

Kartenverstehen: Die Sicht der Kognitionspsychologie

Daniel R. Montello, Universität von Kalifornien, Santa Barbara

Summary. Research on the cognitive psychology of maps is reviewed, including the history and role of cognitive science in understanding maps as symbol systems. Research and theory are organized into four topic areas: knowledge structures and processes involved in map use, effects of map orientation during use, maps as sources of geographical knowledge, and the cognitive development of map skills. The paper concludes with a brief comment about the future of cognitive research on maps.

Zusammenfassung. Die Arbeit sichtet die kognitionspsychologische Forschung zu Landkarten einschließlich ihrer Geschichte und der Rolle der Kognitionswissenschaft beim Verstehen von Karten als Zeichensystemen. Forschung und Theorie werden in vier Themenkreise gegliedert: die am Kartengebrauch beteiligten Wissensstrukturen und -prozesse, die Auswirkungen der Orientierung der Karte bei deren Gebrauch, Karten als Quellen geographischen Wissens und die kognitive Entwicklung von Kartenkompetenz. Ein kurzer Ausblick auf die Zukunft der kognitionswissenschaftlichen Untersuchung von Karten beschließt die Arbeit.

1. Einleitung

Landkarten sind externe Repräsentationen von Orten, die räumliche und nicht-räumliche Informationen über Ausschnitte der Welt und deren Merkmale enthalten. Sie dienen dazu, Informationen zu speichern, sie anderen mitzuteilen und mit diesen Informationen die Analyse und Lösung von Problemen zu unterstützen. Kommunizieren und Problemlösen sind zum Teil mentale und verhaltensbezogene Tätigkeiten von Individuen. Weil die Kognitionspsychologie wissenschaftlich untersucht, wie Menschen ihr Wissen erwerben, speichern und einsetzen, gehört auch die Frage dazu, wie und warum Karten funktionieren. Weil Karten oft aus komplexen Systemen von Zeichen bestehen, deren Interpretation in tiefgreifender Weise vom Vorwissen und den Lernerfahrungen der Kartenleser abhängt, gibt es viele interessante und scharfsinnige Fragen für Forscher, die Erkenntnisse über Karten und deren Gebrauch gewinnen wollen. (Theoretische Übersichten geben Blades und Spencer 1986a; Eastman 1985; Lloyd 1993; MacEachren 1995; Olson 1979.)

Dieser Artikel sichtet aktuelle Arbeiten zur Kognitionspsychologie von Karten, vor allem solche aus den letzten Jahrzehnten. Ein Großteil der zitierten Literatur stammt von Wissenschaftlern, die sich selbst als Kognitions-

psychologen bezeichnen würden, aber es haben auch einige andere Gebiete der Psychologie zum Thema beigetragen, ebenso wie die Kartographie, Geographie, Linguistik, Anthropologie und Informatik. Die Übersicht bietet eine Auswahl wichtiger Arbeiten, die Theorien oder Methoden der Kognitionspsychologie verwenden, unabhängig vom Fachgebiet der Forscher. Damit wird implizit anerkannt, daß der betreffende wissenschaftliche Ansatz in der Lage ist, sich mit Fragen der Kartenpsychologie zu beschäftigen. Darüber hinaus wurde jedoch keine weitere Unterscheidung zwischen den Fachgebieten der zitierten Forscher getroffen.

Als Forschungsbereich hat die Untersuchung der Kartenkognition¹ ihre Wurzeln im frühen 20. Jahrhundert. Sie begann mit ersten Ansätzen zur Didaktik der Kartenkompetenz (Gulliver 1908; Ridgley 1922), die sich bis heute fortsetzen (Blades und Spencer 1986b; Schwartz und Kulhavy 1988). Ein zweiter Forschungsschwerpunkt zur empirischen Bewertung und Verbesserung des Kartendesigns entwickelte sich in den 50er und 60er Jahren. Diese Arbeiten kündigten den Beginn dessen an, was später als „Kognitive Kartographie“ bekannt wurde. Sie beschäftigten sich vor allem mit Fragen der Wahrnehmung von Kartenzeichen, etwa von Kreisen abgestufter Größe, von Signaturen oder von Darstellungen eines topographischen Reliefs (einen Überblick geben Board 1978; Castner 1983; Potash 1977). Petchenik (1983) lieferte eine interessante und treffsichere Kritik dieses wissenschaftlichen Unternehmens. Unter anderem hob sie den Unterschied zwischen den analytischen Zielen der Forschung und den synthetischen Zielen der Kartenhersteller hervor und bezweifelte die Fähigkeit der Forschung, die unterschiedliche Natur von Kartenbenutzern, Kartenaufgaben und Kartendesign in Einklang zu bringen. Obwohl Petcheniks Kritik vermutlich die Begeisterung für Untersuchungen zum Kartendesign dämpfte, werden Wissenschaftler weiterhin von der Motivation inspiriert, Karten und die Kommunikation durch Karten zu verbessern (siehe etwa Eley 1987; Gilmartin und Shelton 1989; MacEachren und Mistrick 1992).

Die im folgenden beschriebene kognitive Forschung zu Karten gliedert sich in vier Themenkreise. Erstens werden Arbeiten zu den am Gebrauch von Karten beteiligten Wissensstrukturen und -prozessen diskutiert. Zweitens geht es darum, wie sich die Orientierung der Karte auf ihre Verwendung auswirkt. Drittens werden Untersuchungen erörtert, die Karten mit anderen Quellen des geographischen Wissens vergleichen. Ausführlich wird die interessante Möglichkeit diskutiert, daß die Einschränkungen durch die Orientierung der Karte den spezifischen Unterschied zwischen der Kartenkognition und der Kognition von direkt wahrgenommenen Umgebungen ausmachen. Viertens wird eine aktuelle Debatte über die kognitive Entwicklung der Kartenkompetenz zusammengefaßt, die wichtige Auswirkungen auf die Didaktik des Umgangs mit Karten hat.

Es ist klarzustellen, daß der Schwerpunkt dieses Artikels auf den kognitiven Aspekten kartographischer Karten liegt und nicht in der allgemeineren Beschäftigung mit dem Thema der Kognitiven Karten. Der Ausdruck „Kognitive Karte“ ist eine Metapher für das räumliche und nicht-räumliche Wissen über die Welt, das mental gespeichert ist und aus Erfahrungen vielfältiger Art stammt (Downs und Stea 1973). Es handelt sich dabei um eine interne Repräsentation (genauer, um eine Ansamm-

lung interner Repräsentationen) im Unterschied zur externen Repräsentation, die „Karte“ genannt wird. In vielen Fällen sind Kognitive Karten überhaupt nicht von kartographischen Karten abgeleitet. Darüber hinaus ist die metaphorische Ausdehnung des Begriffs der Karte auf intern repräsentiertes Wissen und Glauben in einigen Hinsichten durchaus irreführend (Downs 1981; Kuipers 1982). Vieles von der ziemlich umfangreichen Literatur zu Kognitiven Karten ist darum für den vorliegenden Artikel nicht von direkter Bedeutung. In Abschnitt 4 werden jedoch auch einige Tatsachen in Betracht gezogen, die kartographische Karten als Quellen von Kognitiven Karten betreffen.

2. Strukturen und Prozesse des Wissens

Für die kognitionspsychologische Analyse von Aufgaben oder Fertigkeiten ganz allgemein, sei es nun Schachspielen oder das Lösen von Aufgaben der Differentialrechnung, ist es besonders wichtig, die beteiligten Strukturen und Prozesse des Wissens zu charakterisieren. Das Gleiche gilt für die kognitive Forschung zu Karten. Wie ist das Wissen beschaffen, das wir beim Umgang mit Karten erwerben und zum Verstehen des Karteninhalts einsetzen? Welche allgemeineren kognitiven Prozesse – etwa solche der Kodierung oder Umformung von Bildern – wirken sich beim Gebrauch und bei der Interpretation von Karten auf dieses Wissen aus?

In der Kognitionsforschung ist eine Vielzahl von Techniken angewendet worden, um Fragen über den Inhalt des Kartenwissens zu beantworten und festzustellen, wie Kartenwissen sich möglicherweise durch Training und Erfahrung verändert. Seit den frühen 70er Jahren wurden Studien zur Augenbewegung durchgeführt, die Richtung und Dauer der Blicke der Rezipienten aufzeichnen, während sie Karten betrachten. Steinke (1987) faßt diese Arbeiten zusammen. Diese Technik macht sich die Tatsache zunutze, daß Menschen typischerweise ihr zentrales Sehfeld, also das kleine Gebiet größter Sehschärfe („Fovea“) auf Gebiete oder Merkmale der Karte lenken oder fixieren, die im Zentrum ihrer Aufmerksamkeit stehen: „Augenbewegungen sind eine äußerlich sichtbare Manifestation der visuellen bzw. kognitiven Verarbeitung“ (Castner und Eastman 1984: 115).² Kartenleser fixieren ihren Blick stärker auf informationsreiche Zonen von Karten, etwa auf die höchsten oder tiefsten Gebiete auf einer topographischen Karte. Mit zunehmender Erfahrung werden diese Fixierungen kürzer und zahlreicher, vor allem bei den informativen Kartenzonen.

Gedächtnisaufgaben sind vielleicht eine direktere Forschungsstrategie, um den Inhalt des Kartenverstehens aufzudecken. Mehrere Untersuchungen haben belegt, daß die Erinnerung an bestimmte Arten der Karteninformation, etwa Geländemerkmale auf topographischen Karten, durch Training und Erfahrung im jeweiligen Bereich immer besser wird (Gilhooly u.a. 1988; Schwartz und Kulhavy 1988). Es wurde typischerweise angenommen, daß Erfahrung im Umgang mit bestimmten Arten von Karten zur Entwicklung von speziellen „Schemata“ der mentalen Organisation von Karteninformation führt, was zum Beispiel durch Methoden wie sprachliche Erinnerungstests von Karteninhalten gezeigt wird (Montello u.a. 1994;

Williamson und McGuinness 1990). Derartige Forschungen stellen sehr deutlich heraus, daß die vorangehende Erfahrung und das bereits vorhandene Wissen einer Person einen Einfluß darauf haben, wie sie Karten wahrnimmt, was sie von ihnen behält, und wie sie dieses Wissen im Gedächtnis organisiert.

Eine gebräuchliche Strategie der Erforschung von Wissensstrukturen ist die Untersuchung von Verzerrungen oder systematischen Entstellungen beim Lösen von Aufgaben, die dieses Wissen voraussetzen. Eines der eindrucksvollsten Ergebnisse auf diesem Gebiet ist der wiederholt erbrachte Beweis, daß Karten keineswegs einfach als visuelle ‚Bilder im Kopf‘ kodiert und gespeichert werden. Vielmehr werden nichtbildliche kognitive Strukturen verwendet, etwa Regeln oder Heuristiken, um das Wissen einer Person über Karteninhalt und Layout zu organisieren, vermutlich weil so die Gedächtnisbelastung verringert und dadurch typischerweise (aber nicht immer) eine sinnvolle Interpretation erleichtert wird.

Kognitive Regionalisierung ist ein wichtiges Beispiel. Kartenwissen ist in diskrete Gebiete gegliedert, die hierarchisch organisiert sind. Stevens und Coupe (1978) schlugen dies als erste vor, und zwar aufgrund ihrer Feststellung, daß die meisten Menschen zum Beispiel die räumliche Beziehung zwischen San Diego (Kalifornien) und Reno (Nevada) dahingehend verzerrten, daß sie Reno östlich von San Diego lokalisierten, obwohl es tatsächlich westlich davon liegt (siehe Abb. 1). Die Autoren führten dies darauf zurück, daß Wissen über die Lage von Städten im Wissen über die Lage von Staaten hierarchisch gespeichert wird. (Kalifornien liegt überwiegend westlich von Nevada.) Maki (1981) kam aufgrund ihrer Reaktionszeit-Daten zu einer ähnlichen Schlußfolgerung. Die Daten zeigten, daß Menschen die Ost-West-Beziehungen zwischen Paaren von Städten schneller feststellen konnten, wenn diese in verschiedenen Staaten lagen (siehe auch McNamara u.a. 1984).

Aus systematischen Verzerrungen stammen auch Belege dafür, daß

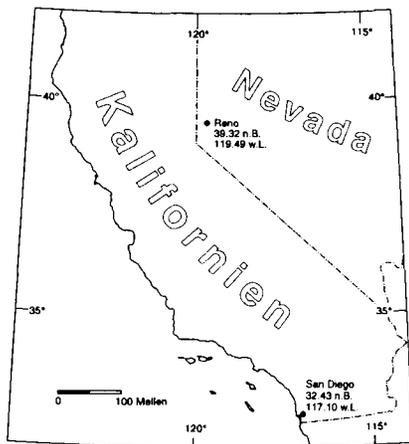


Abb. 1: Karte der wirklichen räumlichen Beziehungen zwischen San Diego und Reno.

weitere vereinfachende Heuristiken am Erinnern von Karten beteiligt sind. Tversky (1981) postulierte die Heuristiken der Rotation und der linearen Anordnung, um die von ihr festgestellten Verzerrungen zu erklären. Beide Heuristiken beziehen sich auf Phänomene, bei denen die Richtung oder die Lage von Merkmalen verzerrt sind, die aus Karten gelernt wurden. Die Verzerrung reflektiert den Versuch, die Referenzsysteme von zwei Merkmalen oder von einem Merkmal und dem globalen System der Haupthimmelsrichtungen besser in Übereinstimmung zu bringen. Zum Beispiel wird Südamerika oft derart rotiert erinnert, daß seine vertikale Hauptachse,

die tatsächlich Nordost-Südwest verläuft, weniger von der direkten Nord-Süd-Richtung abweicht. Als zweites Beispiel unterschätzen Menschen typischerweise, wie weit nördlich von den USA Europa liegt. Weil sie statt dessen annehmen, daß beide Gebiete entlang der Ost-West-Richtung angeordnet sind, beantworten sie Fragen falsch, die sich auf die relative Nord-Süd-Entfernung zwischen Städten in Europa und den USA beziehen.

Das aus Karten gewonnene Wissen wurde nicht nur inhaltlich und strukturell untersucht. Vielmehr haben zahlreiche Forscher gefragt, wie dieses Wissen beim Problemlösen verarbeitet oder manipuliert wird. Eine der einflußreichsten Untersuchungen zur Wissensverarbeitung bei Karten analysierte die Fehlermuster bei räumlichen Urteilen. Nach Thorndyke und Hayes-Roth (1982: 585) „ist der offensichtliche Vorteil des Wissenserwerbs aus Karten die relative Leichtigkeit, mit der globale Beziehungen wahrgenommen und gelernt werden.“³ Ihr Verarbeitungsmodell kann hier nicht vollständig vorgestellt werden, aber von besonderem Interesse ist, daß zu den identifizierten Prozessen beim Feststellen von Streckenabständen das Abschätzen der gradlinigen Abstände und das Aufaddieren einzelner Abschnitte gehörte.

Andere Forscher verwendeten die Technik der Analyse verbaler Protokolle, um die Strategien der Wissensverarbeitung von Kartenbenutzern aufzudecken. Bei der Protokollanalyse verbalisieren die Versuchspersonen laut, worauf sie beim Schlußfolgern oder Problemlösen gerade ihre Aufmerksamkeit richten bzw. woran sie denken. Thorndyke und Stasz (1980) verglichen die Protokolle erfahrener und unerfahrener Kartenbenutzer während des Versuchs, planimetrische Karten zu erlernen. Die Autoren identifizierten vier Kategorien von Prozessen, die sich auf die Aufgabe auswirkten: Aufmerksamkeit, Kodierung, Bewertung und Kontrolle. Hierbei unterschieden sich die Experten von den Anfängern vor allem in ihren Techniken sowie dem Erfolg bei der Kodierung von Karteninformation, der Fähigkeit, ihren Lernfortschritt exakt zu bewerten, und in der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit gezielt auf noch ungelernete Informationen zu richten. In einer zweiten Studie brachten Thorndyke und Stasz Neulingen diese Fertigkeiten bei und steigerten damit deren Lernerfolg.

Pick u.a. (1995) sammelten verbale Protokolle hochgradig erfahrener Benutzer von topographischen Karten, während diese versuchten, ihren aktuellen Standort auf einer topographischen Karte zu lokalisieren, nachdem sie mit verbundenen Augen ins Gelände gebracht worden waren. In den Protokollen der Versuchspersonen, denen die Lokalisierung gelang, wurden mehrere Strategien identifiziert. Diese Personen führten eine vorläufige Erkundung der Umgebung durch und versuchten, die Karten nach den Haupthimmelsrichtungen zu orientieren, wobei einige von ihnen visuelle Anzeichen wie den Sonnenstand berücksichtigten. (Der Nordpfeil auf den Karten war verdeckt worden.) Die Testpersonen bildeten und prüften nicht nur eine oder zwei, sondern eine ganze Reihe von Hypothesen über ihren möglichen Standort. Erfolgreiche Personen neigten eher dazu, nicht nur einzelne Merkmale, sondern komplexe Konfigurationen von Merkmalen im Gelände mit denjenigen auf der Karte zu vergleichen. Ferner beschäftigten sie sich stärker mit lokalen als mit entfernten Merkmalen. Darüber hinaus versuchten sie beim Testen der Hypothesen eher, diese zu widerlegen als sie zu bestätigen.

3. Die Orientierung der Karte

Deutliche wissenschaftliche Belege bestätigen mittlerweile die implizite Überzeugung vieler Menschen, daß die Schwierigkeit der Benutzung einer Karte zum Beispiel bei der Navigation davon abhängt, in welche Richtung sie orientiert ist. Man sagt daher, daß Karten eine sogenannte „Orientierungsspezifität“ aufweisen: sie werden am schnellsten und genauesten benutzt, wenn sie in einer bestimmten Orientierung wahrgenommen werden. Wenn man die Karte in irgendeine andere Richtung dreht, wird ihr Gebrauch langsamer und fehleranfälliger, was als „Ausrichtungseffekt“ bezeichnet wird.

Wenn eine Karte zur Navigation benutzt wird, ist die bevorzugte Richtung der Kartenorientierung diejenige, bei der ihre obere Kante dem Gelände zugekehrt ist. Dies wird verschiedentlich als „Weg-oben-“ oder „Vorne-oben“-Ausrichtung bezeichnet. Levine und seine Kollegen (etwa Levine u.a. 1984) haben unsere Bevorzugung dieser Ausrichtung bei der Benutzung von „Sie-sind-hier“ („You-Are-Here“, YAH)-Karten überzeugend bewiesen. Hartnäckige Verwirrung entsteht, wenn man eine YAH-Karte benutzt, deren obere Kante nicht in die Richtung des Geländes zeigt, in die man bei ihrer Betrachtung schaut. Ein wenig humorvoll haben diese Forscher auch dokumentiert, wie häufig YAH-Karten in New York tatsächlich in einer derart schlecht übereinstimmenden Weise gestaltet oder angebracht wurden, und es ist wahrscheinlich, daß die Leser an ihrem Wohnort Ähnliches feststellen können.

Wie kommt es zu diesem Ausrichtungseffekt? Es ist klar, daß links und rechts auf einer ordnungsgemäß orientierten YAH-Karte mit links und rechts im Gelände übereinstimmen, wodurch eine kognitiv aufwendige mentale Rotation oder Manipulation überflüssig wird. Ferner kann es relativ leicht sein, das „Vorne“ des Sichtfeldes metaphorisch als das „Oben“ einer Karte anzusehen, weil die Landschaft tatsächlich in unserem Blickfeld ansteigt, wenn sie sich vor uns erstreckt (Shepard und Hurwitz 1984). Für die meisten Menschen sind Karten daher bei der Fortbewegung am einfachsten zu benutzen, wenn sie dem Gelände gegenüber eine Weg-oben-Ausrichtung haben. (Siehe Aretz und Wickens 1992 für eine interessante Anwendung dieser Tatsachen auf die sich ausbreitende Technologie der Fahrerassistenzsysteme; vgl. den Beitrag von Maaß und Schmauks.)

Karten werden jedoch auch für andere Aufgaben benutzt als zur Fortbewegung. Thematische und statistische Karten dienen zum Beispiel als Grundlage für wissenschaftliche Analysen. Bei Weltkarten und anderen Karten mit kleinem Maßstab, die große Gebiete darstellen, geht es fast immer um andere Zwecke als um die Fortbewegung. In solchen Fällen ist keine Übereinstimmung mit der unmittelbaren Umgebung erforderlich. Stattdessen hängt die bevorzugte Orientierung der Karte von gelernten Konventionen darüber ab, wie Karten entworfen und dargeboten werden. Dies resultiert in der Bevorzugung einer festgelegten Ausrichtung. In vielen Kulturen ist dies „Norden-oben“, ohne daß das die Richtung ist, in der die Karte üblicherweise wahrgenommen wird (vgl. etwa Evans und Pezdek 1980). Einige Forschungen mit Flugzeugpiloten weisen sogar darauf hin, daß eine festgelegte Ausrichtung wie „Norden-oben“ von Experten

bevorzugt wird, die spezialisierte und hochgradig geübte Navigationsaufgaben durchführen (Aretz 1991). Zu betonen ist jedoch: Auch wenn es Fälle gibt, in denen die „Weg-oben“-Ausrichtung nicht bevorzugt wird, hat die Forschung immer wieder bestätigt, daß die Verwendung von Karten am einfachsten ist, wenn sie bei einer gegebenen Aufgabe eine bestimmte immer gleiche Ausrichtung haben. Diese Tatsache ist wahrscheinlich ein Beleg für die Wichtigkeit der Orientierung von Figuren bei der Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung von Bildern.

4. Karten als Quellen räumlicher Information

Für Kognitionswissenschaftler ist auch die weitere Frage interessant, wie sich Karten von anderen möglichen Quellen des geographischen Wissens unterscheiden. Montello und Freundsuh (1995) prüfen die Merkmale des Wissenserwerbs bei der Benutzung von Karten, durch die sich der Erwerb des Kartenwissens möglicherweise von anderen geographischen Wissensquellen unterscheidet. Als statische bildliche Darstellungen erfordern Karten ein anderes Verhalten als die unmittelbare Wahrnehmung der Umgebung oder deren dynamische bildliche Darstellung (wie etwa in Filmen oder in Animationen) oder deren sprachliche Darstellung. Im Hinblick auf Untersuchungen zum Vergleich von Karten mit Sprache nennen Taylor und Tversky (1992) acht Faktoren, die diese Quellen geographischer Information voneinander unterscheiden: die beteiligten sensomotorischen Systeme, statische vs. dynamische Information, sequentieller vs. simultaner Erwerb, die Arbitrarität der Zeichen, die Notwendigkeit von Maßstabsänderungen und deren Flexibilität, der Blickwinkel, die Genauigkeit der dargestellten Informationen und die Einbeziehung von Einzelheiten unterschiedlicher Relevanz.

Eine zentrale Frage bezüglich der Quellen räumlicher Information betrifft den Vergleich von Karten mit der direkten sensomotorischen Erfahrung der Umgebung. (Das oben beschriebene Modell von Thorndyke und Hayes-Roth beinhaltet übrigens einen Kontrast zwischen kartenvermitteltem und direkt erworbenem Wissen.) Eines der faszinierendsten Probleme in diesem Bereich ist die Möglichkeit, daß die dauerhafte Orientierungsspezifität des Kartenwissens nicht in gleichem Maße bei direkt erworbenem räumlichem Wissen zu finden ist. Evans und Pezdek (1980) haben dies als erste vermutet. Sie stellten fest, daß Ausrichtungseffekte zwar auftraten, wenn Personen Fragen über die relative Lage von Städten der USA beantworteten (also bei Wissen, das vermutlich aus Karten stammt), daß diese Effekte aber nur schwach oder gar nicht vorhanden waren, wenn die Personen etwa Fragen über Orte auf dem Campus beantworteten (also bei Wissen, das vermutlich aus direkter Erfahrung stammt).

Presson und Kollegen haben diesen Unterschied überaus überzeugend durch eine Versuchsreihe belegt, in der kartenvermitteltes Wissen zu Ausrichtungseffekten führte, direkt erworbenes hingegen nicht (Presson u.a. 1989). In diesen Studien sahen die Versuchspersonen einfache Wege, die mit Klebestreifen auf Plastikbögen markiert waren. Wege-„Umgebungen“ waren relativ große Bögen (zum Beispiel 3 × 3 m), die ohne Bezug zu anderen Wegedarstellungen untersucht wurden. Wege-„Karten“

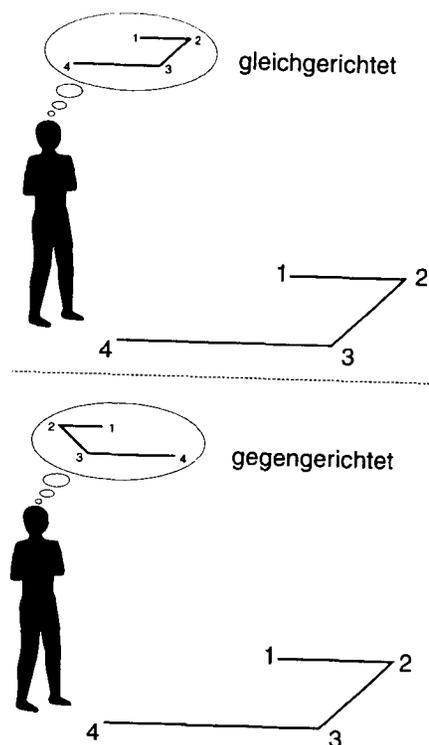


Abb. 2: Gleichgerichtete und gegengerichtete Bezugssysteme (Presson u.a. 1989).

waren relativ kleine Bögen (zum Beispiel $0,6 \times 0,6$ m), von denen gesagt wurde, daß sie ein größeres Gebiet darstellen. Abgesehen davon waren die zwei Typen von Wegen identisch. Nachdem sie sich entweder die Umgebungen oder die Karten angesehen hatten, mußten die Versuchspersonen aus dem Gedächtnis Fragen der folgenden Art beantworten (Orte sind End- oder Scheitelpunkte von Wegen): „Sie sind an Ort 1, und Ort 2 ist direkt hinter Ihnen – zeigen Sie auf Ort 4.“ Je nach Übereinstimmung zwischen dem Blickwinkel beim Erlernen von Wegen und dem Blick bei der Gedächtnisaufgabe konnten die Fragen auf gleichgerichteten Bezugssystemen beruhen oder nicht. Eine Abweichung von 180° wurde „gegengerichtet“ genannt (siehe Abb. 2). Falls die Wege aus Karten gelernt wurden, verursachten Fragen mit nicht gleichgerichtetem Bezugssystem langsamere und weniger genaue Antworten als solche mit gleichgerichtetem Bezugssystem, was nur die oben beschriebenen Ausrichtungseffekte bestätigt. Falls

jedoch die Versuchspersonen die Wege aus Umgebungen lernten, waren die Ausrichtungseffekte klein und nicht signifikant.

Warum sollte direkt erworbenes räumliches Wissen keine Ausrichtungseffekte produzieren? Karten können als Bilder gesehen werden, wobei der oben erwähnte Nebeneffekt der Figurenorientierung zu berücksichtigen ist. Umgebungen sind keine Bilder. Karten als solche werden normalerweise von einem einzigen Blickwinkel aus wahrgenommen, Umgebungen hingegen aus mehreren Blickwinkeln, nämlich dann, wenn man in ihnen umhergeht. Presson und seine Kollegen haben jedoch sogar dann einen Unterschied zwischen Karte und Umgebung gefunden, wenn beide aus einem einzigen Blickwinkel wahrgenommen wurden. Ferner haben diese Untersuchungen gezeigt, daß die sprachliche Bezeichnung der Wege als „Karten“ oder als „Wege“ selbst noch keinen Einfluß auf den Unterschied zwischen Karte und Umgebung hat, ebensowenig wie Maßstabsänderungen irgendeiner Art, die die Personen sich vorstellen sollten. Die Größe des Weges war die wichtigste Variable in diesen Untersuchungen. Lernen von relativ kleinen Darstellungen (also kleiner als ein Körperraum) führte zu Ausrichtungseffekten, Lernen von großen Darstellungen (größer als ein Körperraum) hingegen nicht.

Jedoch stimmen weder alle Forscher darin überein, daß Größe die Hauptvariable ist, noch sind sie sich darüber einig, daß das Fehlen von Orientierungsspezifität im Langzeitgedächtnis für Umgebungen die korrekte Erklärung des Unterschiedes ist. Warren (1995) hebt hervor, daß kartenähnliche und umgebungsähnliche bildliche Darstellungen (etwa Landschaftsgemälde) sich in mehrfacher Hinsicht durch das Ausmaß unterscheiden, in dem sie die Vorstellung erzeugen, innerhalb oder außerhalb des Raumes zu sein. Sholl (1995) nimmt an, daß unterschiedliche Koordinatensysteme benutzt werden, um Darstellungen im Arbeitsgedächtnis zu konstruieren, nämlich netzhautzentrierte bei Karten und körperzentrierte bei Umgebungen. Aber noch entscheidender ist: nicht alle Forscher konnten das Ergebnis experimentell bestätigen, daß zwischen Karte und Umgebung ein Unterschied besteht (McNamara und Diwadkar 1996). Es ist klar, daß die faszinierende Möglichkeit dieses Unterschiedes bezüglich der Orientierungsspezifität und die Untersuchung seiner Ursache ein ungelöstes Problem für künftige Forschungen ist.

5. Die Entwicklung der Kartenkognition

Das oben erwähnte praktische Interesse an der Didaktik von Karten hatte mit einer Kernfrage der Grundlagenforschung zu tun, nämlich, wie sich die Kartenkompetenz von Kindern entwickelt (Presson 1982; Uttal und Wellman 1989). Eine der wichtigsten kognitiven Fähigkeiten, die diese Forschung herausgestellt hat, ist das Verstehen der Übereinstimmung von Darstellung und Dargestelltem auf Karten. Hierzu gehört auch die Verwirrung, die manchmal aus der ikonischen Ähnlichkeit resultiert, etwa wenn Kinder glauben, die rote Linie auf der Karte sei eine rote Straße im Gelände. Diese Wissenschaftler haben auch die Fähigkeiten untersucht, die erforderlich sind, um die Verschiebung oder Drehung beim Interpretieren schräger oder senkrechter Blickwinkel zu verstehen, und die erforderlich sind, um Karten beim Planen und Festlegen von Routen in der Umgebung zu benutzen.

Eine interessante Debatte ist um die Frage entstanden, wie sich Kartenkompetenz entwickelt und inwieweit Kinder von Natur aus dafür ausgerüstet sind, Karten zu verstehen. Um es kurz zusammenzufassen: Die einen nehmen an, daß der Erfolg kleiner Kinder (3–5 Jahre) beim Verstehen von Luftaufnahmen und einfachen kartenähnlichen Darstellungen belegt, daß sie eine inhärente und sozusagen ‚natürliche‘ Fähigkeit besitzen, Karten als semiotische Systeme zu verstehen (Blaut 1991 – ähnliche Behauptungen finden sich in Landau 1986); die anderen betonen dagegen die empirisch belegten Schwierigkeiten und Verwechslungen, die bei Kindern auftauchen, wenn sie versuchen, Karten zu verstehen.⁴ Für ihre Auffassung, daß nur rudimentäre Komponenten der Kartenkompetenz ‚natürlich‘ sind, sehen diese Wissenschaftler Beweise in den Theorien der Schule Piagets über die langwierige Entwicklung räumlicher Konzepte (Liben und Downs 1989 sowie 1993). Tatsächlich ist nach ihrer Argumentation die Entwicklung perfekter Kartenkompetenz das Ergebnis jahrelanger Übung in der Benutzung von und Ausbildung an Karten.

Diese Debatte dauert an, obwohl inzwischen Übereinstimmung dahingehend besteht, daß junge Kinder mit kartenähnlichen Darstellungen weitaus besser umgehen können als traditionell angenommen wurde, so daß frühzeitige Kartenerziehung wünschenswert ist (Blaut 1997; Liben und Downs 1997). Es scheint auch so zu sein, daß Kinder einen längeren Prozeß der Entwicklung und Schulung durchlaufen müssen, bevor sie anspruchsvollere Kartenzeichen (etwa Höhenlinien) gänzlich verstehen können. Dieser Punkt wird klarer, wenn die ganze Vielfalt der komplexeren Kartentypen berücksichtigt wird. Aber welche Fähigkeiten sind nötig, um Karten zu verstehen, wie entwickeln sie sich im Laufe der Zeit, und welche Erfahrungen fördern diese Entwicklung? Eine bessere Kenntnis der Schwierigkeiten, die Erwachsene beim Verstehen von einigen der komplexeren Kartenkonzepte haben, sollte diese Debatte zukünftig weiter befruchten.

6. Schlußfolgerung

Die kognitionswissenschaftliche Untersuchung des Verstehens und des Gebrauchs von Karten war in den letzten Jahrzehnten ein recht fruchtbarer und vielbenutzter Ansatz. Ähnlich wie die natürliche Sprache sind Karten Zeichensysteme, deren Verstehen konventionelles Wissen über die Übereinstimmungen zwischen dem Dargestellten und der Darstellung erfordert, die in ihrer Bedeutung oft arbiträr sind. Anders als die Sprache stellen Karten nur Informationen über räumliche Eigenschaften von Orten und Merkmalen dieser Orte dar, etwa wo sie sind, wie groß sie sind, wie hoch sie liegen und welche Wege zwischen ihnen benutzt werden können. Zum großen Teil werden diese Informationen weniger abstrakt dargestellt als in der Sprache. Größere Gebiete auf Karten stellen größere Gebiete der Welt dar; wenn zwei Punkte auf der Karte Städte darstellen, können sie auch durch eine Linie verbunden sein, die eine auch in Wirklichkeit diese Städte verbindende Straße darstellt. Die räumliche Darstellung von Räumlichkeit und ihre oft ikonische Natur unterscheiden Karten als Zeichensystem wesentlich von der natürlichen Sprache und rechtfertigen ihre getrennte Untersuchung als eigenständiges Mittel der Kommunikation und Informationsverarbeitung. Dies legt nahe, daß noch mehr Untersuchungen darüber notwendig sind, wie Karten etwas mitteilen, was aus ihnen über die Welt gelernt wird, und wie sie uns beim Problemlösen unterstützen oder irreführen. Darüber hinaus wird dieser Ansatz dazu beitragen, die Ergebnisse und Möglichkeiten der neuen räumlichen Informationstechnologien, insbesondere der sogenannten virtuellen Umgebungen, sinnvoll einzusetzen.

Aus dem Englischen übersetzt von Dagmar Schmauks und Winfried Nöth

Anmerkungen

- 1 Bei den Fachtermini wurde die sprachlich sperrige aber Einheitlichkeit gewählende Lösung gewählt, sie in analoge Fachtermini zu übersetzen. „Map cognition“ wurde also zu „Kartenkognition“ und „map skills“ zu „Kartenkompetenz“.

- 2 Im Original: „[E]ye movements are an outward manifestation of visual/cognitive processing“.
- 3 Im Original: „the obvious advantage of acquiring knowledge from a map is the relative ease with which the global relationships can be perceived and learned“.
- 4 Die Auffassung, daß Kinder keine Karten verstehen können, wird auch scherzhaft als „Can'tianism“ (siehe Literaturliste) bezeichnet – als Wortspiel auf „can't“ und „Kartianismus“.

Literatur

- Aretz, Anthony J. (1991), „The Design of Electronic Map Displays“. *Human Factors* 33: 85–101.
- Aretz, Anthony J. und Christopher D. Wickens (1992), „The Mental Rotation of Map Displays“. *Human Performance* 5: 303–328.
- Blades, Mark und Christopher Spencer (1986a), „The Implications of Psychological Theory and Methodology for Cognitive Cartography“. *Cartographica* 23: 1–13.
- Blades, Mark und Christopher Spencer (1986b), „Map Use in the Environment and Educating Children to Use Maps“. *Environmental Education and Information* 5: 187–204.
- Blaut, James M. (1991), „Natural Mapping“. *Transactions of the Institute of British Geographers* 16: 55–74.
- Blaut, James M. (1997), „Children Can“. *Annals of the Association of American Geographers* 87: 152–158.
- Board, Christopher (1978), „Map Reading Tasks Appropriate in Experimental Studies in Cartographic Communication“. *The Canadian Cartographer* 15: 1–12.
- Castner, Henry W. (1983), „Research Questions and Cartographic Design“. In: D. R. F. Taylor (ed.), *Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography*. Chichester: Wiley: 87–113.
- Castner, Henry W. und J. Ronald Eastman (1984), „Eye-Movement Parameters and Perceived Map complexity I“. *The American Cartographer* 11: 107–117.
- Downs, Roger M. (1981), „Maps and Mappings as Metaphors for Spatial Representation“. In: L. S. Liben, A. H. Patterson und N. Newcombe (eds.), *Spatial Representation and Behavior across the Life Span*. New York: Academic Press: 143–166.
- Downs, Roger M. und David Stea (1973), „Cognitive Maps and Spatial Behavior: Process and Products“. In: R. M. Downs und D. Stea (eds.), *Image and Environment*. Chicago: Aldine: 8–26.
- Eley, Malcolm G. (1987), „Colour-Layering and the Performance of the Topographic Map User“. *Ergonomics* 30: 655–663.
- Evans, Gary W. und Kathy Pezdek (1980), „Cognitive Mapping: Knowledge of Real World Distance and Location Information“. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 6: 13–24.
- Gilhooly, Kenneth J., Michael Wood, Paul R. Kinnear und Caroline Green (1988), „Skill in Map Reading and Memory for Maps“. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology* 40: 87–107.
- Gilmartin, Patricia und Elizabeth Shelton (1989), „Choropleth Maps on High Resolution CRTs: The Effects of Number of Classes and Hue on Communication“. *Cartographica* 26: 40–52.
- Gulliver, F. P. (1908), „Orientation of Maps“. *Journal of Geography* 7: 55–58.
- Kuipers, Benjamin (1982), „The ‚Map in the Head‘ Metaphor“. *Environment and Behavior* 14: 202–220.
- Landau, Barbara (1986), „Early Map Use as an Unlearned Ability“. *Cognition* 22: 201–223.
- Levine, Marvin, Iris Marchon und Gerard L. Hanley (1984), „The Placement and Misplacement of You-Are-Here Maps“. *Environment and Behavior* 16: 139–157.
- Liben, Lynn S. und Roger M. Downs (1989), „Understanding Maps as Symbols: The Development of Map Concepts in Children“. In: H. W. Reese (ed.), *Advances in Child Development and Behavior*. San Diego CA: Academic Press: 145–201.

- Liben, Lynn S. und Roger M. Downs (1993), „Understanding Person-Space-Map Relations: Cartographic and Developmental Perspectives“. *Developmental Psychology* 29: 739–752.
- Liben, Lynn S. und Roger M. Downs (1997), „Can-ism and Can'tianism: A Straw Child“. *Annals of the Association of American Geographers* 87: 159–167.
- Lloyd, Robert (1993), „Cognitive Processes and Cartographic Maps“. In: T. Gärling und R. G. Golledge (eds.), *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches* (= Advances in Psychology 96). Amsterdam: North-Holland: 141–169.
- MacEachren, Alan M. (1995), *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*. New York: Guilford Press.
- MacEachren, Alan M. und T. A. Mistrick (1992), „The Role of Brightness Differences in Figure-Ground: Is Darker Figure?“ *The Cartographic Journal* 29: 91–100.
- Maki, Ruth (1981), „Categorization and Distance Effects with Spatial Linear Orders“. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 7: 15–32.
- McNamara, Timothy P. und Vaibhav A. Diwadkar (1996), „Viewpoint Dependence in Human Spatial Memory“. *AAAI-96 Spring Symposium on „Cognitive and Computational Models of Spatial Representation“*, March 25–27, Stanford University.
- McNamara, Timothy P., Roger Ratcliff und Gail McKoon (1984), „The Mental Representation of Knowledge Acquired from Maps“. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 10: 723–732.
- Montello, Daniel R. und Scott M. Freundschuh (1995), „Sources of Spatial Knowledge and Their Implications for GIS: An Introduction“. *Geographical Systems* 2: 169–176.
- Montello, Daniel R., Catherine N. Sullivan und Herbert L. Pick (1994), „Recall Memory for Topographic Maps and Natural Terrain: Effects of Experience and Task Performance“. *Cartographica* 31: 18–36.
- Olson, Judy M. (1979), „Cognitive Cartographic Experimentation“. *The Canadian Cartographer* 16: 34–44.
- Petchenik, Barbara B. (1983), „A Map Maker's Perspective on Map Design Research 1950–1980“. In: D. R. F. Taylor (ed.), *Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography*. Chichester: Wiley: 37–68.
- Pick, Herbert L., Marian R. Heinrichs, Daniel R. Montello, Kip Smith, Catherine N. Sullivan und William B. Thompson (1995), „Topographic Map Reading“. In: P. A. Hancock, J. Flach, J. K. Caird und K. Vicente (eds.), *Local Applications of the Ecological Approach to Human-Machine Systems*. Hillsdale NJ: Erlbaum: 255–284.
- Potash, Lawrence M. (1977), „Design of Maps and Map Related Research“. *Human Factors* 19: 139–150.
- Presson, Clark C. (1982), „The Development of Map Reading Skills“. *Child Development* 53: 196–199.
- Presson, Clark C., Nina DeLange und Mark D. Hazelrigg (1989), „Orientation Specificity in Spatial Memory: What Makes a Path Different from a Map of the Path?“ *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15: 887–897.
- Ridgley, Douglas C. (1922), „The Teaching of Directions in Space and on Maps“. *Journal of Geography* 21: 66–72.
- Rock, Irvin (1974), *Orientation and Form*. New York: Academic Press.
- Schwartz, Neil H. und Raymond W. Kulhavy (1988), „Encoding Tactics in the Retention of Maps“. *Contemporary Educational Psychology* 13: 72–85.
- Shepard, Roger N. und Shelley Hurwitz (1984), „Upward Direction, Mental Rotation, and Discrimination of Left and Right Turns in Maps“. *Cognition* 18: 161–193.
- Sholl, M. Jeanne (1995), „The Representation and Retrieval of Map and Environment Knowledge“. *Geographical Systems* 2: 177–196.
- Steinke, Theodore R. (1987), „Eye Movement Studies in Cartography and Related Fields“. *Cartographica* 24: 40–73.
- Stevens, Albert und Patty Coupe (1978), „Distortions in Judged Spatial Relations“. *Cognitive Psychology* 10: 422–437.
- Taylor, Holly A. und Barbara Tversky (1992), „Descriptions and Depictions of Environments“. *Memory and Cognition* 20: 483–496.
- Thorndyke, Perry W. und Barbara Hayes-Roth (1982), „Differences in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation“. *Cognitive Psychology* 14: 560–589.

- Thorndyke, Perry W. und Cathleen Stasz (1980), „Individual Differences in Procedures for Knowledge Acquisition from Maps“. *Cognitive Psychology* 12: 137–175.
- Tversky, Barbara (1981), „Distortions in Memory for Maps“. *Cognitive Psychology* 13: 407–433.
- Uttal, David H. und Henry M. Wellman (1989), „Young Children's Representation of Spatial Information Acquired from Maps“. *Developmental Psychology* 25: 128–138.
- Warren, David H. (1995), „Maps and Landscapes: Modes of Spatial Representation“. *Geographical Systems* 2: 255–266.
- Williamson, Janis und Carol McGuinness (1990), „The Role of Schemata in the Comprehension of Maps“. In: K. J. Gilhooly, M. T. G. Keane, R. H. Logie und G. Erdos (eds.), *Lines of Thinking*. Chichester: Wiley: 29–40.

Prof. Dr. Daniel R. Montello
Department of Geography
University of California
Santa Barbara, CA 93106
USA