



Untersuchungen zur Effektivität von thematischen Karten im Prozess der schulischen Wissensvermittlung

The Effectiveness of Thematic Mapping in the Process of Learning in Schools

Frank Dickmann , **Nadine Diekmann-Boubaker**

Zitieren dieses Artikels:

Dickmann, F., & Diekmann-Boubaker, N. (2010). Untersuchungen zur Effektivität von thematischen Karten im Prozess der schulischen Wissensvermittlung. *Geographie und ihre Didaktik | Journal of Geography Education*, 38(2), S. 89-101. doi 10.18452/25529

Quote this article:

Dickmann, F., & Diekmann-Boubaker, N. (2010). Untersuchungen zur Effektivität von thematischen Karten im Prozess der schulischen Wissensvermittlung. *Geographie und ihre Didaktik | Journal of Geography Education*, 38(2), pp. 89-101. doi 10.18452/25529

Untersuchungen zur Effektivität von thematischen Karten im Prozess der schulischen Wissensvermittlung

Frank Dickmann, Nadine Diekmann-Boubaker

The effectiveness of thematic mapping in the process of learning in schools.

The reliable handling of graphically complex cartographical illustrations requires methodic skills from the users as well as high qualifications on the part of the map author. A very important aspect in this context is the suitable thematic mapping of visualization in school lessons. The results of an empirical survey show that the structural complexity of maps has got a considerable influence on the perceptive capacity. The adaption of complex contents depends on the previous knowledge of the mapreader.

Keywords: cartography, map efficiency, map user, empirical survey, perceptive capacity, previous knowledge

1 Karten im Unterricht

Im Erdkundeunterricht bildet die Arbeit mit Karten oder kartenverwandten Darstellungs- und Visualisierungsformen ein zentrales Hilfsmittel, um Lernende zu einer differenzierten Wahrnehmung der räumlichen Lebensbedingungen auf der Erde zu befähigen. Das Medium Thematische Karte ist hier von entscheidender Bedeutung. Denn allein in den aktuellen nordrhein-westfälischen Schulbüchern werden zurzeit rund 2800 thematische Karten unterschiedlichster inhaltlicher und grafischer Komplexität verwendet (DICKMANN, DIEKMANN-BOUBAKER 2010).

Angesichts rückläufiger Studententeile des Fachs Erdkunde und genereller Schulzeitverkürzungstendenzen ist somit der Effektivität der kartengestützten Wissensvermittlung im Unterricht zunehmend mehr Bedeutung beizumessen. Der sichere Umgang mit den oft grafisch komplexen, symbolhaften und mehrere Aussageschichten umfassenden Abbildungen setzt methodische Kenntnisse sowohl auf Seiten der Nutzer als auch fachliche Qualifikation auf Seiten der Hersteller voraus. Denn Karten bilden eine Schnittstelle zwischen dem zu vermittelnden Wissen, das in der kartogra-

phischen Darstellung auf vielfältige Weise kodiert ist, und den – zu entwickelnden oder zu korrigierenden – mentalen räumlichen Repräsentationen auf Seiten der Betrachter. Zusätzlich beeinflusst eine ganze Reihe an Rahmenbedingungen den Umgang mit Karten wie Alter, Vorwissen, Problemstellung, äußere Bedingungen, aber auch Interessen oder Selbstkonzepte der Kartennutzer. Um Fragen zur Effektivität der Entnahme räumlicher Informationen aus Karten zu klären, müssen letztlich zahlreiche Einzelkomponenten untersucht und im Prinzip Methoden und Ansätze aus Nachbarwissenschaften wie der Entwicklungs- oder Wahrnehmungspsychologie einbezogen werden.

Aus kartographischer Sicht interessant sind die potenziell unterschiedlichen Auswirkungen der in den Schulmedien verwendeten themakartographischen Darstellungsmethoden. Hier hat sich in den vergangenen Jahrzehnten unter Umsetzung unterschiedlichster gestalterischer Prinzipien eine Vielzahl von Kartentypen wie Arealkarten, Kartogramme, Diagrammkarten, Netzkarten etc. herauskristallisiert, ohne dass die tatsächliche Effektivität dieser Darstellungen (themakartographische Basismodelle) im Einzelnen geprüft wurde.

Im Folgenden werden nach einigen theoretischen Überlegungen zur Informationsentnahme aus Karten erste Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Sinne eines Werkstattberichts vorgestellt.

2 Effektivitätsuntersuchungen

Die Fachdidaktik verfolgte bereits mehrfach das Ziel, die Komplexität der Kartennutzung zu entschlüsseln, zu klassifizieren und passgenaue Inhalte in Karten für den Unterricht zu erstellen (ALTEMÜLLER 1992; HÜTTERMANN 1992). Empirische Überprüfungen der Effektivität von Schulkarten im Lernprozess geographischer Fähigkeiten und Fertigkeiten führen bisher jedoch nicht zu verallgemeinerungsfähigen Befunden (REINFRIED 2006; KÖCK 1998, 2004). Eine Ausnahme bildet die Untersuchung von BRODERSEN (1986) über die Wahrnehmungsleistung komplexer Wirtschaftskarten in den 1980er Jahren. Dieser Ansatz, der sich vor allem auf die Auswirkungen flächenhaften Signaturen (Punktraster, Farbgebung) bezog, wurde jedoch nicht weitergeführt. Darüber hinaus widmeten sich empirische Studien zur explizit schulischen Kartenarbeit bisher hauptsächlich dem Kompetenzbereich Räumliche Orientierung auf der Grundlage topographischer Karten (HERZIG et al. 2007; HÜTTERMANN 2004; SCHWEIZER et al. 2000; OESER 1987; KIRCHBERG 1980; SCHRETTENBRUNNER 1978), häufig unter entwicklungspsychologischen Aspekten (SCHÄFER 1984; PREIS 1984; ENGELHARDT, WENDEL 1977; PIAGET, INHELDER 1971). Vereinzelt in den vergangenen Jahrzehnten vorgenommene experimentell-psychologische Untersuchungen zielten nicht auf kartographische Gefüge, sondern vor allem auf die Wahrnehmung einzelner kartographischer Formelemente ab, z.B. zur Wahrnehmung abstrakt-geometrischer Signaturen (VANECEK 1980; BOLLMANN 1981; GROHMANN 1975). Erst 2000 widmete sich eine empirische Untersu-

chung in einer Makrobetrachtung dem Vergleich unterschiedlicher kartographischer Darstellungen, insbesondere im Kontext räumlicher Orientierungsleistungen (WASTL 2000). Im Fokus stand die unterschiedliche Effektivität raumidenter topographischer Karten, Luftbilder, 3D-Darstellungen, nicht jedoch die Wirkung themakartographischer Methoden.

Im Rahmen der Kartennutzung ist noch offen, ab wann und bis zu welchem Komplexitätsgrad das Erkennen von Gesetzmäßigkeiten, Verflechtungen und Wechselwirkungen im Raum durch den Typ der thematischen Karte möglich ist und wie sich ein Verständnis von Beziehungen zwischen Modell und Realität durch den Einsatz unterschiedlicher Kartendarstellungen und -methoden vermitteln und überprüfen lässt (KÖCK 1998). Studien über die Auswirkungen der Zeichenkomplexität in Karten zur Bestimmung elementarer Interpretationsprozesse auf der Grundlage kartographischer Fragestellungen (BOLLMANN 1981) lassen erkennen, dass die Wahrnehmungsleistung bei zunehmender Komplexität abfällt, geben aber keinen Aufschluss darüber, inwiefern die Interpretationsleistung von Schulkarten von der Art der verwendeten kartographischen Darstellungsmethode, z.B. Diagrammdarstellungen, Choroplethendarstellungen, Kartogrammdarstellungen, Isoliniendarstellungen etc., oder Darstellungsprinzipien, z.B. Diagrammprinzip, bildstatistisches Prinzip etc., oder von der Komplexität der Aussage, z.B. komplex-analytische Symbolkarte, abhängt.

Die Ermittlung von Lernergebnissen im Sinne von Wahrnehmungsleistung, die mit thematischen Karten erzielt werden, ist bisher selten Gegenstand kartographie-didaktischer Studien gewesen. Eine nach typischen Kartengefügen vorgenommene Differenzierung unterblieb ebenso wie die systematische Herausarbeitung der Kompetenzen, die mit der Kartenarbeit erwor-

ben werden können. Enkodierungs- und Dekodierungsvorgänge zählen zu den wichtigsten Bereichen der Didaktik geographischer Fachmethoden (RINSCHÉDE 2003). Doch steht z.B. die grundsätzliche Frage, ob die chorologische Darstellung *Karte* oder die chronologische Darstellung *Text* größere Lerneffekte hinsichtlich des Verständnisses raum-zeitlicher Prozesse bei Schülern erzielt, erst seit kurzem im fachdidaktischen Forschungsinteresse (DICKMANN, DIEKMANN-BOUBAKER 2008).

Erste Einblicke in die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen deklarativem und prozeduralem Karten-Wissen und Interesse liefern einige jüngere Studien (HERZIG et al. 2007; HEMMER, HEMMER 2002). Danach stellt das Erkennen prozeduraler und kausaler Beziehungen – insbesondere aus kartographischen Darstellungen – insgesamt eine hohe Anforderung an das kognitive Vermögen des Einzelnen dar. In diesen Erkenntnisprozessen kommt dabei dem vorhandenen prozeduralen oder deklarativen Wissen große Bedeutung zu (HERZIG et al. 2007).

Insgesamt jedoch stehen hinreichende wahrnehmungs- und lernpsychologisch orientierte Untersuchungen noch aus, die sich auf empirischem Wege mit der Entwicklung der Raumvorstellungsfähigkeit und dem Verständnis raumrelevanter Prozesse auf der Basis (thematischer) Karten auseinandersetzen. Didaktische Hinweise zur Förderung der Basiskompetenz (Karten-)Lesen und des raumprozessualen Denkens durch Kartenarbeit im Schulunterricht, z.B. in Form curricular konkretisierter Bausteine (BIRKENHAUER 1999), liegen infolgedessen noch nicht auf einer empirisch abgesicherten Grundlage vor.

3 Komplexität kartographischer Zeichengefüge

Das Lesen von Karten ist ein vielgestaltiger Prozess, der sehr unterschiedlichen

Einflüssen unterliegt. Die grundsätzliche Schwierigkeit, ein Dokument zu verstehen (*document literacy*), hängt in nicht unerheblichen Maße von der strukturellen Komplexität des Dokuments (Karte, Bild, Text), von den jeweiligen Aufgabenanforderungen sowie von den aufgrund der Dokumentstruktur und der gestellten Aufgabe sachlogisch notwendigen Lösungsoperationen ab (MOSENTHAL, KIRSCH 1991). Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungsergebnisse dienen der Aufarbeitung des erst genannten Aspekts, d.h. der strukturellen Komplexität der Karte. Dabei wird davon ausgegangen, dass die grundsätzliche kognitionspsychologische Entwicklung der mindestens 10-11-jährigen Schülerinnen und Schüler abgeschlossen ist und somit ohne Einfluss auf das Zustandekommen von Wahrnehmungsleistungen bleibt. Dekodierungsprozesse beim Lesen einer Karte spielen eine entscheidende Rolle bei der Effektivität der Informationsentnahme. Die Bedingungen für die erfolgreiche Dekodierung sind daher bereits bei der Kartenkonstruktion in hohem Maße zu berücksichtigen. Hierzu steht in den Lehrbüchern der wissenschaftlichen Kartographie mittlerweile ein umfangreiches methodisches Rüstzeug in Form von Regeln, Gestaltungsprinzipien und Empfehlungen zur Verfügung. Diese umfassen u. a. auf Konvention beruhende Symbolkataloge (Planungszeichenverordnung) und Richtlinien (z.B. geologische Farbskala), mathematisch-statistische Vorgaben (z.B. für Klassifizierungen von Daten) oder auch Assoziationen ansprechende Zeichensysteme (z.B. blaue Farben für die Wiedergabe kalter Meeresströmungen etc.). Dies führt nicht selten zu einem vielschichtigen graphischen Gefüge des dargestellten Karteninhalts, in dem verschiedene Aspekte der repräsentierten Objekte und Phänomene zudem noch in unterschiedlichen Repräsentationsformen integriert werden. So werden in diesem Me-

dium bildhafte, textliche, diagrammatische und symbolische Anteile miteinander verschränkt, was im ungünstigen Fall zu einer hohen kognitiven Belastung im Sinne der *cognitive load theory* (SWELLER, CHANDLER 1991) innerhalb des Lese(Lern)prozesses führt (vgl. auch BRÜNKEN et al. 2003 zu multimedialen Lernarrangements).

Grundsätzlich prägend für die Darstellung geographischer Inhalte in Karten (Topographische Karten, Stadtpläne, thematische Karten, Kartogramme) sind dabei räumliche Gegebenheiten. „Räumlich“ bezieht sich dabei auf die zwei- und teilweise dreidimensionale Erstreckung von Objekten oder Phänomenen, die in metrischer oder zumindest topologischer Form zueinander angeordnet sind und die in Karten auf einer Ebene bildhaft-analog wiedergegeben werden. Übertragen auf kartographische oder geographische Informationssysteme ist dabei die Zahl der Aussageebenen im Prinzip insofern beliebig erweiterbar, als über die Layer-Technik unbegrenzt weitere räumliche und sachliche Informationen eingebracht werden können.

Trotz zahlreicher graphischer Zusätze, wie Diagramme oder Symbole, enthalten sie ein Mindestmaß an räumlicher Analogie zum repräsentierten Erdausschnitt, z.B. in Form einiger Grenzlinien oder Ortslagen. Darin unterscheiden sie sich als Abbildungstypus grundsätzlich von anderen Bildern oder graphischen Darstellungen, wie z.B. ein *work flow*-Diagramm oder ein abstraktes Gemälde. Um zu erkennen, was eine Karte darstellt, kann ein Betrachter auf kognitive Schemata der alltäglichen Wahrnehmung zurückgreifen (SCHNOTZ, DUTKE 2004). Denn im Gegensatz zu Diagrammen präsentieren Karten Sachverhalte zu einem Großteil aufgrund von Ähnlichkeiten. Trotz dieser ausschließlich auf Karten zutreffenden Merkmale bleibt der Kartenleseprozess dennoch komplex. Die Vielfältigkeit graphischer Zeichen und Symbole erfor-

dert mehrere kognitive Methoden, um die Informationsdekodierung durchzuführen. So müssen Merkmale des Kartenbildes selektiert, klassifiziert, miteinander gedanklich verknüpft und in einen thematischen Kontext eingeordnet werden (BOLLMANN 1993). In großem Umfang werden dabei die aufgefundenen räumlichen Strukturen mit mentalen Modellen, über die ein Kartennutzer bereits verfügt (z.B. in Form von Fachwissen), verglichen. Dadurch erfolgt eine Bestätigung oder eine Revision des individuell verfügbaren Wissens. Interessant bleiben daher kartenexperimentelle Untersuchungen zum Zusammenhang von bzw. zur Wechselbeziehung zwischen dem visuellen Produkt Karte und der kognitiven Aufnahme der Karteninhalte (OLSON 1979).

4 Untersuchungsbeispiele

Die Effektivität des Wissenstransfers durch Kartennutzung lässt sich auf der Grundlage von quantifizierbaren Schülerleistungen ermitteln. Die im Experiment gestellten Fragen und Aufgaben zielen nicht nur auf die Wahrnehmungsfähigkeit ab, sondern sind den erdkundlichen Unterrichtsinhalten eingepasst. In der kartenexperimentellen Untersuchung zur Bedeutung unterschiedlicher themakartographischer Modelle stehen somit die für die Entstehung von kohärentem Raumverständnis entscheidenden Teilkomponenten der Kartengrafik (Signaturen, Schriften, Legenden) der Abbildung im Mittelpunkt. Damit setzt ein solches Vorgehen auf die bisher erzielten Ergebnisse kartenexperimenteller Untersuchungen über die Wahrnehmung kartographischer Signaturen (VANECEK 1980; BOLLMANN 1981) auf und strebt über die elementare Ebene der Dekodierung graphischer Zeichen hinweg die Analyse komplexerer, miteinander verknüpfter Zeichengefüge an, mit denen im besten Fall die Vermittlung inhaltlicher Zusammenhänge, z.B. Standortabhängigkeiten

von Industriebetrieben, gefördert werden kann. Hier steht die Frage im Vordergrund, ob sich komplexere Informationen aus Karten erfolgreich entnehmen lassen, auch wenn infolge hoher grafischer Dichte und mehrerer Aussageschichten davon auszugehen ist, dass der elementare Vorgang der Zeichenselektion erschwert ist. Dies entspricht der Weiterführung der von einigen Autoren vertretenen Auffassung, dass eine inhärente Fähigkeit der Menschen existiert, die es ermöglicht, semiotische Systeme wie Karten zu verstehen (BLAUT 1997, 1991; LANDAU 1986). Denn die Ergebnisse einiger empirischer Studien lassen vermuten, dass bereits drei- bis fünfjährige Kinder einfache Kartendarstellungen und auch Luftaufnahmen unmittelbar verstehen, „*mapping behaviour is psychologically primitive and culturally universal*“ (BLAUT 1991, S.59).

Um den Einflussfaktor Vorwissen weitgehend auszuschalten, wurden den Schülerinnen und Schülern Karten vorgelegt, deren thematischer Inhalt noch nicht im Unterricht besprochen wurde. In einer vorgeschalteten Frage wurde zudem noch ermittelt, ob die Schüler und Schülerinnen schon einmal etwas über die in den Karten dargestellten Themen gehört hatten. Lediglich 9% der Experimentteilnehmer/innen gaben an, auf dem Gebiet des Kartenthemas über Vorkenntnisse zu verfügen, ohne dies jedoch weiter zu spezifizieren. Durch die Schaffung einer solchen Laborbedingung sollte erreicht werden, den Untersuchungsfokus ausschließlich auf die strukturelle Komplexität der Karten zu richten und möglichst eindeutige Aussagen zu erzielen. Auch wenn die empirischen Befunde nicht repräsentativ für die gesamte Schülerschaft sind, wird durch die homogenen Persönlichkeitsmerkmale der in den Stichproben erfassten Personengruppen, d.h. Schülerinnen und Schüler gleichen Alters- und Wissensstands, ein hoher Grad an Verallgemeinerung der Ergebnisse erzielt.

4.1 Komplex-analytische Wirtschaftskarte

Die erste Untersuchungskarte hat die Wirtschaftsstrukturen im Raum um Halle, Leipzig und Bitterfeld zum Thema. Es handelt sich hier um eine komplex-analytische Darstellung, die Ortslagen mit geometrischen und sprechenden Signaturen (z.B. Blitz für Kraftwerk, Glaskolben für Chemieindustrie etc.), linienhafte Elemente (Verkehrsinfrastruktur) und flächenhaft verbreitete Phänomene wie die Bodennutzung (klassifizierte Ackerbauflächen, Wald- und Wiesenflächen, Siedlungsräume und Tagebaugebiete) miteinander kombiniert und überlagert. Grundlegende topographische Elemente wie Höhenverhältnisse (Schummerung, Höhenangaben) und Flussverläufe sind ebenso enthalten wie die für die Wirtschaftsgeographie relevanten Gas- und Erdöl-Leitungen oder Signaturengruppen für den Obst- und Gemüseanbau.

Da die Karten nicht in einer Unterrichtssituation behandelt, sondern den Versuchspersonen lediglich zur Bearbeitung vorgelegt wurden, erfolgt die inhaltliche Hinführung (Lenkung) ausschließlich aufgrund der im Fragebogen enthaltenen Aufgabenstruktur. In inhaltlich progressiver Form wurden dazu Schülerinnen und Schülern aus den Klassen 6 -10 zunächst Fragen zum Verständnis der thematischen Karte bzw. ihrer Teilelemente gestellt. Dazu wurde der dargestellte Raumausschnitt maßstäblich erfasst und für die Thematik wichtige Signaturen und Symbole kategorial eingeordnet (Zählen). Dieser Vorgang kann als erste Teilstufe eines elementaren Kartenverständnisses angesehen werden. Dazu sind in der Karte zu identifizierende geometrisch-graphische Merkmale zu klassifizieren und Gruppen (Objektklassen) zuzuordnen. Eine weitere Aufgabe diente der relativen Lagebeschreibung der symbolisierten Wirtschaftselemente, wie z.B. die örtliche Häufung von Wärmekraftwerken oder Chemischer Industrie. Im elementaren Dekodierungsprozess entspricht dies dem gestalt-



Diercke Erdkunde 5/6 für Gymnasien in Niedersachsen. Braunschweig 2004, S. 139;
mit freundlicher Genehmigung des Westermann-Schulbuchverlags

Abb. 1: Industrieraum Halle-Leipzig

psychologischen Erkennen von Nachbarschaften und räumlichen Überlagerungen/ Mustern, was die inhaltliche Ableitung neuer Klassen und Zusammenhänge durch den

Kartenleser grundsätzlich vorbereitet, wenn nicht auslöst. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Lage zweier Standorte auf die gleiche Abhängigkeit zurückzuführen ist – eine typisch

geographische Erkenntnis, die mit Hilfe einer Wirtschaftskarte vermittelt werden soll.

Die Ergebnisse sind zwar inhaltlich ernüchternd, aber methodisch aufschlussreich. In der Praxis konnte die präzise Anzahl der gefragten Signaturen von den Schülerinnen und Schülern nur unzureichend aus dem feingliedrigen Kartenbild entnommen werden. Lediglich 17% nahmen zudem eine korrekte Lagebeschreibung („gleichmäßig verteilt“ oder „konzentriert“) vor. Der Versuch, die Schüler und Schülerinnen über diesen Weg für räumliche Zusammenhänge zu sensibilisieren und somit für darauf aufbauende, abstraktere Fragen (Abhängigkeiten) vorzubereiten, ist kaum gelungen. Trotz hinreichender Motivation während des Tests (über 60 % der Befragten besaßen ein mittleres bis hohes Interesse an Kartenarbeit) und einfacher Aufgabenstellung hat die strukturelle Komplexität der Karte offensichtlich restriktiv gewirkt. Stärker als in analytischen Karten werden in der Darstellung viele Aussageschichten überlagert und Kartenelemente, v.a. Schriften und Symbole, durch Ausmaskierung grafisch freigestellt, was die Erfassung unterlegter Zeichen erschwert. Insbesondere für jüngere Schüler wird die Ausdifferenzierung der verwendeten Kartenzeichen, deren Kontrastierung durch kartographische Mittel begrenzt sind, und Verarbeitung kognitiver Konturen, deren Anzahl insbesondere in grafisch sehr dichten Darstellungen ansteigt, schwierig, wenn (weil) wenig Vorwissen im Sinne von Kartenleseerfahrung vorhanden ist. Die kognitive Belastung (*cognitive load*) komplex-analytischer Karten ist dann für die Lösung auch elementarer Aufgaben zu hoch.

Die anspruchsvollste Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler bestand in dem Versuch, die Anordnung von Industriestandorten auf der Karte raumanalytisch zu begründen. Hier sollte folglich der Schritt von der Entzifferung bzw. Identifizierung

von Objekten zur weiterführenden Bedeutungskonstruktion von Zusammenhängen vollzogen werden. Da jedoch bereits die vorbereitenden Fragen wenig Erfolg aufwiesen, ist es nicht erstaunlich, dass auch hier die Ergebnisse schwach ausfallen. Dies zeigt die geringe Anzahl vollständig korrekter Antworten. Hier spielt offensichtlich auch ein deutlich größeres Maß an Vorwissen der Schülerinnen und Schüler eine entscheidende Rolle, z.B.: Was ist ein Wärmekraftwerk, was beinhaltet Chemieindustrie? – Aspekte, die gerade bei den jüngeren Schülerinnen und Schülern nicht als Wissen vorausgesetzt werden können. Damit werden die Grenzen themakartographischer Ansätze deutlich. Wenn beim Kartennutzer kontextuales Wissen fehlt, d.h. der thematische Zusammenhang, in dem eine Karte eingesetzt wird, ungeklärt ist, oder kognitive Schemata, wie das Schließen auf strukturelle Zusammenhänge bei benachbarten Phänomenen mit Hilfe graphischer Zeichen, (noch) nicht entwickelt sind, ist eine Interpretation schwierig, wenn nicht unmöglich. Erkenntnisse über den Zusammenhang von Energieerzeugung (Strom), Gas- und Produktenleitungen und industriellen Produktionsprozessen lassen sich dann kaum aus der Karte per se erschließen.

Die Stärken thematischer Karten werden erst deutlich, wenn bei den Nutzern die Rahmenbedingungen hinsichtlich Alter (kognitive Entwicklung), Erfahrung und Vorwissen hinreichend ausgeprägt sind. Lediglich die älteren Schüler und Schülerinnen der 8.-10. Jahrgangsstufen zeigen hier erwartungsgemäß bessere Ergebnisse (Abb. 2 und 3). Trotzdem ist es auffallend, dass auch die ältere Schülergruppe einfache Aufgaben in großem Umfang nicht korrekt gelöst hat. Auch ohne die vollständig korrekte Erfassung aller Zeichen, konnte sie zu richtigen Antworten bei der abstrakteren Frage gelangen. Von denjenigen Schülerinnen und Schülern, die die komplexere Auf-

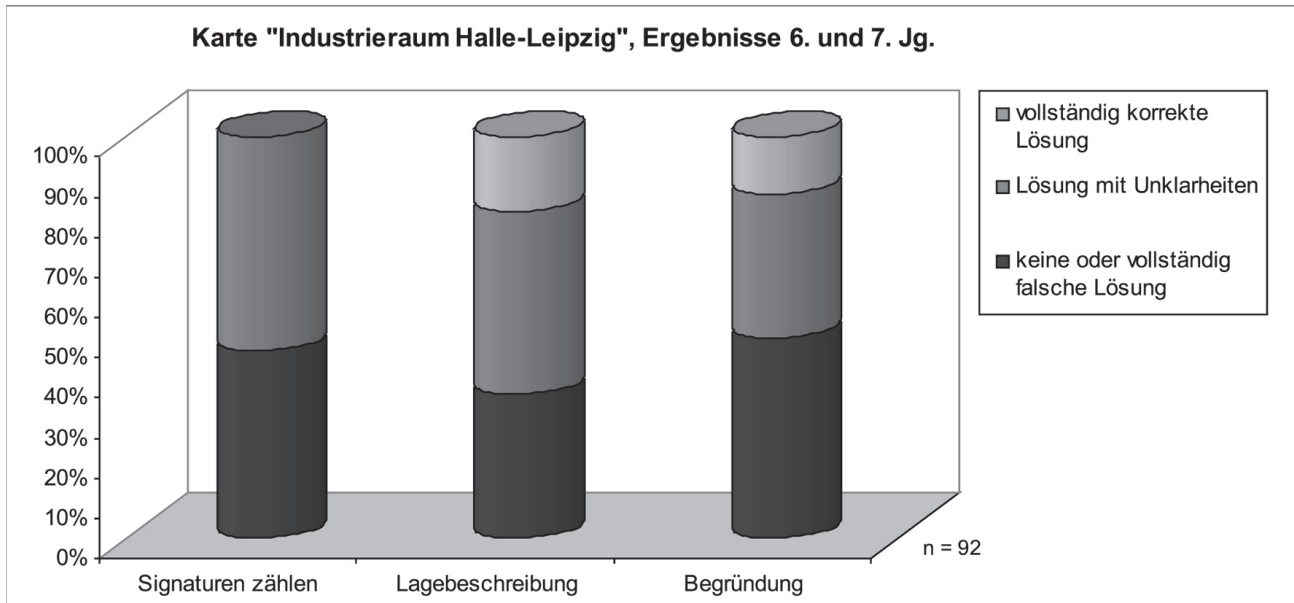


Abb.: 2: Antwortverhalten der Schüler der 6. und 7. Jahrgangsstufe

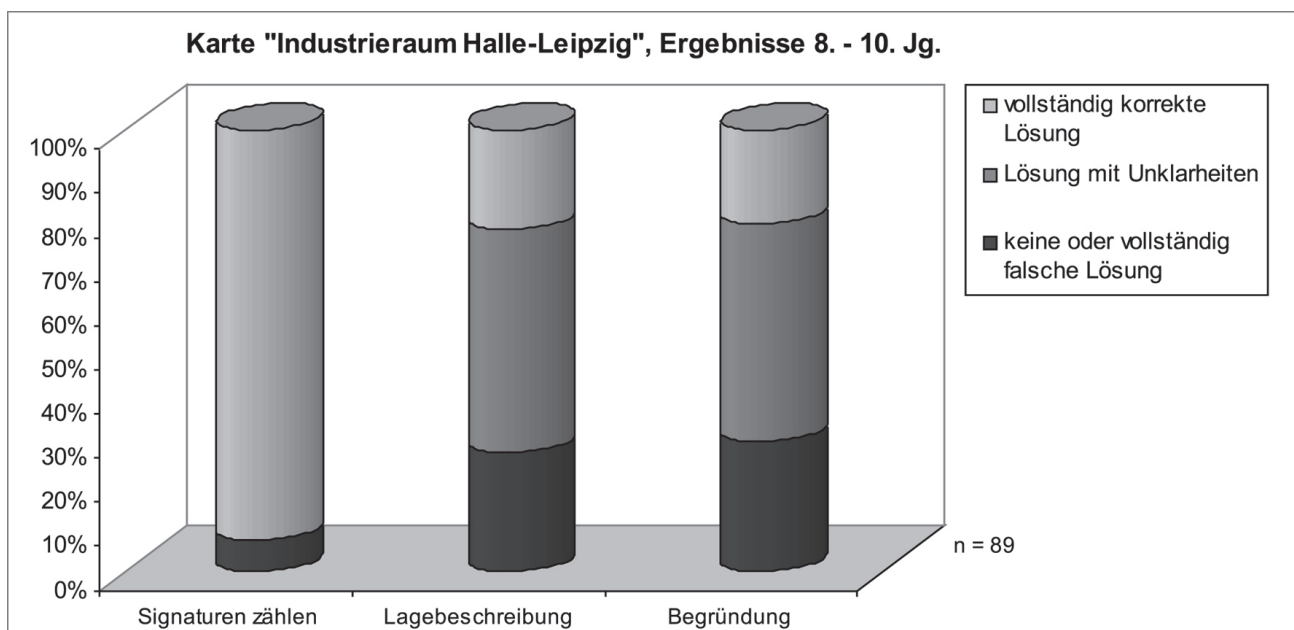


Abb.: 3: Antwortverhalten der Schüler der 8. bis 10. Jahrgangsstufe

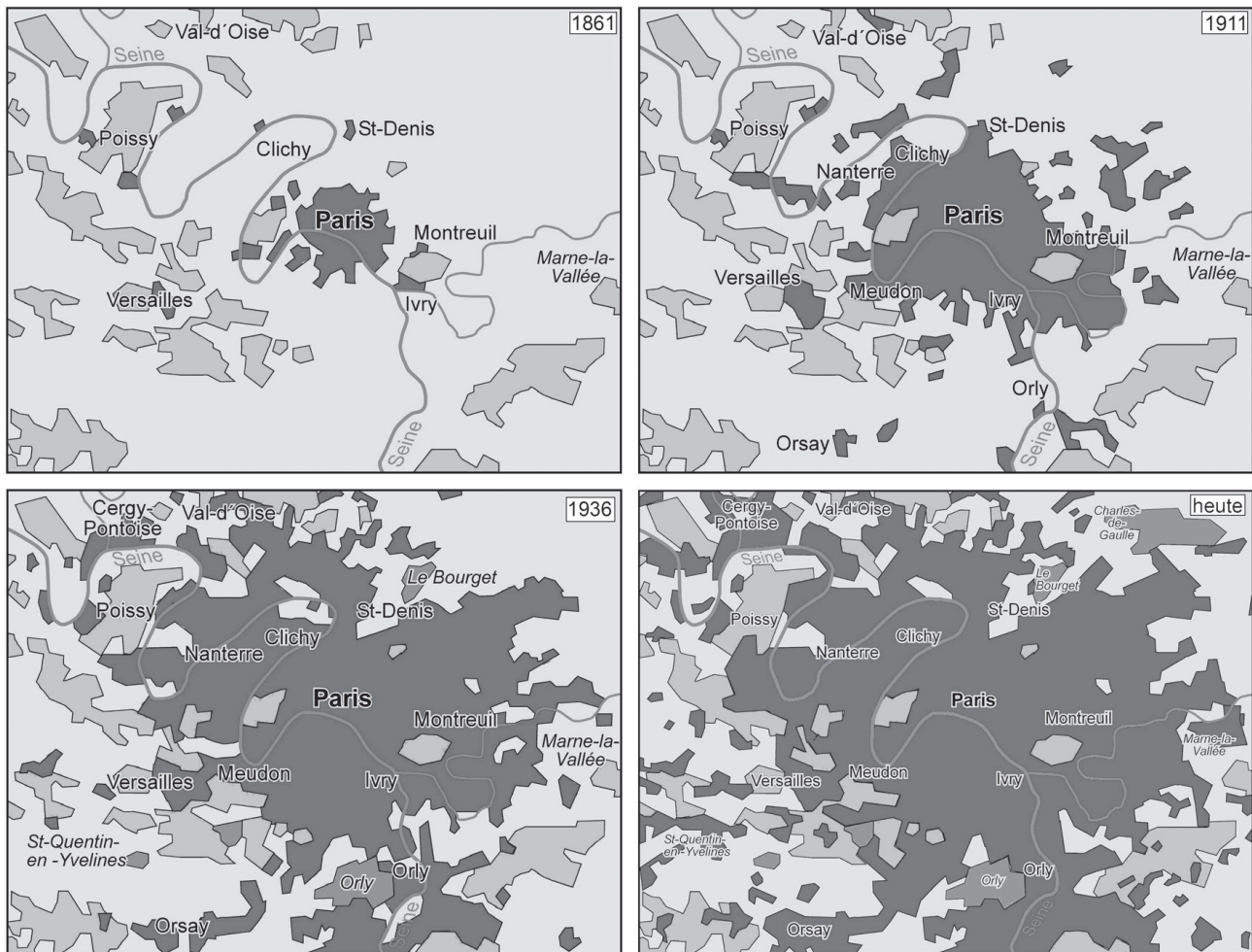
gabe lösen konnten, hatten lediglich 37% die einfachere Frage nach der Lage korrekt beantwortet. Dies deutet darauf hin, dass die Informationsentnahme aus Karten – wie beim Leseprozess von Texten (STEINER 2001) – offensichtlich nicht vollständig linear, sondern als Folge des Einsatzes von Vorwissen eher selektiv-zyklisch erfolgt. Zur weiterführenden Aufarbeitung müssen jedoch weitere Untersuchungen folgen.

Zu prüfen wäre auch, ob ggf. über zusätzliche Instruktionshilfen oder durch den Ein-

satz einer anderen Kartendarstellung, die im Gegensatz zu der verwendeten Karte optisch stärker betonende und trennende Wirkungen graphischer Zeichen erzeugt, zumindest teilweise die Informationsentnahme bei den älteren Schülerinnen und Schülern nicht noch verbessert werden könnte.

4.2 Arealkarte zum Stadtwachstum

Zumindest ansatzweise können hierzu die Ergebnisse eines weiteren Tests beitragen, dem ein anderes thematisches Basismodell



Erstellt auf der Grundlage Diercke Erdkunde - 5/6 für
Gymnasien in Niedersachsen. Braunschweig 2004, S. 207

0 5 10 km

■ Bebaute Fläche ■ Flughafen
■ Grünfläche ■ Sonstige Flächen

Abb.: 4: Mehrfachdarstellung des Stadtwachstums von Paris

zugrunde liegt. Zielt der Test zur Wirtschaftskarte auf die Erfassung punkthafter (teilweise auch linearer) und statischer Phänomene (Standorte und Standortverknüpfungen) ab, steht bei dem Experiment zur Karte von Paris und Umgebung ein flächenhaftes und dynamisches Phänomen im Vordergrund. Hier wird anhand mehrerer Zeitschnitte das Stadtwachstum von Paris in den letzten hundert Jahren dargestellt und zugleich mit Hilfe der Farbdarstellung die massive Ausbreitung der Siedlungsflächen in das Umland betont. Kartographisch gelangt dazu die Arealmethode zum Einsatz. Abgesehen von einigen Schriften, die wichtige Vororte bezeichnen, werden ausschließlich Flächenkartenzeichen für die maßstäblich fixierte Grundrissabbildung der Siedlungs-

räume eingesetzt. Kartenzeichen in Form von Symbolen oder Signaturen spielen hingegen keine Rolle, wodurch ein übersichtlicheres Kartenbild hervorgerufen wird.

Die Testauswertung lässt erste Rückschlüsse zu, wie umfangreich die Vermittlungsnachteile, die die o.a. Wirtschaftskarte infolge der inhaltlichen und graphischen Dichte kennzeichnet, durch eine graphisch entlastete und somit inhaltsärmere, jedoch gleichzeitig erheblich aussagezentriertere Kartengrafik tatsächlich aufgehoben werden. Auch wenn es sich um eine andere Thematik handelt und die Fragen zwar nicht inhaltlich, aber strukturell vergleichbar sind, fällt auf, dass die Ergebnisse hier deutlich besser sind. Während beim Test der Wirtschaftskarte die Fragen nur zu 17%

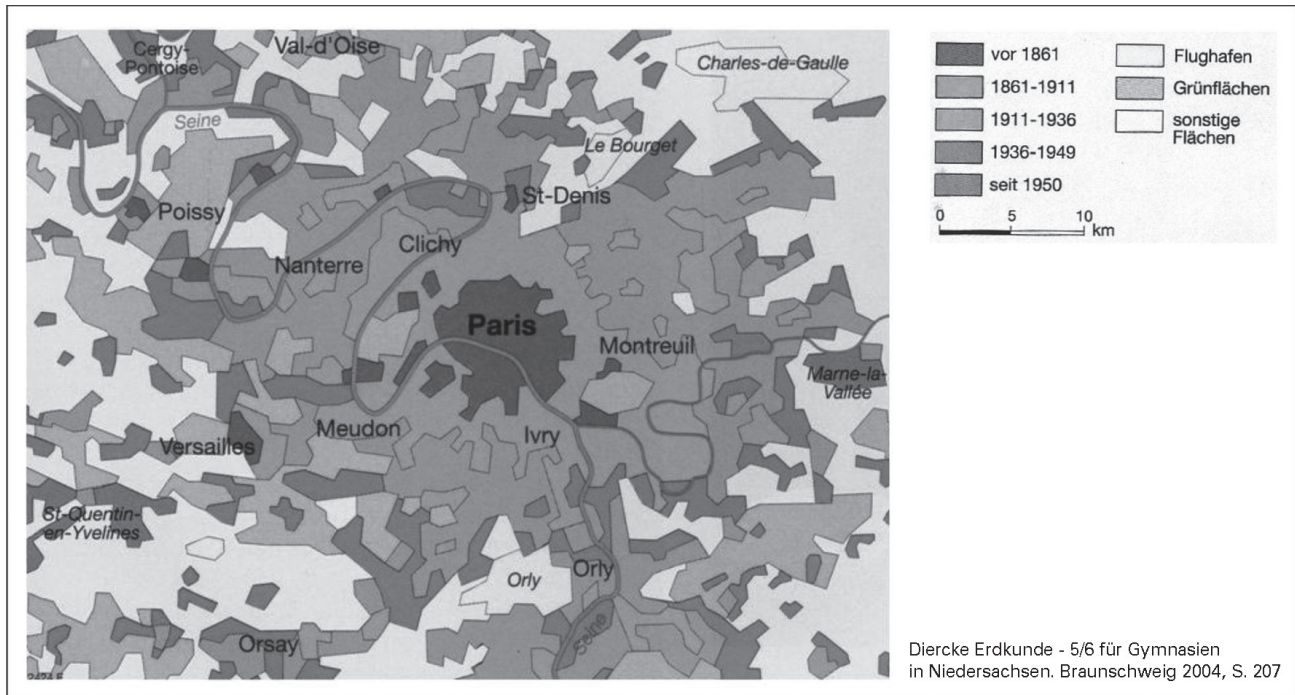


Abb. 5: Integrierte Darstellung des Stadtwachstums von Paris

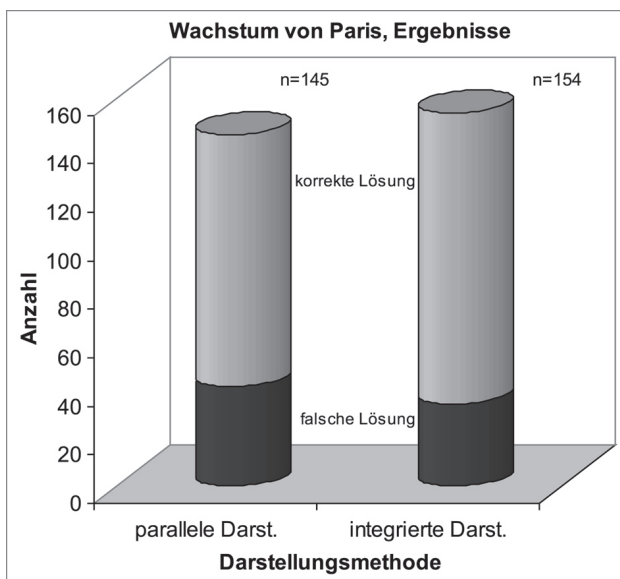


Abb. 6: Antwortverhalten der Schüler der 8. bis 10. Jahrgangsstufe

bzw. 13% korrekt beantwortet wurden, wird hier ein Anteil von weit über 70% korrekter Antworten erreicht (s. Abb. 6).

Darüber hinaus interessiert noch ein weiterer Aspekt in der Kartennutzung. Mit Hilfe einer weiteren Untersuchungsgruppe wurde darüber hinaus überprüft, welche Unterschiede in der Wahrnehmungsleistung durch den Einsatz einer anderen kartogra-

phischen Darstellungsform auftreten. Die Thematik wurde dazu inhaltsgleich, jedoch in unterschiedlicher äußerer Form präsentiert (Abb. 4 und 5): a) als integrierte Karte, in der durch die Farbgebung mehrere aufeinander lagernde Ausdehnungen der urbanen Flächen ausdifferenziert werden, wodurch ein Flächenmosaik entsteht, und b) aufgesplittet auf vier Einzelkarten, in denen einzelne Zeitschnitte des Stadtwachstums der französischen Metropole nebeneinander angeordnet wiedergegeben werden. Beide Kartendarstellungen wurden jeweils einer Testpersonen-Gruppe vorgelegt, die zur inhaltlichen Hinführung neben räumlichen Einordnungs- bzw. Verortungsfragen zum dargestellten Raumausschnitt (vgl. o.) auch die Aufgabe hatte, den Zeitraum des stärksten Stadtwachstums zu identifizieren. Damit musste eine Gruppe den Vergleich der einzelnen Flächenanteile zwischen verschiedenen Karten und damit über eine optische Distanz hinweg vornehmen. Die zweite Gruppe konnte hingegen den Blick zwar auf eine einzelne Karte richten, musste sich jedoch intensiv mit der Zuordnung der unterschiedlichen Farben in der Legende aus-

einandersetzen, um die Aufgabe zu lösen.

Hier sind die Ergebnisse weniger eindeutig (s. Abb. 6). Ein Anteil von 72% korrekter Antworten auf der Grundlage der parallelen Karten mit einer einfach gehaltenen, analytischen Darstellung steht einem Anteil von 78% korrekten Antworten gegenüber, die mit Hilfe der integrierten Kartendarstellung erreicht wurden. Die integrierte Darstellung enthält eine kontrastreiche Farbgebung, die die einzelnen Flächen (Ausdehnung des städtischen Wachstums) deutlich von einander abhebt. Womöglich wurde der Flächenvergleich dadurch insoweit vereinfacht, dass die vermeintlichen Vorteile der analytischen Darstellung mehr als aufgehoben wurden. Doch bedarf es hier weiterer Untersuchungen, um zu genaueren Schlussfolgerungen zu gelangen.

5 Ausblick

Auch wenn hier nur wenige Aspekte angerissen werden konnten, lassen sich doch bereits einige Grundstrukturen erkennen, die den Prozess der räumlichen Informationsentnahme aus Karten beeinflussen und die auch für den praktischen Einsatz dieses Mediums im Unterricht von Bedeutung sind. Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass die strukturelle Komplexität von Kartendarstellungen einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Wahrnehmungsleistung und somit auf die Effektivität von Karten im Unterricht hat.

Literatur

- ALTEMÜLLER, F. (1992): Atlaskarte – Wandkarte – Schulbuchkarte. In: *Geographie und Schule*, H. 80, S. 18-22.
- BIRKENHAUER, J. (1999): Erdkunde-Lehrpläne der Sekundarstufe I heute – eine vergleichende Sichtung. In: *Geographie und ihre Didaktik*, H. 1, S. 1 - 31.
- BLAUT, J.M. (1991): Natural mapping. In: *Transactions of the Institute of British Geographers*, New Series, Vol. 16, No. 1, pp. 55-74.

Obwohl die Ergebnisse differenziert zu betrachten sind, wie das Beispiel der parallelen und integrierten Kartendarstellungen zeigt, zeichnet sich ab, dass eine auf den Lerninhalt abgestimmte Wahl des Kartentyps und eine damit verbundene Reduktion der Komplexität grundsätzlich Vorteile mit sich bringt. Dies belegt der Vergleich der Ergebnisse zwischen der komplex-analytischen Wirtschaftskarte und der einfacheren Arealkarte.

Allerdings werden auch die Grenzen der Kartengrafik bei abstrakteren Anforderungen deutlich. Unabhängig vom Grad der strukturellen Komplexität einer Karte scheint die bloße Anordnung von Kartenzeichen und die Zuordnung von Begriffen in der Legende – erst recht, wenn diese dem Kartennutzer nicht oder nur teilweise bekannt sind – noch keine Ableitung kausaler oder funktionaler Zusammenhänge zu ermöglichen. Selbst wenn wichtige kartographische Regeln und gestalttheoretische Aspekte bei der Kartenherstellung Berücksichtigung finden, ist bei Fragen nach Verflechtungen, Zusammenhängen oder Abhängigkeiten kartographisch dargestellter Phänomene das Vorwissen entscheidend. Zumindest für diese Verstehensprozesse scheinen möglicherweise vorhandene inhärente Fähigkeiten der Kartennutzer nicht zu greifen. Der Aufbau mentaler Repräsentationen bei jüngeren Schülerinnen und Schülern kann damit nicht eingeleitet werden.

- BLAUT, J.M. (1997): The mapping abilities of young children: Children can. In: *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 87, No. 1, pp. 152-158.
- BOLLMANN, J. (1993): Geo-Informationssysteme und kartographische Informationsverarbeitung. In: HORNETZ, B., ZIMMER, D.: (Hrsg.): *Beiträge zur Kultur- und Regionalgeographie*, Trierer Geographische Studien, H. 9, Trier, S. 63-74.

- BOLLMANN, J. (1981): Aspekte kartographischer Zeichenwahrnehmung – Eine empirische Untersuchung. Bonn, Berlin.
- BRODERSEN, L. (1986): Aspekte der graphischen Gestaltung komplexer Wirtschaftskarten in Schulatlanten. Zürich.
- BRÜNKEN, R., Plass J.L., Leutner, D (2003): Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychology* 38, pp. 53-61.
- CHANDLER, P., SWELLER J. (1991): Cognitive load theory and the format of instruction. In: *Cognition and Instruction* 8, pp. 293-332.
- DICKMANN, F., DIEKMANN-BOUBAKER, N. (2008): Text oder Karte? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zur Effektivität der Kartenarbeit im Geographieunterricht. In: *Geographie und ihre Didaktik. Journal of Geography Education* 36, S. 1-16.
- DICKMANN, F., DIEKMANN-BOUBAKER, N. (2010): Themakartographische Wissensvermittlung. Eine empirische Studie zur Kartenlesekompetenz, in: *Geographie und Schule*, 32. Jg., H. 183, S. 37 - 43.
- ENGELHARDT, W., WENDEL, K.-H. (1977): Arbeiten mit thematischen Karten – statt der „Einführung in das Kartenverständnis“. In: ENGELHARDT, W., GLÖCKEL, H. (Hrsg.) (1977): *Wege zur Karte*. Bad Heilbrunn, S. 137 - 147.
- GROHMANN, P. (1975): Alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede im Einprägen und Wiedererkennen kartographischer Figurensignaturen. *Forschungen zur theoretischen Kartographie*, Bd. 2. Wien.
- HEMMER, I., HEMMER, M. (2002): Mit Interesse lernen – Schülerinteresse und Geographieunterricht. In: *Geographie heute*, H. 202, S. 2 - 7.
- HERZIG, R., FICHTNER, U., HÜTTERMANN, A. (2007): Kartographische Kompetenz von Studienanfängern geowissenschaftlicher Fachrichtungen. In: *Kartographische Nachrichten* 2007, S. 318-326.
- HÜTTERMANN, A. (1992): Auf dem Weg zu einer Didaktik der Schulkartographie. In: *Geographie und Schule*, H. 80, S. 2 - 12.
- HÜTTERMANN, A. (2004): Wie steht es um Längen und Breiten? – Ergebnisse einer Schülerbefragung und Konsequenzen für den Geographieunterricht. In: *Geographie heute*, H. 223, S. 44-46.
- KIRCHBERG, G. (1980): Topographie als Gegenstand und Ziel des geographischen Unterrichts. In: *Praxis Geographie*, S. 322 - 329.
- KÖCK, H. (1998): Desiderata der geographischen Forschung in Deutschland. In: *Geographie und ihre Didaktik*, S. 173 - 195.
- KÖCK, H. (2004): Erkenntnisleitende Ansätze. In: *Praxis Geographie*, H. 7-8, S. 60 - 62.
- LANDAU, B. (1986): Early map use as an unlearned ability. In: *Cognition* 22, pp. 201-223.
- MONTELLO, D.R. (1998): Kartenverstehen: Die Sicht der Kognitionspsychologie. In: *Zeitschrift für Semiotik* 20, H.1-2, S. 91-103.
- MOSENTHAL, P. B., KIRSCH, I.S. (1991): Toward an explanatory model of document literacy. *Discourse Process* 14, S. 147-180.
- OLSEN, J. (1979): Cognitive cartographic experimentation. In: *The Canadian Cartographer*, Vol. 16, No 1, June, pp. 34-44.
- OESER, R. (1987): Untersuchungen zum Lernbereich „Topographie“. *Geographiedidaktische Forschungen* 16. Lüneburg.
- PIAGET, J., INHELDER, B. (1971): Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde. Stuttgart.
- PREIS, H. (1984): Kognitiver Entwicklungsstand und Abstraktionsgrad der Methode als Prädikatoren der Schulleistung am Beispiel des Lerninhaltes „Höhenlinien“. Eine experimentelle Studie bei 9- bis 15-jährigen Schülern. In: KÖCK, H. (Hrsg) (1984): *Studien zum Erkenntnisprozess*

- im Geographieunterricht. Köln, S. 5 - 36.
- REINFRIED, S. (2006): Entwicklung des räumlichen Denkens. In: HAUBRICH, H. (Hrsg.) (2006): Geographie unterrichten lernen. München, S. 70-73.
- RINSCHÉDE, G. (2003): Geographiedidaktik. Paderborn.
- SCHÄFER, G. (1984): Die Entwicklung des geographischen Raumverständnisses im Grundschulalter - ein Beitrag zur Curriculumsdiskussion. Geographiedidaktische Forschungen 9. Berlin.
- SCHNOTZ, W., DUTKE, S. (2004): Kognitionspsychologische Grundlagen der Lesekompetenz: Mehrebenenverarbeitung anhand multipler Informationsquellen. In: SCHIEFELE, U. et al. (Hrsg.) (2004): Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Wiesbaden, S.61-99.
- SCHRETTENBRUNNER, H. (1978): Konstruktion und Ergebnisse eines Tests zum Kartenlesen (Kartentest KAT). In: SCHRETTENBRUNNER, H. (Hrsg.) (1978): Quantitative Didaktik der Geographie. Stuttgart, S. 56 - 75.
- SCHWEIZER, K. et al. (2000): Orientierung im Raum - kognitive Grundlagen und sprachliche Realisierungen. In: Tourismus Journal, H. 1, S. 79 - 101.
- STEINER, G. (2001): Lernen: zwanzig Szenarien aus dem Alltag. Bern.
- VANECEK, E. (1980): Experimentelle Beiträge zur Wahrnehmbarkeit kartographischer Signaturen. Forschungen zur theoretischen Kartographie, Bd. 6. Wien.
- WASTL, R. (2000): Orientierung und Raumvorstellung. Evaluierung unterschiedlicher kartographischer Darstellungsarten. Klagenfurter Geographische Schriften 20. Klagenfurt.

Autoren

Prof. Dr. Frank Dickmann,
Geographisches Institut
der Ruhr-Universität Bochum,
Universitätsstr. 150,
44801 Bochum,
frank.dickmann@rub.de

Nadine Diekmann-Boubaker,
Studienassessorin am Gymnasium
Zum Rhumetor 4,
37191 Katlenburg-Lindau,
nadine.boubaker@gmx.de