

## 14 Vor- und nichtsprachliche Kognition

Hannes Rakoczy • Daniel Haun

### 14.1 Vor- und nichtsprachliche Kognition als Gegenstand der vergleichenden Entwicklungspsychologie

### 14.2 Bereichsübergreifende kognitive Fähigkeiten

- 14.2.1 Lernen
- 14.2.2 Problemlösen

### 14.3 Bereichsspezifische kognitive Fähigkeiten

- 14.3.1 Objekt-Kognition
- 14.3.2 Naive Physik
- 14.3.3 Verstehen von Kausalität
- 14.3.4 Vorformen numerischen Denkens
- 14.3.5 Raumkognition
- 14.3.6 Soziale Kognition

### 14.4 Theoretische Modelle

- 14.4.1 Modularitätstheorien
- 14.4.2 Theorie repräsentationaler Neubeschreibung
- 14.4.3 Theorie-Theorie
- 14.4.4 Theorien grundlegender kognitiver Unterschiede von Mensch und Tier
- 14.4.5 Theorie kulturellen Lernens

### 14.5 Vorsprachliche Kognition und Sprache

- 14.5.1 Effekte von Sprache an sich auf Denken
- 14.5.2 Effekte verschiedener Sprachen auf Denken



Ein Orang-Utan sieht, wie in zwei Kisten abwechselnd jeweils eine Weintraube hineingelegt wird, bis in der linken Kiste drei und in der rechten zwei Weintrauben sind. Die Kisten werden verschlossen, sodass der Inhalt nicht mehr zu sehen ist, und der Orang-Utan darf sich nun eine Kiste aussuchen. Er greift einen Stock und hebt damit die Kiste mit den drei Weintrauben auf.

Vergleichbares Verhalten kann bei vielen Tierarten und auch bei kleinen Kindern beobachtet werden. Was geht dabei in den Köpfen der Tiere bzw. Kinder vor? Wie sieht die Welt wohl aus ihren Augen aus? Entgegen weitverbreiteter Annahmen über kognitive Unzulänglichkeiten sprachloser Wesen legt dieses Beispiel es nahe, dass bereits viele Tiere und kleine Kinder die Welt in mancher grundlegender Hinsicht wie wir sehen und verstehen. So erkennen sie etwa Gegenstände und erinnern sich über die Zeit hinweg an deren Identität und Anzahl und treffen rationale Entscheidungen.

## 14.1 Vor- und nichtsprachliche Kognition als Gegenstand der vergleichenden Entwicklungspsychologie

Wie denken kleine Kinder, bevor sie sprechen lernen? Und was geht in den Köpfen von Schimpansen oder Orang-Utans vor sich? – Solche Fragen wurden lange Zeit in der Psychologie nicht gestellt oder mit »gar nicht« bzw. »gar nichts« beantwortet. Dank neuerer Forschung jedoch beginnen wir die grundlegenden Kontinuitäten zwischen vorsprachlicher und sprachlicher Kognition in der frühen menschlichen Ontogenese besser zu verstehen. Ebenso dokumentiert diese Forschung in phylogenetischer Hinsicht eindrücklich die Kontinuität kognitiver Fähigkeiten bei Menschen und Tieren.

Das neue Feld der komparativen Entwicklungspsychologie erforscht die kognitiven Fähigkeiten von Menschen und anderen Tieren im Vergleich zueinander. Sie fragt, wie diese Fähigkeiten evolutionär entstanden sein könnten, und wie sie sich ontogenetisch entwickeln. Als relevante Vergleichsarten sind hier vor allem unsere nächsten Verwandten, also andere Primaten und insbesondere Menschenaffen, von zentralem Interesse (s. Abb. 14.1).

Durch den direkten Vergleich von kleinen Kindern und anderen Primaten lassen sich einerseits kognitive Gemeinsamkeiten erforschen, die gemeinsame evolutionäre Ursprünge haben, sogenannte kognitive Homologien (s. Definition). Andererseits lassen sich durch Vergleichsstudien auch kognitive Unterschiede dokumentieren. Natürlich gibt es viele tief greifende kognitive Unterschiede zwischen erwachsenen Menschen und

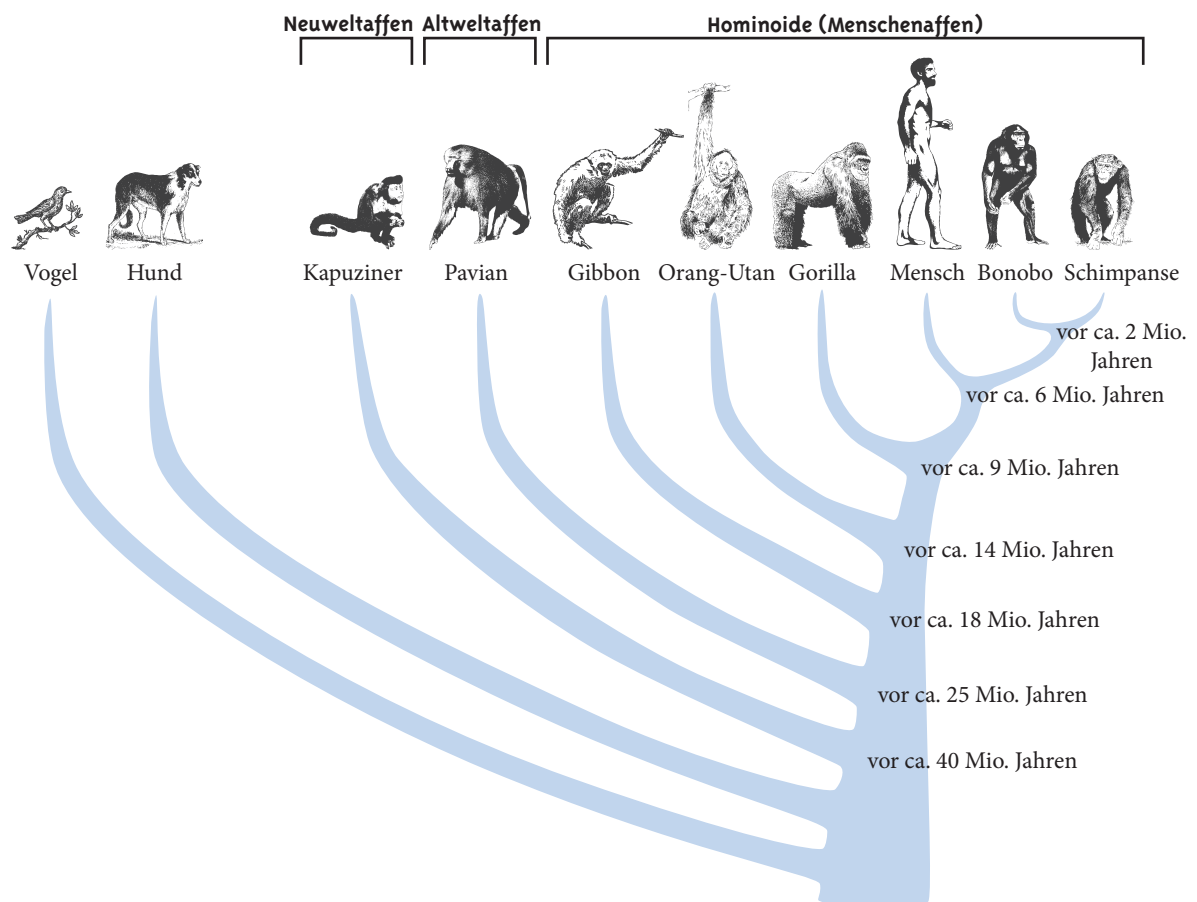


Abbildung 14.1 Phylogenetischer Stammbaum

anderen Tieren. Woher diese rühren, ist allerdings schwer zu bestimmen, da erwachsene Menschen über radikal andere kulturelle, vor allem sprachliche Erfahrung verfügen als andere Tiere, und weil diese Erfahrung menschliche Kognition fundamental beeinflusst. Wenn sich jedoch kognitive Unterschiede bereits sehr früh in der Ontogenese zeigen (bevor kulturelle und linguistische Lernerfahrungen eine große Rolle spielen), liegt der Schluss nahe, dass es sich um biologisch basierte kognitive Unterschiede handeln könnte. Aus diesem Grund sind Vergleiche zwischen kleinen Kindern und anderen Primaten von besonderem theoretischem Interesse.

Neben Primaten sind oft aber auch andere, uns weniger nah verwandte Spezies relevant für die vergleichende Entwicklungspsychologie – vor allem dann nämlich, wenn sich in unterschiedlichen Stammeslinien unabhängig voneinander funktional ähnliche Fähigkeiten herausgebildet haben, ohne dass ihnen ein direkter gemeinsamer Ursprung zugrunde liegt. Wir haben es dann mit kognitiven Analogien (s. Definition) zu tun, die durch sogenannte »konvergente Evolution« zustande gekommen sind. So finden sich in manchen Bereichen (z. B. bestimmte Formen von Sequenzlernen und von sozialer Kognition) die engsten kognitiven Parallelen menschlicher Fähigkeiten nicht etwa bei anderen Primaten, sondern bei Vögeln.

#### Definition

Unter **Homologien** versteht man geteilte Merkmale verschiedener Spezies, die den gleichen evolutionären Ursprung haben in dem Sinne, dass sie auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückgehen. **Analogien** bezeichnen dagegen gemeinsame Merkmale verschiedener Spezies, die ähnliche Funktionen erfüllen, ohne einen gemeinsamen evolutionären Ursprung haben (»konvergente Evolution«).

Ein Beispiel für homologe Organe sind die Augen verschiedener Arten von Primaten. Ein klassisches Beispiel für Analogien sind die Augen von Säugetieren, Insekten und vielen anderen sehr diversen Tierarten, die alle ähnliche Funktionen erfüllen (Sehen), wobei diese Funktionen jedoch in recht unterschiedlichen anatomischen Strukturen mit recht unterschiedlicher evolutionärer Geschichte realisiert werden.

## 14.2 Bereichsübergreifende kognitive Fähigkeiten

In der kognitiven Entwicklungspsychologie wird bei der Klassifikation kognitiver Phänomene oft unterschieden zwischen

- ▶ bereichsübergreifenden Grundfunktionen, die unabhängig von bestimmten Inhalten funktionieren und in verschiedensten inhaltlichen Gegenstandsbereichen Anwendung finden, und
- ▶ bereichsspezifischen Fähigkeiten, die sich auf bestimmte Gegenstandsbereiche und deren Inhalte beziehen.

Gedächtnis, Lernen und Problemlösen etwa sind typische bereichsübergreifende Grundfunktionen. Das Denken über Objekte, naive Physik, Zahlen, räumliche Sachverhalte und das mentale Leben anderer Individuen (»Theory of Mind«) sind dagegen prototypische Beispiele für bereichsspezifische kognitive Fähigkeiten.

Wie sich bereichsübergreifende und bereichsspezifische kognitive Fähigkeiten zueinander verhalten, ist eine komplexe und viel debattierte Frage mit recht unterschiedlichen Positionen je nach theoretischer Ausrichtung (vgl. Abschn. 14.4).

### 14.2.1 Lernen

Lernen – verstanden im weitesten Sinne als erfahrungsabhängige Modifikation psychischer Strukturen und/oder Verhaltensweisen – ist ein facettenreiches Phänomen, das von so einfachen Phänomenen wie Konditionierung bis hin zu kulturell vermittelten Formen systematischer Unterweisung reicht. Zwei zentrale Formen des Lernens werden hier exemplarisch herausgegriffen: induktives und soziales Lernen.

#### Induktives und statistisches Lernen

**Induktives Lernen.** Induktives Lernen ist der Erwerb neuer allgemeiner Information über Regelmäßigkeiten (ein klassisches Beispiel: »Alle Schwäne sind weiß«) aus einer begrenzten Anzahl von Beobachtungen (z. B. Beobachtungen von vielen, allesamt weißen Schwänen).

Einfache Formen induktiven Lernens entwickeln sich ontogenetisch bereits vorsprachlich und zeigen sich beispielsweise in Aufgaben zur verallgemeinerten Imitation: Säuglinge sehen, wie jemand eine Handlung mit einem bestimmten Gegenstand ausführt (z. B. einen Spielzeughund wäscht), und haben dann bei der Nach-

ahmung die Auswahl zwischen verschiedenen Gegenständen anderer mehr oder weniger ähnlicher Kategorien (z. B. andere Tiere wie Katzen und Mäuse oder unbelebte Gegenstände wie Autos). Bereits Kinder im Alter von 14 Monaten verallgemeinern entsprechende Handlungen systematisch nur auf intuitiv ähnliche Kategorien (andere Tiere in obigem Beispiel).

Aus komparativer Sicht finden sich einfache Formen induktiver Lernfähigkeiten ebenfalls bei anderen Primaten. Beispielsweise ziehen viele Spezies von Tier- und Menschenaffen allgemeine Schlüsse über die Eigenschaften von Klassen von Gegenständen auf der Basis einiger Beobachtungen: Wenn sie sehen, dass ein bestimmter Gegenstand sich als Werkzeug zur Lösung eines Problem eignet, wählen sie anschließend Gegenstände, die dem ursprünglichen in relevanten Eigenschaften (Form, Konsistenz etc.) ähnlich sind und ignorieren irrelevante Merkmale wie Farbe. Genau solche Merkmale wie Farbe aber werden zu induktiven Generalisierungen herangezogen, wenn sie relevant sind, etwa bei Schlüssen über Lebensmittel (z. B. Santos et al., 2001).

**Statistisches Lernen.** »Statistisches Lernen« bezeichnet eine Form induktiven Lernens, bei der die statistischen Verteilungseigenschaften der beobachteten Stimuli (z. B. die beobachteten Häufigkeiten bestimmter Stimuluskombinationen) in Betracht gezogen werden, um Schlüsse über allgemeine Gegebenheiten (Verteilungswahrscheinlichkeiten in der Population etc.) zu ziehen. Einfache Formen statistischen Lernens konnten in den letzten Jahren sowohl bei Säuglingen als auch bei anderen Tieren nachgewiesen werden:

- ▶ Säuglinge entdecken bereits im Alter von 8 Monaten sehr schnell statistische Zusammenhänge in geord-

neten Sequenzen von Stimuli und extrahieren beispielsweise Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen Elementen (z. B. folgt auf »a« immer »b«, aber auf »b« folgen mit gleicher Wahrscheinlichkeit »c«, »d« oder »f«) (Saffran et al., 1996).

- ▶ Säuglinge können einfache abstrakte Muster von Sequenzen extrahieren. Beispielsweise können 7 Monate alte Kinder nach kurzer Darbietung das AAB-Muster aus Silbenfolgen wie Do-Do-Ki, Fi-Fi-La etc. erkennen (Marcus et al., 1999).
- ▶ Bereits 8 Monate alte Säuglinge ziehen Schlüsse von statistischen Verteilungseigenschaften von Stichproben auf solche der Population und umgekehrt. Wenn Kinder beispielsweise sehen, wie eine Person aus einer undurchsichtigen Dose blind 10 Kugeln zieht, von denen 9 gelb sind, erwarten sie, dass die Population der Kugeln in der Dose mehrheitlich gelbe Kugeln enthält: Wenn ihnen der Inhalt der Dose gezeigt wird, schauen sie länger auf eine 50:50-Verteilung gelber und roter Kugeln (unerwartet) als auf eine 90:10-Verteilung (erwartet) (z. B. Xu & Garcia, 2008).

Aus komparativer Perspektive konnten zum Teil Hinweise auf analoge einfache Formen statistischen Lernens bei Primaten und Vögeln gefunden werden: Beispielsweise haben neuere Studien die Fähigkeit zur Extraktion abstrakter Muster in auditiven Sequenzen bei Affen und Vögeln dokumentiert (Gentner et al., 2006).

### Soziales Lernen

Soziales Lernen ist der Erwerb neuer Fertigkeiten oder neuer Information durch die Beobachtung anderer. Vor allem nach ihrer Komplexität werden mehrere Formen des sozialen Lernens unterschieden.

14

## Übersicht

### Formen des sozialen Lernens

Einfache Formen des Lernens durch Beobachtung anderer sind (bereits) im Tierreich weit verbreitet:

- ▶ **Mimikry** bezeichnet die unreflektierte Reproduktion von Verhaltensweisen. Sie ist ein sehr eingeschränkter Mechanismus ohne jedwedes Verständnis des kopierten Verhaltens.
- ▶ **Aufmerksamkeitslenkung** (»local enhancement«) ist ein sozial vermittelter individueller Lernprozess. Hierbei lenkt das Verhalten anderer die Aufmerksamkeit des Lerners auf bestimmte Aspekte der Umgebung, welche dann wiederum das eigenständige Erlernen des gezeigten Verhaltens erleichtert.

Anspruchsvollere Formen des sozialen Lernens unterscheiden sich zudem durch ihren Fokus auf Mittel und Zwecke reproduzierten Verhaltens:

- ▶ **Emulationslernen** bezeichnet das Lernen aus der Beobachtung anderer, wie bestimmte Veränderungen der Umwelt bewirkt werden können, ohne dabei die intentionale Struktur des beobachteten Verhaltens und die verwendeten Mittel verstehen zu müssen.
- ▶ **Imitation** setzt dagegen ein Verständnis der intentionalen Struktur der Handlung voraus, inklusive ihrer Mittel.

**Ontogenese des sozialen Lernens.** Menschliche Kinder kopieren schon unmittelbar nach der Geburt die Gesichtsausdrücke Erwachsener, wobei es sich dabei aller Wahrscheinlichkeit um Mimikry und nicht um Imitation handelt. Ab Ende des 1. Lebensjahres zeigen Kinder deutliche Anzeichen echter Imitation zielgerichteter Handlungen. Sie unterscheiden nun erfolgreich Verhalten von Absicht und Mittel von Zweck: Wenn sie etwa eine andere Person beobachten, die eine bizarre Handlung zum Erreichen eines Zwecks ausführt (z. B. Betätigen des Lichtschalters mit dem Kopf statt mit der Hand), so verstehen sie diese Handlung lediglich als Mittel zum Zweck, wenn die andere Person nicht anders konnte (weil ihre Hände nicht verfügbar waren), jedoch als Selbstzweck, wenn die Person die Wahl hatte (ihre Hände zur Verfügung standen): Im ersteren Fall imitieren die Kinder die Handlung nicht oberflächentreu (benutzen die Hand), während sie im letzteren Fall die Handlung oberflächlich exakt kopieren (den Kopf benutzen) (Gergely et al., 2002).

**Vergleichende Psychologie des sozialen Lernens.** Neuere Forschung belegt komplexe Formen sozialen Lernens bei vielen anderen Spezies, angefangen von Mimikry bei neugeborenen Schimpansen bis hin zu sozialer Traditionsbildung bei Orang-Utans. Die meisten der berichteten Phänomene lassen sich aber durch Mimikry, Aufmerksamkeitslenkung oder Emulation erklären. Insbesondere Emulation ist in den meisten Fällen, gerade bei verhältnismäßig einfach strukturierten Handlungen, ein sehr effektiver Lernmechanismus – manchmal sogar effektiver als echte Imitation. Echte Imitation jedoch konnte bislang bei nicht-menschlichen Spezies nicht nachgewiesen werden, mit Ausnahme von enkulturierten Schimpansen, die unter stark menschlichem Einfluss aufwachsen und rudimentäre Imitationskompetenz entwickeln (Tomasello et al., 2005).

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Viele Spezies lernen *durch* die Beobachtung anderer. Aber nur Menschen lernen *von* anderen – in dem Sinne, dass sie ihre Handlungen in ihrer intentionalen Mittel-Zweck-Struktur verstehen, in allen Einzelheiten interpretieren und auch reproduzieren.

## 14.2.2 Problemlösen

Wann wir bei vor- und nichtsprachlichen Wesen, die ihre Absichten und Ziele eben nicht sprachlich ausdrü-

cken können, von zielgerichtetem, geplantem Handeln – im Gegensatz zu bloßem Verhalten – sprechen können, ist eine umstrittene Frage. Ein in der Entwicklungspsychologie weithin akzeptiertes Kriterium im Anschluss an Piaget besagt, dass dann von geplantem Verhalten auszugehen ist, wenn sich eine klare Differenzierung von Mitteln und Zwecken findet. Diese Differenzierung sollte dergestalt sein, dass der Organismus flexibel ein und dasselbe Mittel für verschiedene Zwecke einsetzen kann, beim Versuch des Erreichens eines Zwecks Beharrlichkeit zeigt und dabei flexibel verschiedene Mittel zum Einsatz bringt.

Ontogenetisch entwickeln sich einfache Formen solchen zielgerichteten Handelns spätestens gegen Ende des 1. Lebensjahres. Ab etwa 8 Monaten zeigen Kinder Handlungsketten mit klarer Mittel-Zweck-Struktur. Sie räumen etwa ein Hindernis aus dem Weg, um an einen ersehnten Gegenstand zu kommen, zeigen Persistenz bei anfänglichem Scheitern, variieren die Mittel und bringen entsprechende Emotionen zum Ausdruck (Freude bei Erfolg, Ärger bei Misserfolg). Von dieser Zeit an beginnen Kinder auch, in zunehmend komplexer Weise, Werkzeuge als Hilfsmittel zur Erreichung ihrer Ziele einzusetzen (z. B. Willats, 1985). Ab dem 4. Lebensjahr entwickeln sich dann komplexere Formen der Zukunftsplanung und der so genannten »mentalen Zeitreise«: der Fähigkeit, mental künftige Situationen vorwegzunehmen und entsprechend zu planen (Suddendorf & Corballis, 2010).

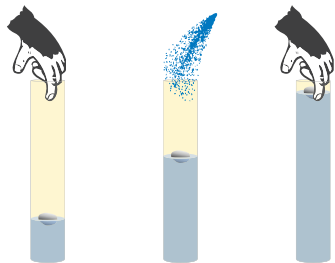
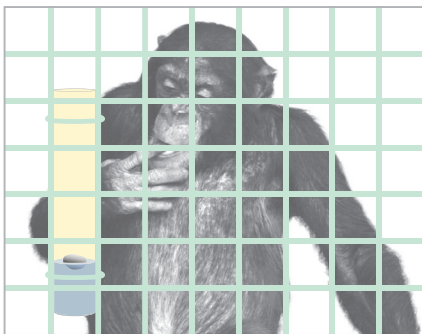
Unter komparativem Blickwinkel zeigen sich homologe und analoge Fähigkeiten zielgerichteten, planvollen Handelns bei vielen anderen Spezies, insbesondere bei Primaten (kognitive Homologien) und Vögeln (kognitive Analogien). Schimpansen verwenden in freier Wildbahn zum Beispiel in einsichtsvoller Weise Werkzeuge, um Nüsse zu knacken und Insekten zu fangen. Und viele experimentelle Studien seit Köhlers bahnbrechenden Arbeiten (1926) belegen einsichtsvollen Werkzeuggebrauch bei etlichen Primatenarten. Manche Vogelarten stellen sogar Werkzeuge selbst her, etwa indem sie sich Drahtstücke zurechtbiegen, die sie anschließend zur Futterbeschaffung benutzen. Auch einfache Formen der Zukunftsplanung konnten bei Menschenaffen und manchen Vögeln nachgewiesen werden (Suddendorf & Corballis, 2010).

## Unter der Lupe

### Wasser als Werkzeug – Problemlösen bei Kindern und Menschenaffen

Ein Forschungsteam am Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie in Leipzig hat in einer Reihe von Studien Menschenaffen (Orang-Utans, Schimpansen und Gorillas) und menschliche Kinder mit folgendem Problem konfrontiert: Am Boden eines länglichen, vertikalen Reagenzglases befand sich ein begehrtes Objekt (eine Erdnuss), die weder mit der Hand noch mit gängigen Hilfsmitteln (Stöcken etc.) zu erreichen war. Die Versuchstiere bzw. -personen hatten jedoch eine Wasserquelle zu Verfügung. Viele der

Orang-Utans und Schimpansen kamen spontan auf folgende Lösung des Problems: Sie füllten sich an der Wasserquelle den Mund voller Wasser, liefen damit zum Reagenzglas und spuckten so lange Wasser in das Glas, bis die Erdnuss so weit oben schwamm, dass sie mit der Hand erreichbar war. Kinder, die statt des Mundes sogar einen gefüllten Glaskrug zur Verfügung hatten, waren erst im Alter von etwa 5 bis 6 Jahren ähnlich erfolgreich (Mendes et al., 2007).



**Abbildung 14.2** Problemlöseverhalten von Menschenaffen in den Studien von Mendes et al. (2007). Der Schimpanse benutzt Wasser, um an die Erdnuss im Reagenzglas zu gelangen

## 14.3 Bereichsspezifische kognitive Fähigkeiten

Lernen und Problemlösen sind allgemeine kognitive Fähigkeiten, die in ihrer Anwendung nicht auf bestimmte inhaltliche Bereiche beschränkt sind. Neben solchen allgemeinen Fähigkeiten entwickeln sich jedoch in der frühen Ontogenese auch kognitive Fähigkeiten in einzelnen Bereichen, die nicht notwendigerweise glei-

chermaßen auf andere inhaltliche Bereiche übertragen werden können. Im Folgenden sollen einige ausgewählte Bereiche dargestellt werden.

### 14.3.1 Objektkognition

#### Objektpermanenz

Grundvoraussetzung für jegliche Form des Denkens ist ein zumindest rudimentäres Verständnis von Objektivität: Die Welt »da draußen« existiert unabhängig von uns und unseren Wahrnehmungen. Wenn ich die Augen zumache, verschwinden die Sinneseindrücke, nicht aber die Dinge. Die grundlegende Form solcher Objektivität besteht darin, die Welt als aus Objekten zusammengesetzt zu verstehen, die kontinuierlich in Raum und Zeit fortbestehen. Dieses basale Verständnis des raumzeitlichen Fortbestehens von Objekten wird in der Entwicklungspsychologie seit Piaget als »Objektpermanenz« bezeichnet. Ontogenetisch zeigen Kinder ab ca. 8 Monaten Anzeichen von einfacher Objektpermanenz in ihrem aktiven Suchverhalten, indem sie nach nicht mehr sichtbaren Gegenständen suchen. Komplexere Formen des Nachverfolgens von Gegenständen über unsichtbare Ortsveränderungen hinweg entwickeln sich im Laufe des 2. Lebensjahres. Neuere entwicklungspsychologische Arbeiten mit alternativen Methoden – vor allem der Habitations-Dishabitations-Methode – dokumentieren sogar noch sehr viel früher implizite Kompetenz bezüglich Objektpermanenz (s. Abschn. 16.2.1).

Aus komparativer Sicht ist Objektpermanenz eine Fähigkeit, die im Tierreich weit verbreitet ist: Viele Spezies wie z. B. viele Tieraffen und Katzen suchen nach verdeckten Gegenständen. Jedoch auch komple-

xere Formen, wie sie sich bei Kindern im 2. Lebensjahr entwickeln, wurden für viele Spezies dokumentiert, darunter neben Menschenaffen manche Tieraffen, Hunde und manche Vögel (Tomasello & Call, 1997).

### Objektindividuiierung

Bloße Objektpermanenzist jedoch lediglich die Grundvoraussetzung für das Denken über Gegenstände, da sie sich auf raumzeitliche Aspekte beschränkt. So erlaubt sie zwar das Mitverfolgen von Gegenständen, die aus dem Sichtfeld verschwinden und wieder auftauchen, aber nicht komplexere Formen der Identifikation von Gegenständen über die Zeit hinweg. Das folgende Problem bietet ein gutes Beispiel: Man sieht aus einer Kiste einen Gegenstand A kommen (z. B. einen Ball) und wieder darin verschwinden, dann kommt ein anderer Gegenstand B (z. B. eine Ente) heraus und verschwindet wieder darin. Wie viele Gegenstände sind in der Kiste? Aufgrund raumzeitlicher Information allein lässt sich diese Frage nicht entscheiden: Die beiden Gegenstände waren niemals gleichzeitig sichtbar und so ist unklar, ob es sich um ein und denselben Gegenstand oder um zwei verschiedene handelt. Was zur Lösung dieses Problems benötigt wird, ist eine Form der Objektindividuiierung, die Information darüber mit einbezieht, um was für Gegenstände es sich handelt. Man muss denken können »ein Ball ist in der Kiste«, und dann »eine Ente ist in der Kiste« und wissen, dass sich Enten normalerweise nicht in Bälle verwandeln, um entscheiden zu können, dass sich zwei Gegenstände in der Kiste befinden. Man nennt diese Form der Objektindividuiierung »sortale Objektindividuiierung«, da sie von sogenannten »sortalen Konzepten«, also Art-Konzepten wie »Ball«, »Ente« etc. Gebrauch macht.

Ontogenetisch zeigen viele Studien, dass Kinder zwar schon früh im 1. Lebensjahr raumzeitliche Individuierungsprobleme lösen können, sortale Probleme jedoch erst ab 10 bis 12 Monaten (zum Überblick s. Xu, 2007). Kompetenz in sortaler Objektindividuiierung korreliert dabei mit sprachlicher Kompetenz, vor allem dem Verständnis der entsprechenden sortalen Ausdrücke (»Ball«, »Ente« etc.), und wird durch sprachliche Markierung (durch Benennung der Objekte im Test) verbessert.

Vor dem Hintergrund dieser Befunde wurde vermutet, dass es sich bei sortaler Objektindividuiierung um eine einzigartig menschliche, da sprachabhängige Fähigkeit handelt. Jedoch hat eine Reihe neuerer Studien gezeigt, dass einige Tier- und Menschenaffenspezies in der glei-

chen Weise Gegenstände nicht nur raumzeitlich, sondern aufgrund deren Artzugehörigkeit individuieren wie 1-jährige Kinder (z. B. Mendes et al., 2008).

### Selbstkonzept

Eine weitere Grundvoraussetzung für objektives Denken jenseits eines basalen Verständnisses, dass sich die Welt aus Gegenständen zusammensetzt, die von uns und unseren Wahrnehmungen unabhängig sind, besteht darin, *uns selbst* als raumzeitlich situiertes, kontinuierlich existierendes Objekt in der Welt zu verstehen. Solch ein Verständnis von sich als in der Welt existierendes Objekt basiert auf einer der einfachsten Formen eines Selbstkonzepts, und wird klassischerweise gemessen mit dem sogenannten »Spiegel-Selbsterkennungstest«, der für Studien an Kindern und Affen entwickelt wurde. Dabei wird dem Kind bzw. Tier zunächst unbemerkt ein Fleck im Gesicht angebracht, der nicht direkt sichtbar oder anderweitig wahrnehmbar ist, und dann wird das Kind bzw. Tier mit einem Spiegel konfrontiert. Während jüngere Kinder und die meisten Tiere das Spiegelbild wie einen Artgenossen behandeln (in den Spiegel fassen etc.) und nicht zu begreifen scheinen, dass sie sich selbst sehen, bestehen Kinder ab ca. 18 Monaten und Menschenaffen (Schimpansen, Bonobos und Orang-Utans in eindeutiger Weise, lediglich bei Gorillas sind die Befunde gemischt) den Test: Beim Anblick ihres Spiegelbilds fassen sie sich ins Gesicht und versuchen, den ungewöhnlichen Fleck zu beseitigen.

Möglicherweise ist die Fähigkeit, sich im Spiegel zu erkennen, sogar noch weiter im Tierreich verbreitet und nicht auf Primaten beschränkt. Neuere Studien mit Vögeln, Delfinen und Elefanten legen zumindest die Möglichkeit nahe, dass es vielleicht rudimentäre Kompetenzen der Selbsterkennung auch bei anderen Spezies geben könnte.

### Denkanstöße

Welche Methoden halten Sie zur Erfassung verschiedener Aspekte des Selbstkonzepts bei vor- und nicht-sprachlichen Wesen für angemessen? Diskutieren Sie dabei, inwiefern der Spiegel-Selbsterkennungstest ein valider Test ist bzw. inwiefern er vielleicht Kompetenz unterschätzt (falsche Negative) oder überschätzt (falsche Positive).

### 14.3.2 Naive Physik

Bereits Säuglinge teilen einige der intuitiven Annahmen, die wir alle implizit über das Verhalten physischer Objekte machen: Diese sind gekennzeichnet durch Kohäsion (bewegen sich als zusammenhängende Einheiten), Kontinuität (bewegen sich kontinuierlich durch Raum und Zeit) und Solidität (sind nicht durchdringbar von anderen Objekten, sodass nicht zwei Gegenstände zur selben Zeit am selben Ort sein können). Auch einfachste Prinzipien der Kontaktmechanik und Schwerkraft werden implizit und intuitiv repräsentiert (s. Abschn. 16.4.2). Vergleichbare intuitive Kompetenzen wurden auch bei anderen Tieren, insbesondere Menschenaffen gefunden, die einfache physikalische Zusammenhänge zwischen Objekten wie mechanischen Kontakt, Solidität usw. in ähnlicher Weise wahrnehmen wie Säuglinge (Povinelli, 2000).

### 14.3.3 Verstehen von Kausalität

**Perzeptuelle Kausalität.** Wenn ein Ball auf einen anderen zu rollt und der zweite sich unmittelbar nach Kontakt mit dem ersten in Bewegung setzt, so nehmen wir diese Interaktion als kausal wahr: Der erste Ball (Agent) verursacht die Bewegung des zweiten (Reagent). Diese Wahrnehmungsphänomene sind bereits früh in der Ontogenese vorhanden (ab 4–6 Monaten) und finden sich auch bei nicht-menschlichen Primaten (Schimpansen).

**Werkzeuggebrauch und Kausalverständnis.** Das Kausalverständnis findet seine deutlichste praktische Anwendung im Werkzeuggebrauch. Bereits im Alter von 2 Jahren sind Kinder in der Lage, aus einer Reihe von Werkzeugen das effektivste auszuwählen, ohne es je ausprobiert zu haben (Chen & Siegler, 2000). Viele komparative Studien legen nahe, dass andere Affen, aber auch einige Vögel, in ähnlicher Weise kausale Zusammenhänge beim Werkzeuggebrauch beachten. Beispielsweise können viele Affenarten ohne jegliche vorherige Erfahrung kausal wirksame von nicht wirksamen Werkzeugen alleine durch Hinsehen unterscheiden (Seed & Call, 2009).

**Konzeptuelles Kausalitätsverständnis.** In der nachfolgenden Entwicklung ab dem 2. Lebensjahr erwerben Kinder die Fähigkeit, verschiedene Informationsquellen zu integrieren: statistische Information über Kovariation von Ereignissen, Handlungsinformation über die Wirksamkeit eigener Handlungen auf externe Ereignisse und soziale Information über die Wirksamkeit der Handlungen

anderer. Auf dieser Basis erwerben sie einen allgemeinen abstrakten Begriff von Kausalität: von Ursachen als Ereignisse, die andere Ereignisse (Wirkungen) geschehen machen, und davon, dass man selbst ebenso wie andere durch Herbeiführen der Ursachen die Wirkungen erzeugen kann (Gopnik et al., 2004). Ob Tiere solch ein konzeptuelles Verständnis von Kausalität erwerben, ist derzeit sehr umstritten (z. B. Penn et al., 2008).

### 14.3.4 Vorformen numerischen Denkens

Ein wirkliches Verständnis von Zahlen gibt es höchstwahrscheinlich ohne Sprache, ohne ein entsprechendes formales Symbolsystem der Mathematik nicht. Dennoch gibt es grundlegende kognitive Fähigkeiten der Unterscheidung und Klassifikation von Mengen in Abhängigkeit von ihrer Größe, die vor der bzw. ohne Sprache vorkommen. Dabei haben neuere Studien mit Säuglingen und Primaten vor allem Evidenz für zwei Arten von Vorformen numerischer Fähigkeiten erbracht (zum Überblick s. Carey, 2009; vgl. Abschn. 16.4.1).

#### Die spontane exakte Erfassung kleiner Mengen

Wenn wir eine überblickbare Menge von Gegenständen betrachten, so können wir bei Mengen von bis zu 4 Elementen spontan deren Anzahl erfassen, ohne sie sequenziell abzählen zu müssen (sogenanntes »subitizing«). Auch Säuglinge und viele Tiere verfügen über eine einfache Form dieser Fähigkeit: Sie können kleine Mengen bis zu 3 oder höchstens 4 Elementen exakt nach ihrer Anzahl voneinander unterscheiden. In typischen Habitationsstudien zu diesem Phänomen werden Säuglinge zunächst mit verschiedenen Stimuli habituiert, die sich in der Größe der dargestellten Menge gleichen (z. B. 3 große gelbe Punkte, 3 kleine rote Punkte, 3 mittelgroße graue Punkte etc.). Dann werden neue Stimuli gezeigt, die entweder eine gleich große Menge zeigen (z. B. 3 kleine schwarze Punkte) oder eine unterschiedlich große Menge (z. B. 4 große gelbe Punkte). Säuglinge und viele Primaten unterscheiden dabei 1 von 2, 1 von 3, 2 von 3 etc., aber nicht beispielsweise 2 von 5. In einer ähnlichen Methode wird Säuglingen bzw. Tieren gezeigt, wie unterschiedlich große Mengen attraktiver Gegenstände (z. B. Weintrauben) in zwei undurchsichtige Behälter gelegt werden. Sie können dann eine Kiste auswählen und bekommen deren Inhalt. Auch mit dieser Methode zeigt sich, dass Säuglinge und andere Primaten über die Fähigkeit der exakten



Mengendiskrimination bis zu einer Mengengröße von 3 oder höchstens 4 verfügen.

Säuglinge und manche Primaten können auch kleine Änderungen der Mengengröße durch Hinzufügen bzw. Entfernen von Elementen über die Zeit hinweg verfolgen – eine Vorform also von Addition und Subtraktion.

Diese Fähigkeiten sind eindeutig nicht numerische Fähigkeiten im vollen Sinne, denn ihre Operation beschränkt sich auf sehr kleine Mengen und bricht bei Mengen ab 4 oder höchstens 5 Elementen zusammen. Höchstwahrscheinlich basieren diese Fähigkeiten gar nicht auf Repräsentationen, die sich explizit auf Mengen und ihre Größe beziehen. Vielmehr basieren sie auf parallelen Repräsentationen einzelner Objekte – auf denselben Repräsentationen, die für die raumzeitliche Individuierung von Gegenständen verwendet werden (s. Abschnitt 14.3.1). Die Begrenzung der simultanen Mengenerfassung von höchstens 3 oder 4 Gegenständen rührt nach dieser Interpretation von der beschränkten Anzahl der Objektrepräsentationen her, die simultan im Arbeitsgedächtnis gehalten werden können (Carey, 2009).

#### **Analoge, approximative Mengendiskrimination**

Eine andere Form der Unterscheidung von Mengen funktioniert nicht exakt, ist also nicht sensitiv für genaue Mengenzahlen, sondern orientiert sich approximativ (ungefähr) an den Größenverhältnissen zwischen Mengen. Wenn Erwachsene zwei große Mengen sehen, z. B. Vogelschwärme, so können sie oft auf einen Blick schätzen, welche der Mengen größer ist, ohne die Mengen abzuzählen. Ob dabei die Mengen in ihrer Größe unterscheidbar sind, hängt vom Verhältnis der Größen der beiden Mengen zueinander ab (Diskrimination folgt also wie viele psychophysikalische Phänomene Webers Gesetz). Wenn wir 40 von 80 Vögeln unterscheiden können, so können wir auch 50 von 100, 80 von 160 usw. unterscheiden.

Bereits Säuglinge und viele Tiere (darunter Tieraffen, Menschenaffen, Vögel, Ratten, Delfine) verfügen auch über solche analogen Fähigkeiten der Mengendiskrimination. Zahlreiche Studien konnten Folgendes zeigen:

- (1) Säuglinge und viele Tiere können beliebig große Mengen analog, d. h. in Abhängigkeit von ihrem Größenverhältnis zueinander, diskriminieren.
- (2) Sie können auch einfache Operationen über die analogen Mengenrepräsentationen ausführen, die als Vorformen der Addition und Subtraktion ange-

sehen werden: Wenn mehrere Mengen zusammengefügt werden (z. B.  $5 + 5$ ) oder wenn von einer Menge eine Teilmenge abgezogen wird ( $10 - 5$ ), können Kinder bzw. Tiere die resultierende Menge wiederum approximativ von anderen Mengen unterscheiden (z. B. McCrink & Wynn, 2004).

Eine derzeit noch offene Frage ist, ob die analogen Größenrepräsentationen, von denen bei approximativer Mengendiskrimination Gebrauch gemacht wird, spezifisch für die Repräsentation von Mengen und deren Größe sind. Alternativ könnte es sich um allgemeine Repräsentationen von Größenverhältnissen handeln, die in diversen Bereichen, etwa bei der Diskrimination der Länge von Gegenständen, der Größe von Flächen oder der Länge von Zeitintervallen Anwendung finden.

#### **Die Entwicklung von Sprache und numerischem Denken**

Sowohl die spontane exakte Erfassung kleiner Mengen (»subitizing«) als auch die analoge Mengendiskrimination stellen einfache Vorformen numerischen Denkens dar. Wirkliches numerisches Denken jedoch dürfte einzigartig menschlich sein, da dies vom Erwerb einer natürlichen Sprache abhängig ist.

Echtes numerisches Denken erfordert ein Verständnis dafür, dass jede beliebig große Menge eine Kardinalität (Mengengröße) hat, dass sich die Elemente verschiedener Mengen der gleichen Kardinalität eins zu eins zuordnen lassen, dass sich jeder Kardinalität exakt eine Zahl  $x$  zuordnen lässt, dass durch Hinzufügen eines Elements eine Menge mit der Kardinalität  $x + 1$  entsteht und dass dieser Prozess beliebig oft wiederholt werden kann.

#### **Sprache und numerische Einsicht in der menschlichen Ontogenese.**

Das Verständnis dieser arithmetischen Grundprinzipien scheint aus ontogenetischer Perspektive davon abzuhängen, dass Kinder ein entsprechendes formales Symbolsystem, vor allem sprachliche Ausdrücke für Zahlen, erwerben. Kinder erwerben die Zählroutine für die ersten Zahlwörter (etwa bis »zehn«) spätestens ab dem 3. Lebensjahr. Zunächst lernen sie dabei jedoch die Zahlwörterreihe (»Eins-zwei-drei ...«) als sinnfreie Lautkette, in der Art etwa von Abzählreimen wie »Ene-mene-muh«. Es folgt dann eine Phase (mit ca. 24 bis 30 Monaten), in der Kinder das Wort »eins« verstehen: Wenn sie von einer Versuchsleiterin aufgefordert werden, ihr eine bestimmte Anzahl von Gegenständen zu geben (»Gib mir X Gegenstände«), sind sie bei »eins« erfolgreich, geben bei allen anderen Zahl-

wörtern jedoch wahllos viele. Ca. 6 bis 9 Monate später folgt eine Phase, in der Kinder die Zählwörter »eins« und »zwei« verstehen (in der sie lediglich kompetent auf Anweisungen reagieren, der Versuchsleiterin »ein« bzw. »zwei« Gegenstände zu überreichen, ihr darüber hinaus wiederum wahllos viele Objekte geben). Nach einer analogen Phase, in der sie nur »eins«, »zwei« und »drei« verstehen, folgt schließlich mit etwa 4 Jahren die Einsicht in die Prinzipien des Zählens, die Bedeutung der Zahlwörter und damit eine erste Form wirklichen numerischen Verständnisses: Kinder geben nun kompetent »vier«, »fünf« oder »neun« Gegenstände und verstehen, dass jedes Zahlwort einer Kardinalität entspricht. Der Eindruck, dass Kinder hier einen qualitativen Sprung machen, die Bedeutung des Zählens erstmals verstehen, wird auch durch den Befund bestärkt, dass die Performanz über viele verschiedene Aufgaben, die numerisches Verständnis erfordern, sehr hohe Konsistenz aufweist: Kinder, die die »Gib mir X Gegenstände«-Aufgabe meistern, meistern auch andere Aufgaben zum numerischen Verstehen, während Kinder, die nur »Gib mir eins/zwei/drei« verstehen, auch andere numerische Aufgaben nicht bestehen (Carey, 2009).

**Sprachvergleichende Studien.** Sprachvergleichende Studien liefern ferner Belege dafür, dass der Erwerb numerischer Ausdrücke eine zentrale Rolle bei der Entwicklung dieser Einsicht in die Grundprinzipien des Zählens spielt. Kinder, die Sprachen lernen, deren numerische Systeme weniger transparent sind (etwa, weil das Wort für »eins« dasselbe Wort ist wie der unbestimmte Artikel »ein«), erreichen später das Stadium, in

dem sie »Gib mir eins«- und dann »Gib mir zwei«-Aufgaben usw. meistern, und erreichen ebenfalls später das Stadium numerischer Einsicht (z. B. Sarnecka et al., 2007).

**Vergleichende Studien mit nicht-menschlichen Primaten.** Aus komparativer Perspektive gibt es bislang keine überzeugenden Belege für eine ähnliche Entwicklung von wirklicher Einsicht in numerische Prinzipien bei Tieren. Selbst die wohl kompetenteste nicht-menschliche Benutzerin von numerischen Symbolen, die Schimpansin Ai, die Zahlensymbole bis »10« verwenden kann (Zahlen in ordinaler Reihe anordnen, die Kardinalität kleiner Mengen dem entsprechenden Symbol zuordnen etc.), bleibt in ihrer numerischen Kompetenz auf eine kleine endliche Anzahl von Symbolen beschränkt. Wirkliche numerische Kompetenz beinhaltet jedoch die Einsicht in die unendliche Fortsetzbarkeit der »+ 1«-Operation. Ai hat aber in ihrer Lerngeschichte an keiner Stelle einen qualitativen Sprung gezeigt, der ein Hinweis auf das Erlangen dieser Einsicht wäre und den Kinder um 4 Jahre herum machen. Nachdem sie mühevoll die Verwendung von »fünf« gelernt hatte, benötigte sie ebenso lange, um »sechs« zu lernen, usw. (Carey, 2009).

14

### 14.3.5 Raumkognition

Jeglicher physikalischer Umgang mit unserer Welt findet im Raum statt. Die erfolgreiche Verarbeitung räumlicher Information ist daher essenziell für alle alltäglichen Belange.

#### Übersicht

##### Systeme zur Bestimmung/Verarbeitung von Objektpositionen

- ▶ **Reaktionslernen** (Speichern erfolgreicher Bewegungsabfolgen)
- ▶ **Landmarkenlernen** (Speichern der Nähe eines Objektes zu einer bestimmten Landmarke)
- ▶ **Pfadintegration** (Neuberechnung der Objektpositionen unter Berücksichtigung von Eigenbewegung im Raum)
- ▶ **Ortslernen** (komplexe Berechnung von Distanz und Richtung verschiedener Objekte untereinander)

Diese verschiedenen Systeme integrieren verschiedene Arten von Informationen zu verschiedenen Anteilen. Hierbei werden in der Raumkognitionsforschung zwei Dichotomien besonders häufig diskutiert:

- ▶ **Egozentrische vs. allozentrische Information:** Der Begriff »egozentrisch« beschreibt die räumlichen Beziehungen zwischen dem Agenten und den Objekten

der Umgebung. Der Begriff »allozentrisch« beschreibt die räumlichen Beziehungen zwischen den Objekten der Umgebung untereinander.

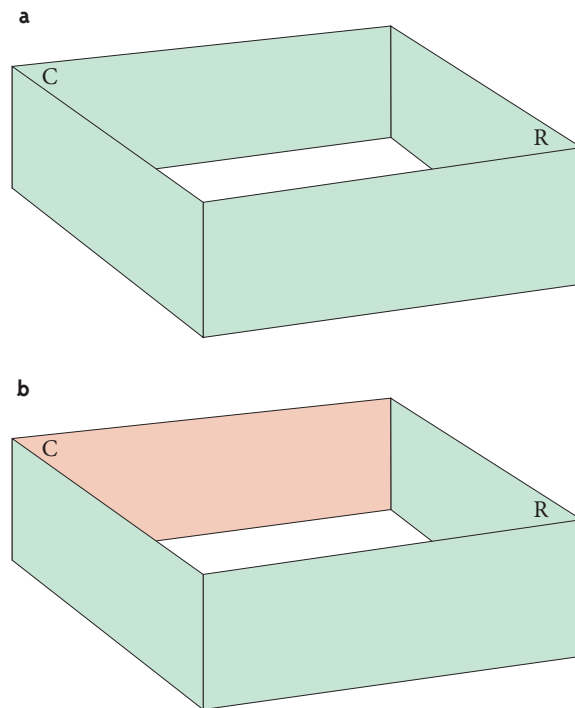
- ▶ **Geometrische Information vs. optische Eigenschaften:** Geometrische Information beinhaltet in diesem Zusammenhang sowohl die geometrischen Eigenschaften der Umgebung selbst als auch die geometri-

schen Beziehungen der Objekte untereinander. Optische Eigenschaften beinhalten die Farben, Formen und Ausdehnungen der anderen Objekte im Raum. Reaktionslernen und Pfadintegration nutzen vorwiegend egozentrische räumliche Information, während Landmarkenlernen und Ortslernen sich stärker auf allozentrische räumliche Informationen stützen. Landmarkenlernen nutzt hauptsächlich Information über optische Eigenschaften, während Pfadintegration die geometrischen Beziehungen der Objekte im Raum verrechnet. Ortslernen beinhaltet zwangsläufig die Integration von Geometrie und den optischen Eigenschaften der relevanten Objekte (s. u. die Reorientierungsaufgaben)

Aufgrund dieser Gewichtungen sind Reaktionslernen und Landmarkenlernen relativ einfach in ihrer Struktur, aber stark fehlerbehaftet. Reaktionslernen scheitert nach Eigenbewegung, und Landmarkenlernen scheitert, wenn sich keine Landmarke direkt neben dem Objekt befindet. Die beiden anderen Systeme können als Erweiterung dieser beiden einfachen Systeme verstanden werden. Bereits Kinder im Alter von 6 Monaten benutzen die beiden einfacheren Repräsentationsformen und auch Pfadintegration, obwohl Reaktionslernen zu überwiegen scheint. Auch Ortslernen scheint im gleichen Alter, wenn auch sehr rudimentär, bereits vorhanden zu sein. Durch wachsende Erfahrung mit dem Verhältnis zwischen Eigenbewegung und Raum verschiebt sich die Gewichtung hin zu den beiden komplexeren Repräsentationsformen (Newcombe & Huttenlocher, 2000).

Ortslernen beinhaltet das Verarbeiten von räumlicher Information, die in der Umgebung verankert und somit von Eigenbewegung vollständig unabhängig ist (allozentrische Information). Ortslernen ist daher eine ideale Voraussetzung zur Reorientierung nach Desorientierung durch unkontrolliertes Drehen.

**Reorientierungsaufgaben.** Versuchspersonen werden beispielsweise in einem rechteckigen Raum durch das Drehen mit geschlossenen Augen stark desorientiert und müssen anschließend einen Gegenstand wiederfinden, der sich in einer der Ecken befindet. Kinder zwischen 18- und 24 Monaten verlassen sich stark auf die Geometrie des Grundrisses und suchen daher in den beiden gegenüberliegenden, geometrisch identischen Ecken (C und R in Abb. 14.3). Wenn nun beispielsweise eine der vier Wände blau angemalt wird, sind die Ecken nicht mehr identisch, sondern unterscheiden sich darin



**Abbildung 14.3** Versuchsanordnung bei einer räumlichen Reorientierungsaufgabe. Nachdem die Versuchspersonen durch Drehen mit geschlossenen Augen desorientiert wurden, müssen sie einen Gegenstand in einer der Ecken wiederfinden

ob rechts/links von der betreffenden Ecke eine bunte Wand ist (s. Abb. 14.3 b). Wider Erwarten verwechseln sowohl Ratten als auch Kinder bis zu einem Alter von 2 Jahren weiterhin die beiden geometrisch identischen Ecken. Dieselben Fehler entstehen auch bei Erwachsenen, wenn sie gleichzeitig eine zweite, sprachabhängige Aufgaben lösen müssen (Hermer-Vasquez et al., 1999). Einige Theorien vermuteten daher, dass der Erwerb bestimmter sprachlicher Fähigkeiten notwendig ist für die Fähigkeit von Erwachsenen und älteren Kindern, die geometrische Information (»links an der langen Wand«) mit der Farbinformation (»an der blauen Wand«) zu verbinden (Hermer-Vasquez et al., 1999). Allerdings werden diese Theorien dadurch infrage gestellt, dass die Fähigkeiten zur Integration von geometrischer und Farbinformation in Reorientierungsaufgaben bei verschiedensten Tierarten – Tauben, Goldfischen, Rhesusaffen – gefunden wurde.

## Unter der Lupe

### Raumkognition im Art- und Kulturvergleich

Forscher der Max-Planck-Forschungsgruppe für Vergleichende Kognitive Anthropologie erforschen das Raumgedächtnis von Menschenaffen und Menschen verschiedener Kulturen hinsichtlich ihrer Präferenzen für verschiedene Repräsentationsformen räumlicher Information, sogenannte Referenzrahmen:

- ▶ Bei egozentrischen Referenzrahmen werden die Positionen von Objekten im Raum relativ zu den Vorne-hinten-rechts-links-Achsen der Versuchsperson bestimmt.
- ▶ Im allozentrischen Referenzrahmen ist die Orientierung der Versuchsperson irrelevant, da alle Positionen von Objekten im Raum anhand umgebungscentrierter Achsen definiert werden: z. B. Nord, Süd, Ost und West.

In der Studie legte der Versuchsleiter ein Objekt unter einen von mehreren Bechern (s. Abb. 14.4; hier weiß). Danach wurden die Probanden um 180 Grad gedreht und an einen Tisch mit einer identischen Becherkonstellation geführt. Wenn die Testperson sich die Position des Objektes in egozentrischen Koordinaten gemerkt hat, wird sie das Objekt beim zweiten Tisch unter dem Becher vermuten, der sich im selben Verhältnis zum Körper der Testperson befindet. Wird das Objekt beispielsweise unter den linken Becher gelegt, würde die Testperson nach der 180-Grad-Rotation wieder den linken Becher wählen (hier gestreift). Bei einer allozentrischen Strategie kommt es im Gegensatz dazu darauf an, wo sich ein Gegenstand im Verhältnis zur Umgebung befindet. Wird das Objekt also wieder

unter dem linken Becher versteckt, müsste die Testperson nach der 180-Grad-Rotation den rechten Becher wählen (hier kariert), weil der ebenso wie der ursprüngliche Becher (beispielsweise) am nördlichsten liegt.

Die Ergebnisse waren wie folgt:

- ▶ Menschenaffen bevorzugen weitgehend die allozentrische Strategie.
- ▶ Kleine Kinder bevorzugen ebenfalls allozentrische Strategien.
- ▶ Bei älteren Kindern und Erwachsenen kommt es darauf an, in welcher Kultur mit was für einer Art von Sprache sie aufwachsen. Erwachsene und Kinder der ?Akhoe Hai?om, eines namibianischen Jäger- und Sammlerstammes, deren Sprache räumliche Information bevorzugt allozentrisch ausdrückt, bevorzugen eine allozentrische Strategie. Ältere deutschsprachige Kinder und Erwachsene hingegen zeigen in den verwendeten Aufgaben egozentrische Strategien und Gedächtnispräferenzen. Zusammengefasst legen diese Studien folgendes Bild nahe: Menschen teilen mit Menschenaffen eine anfängliche Präferenz für allozentrische räumliche Referenzrahmen. In der nachfolgenden menschlichen Entwicklung jedoch werden diese anfänglichen Präferenzen je nach erworbener Sprache geformt: Sprecher allozentrischer Sprachen behalten diese Präferenz bei, Sprecher egozentrischer Sprachen hingegen bilden entgegen ihrer ursprünglichen Neigung eine egozentrische Präferenz heraus (Haun et al., 2006).

14

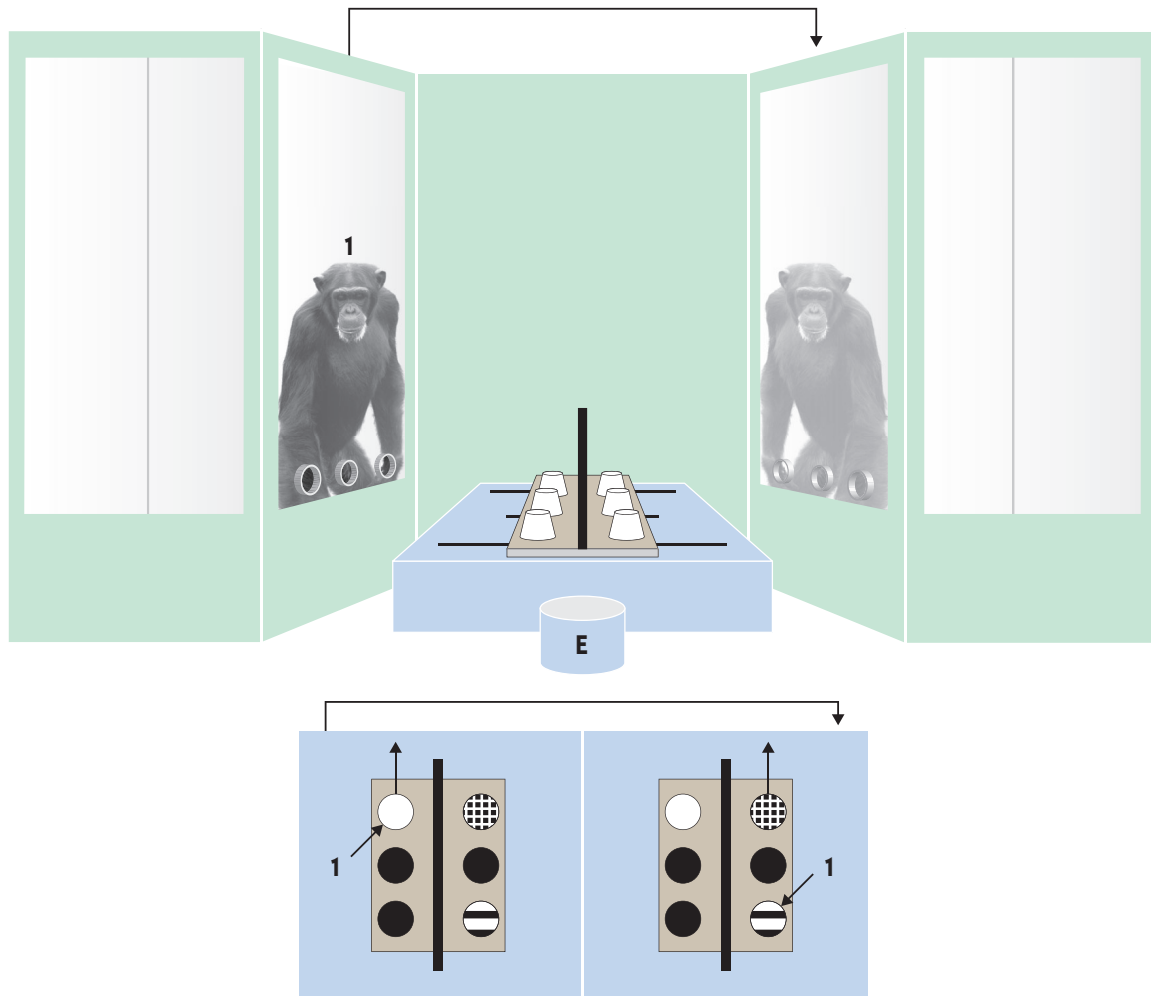
### 14.3.6 Soziale Kognition

#### Theory of Mind

Als erwachsene Menschen nehmen wir uns und unsere Artgenossen in radikal anderer Weise wahr als die unbelebte Welt. Wir beschreiben, verstehen und erklären einander als rationale Wesen, die denken, fühlen und vernünftig handeln und mit denen wir gemeinsam denken, fühlen und handeln können. Das Begriffssystem, mit dem wir einander in dieser spezifischen Weise verstehen bzw. uns und andere als psychische Wesen beschreiben, wird oft »Theory of Mind« (oder auch Alltagspsychologie) genannt (vgl. Abschn. 16.4.3).

Zentral für dieses Begriffssystem ist, dass wir einander sogenannte intentionale Zustände zuschreiben: Zustände, die die Welt in bestimmter Weise repräsentieren, wie Wahrnehmungen, Überzeugungen, Wünsche oder Träume (»intentionale Zustände« in diesem Sinne bezieht sich auf die Klasse von repräsentationalen Zuständen, von denen Intentionen, im Sinne von Absichten, nur eine Unterklasse sind).

Wenn ein Wesen intentionale Zustände *hat* (z. B. glaubt, dass p), so sprechen wir von Intentionalität erster Ordnung; wenn es anderen oder sich selbst intentionale Zustände *zuschreibt* (z. B. glaubt, dass Tom glaubt, dass p), so sprechen wir von Intentionalität zweiter Ordnung.



**Abbildung 14.4** Aufgabe zu räumlichen Referenzrahmen im Spezies- und Kulturvergleich

Paradigmatische intentionale Zustände sind Überzeugungen (dass etwas der Fall ist, z. B., dass es in Manchester viel regnet), Wünsche (z. B., dass es weniger regnen möge in Manchester), Wahrnehmungen (z. B., dass gerade Regen fällt) und Absichten (z. B. die Absicht, eine Regenjacke anzuziehen). Intentionale Zustände fallen grob in drei Klassen:

- (1) Kognitive intentionale Zustände repräsentieren die Welt aus subjektiver Perspektive so, wie sie *ist*, und können demnach wahr oder falsch sein (z. B. Überzeugungen und Wahrnehmungen).
- (2) Konative intentionale Zustände hingegen repräsentieren die Welt aus subjektiver Sicht so, wie sie *sein soll*. Sie streben also nicht nach Wahrheit,

sondern nach Erfüllung (z. B. Wünsche und Absichten).

- (3) Fiktionale intentionale Zustände repräsentieren die Welt weder so, wie sie ist, noch so, wie sie sein soll (z. B. Vorstellungen, Träume und Fantasien).

In unserer erwachsenen Alltagspsychologie schreiben wir einander diese verschiedenen Formen intentionaler Zustände zu und benutzen vor allem kognitive und konative intentionale Zustände zur rationalen Handlungserklärung und -vorhersage. »Er hat die Tablette genommen, weil er keine Schmerzen mehr haben wollte und glaubte, sie würde seine Schmerzen lindern« ist ein Alltagsbeispiel für solch eine rationale Handlungserklärung. Da in solchen Erklärungen Handlungen in der

Regel durch Paare aus Überzeugungen (er dachte, die Tablette würde seine Schmerzen lindern) und Wünschen (er wollte die Schmerzen los sein) rationalisiert werden, wird unsere Alltagspsychologie oft auch »belief-desire psychology« genannt.

#### **Einfache Formen des Verstehens intentionaler Zustände**

Kleine Kinder entwickeln einfache Formen des Verstehens intentionaler Zustände bereits vorsprachlich, spätestens ab dem Ende des 1. Lebensjahres. Insbesondere verstehen sie – auf Seite der kognitiven intentionalen Zustände – in rudimentärer Weise, was andere wahrnehmen können und – auf Seite der konativen intentionalen Zustände – was für Ziele andere verfolgen bzw. welche Handlungen sie beabsichtigen. Diese erste, einfachere Form der Alltagspsychologie über die bereits Säuglinge verfügen, wird deshalb manchmal als »perception-goal psychology« bezeichnet.

**Verstehen von Wahrnehmung bei kleinen Kindern.** Das kindliche Verständnis der Wahrnehmungen anderer zeigt sich ab dem Ende des 1. Lebensjahres darin, dass sie dem Blick und den Zeigegesten anderer dahin folgen, wohin die andere Person ihre Aufmerksamkeit richtet, auch wenn sie das selbst gegenwärtig nicht sehen können (z. B. Brooks & Meltzoff, 2002). Im Laufe des 2. Lebensjahres zeigt sich dann die Fähigkeit zum sogenannten »Ebene-1-Perspektivwechsel«, d. h. dem expliziten Verständnis, dass verschiedene Personen verschiedene Dinge wahrnehmen können (»Ich sehe was, das Du nicht siehst«; Moll & Tomasello, 2006; vgl. auch Abschn. 16.2.2).

**Verstehen von intentionalem Handeln bei kleinen Kindern.** Das kindliche Verständnis von Zielen und absichtlichem Handeln zeigt sich spätestens ab Ende des 1. Lebensjahres in einer Reihe verschiedener Verhaltensweisen:

- ▶ In Habitationsstudien konnte gezeigt werden, dass Kinder unter bestimmten Umständen Handlungen im Hinblick auf ihre Absichten, und nicht nur im Hinblick auf oberflächliche Verhaltensmerkmale klassifizieren (z. B. Gergely et al., 1995).
- ▶ In einer anderen Art von Studien wurde gezeigt, dass Kinder ab etwa 9 Monaten auf oberflächlich ähnliche Verhaltensweisen systematisch unterschiedlich reagieren, wenn ihnen verschiedene Absichten zugrunde liegen: Wenn eine Person anfängt, ihnen einen attraktiven Gegenstand zu reichen, dann aber auf ein Problem stößt (also guten Willens ist, aber scheitert), warten die Kinder geduldig. Wenn die Person aber

nach dem Beginn der Handlung absichtlich innehält und dem Kind den Gegenstand nicht gibt, es also ärgert, werden Kinder ungeduldig und wütend – obwohl das oberflächliche Verhalten in beiden Fällen sehr ähnlich ist (Behne et al., 2005).

- ▶ Am deutlichsten zeigt sich das kindliche Verstehen der Ziele und Absichten anderer schließlich in ihrem Imitationsverhalten. Kinder imitieren nicht nur oberflächliche Verhaltensweise von anderen, sondern sie ziehen in ihrem Nachahmungsverhalten die dem Verhalten zugrunde liegende Absicht mit in Betracht (s. Abschn. 14.2.1).
- ▶ Eine prosoziale Anwendung dieses frühen Verstehens von Absichten findet sich in kindlichem Hilfeverhalten für andere, das im Laufe des 2. Lebensjahres erstmals zu beobachten ist: Wenn eine andere Person ein Ziel verfolgt und dabei auf Hindernisse stößt, so unternehmen Kinder spontan Versuche, diese Hindernisse für die Person aus dem Weg zu räumen (z. B. Warneken & Tomasello, 2006).

**Homologe/analoge Kompetenzen bei Tieren.** Ähnliche Formen eines solchen einfachen Verstehens von intentionalen Zuständen finden sich auch bei manchen Tieren. Eine Vogelart, Westliche Buschhäher, zeigen etwa beim Futterverstecken Sensitivität dafür, ob sie von Artgenossen beobachtet werden (z. B. Clayton et al., 2007). Und vor allem Menschenaffen scheinen über eine rudimentäre »perception-goal psychology« zu verfügen, die in mancherlei Hinsicht der von menschlichen Säuglingen entspricht.

- ▶ Zum einen beherrschen sie Ebene-1-Perspektivwechsel: In Situationen, in denen sie mit anderen um Futter konkurrieren, ziehen sie in Betracht, welche Futterstücke für andere sichtbar sind bzw. waren und welche nur für sie selbst (z. B. Hare et al., 2000).
- ▶ Zum anderen scheinen sie in rudimentärer Weise die Absichten und Ziele anderer zu verstehen: Ähnlich wie Kinder reagieren sie unterschiedlich und angemessen auf oberflächlich ähnliche Verhaltensweisen, denen unterschiedliche Absichten (guter Wille und Ungeschick vs. böser Wille) zugrunde liegen (Call et al., 2004). Und ähnlich wie menschliche Kinder helfen sie anderen in manchen Situationen, wenn diese einfache Ziele verfolgen und nicht erreichen (Warneken & Tomasello, 2006).

### Komplexere Formen von sozialer Kognition bei Kindern

In der nachfolgenden Ontogenese entwickeln sich dann komplexere Formen sozialer Kognition.

**Gemeinsame Intentionalität.** Ab dem 2. Lebensjahr entwickeln sich Fähigkeiten der gemeinsamen oder kollektiven »Wir«-Intentionalität: Kinder haben nun nicht nur intentionale Zustände und schreiben anderen solche zu, sondern sie teilen mit anderen intentionale Zustände und bilden gemeinsame Absichten der Form »Wir beabsichtigen, dies oder jenes zu tun« (Rakoczy & Tomasello, 2007). Dies zeigt sich am klarsten in der Entwicklung gemeinsamer, kooperativer Handlungen ab dem 2. Lebensjahr. Sowohl im Kontext spielerischer Handlungen (z. B. zusammen Ball spielen) als auch im Kontext ernster Problemlösehandlungen (z. B. gemeinsam eine Apparatur bedienen) beginnen Kinder in diesem Alter, gemeinsam mit anderen zu handeln, dabei arbeitsteilige Rollen zu koordinieren und flexibel zu tauschen und in entsprechender Weise die gemeinsame Handlung kommunikativ zu steuern (z. B. Warneken & Tomasello, 2006). Etwas später beginnen sie, gemeinsam mit anderen fiktionale und sonstige Spiele zu spielen, die regelgeleitet sind, und dabei diese Regeln gemeinsam zu befolgen und aktiv mit durchzusetzen (z. B. Rakoczy et al., 2008).

**Komplexere Formen des Verstehens intentionaler Zustände.** Der größte folgende Meilenstein in der Entwicklung der Zuschreibung intentionaler Zustände findet sich mit etwa 4 Jahren, wenn Kinder eine einfache explizite »belief-desire psychology« entwickeln: Sie können nun erstmals in expliziter Weise anderen und sich selbst subjektive Überzeugungen zuschreiben, die falsch sein können (»false belief«), und rationale Handlungen auf der Basis dieser subjektiven Überzeugungen über die Welt und entsprechender Wünsche erklären. Damit zusammenhängend beginnen Kinder in diesem Alter zu verstehen, dass ein- und derselbe Gegenstand subjektiv aus unterschiedlichen Perspektiven verschieden aussehen kann (Ebene-2-Perspektivwechsel), dass man durch Lügen anderen falsche Überzeugungen beibringen kann und dergleichen (z. B. Perner, 1991; implizite Vorformen dieser komplexen Alltagspsychologie finden sich in Habituationstudien teilweise bereits im Säug-

lingsalter, jedoch ist deren Interpretation bis heute stark umstritten; s. zum Überblick Baillargeon et al., 2010). Die Entwicklung dieser komplexeren alltagspsychologischen Fähigkeiten scheint außerdem essenziell vom Erwerb einer natürlichen Sprache und ihren Möglichkeiten der Referenz auf intentionale Zustände mit bestimmten sprachlichen Konstruktionen abzuhängen (z. B. sogenannten dass-Komplementierungssätzen), die bei der Beschreibung intentionaler Zustände Verwendung finden: »er glaubt, dass p«, »sie wünscht, dass p« etc.). Dies legen Korrelations-, Trainings- und Vergleichsstudien von Kindern mit und ohne Sprachdefizite nahe (Astington & Baird, 2005).

### Komplexere Formen von sozialer Kognition bei Tieren?

Die komparative Befundlage zeigt bislang keine überzeugenden Belege bei anderen Spezies für diese höheren Formen sozialer Kognition: weder für gemeinsame Intentionalität noch für komplexere Intentionalität zweiter Ordnung im Sinne einer »belief-desire psychology«.

**Gemeinsame Intentionalität.** Zwar legen viele Spezies sozial koordiniertes Verhalten an den Tag, das zunächst verblüffend wie echtes gemeinsames Handeln aussieht. Bei näherem Hinsehen jedoch finden sich keinerlei Anzeichen für systematische Rollenteilung, Rollentausch oder andere Indikatoren wirklicher gemeinsamer Absichten. Vielmehr lassen sich die entsprechenden Verhaltensweisen meist sparsamer erklären als bloße Summe individueller Handlungen. Beispielsweise scheinen beim sozialen Jagdverhalten von Löwen oder Schimpansen die einzelnen Mitglieder rein individuelle Ziele zu verfolgen, und die Koordination entsteht durch äußere Zwänge (z. B. dass jedes Individuum an einer anderen Stelle jagen muss; Tomasello et al., 2005).

**Komplexeres Verstehen intentionaler Zustände.** Bezüglich der Zuschreibung komplexerer intentionaler Zustände, vor allem (potenziell falscher) Überzeugungen hat eine Reihe von Studien mit Menschenaffen konsistent negative Befunde geliefert, obwohl Menschenaffen einander durchaus einfachere intentionale Zustände wie Wahrnehmungen zuzuschreiben scheinen (für ein besonders eindruckliches Beispiel s. »Unter der Lupe«).

#### Unter der Lupe

##### Verstehen von Wahrnehmung und Überzeugung bei Kindern und Menschenaffen

In einer Studie von Kaminski et al. (2008) spielten jeweils zwei Affen bzw. Kinder gegeneinander folgen-

des Spiel: Zunächst wurde in zwei von drei Tassen etwas versteckt (wobei die beiden Spieler dazu unter-

schiedliche Information hatten), dann konnte Spieler 2 eine Tasse wählen, ohne dass jedoch Spieler 1 die Wahl sehen konnte, und schließlich konnte Spieler 1 eine Tasse wählen.

In der Bedingung Ebene-1-Perspektivwechsel (s. Abb. 14.5 a oben) wird zunächst ein Stück Futter für beide sichtbar in der oberen Tasse versteckt (a), danach eines nur für Spieler 1 sichtbar in der unteren Tasse (b); dann kann Spieler 2, nicht sichtbar für Spieler 1, wählen (c). Die entscheidende Frage ist nun, ob Spieler

1 bei seiner Wahl (d) in Betracht zieht, dass Spieler 2 nur ein Futterstück gesehen hat (obere Tasse), dieses also wahrscheinlich gewählt hat und dass Spieler 1 selbst deshalb die andere gefüllte Tasse (die untere) wählen sollte.

In der »false belief«-Bedingung (s. Abb. 14.5 b unten) wurde zunächst ein relativ wenig attraktiver Gegenstand auf den Tisch bei Spieler 1 gelegt, und es wurde ein attraktiver Gegenstand in der oberen Tasse für beide sichtbar versteckt (a). Danach wurde jedoch,

### A

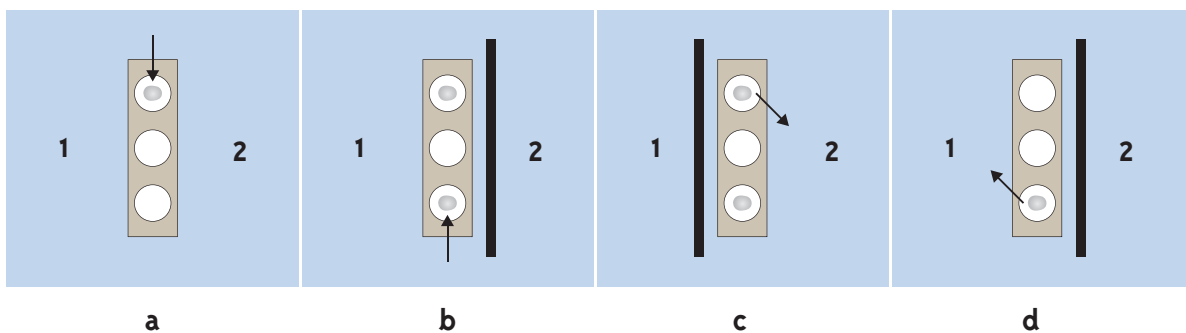
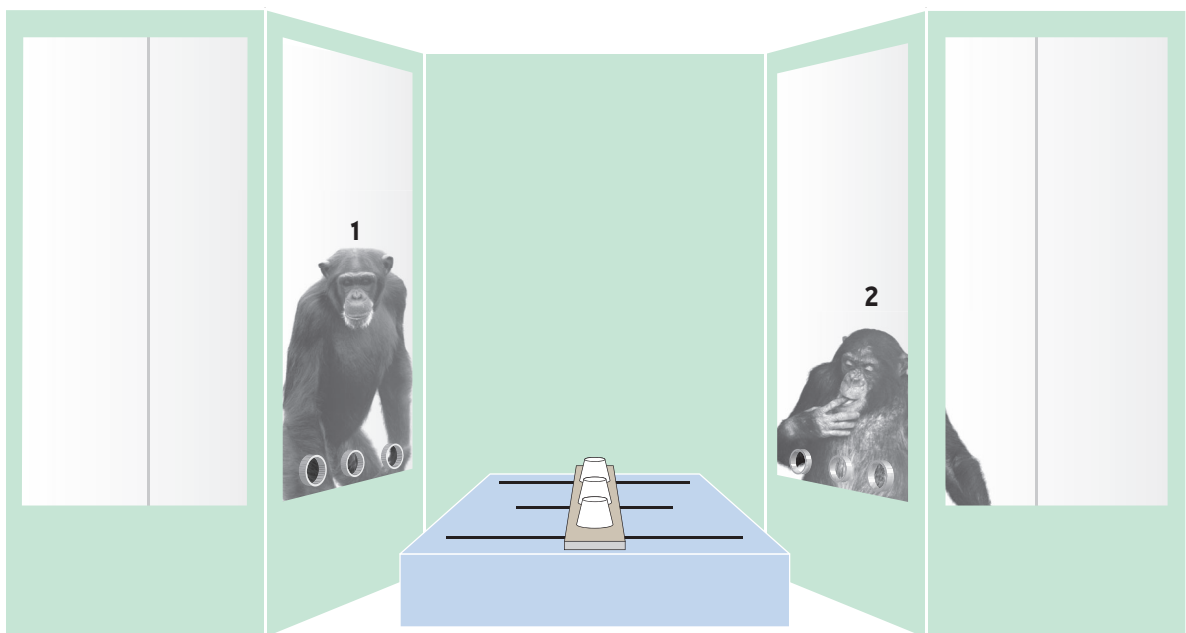


Abbildung 14.5a Versuchsaufbau der Studie von Kaminski et al. (2008)



nur für Spieler 1 sichtbar, dieser Gegenstand von der oberen in die untere Tasse verschoben (b). Spieler 2 durfte dann, nicht sichtbar für Spieler 1, wählen (c); und schließlich konnte Spieler 1 wählen zwischen einer der Tassen oder, als Trostpreis sozusagen, dem weniger attraktiven Gegenstand auf dem Tisch (d). Wenn die Tiere bzw. Kinder, so die Logik, die falsche Überzeugung von Spieler 2 (dass nämlich der attraktive Gegenstand in der oberen Tasse sei) in Betracht ziehen, so

sollten sie annehmen, dass Spieler 2 die obere Tasse wählen wird, und sollten selbst beruhigt die untere Tasse wählen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen jedoch, dass sowohl Schimpansen als auch menschliche Kinder die Bedingung Ebene-1-Perspektivwechsel meistern, aber nur Kinder (im Alter von 5 bis 6 Jahren) die Bedingung »false belief«.

## B

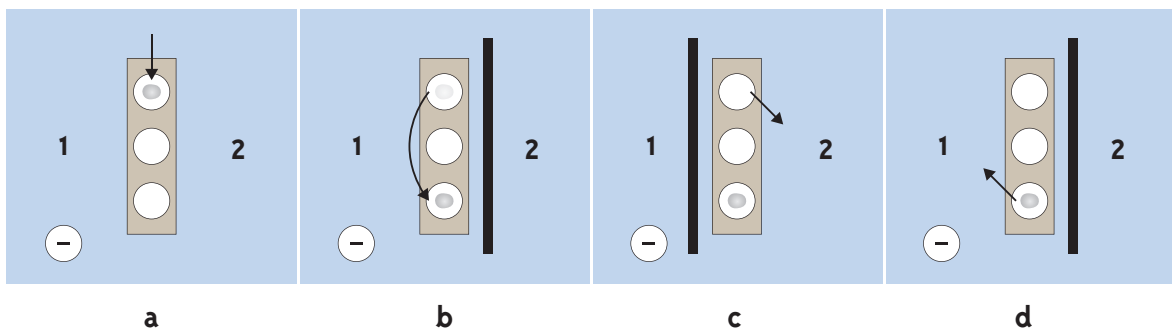
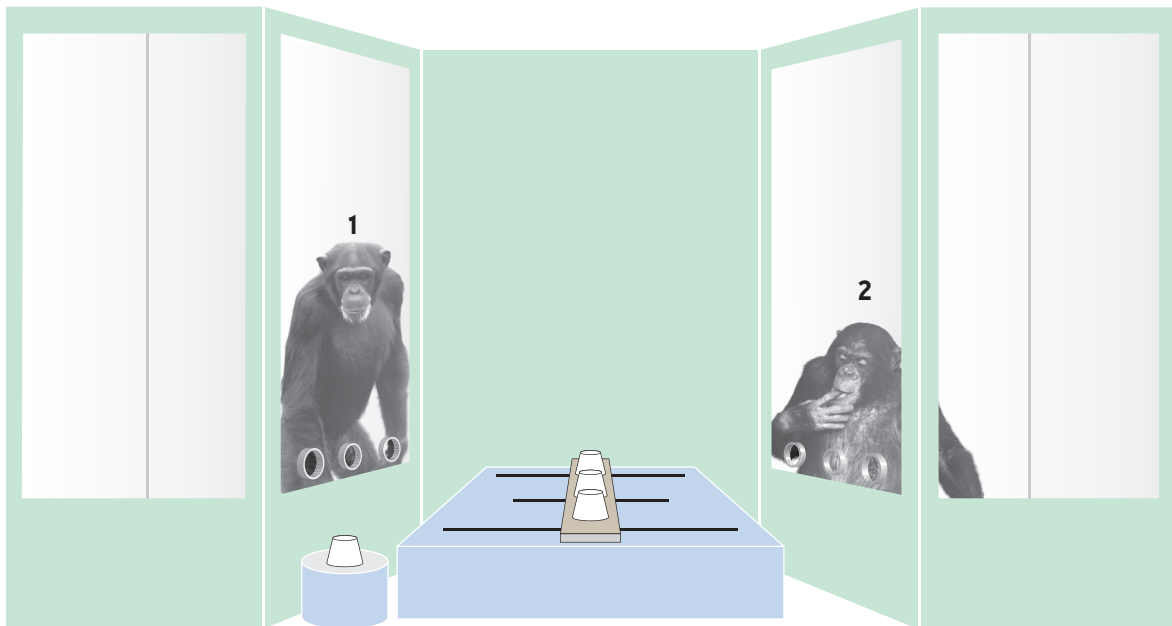


Abbildung 14.5b Versuchsaufbau der Studie von Kaminski et al. (2008)

Bisherige Forschung, so das Fazit, zeigt also einerseits eine gewisse Kontinuität in einfachen Formen der Intentionalität höherer Ordnung: Die Fähigkeit, sich und anderen einfache intentionale Zustände wie Wahrnehmungen und Absichten zuzuschreiben, entwickelt sich früh in der Ontogenese und wird auch von Menschenaffen geteilt. Komplexere Formen von Intentionalität höherer Ordnung jedoch (»belief-desire psychology«) sowie kollektive Intentionalität, scheinen einzigartig menschliche Formen sozialer Kognition zu sein.

## 14.4 Theoretische Modelle

Wie sind diese Befunde zur Entwicklung vorsprachlicher kognitiver Fähigkeiten bei Menschen und zu nichtsprachlichen kognitiven Fähigkeiten bei anderen Tieren angemessen zu deuten und theoretisch zu erklären? Im Folgenden sollen zunächst einige zentrale theoretische Ansätze dazu vorgestellt werden. Das Verhältnis von Sprache und Denken wird dann gesondert in Abschnitt 14.4 diskutiert.

Selbstverständlich fußen alle der vorgestellten Theorien auf Darwin'schen Grundannahmen über die Evolution der menschlichen Psyche: Menschen sind Tiere – wenn auch besondere. Basale kognitive Fähigkeiten sind natürliche Fähigkeiten, die wie andere biologisch basierte Merkmale durch Mechanismen biologischer Evolution (Variation und Selektion) entstanden sind. Bio-

logisch gesehen gibt es keine kategorialen stammesgeschichtlichen Unterschiede zwischen Menschen und anderen Tieren, sondern evolutionäre Kontinuitäten wie zwischen anderen Spezies auch.

Vor dem Hintergrund dieser unstrittigen Grundannahmen unterscheiden sich jedoch verschiedene Ansätze zum Teil schwerwiegend in ihren substanziellen Annahmen: Die Kontinuität evolutionärer Prozesse, die kognitive Fähigkeiten hervorgebracht haben, steht zwar nicht infrage. Daraus folgt jedoch noch nicht notwendigerweise etwas über die (Dis-)Kontinuität dieser Fähigkeiten selbst. So gehen manche Ansätze eher von qualitativen Diskontinuitäten in den kognitiven Fähigkeiten von Menschen und anderen Spezies aus (Menschen haben Fähigkeiten ganz anderer Art entwickelt als andere Tiere). Andere Ansätze hingegen betonen rein quantitative Kontinuitäten (Menschen und andere Tiere verfügen über Fähigkeiten der gleichen Art, nur sind manche dieser Fähigkeiten bei Menschen quantitativ besser ausgebildet).

### 14.4.1 Modularitätstheorien

Modularitätstheorien gehen davon aus, dass kognitive Fähigkeiten zu mehr oder weniger großen Anteilen modular organisiert sind, d. h. in funktional isolierten, voneinander unabhängigen Systemen, die relativ automatisch und schnell arbeiten.

14

#### Übersicht

##### Merkmale kognitiver Module

Module sind nach Fodor (1983) kognitive Subsysteme, die eine Reihe von Merkmalen aufweisen:

- (1) Sie operieren bereichsspezifisch, d. h. sind spezialisiert für eine bestimmte Art von Input (z. B. visuelle Information bei Modulen des visuellen Systems).
- (2) Sie sind »informational eingekapselt«, d. h. in ihrer Operation unabhängig von anderen Modulen und deren Input oder Output.
- (3) Sie sind »kognitiv undurchdringlich«, d. h., bewusste Informationsverarbeitung hat weder Zugang zur Arbeitsweise des Moduls noch kann sie diese beeinflussen.
- (4) Das Modul arbeitet schnell, reflexhaft und produziert einfache, flache Outputs.
- (5) Das Modul hat eine charakteristische ontogenetische Entwicklung, in der Regel eine feste zugrunde liegende neuronale Architektur und kann zu spezifischen pathologischen Ausfallserscheinungen führen.

Klassisches Beispiel sind Systeme der frühen Wahrnehmung. Besonders deutlich werden die Merkmale am Beispiel der visuellen Wahrnehmungstäuschungen wie der Müller-Lyer-Illusion: Dass uns die beiden Linien

unterschiedlich lang erscheinen, ist unabhängig von anderen Aspekten visueller Wahrnehmung und unabhängig davon, was wir bewusst glauben (nämlich, dass die Linien gleich lang sind), realisiert in bestimmten

neuronalen Strukturen etc. Verschiedene Modularitätstheorien legen dabei unterschiedlich viel Gewicht auf die Kriterien (1) bis (5), wobei (1) bis (3) von fast allen Ansätzen geteilt werden.

Bei manchen Modularitätstheorien gehen damit zusätzliche Annahmen über Evolution und Genese von Modulen einher: Module werden meist nativistisch als angeboren konzeptualisiert (wobei es jedoch auch alternative nicht-nativistische Ansätze gibt, die den Prozess der ontogenetisch erworbenen Modularisierung betonen; z. B. Karmiloff-Smith, 1992). Und in evolutionärer Hinsicht werden sie als Adaptationen gesehen, als Lösungen spezifischer kognitiver Probleme, die sich unseren Vorfahren im Umgang mit ihrer Umwelt stellten (wobei aber manche prominente Modularitätstheoretiker diese Annahme nicht teilen, z. B. Chomsky und Fodor).

Verschiedene Spielarten von Modularitätstheorien unterscheiden sich hinsichtlich der Fragen, auf wie viele bzw. welche Teile des Geistes Modularität zutrifft.

**Die Modularitätstheorie Fodors.** Die Theorie Fodors (1983), der den modernen kognitionswissenschaftlichen Modulbegriff eingeführt hat, zeichnet ein zweigeteiltes Bild des Geistes: mit Modulen lediglich an der Peripherie, beschränkt auf frühe Wahrnehmung und manche Aspekte der Sprache (v. a. Syntax), und nicht-modularen, »zentralen« Prozessen. Letztere sind nach Fodor konzeptuell (statt perzeptuell) strukturiert, bereichsübergreifend (statt bereichsspezifisch), bewusst und flexibel. Dieses Bild kann also als eine Variante einer dualen System- bzw. Prozesstheorie angesehen werden, die zwischen System(en) 1 unterscheidet, die unflexibel, vorkonzeptuell und unbewusst arbeiten, und System 2, das flexibel, rational und bewusst operiert (z. B. Evans & Frankish, 2009)

**Theorien des Kernwissens.** Neuere Theorien des Kernwissens in der kognitiven Entwicklungspsychologie übernehmen diese grundsätzliche Zweiteilung (z. B. Carey, 2009; Spelke, 2003; vgl. Abschn. 16.4). Sie postulieren aber Module nicht nur an der Peripherie für frühe Wahrnehmungsphänomene, sondern gehen auch von konzeptuellen, bereichsspezifisch arbeitenden Modulen aus, etwa im Bereich naiver Physik, Verstehen von Mengen, soziale Kognition etc. Alle unter Abschnitt 14.3 behandelten Phänomene wären nach diesen Ansätzen jeweils als modular aufzufassen.

**Theorien der »Evolutionären Psychologie«.** Neuere Ansätze der »Evolutionären Psychologie« (Tooby & Cosmides, 1992) schließlich gehen bisweilen von »massiver

Modularität« aus, sehen also den kompletten Geist als modular organisiert an, mit einer Vielzahl von Modulen, die Adaptationen für spezifische kognitive Leistungen darstellen.

Wie erklären solche Modularitätstheorien nun ontogenetische und komparative Befunde, vor allem die im Abschnitt 14.3 beschriebenen? Sowohl frühe kognitive Kompetenz bei Säuglingen als auch phylogenetische Kontinuität – kognitive Gemeinsamkeiten von Menschen mit anderen verwandten Spezies, vor allem Primaten – lassen sich erklären mithilfe der Annahme evolutionär geteilter entsprechender modularer Strukturen, etwa für Raumkognition, Objektkognition etc. Wie aber werden kognitive Unterschiede von Menschen und anderen Spezies erklärt? Massiven Modularitätstheorien zufolge besteht der entscheidende Unterschied darin, dass Menschen über neue Module verfügen, die andere Spezies nicht haben, weil sie evolutionär jüngere Errungenschaften sind (beliebte Kandidaten hierfür sind etwa Sprache oder soziale Kognition). Nach manchen neueren Kernwissenstheorien hingegen machen nicht neue Module den Unterschied, sondern eine qualitativ andere Struktur des menschlichen Geistes: Während Menschen mit anderen Spezies modulare, bereichsspezifische Systeme teilen (System 1), verfügen nur Menschen über die Fähigkeit, bereichsübergreifend und flexibel zu denken und dabei Inhalte aus verschiedenen Bereichen (Objekte, soziale Kognition, Raum etc.) zu integrieren (System 2). Auf der Basis von Befunden zur Entwicklung etwa zum numerischen Denken (s. Abschn. 14.3.4) oder zur Raumkognition (s. Abschn. 14.3.5) nehmen diese Theorien an, dass Sprache dabei eine zentrale Rolle spielt: Der Erwerb einer Sprache ermöglicht die Integration von Informationen aus verschiedenen Bereich sowie deren flexible Verarbeitung (Carey, 2009; Spelke, 2003).

#### 14.4.2 Die Theorie repräsentationaler Neubeschreibung

Ein mit den zuletzt genannten Ideen kompatibler, jedoch weniger nativistischer und stärker an Piaget orientierter Ansatz findet sich in der »Theorie der repräsentationalen Neubeschreibung« (Karmiloff-Smith, 1992). Kognitive Entwicklung wird hier als mehrstufiger Prozess verstanden.

**Schritt 1: Erwerb bereichsspezifischer Kompetenzen.** Zunächst verfügt das Kind über einige angeborene Prä-

dispositionen (die jedoch nicht so stark sein müssen wie Module) und bereichsübergreifende Lernmechanismen und entwickelt auf deren Basis bereichsspezifische kognitive Kompetenzen. Diese sind inhaltlich auf einen Bereich beschränkt, unflexibel, nicht bewusst verfügbar und bleiben implizit, auf prozedurales Know-how beschränkt, haben also noch nicht das Format deklarativen Wissens. Sie bleiben, mit anderen Worten, auf System-1-Ebene. Dieser erste Schritt kognitiver Entwicklung, der die frühe menschliche Ontogenese charakterisiert, ist Menschen und vielen anderen Spezies gemein, die erfahrungsbedingt hoch spezialisierte bereichsspezifische kognitive Fähigkeiten herausbilden.

**Schritt 2: Repräsentationale Neubeschreibung.** Was jedoch nach dieser Theorie spezifisch menschliche Kognition ausmacht, ist die dem menschlichen kognitiven System innewohnende Tendenz, über erworbene bereichsspezifische Kompetenz hinauszugehen. In einem zweiten Schritt werden nämlich die impliziten, prozeduralen Repräsentationen, die den frühen Kompetenzen zugrunde liegen, umgeschrieben auf einer höheren Ebene in explizite, deklarative, bereichsübergreifend und bewusst verfügbare Repräsentationen (System 2).

14

### 14.4.3 Theorie-Theorie

Die Theorie-Theorie ist ein hauptsächlich in der kognitiven Entwicklungspsychologie einflussreicher Ansatz, der die ontogenetische Entwicklung kognitiver Fähigkeiten in Analogie zur historischen Entwicklung wissenschaftlicher Theorien zu erklären versucht (z. B. Gopnik et al., 2004). Das Kind wird dabei metaphorisch als kleine Wissenschaftlerin konzeptualisiert, die (implizite) Theorien über die Welt aufstellt, prüft und revidiert. Kognitive Fähigkeiten werden als theorieartig strukturiert verstanden und kognitive Entwicklung als Aufbau neuer bzw. Modifikation bestehender Theorien.

#### **Bereichsspezifische Inhalte als Produkt bereichsübergreifender Lernmechanismen**

Was den *Inhalt* betrifft, sind diese Theorien oft bereichsspezifisch (naive Physik, naive Psychologie etc.). Insofern ähnelt die Theorie-Theorie den Modularitätstheorien. Im Unterschied zu Modularitätstheorien jedoch wird, was die *Form* des Lernprozesses betrifft, hierbei nicht von angeborenen Wissensstrukturen ausgegangen, sondern lediglich von angeborenen bereichsübergreifenden Lernprozessen (sowie von einigen schwäche-

ren bereichsspezifischen Prädispositionen). Der Grundidee der Theorie-Theorie zufolge ermöglichen diese allgemeinen Lernprozesse – vor allem induktiven und statistischen Lernens – über die Zeit hinweg die Entwicklung und Anpassung bereichsspezifischer Begriffsstrukturen.

#### **Entwicklung intuitiven Wissens und statistisches Lernen**

Eine neuere Entwicklung innerhalb der Theorie-Theorie untersucht Prozesse des statistischen und kausalen Lernens, die kognitiver Entwicklung zugrunde liegen (z. B. Gopnik et al., 2004). Es wird dabei angenommen, dass Kinder (intuitiv und weitgehend unbewusst) kausale Modelle über die Welt aufstellen, mit denen sie beobachtbare Phänomene zu erklären versuchen. Beim Aufstellen und Revidieren dieser Modelle werden je nach Bedarf unbeobachtete theoretische Gegenstände postuliert (wie etwas Krankheitserreger in der naiven Biologie, physikalische Kräfte in der naiven Physik oder mentale Zustände in der naiven Psychologie), die Beobachtetes erklären sollen. In das Erstellen und Überprüfen solcher Kausalmodelle gehen dabei Informationen aus verschiedenen Quellen ein: rein statistische Informationen (über die Häufigkeiten und Kovarianzen von Ereignissen: wie oft z. B. ein bestimmtes Ereignis B eingetreten ist, nachdem ein anderes Ereignis A eingetreten war), Informationen über eigene Handlungsinterventionen (welche Konsequenzen es z. B. hat, wenn man selbst Ereignisse der Art A hervorbringt) sowie Informationen über die Handlungsinterventionen anderer (welche Konsequenzen deren Interventionen haben).

#### **Tier-Mensch-Vergleich**

Konzeptualisiert vor allem als ontogenetische und allgemeinpsychologische Theorien, haben diese Ansätze nicht explizit die Beantwortung komparativer Fragen zum Ziel. Eine interessante Idee zur Erklärung human-spezifischer kognitiver Fähigkeiten wird jedoch im Rahmen dieser Theorieansätze bisweilen vorgetragen (z. B. Woodward et al., 2007): Während basale Prozesse des Lernens aufgrund statistischer Information (s. Abschn. 14.2.1) sowie des Lernens aufgrund von eigenen Interventionen (s. Abschn. 14.3.3) weit verbreitet sind im Tierreich, verfügen nur Menschen über die Fähigkeit, diese Lernprozesse beim kausalen Lernen zu integrieren und unbeobachtete Entitäten zu postulieren, die sowohl die statistische Struktur der beobachtbaren Phänomene

erklären als auch durch unsere Handlungen beeinflussbar sind. Empirisch wird hierbei auf Befunde verwiesen, die nahelegen, dass selbst Menschenaffen nicht über ein flexibles, abstraktes und bereichsübergreifendes Konzept von »Ursache« verfügen: über einen Begriff von etwas, das etwas anderes, die Wirkung, geschehen macht, das wir genauso wie andere, wo dies praktisch möglich ist, durch unsere Handlungen manipulieren können und damit indirekt auf die Wirkung einwirken (Penn et al., 2008; Tomasello & Call, 1997; s. auch Abschn. 14.3.3)

#### 14.4.4 Theorien grundlegender kognitiver Unterschiede von Mensch und Tier

Ähnlich wie die These, der Kern humanspezifischer kognitiver Fähigkeiten liege darin, dass nur Menschen einen Begriff unbeobachteter Entitäten und Ursachen hätten, betonen einige zeitgenössische theoretische Ansätze vor allem recht grundlegende kognitive Unterschiede zwischen Mensch und Tier.

##### Spezifisch menschliches Denken I: Kompositionalität, Generativität und Systematizität

Penn et al. (2008) argumentieren, dass sich die repräsentationalen Tiefenstrukturen menschlicher und nicht-menschlicher Kognition radikal unterscheiden. Ihrer Theorie zufolge verfügen viele Spezies über kognitive Repräsentationen von Gegenständen in ihrer Umwelt, deren Eigenschaften und Relationen zueinander sowie von statistischen Mustern und Regelmäßigkeiten. Bei allen nicht-menschlichen Tieren jedoch bleiben diese Repräsentationen inhaltlich beschränkt auf wahrnehmbare Gegenstände und Relationen. Tiere bilden im Gegensatz zu Menschen keine Repräsentationen von Relationen höherer Ordnung. Formal fehlen dem nicht-menschlichen Denken einige für menschliches Denken zentrale Aspekte:

- ▶ **Kompositionalität:** Komplexe Gedanken (etwa »der Stuhl ist rot und groß«) setzen sich aus einfacheren Elementen (»Stuhl«, »rot«, »groß«) zusammen, und ihre Bedeutung ergibt sich aus den Bedeutungen der Elemente sowie ihrer Zusammensetzung.
- ▶ **Generativität:** Aus endlich vielen Elementen lassen sich unendlich viele komplexe Gedanken zusammensetzen.
- ▶ **Systematizität:** Begriffe sind flexibel und systematisch anwendbar: Wer beispielsweise den Gedanken

»Peter küsst Maria« denken kann, muss auch in der Lage sein, »Maria küsst Peter« zu denken.

Der Theorie zufolge zeigen sich diese Aspekte flexiblen und abstrakten Denkens bereits früh in der menschlichen kognitiven Entwicklung. Alle bisherigen Befunde mit Primaten und anderen Tieren jedoch lassen sich problemlos sparsamer interpretieren als Ausdruck einfacherer kognitiver Prozesse. Diese Theorie stellt somit eine weitere Version eines Zwei-Prozess-Modells dar, in dem System 1 (beschränkt auf Repräsentationen von Relationen erster Ordnung, die außerdem nah am Wahrnehmbaren bleiben) die kognitive Gemeinsamkeit von Menschen und Tieren abbildet, aber System 2 (gekennzeichnet durch Kompositionalität etc.) dem Menschen vorbehalten bleibt.

##### Spezifisch menschliches Denken II: Rekursion

In ähnlicher Weise haben Hauser et al. (2002) vorgeschlagen, ausschließlich menschliche Kognition sei gekennzeichnet durch die Fähigkeit zur Rekursion. Rekursive Operationen sind dabei, grob gesprochen, solche, die auf die Produkte einer vorherigen Anwendung ihrer selbst wiederum anwendbar sind und die somit mit endlichen Mitteln die Möglichkeit eröffnen, potenziell unendlich viele und hierarchisch strukturierte Repräsentationen hervorzubringen. Diese Tiefenstruktur menschlicher Kognition zeigt sich den Autoren zufolge vor allem in der Fähigkeit, bestimmte Formen grammatischer Regeln (Regeln der Kombination von Elementen) zu lernen, über die bereits Säuglinge verfügen, für die es bislang jedoch keine Belege bei anderen Primaten gibt. Es handelt sich hierbei um Regeln der Form  $A_1A_2A_3B_1B_2B_3$ ,  $A_1A_2A_3A_4B_1B_2B_3B_4$  etc., wo auf eine Anzahl  $n$  von Vorkommnissen eines Elements (A) genau so viele Vorkommnisse eines anderen Elements (B) folgen, und zwar für beliebige  $n$ . Diese Regeln sind nur mit sogenannten »Phrasenstrukturgrammatiken« beschreibbar, erfordern rekursive Prozesse und sind für die Grammatiken menschlicher Sprachen ein entscheidendes Element.

Die Fähigkeit zu rekursiven Operationen zeigt sich nach Hauser et al. jedoch möglicherweise auch viel grundsätzlicher in recht verschiedenen Bereichen. So erfordert numerisches Denken ein Verständnis der natürlichen Zahlen, deren Reihe sich potenziell unendlich durch die rekursive Nachfolgerfunktion ( $x \rightarrow x + 1$ ) fortsetzen lässt (wenn man eine Zahl  $x$  hat, so lässt sich durch Hinzufügen von 1 eine neue Zahl, die Nachfolger-

zahl, erzeugen. Aus dieser wiederum lässt sich durch Anwendung der Operation »+ 1« eine neue Zahl erzeugen etc.; s. Abschn. 14.3.4). Vielleicht verfügen nur Menschen über wirkliches numerisches Denken, so der Vorschlag, weil nur sie über rekursive Operationen verfügen.

Ein weiterer Bereich, der eine rekursive Struktur aufweist, ist die Zuschreibung intentionaler Zustände. Jeder beliebige Sachverhalt, den man beschreiben kann (z. B. »es schneit«), lässt sich als Gehalt eines intentionalen Zustands einer Person zuschreiben (z. B. »Peter glaubt, dass es schneit«); und dieser Prozess lässt sich potenziell endlos fortsetzen (z. B. »Miriam glaubt, dass Peter glaubt, dass es schneit« usw.) Vielleicht entwickeln also nur Menschen eine komplexere »Theory of Mind«, weil nur Menschen über die notwendigen Fähigkeiten der Rekursion verfügen.

#### 14.4.5 Theorie kulturellen Lernens

Eine letzte Theorie schließlich integriert Einsichten aus der vergleichenden Kognitionsforschung und Entwicklungspsychologie mit Ideen aus der Kulturpsychologie in der Tradition von Lew Vygotskij und Jerome Bruner (z. B. Tomasello, 1999).

14

##### **Menschen und Tiere: Kognitive Gemeinsamkeiten und Unterschiede**

Diese Theorie geht zwar von grundlegenden Gemeinsamkeiten in der anfänglichen Entwicklung allgemeiner kognitiver Fähigkeiten von Menschen und anderen Spezies, vor allem Primaten, aus. Jedoch liegt der Kern spezifisch menschlicher Kognition nach dieser Theorie in humanspezifischen Formen sozialer Kognition, die sich spätestens ab dem 2. Lebensjahr entwickeln (s. Abschn. 14.3.6).

##### **Spezifisch menschliche soziale Kognition als Grundlage von Kultur und Spracherwerb**

Diese spezifisch menschlichen sozial-kognitiven Fähigkeiten ermöglichen Menschen und nur Menschen die

Entwicklung von Kooperation, den Erwerb symbolischer Kommunikation und die Teilhabe an kulturellem Lernen: Der Grund dafür, dass Menschen und nur Menschen eine Sprache erwerben, liegt nicht etwa in erster Linie darin, dass nur sie über bestimmte artikulatorische oder grammatische Kompetenzen verfügen. Vielmehr liegt er darin, dass nur Menschen einander in bestimmter Weise verstehen: nämlich als Wesen mit subjektiven intentionalen Zuständen, die man teilen kann, als Wesen, mit denen man gemeinsame intentionale Einstellungen bilden, mit denen man gemeinsam handeln und kommunizieren kann.

##### **Kultur und Sprache als Grundlage höherer kognitiver Fähigkeiten**

Die Teilhabe an Kultur und der Erwerb einer Sprache und anderer Symbolsysteme wiederum ermöglicht die Transformation basaler kognitiver Strukturen, die Entwicklung neuer kognitiver Fähigkeiten, die ohne Sprache nicht denkbar wären (z. B. Tomasello, 1999; Tomasello & Rakoczy, 2003).

Ähnlich wie die Theorie repräsentationaler Neubeschreibung (s. Abschn. 14.4.2) geht diese Theorie also davon aus, dass kognitive Fähigkeiten, die anfänglich Menschen und anderen Spezies gemein sind, in der nachfolgenden menschlichen Ontogenese in einzigartig menschliche Fähigkeiten transformiert werden. Im Gegensatz zur Theorie repräsentationaler Neubeschreibung jedoch spielen in der Theorie des kulturellen Lernens bei der Transformation anfänglicher elementarer in höhere kognitive Fähigkeiten soziale und kulturelle Prozesse eine entscheidende Rolle: Es sind sozial geteilte, kulturell vermittelte Handlungsformen, allen voran eine Sprache und andere Symbolsysteme, die aus einfachen Fähigkeiten, etwa im Bereich numerischer Kognition, die Entwicklung voller numerischer Fähigkeiten ermöglichen – ähnlich wiederum wie in neueren Kernwissenstheorien (s. Abschn. 14.4.1).

##### **Unter der Lupe**

###### **Kognitive und sozial-kognitive Fähigkeiten bei Kindern und Menschenaffen im direkten Vergleich**

In der bisher größten systematischen Vergleichsstudie zu kognitiven Fähigkeiten in verschiedenen Bereichen bei menschlichen Kleinkindern und bei Menschenaffen haben Herrmann et al. (2007) große Stichproben von Kindern im Alter von 2 ½ Jahren (in einem Alter,

wo Kinder noch dabei sind, kompetente Sprecher einer Sprache zu werden) und zwei Spezies von Menschenaffen (Schimpansen und Orang-Utans) mit einer großen Testbatterie untersucht. Es wurden einerseits eine Vielzahl von Aufgaben zum Verständnis von Raum,

Zeit, Kausalität, Mengen verwendet – grob gesprochen Aufgaben zu allgemeinen kognitiven Fähigkeiten und zum Verständnis der physikalischen Welt (wie sie etwa in den Abschnitten 14.3.1 bis 14.3.5 beschrieben wurden). Andererseits wurden Tests verwendet, die sozial-kognitive Fähigkeiten erfordern, etwa das Verstehen der Perspektiven anderer, die Fähigkeit zu Kommunikation oder Kooperation.

Während Menschenaffen und menschliche Kinder weitgehend ähnliche Leistungen bei Aufgaben zum Verständnis der physikalischen Welt zeigten, fanden sich gravierende Unterschiede in den sozial-kognitiven Aufgaben, bei denen die Kinder wesentlich besser abschnitten als die Menschenaffen (s. Abb. 14.6).

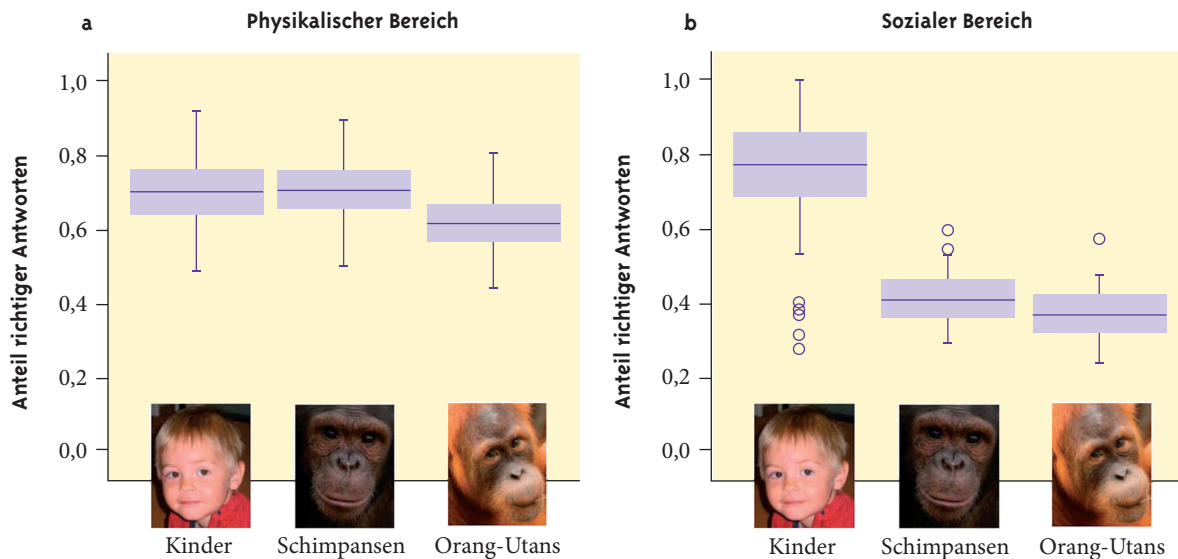
Von den Autoren wird diese Studie im Sinne der Theorie kulturellen Lernens interpretiert: Menschen und Menschenaffen verfügen anfänglich über recht ähnliche Fähigkeiten, wenn es um allgemeine Kognition und das Verstehen der physikalischen Welt geht. Der zentrale Unterschied liegt in einzigartig menschlichen sozial-kognitiven Fähigkeiten. Diese ermöglichen Teilhabe an Kultur, Erwerb von Sprache, was wiederum, wenn Kinder eine gewissen Sprachkompetenz erworben haben (nach dem hier getesteten Alter also) zu einer Weiterentwicklung der mit anderen Primaten geteilten basalen kognitiven Fähigkeiten führt.

### Denkanstöße

Diskutieren Sie die im Abschnitt 14.4 vorgestellten Theorien im Verhältnis zueinander, und im Bezug auf die im Abschnitt 14.3 vorgestellten Befunde: Welche der Theorien kann welche der Befunde besser bzw. schlechter erklären?

## 14.5 Vorsprachliche Kognition und Sprache

In welchem Verhältnis stehen nun aber vor- bzw. nicht-sprachliche Kognition und Sprache? Die Frage nach dem Zusammenhang von Denken und Sprache hat in verschiedenen kognitionswissenschaftlichen Disziplinen eine lange Tradition und gegenwärtig wieder Konjunktur. Aus psychologischer Sicht stellt sich die Frage nach der Rolle der Sprache beim Denken in zweierlei Form:



**Abbildung 14.6** Performanz von Kindern, Schimpansen und Orang-Utans bei Aufgaben zu physikalischer Kognition (a) und sozialer Kognition (b) in der Studie von Herrmann et al. (2007)

- ▶ Welchen Einfluss hat der Erwerb von Sprache an sich auf Denken? Daraus ergibt sich die empirisch testbare Frage: Unterscheidet sich die Kognition von Individuen, die einer Sprache (egal welcher) mächtig sind, von denen, die dies nicht sind?
- ▶ Welchen Einfluss hat der Erwerb einer *bestimmten* Sprache auf Denken? Die empirische testbare Frage ist hier: Unterscheiden sich Individuen, die verschiedener Sprachen mächtig sind, auf Arten und Weisen voneinander, die sich direkt auf Unterschiede in den Sprachen zurückführen lassen?

### 14.5.1 Die Effekte von Sprache an sich auf das Denken

#### Artvergleichende Studien

Zur Beantwortung der ersten Frage lassen sich vergleichende Studien mit anderen Tieren nur bedingt einsetzen. Die Welt präsentiert sich verschiedenen Tieren aufgrund ihrer unterschiedlichen Wahrnehmungsapparate, aber auch aufgrund ihrer Fähigkeiten zur Speicherung, Verarbeitung und Strukturierung von Information, grundlegend anders. Die Frage darf also nicht lauten, ob Menschen – als einziger sprachfähiger Organismus – die Welt anders verstehen als alle anderen Arten, sondern ob sich ein Teil dieser Unterschiede unmittelbar auf die Sprachfähigkeit zurückführen lassen. Auch wenn die Frage in ihrer allgemeinsten Form schwer durch die Untersuchung anderer Tiere zu beantworten ist, sind doch zwei relevante Fragen durch Forschung mit anderen Tieren zu ergründen:

- (1) Inwieweit sind verschiedene kognitiver Fähigkeiten sprachabhängig? Jede Fähigkeit, die von anderen Tieren gemeistert wird (z. B. komplexe Reorientierung im Raum oder Objektindividuierung), ist im Prinzip nicht sprachabhängig. Es verbleibt selbstverständlich die Möglichkeit, dass diese Fähigkeiten zwar nicht sprachabhängig, aber bei Menschen auch nicht vollständig sprachunabhängig sind. Diese interessante Kombination von Einflüssen ist wahrscheinlich recht häufig (s. u.).
- (2) Ruft das Antrainieren eines symbolischen Kommunikationssystems bei anderen Arten menschenähnliche Kognition hervor? Mehrere Projekte versuchten beispielsweise verschiedenen Menschenaffen Symbolsysteme beizubringen, mit denen sie mit ihren menschlichen Vertrauten kommunizie-

ren können. In der Tat zeigen z. B. Schimpansen oder Bonobos, die von jungen Jahren an von Menschen aufgezogen wurden, art-untypisch menschenähnliche Fähigkeiten vor allem in den Bereichen des sozialen Lernens und der Kommunikation (Tomasello & Call, 2004). Die Frage, welche dieser Effekte auf den Erwerb von symbolischen Systemen und welche auf andere Faktoren des menschlichen Umfeldes zurückzuführen sind, bleibt dabei jedoch offen.

#### Entwicklungspsychologische Studien mit Menschen

Der produktivere Ansatz zur Erforschung der Effekte von Sprache an sich ist jedoch der Vergleich verschiedener menschlicher Individuen untereinander, die sich in der Ausprägung ihrer Sprachfähigkeit oder im Ausmaß ihres Sprachgebrauchs unterscheiden. Vier Arten von Studien sind hierbei relevant:

- ▶ **Korrelationsstudien:** In der Kindheitsentwicklung legen beispielsweise Korrelationen in den Erwerbszeitpunkten von bestimmten kognitiven Fähigkeiten und bestimmten sprachlichen Fähigkeiten eine Verbindung zwischen den beiden nahe (siehe z. B. Abschn. 14.3.1 und 14.3.5). Wie jede Korrelation bleibt jedoch auch hier die kausale Richtung des Zusammenhangs ungeklärt.
- ▶ **Interferenzstudien:** Für einen kausalen Einfluss von Sprache auf Kognition sprechen sogenannte Interferenzparadigmen bei Erwachsenen. Hierbei erhalten Erwachsene die gleiche Aufgabe, die bei Kindern mit dem Spracherwerb korreliert, müssen aber zur gleichen Zeit eine zweite Aufgabe lösen, die den »Sprachapparat« der Versuchsperson blockieren soll. Zum Beispiel werden Testpersonen gebeten, während sie die Hauptaufgabe lösen, einen Text, der ihnen über Kopfhörer eingespielt wird, laut zu wiederholen. Falls normal sprachfähige Erwachsene in solchen Situationen wie vorsprachliche Kinder abschneiden, verstärkt dies den Eindruck, dass der normale Sprachgebrauch in der erfolgreichen Lösung der kognitiven Aufgabe eine entscheidende Rolle spielt. Entsprechende Befunde gibt es beispielsweise im Bereich Raumkognition (s. Abschn. 14.3.6) oder Theory of Mind (Newton & de Villiers, 2007).
- ▶ **Trainingsstudien:** In solchen Studien werden Kinder mit noch limitierten Fähigkeiten einem sprachlichen Training unterzogen. Hierbei ist wichtig, dass im Training einzig und allein die relevanten sprachlichen



Fähigkeiten, nicht aber die kognitiven Fähigkeiten direkt geübt werden. Wenn ein solches Training dann eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten nach sich zieht, stützt dies den Eindruck, dass der Erwerb relevanter sprachlicher Fähigkeiten bestimmte kognitive Fähigkeiten direkt fördert. Zum Beispiel lassen sich bei 3-jährigen Kindern durch das Trainieren sprachlicher Konstruktionen wie »denken, dass ...« oder »wissen, dass ...« die Theory-of-Mind-Fähigkeiten verbessern (Lohmann & Tomasello, 2003).

- ▶ **Studien mit Gehörlosen:** Die vielleicht aufschlussreichsten Befunde kommen von Menschen mit eingeschränkter sprachlicher Kompetenz. Eine solche Population sind gehörlose Kinder ohne Zugang zu einer strukturierten Gebärdensprache. Ohne Gehör und ohne Sprecher einer Gebärdensprache in ihrem unmittelbaren Umfeld entwickeln diese Kinder keine komplexe Sprache. Sie entwickeln jedoch ein rudimentäres Gebärdensystem. Ein berühmtes Beispiel einer solchen Population ist die erste Generation von Sprechern einer neuen Gebärdensprache in Nicaragua. In der Tat schneiden Mitglieder der ersten Generation in einigen kognitiven Aufgaben (z. B. »false belief«-Aufgaben) schlechter ab als Mitglieder der zweiten Generation, die eine komplexere Variante der gleichen Gebärdensprache erworben haben (Pyers & Senghas, 2009). Einen etwas subtileren Vergleich bieten gehörlose Kinder gehörloser Eltern (Gebärdensprache ist die Muttersprache) und gehörlose Kinder hörender Eltern (die sprachlich stark eingeschränkt sind, da sie zunächst weder eine Gebärdensprache noch eine gesprochene Sprache als Muttersprache kompetent erwerben). Auch hier ist der Erwerb von Überzeugungskonzepten bei gehörlosen Kindern hörender Eltern in etwa so stark verzögert wie ihre Sprachentwicklung, während gehörlose Kinder gehörloser Eltern in ihrer Theory-of-Mind-Entwicklung unbeeinträchtigt sind (Peterson & Siegal, 1995).

#### 14.5.2 Die Effekte verschiedener Sprachen auf das Denken

**Sapir-Whorf-Hypothese.** Die Hypothese, dass Sprecher verschiedener Sprachen sich in ihrer Kognition unter-

scheiden, wird in der Regel als Whorf- oder Sapir-Whorf-Hypothese bezeichnet. Sie besteht aus drei Teilen:

- (1) Sprachen unterscheiden sich in Struktur und Inhalt.
- (2) Die Struktur der eigenen Sprache beeinflusst die Wahrnehmung der eigenen Umwelt.
- (3) Deshalb nehmen Sprecher verschiedener Sprachen ihre Umwelt unterschiedlich wahr.

Der erste Teil der Hypothese (1) wurde in den letzten Jahren immer deutlicher bestätigt (Evans & Levinson, 2009). Sprachen unterscheiden sich auf der strukturellen (z. B. haben manche Sprachen keine grammatikalischen Zeiten, manche haben sieben) wie auch auf der inhaltlichen Ebene (z. B. unterscheiden manche Sprachen zwischen den Farben Blau und Grün, andere nicht). Bezüglich der zentralen Behauptung der Whorf-Hypothese (2 und 3) sind in den letzten Jahren in vielen verschiedenen Domänen Korrelationen zwischen sprachlichen und kognitiven Präferenzen verschiedener menschlicher Kulturen beschrieben worden. Sprache und Kognition kovariieren im Vergleich der Kulturen z. B. bezüglich der Farbwahrnehmung, der Mengenunterscheidung und der Raumkognition.

**Interpretation der Befundlage.** Alle diese Ergebnisse sind jedoch umstritten. In manchen Bereichen ist die Datenlage sehr deutlich, wie z. B. im Bereich der numerischen Kognition. Während analoge approximative Größenschätzung im Tierreich weit verbreitet, kulturuniversal und sprachunabhängig ist, erschließt sich die präzise Berechnung großer Mengen nur durch das entsprechende sprachliche System (s. Abschn. 14.3.4). In anderen Bereichen ist die Datenlage wesentlich komplexer und gemischter, z. B. im Bereich der Farbwahrnehmung. Neuere Analysen legen vor dem Hintergrund solch gemischter Befunde ein differenzierteres Bild nahe: Menschliche Farbwahrnehmung wird einerseits durch den Sprachgebrauch des Individuums beeinflusst; gleichzeitig aber werden die möglichen Varianten durch sprachunabhängige, universelle Eigenschaften der menschlichen Farbwahrnehmung eingeschränkt (Regier & Kay, 2009). Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in den Bereichen der Raumkognition (Haun et al., 2006; s. Abschn. 14.3.5). Sprache beeinflusst menschliche Kognition, so das Fazit, aber im Rahmen universeller Einschränkungen.

## Zusammenfassung

- ▶ Menschen teilen viele basale kognitive Fähigkeiten mit anderen Spezies. Diese Fähigkeiten entwickeln sich früh, bereits vorsprachlich in der menschlichen Ontogenese. Und sie entwickeln sich in ähnlicher Weise bei anderen Tieren, vor allem bei den nächsten Verwandten, Menschenaffen und anderen Primaten (wo sie wahrscheinlich gemeinsamen evolutionären Ursprungs sind), aber teilweise auch bei weniger nah verwandten Spezies wie Vögeln oder Delfinen (wo diese Fähigkeiten phylogenetisch unabhängig voneinander, in konvergenter Evolution entstanden sind).
- ▶ Solche kognitiven Gemeinsamkeiten finden sich unter anderem in bereichsübergreifenden Fähigkeiten wie Gedächtnis, Lernen und Problemlösen, aber auch in bereichsspezifischen kognitiven Fähigkeiten wie einem basalen Verständnis von Objekten, Mengen oder Kausalität, manchen Formen von Raumkognition sowie einfachen Formen sozialer Kognition.
- ▶ Bereits in der frühen kognitiven Entwicklung zeigen sich jedoch neben diesen Gemeinsamkeiten auch tief greifende kognitive Unterschiede zwischen menschlichen Kindern und anderen Tieren. Vor allem im Bereich sozialer Kognition entwickeln

menschliche Kinder früh kognitive Fähigkeiten, die humanspezifisch zu sein scheinen. Aber auch in anderen Bereichen wie numerischer Kognition oder manchen Formen von Gedächtnis hebt sich menschliche kognitive Entwicklung früh von der anderer Tiere ab.

- ▶ Verschiedene theoretische Ansätze erklären diese Gemeinsamkeiten und Unterschiede in unterschiedlicher Weise: Manche Theorien gehen davon aus, dass der menschliche Geist von vornherein grundlegend anders strukturiert ist als der anderer Tiere. Andere hingegen gehen davon aus, dass Menschen und andere Tiere die meisten kognitiven Fähigkeiten teilen, dass Menschen evolutionär aber einige wenige zusätzliche Fähigkeiten entwickelt haben. Schließlich gehen manche Theorien davon aus, dass die Unterschiede in basalen kognitiven Fähigkeiten zwar anfänglich recht geringfügig sind, die spezifisch menschlichen sozial-kognitiven Fähigkeiten jedoch Menschen ontogenetisch die Entwicklung von Kultur und Sprache ermöglichen, die wiederum nachfolgend den großen Unterschied ausmachen, da sie die vorsprachlichen kognitiven Fähigkeiten radikal transformieren.

14

## Weiterführende Literatur

Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. New York, NY: Oxford University Press; US. *Ausführlicher Überblick über Befunde zu kognitiven Fähigkeiten bei Säuglingen und nicht-menschlichen Primaten aus der Sicht der Theorie des Kernwissens*.

Gentner, D. & Goldin-Meadow, S. (2003). (Eds.), *Language in mind. Advances in the study of language and thought*. Cambridge, MA: MIT Press. *Weiterführende State-of-the-Art-Artikelsammlung zum Zusammenhang von Denken und Sprache*.

Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press. *Sehr lesbar, ausführliche Darstellung der Theorie repräsentationaler Neu- beschreibung*.

Penn, D. C., Holyoak, K. J. & Povinelli, D. J. (2008). Darwin's mistake: Explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *Behavioral and Brain Sciences*, 31 (2), 109–130. *Weiterführender Artikel zu tiefgreifenden kognitiven Unterschieden zwischen Menschen und anderen Tieren*.

Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press; US. *Sehr lesbare Einführung in die Theorie kulturellen Lernens mit ausführlichem Überblick über frühkindliche kognitive Fähigkeiten im Vergleich zu denen nicht-menschlicher Primaten*.