

Die Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung

Claudia Quaiser-Pohl

Die Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung

Zur Bedeutung von kognitiven und motivationalen Faktoren
für geschlechtsspezifische Unterschiede



Waxmann Münster / New York
München / Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Quaiser-Pohl, Claudia:

Die Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung : zur Bedeutung von
kognitiven und motivationalen Faktoren für geschlechtsspezifische
Unterschiede / Claudia Quaiser-Pohl. – Münster ; New York ;
München ; Berlin : Waxmann, 1998

ISBN 3-89325-584-2

ISBN 3-89325-584-2

© Waxmann Verlag GmbH, 1998

Postfach 8603, D-48046 Münster, F. R. G.

<http://www.waxmann.com>

E-mail: info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Pleßmann Kommunikationsdesign, Ascheberg

Druck: Zeitdruck GmbH, Münster

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier, DIN 6738

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Vorwort

Bei dem vorliegenden Werk handelt es sich um die überarbeitete und erweiterte Fassung der Arbeit, mit deren Vollendung ich 1990 an der Rheinischen-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn mein Diplom in Psychologie erwarb. Anlaß, diese Arbeit nun zu publizieren, war zum einen die Tatsache, daß ich mich nach Abstechern in die Familienentwicklungspsychologie, die Kulturvergleichende Psychologie und die Medizin erneut und nunmehr aus entwicklungspsychologischer Perspektive mit dem Thema *Raumvorstellung* in Forschung und Lehre beschäftigte. Dabei mußte ich feststellen, daß sich die Publikationssituation zum *Räumlichen Vorstellungsvermögen* noch ähnlich darstellt wie Ende der 80er Jahre. Es gibt z.B. weiterhin nur sehr wenige zusammenfassende Darstellungen in deutscher Sprache. Das gilt auch für die geschlechtsspezifischen Unterschiede im räumlichen Vorstellungsvermögen, obwohl diese in der Psychologie der Geschlechterunterschiede immer noch zu den empirisch am besten nachgewiesenen zählen. Deshalb kam ich zu dem Schluß, daß weder die Darstellung des Problems – natürlich mußten neuere Forschungsergebnisse eingearbeitet werden – noch die Untersuchungsbefunde an Aktualität verloren hatten.

Einen weiteren und vielleicht sogar noch wichtigeren Grund für dieses Buch stellte jedoch der Umstand dar, daß der damals noch in Entwicklung befindliche, im Rahmen der Untersuchung verwendete Raumvorstellungstest *Schnitte* jetzt veröffentlicht wird (Fay & Quaiser-Pohl, 1998). Zur Evaluation des Verfahrens hat die vorliegende Arbeit einen wichtigen Beitrag geleistet und kann, auf diese Weise publiziert, den Benutzern dieses Tests und allen am Thema *Raumvorstellung* Interessierten als wissenschaftlicher Beleg seiner Validität dienen. In diesem Zusammenhang möchte ich ganz besonders Dr. Ernst Fay dafür danken, daß er mein Interesse an der *Raumvorstellung* wecken und über die gesamte Zeit aufrechterhalten konnte. Die gute Zusammenarbeit mit ihm war letztendlich ausschlaggebend dafür, dieses Vorhaben überhaupt zu realisieren.

Bonn, im Oktober 1997

Claudia Quaiser-Pohl

Inhalt

Einleitung.....	9
1 Das räumliche Vorstellungsvermögen – Theorien und Modelle.....	11
1.1 Die psychometrische Perspektive	12
1.2 Die kognitive Perspektive	17
1.3 Die strategische Perspektive	20
2 Geschlechterunterschiede als Untersuchungsgegenstand der Psychologie.....	27
2.1 Methodische Probleme bei der Untersuchung von Geschlechterunterschieden	27
2.1.1 „Quantitative“ oder „qualitative“ Unterschiede ?	28
2.1.2 Zur Objektivität von Untersuchungsergebnissen	29
2.1.3 Welche Hypothesen werden getestet?	30
2.1.4 Praktisch oder nur statistisch signifikant?	31
2.1.5 Was „erklären“ empirische Untersuchungen?.....	32
2.1.6 Stichprobenprobleme.....	32
2.1.7 Einflüsse von Meßverfahren	33
2.2 Die Psychologie der Geschlechterunterschiede.....	34
2.2.1 Unterschiede in <i>verbal abilities</i>	35
2.2.2 Unterschiede in den mathematischen Fähigkeiten	37
2.2.3 Die <i>spatial mediation hypothesis</i>	39
3 Geschlechterunterschiede im räumlichen Vorstellungsvermögen: Die differentielle Perspektive	41
3.1 Empirische Befunde.....	41
3.2 Metaanalysen und säkularer Trend.....	48
4 Biologische Erklärungsansätze.....	51
4.1 Genetische Modelle.....	51
4.2 Hormonelle Einflüsse.....	55
4.3 Theorien zur Gehirnhemisphärenspezialisierung.....	58
5 Zur Rolle von Sozialisationseinflüssen	61
5.1 Entwicklungspsychologische Modelle	63
5.1.1 Der psychoanalytische Ansatz.....	63
5.1.2 Die lerntheoretische Sichtweise.....	64
5.1.3 Die kognitive Entwicklungstheorie	65
5.1.4 Die Theorie vom <i>gender schema</i>	66
5.2 Empirische Befunde zur geschlechtsspezifischen Sozialisation	68
5.2.1 Die Bedeutung von Vorerfahrungen für die Raumvorstellungsfähigkeit	70
5.2.2 Die Wahl der Schulfächer und das Raumvorstellungsvermögen.....	71

5.2.3	Motivationale Faktoren und ihre Bedeutung	72
6	Fragestellungen	76
7	Untersuchungsverfahren	78
7.1	Der Raumvorstellungstest <i>Schnitte</i>	78
7.2	Der Fragebogen	79
7.3	Die Methode des „lauten Denkens“	81
8	Untersuchungsablauf	85
8.1	Die Stichprobe	85
8.2	Der Vortest	86
8.3	Die Einzeluntersuchung	87
8.3.1	Auswahl der Items	87
8.3.2	Beschreibung der erwarteten Lösungen	89
8.3.3	Ablauf	90
9	Die Ergebnisse des Vortests	92
9.1	Ergebnisse im Raumvorstellungstest <i>Schnitte</i>	92
9.2	Ergebnisse im Raumvorstellungstest <i>Schlauchfiguren</i>	97
9.3	Korrelationen zwischen Testergebnissen und Schulnoten	99
9.4	Testergebnisse und Vorerfahrungen	99
9.5	Testergebnisse und die Selbsteinschätzung der eigenen Raumvorstellungsfähigkeit im Alltag	101
9.6	Motivationale und affektive Variablen und Testergebnisse im Raumvorstellungstest <i>Schnitte</i>	104
10	Die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen	106
10.1	Defizite im Lösungsverhalten von Probanden mit schlechten Ergebnissen	107
10.1.1	Instruktionsverständnis	107
10.1.2	Die Anzahl frei produzierter richtiger Lösungen	111
10.1.3	Art und Qualität der produzierten Lösungen	116
10.1.4	Einzelaspekte der Lösungsstrategie	121
10.1.5	Entwicklungsprozesse im Lösungsverhalten	132
10.2	Das Lösungsverhalten von leistungsstarken Probanden	134
10.3	Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Probanden	135
11	Zusammenfassung, Interpretation und Ausblick	138
	Literatur	140

Einleitung

Geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede im räumlichen Vorstellungsvermögen zugunsten der Männer gelten seit langem als stabiler Befund der psychologischen Geschlechtsunterschiedsforschung. Genetische, hormonelle und zerebral-hemisphärische, d.h. biologische Gegebenheiten und Umwelteinflüsse, vor allem die geschlechtsspezifische Sozialisation sind abwechselnd für das schlechtere Abschneiden weiblicher Probanden in Raumvorstellungstests verantwortlich gemacht worden. Anstatt die Defizite zu beschreiben, die zu einem signifikant häufigeren Versagen von Mädchen bei Raumvorstellungsaufgaben führen, hat man sich bisher hauptsächlich mit einzelnen die Geschlechterunterschiede möglicherweise verursachenden Bedingungen beschäftigt.

In der Geschichte des räumlichen Vorstellungsvermögens als Untersuchungsgegenstand der Psychologie zeichnen sich ebenfalls gewisse Trends ab. Nachdem in der Anfangszeit eine eher psychometrische Betrachtungsweise des Faktors *space* im Vordergrund stand, beschäftigt man sich seit einigen Jahren auch aus kognitionspsychologischer Sicht mit diesem Fähigkeitsbereich. Die kognitiven Prozesse, die bei der Lösung von Raumvorstellungsaufgaben in einem Probanden ablaufen, stehen dabei im Mittelpunkt des Interesses.

Im Rahmen dieser Arbeit soll deshalb versucht werden, die festgestellten Geschlechterunterschiede im räumlichen Vorstellungsvermögen anhand der Betrachtung von kognitiven Prozessen, speziell der angewendeten Lösungsstrategien, zu analysieren. Die spezifischen Strategien leistungsstarker und leistungsschwacher Probanden werden dabei anhand des neu entwickelten Raumvorstellungstests *Schnitte* (Fay & Quaiser-Pohl, 1998) untersucht und somit ein Beitrag zur Konstruktvalidierung dieses Verfahrens geleistet. Auf diese Weise findet also die Integration einer allgemeinspsychologischen und einer differentialpsychologischen Vorgehensweise statt, der folgende Überlegung zugrundeliegt: Erst wenn man spezifische Defizite in bezug auf den Lösungsprozeß bei schlechten Lösern identifizieren kann, weiß man, was schlechte Raumvorsteller/innen zu schlechten Raumvorsteller/innen macht. Eine solche Erkenntnis gilt wiederum als unabdingbare Voraussetzung dafür, die Bedeutung vermuteter verursachender Bedingungen, wie bestimmter Vorerfahrungen und motivationaler Variablen, zu untersuchen und zu verstehen.

Im ersten Teil der Arbeit werden sowohl die theoretischen Grundlagen des Konstruktes *Raumvorstellung* (Kapitel 1) als auch die Bedeutung des Themas Geschlechterunterschiede als Untersuchungsgegenstand der Psychologie und die in diesem Zusammenhang auftretenden methodischen Probleme (Kapitel 2) erörtert.

Eine ausführliche Darstellung der empirischen Befunde zu geschlechtsspezifischen Leistungsunterschieden im räumlichen Vorstellungsvermögen folgt in Kapitel 3. Im Anschluß daran werden die zur Erklärung der beobachteten Geschlechterunterschiede formulierten Theorien und Modelle ausführlich erläutert, wobei den biologischen und den sozialisationstheoretischen Ansätzen jeweils ein eigenes Kapitel gewidmet ist (Kapitel 4 und 5). Der zweite Teil schildert den Ablauf der durchgeführten Untersuchung, die einen Vortest und Einzeluntersuchungen mit der Methode des lauten Denkens umfaßte, und beschreibt die dabei verwendeten Methoden. Im dritten Teil werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt und im Rahmen der zu untersuchenden Fragestellung interpretiert und – in Form eines Ausblicks – die Richtungen aufgezeigt, in die sich eine weitere Beschäftigung mit diesem Thema bewegen könnte.

1 Das räumliche Vorstellungsvermögen – Theorien und Modelle

Bei den meisten Menschen provoziert der Terminus *räumliches Vorstellungsvermögen* recht vage und sehr unterschiedliche Assoziationen, aber auch unter Fachleuten (z.B. Maier, 1995; Rost, 1977) gibt es wenig Konsens über die exakte Definition dieses Begriffs. Das liegt wahrscheinlich darin begründet, daß es sich beim Raumvorstellungsvermögen ganz offensichtlich nicht um ein einheitliches Phänomen, sondern um ein Konstrukt handelt, das sich aus verschiedenen Einzelfertigkeiten zusammensetzt. „The term 'spatial' has been used to connote a motley collection of skills, and it is perhaps this very quality that renders the myth, if so it be, so difficult to dislodge“ (Fairweather, 1976, S. 249).

Nach Linn und Peterson (1986) eröffnen sich jedoch vier Perspektiven, aus denen das räumliche Vorstellungsvermögen betrachtet und untersucht werden kann. Im Rahmen der *psychometrischen Perspektive*, bei der der Schwerpunkt auf der Messung des Raumvorstellungsvermögens mit psychometrischen Tests liegt, werden Korrelationen zwischen den Ergebnissen von Probanden in unterschiedlichen Raumvorstellungstests berechnet, die dann als Grundlage für die Identifikation einzelner „Faktoren“ der Raumvorstellung dienen. Interessiert man sich hingegen für die Prozesse, die in einem Individuum bei der Lösung von Raumvorstellungsaufgaben ablaufen, wählt man die *kognitive Perspektive*. Bei der *strategischen Perspektive* geht es um die Identifikation qualitativ unterschiedlicher Strategien, die von verschiedenen Lösern von Raumvorstellungsaufgaben angewandt werden. Wenn man Unterschiede in der Raumvorstellungsfähigkeit zwischen verschiedenen Populationen, z.B. zwischen Männern und Frauen untersucht, entscheidet man sich schließlich für die *differenzielle Perspektive*.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen alle genannten Ansätze genutzt werden. Die *psychometrische*, die *kognitive* und die *strategische* Perspektive dienen in diesem ersten Kapitel dazu, drei unterschiedliche Forschungsrichtungen zur Untersuchung des Konstruktes *Raumvorstellung* zu beschreiben und deren Aussagen zur Bedeutung des Merkmals Geschlecht bezüglich des räumlichen Vorstellungsvermögens zusammenzustellen. Die Geschlechterunterschiede im räumlichen Vorstellungsvermögen als solche, also die Forschungsergebnisse der differenziellen Perspektive, werden in Kapitel 3 ausführlicher dargestellt.

1.1 Die psychometrische Perspektive

Die Beschäftigung mit dem Faktor *Raumvorstellung* hat ihren Ursprung in der Untersuchung mechanisch-praktischer Leistungen. McFarlane (1925) konnte in einer der Pionierarbeiten zur *practical ability* einen Gruppenfaktor nachweisen, der sich von dem Faktor *g* für allgemeine Intelligenz (*general intelligence*) deutlich unterschied. Diejenigen Individuen, bei denen dieser Faktor stark ausgeprägt war und die somit über eine überdurchschnittliche *practical ability* verfügten, zeichneten sich dadurch aus, daß sie besonders gut in der Lage waren, Urteile über konkrete räumliche Relationen zu fällen. Seit 1925 wurden zahlreiche faktorenanalytische Studien veröffentlicht, die einen Faktor *space* (Raumvorstellung) von einem Faktor *verbal ability* (sprachliche Fähigkeiten) abgrenzten (z.B. Faktor *k* von El Koussy, 1935).

Aber auch der genannte Raumvorstellungsfaktor läßt sich wieder in Unterfaktoren aufspalten. So konnte McGee (1979) in einer zusammenfassenden Übersicht von Studien, bei denen mit zahlreichen Tests zur Messung der Raumvorstellung Faktorenanalysen durchgeführt worden waren, zwei voneinander unabhängige Raumvorstellungsfaktoren identifizieren, nämlich die Faktoren *visualization* und *orientation*. Danach versteht man unter Raumvorstellungsvermögen zum einen die Fähigkeit zu visualisieren, d.h. sich z.B. vorzustellen, wie Objekte aussehen, wenn sie gedreht werden, oder wie ein auseinandergeklappter Gegenstand aussehen würde, wäre er zusammengefallen, bzw. wie ein zusammengefallener Gegenstand aussähe, wenn man ihn auseinanderfalten würde. Der Faktor *visualization* charakterisiert Typen von Aufgaben, wie sie z.B. im *mental-rotation*-Paradigma von Metzler und Shepard (1974) an die Versuchspersonen gestellt werden (siehe Kapitel 1.2). Vandenberg und Kuse (1978) faßten derartige Aufgaben zu einem als Gruppentest durchzuführenden Test zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens zusammen. Aber auch der Untertest *Abwicklungen* aus dem *WIT* (Wilde-Intelligenz-Test, Jäger & Althoff, 1983) (vgl. Abb. 1) oder die *Würfelaufgaben* aus dem *IST-70* (Intelligenz-Struktur-Test von Amthauer, 1970) fallen in die Kategorie der Aufgaben, die Eliot (1980) als *object rotation tasks* bezeichnet.

Der zweite von McGee (1979) identifizierte und von ihm *orientation* genannte Faktor beschreibt die Fähigkeit einer Person, Beziehungen zwischen verschiedenen Stimuli zu entdecken und bestimmte Reizmuster wahrzunehmen. In dieser Kategorie sind sogenannte *Feldabhängigkeitstests*, wie der *Embedded Figures Test* und der *Rod-and-Frame-Test* (Witkin, Dyk, Faterson, Goodenough & Karp, 1962), aber auch die *Water-Level-Task* von Piaget und Inhelder (1956) und der *Road Map Test of Direction Sense* (Money, Alexander, & Walker, 1965) zusammengefaßt, die in Kapitel 3 näher beschrieben werden.

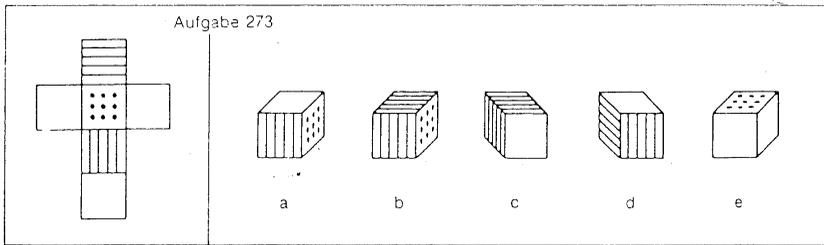


Abb. 1: Beispielaufgabe aus dem Untertest *Abwicklungen* des *WIT* (Jäger & Althoff, 1983): Zu einer Faltvorlage ist aus fünf vorgegebenen Körpern derjenige herauszufinden, der sich aus ihr herstellen läßt.

Unter der Annahme, daß die verschiedenen Raumvorstellungsfaktoren tatsächlich unterschiedliche Raumvorstellungsfähigkeiten symbolisieren, besteht die Möglichkeit, daß bei ein und derselben Person die eine Fähigkeit bei weitem besser ausgeprägt ist als die andere. Denn wenn die Faktoren auch nicht vollständig unabhängig voneinander sind, so korrelieren sie meist nicht sehr hoch. Dies würde bedeuten, daß auch Geschlechterunterschiede in Bezug auf *visualization* und *orientation* unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. McGee (1979) untersuchte die Leistungsunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden in Bezug auf beide Faktoren und stellte fest, daß sie zwar bei beiden Aufgabentypen auftreten, größere Differenzen jedoch bei Visualisierungsaufgaben zu finden sind.

Auch Lohman (1979) identifizierte bei der Reanalyse verschiedener faktorenanalytischer Studien zur Raumvorstellungsfähigkeit den zuletzt genannten Faktor *orientation*. Anstatt einer weiteren Kategorie wie McGee unterschied er jedoch zwei weitere Faktoren und konnte damit die bereits von Thurstone (1950) im Rahmen der ersten Untersuchungen zu den *primary mental abilities* vorgefundene 3-Faktoren-Struktur des räumlichen Vorstellungsvermögens replizieren. Er unterschied zum einen den Faktor *spatial relations*, zu denen er die Aufgaben des bereits genannten *mental-rotation*-Paradigmas zählte von *spatial visualization*. In diese letzte Kategorie fallen Aufgaben, die es erfordern, einen Reiz gedanklich zu zerlegen oder zusammenzufügen, wie das z.B. bei den in Abb. 1 dargestellten *Würfelabwicklungen* der Fall ist.

Spatial visualization nennen Linn und Peterson den dritten von ihnen identifizierten Faktor, welcher von den Probanden „complicated, multistep manipulations of spatially presented information“ (S. 1484) verlangt. Neben einigen anderen psychometrischen Verfahren mißt z.B. der Subtest *spatial relations* aus dem *DAT (Differential Aptitude Test)* diese Fertigkeit.

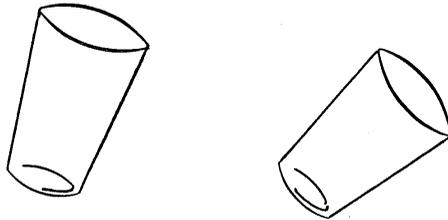


Abb. 3: Die *Wasserspiegelaufgabe* von Piaget und Inhelder (1956): Der Pb soll sich das Gefäß mit einer Flüssigkeit gefüllt vorstellen und einzeichnen, welche Position die Flüssigkeitsoberfläche bei gekipptem Gefäß einnehmen würde.

Was die Geschlechterunterschiede bei den genannten Dimensionen der Raumvorstellung betrifft, so kommen Linn und Peterson in ihrer Metaanalyse zu folgendem Ergebnis: Homogene Geschlechterunterschiede ließen sich nur in zwei der drei genannten Raumvorstellungsaspekte identifizieren. Männer verfügen über eine bessere *spatial perception*, sie können also Aufgaben, bei denen kinästhetische Informationen berücksichtigt werden müssen – wie beim *Rod-and-Frame-Test* –, leichter lösen. Allerdings erwiesen sich die Effektgrößen in Untersuchungen zur *spatial perception* nur dann als signifikant, wenn die untersuchten Probanden älter als 18 Jahre waren.

Die Fähigkeit zur mentalen Rotation scheint ebenfalls bei männlichen Probanden besser ausgeprägt zu sein als bei weiblichen. Die Stärke dieses Geschlechterunterschiedes variierte zwischen einem Viertel einer Standardabweichung im Untertest *space* der *PMA* bis zu fast einer ganzen Standardabweichung im Test von Vandenberg und Kuse (1978).

In Bezug auf den Faktor *spatial visualization* hingegen ergaben sich keine geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede, was Linn und Peterson darauf zurückführen, daß sich zur Lösung von Aufgaben dieser Kategorie visuelle mit nicht-visuellen Strategien kombinieren lassen.

Faßt man die Ergebnisse des psychometrischen Ansatzes zusammen, läßt sich lediglich festhalten, daß man unter den Begriff *räumliches Vorstellungsvermögen* ein wahrscheinlich recht breites Spektrum an verschiedenen Unterfähigkeiten subsumieren muß. Die Methode der Faktorenanalyse reicht aus bekannten Gründen (siehe z.B. French, 1965) ohnehin nicht aus, das Konstrukt *Raumvorstellung* hinreichend zu charakterisieren. Denn nach Eliot (1987) kann erst dann festgestellt werden, welche Fähigkeiten ein Test bei verschiedenen Personen mißt, wenn man die verschiedenen Lösungsstrategien und Verarbeitungsprozesse mitberücksichtigt und anschließend überprüft, ob diese Merkmale den resultierenden Faktor auch hinreichend definieren können.

Für die Untersuchung der Geschlechterunterschiede bedeutet dies, daß aufgrund faktorenanalytischer Studien lediglich Hinweise dafür vorliegen, daß die einzelnen Raumfaktoren für Geschlechterunterschiede unterschiedlich ansprechbar sind. Will man die Ursachen für diese Unterschiede erforschen, ist eine differenzierte Betrachtungsweise unabdingbar, bei der die kognitiven Vorgänge und die angewandten Lösungsstrategien näher untersucht werden.