



---

## **Dispositionen raumbezogenen Lernens und Verhaltens im Lichte neuronal-evolutionärer Determinanten (I)**

**Helmuth Köck**

### **Zitieren dieses Artikels:**

Köck, H. (2005). Dispositionen raumbezogenen Lernens und Verhaltens im Lichte neuronal-evolutionärer Determinanten (I). *Geographie und ihre Didaktik*, 33(2), S. 94-104. doi 10.60511/zgd.v33i2.245

### **Quote this article:**

Köck, H. (2005). Dispositionen raumbezogenen Lernens und Verhaltens im Lichte neuronal-evolutionärer Determinanten (I). *Geographie und ihre Didaktik*, 33(2), pp. 94-104. doi 10.60511/zgd.v33i2.245

## **Dispositionen raumbezogenen Lernens und Verhaltens im Lichte neuronal-evolutionärer Determinanten (I)**

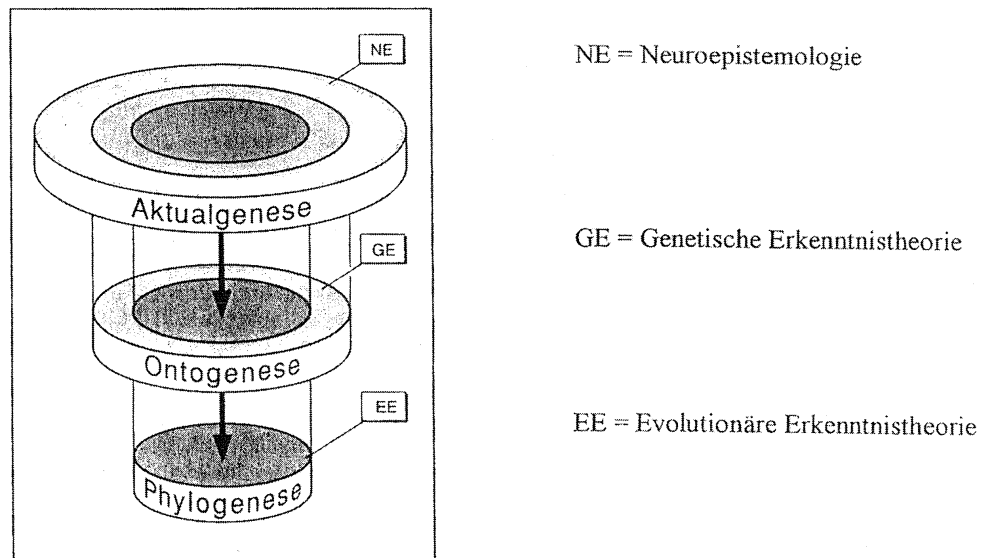
von HELMUTH KÖCK (Landau)

### **1. Ausgangsposition und Fragestellung**

Dispositionen raumbezogenen Lernens und Verhaltens können sich als Hemmnisse oder als Potenziale erweisen. Beide Rollen stellen Bewertungen entsprechender Dispositionen der Lernenden dar: Hemmnisse gelten dann als negativ, Potenziale als positiv bewertete Dispositionen. Jedoch ist diese Bewertung, wie stets, kontextabhängig, in unserem Fall abhängig von der Aufgabenstellung des Geographieunterrichts, nämlich die Fähigkeit und Bereitschaft zu kompetentem raumbezogenem Verhalten in der Welt aufzubauen. Im Lichte dieser Intention erscheint beispielsweise die Hier-Orientierung menschlichen Raumverhaltens eher hemmend, da sie der zunehmend verhaltensbedeutsamen Ferne-Orientierung im Wege steht. Existenziell betrachtet ist sie dagegen unabdingbar und stellt sie somit ein Potenzial dar; denn wie erginge es wohl einem individuellen oder kollektiven Subjekt, dass sich in seiner Existenzgestaltung nicht zunächst oder überhaupt am Hier orientierte. Ähnlich verhält es sich mit dem Neugierverhalten: Im soziokulturellen Kontext wird es bekanntlich negativ, weil das konfliktfreie Miteinander hemmend bewertet; im Kontext von Lehren und Lernen spielt es dagegen die Rolle eines essenziellen Potenzials. Indem somit Ambivalenz und Kontextabhängigkeit der Bewertung der meisten Dispositionen offen gelegt sind, können die nachfolgenden Ausführungen kaum missverstanden werden.

Zur Erklärung raumrelevanter Dispositionen, hemmender wie förderlicher, wird meist auf Faktoren wie Alter, Geschlecht, Note, soziokultureller Kontext u. a. m. verwiesen. Doch spielen diese eher die Rolle von Randbedingungen als dass sie echte Erklärungen liefern. Dass raumbezogene Dispositionen in erster Linie evolutionär-neuronal bedingte, also eine Funktion phylogenetischer (stammesgeschichtlicher) wie ontogenetischer (individualgeschichtlicher) Anpassungs- und Entwicklungsprozesse des Gehirns angesichts der jeweiligen abiotischen, biotischen und soziokulturellen Um- bzw. Außenweltbedingungen und -wirkungen sind (vgl. Abb. 1; KÖSTERS 1993, S. 340; OESER/SEITELBERGER <sup>2</sup>1995, S. 25/26, 29, 37-39, 87, 142, 190/191, 195/196; RIEDL 1985, S. 43-80; STRAUCH 2003, S. 302/303; VESTER <sup>26</sup>1999, S. 15-52), wird in der geographiedidaktischen Forschung hingegen nicht beachtet.

Abb. 1: Der Zusammenhang zwischen Phylogenese, Ontogenese und Aktualgenese des Gehirns bzw. Erkenntnisprozesses



Quelle: OESER/SEITELBERGER (1995, S. 196)

Lediglich im Kontext 'kognitiver Karten' bzw. 'mental maps' ist dem Verfasser ein derartiger Erklärungsansatz bekannt geworden, und zwar bei DOWNS/STEA (1982, S. 249-259, 271). Angesichts mittlerweile zahlreich vorliegender neurobiologischer wie evolutionärer Erkenntnisse über Entstehungsbedingungen raumbezogener mentaler Dispositionen sollen letztere hier im Lichte ersterer betrachtet werden. Da, wie eingangs erwähnt, dieselben Dispositionen je nach Ausprägung und Kontext in einzelnen Fällen sowohl Hemmnis als auch Potential sein können, werden die weiteren Ausführungen nicht nach Hemmnissen einerseits und Potentialen andererseits oder Kombinationen von beiden, sondern nach Kognition, Emotion und Verhalten untergliedert.

## 2. Dispositionen der Raumkognition

### 2.1 Räumliches Denken - entwicklungsbezogen

Unter den Dispositionen der Raumkognition stellt das räumliche Denken eine Grunddisposition geographischen Lernens und raumbezogenen Verhaltens dar. Indem die Lerner prinzipiell in der Lage sind, erdbezogene räumliche Konstrukte gedanklich herzustellen, zu bearbeiten und zu handhaben, ist die Disposition zu räumlichem Denken zunächst als *Potenzial* zu werten. Dies findet auch darin seinen Ausdruck, dass räumli-

ches Denken in der Psychologie zu den klassischen Intelligenzfaktoren gerechnet wird (vgl. BLOOM 1971, S. 98/99; ROST 1977, v. a. 15, 20/21; STURZEBECKER 1972, S. 690/691). Da es hinsichtlich Abstraktions- und Komplexitätsgrad zwar nicht beliebig, doch aber signifikant steigerbar ist, stellt räumliches Denken nicht nur für die Geographie, sondern für die geistige Entwicklung überhaupt ein hochwertiges Potenzial dar.

Allerdings nimmt die altersparallele Entwicklung dieses Potenzials einen gespaltenen Verlauf. Dies haben vor allem Untersuchungen der Psychologie zur Entwicklung der Raumvorstellungsfähigkeit gezeigt (vgl. Abb. 2 a und b).

Sowohl im Verbund mit den übrigen Intelligenzfaktoren (a) als auch bei isolierter Darstellung (b) erweist sich räumliches Denken zunächst als progressiv wachsendes Potenzial. So „sind bis zum 9./10. Lebensjahr rund 50 % und bis zum 12.-14. Lebensjahr 80 % der Raumvorstellungsfähigkeit (gemessen an den Leistungen von Erwachsenen) entwickelt“ (ROST 1977, S. 47). Zu zwar nicht ganz so ‘schönen’, strukturell jedoch analogen Kurven ist in der Geographiedidaktik vor allem SCHRETTENBRUNNER (1978) bei einigen Untertests seines so genannten ‘Kartentests’ gelangt (c). Allerdings sind jene mit den eben besprochenen Kurven nicht direkt vergleichbar, da sie auf Klassenstufen bezogen, nicht in Prozent von Erwachsenenleistungen, sondern in absoluten Rohpunktwerten ausgedrückt sind und natürlich auch von den Aufgabenstellungen her Anderes und vor allem Geographiespezifischeres beinhalten. Jedoch ist der Leistungsanstieg auch dort deutlich zu erkennen, wenngleich nicht progressiv verlaufend. Ähnliches ergibt sich aus Untersuchungen etwa von HEINEKEN & al. (1986) oder KÖCK (1984).

Verfolgt man nun den weiteren Verlauf der Kurven zur Raumvorstellungsfähigkeit, wie er sich zunächst aus der psychologischen Forschung darstellt (a, b), so schwenkt der progressive Leistungsanstieg jenseits des 11./12. Lebensjahres um in einen konvexen Verlauf mit abnehmenden Zuwachsraten, bis der Höhepunkt im Alter von etwa 15-18 Jahren erreicht ist und jenseits hiervon eine tendenzielle Abnahme der Leistungshöhe erkennbar wird (ROST 1977, S. 46). Dieser Kurvenverlauf soll ROST (1977, S. 46/47) zufolge bereits auch 1949 im so genannten „Minnesota Spatial Relations Test“ SUPERS ermittelt worden sein. Vergleicht man hiermit nun die Kurvenverläufe verschiedener Kartentests aus der geographiedidaktischen Untersuchung SCHRETTENBRUNNERS (c), so entsprechen zumindest die Kurvenverläufe der Tests K 4, K 7 und K 2 offensichtlich den eben besprochenen Kurven und können so als geographiedidaktische Bestätigung der in der Psychologie ermittelten Leistungs-

kurven gelten. Weitere tendenzielle Bestätigung dieser Leistungskurve findet man bei HEINEKEN & al. (1986) und partiell auch bei KÖCK (1984).

Im Unterschied zum Potenzialcharakter des zuvor besprochenen Kurvenabschnittes assoziiert man mit diesem Abschnitt nun eher die *Hemmniseigenschaft*. Offenbar schlägt hier die seit der evolutionären Vorzeit bis zum frühen 19. Jahrhundert vorherrschende durchweg begrenzte, strukturell einfache und überschaubare Beschaffenheit menschlicher Lebensräume durch, in Korrespondenz zu und Wechselwirkung mit welchen das menschliche Gehirn nur ein entsprechend begrenztes, per genetischer Mitgift auch ontogenetisch stets wieder reproduziertes nicht beliebig steigbares raumbezogenes Leistungsvermögen herausgebildet hat, das zur mittlerweile erreichten Reichweite und Komplexität wie auch Abstraktheit menschheitlicher wie individueller lebensräumlicher Verhältnisse in einem krassen Missverhältnis steht und angesichts des evolutionären Schneckentempos so schnell auch nicht dramatisch gesteigert und an jene global-komplexen Raumbezüge heutigen wie zukünftigen menschlichen Lebens angepasst werden kann (vgl. EICHLER 1993, S. 27; KÖSTERS 1993, S. 355-395; VERBEEK 1993, S. 645/646; <sup>3</sup>1998, S. 18-20; WUKETITS 1993, S. 59, 61, 63).

Dass dieses Hemmnis gleichwohl keinen absoluten Stillstand oder Grenzwert bedeutet, belegt vor allem die jüngste Hirnforschung. Denn das trainierte Gehirn ist und bleibt lebenslang dynamisch, formbar, verändert sich gar Augenblick für Augenblick, wozu vor allem Um- und Restrukturierung, Verdickung, Verdichtung, Wachstum der Synapsen, bei ausbleibender Beanspruchung allerdings auch Rückbildung usw. gehören (vgl. OERTER <sup>4</sup>1998, S. 282; OESER/ SEITELBERGER <sup>2</sup>1995, S. 40-42; RATEY 2001, S. 24/25, 28, 46, 48, 450; SPITZER 2002, vor allem S. 52, 94, 227-241, 277-278; STRAUCH 2003, S. 45, 64-66). Und dass sich speziell auch das Komplexitätsniveau geistiger und dann wohl auch raumbezogener Leistungen steigern lässt, schließen Neurowissenschaftler aus entsprechenden Versuchen mit Ratten. So wurde experimentell nachgewiesen, dass diejenigen Ratten, die einer komplexeren Umwelt ausgesetzt waren, einen Wandel und ein Wachstum ihres Gehirns, speziell einen Zuwachs der Anzahl der Synapsen und Dendriten erfahren haben (STRAUCH 2003, S. 61/62). Zu entsprechenden Schlussfolgerungen gelangt auch DAMASIO (<sup>3</sup>1997, S. 178/179) aufgrund der Experimente J. ALLMANS mit Affen, die unterschiedlich komplexen Ernährungssituationen (obstfressende versus blätterfressende) ausgesetzt waren: „Es gibt Anhaltspunkte für eine Beziehung zwischen der Ausweitung und Differenzierung der Großhirnrinde auf der einen Seite und der Komplexi-

tät und Unvorhersagbarkeit von Umwelten, in denen sich die Individuen dank dieser Ausweitung behaupten können, auf der anderen Seite.“ Damit dazu auch der Geographieunterricht sein Scherflein beitragen kann, ist eine prinzipielle, allerdings 'dosierte' Höherorientierung im Leistungsanspruch, vor allem wohl im 5./6. Schuljahr, vonnöten, eine Niveausenkung vor allem in der Sekundarstufe II, aber auch generell dagegen kontraproduktiv. In diesem Sinne zitiert STRAUCH (2003, S. 306) DAVID FASSLER, einen amerikanischen Psychiater, mit Bezug auf die Jugendlichen: „Wir müssen sie [die Jugendlichen; Vf.] ... bis an ihre Grenzen oder knapp darüber hinaus fordern ...“. Auf welchem Niveau sich dabei die Leistungsgrenzen in der Geographie, absolut im jeweiligen Lebens-/Entwicklungs-/Intelligenzalter oder relativ zum Erwachsenenalter gemessen, befinden, ist eine interessante, aber schwierig zu klärende geographiedidaktische Forschungsfrage. Dies umso mehr, als diese interindividuell stark differiert und sich intraindividuell lernbedingt zwangsläufig dynamisch verändert. Neben dieser erkenntnisorientierten ist jedoch auch die unterrichtstechnologische Forschungsfrage von Interesse, nämlich, wie man entwicklungsparallel das jeweilige Leistungsmaximum unterrichtlich erreichen kann.

## 2.2 Räumliches Denken - geschlechtsbezogen

Nach dieser entwicklungsbezogenen folgt nun die geschlechtsbezogene Betrachtung der Disposition zur Raumkognition. Diesbezüglich ist mittlerweile sowohl durch die geographiedidaktische (vgl. SCHRETTENBRUNNER 1978; HEINEKEN & al. 1986, S. 33-35, 40; OESER 1987, S. 123, 129, 134; VAN DER SCHEE 1988, S. 74; HEMMER, I. 1995, S. 214-218) als auch durch die psychologische sowie neurophysiologische Forschung (vgl. z. B. ROST 1977, S. 29-37; WITELSON 1979, S. 342-353; RESTAK 1980; HARRIS 1981, S. 83-111; ORSINI & al. 1982, S. 69/70; TRAUTNER 1991, II, S. 359-365; DER SPIEGEL 44/1979, S. 258; 19/1996, S. 122; RUBNER 1996; RATEY 2001, S. 330-334) vielfach belegt, dass die Jungen gegenüber den Mädchen eine durchschnittlich höher ausgeprägte Fähigkeit zum räumlichen Denken besitzen. Zu spezifizieren ist dieser generelle Befund durch zwei modifizierende Ausprägungen: So streuen die Werte der Jungen stärker als diejenigen der Mädchen. Zudem sind auch Mädchen zu raumbezogenen Spitzenleistungen fähig, jedoch in geringerer Anzahl als die Jungen. Zur Demonstration dieses geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiedes sei auf eine Darstellung aus SCHRETTENBRUNNER (1978) zurückgegriffen (vgl. Abb. 3).

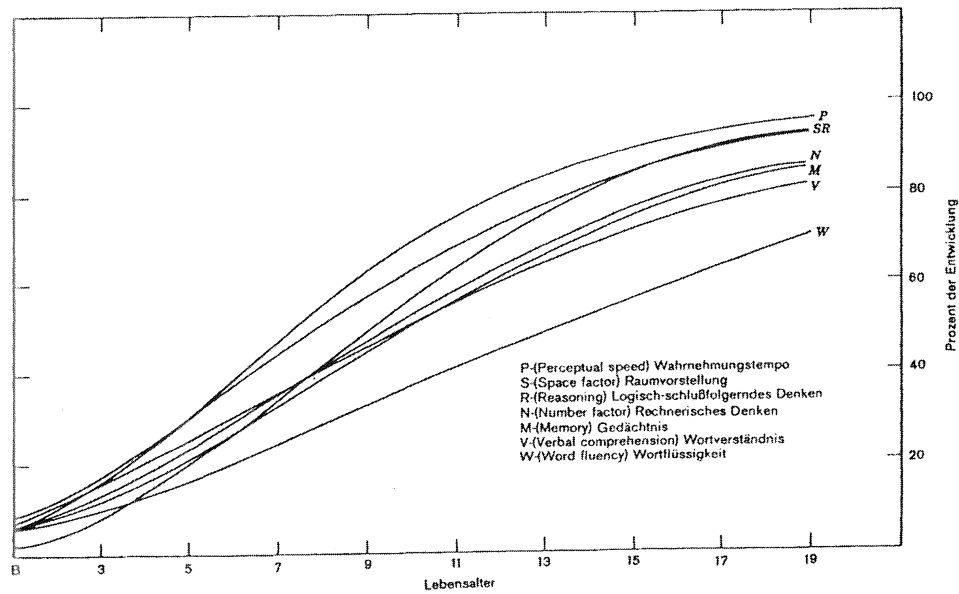
Wenngleich es sich hierbei nominell um einen so genannten 'Kartentest' handelt, stellen die geistigen Leistungen, die dabei zu bewältigen waren,

doch klassische raumbezogene kognitive Operationen dar. Über alle vier von SCHRETTENBRUNNER untersuchten Jahrgangsstufen hinweg ist die von den Jungen erbrachte Leistung „höchst signifikant ( $p < 0,001$ )“ besser als die der Mädchen, und zwar unabhängig von der Intelligenz (S. 67, 73).

Fragt man nun, *warum* dies so ist, so wird die neuronal-evolutionäre Determiniertheit dieser unterschiedlichen Disponiertheit von Jungen und Mädchen erst eigentlich evident. Denn strukturell-funktional resultiert diese Differenz aus der unterschiedlichen Beschaffenheit und Funktionsweise von männlichem und weiblichem Gehirn (vgl. BARON-COHEN 2004, S. 17/18, 87-92, 112-115, 122-183; DAMASIO <sup>3</sup>1997, S. 103/104; DER SPIEGEL 44/1979, S. 258; 19/1996, S. 122/123; 21/2004, S. 86, 88; DOWNS/STEA 1982, S. 249-259, 271; HARRIS 1981, S. 97-111; RATEY 2001, S. 330-334 sowie auch S. 47, 178, 304, 319; OESER/SEITELBERGER <sup>2</sup>1995, S. 67-68; RESTAK 1980; ROST 1977, S. 36-37; RUBNER 1996; STRAUCH 2003, S. 195-198; TRAUTNER 1991, II, S. 359-365; WITTELSON 1979, S. 345-353): Im Kern besteht dieser Unterschied in einer Asymmetrie bzw. unterschiedlichen Spezialisierung der beiden Hirnhälften im Vergleich der beiden Geschlechter. Während in der linken Hirnhälfte verbal-analytisch-schlussfolgernde Operationen dominieren, sind es in der rechten Hirnhälfte dagegen die visuell-räumlich-ganzheitlichen Operationen. Während das männliche Geschlecht zum Sprechen jedoch nur die linke und für raumbezogene Operationen nur die rechte Hirnhälfte benutzt, benutzt das weibliche Geschlecht zum Sprechen dagegen beide Hirnhälften, die im Vergleich zum männlichen Geschlecht überdies eine stärker ausgeprägte Verbindung aufweisen. Aus dieser unterschiedlichen funktionalen Spezialisierung resultiert für das weibliche Geschlecht die vielfach nachgewiesene höhere sprachliche Leistungsfähigkeit, für das männliche Geschlecht dagegen die größere raumbezogene Leistungsfähigkeit, da aufgrund seiner größeren Spezialisierung in der rechten Hirnhälfte mehr Verarbeitungskapazität für raumbezogene Operationen zur Verfügung steht, welche letztere beim weiblichen Gehirn dagegen aufgrund der beidseitigen Sprachaktivität geringer ausfällt. Diese unterschiedliche Hirnhälftenspezialisierung wird bereits pränatal durch das männliche Hormon Testosteron und das dadurch bewirkte schnellere Wachstum der rechten Hirnhälfte des männlichen Gehirns (im Unterschied zum schnelleren Wachstum der linken Hirnhälfte des weiblichen Gehirns) gesteuert und ist genetisch festgelegt. Alles zusammen – Hirnhälftenspezialisierung, Testosteronausstattung, genetische Codierung – ist schließlich und letztlich Resultat evolutionärer Anpassungsprozesse an unterschiedliche Umwelten und Aufgaben bzw. Rollen von Männern/

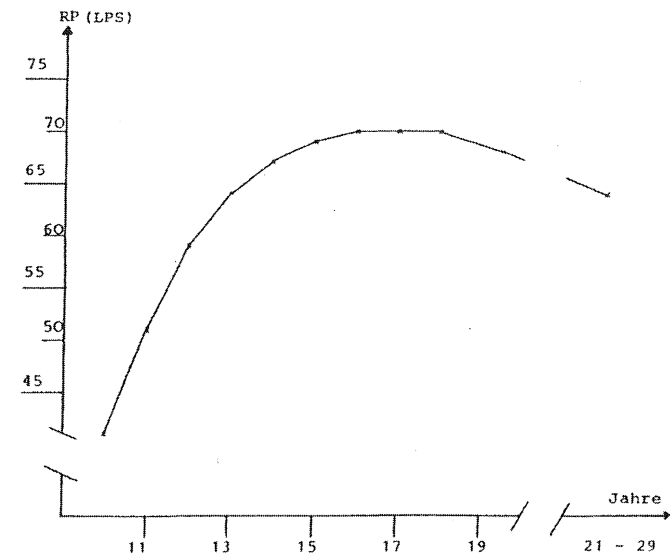
Abb. 2: Entwicklung der Raumvorstellungsfähigkeit

a) im Vergleich zu den übrigen Intelligenzfaktoren



Quelle: BLOOM (1971, S. 99; nach THURSTONE 1955)

b) isoliert



Quelle: ROST (1977, S. 46; nach HORN 1962)



Jungen und Frauen/Mädchen: Sammeln und Jagen und dabei benötigte und entwickelte räumliche Vorstellungsleistung bzw. hinderliche und damit entbehrliche bzw. wenig entwickelte sprachliche Aktivität der ersteren, Kindererziehung sowie häusliche Fürsorge und Pflege des sozialen Zusammenhalts und dafür benötigte Sprachfähigkeit sowie soziale Dispositionen bei Mangel an Gelegenheiten zur Entwicklung räumlichen Denkens der letzteren.

Ähnlich der altersbezogenen Entwicklung der raumbezogenen Kognitionsleistung beinhaltet auch diese geschlechtsbezogene Ausprägung Momente von Hemmnis und Potenzial zugleich. Als *Potenzial* kann man sicher die höhere Leistungsdisposition der Jungen, aber auch die überdurchschnittlichen Leistungsmöglichkeiten einzelner Mädchen sehen. Dem müssen Geographiedidaktik und Geographieunterricht durch entsprechende theoretische und praktische Anforderungsprofile Rechnung tragen; denn auf die dadurch mögliche maximale Förderung haben die genannten Lerner nun einmal Anspruch, und nur dadurch bleibt das neuronale Potenzial erhalten bzw. wird es weiterentwickelt. Als *Hemmnis* muss man dagegen das durchschnittlich geringere raumbezogene kognitive Leistungsvermögen der Mädchen wie auch eines Teils der Jungen ansehen. Wie aber ist hiermit zu verfahren? Soll auch diese Lernerfraktion in vergleichbarem Maße gefordert und gefördert werden, worauf ja auch sie einen Anspruch hat? Oder soll zur spezifischen Förderung von Jungen und Mädchen Geographieunterricht gar getrenntgeschlechtlich erteilt werden, wie es in Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht immer mal wieder (vgl. zuletzt FAZ vom 29.09.2003) gefordert und wohl auch gerichtlich angestrengt wurde? Wie aber müsste eine spezifische Förderung vor allem der Mädchen erfolgen, und zwar so, dass sie auch den jüngsten Erkenntnissen der Hirnforschung Rechnung trägt? Wie wirkt sich der seit den 1970er Jahren vor allem in den Industrieländern, mittlerweile zumindest ansatzweise jedoch auch in den Entwicklungsländern stattfindende Wandel von Sozialisation und Enkulturation auf die raumbezogene Kognitionsleistung von Jungen und Mädchen aus? Fragen über Fragen, denen sich die geographiedidaktische Forschung sowohl erkenntnisorientiert als auch technologisch orientiert zuwenden müsste, auch wenn die Bedingungen dafür von der Materie wie von der Forschungsausstattung her überaus schwierig sind.

### 2.3 Raumgesetzliches Denken

Dass raum- wie auch sachbezogene Gesetzeserkenntnis um 1970 zu einem zentralen Topos des Geographieunterrichts wurde, war im Kern geographiedidaktisch induziert, und zwar im Zuge des Wandels vom

länderkundlich zum allgemeingeographisch-exemplarisch konzipierten Geographieunterricht. Dass Gesetzmäßigkeit zu erkennen jedoch auch eine apriorische Disposition des Menschen ist und schon von daher auch (geographie)unterrichtlich zur Geltung kommen muss, spielte damals keine Rolle.

Aus neuronaler Sicht hat vor allem SPITZER diese Disponiertheit, zudem überaus pointiert behauptet. Einige seiner markanten diesbezüglichen Aussagen mögen dies belegen:

- „Gehirne sind Regelextraktionsmaschinen.“ (2002, S. 75)
- „Unser Gehirn ist ... auf das Lernen von Allgemeinem aus.“ (2002, S. 76)
- „Lernen führt langfristig dazu, dass sich das Netzwerk den Eingangssignalen anpaßt und deren *allgemeine* Struktur abbildet.“ (1996, S. 217)
- „Wie neuronale Netzwerke lernen auch Kinder dadurch, daß sie allgemeine Strukturen aus Beispielen selbständig extrahieren.“ (1996, S. 68).

Diese neuronale Disposition ihrerseits ist nun ein Produkt evolutiver Anpassung. Denn folgt man der evolutionären Erkenntnistheorie, so sind die Strukturen und Kategorien unserer Erkenntnis als die A-priori unserer Vernunft allmählich durch Anpassung unseres Erkenntnisapparates an die realen und eben auch gesetzlichen Eigenschaften der Welt herausgebildet worden (RIEDL <sup>2</sup>1980, v. a. S. 41/42, 76, 180, 182; 1985, S. 22, 23, 44, 67; VOLLMER <sup>6</sup>1994, S. 102-106, 126-131). Folgerichtig besteht „das Lernergebnis“ nach RIEDL (<sup>2</sup>1980, S. 179) aus evolutionärer Sicht „in einer Extraktion der Gesetzmäßigkeit aus der realen Welt“, und dies dann zwangsläufig auch hinsichtlich der räumlichen Beschaffenheit der Welt. Entsprechend kann diese neuronal-evolutionär vorgegebene Disposition als treffliches neues Argument für die seit den 1970er Jahren dominierende allgemeingeographisch-exemplarische Konzeption des Geographieunterrichts, aber auch als Argument gegen Bestrebungen, jene wieder aufzuweichen und zunehmend mehr wieder in eine regionalgeographische Richtung umzulenken, gelten. Diese hirnfunktionelle Disposition kann man nun wohl uneingeschränkt als Potenzial betrachten, wenngleich ihr ein durch die oben erwähnte lange territoriale Begrenztheit des menschlichen Lebensraumes bedingtes Abstraktionsdefizit als Hemmnis im Wege steht.

Dass dieses Potenzial ab etwa dem 5./6. Schuljahr grundsätzlich ausgeprägt ist, kann – mangels geographiedidaktischer Forschungserkenntnisse

– aus Erkenntnissen der Entwicklungspsychologie gefolgert werden. Denn raumgesetzlich denken zu können, ist integraler Bestandteil der Fähigkeit zum formal-abstrakten Denken, und diese ist universell durchschnittlich ab dem 11./12. Lebensjahr in grundsätzlicher Ausprägung vorhanden (vgl. ARBINGER <sup>2</sup>1997, S. 4/5, 132-134; PIAGET/INHELDER 1977, v. a. S. 11-15, 235-242, 260-325; TRAUTNER II/1991, S. 184-192). Auch die allgemeine Intelligenzentwicklung ist bereits mit etwa 11 Jahren weit fortgeschritten und stabilisiert (vgl. OERTER <sup>4</sup>1998, S. 280) und stützt somit obige Aussage. Diese Schlussfolgerung zieht aus geographiedidaktischer Sicht denn auch NAISH (1982, S. 27): „to look for general properties“, „to state general laws“, „to see common meanings“ - darin sieht er zentrale kognitive Aktivitäten der Lerner in der Phase der formalen Operationen.

Dieser evolutionär-neuronal gegebenen Disposition sollte sich die geographiedidaktische Forschung nicht mehr nur, wie bisher ausschließlich geschehen, konzeptionell, sondern auch erkenntnis- oder unterrichtstechnologisch orientiert annehmen, um zu geographie- und speziell raumbezogenen Konkretisierungen der hier referierten außergeographischen Erkenntnisse zu gelangen.

#### 2.4 Raumsystemdenken

Ähnliches gilt hinsichtlich einer weiteren noch kurz zu erwähnenden kognitiven Disposition, die nun aber mit dem Stigma eines Hemmnisses behaftet ist und daher eher einer Indisponiertheit gleichkommt. Gemeint ist die Schwierigkeit, *systemisch* zu denken, erdräumliche *Systeme*, gar noch komplexer Art, kognitiv zu bewältigen.

Auch diese neuronal verankerte schwache kognitive Disposition ist evolutionär geworden und genetisch tradiert: Zwar ist jeglicher Raumsachverhalt einerseits System, andererseits Bestandteil übergeordneter Systeme. Entsprechend sind die Menschen von Beginn ihrer Geschichte an immer auch systemischen Wirkungsverflechtungen ausgesetzt oder selbst Teil davon gewesen. Von daher hätte sich auch die Fähigkeit zu systemischem Denken wie auch ein prinzipielles systemisches Bewusstsein als neuronale Anpassung an entsprechende lebensräumliche Wirkungsverflechtungen herausbilden müssen. Doch damit es dazu hätte kommen können, hätten systemische Wirkungsbeziehungen überhaupt erst einmal als solche beobachtet und erkannt werden (können) müssen. Das aber war, wenn überhaupt, nur höchst eingeschränkt möglich, da Ort und Zeit der Ursache und Ort und Zeit der Wirkung selten direkt beobachtbar nahe beieinander liegen, vielmehr häufig so weit voneinander entfernt sind, dass Wirkungs-

zusammenhänge nicht einmal vermutet werden können bzw. konnten. Das ist vielmehr erst seit vielleicht der Neuzeit oder gar erst seit der Industrialisierung mit all ihren technischen Innovationen (Kommunikation, Verkehr, ... ) möglich.

Zudem hatte das menschliche Gehirn, wie oben erwähnt, aufgrund des eingeschränkten Aktionsradius und somit überschaubarer Lebensräume bis in das 19. Jahrhundert hinein nicht das entsprechende lebensräumliche Korrelat, um die Fähigkeit zu komplexerem systemischem Denken heraufzubilden. Und die seitdem vergangene Zeitspanne, in der das menschliche Gehirn zunehmend komplexeren und bis zur globalen Weite vernetzten Systemen ausgeliefert, durch diese zugleich aber auch hoffnungslos überfordert ist, ist viel zu kurz, als dass sich auf breiter Basis bereits wesentliche dauerhafte Anpassungen von Gehirn und Kognition hätten vollziehen können (vgl. auch KÖSTERS 1993). Hinzu kommen die rein ontogenetischen neuronalen und ihrerseits häufig begrenzenden Determinationen der Entwicklung des komplex verflochtenen Denkens (SPITZER 1996, S. 197-206; 2002, S. 233, 241; STRAUCH 2003, S. 53/54, 56, 59-62, 292, 296).

Vor dem Hintergrund dieser evolutionär-neuronalen wie auch ontogenetischen Bedingungsbeziehungen in Verbindung mit der ab der formalen Phase vorhandenen Fähigkeit auch zum relationalen Denken (vgl. auch NAISH 1982, S. 27-31) kann man ab dem 5./6. Schuljahr wohl mit der Fähigkeit zum kognitiven Umgang mit einfach strukturierten räumlichen Systemen und Systembeziehungen rechnen. Und konform zum entwicklungspsychologischen Gesetz des generellen Komplexitätszuwachses geistiger Fähigkeiten und auch Haltungen (vgl. OERTER<sup>21</sup>1987) dürfte auch die Fähigkeit zum raumbezogenen Systemdenken einen Komplexitätszuwachs erfahren. Doch ist darüber Genaueres bisher nicht bekannt, womit zugleich ein wichtiges Forschungsdesiderat der Geographiedidaktik erkennbar ist. Und soweit außerhalb der Geographiedidaktik experimentelle Systemforschung betrieben wurde (vgl. etwa DÖRNER 1975; 1979; DÖRNER/REITHER 1978; FUNKE 1986; 1991), erfolgte diese fast ausschließlich an erwachsenen Probanden (Studierenden) und anhand von Computersimulationen. Sind schon die dabei erzielten Ergebnisse wenig ermutigend, so dürfte dies umso stärker zu erwarten sein, wenn man von Erwachsenen auf Schüler v. a. der Sekundarstufe I 'herunterrechnet' und zudem an realen statt nur an computersimulierten Wirkungszusammenhängen forscht.

\*\*\* Forts. folgt in Heft 3/2005 \*\*\*