicht das mittlere Niveau der „Moderation zwischen den Inhalten“

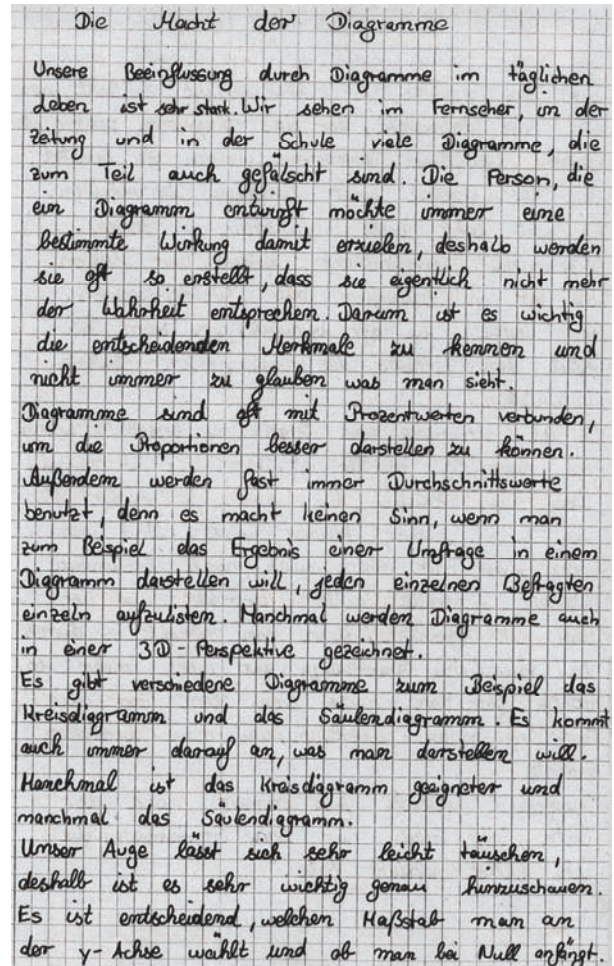


Abb. 4: erste Seite der Themenstudie von Elvira, 7. Jahrgangsstufe

(vgl. Kuntze 2005b). Dies bedeutet, dass in den Materialien enthaltene Ideen von Elvira aneinander angebunden werden, Einleitungen und Überleitungen oft vorhanden sind, jedoch eine größere gedankliche Rahmenstruktur noch deutliche Brüche aufweist. Trotzdem ist in dem Text sichtbar, wie Lerngelegenheiten genutzt wurden: So thematisiert Elvira im zweiten Absatz den Aspekt des Herstellens von Überblicken auf der Basis eines Satzes von Einzeldaten, d.h. der Raffung von Information bei der Erstellung von Diagrammen. Für diese Raffung werden in Elviras Wahrnehmung Durchschnitts- und Prozentwerte genutzt. Diagrammartige Darstellungen scheint Elvira auch kritisch zu sehen. In diesem Zusammenhang nennt sie zwei Möglichkeiten, tendenziöse Darstellungen zu erzielen.

Die dritte Themenstudienarbeit „Ein Diagramm sagt mehr als tausend Worte“ (Zischka und Pflug 2004) richtet sich an Lernende gegen Ende der 5. Jahrgangsstufe. Anpassungen der Themenstudienarbeit an die Voraussetzungen dieser Zielgruppe können in den in die Materialien eingestreuten Aufgaben gesehen werden, die zuerst bearbeitet werden sollen. Außerdem haben die Materialien einen insgesamt etwas reduzierten Umfang. Anregungen zu enaktiven Elementen treten hinzu. Bei diesen Schülerinnen- und Schüleraktivitäten spielen auch einfache Nutzungen von Tabellenkalkulationsprogrammen (Erzeugen von Diagrammen) und eingegrenzte eigene Recherchen eine Rolle. In einem zweiten Arbeitsschritt sollten Lernergebnisse in einem Aufsatz dargestellt werden. Die Themenstudie selbst hat also offenbar eine zur Realisierung von Horwath et al. (2004) vergleichbare Funktion.

Folgende Materialien wurden einbezogen:

- Diagramme aus der Zeitung
- Aufgaben zum wiederholten Werfen eines Würfels mit verschiedenen Diagrammdarstellungen der absoluten Häufigkeitswerte der erhaltenen Augenzahlen
- Entwicklung der Einwohnerzahl Münchens (Dokument als Beispiel in Abb. 5 wiedergegeben)
- Diagramm zur Kursentwicklung einer Aktie mit Fragen dazu
- Kreisdiagramme zur Umweltbelastung mit Aufgaben, u.a. Aufgabe, eigene Kreisdiagrammerstellung auf der Basis einer Umfrage unter 30 Mitschülern zu erstellen.

Wie in Abb. 5 sichtbar wird, können die Lerngelegenheiten dieser Themenstudienmaterialien verschiedenen Anforderungsniveaus des Nutzens von Darstellungen und Modellen (vgl. Lindmeier, Kuntze und Reiss 2007) zugeordnet werden: So dürfte die Aufforderung, eine weitere Säule mit einer aktuellen Einwohnerzahl zu ergänzen, einem einschrittigen Arbeiten innerhalb einer gegebenen Darstellung und eines gegebenen Modells entsprechen, während das begründete Fortschreiben in das Jahr 2100 (auch angesichts des „Sprungs“ bei den Beschriftungen der Rechtswertachse) die Nutzung eines eigenen Modells und auch ein „Lesen hinter den Daten“ in der Terminologie von Curcio (1987) erfordert. Auch die Übertragung der abzuleitenden Zu- und Abnahmen in ein neues Diagramm wäre als ein mehrschrittiges Vorgehen mit Elementen eigenen Modellierens bzw. Nutzens von Modellen einzustufen.

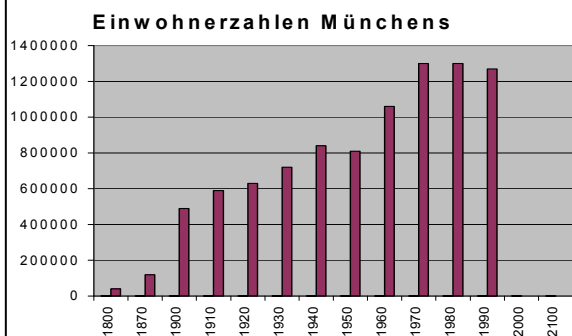
Themenstudie Diagramme Dokument 3

Bevölkerungsentwicklung:

Aus dem folgenden Diagramm kann man die Entwicklung der Einwohnerzahl Münchens ablesen.

Versuche die Entwicklung der Einwohnerzahlen von 1800 bis 1990 zu erklären. Suche dabei nach Ursachen für Anstiege bzw. Rückgänge der Einwohnerzahl.

Ergänze das Diagramm durch eine Säule mit einer aktuellen Zahl ab dem Jahr 2000 (Internet!) und einer Säule mit der möglichen Einwohnerzahl für das Jahr 2100. Begründe dabei warum du im Jahr 2100 diese Zahl erwartest.



Erstelle nun ein Diagramm, das jeweils die Zu- bzw. Abnahme der Einwohnerzahl zur folgenden Jahreszahl angibt.

Abb. 5: Dokument 3 der Themenstudienmaterialien „Ein Diagramm sagt mehr als tausend Worte“ (entnommen aus Zischka und Pflug 2004)

3.2 Drei Beispiele für WebQuests zur Förderung von Statistical Literacy

Auch die drei entwickelten WebQuests weisen jeweils spezielle Gestaltungen von Lerngelegenheiten auf. Unterschiede ergeben sich beispielsweise in Länge und Umfang der WebQuests, im Anforderungsniveau und der Art der gestellten Aufgaben.

Das WebQuest „Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen im Kontext der globalen Klimaveränderung“ (vgl. Abb. 6) von Pabst und Werner (2006) umfasst reichhaltige Gelegenheiten für eine Auseinandersetzung der Lernenden mit Diagrammen. Hervorzuheben sind instruktionale Hilfen zum Aufbau von Techniken des „Befragens“ von Diagrammen u.a. nach ihrem Aussagegehalt und ihrer Herkunft. Authentische Betrachtungen zum Kontext „Klimaveränderung“ werden in diesem WebQuest mit exemplarischen Untersuchungen diagrammartiger Darstellungen verknüpft.



Abb. 6: Startseite des WebQuests von Pabst und Werner (2006)

Klimadiagramme spielen auch eine Rolle im WebQuest von Krämer und Spindler (2006), der jedoch inhaltlich ganz anders angelegt ist. Er weist einen vergleichsweise geringeren Umfang und auch ein geringeres Anforderungsniveau auf. Die Problemstellung dieses WebQuests besteht darin, dass die Lernenden vor dem Hintergrund von Temperatur- und Niederschlagsdaten begründete Empfehlungen für Reisealternativen dokumentieren sollen. Hier dient die Arbeit mit Diagrammen in erster Linie dem zielgerichteten Entnehmen von Daten aus Diagrammen, um eine Entscheidungsgrundlage zu gewinnen. Dieses WebQuest ist in zwei leicht unterschiedlichen Versionen online verfügbar (Krämer und Spindler 2006).

Das ebenfalls online verfügbare WebQuest von Hintzer (2007), das sich an Schülerinnen und Schüler ab der 6. Jahrgangsstufe richtet, fokussiert auf Anwendungsaspekte zum Thema Mittelwerte. Diese Mittelwerte sollen aus in Tabellen- und Diagrammform gegebenen Werten abgeleitet werden und ggf. wieder in Diagrammform dargestellt werden. Außerdem geht es darum, Mittelwerte vor dem Hintergrund der eingangs gegebenen Daten zu interpretieren. Beispielsweise soll die Rolle möglicher Ausreißer diskutiert werden. Ein reduzierter Umfang und eine altersgemäße instruktionale Strukturierung tragen den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler der Zielgruppe Rechnung. Der reduzierte Textumfang führt auch dazu, dass dieses WebQuest für Lernende, die bereits einmal mit einem WebQuest gearbeitet haben, als besonders geeignet erscheint.

Anhand der Kurzvorstellung dieser WebQuests wird deutlich, dass es auch bei der Gestaltung von Lerngelegenheiten in WebQuests eine Bandbreite von Möglichkeiten gibt, die Arbeit mit Diagrammen wie auch das Sprechen und Reflektieren über diagrammartige Darstellungen von Daten für Lernprozesse nutzbar zu machen. Neben der oft fächerübergreifenden Beschäftigung mit Diagrammen können auch Querbezüge zu anderen statistischen Begriffen wie etwa Mittelwerten hergestellt werden.

3.3 WebQuests und Themenstudienarbeit: Hilfen zum Selbermachen

Wie kann man seine Ideen in eigenen WebQuests und Themenstudien umsetzen? Das mögliche Hindernis, eigene HTML-Seiten für ein eigenes WebQuest zu erstellen, kann etwa umgangen werden, indem man die Erstellungshilfe von WebQuests auf <http://www.zebis.ch/tools/easywebquest/31neu.php> nutzt (Stand 01.10.2007). Hier können Texte, Grafiken und die Links zu den Quellen eingegeben werden, die man im WebQuests (vgl. 2.2) den Lernenden zur Verfügung stellen will. Fertige Beispiele findet man ebenfalls auf den Seiten von <http://www.zebis.ch/tools/easywebquest/>. Ein WebQuest zum Erstellen von WebQuests findet sich unter <http://www.bescherer.de/webquests/webquests/webquest/index.html>.

Nähere Informationen zur Themenstudienarbeit und dazu passende Tipps sowie Praxisberichte finden sich in Mathematik Lehren Heft 132 und Heft 47/5 von Praxis der Mathematik in der Schule (PM)

(dort zu Themen außerhalb der Statistik). Nützliche und vertiefende Informationen zur Themenstudienarbeit können in Kuntze (2006a) nachgelesen werden.

3.4 Fazit

Festzuhalten ist, dass alle der angesprochenen Lernumgebungen auf Inhalte fokussieren, die für Statistical Literacy grundlegend sind. Nicht zuletzt anhand der Auszüge aus den Themenstudien in Abb. 3 und 4 wird plausibel, dass Schülerinnen und Schüler Lerngelegenheiten des Vernetzens von Grundwissen, des Anknüpfens an eigene Erfahrungen und des kritischen Reflektierens und Beurteilens von Daten durchaus produktiv nutzen können.

Ein sich daraus ergebendes Untersuchungsinteresse besteht darin, WebQuests und Themenstudienarbeit zur Förderung von Komponenten von Statistical Literacy auch quantitativ zu evaluieren. Für solche empirischen Anschlussuntersuchungen werden derzeit Testinstrumente weiterentwickelt.

Literatur

- Batanero, C.; Godino, J.; Vallecillos, A.; Green, D.; Holmes, P. (1995): Errors and Difficulties in Understanding Elementary Statistical Concepts. In: *Int. Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25(4), S. 527-547
- Bescherer, C. (2001): WebQuests – Eine Projektmethode auch für den Mathematikunterricht. *mathematica didactica* 24(1), S. 71-81
- Bescherer, C. (2005): WebQuests – Mathematik im Internet erforschen. In: *Mathematik Lehren* (H. 132), S. 20-23
- Christie, A. (2002): What is a WebQuest? URL: <http://www.west.asu.edu/achristie/675wq.html> (Stand 21.04.2007)
- Curcio, F. R. (1987): Comprehension of Mathematical Relationships Expressed in Graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), S. 382-393
- Dt. PISA-Konsortium (Hrsg.) (2004): PISA 2003. Münster: Waxmann
- Dodge, B. (1997): Some Thoughts About WebQuests. URL: http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html (Stand: 21.04.2007)
- Engel, J.; Sedlmeier, P. (2005): On middle-school students' comprehension of randomness and chance variability in data. *Zentralblatt für Didaktik d. Mathematik (ZDM)*, 37(3), S. 168-177
- Fröhlich, A.; Kuntze, S.; Lindmeier, A.: Testentwicklung und -evaluation im Bereich von „Statistical Literacy“. Beiträge zum Mathematikunterricht 2007 (im Druck)
- Gal, I. (2004): Statistical literacy, Meanings, Components, Responsibilities. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Hrsg.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (S. 47-78). Dordrecht: Kluwer
- Hintzer, Kai (2007). Mittelwert. <http://www.zebis.ch/tools/easywebquest/> [WebQuest Nr. 643] (Stand: 01.10.2007)
- Horwath, H.; Palme, G.; Schön, C.; Voß, G. (2004): Die Macht der Diagramme. [Bisher unveröffentlichte Themenstudienmaterialien]
- Kiefer, T.; Schmucker, W.; Güntensperger, M. (2004): Vorsicht Diagramme. [Bisher unveröffentlichte Themenstudienmaterialien]
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004a): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss, München: Wolters Kluwer
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004b): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss nach Klasse 9. URL: http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Hauptschule_Mathematik_BS_307KMK.pdf (Stand: 21.04.2007)
- Krämer, Walter (1992): Auch Zahlen können lügen. In: *Bild der Wissenschaft*, Heft 4, S. 90-92
- Krämer, K.; Spindler, C. (2006): WebQuest "Informationen aus Diagrammen entnehmen" <http://www.kerstinkraemer.de/> (Stand: 01.10.2007)
- Kröpfl, B.; Peschek, W.; Schneider, E. (2000): Stochastik in der Schule: Globale Ideen, lokale Bedeutungen, zentrale Tätigkeiten. *mathematica didactica*, 23(2), S. 25-57
- Kuntze, S. (2005a): Also ich meine dazu... - Materialien und Lernumgebungen zum Nachdenken über Mathematik. In: *Mathematik Lehren* (H. 132), S. 4-10
- Kuntze (2005b): Reflexionsergebnisse bewerten. In: *Mathematik Lehren* (H. 132), S. 52-56
- Kuntze, S. (2006a): Themenstudienarbeit – Konzeption einer Lernumgebung für den gymnasialen Mathematikunterricht und Evaluation einer Themenstudienarbeit zum mathematischen Beweisen und Argumentieren. München: Verlag Dr. Hut. [ISBN 3-89963-465-9]
- Kuntze, S. (2006b): Implementation von Themenstudienarbeit – Wie gehen Mathematiklehrerinnen und -lehrer mit Anregungen aus Fortbil-

- dungsmaßnahmen um? In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2006 (S. 327-330). Hildesheim: Franzbecker
- Kuntze, S.; Ramm, K. (2005): Schülerinnen und Schüler schreiben über „Unendlichkeit“ - Einschätzungen zu interdisziplinären und mathematikbezogenen Gedanken in Themenstudien. In: Praxis der Mathematik in der Schule (PM), 47(5), S. 18-24
- Lindmeier, A.; Kuntze, S.; Reiss, K. (2007): Representations of data and manipulations through reduction – competencies of German secondary students. In B. Philips & L. Weldon (Hrsg.), Proceedings of the IASE/ISI Satellite Conference on Statistical Education, Guimarães, Portugal, 19-21 August 2007. Voorburg, NL: International Statistical Institute
- Luke, A.; Freebody, P. (1997): Shaping the social practices of reading. In: S. Muspratt, A. Luke & P. Freebody (Hrsg.), Constructing Critical Literacies (S. 185-225). Cresskill, NJ: Hampton
- March, T. (1998): Why WebQuests?, an introduction. URL: http://tommarch.com/writings/intro_wq.php (Stand: 21.04.2007)
- OECD. (2003): The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. URL: <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf> (Stand: 20.01.2007)
- Pabst, Carolin; Werner, Alexandra (2006): Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen im Kontext der globalen Klimaveränderung. Ein WebQuest für die 9. Jahrgangsstufe. [Bisher unveröffentlichter WebQuest]
- Reinmann-Rothmeier, G.; Mandl, H. (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie. (S. 601-646). Weinheim: Beltz
- Strick, H. K. (1994): Welcher Fehler steckt in der Grafik? In: Stochastik in der der Schule, 14(2), S. 3-12
- Wallman, K. (1993): Enhancing Statistical Literacy: Enriching our Society, In: Journal of the American Statistical Association, 88(421), S. 1-8
- Watson, J. M. (1997): Assessing Statistical Thinking Using the Media, In: I. Gal, & J. B. Garfield, (Hrsg.), The Assessment Challenge in Statistics Education (S. 107-121). IOS Press
- Watson, J.; Callingham, R. (2003): Statistical literacy: A complex hierarchical construct. In: Statistics Education Research Journal, 2(2), S. 3-46
- Watson, J. M.; Kelly, B. A.; Callingham, R. A.; Shaughnessy, J.M. (2003): The Measurement of School Students' Understanding of Statistical Variation. Int. Journal of Mathematics Education in Science and Technology, 34(1), S. 1-29
- Zischka, P.; Pflug, R. (2004): Ein Diagramm sagt mehr als tausend Worte. [Bisher unveröffentlichte Themenstudienmaterialien]

Falls Sie an den Materialien der in diesem Beitrag vorgestellten Lernumgebungen interessiert sind, kann der Verfasser gerne den Kontakt zu den Autorinnen und Autoren der jeweiligen Lernumgebungen herstellen.

Anschrift des Verfassers

Dr. Sebastian Kuntze
 Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik der Ludwig-Maximilians-Universität München
 Theresienstr. 39
 80333 München
kuntze@math.lmu.de