

# Kognitive Geschlechtsunterschiede

*Markus Hausmann*

- 6.1 Einführung – 106**
- 6.2 Geschlechtsunterschiede in spezifischen kognitiven Funktionen – 107**
  - 6.2.1 Raumkognition – 107
  - 6.2.2 Sprachliche Kognition – 110
  - 6.2.3 Wahrnehmungsgeschwindigkeit – 112
  - 6.2.4 Motorische Fertigkeiten – 112
  - 6.2.5 Mathematische Fähigkeiten – 114
- 6.3 Ursachen kognitiver Geschlechtsunterschiede – 114**
  - 6.3.1 Hirnstrukturen – 115
  - 6.3.2 Geschlechtshormonelle Einflüsse – 115
  - 6.3.3 Geschlechterrollen und Geschlechtsstereotypen – 118
- 6.4 Der psychobiosoziale Ansatz – 119**
- 6.5 Alltagsrelevanz kognitiver Geschlechtsunterschiede – 120**
- Literatur – 121**



Inspektor Craddock: »Ich glaube, bloß ein Weibergehirn und bestimmt auch nur Ihres konnte auf so was kommen.« Miss Marple: »Es mag Sie ja irritieren, Inspektor, das weibliche Gehirne manchmal den männlichen überlegen sind, doch Sie müssen sich nun leider damit abfinden.« (*Agatha-Christie-Verfilmung »16 Uhr 50 ab Paddington«*)

»Männer sind Frauen geistig überlegen«, »Frauen können nicht einparken«, »Männer können nicht zuhören«, »Frauen können keine Landkarten lesen«, »Männer können sich nur auf eine Sache gleichzeitig konzentrieren«, »Frauen sind geschickter«, »Frauen verwechseln Links und Rechts«. Dies ist nur einer kleinen Auswahl von Vorurteilen, die uns die Teilnehmer zu Beginn eines Einführungskurses zu kognitiven Geschlechtsunterschieden nannten. Solche und ähnliche Vorteile über die Unterschiede in den mentalen Fähigkeiten von Frauen und Männern gelten sicherlich nicht nur für Bochumer Psychologiestudenten, sondern sind tief verwurzelt in unserer Gesellschaft. Dieses Kapitel möchte einen kleinen Einblick in die Forschung zu den empirischen Befunden kognitiver Geschlechtsunterschiede geben und die Frage beantworten, ob sich Männer und Frauen tatsächlich in bestimmten Denkprozessen und Fertigkeiten voneinander unterscheiden. Lassen sich bestimmte Vorurteile wissenschaftlich belegen?

## 6.1 Einführung

In der Tat beobachtet eine Vielzahl von Studien Geschlechtsunterschiede in kognitivem Verhalten. Das bedeutet nicht, dass ein Geschlecht generell intelligenter ist als das andere, sondern dass es spezifische kognitive Funktionen gibt, in denen sich Frauen und Männer voneinander unterscheiden. Von vornherein sei dabei angemerkt, dass es sich hier nicht um absolute, sondern relative Leistungsunterschiede handelt. Die kognitiven Unterschiede innerhalb einer Geschlechtergruppe sind deutlich größer als zwischen den Geschlechtern. Aufgrund dieser großen Überschneidung sind Leistungsvoraussagen alleine auf der Basis der Geschlechtszugehörigkeit eines Individuums nicht möglich.

Als Ursachen für kognitive Geschlechtsunterschiede sind sowohl biologische als auch soziale

Faktoren diskutiert worden. Aussagen darüber, welche dieser Faktorengruppen bedeutsamer für kognitive Geschlechtsunterschiede sind, lassen sich in der Regel nicht treffen. Beide Faktorengruppen haben sich als relevant herausgestellt. Darüber hinaus gibt es einige Beispiele dazu, wie diese Faktoren miteinander interagieren bzw. wie soziale Einflüsse durch biologische Faktoren vermittelt werden können und vice versa. Kognitive Geschlechtsunterschiede werden in der aktuellen Forschung im Rahmen eines psychobiosozialen Ansatzes untersucht. Der Ausbau eines solchen Modells ist sicherlich eine der größten Herausforderungen der aktuellen Geschlechterforschung. Das vorliegende Überblickskapitel gibt einen kleinen Einblick in die aktuelle Forschung kognitiver Geschlechtsunterschiede und räumt so mit einer Vielzahl der Mythen und Vorurteile in diesem faszinierenden Gebiet auf.

## 6.2 Geschlechtsunterschiede in spezifischen kognitiven Funktionen

### Geschlechtsunterschiede bei Laut- und Formtests

Ein britisches Forscherteam berichtete 1975 in dem renommierten amerikanischen Wissenschaftsmagazin *Science* von einem einfachen Experiment. Coltheart und seine Mitarbeiter (1975) instruierten männliche und weibliche Versuchspersonen, alle Buchstaben des Alphabets zu zählen, die den Laut »e« enthalten (Lauttest). In einem zweiten Telexperiment sollten die gleichen Versuchspersonen die Buchstaben zählen, die als Großbuchstaben eine Rundung enthalten (Formtest). Alle Versuchspersonen sollten die beiden Aufgaben mental durchführen, ohne dabei die Buchstaben laut auszusprechen oder sie zu notieren. Die Gesamtleistung in beiden Aufgaben unterschied sich für die untersuchten Personen nicht voneinander. Allerdings zeigte sich, dass die Leistung in den beiden Aufgabentypen mit dem Geschlecht der Probanden variierte. Deutlich mehr Frauen als Männer führten die verbale Aufgabe (Lauttest) korrekt durch, wohingegen die räumliche Aufgabe (Formtest) von deutlich mehr Männern korrekt gelöst wurde. Diese Untersuchung zeigte zweierlei: Einerseits unterscheiden sich Männer und Frauen nicht in der Gesamtleistung dieses Tests, sondern nur in den spezifischen Aufgabentypen, des Weiteren zeigen Männer durchschnittlich bessere Leistungen in der räumlichen Aufgabe, wohingegen Frauen durchschnittlich bessere Leistungen im verbalen Test aufweisen. Das Ergebnis von besseren räumlichen Leistungen von Männern (Beispiel Formtest) und besseren sprachlichen Leistungen von Frauen (Beispiel Lauttest) konnte in mehreren nachfolgenden Studien repliziert werden.

Die kanadische Psychologin Doreen Kimura hat eine Liste von spezifischen kognitiven Funktionen zusammengestellt, für die in der Fachliteratur häufig Geschlechtsunterschiede beschrieben wurden, d. h. Funktionen, in denen Frauen durchschnittlich bessere Leistungen zeigen als Männer, und

umgekehrt Frauen im Durchschnitt den Männern überlegen sind (Kimura 2002). Einige dieser spezifischen kognitiven Funktionen sind in ■ Abb. 6.1 aufgeführt. Grundsätzlich lassen sich die Tests grob in wenige Funktionsbereiche unterteilen. In spezifischen verbalen und feinmotorischen Aufgaben sind Frauen den Männern eher überlegen, während in spezifischen räumlichen Aufgaben die Männer durchschnittlich bessere Leistungen zeigen.

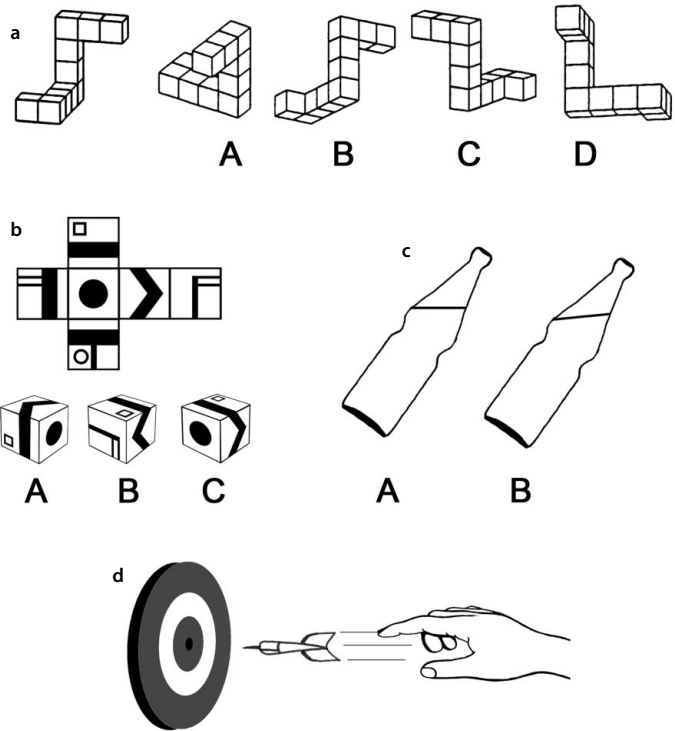
Kann dies als ein klarer Hinweis für die oben genannten Vorurteile angesehen werden? Die Geschlechterforschung der letzten Jahrzehnte zeigt, dass es keine globalen Funktionskategorien gibt, in denen das eine oder das andere Geschlecht einen eindeutigen Leistungsvorteil aufzeigt.

### 6.2.1 Raumkognition

Insgesamt werden drei Kategorien der Raumkognition voneinander unterschieden. Hierbei handelt es sich um die räumliche Wahrnehmung, räumliche Visualisierung und mentale Rotation (Linn u. Petersen 1985).

**Räumliche Wahrnehmung.** Bei den Tests zur räumlichen Wahrnehmung müssen die Versuchspersonen räumliche Beziehungen zwischen Objekten oder in Bezug zum eigenen Körper herstellen. Zu diesen Tests gehört z. B. der **Rod-and-frame-Test**, bei dem die Versuchspersonen einen Stab vertikal in einem Rahmen platzieren müssen, der um einige Winkelgrad gedreht ist (Witkin et al. 1962). Ein anderes prominentes Beispiel ist der **Wasserlevel-Test** (Inhelder u. Piaget 1958). Dieser Test verlangt das Einzeichnen einer horizontalen Linie in einer gekippten Flasche (■ Abb. 6.1c).

**Räumliche Visualisierung.** Die räumliche Visualisierung bezeichnet eine Funktion bei der eine komplizierte, mehrstufige mentale Manipulation räumlicher Informationen verlangt wird (■ Abb. 6.1). Diese Aufgabe kann auch räumliche Prozesse beinhalten, wie sie bei der räumlichen Wahrnehmung und der mentalen Rotation gefordert werden. Zu solchen Aufgaben gehören z. B. die »**versteckten Figuren**« (hidden figures) oder der **Paper-folding-Test**.



■ **Abb. 6.1a–d.** Die funktionellen Domänen der Männer. **a** Mentaler Rotationstest (Peters 1995). Es sollen die zwei Vergleichsfiguren markiert werden, die die Originalfigur in rotierter Position abbilden. Richtige Antwort ist A und C. **b** Test zur räumlichen Visualisierung. Probanden müssen entscheiden, welcher Würfel der Faltvorlage nicht entspricht. Richtige Antwort ist B. **c** Wasserlevel-Test. Probanden müssen die physikalisch korrekte Alternative nennen. Richtige Antwort ist A. **d** Zielgerichtetes Werfen

**Mentale Rotation.** Hierbei geht es um die räumliche Fähigkeit, dreidimensionale (3D) Figuren schnell und möglichst akkurat um eine oder mehrere räumliche Achsen mental zu rotieren, um zwei oder mehrer Objekte so miteinander vergleichen zu können (■ Abb. 6.1a).

Geschlechtsunterschiede in der Raumkognition lassen sich jedoch nicht für alle diese Aufgaben beobachten. Basierend auf den Richtlinien für die **Effektstärke d** von Cohen (1977) bezeichnet ein d von 0,20, 0,50 und 0,80 (Minimalwerte) kleine, mittlere und große Effektstärken. Insbesondere Aufgaben zur mentalen Rotation zeigen in verschiedenen Studien sehr robuste Geschlechtsunterschiede von bis zu einer ganzen Standardabweichung ( $d=1,00$ ) oder sogar darüber hinaus (Linn u. Peterson 1985; Masters u. Sanders 1993). Für die Aufgaben zur räumlichen Wahrnehmung und Visualisierung, die einen Geschlechtsunterschied zeigen, ist die Effektstärke d mit 0,50 dagegen eher moderat (Kimura

2002). Die mentale Rotation kann somit sicherlich als ein Sonderfall räumlichen Vorstellungsvermögens und kognitiver Geschlechtsunterschiede insgesamt angesehen werden.

Der **mentale Rotationstest** (Vandenberg u. Kuse 1978) gilt als der geschlechtssensitivste Papier-Bleistift-Test, der in der (neuro-)psychologischen Forschung bekannt ist. In einer einfacheren Variante des Tests müssen die Probanden entscheiden, ob es sich bei zwei abstrakten Würfelfiguren (Shepard u. Metzler 1971) um identische, aber rotierte Stimuli handelt, oder ob sich diese Figuren voneinander unterscheiden (Spiegelbild) und nicht durch mentales Rotieren um eine oder mehrere Achsen in Übereinstimmung gebracht werden können. In einer revidierten Fassung des mentalen Rotationstests (Peters 1995), werden den Versuchspersonen eine Ausgangsfigur sowie vier Vergleichsfiguren gezeigt. Aufgabe der Probanden in diesem Papier-Bleistift-Test ist es genau die beiden Vergleichsfiguren zu markieren, die die Ori-

ginalfigur in rotierter Position abbilden. Die zwei weiteren Figuren unterscheiden sich deutlich vom Original und zeigen in der Regel eine gespiegelte Figur. Insgesamt besteht der Test aus 24 solcher Items, die unter Zeitdruck in zwei unterschiedlichen Sätzen à 12 Items absolviert werden müssen (■ Abb. 6.1a).

Bestimmte **Charakteristika der Aufgabe**, die nicht in direkten Zusammenhang mit der mentalen Rotation stehen, beeinflussen die Stärke des Leistungsunterschiedes zwischen Männern und Frauen zum Teil erheblich. Die Tatsache, dass es sich bei den Shepard-Metzler-Figuren um dreidimensionale (3D) Stimuli handelt, scheint die Stärke des Geschlechtsunterschiedes in diesen Papier-Bleistift-Tests nur unwesentlich zu beeinflussen. Der starke Geschlechtsunterschied bleibt in dem gleichen Ausmaß erhalten, wenn die Probanden »schwierige« zweidimensionale (2D) Figuren mental rotieren müssen (Collins u. Kimura 1997). Als ein wesentlicher Leistungsfaktor wurde der Zeitzwang bei der Durchführung der verschiedenen mentalen Rotationstests diskutiert. Obwohl Widersprüche existieren (z. B. Prinzel u. Freeman 1995; Resnick 1993), beobachteten einige Studien, dass sich die Geschlechtsunterschiede nahezu auflösen, wenn die Probanden genügend Zeit zur Lösung der Aufgaben zur Verfügung haben (Goldstein et al. 1990; Voyer 1997). Eine aktuelle Studie von Peters (2005) untersuchte den Faktor Zeit bei der Durchführung des mentalen Rotationstest auf verschiedene Art und Weise. Diese Studie untersuchte in einem ersten Experiment die geschlechtsspezifische Leistungsverteilung in Abhängigkeit von der fortschreitenden Zeit. Die Ergebnisse, die auf einer großen Stichprobe basierten (N=1765), zeigten, dass der Geschlechtsunterschied im Fortlauf des Experiments ansteigt, und dass weniger Frauen als Männer das letzte Item innerhalb eines Aufgabensatzes erreichten. Wird den Versuchspersonen im Vergleich zur Standardbedingung doppelt soviel Zeit zur Durchführung des Tests gelassen, so zeigte sich allerdings ein unverändert starker Geschlechtsunterschied, obwohl die Leistung für beide Geschlechter beträchtlich anstieg. Das letzte Ergebnis spricht klar dagegen, dass es sich bei dem Zeitdruck um einen kritischen Leistungsfaktor in dieser Aufgabe handelt. Eine andere Studie (Kerkman et al. 2000) lässt

vermuten, dass der Faktor Zeit, vermittelt durch geschlechtsspezifische Lösungsstrategien, vielleicht doch einen Einfluss auf die Leistungsunterschiede in der mentalen Rotation nehmen könnte. Wenn Frauen nur zwei rotierte bzw. gespiegelte Figuren miteinander vergleichen müssen, so sind sie in etwa gleich schnell und akkurat wie eine männliche Vergleichsgruppe. Wenn jedoch mehrere Figuren mit dem Original für die Lösung eines Items verglichen werden müssen, dann zeigen Männer einen Vorteil. Diese Befund könnten dafür sprechen, dass Frauen jede der vier Vergleichsfiguren mit dem Original vergleichen (um absolut sicher zu gehen), wohingegen Männern sofort zum nächsten Item wechseln, wenn die beiden gesuchten identischen/rotierten Figuren identifiziert worden sind. Männer verzichten auf die Gegenprobe. Diese Strategie deckt sich mit den Aussagen von Versuchspersonen nach dem Absolvieren des mentalen Rotationstest in einer eigenen unpublizierten Studien. Zumindest beim Paarvergleich von Shepard-Metzler Figuren ließen sich trotz großer Leistungsunterschiede weder Reaktionszeitunterschiede in der Beantwortung der einzelnen Items zwischen Männern und Frauen beobachten, noch gab es einen Zusammenhang zwischen dem Leistungs- und dem Reaktionsmaß (Peters 2005). Insgesamt scheinen Leistungsfaktoren, die nicht in direktem Zusammenhang zur Raumkognition stehen, nur zum Teil die robusten Geschlechtsunterschiede in der mentalen Rotation zu beeinflussen.

Geschlechtsunterschiede in der Raumkognition zeigen sich aber nicht ausschließlich zugunsten der männlichen Population. In einem Test zum **Ortsgedächtnis von Objekten** (object location memory, Eals u. Silverman 1994) wurde eine Überlegenheit für Frauen beobachtet. Aufgabe der Versuchspersonen in diesem Papier-Bleistift Test ist das Memorieren einer Ansammlung von Objekten und deren Position auf einem Blatt Papier. In der zweiten Phase des Tests erhalten die Versuchspersonen ein weiteres Blatt, auf dem einige Objektpaare ihre Position getauscht haben. Diese Objektpaare sollen von den Versuchspersonen ohne Zeitrestriktionen markiert werden (■ Abb. 6.2d). Der weibliche Vorteil im object location memory konnte in mehreren Studien repliziert werden (James u. Kimura 1997; McBurney et al. 1997; Postma et al. 1998). Verän-

dert man die Aufgabe jedoch so, dass ausschließlich Positionen rekonstruiert werden müssen (alle Objekte waren identisch), dann schneiden Frauen deutlich schlechter in diesem Test ab, und es findet sich ein Vorteil für Männer (James u. Kimura 1997; Postma et al. 1998).

Dies könnte dafür sprechen, dass Frauen, anders als Männer, ein gemeinsames System für die Objektheit und dessen Lokalisation nutzen (James u. Kimura 1997). Diese Annahme passt auch zu der Beobachtung, dass sich Frauen eher an Landmarken orientieren (»Am Hauptbahnhof links abbiegen, dann die breite Allee entlang, am Arbeitsamt vorbei ... das weiße Haus, neben dem Postgebäude ...«), wohingegen Männer eher geometrische Informationen bei der Navigation einbeziehen (»nach 200 Metern links abbiegen, dann 500 Meter in süd-östliche Richtung ...« (Miller u. Santi 1986; Ward et al. 1986). Darüber hinaus zeigen neuere Befunde, dass der Kontext einen wesentlichen Einfluss auf den Geschlechtsunterschied im object location memory hat. Der klassische weibliche Vorteil in dieser Aufgabe zeigt sich nur dann, wenn konkrete Objekte verwendet werden, was vermutlich auf die weibliche Überlegenheit im verbalen Gedächtnis zurückgeführt werden kann (siehe nächster Abschnitt). Ein männlicher Vorteil zeigt sich dagegen, wenn die Lokalisation abstrakter Objekte wiedergegeben werden muss, wobei vermutlich insbesondere räumliche Lösungsstrategien an Effektivität gewinnen (Choi u. L'Hirondelle 2005).

Ähnliche geschlechtsspezifische Prozesse lassen sich beim **Labyrinthlernen** beobachten. Bei Frauen lässt sich die Leistung beim Navigieren durch ein virtuelles Labyrinth gleichermaßen durch räumliche (z. B. mentaler Rotationstest) wie auch durch sprachliche Faktoren (Wortschatztest und Test zur verbalen Kreativität) vorhersagen, wohingegen bei Männern fast ausschließlich räumliche Faktoren zum tragen kommen (Moffat et al. 1998). Dies könnte bedeuten, dass Frauen, anders als Männer, auch verbale Strategien einsetzen, um bestimmte räumliche Probleme zu lösen.

Insgesamt zeigen die Studien, dass es sich bei der Raumkognition mit seinen Subkategorien um ein multidimensionales Konzept handelt, und dass das Auftreten von Geschlechtsunterschieden sowie deren Richtung von spezifischen Leistungsfaktoren,

ihrer jeweiligen Operationalisierung und der individuellen kognitiven Strategie abhängt.

## 6.2.2 Sprachliche Kognition

Hartnäckig hält sich das Vorurteil, dass Frauen generell bessere verbale Leistungen zeigen als Männer. Insgesamt lassen sich aber nur wenige verbale Funktionen finden, die tatsächlich einen konsistenten und robusten Vorteil für Frauen aufweisen.

Eine umfassende Metaanalyse (Hyde u. Linn 1988) untersuchte auf der Basis von 165 Studien Geschlechtsunterschiede in den verschiedensten verbalen Aufgabentypen (Wortschatz, Analogien, Leseverständnis, Sprachproduktion, Anagramme etc.). Für beinahe alle Aufgabentypen (mit Ausnahme der Analogien, männlicher Vorteil) konnte für Kinder im Alter von fünf Jahren oder jünger sowie für Erwachsene älter als 26 Jahre ein Vorteil für das weibliche Geschlecht gefunden werden. Im Alter zwischen 5 und 26 Jahren zeigten sich kaum Geschlechtsunterschiede. Die (gewichtete) mittlere Effektstärke  $d$  von 0,11 ist über alle Aufgabentypen hinweg insgesamt jedoch so klein, dass die Autoren hieraus ableiteten, dass tatsächlich keine Geschlechtsunterschiede in verbalen Fähigkeiten existieren. Die amerikanische Psychologin Diane Halpern (2000) gibt in ihrer Monographie jedoch zu bedenken, dass die Metastudie beinahe 20 Jahre alt ist, und dass das Ausmaß verbaler Geschlechtsunterschiede auf der Basis neuerer Befunde tatsächlich unterschätzt wurde. Halpern bezieht sich dabei auf den klaren weiblichen Vorteil in Aufgaben, die das Verfassen von Texten erfordern, grammatikalische Konstruktionen und einen akkuraten Gebrauch von Wörtern etc. involvieren. Darüber hinaus merkt die Autorin an, dass junge Mädchen im Alter bis zu fünf Jahren bessere Sprachleistungen zeigen (McGuinness 1976; Smolak 1986), ca. einen Monat früher zu sprechen beginnen (z. B. Gazzaniga et al. 1998) sowie im Kleinkindalter ein größeren Wortschatz aufweisen als gleichaltrige Jungen (Huttenlocher et al. 1991).

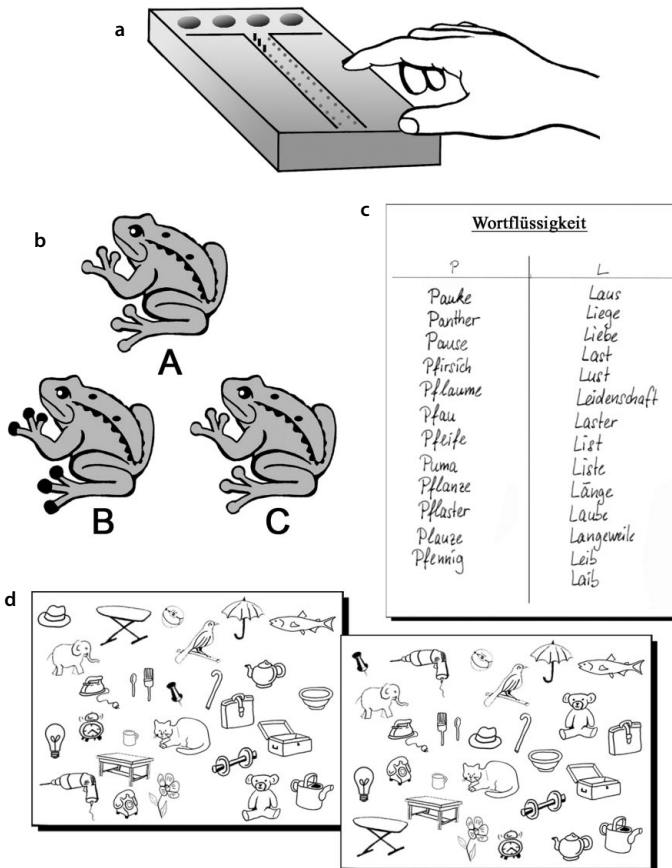
Sowohl in der klinischen als auch in der experimentellen Forschung wird die **Wortflüssigkeit** häufig in Zusammenhang mit verbalen Geschlechtsunterschieden genannt (Lezak 1995). In Aufgaben zur

Wortflüssigkeit müssen Versuchspersonen in einer begrenzten Zeit möglichst viele Wörter generieren, die entweder mit dem gleichen Anfangsbuchstabe beginnen (**letter fluency**, ■ Abb. 6.2c) oder die zu einer spezifischen Kategorie (z. B. Tiere) gehören (**category fluency**). Bei der Wortflüssigkeit handelt es sich jedoch um eine Funktion, die nicht nur Sprachfunktionen, wie z. B. die Größe des Vokabulars oder das verbale Langzeitgedächtnis misst, sondern darüber hinaus auch Aufmerksamkeitsprozesse, Antwortgeschwindigkeit und exekutive Funktionen, wie z. B. Arbeitsgedächtnis, Monitoring, Suchstrategien, Vermeiden von Regelverstößen (z. B. keine Eigennamen nennen) etc. (Ruff et al. 1997).

Tatsächlich ist die Literatur uneindeutig, ob Frauen den Männern tatsächlich in dieser sprachlichen Funktion überlegen sind (Maturanath et al.

2003). Hines (1990) berichtet in einer Studie von einem weiblichen Vorteil mit einer Effektstärke  $d$  von 1,2. Crossley et al. (1997) beobachteten, dass ältere Frauen den Männern nur in der letter fluency überlegen sind, nicht aber in der category fluency. Eine andere Studie findet sogar eine bessere category fluency bei Männern (Kempner et al. 1998). Gründe für diese inkonsistenten Ergebnisse basieren vermutlich auf der häufig fehlenden Kontrolle der Schulbildung, des Alters oder der kulturellen Unterschiede. In einer aktuellen Studie verschwinden Geschlechtsunterschiede in beiden Aufgabentypen zur Wortflüssigkeit, wenn das Alter und die Schulbildung kontrolliert werden (Maturanath et al. 2003).

Ein konsistenter weiblicher Vorteil lässt sich scheinbar insbesondere in Aufgaben zum **verba-**



■ **Abb. 6.2a–d.** Die funktionellen Domänen der Frauen. **a** Purdue-pegboard-Test untersucht die komplexe Willkürmotorik. Stifte, Unterlegscheiben etc., müssen auf vordefinierte Art und Weise und unter Zeitdruck auf einem Steckbrett arrangiert werden. **b** Beispiel eines Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit. Item B unterscheidet sich von den beiden anderen Alternativen. **c** Letter-fluency-Test. Probanden sollen in einer begrenzten Zeit möglichst viele Wörter generieren, die mit den Anfangsbuchstaben »P« und »L« beginnen. **d** Object location memory. In Phase 1 muss eine Ansammlung von Objekten sowie deren Position auf einem Blatt Papier memorisiert werden. In Phase 2 erhalten die Probanden ein zweites Blatt, auf dem einige Objektpaare ihre Position getauscht haben. Diese gilt es zu markieren

len Gedächtnis beobachten. Dieser Geschlechtsunterschied findet sich vor allem dann, wenn zuvor gelernte Wortlisten frei wiedergegeben werden müssen (Bleeker et al. 1988; Chipman u. Kimura 1998; Kramer et al. 1988). Beim einfachen Wiedererkennen von gelernten Wörtern beobachteten diese Studien keinen Geschlechtsunterschied. Insgesamt geht Kimura (2002) jedoch davon aus, dass Aufgaben zum verbalen Gedächtnis den stärksten Geschlechtsunterschied zugunsten von Frauen ausmachen. Basierend auf ihrer eigenen Forschung (Chipman u. Kimura 1998) ergeben sich Effektstärken  $d$  zwischen 0,58 und 0,97 bei der freien Wiedergabe einer Wortliste.

### 6.2.3 Wahrnehmungsgeschwindigkeit

Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit bezeichnet die Fähigkeit zum raschen Auffinden von Unterschieden zwischen Objekten (■ Abb. 6.2b). Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit sind Bestandteil nahezu aller bekannten Intelligenztests. Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit spielt eine wichtige Rolle in der neuropsychologischen Diagnostik und in Studien zum kognitiven Altern (Burns u. Nettelbeck 2005). Ein prominentes Beispiel für einen Wahrnehmungsgeschwindigkeitstest ist der **Zahlen-Symbol-Test** (digit symbols), ein Subtest des Wechsler-Intelligenztests. In dieser Aufgabe wird den Versuchspersonen eine Liste von Zahlen-Symbol-Paaren vorgegeben. Auf einem Antwortbogen müssen den Zahlen dann die entsprechenden Symbole möglichst schnell zugeordnet werden. Geschlechtsunterschiede in Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit favorisieren konsistent Frauen (Halpern 2000; Kimura 1999). Auf der Basis von Subtestanalysen verschiedener Intelligenztest kommen unterschiedliche Autoren zu dem Schluss, dass die Effektstärke  $d$  für den Geschlechterunterschied in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit als klein bis moderat angesehen werden kann (Feingold 1992; Hedges u. Nowell 1995).

Diese Annahme konnte in einer aktuellen Studie auf der Basis von 653 Versuchspersonen im Alter zwischen 8 und 78 Jahren mit einer mittleren Effektstärke  $d$  von 0,42 bestätigt werden (Burns u.

Nettelbeck 2005). Der Zahlen-Symbol-Test misst dabei nicht nur die psychomotorische Geschwindigkeit, sondern insbesondere auch das Enkodieren und die Evaluation symbolischer Information (Guilford 1967) und bildet somit zum Teil auch verbale Gedächtnisprozesse ab (Royer 1978). Für den Geschlechtsunterschied in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit könnte dies bedeuten, dass dieser mit dem symbolischen (verbalen) versus räumlichen Charakter der Aufgabe in Zusammenhang steht (Majeres 1983).

Diese Befunde zeigen, wie untrennbar räumliche oder verbale Prozesse mit anderen kognitiven Funktionsbereichen verbunden sein können. Darüber scheint die Wahl der kognitiven (verbalen/räumlichen) Strategie die Leistungen in bestimmten Problemlösungsaufgaben auf geschlechtsspezifische Art und Weise zu beeinflussen. In einer eigenen unpublizierten Studie beobachteten wir, dass die Wahrnehmungsgeschwindigkeit nur bei Männern ein guter Prädiktor für das Abschneiden in der mentalen Rotationsaufgabe ist, nicht aber bei Frauen. Bei Letzteren scheint die Leistung in räumlichen Tests eher mit verbalen Testleistungen wie z. B. der Wortflüssigkeit in Zusammenhang zu stehen (s. oben, Abschnitt Raumkognition: Moffat et al. 1998).

### 6.2.4 Motorische Fertigkeiten

Große Geschlechtsunterschiede sind auch in motorischen Aufgaben beobachtet worden. Wie jedoch in den anderen Funktionsbereichen auch, lassen sich hier Aufgabentypen finden, bei denen mal Frauen und mal Männer durchschnittlich bessere Leistungen zeigen. Zahlreiche Studien beobachten, dass Frauen durchschnittlich bessere Leistungen in **feinmotorischen** Aufgaben zeigen als Männer. Zu den klassischen feinmotorischen Tests gehört z. B. der **Purdue-pegboard-Test** (■ Abb. 6.2a) oder der **Grooved-pegboard-Test**. Hierbei handelt es sich um Steckbretttests zur Erfassung der feinmotorischen Schnelligkeit und Genauigkeit (Lezak 1995). Der weibliche Vorteil in diesen Tests basiert auf einer präziseren und schnelleren Kontrolle der Finger- und Handmuskulatur sowie der Fähigkeit, verschiedene Ein-



zelbewegungen zu einer komplexen motorischen Handlung zu vereinen.

Für solche und ähnliche Aufgaben wurde ein »echter« Geschlechtsunterschied jedoch in Frage gestellt, da die statistische Kontrolle der Fingergröße den Geschlechtsunterschied auflöste (Peters et al. 1990). Auch die direkte Kontrolle durch den Gebrauch von Pinzetten anstelle der Finger bei der Manipulation der kleinen Objekte (Stifte, Unterlegscheiben etc.) eliminierte den sonst robusten Geschlechtseffekt (Peters u. Campagnaro 1996). Das erklärt aber nicht, warum Geschlechtsunterschiede in solchen feinmotorischen Aufgaben insbesondere dann auftreten, wenn die nicht-dominante Hand verwendet wird (Bryden u. Roy 2005). Andere Studien konnten den potenziellen Handeffekt nicht bestätigen und lassen eher vermuten, dass der weibliche Vorteil vielleicht doch primär zentralnervösen Ursprungs sein könnte (Hall u. Kimura 1995).

Ganz andere Ergebnisse zeigt dagegen die sog. **Finger-tapping-Aufgabe**, bei der eine möglichst schnelle Abfolge von einfachen Fingerbewegungen (in der Regel mit dem Zeigefinger) in einer vorgegebenen Zeit durchgeführt werden muss. In diesen Tests sind männliche Probanden nicht nur schneller (größere Tapping-Frequenz) sondern auch regelmäßiger (kleinere Intertap-Variabilität) als Frauen (z. B. Bornstein 1986; Hausmann et al. 2004; Peters 1980; Schmidt et al. 2000). Obwohl dieser durchschnittliche männliche Vorteil sehr wahrscheinlich durch die Wirkung von Testosteron auf die Finger- und Handmuskulatur bedingt ist (Schmidt et al. 2000), nimmt der männliche Vorteil mit einem Komplexitätsanstieg des auszuführenden motorischen Programms ab (Hausmann et al. 2004). Diese Befunde sprechen daher eher für einen generellen weiblichen Vorteil in der feinmotorischen Koordination, wenn peripher-physiologische Faktoren kontrolliert werden.

Einer der stärksten und robustesten Geschlechtsunterschiede, die in der Literatur beschrieben worden sind, ist derjenige bei **zielgerichteten motorischen Fertigkeiten**, wie dem präzisen Werfen eines Projektils auf ein stationäres oder sich bewegendes Ziel oder auch beim Auffangen eines Objektes (■ Abb. 6.1d). Das zielgerichtete Werfen ist eine motorische Aufgabe, bei der Informatio-

nen über die Lokalisation des Ziels, die Richtung und Geschwindigkeit der Zielbewegung von Händen, Armen und des gesamten Körpers koordiniert werden müssen. Wenn sich darüber hinaus das Zielobjekt bewegt, dann sind eine besonders schnelle räumliche Analyse und ein genaues Timing bei der Ausrichtung der Muskelgruppenaktivität gefordert.

Hierbei schnitten die Männer mit ähnlichen Effektstärken wie bei der mentalen Rotation deutlich besser ab als die Frauen (Hall u. Kimura 1995; Sykes Tottenham et al. 2005; Watson u. Kimura 1989, 1991). Wichtig dabei ist, festzustellen, dass diese Geschlechtsunterschiede nicht auf Unterschiede im Körperbau oder unterschiedliche Sportgewohnheiten reduzierbar sind (Watson u. Kimura 1989, 1991). Auch geschlechtsspezifische Unterschiede in der Anatomie (z. B. längere Arme bei Männern) oder Biomechanik (z. B. höhere Wurfgeschwindigkeiten bei Männern) scheinen für das Auftreten von Geschlechtsunterschieden in diesen Aufgaben irrelevant zu sein, da sie bei den Wurfaufgaben, bei denen das Ziel nur wenige Meter entfernt ist, weniger ins Gewicht fallen. Eine längere Armlänge scheint beim Zielwerfen sogar eher von Nachteil zu sein, da durch sie motorische Ungenauigkeiten am distalen Ende des Armes verstärkt würden. Dafür spricht auch, dass die Körpergröße von Männern negativ mit der Leistungen beim Fangen von Objekten korreliert (Watson u. Kimura 1991).

Zumindest innerhalb des näheren extrapersonalen Raumes beeinflusst die Entfernung des Ziels den Geschlechtsunterschied nicht (Sykes Tottenham et al. 2005). Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass diese Geschlechtsunterschiede mit dem männlichen Vorteil in der Raumkognition zusammenhängen könnten, da sowohl das zielgenaue Werfen als auch das Fangen eine präzise räumliche (3D) Analyse der Zielkoordinaten erfordern. Einige Studien konnten tatsächlich einen statistischen Zusammenhang zwischen den Leistungswerten von Versuchspersonen in verschiedenen Papier-Bleistift Tests zur Raumkognition und der Zielgenauigkeit beim Werfen beobachten (Jardine u. Martin 1983; Watson u. Kimura 1988). Solche Zusammenhänge zeigten sich aber nicht immer (Watson u. Kimura 1991).

## 6.2.5 Mathematische Fähigkeiten

Hartnackig hält sich das Vorurteil eines männlichen Vorteils in den mathematischen Fähigkeiten. Wie bei den anderen kognitiven Funktionsbereichen jedoch auch, handelt es sich bei den mengenbezogenen oder mathematischen Fähigkeiten um ein multidimensionales Konzept, von denen einige Funktionsbereiche Geschlechtsunterschiede in die eine oder andere Richtung zeigen und andere nicht (Hampson 2000).

Auf der Basis von 100 Studien kommt eine Metaanalyse (Hyde et al. 1990) zu dem Schluss, dass der männliche Vorteil mit einer durchschnittlichen gewichteten Effektstärke  $d$  von 0,15 (basierend auf 254 Effektstärken) insgesamt sehr klein ist. Für numerische Kalkulationen zeigte sich sogar ein weiblicher Vorteil mit einer Effektstärke  $d$  von 0,14. Obwohl die Geschlechtsunterschiede in der mathematischen Kompetenz minimale Effektstärken aufweisen, muss an dieser Stelle gesagt werden, dass die große Mehrheit der eingeschlossenen Studien an Kindern und Jugendlichen durchgeführt wurde, sich aber starke, altersbedingte Trends beobachten ließen. Über alle Studien gemittelt zeigten Schülerinnen der Grund- und Mittelschule (bis zum 14. Lebensjahr) eine leichte Überlegenheit in der mathematischen Kompetenz. Im weiteren Altersverlauf ließ sich dagegen ein kleiner männlicher Vorteil in der Highschool ( $d=0,29$ ) beobachten, der mit  $d=0,41$  bei College-Studenten und bei Erwachsenen mit  $d=0,59$  auf eine moderate Effektstärke anstieg. Neben dem Alter sorgten auch die ethnische Zugehörigkeit und andere Stichprobenkriterien für eine große Variationsbreite in den Effektgrößen der einzelnen eingeschlossenen Studien.

Generelle Annahme ist es, dass Frauen insbesondere besser in der numerischen Kalkulation abschneiden als Männer (Kimura 2002), wohingegen Männer dagegen bessere Leistungen in Aufgaben zur Geometrie, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zeigen, was durch den Gebrauch von visuell-räumlichen Strategien gekennzeichnet sein könnte (Hampson 2000). Damit sind insbesondere Kompetenzen in der mentalen Rotation gemeint (z. B. Geary 1996). Tatsächlich gibt es aber kaum empirische Daten, die diese Annahme untermauern. Friedman (1995) kommt auf der Grundlage

seiner Metaanalyse sogar zu der Überzeugung, dass die Leistung in mathematischen Tests stärker mit verbalen Fähigkeiten korreliert als mit räumlichen Kompetenzen. Der Zusammenhang zwischen räumlichen und mathematischen Fähigkeiten ist vermutlich durch eine gemeinsame Kovariation mit der Intelligenz bedingt und steht in keinem kausalen räumlich-mathematischen Zusammenhang (Linn u. Petersen 1985; s. auch Geary et al. 2000). Kimura (1999) berichtet von einer eigenen Studie, in der der Zusammenhang zwischen der Leistung in mathematischen Problemlösungsaufgaben mit einem mentalen Rotationstest nicht größer war als mit einem Wortschatztest. Die kanadische Wissenschaftlerin kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass das Ergebnis eher dafür spricht, dass die Fähigkeit, abstrakte Figuren mental zu rotieren, nicht mehr zur mathematischen Begabung beiträgt als ein generelles Intelligenzmaß (Kimura 1999,  $p=0,70$ ).

Neben einer besseren Fähigkeit, Informationen im Kurzzeitgedächtnis zu repräsentieren bzw. zu manipulieren, sind Personen mit guten Leistungen in mathematischen Problemaufgaben besser darin, die verbal gestellten Probleme so zu übersetzen, dass sie numerisch gelöst werden können (Dark u. Benbow 1990). Dies könnte dafür sprechen, dass Männer und Frauen sich vielleicht gar nicht in der mathematischen Begabung per se unterscheiden, beide Geschlechter aber unterschiedliche Basiskompetenzen einsetzen, die sich je nach Aufgabentyp als mehr oder weniger effektiv erweisen. Wird die Lösungsstrategie experimentell beeinflusst, z. B. indem man die Probanden ermutigt, eine räumliche Strategie bei der Lösung eines mathematischen Problems anzuwenden, so kann sich der Geschlechtsunterschied reduzieren (Geary 1996).

## 6.3 Ursachen kognitiver Geschlechtsunterschiede

Auch wenn wir geschlechtsspezifische Unterschiede in spezifischen Funktionsbereichen akzeptieren, so ist damit noch nicht die Frage geklärt, woher diese Unterschiede eigentlich stammen bzw. wodurch sie bedingt sind. Als potenzielle Ursa-

chen kognitiver Geschlechtsunterschiede werden sowohl biologische, als auch soziokulturelle Einflüsse angenommen.

Der folgende Abschnitt versucht einen kurzen Überblick über die besonders augenfälligen Ursachen kognitiver Geschlechtsunterschiede zu geben bzw. verweist auf die entsprechenden Kapitel in diesem Buch, die sich mit den geschlechtsspezifischen Unterschieden beschäftigen, die als Ursachen kognitiver Geschlechtsunterschiede diskutiert werden.

### 6.3.1 Hirnstrukturen

Eine mögliche Ursache kognitiver Geschlechtsunterschiede sind die hirnstrukturellen Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Diese als **Sexualdimorphismen** bezeichneten Unterschiede beziehen sich insbesondere auf den Neokortex und seine spezifischen Subarealen, aber auch auf subkortikale Strukturen. Eine besondere Bedeutung für kognitive Geschlechtsunterschiede scheint der **Hemisphärenasymmetrie** zuzukommen, die als ein fundamentales Organisationsprinzip des menschlichen Gehirns angesehen werden kann. Für eine detaillierte Beschreibung der Sexualdimorphismen und ihrer funktionellen Relevanz sei an dieser Stelle auf ► Kap. 5 verwiesen.

Obwohl es plausibel ist, anzunehmen, dass die strukturellen Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Gehirn ursächlich an den kognitiven Geschlechtsunterschieden beteiligt sind, wird neuerdings die Möglichkeit diskutiert, dass die Sexualdimorphismen den kognitiven Geschlechtsunterschieden sogar entgegenwirken. Die Annahme dieser Hypothese ist es, dass transiente geschlechtsspezifische Unterschiede in der Genexpression während der Hirnentwicklung zu permanenten Sexualdimorphismen führen, aber sie gleichzeitig auch verhindern können. Letzteres, indem sie die differenzierenden Effekte kompensieren, die durch Geschlechtsunterschiede in den gonadalen Hormonspiegeln und der gonosomalen Genexpression verursacht werden (De Vries 2004; De Vries u. Boyle 1998). Wenn diese Annahme stimmt, so würde das bedeuten, dass die hirnstrukturellen Unterschiede zwischen Frauen und Män-

nern für die bemerkenswerten Gemeinsamkeiten im kognitiven Verhalten beider Geschlechter verantwortlich sind.

### 6.3.2 Geschlechtshormonelle Einflüsse

Die Neurowissenschaften gehen davon aus, dass die kognitiven Geschlechtsunterschiede zu einem erheblichen Teil auf die Wirkungen von Sexualhormonen zurückgehen. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die organisierenden und aktivierenden Effekte von Sexualhormonen auf kognitives Verhalten. Organisierende Effekte von Sexualhormonen beeinflussen die neuronale Entwicklung insbesondere während der prä- und neonatalen Individualentwicklung. Aktivierende Effekte von Sexualhormonen beeinflussen die funktionelle Interaktion innerhalb einer bereits existierenden neuronalen Struktur, gewöhnlich beginnend mit der Pubertät bis ins höhere Alter (► Kap. 1).

#### Organisierende Hormoneffekte

Die tierexperimentelle Forschung zeigt, dass das räumliche Denken zum Teil bereits durch die hormonelle Umwelt vor der Geburt determiniert wird (z. B. Williams et al. 1990; Williams u. Meck 1991). Obwohl der Zusammenhang zwischen der frühen hormonellen Umwelt und den kognitiven Fähigkeiten beim Menschen aus ethischen Gründen eher indirekt untersucht worden ist, gibt es auch hier deutliche Hinweise für einen solchen Zusammenhang. Um den organisierenden Einfluss von Sexualhormonen auf kognitive Leistungen zu testen, werden häufig Frauen und Männer untersucht, die aufgrund verschiedener, meist genetischer Ursachen, vor oder früh nach der Geburt einer ungewöhnlichen geschlechtshormonellen Umwelt ausgesetzt waren. Hierbei handelt es sich um Erkrankungen, bei denen Männer und Frauen sehr niedrige oder sehr hohe Konzentrationen von Sexualhormonen im Blut aufweisen. Dazu gehören z. B.:

- Androgeninsensitivitäts-Syndrom (AIS, vollständige oder partielle Androgeninsensitivität durch Mutation des Androgenrezeptors)

- Hypogonadotroper Hypogonadismus (Androgenmangel durch Gonadenunterfunktion)
- Klinefelter-Syndrom (Androgenmangel durch Gonadenunterfunktion im Pubertätsalter, XXY-Genotyp)
- Turner-Syndrom (Östrogenmangel durch Gonadendysgenese, XO-Genotyp)
- Androgenitales Syndrom (congenital adrenal hyperplasia, CAH)

Die meisten Studien untersuchten kognitive Effekte bei Patienten mit **androgenitalem Syndrom** (CAH) (Hines et al. 2004), die aufgrund eines genetischen Defekts u. a. eine exzessive Androgensekretion in der Nebenniere aufweisen. Bei Mädchen führt CAH zu einer Vermännlichung des Genitales, was das erste Anzeichen für diese Störung ist und gewöhnlich sehr früh chirurgisch korrigiert wird. Durch eine korrigierende Hormontherapie wird die exzessive Androgensekretion gestoppt. Im Idealfall sind die Androgenspiegel nur vor und kurz nach der Geburt erhöht, so dass ihre Wirkung auf mentale Fähigkeiten im späteren Leben mit größter Wahrscheinlichkeit durch den hormonellen Einfluss während eines zeitlich begrenzten frühen Zeitraumes bedingt ist (Kimura 1999).

Frühere Untersuchungen berichten davon, dass CAH-Mädchen eine überdurchschnittliche Intelligenz aufweisen (Kimura 1999). Neuere Untersuchungen zeigen, dass insbesondere räumliche Fähigkeiten bei androgenexponierten CAH-Mädchen erhöht sind (Hampson et al. 1998; Resnick et al. 1986). Es handelt sich hierbei um die gleichen räumlichen Tests, in denen Männer durchschnittlich besser abschneiden als Frauen: mentale Rotation, hidden figures, paper folding (► Kap. 6.1). Weniger zuverlässige Unterschiede bei CAH-Kindern wurden dagegen für die Wortflüssigkeit oder die Wahrnehmungsgeschwindigkeit beobachtet.

Eine neuere Studie (Hines et al. 2003), die auf eine vergleichsweise große CAH-Stichprobe zurückgreifen konnte, beobachtete im Vergleich zu einer weiblichen Kontrollgruppe dagegen keine bessere räumliche Leistung in der mentalen Rotation bei CAH-Mädchen, wohl aber ein besseres zielgerichtetes Werfen. Die Autoren schließen dennoch nicht aus, dass Sexualhormone auf die Entwicklung räumlicher Fähigkeiten einwirken,

sondern halten es für möglich, dass der organisierende Hormoneffekt die verschiedenen kognitiven Funktionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten beeinflussen könnte. Die organisierende Androgenwirkung könnte das zielgerichtete Werfen pränatal, die mentale Rotation aber erst postnatal beeinflussen, d. h. zu einem Zeitpunkt, zu dem die Hormonspiegel der teilnehmenden CAH-Patienten bereits klinisch reguliert wurden (Hines et al. 2003). Darüber hinaus untersuchte diese Studie CAH-Patienten im Alter zwischen 12 und 45 Jahren, so dass auch aktivierende Hormoneffekte zum Testzeitpunkt (s. unten) nicht ausgeschlossen werden können.

Die Zusammenhänge zwischen der Leistung in einer bestimmten kognitiven Aufgabe und der frühen geschlechtshormonellen Umwelt sind häufig sehr komplex. Es ist z. B. denkbar, dass CAH-Mädchen eher als Jungen aufwachsen, da den Eltern das genetische Geschlecht ihrer Kinder in der Regel unbekannt ist. Tatsächlich scheinen die Erfahrungen von CAH-Kindern teilweise sogar durch die hormonelle Umwelt vermittelt zu werden. In einer der wenigen Untersuchungen, die sich mit solchen Wechselwirkungen befasste, konnten die amerikanischen Psychologinnen Sheri A. Berenbaum und Melissa Hines zeigen, dass CAH-Mädchen, ähnlich wie gleichaltrige gesunde Jungen, von sich aus typisches Jungen-Spielzeug (Autos, Flugzeuge, Bauklötze usw.) bevorzugen und sich weniger für typisches Mädchen-Spielzeug (Puppen, Küchengeräte usw.) interessieren (Berenbaum u. Hines, 1992). Die beiden Wissenschaftlerinnen sehen dieses Ergebnis als deutlichen Hinweis darauf, dass die frühe hormonelle Umwelt bei Mädchen einen »vermännlichenden« Effekt auf die Präferenz geschlechtsspezifischen Spielzeugs haben und so die kognitive Entwicklung geschlechtsspezifisch beeinflussen kann.

Es ist auch falsch davon auszugehen, dass sich die Raumkognition mit steigenden Androgenkonzentrationen stetig verbessert. Die Androgenüberproduktion führt bei CAH-Jungen, im Vergleich zu einer gesunden männlichen Kontrollgruppe, zu einer verminderten räumlichen Leistung (Hampson et al. 1998). Obwohl eine Reihe von Widersprüchen existieren (Hines et al. 2003), deuten die Ergebnisse insgesamt eher darauf hin, dass die Raumkognition

durchschnittlich besser bei Menschen funktioniert, die früh **mittleren** Konzentrationen männlicher Sexualhormone ausgesetzt waren.

Studien, die mit jungen Männern und Frauen durchgeführt wurden, die unter normalen hormonellen Bedingungen aufgewachsen sind, lassen zum Teil ähnliche Schlussfolgerungen zu, wie Untersuchungen an Menschen mit geschlechtshormonellen Anomalien. Die Androgenspiegel im unteren männlichen Normalbereich scheinen auch hier mit besseren räumlichen Fähigkeiten zusammenzuhängen, d. h. Frauen mit hohen Testosteronkonzentrationen zeigen bessere räumliche Leistungen als Frauen mit niedrigen Konzentrationen. Bei Männern ist dieser Zusammenhang genau entgegengesetzt. Männer mit niedrigen Testosteronspiegeln zum Testzeitpunkt zeigen die besten räumlichen Leistungen (Gouchie u. Kimura 1991). Unbekannt ist jedoch, inwieweit die pränatalen bzw. früh postnatalen Hormonkonzentrationen mit den aktuellen Spiegeln korrespondieren.

### Aktivierende Hormoneffekte

**Menstruationszyklus.** Die aktivierenden Effekte durch Sexualhormone zeigen sich z. B. darin, dass bestimmte kognitive Prozesse bei gesunden jungen Menschen durch natürliche Schwankungen in den Sexualhormonspiegeln beeinflusst werden können. Sicherlich die dramatischsten hormonellen Schwankungen innerhalb eines kurzen Zeitraums finden sich bei Frauen während ihres Menstruationszyklus. Aus diesem Grund ist der weibliche Zyklus Gegenstand zahlreicher Studien geworden, die den Einfluss von Sexualhormonen auf mentale Prozesse untersuchen.

Wenn Sexualhormone aktivierende Effekte auf kognitive Fähigkeiten haben, dann sollte die Leistung in spezifischen sprachlichen und räumlichen Tests über die Phasen des weiblichen Zyklus variieren. In diesem Zusammenhang wird insbesondere für die Raumkognition ein Einfluss hormoneller Faktoren diskutiert (Phillips u. Silverman 1997). Die Befundlage zu den dynamischen Fluktuationen in den Leistungen räumlicher Aufgaben während unterschiedlicher Phasen des Menstruationszyklus ist jedoch sehr widersprüchlich (Epting u. Overman 1998). Ein Teil der Widersprüche resultiert

u. a. aus der Tatsache, dass nur die wenigsten Studien die Konzentrationen der Sexualhormone bei ihren Probandinnen gemessen haben (► Kap. 5).

#### Rotationstest und Zyklusphase

In einer eigenen Untersuchung (Hausmann et al. 2000) registrierten wir die hormonellen Schwankungen in einer Gruppe von Frauen über einen Zeitraum von sechs Wochen. Dadurch gelang eine nahezu präzise Bestimmung der Zyklusphasen. Alle Probandinnen wurden mit einer Auswahl räumlicher Tests während der Menstruation, die sich insbesondere durch niedrige Östradiolkonzentrationen auszeichnet, und während der mittlutealen Phase (hohe Östradiolspiegel) untersucht. In einem der verwendeten räumlichen Tests, dem mentalen Rotationstest, beobachteten wir deutlich bessere Leistungen während der Menstruation im Vergleich zur mittlutealen Phase. Die Leistungsschwankungen zeigten dabei einen starken Zusammenhang mit Östradiol und Testosteron. Je höher der Testosteronspiegel in Verbindung mit einem niedrigen Östradiolspiegel war, desto besser war die Leistung in dem 3D-mental Rotationstest. In den beiden anderen verwendeten räumlichen Aufgaben, einer 2D-mental Rotationsaufgabe und den hidden figures, zeigten sich dagegen keine Interaktionen mit der Zyklusphase. Ähnlich wie in den Untersuchungen zu den kognitiven Geschlechtsunterschieden scheinen bestimmte Charakteristika der Aufgabe (► Kap. 6.1) einen Einfluss darauf zu haben, ob sich Zykuseffekte zeigen oder nicht.

In Studien zu den zyklusabhängigen Fluktuationen in den kognitiven Fähigkeiten wurde beobachtet, dass Frauen in den Phasen hoher Östradiolspiegel besonders gut in den kognitiven Funktionen abschneiden, in denen sie den Männern durchschnittlich überlegen sind. Im Gegensatz dazu schneiden Frauen in der Menstruation besser in den Tests ab, in denen Männer durchschnittlich bessere Leistungen zeigen (Hampson 1990a b; Hampson u. Kimura 1988, Phillips u. Silverman 1997; siehe aber auch Epting u. Overman 1998). Diese Beob-

achtungen stimmen zum Teil mit den Ergebnissen überein, die von aktivierenden Effekten der Androgensubstitution auf räumlichen und verbale Fähigkeiten bei Frau-zu-Mann-Transsexuellen berichten (van Goozen et al. 1994; van Goozen et al. 1995; Slabbekoorn et al. 1999, siehe Kapitel 6).

Die Studien zum Menstruationszyklus legen die Vermutung nahe, dass die beobachteten Geschlechtsunterschiede in spezifischen räumlichen Aufgaben darauf zurückzuführen sind, dass die Mehrheit der Probandinnen zu Zeitpunkten getestet worden sind, die sich durch schlechtere räumliche Leistungen auszeichnen, also **nicht** während der relativ kurzen Menstruationsphase (McKeever 1995). Diese Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit, den Menstruationszyklus in jede Untersuchung zu den kognitiven Geschlechtsunterschieden mit einzubeziehen (Rogers, 2001).

**Hormonschwankungen bei Männern.** Natürliche Fluktuationen in den Hormonspiegeln zeigen sich nicht nur bei Frauen, sondern lassen sich auch bei Männern beobachten. Der männliche Testosteronspiegel unterliegt **Tages- und saisonalen Schwankungen**. Die männlichen Testosteronkonzentrationen sind am Morgen höher als am Abend. Außerdem zeigen Männer deutlich niedrigere Testosteronspiegel im Frühling als im Herbst. Die Tagesschwankungen in den Testosteronspiegeln zeigen tatsächlich einen Zusammenhang mit der räumlichen Leistung, mit den besten Testresultaten bei mittleren Testosteronkonzentrationen. Allerdings zeigte sich dieser Effekt nur bei Rechtshändern. Linkshänder zeigten keinen Zusammenhang zwischen Testosteron und der Leistung in verschiedenen räumlichen Tests (Moffat u. Hampson 1996). Bezüglich der saisonalen Testosteronschwankungen ließ sich bei Männern eine bessere räumliche Leistung im Frühling im Vergleich zum Herbst beobachten, was mit der Annahme kompatibel ist, dass niedrige Testosteronspiegel bei Männern mit besseren räumlichen Fähigkeiten einhergehen (Kimura u. Hampson 1994).

Über welchen neuronalen Mechanismus Sexualhormone kognitive Leistungen beeinflussen, ist weitestgehend unbekannt. Es gibt jedoch zahlreiche Studien die zeigen, dass Geschlechtshormone

die Hirnorganisation modulieren können, die den spezifischen kognitiven Funktionen zugrunde liegen (► Kap. 5).

### 6.3.3 Geschlechterrollen und Geschlechtsstereotypen

Neben biologischen Faktoren werden auch ganz andere Ursachen diskutiert. Die Interpretation der jeweiligen Testsituation hat einen wesentlichen Einfluss darauf, wie eine Person in bestimmten kognitiven Tests abschnidet. In diesem Zusammenhang zeigen Untersuchungen zu den Geschlechterrollen, dass eine Versuchsperson sich stärker anstrengt, eine bestimmte kognitive Aufgabe zu lösen, wenn die Person davon überzeugt ist, dass mit dieser Aufgabe Funktionen getestet werden, die eher konsistent mit der eigenen Geschlechterrolle sind. Tatsächlich schneiden weibliche Studenten mit einer eher maskulinen Geschlechterrolle besser im **Embedded-figures-Test** (ein Test zur räumlichen Visualisierung) ab, wenn dieser Test in der Instruktion als räumlicher Test deklariert wurde. Frauen mit einer eher weiblichen Geschlechterrolle schneiden deutlich besser ab, wenn man die Versuchspersonen glauben machte, dass dieser Test ein Empathiemaß ist (Massa et al. 2005). Bei der männlichen Stichprobe dieser Studie hatte die Geschlechterrolle dagegen keinen Einfluss auf die Testleistung.

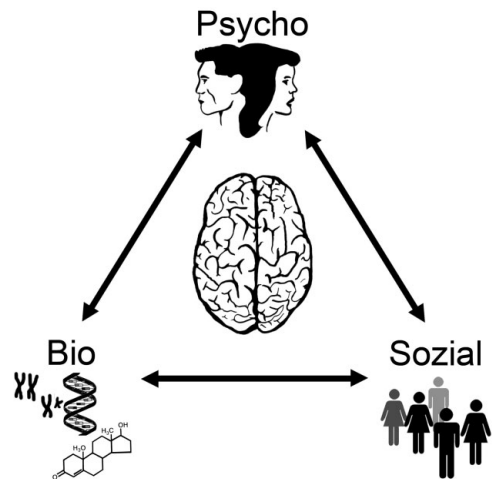
Die Beobachtung, dass die kognitive Leistung von Frauen und Männern durch solche Geschlechtsstereotypen beeinflusst wird, steht momentan im Fokus zahlreicher sozialpsychologischer Studien. Claude M. Steele von der Stanford Universität in Kalifornien hat in diesem Zusammenhang den Begriff des **stereotype threat** geprägt (Steele 1997). Dieses Konstrukt kennzeichnet ein Phänomen, bei dem die negativen Stereotypen, die einer Gruppe gesellschaftlich zugesprochen werden, die eigenen kognitiven Fähigkeiten negativ beeinflussen können, wenn die Identifikation zu der stereotypisierten Gruppe aktiv ist, bzw. aktiviert wurde. Dieses Phänomen ist übrigens nicht auf Geschlechtergruppen begrenzt und kann selbst dann auftreten, wenn die betroffene Person selbst nicht an ein entsprechendes Stereotyp glaubt (Steele 1997).

Die Aktivierung eines Stereotyps scheint sich jedoch nicht nur negativ auszuwirken, sondern kann die Leistung auch positiv beeinflussen (Shih et al. 1999). Im Einklang mit dem Stereotyp, dass Asiaten bessere mathematische Fähigkeiten zeigen als andere ethnische Gruppen (Stehen 1987), zeigten amerikanische Frauen asiatischer Herkunft bessere Leistungen in einem Mathematiktest, wenn das Stereotyp ihrer ethnische Zugehörigkeit aktiviert wurde, als eine Kontrollgruppe ohne Aktivierung dieses Stereotyps. In der gleichen Studie zeigten amerikanische Frauen asiatischer Herkunft jedoch schlechtere Leistungen in dem Mathematiktest, wenn ausschließlich die Geschlechteridentität aktiviert wurde. Letzterer Befund stimmt mit dem Stereotyp überein, dass Frauen schlechtere mathematische Fähigkeiten aufweisen als Männer (Hedges u. Nowell 1995). Eine solche positive und negative Wirkung von Geschlechtsstereotypen auf mathematische Fähigkeiten zeigte sich nicht nur bei Erwachsenen, sondern konnte zum Teil bereits im Vorschulalter beobachtet werden (Ambady et al. 2001).

Interessanterweise scheint es möglich zu sein, Geschlechtsunterschiede in bestimmten mathematischen Fähigkeiten aufzuheben, wenn der Test vor der Durchführung als nicht geschlechtssensitiv beschrieben wird und so die existierenden Geschlechtsstereotypen abgeschwächt werden (Spencer et al. 1999). Eine aktuelle Studie beobachtete sogar, dass allein das Wissen der Versuchspersonen über das Phänomen des stereotype threat ausreicht, um die Geschlechtsunterschiede in den mathematischen Fähigkeiten zu eliminieren (Johns et al. 2005). Solche Befunde sind nicht nur von praktischem Interesse für Schule und Erziehung, sondern auch von theoretischer Bedeutung für die Geschlechterforschung, da die Mehrheit der Versuchspersonen, die an Experimenten zu den kognitiven Geschlechtsunterschieden teilnimmt, sich eben dieser Tatsache bewusst ist. Implizit aktive Geschlechtsstereotypen können so die wahren kognitiven Leistungen beeinflussen. Diese Tatsache führt sicherlich zur Überschätzung der wahren kognitiven Geschlechtsunterschiede und könnte ein Grund dafür sein, dass die Stärke der kognitiven Geschlechtsunterschiede in den verschiedenen Studien zum Teil stark variiert.

## 6.4 Der psychobiosoziale Ansatz

Wie andere Autoren (z. B. Halpern 1997, 2000) bin ich der Meinung, dass die Anlage- und Umwelt-Diskussion in eine Sackgasse führt. Auch geht es schon lange nicht mehr darum, die Gewichte biologischer oder sozialer Faktoren zu bestimmen. Das Ziel der gegenwärtigen Geschlechterforschung sollte vielmehr sein, die komplexe Interaktion zwischen diesen Faktoren zu verstehen. Leider fokussieren viele Forschergruppen immer noch nur eine der Faktorengruppen, ohne dabei auch nur ansatzweise die andere Gruppe von Einflussfaktoren ebenfalls zu berücksichtigen. Ein Grund dafür liegt sicherlich darin, dass eine solche Forschung multidisziplinäre Kompetenzen erfordert, bei der experimentelle Paradigmen aus den Bio-, Entwicklungs-, Neuro- und Sozialwissenschaften kombiniert werden müssen. Ein anderer wesentlicher Grund basiert auf der Tatsache, dass die Wissenschaft nach eleganten einfachen Antworten strebt, um komplexe Sachverhalte erklären zu können. Wie dieses Kapitel (hoffentlich) zeigen konnte, werden einfache Erklärungsmodelle den Interaktionen zwischen biologischen, psychologischen und sozialen Einflussfaktoren nicht gerecht, um kognitive Geschlechtsunterschiede in ihrer Gesamtheit und Komplexität zu erfassen (■ Abb. 6.3).



■ Abb. 6.3. Der psychobiosoziale Ansatz. Kognitive Geschlechtsunterschiede basieren auf komplexen Wechselwirkungen zwischen biologischen, psychologischen und sozialen Einflussfaktoren

Einige wenige Studien haben versucht, kognitive Geschlechtsunterschiede im Rahmen eines psychobiosozialen Ansatzes zu untersuchen. Eine dieser Studien (Halpern u. Tan 2001) untersuchte den Zusammenhang zwischen den zyklusabhängigen Hormonfluktuationen und den geschlechtssensitiven kognitiven Fähigkeiten (mentale Rotation, Wahrnehmungsgeschwindigkeit) in Abhängigkeit der kulturspezifischen Geschlechterrollen (Nordamerika versus Osttürkei). Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die erwarteten kognitiven Geschlechtsunterschiede zeigten sich in beiden Kulturen.
- Die tatsächliche kognitive Leistung folgte nicht den existierenden Geschlechtsstereotypen (obwohl in der türkischen Stichprobe typische männliche und weibliche Stereotypen auftraten).
- Die kognitiven Leistungen zeigten Zusammenhänge mit der Zyklusphase und den aktuellen Östradiol- und Progesteronspiegeln.

In einer eigenen Studie (Hausmann et al. 2007, in Bearbeitung) untersuchten wir eine Stichprobe von 116 Versuchspersonen, davon 61 Frauen, mit einer Batterie geschlechtssensitiver kognitiver Tests (3D- und 2D-mentale Rotation, Wortflüssigkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit). Im Anschluss an die kognitiven Tests wurden Speichelproben erhoben, um die Östradiol- und Testosteronspiegel bestimmen zu können. Die Versuchspersonen wurden zufällig auf zwei Gruppen aufgeteilt, von denen die erste einen Fragebogen bearbeiteten, der die existierenden Geschlechtsstereotypen dieser Gruppe in den nachfolgenden kognitiven Funktionen abbildeten und darüber hinaus eine Stereotypenaktivierung bewirken sollte. Die zweite Gruppe erhielt einen identischen, aber geschlechtsneutralen Fragebogen. Obwohl keine Geschlechtsunterschiede in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit auftraten, zeigte sich erwartungsgemäß eine bessere Leistung in der Wortflüssigkeit bei Frauen und Männer bessere Ergebnisse in der mentalen Rotation. Eine robuste männliche Überlegenheit in der 3D-mental Rotation trat jedoch nur in der Gruppe auf, bei der die Geschlechtsstereotypen vorher durch

den Fragebogen aktiviert wurden, nicht aber in der Kontrollgruppe.

Interessanterweise gaben Frauen wie Männer im Stereotypenfragebogen an, dass Männer es sich bei der mentalen Rotation um eine männliche Domäne handelt. Die Ergebnisse dieser Studie sprechen dafür, dass erst die Aktivierung dieses Stereotyps zu einem robusten Geschlechtsunterschied in der 3D-mental Rotation führte. Bemerkenswerterweise zeigten Männer nach Aktivierung der Geschlechtsstereotype einen Testosteronspiegel, der im Vergleich zu der männlichen Kontrollgruppe um beinahe 100% erhöht war. Wenn sich dieser Hormonanstieg nach der Stereotypenaktivierung bestätigen sollte und nicht nur einen Selektionsbias darstellt, dann könnte dieses Ergebnis bedeuten, dass der kognitive Effekt der Geschlechtsstereotypenaktivierung durch Sexualhormone vermittelt wird.

Natürlich sollten anhand solcher Befunde keine verfrühten Schlüsse gezogen werden, aber diese Beispiele deuten an, wie kognitive Geschlechtsunterschiede durch das Zusammenspiel von biologischen, psychologischen und sozialen Faktoren beeinflusst sein könnten.

## 6.5 Alltagsrelevanz kognitiver Geschlechtsunterschiede

Die Übertragbarkeit der Testergebnisse auf den Alltag ist problematisch. Die meisten der hier vorgestellten psychologischen Tests messen spezifische kognitive Fähigkeiten. Damit unterscheiden sie sich deutlich von Alltagsproblemen, für deren Bewältigung in der Regel ein ganzes Potpourri verschiedener Kompetenzen aufgewendet werden muss. Aus diesem Grund macht die Tatsache, dass Frauen in einigen spezifischen Aufgaben zum räumlichen Vorstellungsvermögen im Durchschnitt schlechter abschneiden, sie nicht zwangsläufig zu einer Geschlechtergruppe, die schlecht einparken kann, wie es immer wieder in populärwissenschaftlichen Publikationen zu lesen ist, und wogegen vermutlich auch die Unfallstatistiken sprechen. Das Einparken ist ein komplexes, aus einer ganzen Reihe verschiedener Verhaltensweisen zusammengesetztes Verhalten, das deutlich



mehr mentale Prozesse erfordert als ausschließlich räumliche Informationsverarbeitung. Manuelles Geschick sowie eine hohe Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Domänen, in denen Frauen durchschnittlich besser abschneiden als Männer, sind sicherlich nur zwei weitere kognitive Funktionen, die beim Einparken nützlich sind. Aufgrund der zuletzt genannten Fähigkeiten könnte man sich auch vorstellen, dass Frauen die besseren Einparkler sind. Die Häufigkeit des Parkens, die Vertrautheit mit einem Fahrzeugtyp usw. sind sicherlich weitere Faktoren, die über die Einparkfähigkeit entscheiden.

Geschlechtsunterschiede in der kognitiven Leistung beziehen sich immer nur auf die durchschnittliche Leistung oder auf die Extremebereiche in einer Leistungsverteilung der Geschlechtergruppen. Voraussagen über die kognitive Kompetenz eines Individuums allein auf der Basis des Geschlechts sind nicht möglich. Dass eine Geschlechtergruppe für bestimmte Berufe generell besser oder weniger gut geeignet ist, lässt sich aus den Forschungsergebnissen ebensowenig ableiten. Es ist vorstellbar, dass die individuellen Stärken und Schwächen in bestimmten kognitiven Funktionen, die teilweise durch hirstrukturelle, hormonelle oder soziale Faktoren mit beeinflusst werden, das Interesse an bestimmten Berufen erhöhen oder reduzieren. Unabhängig von dem genetischen oder hormonellen Geschlecht wird jemand mit miserablen räumlichen Fähigkeiten vermutlich ebenso wenig Pilot(in) werden wollen, wie jemand mit schwachen sprachlichen Fähigkeiten sich für ein Germanistikstudium begeistern wird. Ausnahmen davon werden Männer und Frauen gleichermaßen betreffen.

Die Summe der geschlechtsspezifischen strukturellen und funktionellen Besonderheiten könnte aber ein Grund dafür sein, dass Männer und Frauen manchmal unterschiedliche Wege finden, bestimmte Probleme zu lösen. Das bedeutet nicht zwangsläufig, dass eine Strategie besser ist als die andere, sondern nur, dass es häufig mehrere Wege gibt, ein bestimmtes Problem zu lösen.

### Fazit

Auch wenn die genauen neuronalen Mechanismen zum großen Teil noch im Verborgenen liegen, so zeigt die Geschlechterforschung der letzten Jahrzehnte eindeutig, dass sich Frauen und Männer in bestimmten kognitiven Fähigkeiten unterscheiden. Auf der biologischen Seite sind die hirstrukturellen Unterschiede zwischen Männern und Frauen sowie geschlechtshormonelle Einflüsse die wohl bedeutsamsten Faktoren. Auf der soziokulturellen Seite sind insbesondere die Geschlechterrollen und Geschlechtsstereotypen als Wirkfaktoren beschrieben worden. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um dichotome Ursachenkategorien, sondern um Faktoren, die stark miteinander interagieren und im Rahmen eines psychobio-sozialen Ansatzes betrachtet werden müssen.

### Literatur

- Ambady N, Shih M, Kim A, Pittinsky TL (2001) Stereotype susceptibility in children: effects of identity activation on quantitative performance. *Psychol Sci* 12:385–390
- Berenbaum SA, Hines M. (1992) Early androgens are related to childhood sex-typed toy preferences. *Psychol Sci* 3:203–206
- Bleeker ML, Bolla-Wilson K, Agnew J, Meyers DA (1988) Age related sex differences in verbal memory. *J Clin Psychol* 44:403–411
- Bornstein RA (1986) Normative data on intermanual differences on the tests of motor performance. *J Clin Exp Neuropsychol* 8:12–20
- Bryden PL, Roy EA (2005) A new method of administering the Grooved Pegboard Test: performance as a function of handedness and sex. *Brain Cogn* 58:258–268
- Burns NR, Nettelbeck T (2005) Inspection time and speed of processing: sex differences on perceptual speed but not IT. *Pers Ind Dif* 39:439–446
- Chipman K, Kimura D (1998) An investigation of sex differences on incidental memory for verbal and pictorial material. *Learn Individ Differ* 10:259–272
- Choi J, L'Hirondelle N (2005) Object location memory: a direct test of the verbal memory hypothesis. *Learn Individ Differ* 15:237–245
- Cohen J (1977) *Statistical power analysis for the behavioral science*, 2nd ed. Academic Press, New York
- Collins DW, Kimura D (1997) A large sex difference on a two-dimensional mental rotation task. *Behav Neurosci* 111:845–849
- Coltheart D, Hull E, Slater D (1975) Sex differences in imagery and reading. *Nature* 253:438–440

- Crossley M, D'Arcy C, Rawson SB (1997) Letter and category fluency in community-dwelling Canadian seniors: a comparison of normal participants to those with dementia of the Alzheimer vascular type. *J Clin Exp Neuropsychol* 19:52–62
- Dark VJ, Benbow CP (1990) Enhanced problem translation and short-term memory: components of mathematical talent. *J Educ Psychol* 82:420–429
- De Vries GJ (2004) Minireview: Sex differences in adult and developing brains: compensation, compensation, compensation. *Endocrinology* 145:1063–1068
- De Vries GJ, Boyle PA (1998) Double duty for sex differences in the brain. *Behav Brain Res* 92:205–213
- Eals M, Silverman I (1994) The hunter-gatherer theory of spatial sex differences: proximate factor mediating the female advantage in recall of object arrays. *Ethol Sociobiol* 15:95–105
- Epting LK, Overman WH (1998) Sex-sensitive tasks in men and women: A search for performance fluctuations across the menstrual cycle. *Behav Neurosci* 112:1304–1317
- Feingold A (1992) Sex differences in variability in intellectual abilities: a new look at an old controversy. *Rev Educ Res* 62:61–84
- Friedman L (1995) The space factor in mathematics: gender differences. *Rev Educ Res* 65:22–50
- Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR (1998) *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. Norton, New York
- Geary DC (1996) Sexual selection and sex differences in mathematical abilities. *Beh Brain Sci* 19:229–247
- Geary DC, Saults SJ, Liu F, Hoard MK (2000) Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *J Exp Child Psychol* 77:337–353
- Goldstein D, Haldane D, Mitchell C (1990) Sex differences in visual-spatial ability: the role of performance factors. *Mem Cognit* 18:546–550
- Gouchie C, Kimura D (1991) The relationship between testosterone levels and cognitive ability patterns. *Psychoneuroendocrinology* 4:323–334
- Guilford JP (1967) *The nature of human intelligence*. Stanford University Press, Stanford
- Hall JAY, Kimura D (1995) Sexual orientation and performance on sexually dimorphic tasks. *Arch Sex Behav* 24:395–407
- Halpern DF (2000) *Sex differences in cognitive abilities*, 3rd ed. Lawrence Erlbaum, Mahwah
- Halpern DF, Tan U (2001) Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain Cogn* 45:392–414
- Hampson E (1990a) Estrogen-related variations in human spatial and articulatory-motor skills. *Psychoneuroendocrinology* 15:97–111
- Hampson E (1990b) Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain Cogn* 14:26–43
- Hampson E, Kimura D (1988) Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills. *Behav Neurosci* 102:456–459
- Hampson E, Rovet JF, Altmann D (1998) Spatial reasoning in children with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Dev Neuropsychol* 14:299–320
- Hausmann M, Kirk IJ, Corballis MC (2004) Influence of task complexity on manual asymmetries. *Cortex* 40:103–110
- Hausmann M, Schoofs D, Jordan K (2007) Interaction between sex hormones and gender stereotypes on cognitive sex differences. In *Bearbeitung*
- Hausmann M, Slabbekoorn D, Van Goozen SHM, Cohen-Kettenis PT, Güntürkün O (2000) Sex hormones affect spatial abilities across the menstrual cycle. *Behav Neurosci* 114:1245–1250
- Hedges LV, Nowell A (1995) Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high scoring individuals. *Science* 269:41–45
- Hines M (1990) Gonadal hormones and human cognitive development. In: Balthazart J (ed) *Brain and behavior in vertebrates 1: Sexual differentiation, neuroanatomical aspects, neurotransmitters and neuropeptides*. Karger, Basel, pp 51–63
- Hines M, Fane BA, Pasterski VL, Mathews GA, Conway GS, Brook C (2003) Spatial abilities following prenatal androgen abnormality: targeting and mental rotations performance in individuals with congenital adrenal hyperplasia. *Psychoneuroendocrinology* 28:1010–26
- Hines M, Brook C, Conway GS (2004) Androgen and psychosexual development: core gender identity, sexual orientation and recalled childhood gender role behavior in women and men with congenital adrenal hyperplasia (CAH). *J Sex Res* 41:75–81
- Huttenlocher J, Haight W, Bryk A, Seltzer M, Lyons T (1991) Early vocabulary growth: relation to language input and gender. *Dev Psych* 27:236–248
- Hyde JS, Fennema E, Lamon SJ (1990) Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychol Bull* 105:139–155
- Hyde JS, Linn MC (1988) Gender differences in verbal ability: a meta analysis. *Psychol Bull* 104:53–69
- Inhelder B, Piaget J (1958) *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. Basic, New York
- James TW, Kimura D (1997) Sex differences in remembering the locations of objects in an array: location shift versus location-exchanges. *Evol Hum Behav* 18:155–163
- Johns M, Schmader T, Martens A (2005) Knowing is half the battle. Teaching stereotype threat as a means of improving women's math performance. *Psychol Sci* 16:175–179
- Jardine R, Martin NG (1983) Spatial ability and throwing accuracy. *Behav Genet* 13:331–340
- Kempler D, Teng EL, Dick M, Taussig M, Davis DS (1998) The effects of age, education, and ethnicity on verbal fluency. *J Int Neuropsychol Soc* 4:531–538
- Kerkman DD, Wise JC, Harwood EA (2000) Impossible »mental rotation« problems. A mismeasure of women's spatial abilities. *Learn Individ Differ* 12:253–269
- Kimura D (1999) *Sex and Cognition*. MIT Press, Cambridge
- Kimura D (2002) Sex hormones influence human cognitive pattern. *Neuro Endocrinol Lett* 23:67–77
- Kimura D, Hampson E (1994) Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Curr Directions Psychol Sci* 3:57–61
- Kramer JH, Delis DC, Daniel M (1988) Sex differences in verbal learning. *J Clin Psychol* 44:907–915
- Lezak MD (1995) *Neuropsychological assessment*, 2nd ed. Oxford University Press, New York

- Linn MC, Petersen AC (1985) Emergence and characterization of sex differences in spatial abilities: a meta analysis. *Child Dev* 56:1479–1498
- Majeres RL (1983) Sex differences in symbol-digit substitution and speed matching. *Intelligence* 7:313–327
- Massa LJ, Mayer RE, Bohon LM (2005) Individual differences in gender role beliefs influence spatial ability test performance. *Learn Individ Differ* 15:99–111
- Masters MS, Sanders B (1993) Is the gender difference in mental rotation disappearing? *Behav Genet* 23:337–341
- Mathuranath PS, George A, Cherian PJ, Alexander A, Sarma SG, Sarma PS (2003) Effects of age, education and gender on verbal fluency. *J Clin Exp Neuropsychol* 25:1057–1064
- McBurney DH, Gaulin SJC, Devineni T, Adams C (1997) Superior spatial memory of women: stronger evidence for the gathering hypothesis. *Evol Hum Behav* 18:165–174
- McGuiness D (1976) Sex differences in the organization of perception and cognition. In: Lloyd B, Archer J (eds) *Exploring sex differences*. Academic Press, New York, pp 123–156
- McKeever WF (1995) Hormone and hemisphericity hypothesis regarding cognitive sex differences: possible future explanatory power, but current empirical chaos. *Learn Individ Differ* 7:323–340
- Miller LK, Santoni V (1986) Sex differences in spatial abilities: strategic and experiential correlates. *Acta Psychol (Amst)* 62:225–235
- Moffat SD, Hampson E, Wickett JC, Vernon PA, Lee DH (1997) Testosterone is correlated with regional morphology of the human corpus callosum. *Brain Res* 767:297–304
- Moffat SD, Hampson E, Hatzipantelis M (1998) Navigation in a virtual maze: sex differences and correlation with psychometric measures of ability in humans. *Evol Hum Behav* 19:73–87
- Peters M (2005) Sex differences and the factor time in solving Vandenberg and Kuse mental rotation performance. *Brain Cogn* 57: 176–184
- Peters M, Campagnaro P (1996) Do women really excel over men in manual dexterity? *J Exp Psychol Human Perception and Performance* 27:1107–1112
- Peters M, Laeng B, Latham K, Jackson M, Zaiyouna R, Richardson C (1995) A redrawn Vandenberg & Kuse mental rotation test: different versions and factors that affect performance. *Brain Cogn* 28:39–58
- Peters M, Servos P, Day R (1990) Marked sex differences on a fine motor skill task disappear when finger size is used as covariate. *J Appl Psychol* 75:87–90
- Phillips K, Silverman I (1997) Differences in the relationship of menstrual phase to spatial performance in two- and three dimensional tasks. *Hum Behav* 32:167–175
- Postma A, Izendoorn I, De Haan EHF (1998) Sex differences in object location memory. *Brain Cogn* 36:334–345
- Prinzel LJ, Freeman FG (1995) Sex differences in visuo-spatial ability: task difficulty, speed accuracy tradeoff, and other performance factors. *Can J Psychol* 49:530–539
- Resnick SM (1993) Sex differences in mental rotation: an effect of time limits? *Brain Cogn* 21:71–79
- Resnick SM, Berenbaum SA, Gottesman II, Bouchard TJ Jr (1986) Early hormonal influences of cognitive functioning in congenital adrenal hyperplasia. *Dev Psychol* 22:191–198
- Rogers L (2001) *Sexing the brain*. Columbia University Press, New York
- Royer FL (1978) Sex differences in symbol-digit substitution task performance. *Intelligence* 2:145–151
- Ruff RM, Light RH, Parker SB, Levin HS (1997) The psychological construct of word fluency. *Brain Lang* 57:394–405
- Shepard RN, Metzler J (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 171:701–703
- Shih M, Pittinsky TL, Ambady, N (1999) Stereotype susceptibility: identity salience and shifts in qualitative performance. *Psychol Sci* 10:80–83
- Slabbekoorn D, Van Goozen SHM, Megens J, Gooren LJG, Cohen-Kettenis PT (1999) Activating effects of cross-sex hormones on cognitive functioning: a study of short-term and long-term hormone effects in transsexuals. *Psychoneuroendocrinology* 24:423–447
- Smolak L (1986) *Infancy*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New York
- Spencer SJ, Steele CM, Quinn DM (1999) Stereotype threat and women's math performance. *J Exp Soc Psychol* 35:4–28
- Steele CM (1997) A threat in the air. How stereotypes shape intellectual identity and performance. *Am Psychol* 52:613–629
- Steen LA (1987) Mathematics education: a predictor of scientific competitiveness. *Science* 237:251–253
- Sykes Tottenham L, Saucier DM, Elias LJ, Gutway C (2005) Men are more accurate than women in aiming at targets in both near space and extrapersonal space. *Percept Mot Skills* 101:3–12
- Vandenberg SG, Kuse AR (1987) Mental rotation, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Percept Mot Skills* 47:599–601
- Van Goozen SHM, Cohen-Kettenis PT, Gooren LJG, Frijda NH, Van de Poll NE (1994) Activating effects of androgens on cognitive performance: causal evidence. *Neuropsychologia* 32:1153–1157
- Van Goozen SHM, Cohen-Kettenis PT, Gooren LJG, Frijda NH, Van de Poll NE (1995) Gender differences in behaviour: activating effects of cross-gender hormones. *Psychoneuroendocrinology* 20:343–363
- Voyer D (1997) Scoring procedure, performance factors, and magnitude of sex differences in spatial performance. *Am J Psychol* 110:259–276
- Ward SL, Newcombe N, Overton WF (1986) Turn left at the church, or three miles north: a study of direction giving and sex differences. *Environ Behav* 18:192–213
- Watson NV, Kimura D (1989) Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. *Neuropsychologia* 27:1399–1414
- Watson NV, Kimura D (1991) Nontrivial sex differences in throwing and intercepting: relation to psychometrically-defined spatial functions. *Neuropsychologia* 12:375–385
- Williams CL, Meck WH (1991) The organizational effects of gonadal steroids on sexually dimorphic spatial ability. *Psychoneuroendocrinology* 16:155–176
- Williams CL, Barnett AM, Meck WH (1990) Organizational effects of early gonadal secretions on sexual differentiation in spatial memory. *Behav Neurosci* 104:84–97
- Witkin HA, Dyk RB, Fatterson HF (1962) *Psychological differentiation*. Wiley, New York

Gehirn und Geschlecht

Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen  
Frau und Mann

Lautenbacher, S.; Güntürkün, O.; Hausmann, M. (Hrsg.)

2007, XIV, 358 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-71627-3