BERND ROSSLENBROICH

Die evolutionäre Bedeutung des Spiels

»[…] der Mensch spielt nur, wo er in voller Bedeutung des Worts Mensch ist, und er ist nur da ganz Mensch, wo er spielt.« Dieser berühmte Satz Friedrich Schillers (zitiert nach Matuschek 2009) ist in mancher Hinsicht ein Rätsel. Hat der Mensch nicht Wichtigeres zu tun als ausgerechnet zu spielen? Was bedeutet es, dass Schiller hier dem Spiel solch einen umfassenden Stellenwert zugesteht? Er identifiziert ja geradezu das Menschsein mit dem Spiel. Ist Spiel nicht eher eine Randerscheinung neben den wichtigen, ernsthaften Tätigkeiten wie die Sorge um den täglichen Bedarf oder die Weiterentwicklung von Wohlstand, Kultur und Technik?

Im Folgenden soll zuerst das Spiel in der Tierwelt beschrieben werden. Bei welchen Tieren gibt es Spiel, wann und wie spielen Tiere? Dann wird die Bedeutung des Spiels beim Menschen dargestellt. Und schließlich wird eine These über die mögliche Bedeutung des Spiels in der Evolution formuliert.

Das Spiel in der Verhaltensforschung

Das Spielverhalten bei Tieren gehört in die Domäne der Verhaltensforschung, aber genau besehen wird sie – was die Interpretation des biologischen Zusammenhangs angeht – mit diesem merkwürdigen Phänomen kaum fertig. Spiel erscheint sinnlos und überflüssig im »survival of the fittest«. Immer wieder wurde versucht, dem Spiel einen Anpassungswert oder einen Fitnesswert anzuhängen, was aber nicht wirklich gelang (Bateson & Martin 2013).

Spiel ist energieaufwändig, kostet also wertvolle Ressourcen, liefert aber keine Nahrung. Es ist gefährlich, da spielende Tiere kaum noch auf ihre Umgebung und auf mögliche Räuber achten. Bei Raufspielen besteht die Gefahr, sich zu verletzen. Die Tiere verbrauchen wertvolle Zeit mit Aktivitäten, die offenbar nicht dem Überleben dienen, sie konzentrieren sich auf Tätigkeiten, die zu rein gar nichts nütze sind.

Am meisten wird noch angeführt, dass im Spiel Bewegungen und Verhaltensweisen geübt werden, die später für die ernsthaften Aufgaben des Lebens wie Beutefang, Kampf mit Rivalen usw. benötigt werden. Das wird wohl auch zutreffen: Ein paar wenige Studien konnten zeigen, dass Tiere, die beim Heranwachsen ausführlich spielen konnten, später in solchen Verhaltensweisen besser waren. In einem größeren Teil dieser Studien konnte das aber keineswegs dargestellt werden. Tiere, die nur wenig spielen konnten, haben sich die nötigen Fähigkeiten dann auf andere Weise erworben (Bateson & Martin 2013).

Und im evolutiven Vergleich bleibt noch die Frage: Warum sollte es bei höheren Tieren überhaupt nötig werden, wichtige Verhaltensweisen einzuüben? Die übrige Tierwelt kommt ohne das Einüben im Spiel aus. Die überlebensnotwendigen Verhaltensweisen sind angeboren und laufen als mehr oder weniger festgelegtes Instinktverhalten ab (sog. »fixed action patterns«, FAPs), was viel sinnvoller erscheint, da die Verhaltensweisen zuverlässig verfügbar sind, sobald sie gebraucht werden. Wenn sie dagegen zuerst eingeübt werden müssen, kann vieles schief gehen. Ein Frosch muss nicht erst üben, die Fliege zu fangen, das funktioniert auch so. Und warum spielen viele erwachsene Tiere, die doch längst alles können, was sie benötigen? Auch die üblichen Kosten-Nutzen-Berechnungen versagen hier völlig.

Dieses Problem der Interpretation wird auch in der Verhaltensforschung wahrgenommen, sodass Spiel nach wie vor als rätselhaft gilt. Burghardt (1998: 3) formuliert: »The origins of vertebrate play are obscure«. Oder es wird sogar als ein »biologisches Paradox« beschrieben (Fagen 1986: VII): »Animal play behavior addresses a major biological paradox. Why do young and old animals of many species spend time and energy, and even risk physical injury, performing the apparently unproductive behaviors colloquially called play? What makes this 'useless' activity so important that animals literally risk their lives for it? And, even more curiously, why are humans both enchanted and enraged by play?«

Mehrere weit verbreitete Lehrbücher der Verhaltensforschung bei Tieren, ebenso wie der Evolutionären Psychologie des Menschen, lassen das Thema Spiel gleich ganz aus, womit man sich des Paradoxons auf einfache Weise entledigt. Das trifft vor allem auf stark adaptationistisch ausgerichtete Bücher zu.

Es gibt aber einige lesenswerte Bücher aus der neueren Verhaltensforschung, die das Phänomen umfangreich und gut beschreiben (Fagen 1981, Bekoff & Byers 1998, Burghardt 2005, Bateson & Martin 2013). Hier stehen Beob-

achtung, Erfassung und Analyse des Spiels im Vordergrund, auch wenn keine Klarheit über ihre evolutive Bedeutung zu gewinnen ist: Spielen scheint absolut unlogisch zu sein – ist aber irgendwie faszinierend.

Welche Tiere spielen?

Heute ist bekannt, dass alle Säugetiere mehr oder weniger intensiv spielen *(Abb. 1–3)*. Bei vielen Säugetierarten ist Spielverhalten auf Jungtiere beschränkt. Bei anderen kann es auch im Erwachsenenalter erhalten bleiben, was vor allem für Raubtiere, Nager, Primaten und Wale gilt. So ist zum Beispiel bei erwachsenen Delfinen noch ein erstaunliches Spielverhalten zu beobachten. Unter Vögeln sind es vor allem Rabenartige, die spielen. Aber auch viele Papageien spielen. Es gibt auch Beobachtungen bei Falken und einigen kleinen Singvögeln.

Besonders die Keas *(Nestor notabilis)* sind berühmt und berüchtigt für ihr unbändiges Spielverhalten *(Abb. 4)*. Sie leben in den Gebirgen Neuseelands, wo sie in einer für Papageien ungewöhnlich rauen Umgebung zurecht kommen. Sie nutzen alles zum Spielen und können lästig werden, wenn sie etwa Antennen an den Häusern als Turngeräte benutzen und dabei in Kleinteile zerlegen. In Bewegungsspielen stellen sie sich auf den Kopf, machen Purzelbäume, landen falsch herum, gebrauchen Äste als Schaukeln und machen Schneebälle, mit denen sie dann herumspielen.

Schon manchem Filmteam wurden bei dieser Herumspielerei Dichtungen aus dem Auto montiert, und kein Rucksack bleibt verschont. Oder die Filmausrüstung wurde auseinandergelegt, noch bevor sie eine Chance hatten, ihre Aufnahmen zu machen. Beliebt ist auch, die Luft aus den Autoreifen heraus zu lassen.

Es gibt einen Film von den ausgezeichneten Tierfilmern Hans Schweiger und Ernst Arendt, in dem man sich das Schauspiel ansehen kann. Sie sprechen vom »ausgeprägten Sinn für Unsinn« der Keas: »Sie trieben ihren Schabernack mit uns, und wir waren uns nicht immer sicher, wer sich mit wem beschäftigte«.

Andere Wirbeltiere, wie etwa Reptilien oder Amphibien, spielen dagegen in der Regel nicht. Aber es gibt ein paar bemerkenswerte Ausnahmen. Gelegentlich wurde berichtet, dass Komodo-Warane in Gefangenschaft spielen können. Inzwischen kann man sich im Internet ein Video ansehen, in dem ein Waran eindeutig Spielverhalten zeigt[1] *(Abb. 5)*. Auch von Wasserschildkröten in Gefangenschaft ist

[1] http://www.youtube.com/watch?v=almJghl1VXk

dokumentiert, dass sie zum Beispiel mit einem Ball, mit Stöcken oder mit dem Schlauch in ihrem Becken spielen. Auch von einigen Fischen wird ein »spielartiges Verhalten« beschrieben, das aber bisher schlecht dokumentiert ist (Burghardt 2005). Es lässt sich allerdings vermuten, dass differenzierte Beobachtungen dazu künftig noch einige Überraschungen hervorbringen werden. Vielleicht ist das Spiel, auch in anderen Formen als bei Säugetieren und Vögeln, viel weiter verbreitet als bisher angenommen.

Unter den Wirbellosen kommt Spielverhalten offenbar nicht vor. Aber auch hier gibt es zumindest eine Ausnahme, nämlich beim Gewöhnlichen Kraken *(Octopus vulgaris)*, der in Gefangenschaft ein starkes Neugierverhalten zeigt und nach der Erkundung interessanter Gegenstände auch damit spielt (Kuba 2006).

Abb. 1: Spielende Katzen (Zeichnung: Marita Rosslenbroich)

Abb. 2: Eine Bonobomutter spielt mit ihrem Kind.
(Aus Burghardt 2005, nachgezeichnet von Marita Rosslenbroich)

3

4

Abb. 3: Pandabären spielen auf einer Rutsche.
(Nachgezeichnet von Marita Rosslenbroich)

Abb. 4: Spielender Kea (Zeichnung: Marita Rosslenbroich)

Abb. 5: Komodowaran in einem Zoo in Florida. Der Waran spielt mit einem Ring, der ihm vom Pfleger hingehalten wird. (Szene aus einem Video, nachgezeichnet von Marita Rosslenbroich)

Was ist Spiel?

Unter Spielverhalten versteht man jede Bewegung, Objektmanipulation und soziale Interaktion, die außerhalb des Zusammenhangs mit einem aktuellen Problem ausgeführt wird. Spiel ist ein Verhalten, das von unmittelbaren Bedürfnissen und Anforderungen entkoppelt ist und innerhalb dieser Eigenständigkeit ein hohes Maß an Flexibilität enthält. Spielverhalten ist typischerweise spontan, freiwillig und intentional. Es ist offensichtlich vergnüglich und angenehm, die Tiere tun es gerne.

Es wird typischerweise im sogenannten »entspannten Feld« gespielt, das heißt nur, wenn die physischen Bedürfnisse gedeckt sind. Nur wenn die Tiere gesund sind, genügend Futter haben und wenn sie sich nicht durch irgend etwas bedroht fühlen, spielen sie.

Man kann das Spiel bei Tieren grob einteilen in Bewegungsspiel, Beutespiel, Objekt-Spiel, und soziales Spiel. Burghardt (2005) fügt noch eine spezielle Kategorie für die Keas hinzu: »demolishing play« – Zerstörungsspiel.

Spiel besteht aus den Komponenten des normalen Verhaltens, das den jeweiligen Tierarten zur Verfügung steht wie etwa Rennen, Klettern, Objektmanipulation, Jagdverhalten und vieles andere mehr. Aber im Spiel werden sie fragmentiert, wiederholt, übertrieben und neu kombiniert. Damit enthält das Spiel eine ausgesprochene Flexibilität.

Formen des Spiels:

Bei Tieren:

Bewegungsspiel
Beutespiel
Objektspiel
Soziales Spiel

Bei Kindern (nach Smith 2010)**:**

Senso-motorisches Spiel
Objektspiel
Soziales Spiel
Sprachspiel
Aktivitätsspiel
Fantasiespiel, Als-ob-Spiel, Spiel mit Regeln, Rollenspiel

Autonomieentstehung in der Evolution

Es gibt allerdings eine Möglichkeit, das Phänomen des Spielverhaltens schlüssig in das Evolutionsverständnis einzuordnen, die im Rahmen der Arbeiten an der Autonomie-Theorie der Evolution deutlich wurde (Rosslenbroich 2006, 2007, 2012, 2014).

Der Kern des Ansatzes ist der Nachweis, dass es in der Evolution der Tierwelt und des Menschen nicht nur zu Anpassungen kam, sondern dass gerade die größeren evolutiven Schritte gekennzeichnet waren von einer Zunahme individueller Autonomie der Organismen. Dazu gehören die Emanzipation von unmittelbaren Umweltbedingen, die Zunahme der inneren Stabilität, die Regulierbarkeit von Körperfunktionen und auch die Erweiterung der Flexibilität des Verhaltens in der Umwelt.

Für die Evolution der Nervensysteme lässt sich aufzeigen, dass das Prinzip der Entkopplung von entscheidender Bedeutung war. In einfachen Nervensystemen ursprünglicher Tiere folgt eine Reaktion unmittelbar auf den Reiz. Der Reiz, durch Sinneszellen wahrgenommen, und die Reaktion liegen funktionell nahe beieinander. Mit der Entstehung komplexerer Nervensysteme werden immer mehr Neurone dazwischengeschaltet. Sie ermöglichen in unterschiedlichem Ausmaß, die Reaktion zu modulieren, die dadurch nicht mehr ganz so unmittelbar erfolgen muss, sondern vielfach selbstbestimmter sein kann. Diese Modulierbarkeit ist zunächst gering, sie wird aber mit der Bildung von immer größeren Gehirnen und zentralisierteren Nervensystemen erweitert. Damit wurde das Verhalten immer flexibler, selbstbestimmter und autonomer.

Spielverhalten kommt nun gerade bei den Tieren vor, die die umfangreichste Ausbildung des Zentralnervensystems haben, das heißt, die auch die intelligentesten sind. Es sind diejenigen Tiere, die am meisten Flexibilität in ihrem Verhalten entwickeln, also in ihrem Verhalten am wenigsten festgelegt sind. Das gibt es bei Tieren zwar nur in begrenztem Maße, der Großteil des Verhaltens ist auch bei den höheren Tieren durch Instinktverhalten mehr oder weniger fixiert. Aber der Anteil der flexibleren Verhaltensweisen kann deutlich erweitert sein, wozu auch eine erweiterte Lernfähigkeit, Möglichkeiten der Nachahmung und der Lösung einfacher Probleme gehören.

Diese Flexibilität kann nun so erweitert werden, dass sie auch ungerichtet zu einer Art Selbstzweck werden kann, was eine der Voraussetzungen für Spiel ist. Spiel enthält insofern Freiheitsgrade und lässt sich an die übrigen Tendenzen zur Autonomieentstehung in der Evolution anschließen. Es ist die folgerichtige Weiterentwicklung unter vergleichsweise stärker selbstbestimmten und autonomen Tieren.

Die Flexibilität entsteht aber nicht nur in den Fähigkeiten des Nervensystems. Typisch ist auch, dass eine hohe Flexibilität und eine gewisse Vielfalt in den Bewegungen möglich wird, indem viele Säugetiere im Spiel hochkomplexe und geradezu akrobatische Bewegungen ausführen, natürlich stark abhängig von der Organisation der jeweiligen Tierart. So ist es auch folgerichtig und geradezu zu erwarten, dass der Gemeine Krake auch Spielverhalten zeigt. Er ist unter den wirbellosen Tieren dasjenige mit dem konzentriertesten Zentralnervensystem und hat durch seine acht Arme eine erstaunliche Bewegungsfähigkeit.

Während des Spiels werden Bewegungen neu »erfunden« oder es treten Verhaltensweisen bzw. Bruchstücke davon auf, die in anderen Zusammenhängen von Bedeutung sein können, zum Beispiel Flucht-, Angriffs- oder Beutefanghandlungen. Aber im Spiel sind sie neu und vielfältig kombinierbar, sodass sie individuell geprägt und damit sehr verschieden sein können.

Die Zeit, in der die Jungen von Vögeln und Säugetieren von den Eltern behütet werden, ist ein Freiraum, in dem die Jungtiere spielen können. Währenddessen sind sie relativ unabhängig von überlebensnotwendigen Tätigkeiten.

Es kommt aber auch noch eine mentale Form der Flexibilität hinzu: Spiel beinhaltet Verhaltensweisen, die zum Schein ausgeführt werden, wie beispielsweise bei Scheinkämpfen. Die Tiere müssen also in der Lage sein, ein Verhalten vorzugeben bzw. das Vorgeben eines Verhaltens bei einem Spielpartner zu erkennen. Dem Spielpartner muss deutlich gemacht werden können, dass das ausgeführte Verhalten »nur« Spiel ist. Bei Hunden ist das zum Beispiel der bekannte Bogen, bei dem sie sich mit den Vorderpfoten ablegen, während die Hinterbeine aufrecht bleiben.

Außerdem wird auch bei Tieren regelmäßig beobachtet, dass sich Spielpartner, die gegenüber dem anderen überlegen oder dominant sind, zurückhalten (»self-handicapping«), wie um das Spiel »fair« zu machen. Dies alles setzt einen gewissen Grad kognitiver Fähigkeiten voraus und dürfte insofern mit der Leistungsfähigkeit des Zentralnervensystems in Verbindung stehen.

Besonders für Primaten sind »individuelle« Spiele beschrieben worden. Darin sind dann noch weniger eng vorgegebene Verhaltensabfolgen vorhanden. Wenn Spiel überhaupt einen Übungscharakter hat, dann sind daraus abgeleitete Verhaltensweisen später auch deutlich individueller. Durch sie können sehr individualisierte Fähigkeiten oder Gewohnheiten ausgebildet werden, indem sie eine »schöpferische Komponente« enthalten.

Bemerkenswert ist ja, dass das Spiel immer das freudige Interesse des Menschen erregt. Wer hat sich nicht schon einmal vom ausgelassenen Spiel junger Katzen oder Hunde bezaubern lassen? Mit vielen Haustieren wird gespielt, und miteinander spielende Tiere zu beobachten, ist für uns immer ein ästhetisches Erlebnis. Das

Spielverhalten von Tieren rührt uns deshalb so an, weil es Anklänge an die umfangreiche menschliche Verhaltensflexibilität hat. Eibl-Eibesfeldt (1999: 416) schrieb:

»Dadurch, dass im Spiel die Handlungen von den ihnen normalerweise vorgesetzten Instanzen (Antrieben) abgehängt werden können, schafft sich das Tier ein entspanntes Feld, und es versetzt sich in die Lage, mit seinem Bewegungskönnen zu experimentieren und sich dialogisch mit seiner Umwelt auseinanderzusetzen. Diese Fähigkeit, sich distanzieren zu können, steht an der Wurzel dessen, was wir als spezifische menschliche Handlungsfreiheit erleben.«

Berücksichtigt man die Autonomieentstehung im Laufe der Evolution, so ist die Entstehung des Spiels kein Paradox mehr, sondern ist folgerichtig aus der Reihe der evolutiven Übergänge regelrecht zu erwarten.

Spiel beim Menschen

Scheinhandlungen prägen insbesondere das Spiel beim Menschen. Diese Fähigkeit bildet sich etwa im Alter von 2 Jahren und wird dann in aller Ausführlichkeit über viele Jahre betrieben. Eine Voraussetzung dafür ist die Entkopplung zweier beteiligter Repräsentationen im Bewusstsein: Bei Objekten gibt es zum einen die wirklichkeitsgemäße Repräsentation des Objektes, zum anderen eine vorgestellte Version desselben Objektes (die Badewanne als »Schiff«, der »Kuchen« im Sandkasten). Oder in Bezug auf Tätigkeiten einmal das wirklichkeitsgemäße Erleben von sich selbst und zum anderen von der gespielten Handlung, die deutlich als »nur gespielt« erlebt wird. In erweiterter Form kann sich dieses Scheinspiel bei etwas älteren Kindern (z. B. 6–8 Jahre) auch völlig von Gegenständen, Körperteilen oder anderen Personen lösen (aus einer Tasse trinken oder sich kämmen, ohne irgend etwas in der Hand zu haben; Spielen eines imaginären Kameraden und Ausführen von Scheinhandlungen mit ihm). Diese Entkopplung ist eine hohe Bewusstseinsleistung und steht am Ursprung eines seiner selbst bewussten Innenlebens. Insofern spielende Tiere einen Spielmodus von der Wirklichkeit unterscheiden können, muss davon ausgegangen werden, dass auch ihnen bereits eine gewisse, rudimentäre Entkopplung dieser beiden Repräsentationen zur Verfügung steht. Bei Menschenaffen sind vereinzelt sogar von Gegenständen unabhängige Scheinhandlungen beschrieben worden, allerdings selten und nur in menschlicher Obhut (Smith 2010).

Aber beim Menschen gehen die Möglichkeiten zur Entkopplung offensichtlich

weit über das hinaus, was beim Tier möglich ist. Der Mensch kann Bewusstseinsinhalte so weit von gegebenen Sinneseindrücken oder aktuellen Empfindungen entkoppeln, dass sie symbolhaft bewegt werden können. Dadurch können sie flexibel hervorgebracht und weiterentwickelt werden. Diese symbolischen Repräsentationen sind dann auch die Grundlage für Selbstwahrnehmung, Wahrnehmung des Anderen als bewusstseinsfähige Person, Empathie und schließlich auch die Sprache, die in der heutigen Form eine Symbolsprache ist (Carruthers 2002, Smith 2010, Rosslenbroich 2014).

Gärdenfors (2003) unterscheidet Repräsentationen, die unmittelbar von einem Signal angeregt werden (»cued representations«) von solchen, die davon abgelöst sind (»detached representations«). Letztere unterteilt er noch einmal in abhängige Repräsentationen (»dependent representations«), die auf äußeren Wahrnehmungen beruhen, auch wenn diese nicht unmittelbar vorhanden sind, und unabhängige Repräsentationen (»independent representations«), denen keine äußeren Wahrnehmungen zugrunde liegen, wie etwa bei Fantasien. Seine These ist, dass dies auch die Reihenfolge sei, in der diese Fähigkeiten evolutiv entstanden sind (cued representations → dependent representations → independent representations). Die Entwicklung des Denkens sei beschreibbar als die Entkopplung von mehr und mehr Repräsentationen. Wenn verschiedene Repräsentationen bewegt werden können – also auch unterschiedliche Wege, ein Ziel zu erreichen – entsteht die Möglichkeit der Wahl. Jetzt können Motive, die voneinander entkoppelt sind, mental bewegt werden. Alle diese Fähigkeiten können in den verschiedenen Formen des Spiels beteiligt sein.

Daraus ergibt sich zum einen die Möglichkeit des Fantasiespiels, zum anderen wird der aktive plastisch-flexible Umgang mit Vorstellungen, Erinnerung und Ideen durch das Fantasiespiel geübt.

Im Fantasiespiel können neue Ideen oder »Hypothesen« entstehen, die dann erkundet, bewegt und weiter entwickelt werden. Die möglichen Konsequenzen werden »durchgespielt«, bevor Ideen verworfen oder angenommen und in die Praxis umgesetzt werden. Der Vorgang ist also nahe verwandt mit jeder Form von Planung und Entwurfsarbeit. Dabei werden Vorstellungen und Ideen, Reihenfolgen und Zeitfolgen gebildet und Informationen unabhängig von Zeit und Raum bewegt. Fantasiespiel ist damit eine Grundlage und Übungsfeld für die Entwicklung der Kreativität (Bateson & Martin 2013, Nowell 2014).

Sicherlich spielen Kinder am meisten und ausführlichsten. Aber auch Erwachsene spielen. Dabei werden Spiele oft formalisiert und einer Reihe von Regeln unterworfen wie etwa im Sport. Das unbändige Herumtoben und Raufen kleiner Kinder ist bei Erwachsenen seltener, wird aber zusammen mit Kindern gerne wieder aufgegriffen. Wenn Erwachsene raufen wollen, geben sie sich ein mitunter kompliziertes

System von Regeln wie etwa im Judo, das damit aber gleichzeitig auf eine höhere kulturelle Stufe gestellt wird.

Spiele können stark abstrahiert werden, wie etwa im Schach. Aber auch Bewegungsspiele werden mit großer Freude in jedem Alter ausgeführt. Dabei werden unsere umfangreichen und hochgradig flexiblen Bewegungsmöglichkeiten immer wieder neu kombiniert und variiert. In anderen Spielen werden Regeln und Vereinbarungen getroffen, wie etwa beim Versteckspiel oder bei Ballspielen. Diese Verbindung von Fantasie und Bewegung zeigt, dass die neuronalen Vorgänge immer eng verbunden sind mit den Vorgängen im ganzen Körper und der Ursprung der entstehenden Flexibilität nicht alleine im Gehirn gesucht werden kann (Fuchs 2009).

Spiele können sich zu erheblicher Bedeutung für das gesellschaftliche Leben entwickeln. So hatte die Fußballweltmeisterschaft von 2006 gleichzeitig die Funktion, ein modernes, gastfreundliches Deutschland zu präsentieren und so mit einigen aus seiner Geschichte immer noch haften gebliebenen Vorbehalten aufzuräumen. Aber sie können sich auch verselbstständigen, was ebenfalls am Fußball aufzeigbar ist, indem die Identifikation von Menschen mit dem Spiel mitunter für einträgliche Geschäfte missbraucht wird.

Damit wird deutlich, dass das Spiel elementar zu unserem Menschsein gehört. Die Anklänge daran gibt es bereits bei einigen Tieren. Aber bei keinem anderen Lebewesen ist das Spiel so bedeutend wie beim Menschen. Und zwar nicht nur in Kindheit und Jugend. Spiele machen einen umfangreichen Teil der Kultur aus. Vom Skat über Leichtathletik, Turnen oder Turmspringen bis hin zu den Olympischen Spielen kultivieren wir unsere Autonomie und Flexibilität.

Verlängerte Jugendzeit

Der Mensch hat eine besonders lange Zeit der Jugendentwicklung (Kipp 1980), in der viel Freiraum für die Bildung des »entspannten Feldes» entstehen kann. In der Anthropologie werden vor allem zwei Phasen beschrieben, die im Vergleich zu den anderen Primaten stark verlängert sind (Nowell 2014): Zum Ersten die Kleinkindphase nach der Entwöhnung bis zum Durchbruch des ersten Molaren, wodurch etwa 4 zusätzliche Jahre relativen Wachstums hinzugefügt werden. Sie ermöglichen zusätzliche Erfahrungen im Verhalten, die die Plastizität in der Entwicklung erheblich erweitert. Zum Zweiten die Jugendzeit (Adoleszenz) von der Pubertät bis zum Aufhören des Wachstums. Sie bringt eine zusätzliche Zeit des

Lernens, Übens, Übertragens, aber auch des Modifizierens und Individualisierens besonders der kulturellen Fähigkeiten mit sich.

Untersuchungen mit der Funktionellen Magnetresonanz-Tomographie zeigten, dass sich in diesen verlängerten Reifezeiten die Aktivitäten des Präfrontalen Cortex besonders ausgeprägt entwickeln (Casey & al. 2000, Neubauer & Hublin 2012). Der präfrontale Cortex wird mit Fähigkeiten wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, logisches Denken und Planung in Verbindung gebracht, also mit höheren mentalen Funktionen und flexiblen Assoziationen (Neubert & al. 2014). Es liegt also nahe, dass das Spiel die Reifung und Bahnung in diesen Arealen beeinflusst.

Dabei bilden wir die Synapsen und Bahnungen später als etwa die Schimpansen. Sie entstehen in der frühkindlichen Entwicklung vermehrt durch Erfahrungen, was die Plastizität erheblich erweitert. Bei Schimpansen sind viele Verknüpfungen dagegen bereits bei der Geburt festgelegt.

Wir haben zu 98,8% dieselben Gene wie Schimpansen, aber ein wichtiger Unterschied ist offenbar, dass die Exprimierung der Gene, die mit der Bildung von Synapsen im Zusammenhang stehen, zeitlich verschoben wird. Bei Affen hört sie etwa um die Geburt herum auf. Beim Menschen geht sie noch 5 Jahre weiter, und in gewissem Ausmaß auch weit darüber hinaus. Dabei werden aber nicht einfach immer neue Synapsen gebildet. Vielmehr bildet sich zunächst eine Überzahl an Synapsen und neuronalen Bahnen, und nur diejenigen, die benutzt werden, stabilisieren sich dann. Bahnungen, die nicht auf diese Weise stabilisiert werden, werden wieder zurückgebildet (Casey & al. 2000, Liu & al. 2012).

Für diesen ganzen Vorgang hat der Mensch sehr viel mehr Zeit. Gerade in dieser im glücklichen Fall von außen behüteten Zeit wird mit einer unter den Tieren unerreichten Ausführlichkeit und Intensität gespielt (Smith 2010).

Aus Tierversuchen gibt es Hinweise darauf, dass Erfahrungen, die während des Spiels gemacht werden, einen erheblichen Einfluss auf die Bildung der Synapsen und die neuronale Bahnung haben. So wurden zum Beispiel junge Laborratten in drei Gruppen aufgezogen: Die Tiere einer ersten Gruppe hatte nur einen, die einer zweiten mehrere Spielpartner. Die Tiere einer dritten Gruppe hatten jeweils nur das Muttertier zur Gesellschaft und dadurch kaum Anregungen zum Spiel, da erwachsene Ratten nicht mit ihren Jungtieren spielen. In Untersuchungen des Gehirns konnte man im Vergleich zeigen, dass erhebliche Unterschiede in der Ausbildung des Präfrontalen Cortex bestanden, wobei es zu deutlich weniger Bahnungen bei den Tieren gekommen war, die nicht oder nur wenig gespielt hatten (Pellis & Pellis 2009). Die Autoren formulieren, »dass nicht nur das Gehirn das Spiel formt, sondern ebenso das Spiel das Gehirn«. Sie vergleichen die Defizite sogar mit denjenigen, die bei pathologischen Schäden des Präfrontalen Cortex zu beobachten sind.

Man kann davon ausgehen, dass dies auch beim Menschen so stattfindet. Dazu kommt dann noch die Entwicklung flexibler motorischer Fähigkeiten, die auch trainiert werden müssen. In diesem Sinne würde es sich also durchaus um das Erüben von Fähigkeiten handeln. Aber das Entscheidende ist die zu trainierende motorische und neuronale Flexibilität, die Fähigkeit auf Situationen und Aufgaben eigenständig, vielfältig und kreativ zu reagieren. Es sind die gleichen kognitiven Ressourcen beteiligt, die beim Kind das Scheinspiel und beim Erwachsenen kreatives Denken und Planen ermöglichen. In beidem wird mit vorgestellten Möglichkeiten und Annahmen experimentiert (Carruthers 2002).

Unter Kindern wird dabei auch Sozialkompetenz erübt. Hier geht es aber weniger um das Erlernen bestimmter Verhaltensregeln im Umgang miteinander, sondern um die Beweglichkeit darin, das Reagierenkönnen auf jeweils aktuelle und individuelle Situationen. Der soziale Umgang miteinander ist heute eben nicht mehr in bestimmten Verhaltensmustern festgelegt, sondern muss flexibel verfügbar sein und kann damit individuell ausgefüllt werden. Auch unter Erwachsenen ist es ja oft leichter, miteinander Kontakt aufzubauen und Umgang zu pflegen, wenn eine gemeinsame Tätigkeit im Spiel oder im Sport gesucht wird. Ebenso erlernen die Kinder den flexiblen Umgang mit den kulturellen Strukturen ihrer Umgebung: Während früher mit Pferd und Wagen und mit Zinnsoldaten gespielt wurde, wird heute mit Autos gespielt.

Der Umstand, dass dies durch eine hoch flexible Form des Lernens angeeignet wird, bildet aber auch die Voraussetzung dafür, dass soziale und kulturelle Umgangsformen im Prinzip veränderbar bleiben. Man könnte überspitzt sagen, dass Spiel auch einen subversiven Charakter hat. Denn was der Mensch beim Spiel erübt, kann prinzipiell auch verändert werden. Vielleicht liegt darin ein Grund, warum manche Erziehungssysteme versuchen, das Spiel der Kinder zu unterdrücken. Die überzogen strenge Erziehung und Ausbildung in manchen asiatischen Ländern, allen voran China, lassen keinen Raum mehr für das Spiel. Das könnte also System haben.

Aber dann müssen wir uns hier in Deutschland auch fragen, welche Konsequenzen es hat, wenn Schülern immer weniger Zeit zum freien Spiel bleibt: Schule bis zum späten Nachmittag und danach Hausaufgaben lassen eben keine Zeit mehr für freies Spiel. Dazu kommt die Überflutung mit »Spielzeug«, das keine Freiräume für fantasievolles, selbstbestimmtes Spiel lässt. Der Drang zum Spiel wird mit Surrogaten wie Computerspielen ausgefüllt, von denen in der Psychologie inzwischen gut belegt ist, dass sie negative Auswirkungen haben und das freie, körperliche Spiel nicht ersetzen können.

Die Autorin der Wochenzeitschrift »die Zeit«, Susanne Gaschke, hat viel über die Situation der Kinder in der modernen Zeit geschrieben und stellt die Frage:

»Ziehen wir gerade die unkreativste Generation aller Zeiten heran?« Die Deprivation vom Spiel dürfte wesentlich dazu beitragen: »Kulturwissenschaftler sehen […] im unstrukturierten Kinderspiel die Vorstufe zu den späteren kulturellen Leistungen Erwachsener: Springen und Herumtoben werden zu Tanz und Sport, aus dem Spiel mit Bauklötzen erwachsen Kunst und Architektur, Rollenspiele sind Vorgänger von Literatur und Theater. Werden Kinder, denen die »mittlere Kindheit« gekappt wird, noch die Problemlösungskompetenz und Kreativität entwickeln können, die eine moderne, hochkomplexe Gesellschaft von ihren Bürgern, Arbeitnehmern, Unternehmern, Künstlern, Forschern und Politikern erhoffen muss? Wir sind mitten in einem Langzeitversuch, dessen Ergebnis wir erst in Jahrzehnten kennen werden.« (Gaschke 2011)

Auch andere Autoren sehen schwerwiegende Konsequenzen darin, dass Kinder immer weniger die Erfahrung des ungebundenen Spiels im Freien zusammen mit anderen Kindern machen. So nimmt der Psychologe Peter Gray (2011, 2013) an, dass die Abnahme solcher Erfahrungen dazu beiträgt, dass Ängstlichkeit, Depression, Selbstmord, Gefühle der Hilflosigkeit und Narzissmus unter Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen zunehmen. Das freie Spiel funktioniere als ein Medium, wodurch Kinder eigenständige Interessen und Kompetenzen entwickeln. Es fördere die Fähigkeit zu Entscheidung, Problemlösung, Selbstkontrolle und Regulation der Emotionen sowie Freunde zu finden, mit anderen zurecht zu kommen und Freude zu erfahren. Brown & Vaughan (2011) sind der Auffassung, dass Spiel die Vorstellungsfähigkeit stimuliere, »die Seele stärke« und das Leben erfüllender und sinnvoller mache. Es stärke die seelische und körperliche Gesundheit von Kindern und Erwachsenen und erhalte Neugier und Flexibilität.

Ausführliches Spiel könnte also durchaus als Medium angesehen werden, durch das gesellschaftliche Weiterentwicklung, Innovation und Kreativität förderbar sind. Dabei erzeugt Spielen eine eigene Wirklichkeit: die der Möglichkeiten. Nur ein gesellschaftliches Establishment, das daran kein Interesse hat, wird versuchen, das Spiel zu unterdrücken oder zu entfremden. Selbst Disziplinen des Sports werden so weit institutionalisiert, formalisiert und für kommerzielle oder repräsentative Zwecke gebraucht, dass sie Gefahr laufen, ihren eigentlichen Spielcharakter zu verlieren.

Spiel kann auch einen generellen Effekt auf das Lernen haben. Da es angenehm und befriedigend ist, lernt es sich dabei leichter. Dieser intuitiv einleuchtende Zusammenhang konnte auch in vergleichenden Studien bestätigt und neurophysiologisch nachvollzogen werden (Nowell 2014).

Vielleicht ist es ja auch wichtig, dass wir im Laufe unseres Lebens immer wieder spielen. George Bernhard Shaw schrieb: »We don't stop playing because we grow old, we grow old because we stop playing.« (zitiert nach Bateson & Martin 2013: 5)

Die neueren Kenntnisse über die Synapse weisen darauf hin, dass die Struktur der synaptischen Verknüpfungen sogar zeitlebens äußerst flexibel und wandelbar bleibt. Neuweiler (2006, 2008) stellt dar, dass aus dem Bild von einer stabilen Kontaktstelle zwischen Neuronen das Bild einer sehr dynamischen Struktur geworden ist. Die Verknüpfungen können sich innerhalb kürzester Zeit verändern und machen damit das Gehirn zu einem flexiblen Netzwerk, dessen Verhalten nur bedingt und unter restriktiven Bedingungen messbar oder vorhersehbar ist. Heute wird auch neurophysiologisch immer deutlicher, dass das Gehirn bzw. unsere gesamte Physiologie die Möglichkeit bereit hält, bis ins hohe Alter zu lernen und neue Nervenzellen und synaptische Verknüpfungen zu bilden (Robson 2013). Wir haben eine ausgeprägte neuronale Plastizität, was dem verbreiteten neurogenetischen Determinismus klar widerspricht (Gilbert 2002).

Friedrich Nietzsche (1886) schrieb: »Reife des Mannes: das heißt den Ernst wiedergefunden haben, den man als Kind hatte, beim Spiel.«

Der niederländische Kulturhistoriker Johan Huizinga (1939) entwickelte sogar eine Philosophie, nach der der Mensch seine Fähigkeiten besonders über das Spiel entwickelt (Homo ludens = der spielende Mensch). Er entdecke im Spiel seine individuellen Eigenschaften und entwickle sich anhand der dabei gemachten Erfahrungen zu dem, was er ist. Spielen setze dabei Handlungsfreiheit und eigenes Denken voraus. Dabei fasst er den Begriff des Spiels allerdings sehr weit, wodurch er droht, unpräzise zu werden.

Wir leben aber in einer Gesellschaft, die auf Wettbewerbsfähigkeit, Konkurenz und Effektivität ausgerichtet ist, ideologisch gestützt durch eine einseitig auf das Selektionsprinzip konzentrierte Evolutionstheorie. Darin hat das freie Spiel immer weniger Platz. Eltern und Schulen sind zunehmend darauf aus, Kinder auf die Anforderungen der Leistungsgesellschaft vorzubereiten und ihre Zeit in diesem Sinne durchzuplanen. Spiel wird dabei zu einem überflüssigen Zeitvertreib, gelegentlich nötig, ansonsten aber unwichtig. Die Konfrontation mit den verfügbaren Medien tut ein Übriges, die dabei angebotene Perversion des Spiels ist abgekoppelt vom sozialen Zusammenhang des unmittelbaren Miteinanders, der Bewegung und der sinnlichen Welterfahrung. Aber selbst in den Sport, der durchaus als eine Form des Spiels betrachtet werden kann, werden die Prinzipien der Leistungsgesellschaft und des Konkurrenzdenkens importiert, sodass der eigentliche Spielcharakter oft verloren geht.

Kreativität

Bateson & Martin (2013) machen eine interessante Unterscheidung zwischen Kreativität und Innovation. Kreativität bezeichnet dabei generell die Entwicklung neuer Ideen oder Handlungsweisen, unabhängig von ihrer praktischen Verwertbarkeit oder Nützlichkeit. Innovation dagegen bezeichnet die Änderung in einer praktischen Vorgehensweise, die dann auch von anderen aufgegriffen wird. Innovation entwickelt etwas Neues, das nützlich ist. Bateson und Martin arbeiten heraus, dass kreative Menschen nicht unbedingt innovativ sind, und dass umgekehrt innovative Menschen oft Ideen aufgreifen, die von kreativen Menschen entwickelt wurden.

In diesem Sinne ist Kreativität etwas Umfassenderes und näher verwandt mit dem Spiel, indem sie zunächst unabhängig von Nützlichkeit und Verwendung ist. Neue Verhaltensweisen, Tätigkeiten, körperliche oder sprachliche Ausdrucksformen oder neue Denkweisen werden oft unabhängig von ihrer unmittelbaren Verwendbarkeit entwickelt und sind insofern eng verwandt mit dem Spiel.

Der Kreative verlässt etablierte Muster. Er durchbricht Regeln und Gesetze. Er nimmt neue Beziehungen wahr zwischen Gedanken, Dingen oder Ausdrucksformen, die bisher beziehungslos erschienen. Er ist in der Lage, sie in neuer Weise zu verbinden, genauso wie im Spiel Bewegungen oder Gedanken immer wieder neu kombiniert werden können. Dies eröffnet bis dahin nicht da gewesene Möglichkeiten ohne Rücksicht darauf, ob sie berechtigt sind oder sich auszahlen.

Die Geschichte ist voller Beispiele von hoch kreativen Menschen, die gleichzeitig eine gewisse Verspieltheit hatten. Mozart ist sicherlich ein gutes Beispiel dafür, und seine Verspieltheit ist auch in seiner Musik wahrnehmbar, bis hin zu regelrechten musikalischen Witzen. Picasso war bekannt für seine Verspieltheit. M. C. Escher sagte von sich selbst, dass er es liebte, mit Gewissheiten, Perspektiven, Raumesrichtungen usw. zu spielen. So entstanden seine Bilder von unmöglichen Treppen oder Wasserläufen.

Der Wissenschaftstheoretiker Thomas Kuhn verglich wissenschaftliches Arbeiten mit dem Spiel. Sicherlich gilt das nicht generell, aber es gibt auch unter Wissenschaftlern genügend Beispiele. Alexander Fleming, der Entdecker des Penicillins, war bekannt für seine Verspieltheit. Sein Vorgesetzter beschrieb missbilligend, dass er Forschung wie ein Spiel betriebe und alles als einen großen Spaß ansähe. Wenn Fleming gefragt wurde, was er mache, dann sagte er, er spiele mit Mikroben herum. Es sei so amüsant, die Regeln zu durchbrechen und etwas zu finden, woran niemand gedacht hatte. Max Delbrück formulierte ein »Prinzip der gemäßigten Schlampigkeit«: Man solle nachlässig genug sein, dass etwas Unvorhergesehenes passiert,

aber nicht so nachlässig, dass man nicht mehr sagen kann, was es war (Beispiele aus Bateson & Martin 2013).

Spiel kann aber auch ganz verinnerlicht werden. Wir sprechen dann von Gedankenspielen, für die man sich vielleicht viel mehr Zeit nehmen sollte, als unser anerzogener Effektivitätswahn es zulässt. Das war wohl eine Komponente in der Entwicklung Albert Einsteins (Folgendes nach Isaacson 2010). Einstein lernte als Kind nur langsam sprechen – so langsam, dass seine Eltern einen Arzt konsultierten und das Dienstmädchen ihn »der Depperte« nannte. Sein unabhängiges Naturell und sein Widerstand gegen Autoritäten trugen nach eigener Überzeugung zu seiner wissenschaftlichen Kreativität bei. Und dass er so langsam sprechen lernte, führte dazu, dass er immer mehr in Bildern als in Worten dachte. Er liebte seine »visuellen Gedankenexperimente«. Was wir Tagträumereien nennen würden, bezeichnet ein Einstein eben als Gedankenexperimente.

Die meisten seiner großartigen wissenschaftlichen Leistungen entsprangen solchen imaginären Abenteuern: Wie könnte eine Lichtquelle aussehen, wenn man in derselben Geschwindigkeit neben ihr herläuft? Wenn eine Person auf einem Bahnsteig gleichzeitig zwei Blitze wahrnimmt, würde eine andere Person in einem vorbeifahrenden Zug sie ebenfalls gleichzeitig wahrnehmen? Wenn Sie in einem geschlossenen Aufzug stehen, der bis jenseits der Erdanziehung nach oben fährt, wäre dann Ihre Wahrnehmung die gleiche wie in einem geschlossenen Aufzug, der sich im Gravitationsfeld der Erde befindet?

Sein langsames Lernen veranlasste ihn, sich über alltägliche Phänomene, die wir anderen als gegeben hinnehmen, den Kopf zu zerbrechen. Sein ganzes Leben hindurch bewahrte sich Albert Einstein seine besondere kindliche Begeisterungs- und Verwunderungsfähigkeit. Er glaubte, wie er später in einem Brief schrieb, dass Menschen wie er nicht altern, sondern angesichts der großen Mysterien des Universums immer ihre kindliche Neugier beibehalten. Er wunderte sich sein ganzes Leben lang über die erstaunlichen Naturphänomene, die die meisten Erwachsenen als gegeben hinnehmen. Was ist ein Magnetfeld? Warum zuckt eine Kompassnadel und zeigt dann nach Norden? Er versuchte immer, sich Sachverhalte bildlich vor Augen zu führen. Wie wäre es, neben einem Lichtstrahl herzureiten? Wie sieht ein Gravitationsfeld aus?

Vor allem war er rebellisch genug, um jede Erkenntnis zu hinterfragen, egal wie offensichtlich sie war. Törichter Glaube an Autoritäten, erklärte er immer wieder, sei der Feind der Wahrheit.

Frühe Hominiden

In Studien an fossilen Funden früher Hominiden wie etwa dem Neandertaler oder dem *Homo erectus* konnte gezeigt werden, dass diese Menschenformen eine kürzere Zeit der Körperentwicklung hatten als der *Homo sapiens*. Besonders an Feinschliffen von Zähnen wurde das ermittelt. Die Jugendlichen wurden also deutlich früher erwachsen. Demgegenüber kam es also beim *H. sapiens* zu einer Verlangsamung und Verlängerung der Reifung, was zur beschriebenen verlängerten Zeit führte, in der gelernt und gespielt werden kann (Nowell 2014).

Der Unterschied bestand bereits bei den ersten Einwanderern des *Homo sapiens*, die Europa vor etwas mehr als 40.000 Jahren, aus Afrika kommend, erreichten und die eiszeitlichen Landschaften für die folgenden 30.000 Jahre besiedelten. Dieser sogenannte Cro-Magnon-Mensch lebte noch lange parallel zum Neandertaler *(Homo neanderthalensis)*, der dann aber ausstarb.

Es ist heute gut bekannt, dass bereits der Neandertaler weitreichende Kulturfähigkeiten hatte. Aber der neu einwandernde Cro-Magnon-Mensch brachte eine kulturelle Explosion mit sich, wie sie keine Menschenform vor ihm geschaffen hatte. Neben ausgefeilten und diffizilen Steinbearbeitungen tauchen in den archäologischen Funden mit seinem Erscheinen in Europa kleine geschnitzte oder geritzte Darstellungen und Figuren von verblüffender Raffinesse und Kunstfertigkeit auf.

Diese neue Kreativität steht offensichtlich im Zusammenhang mit einer veränderten physischen Organisation, zu der auch die verlängerte Jugendzeit gehört. Wie weit die Fähigkeiten zur Beweglichkeit innerer Repräsentationen beim Neandertaler gingen, lässt sich natürlich nicht mehr rekonstruieren. Aber er hat keine Kunst hinterlassen wie der *H. sapiens*, abgesehen von kunstfertig beschlagenen Steinen. Die Bildung weitgehend entkoppelter Repräsentationen und das symbolische Denken standen dem Neandertaler vermutlich noch nicht zur Verfügung, was man auch an der Art seiner kulturellen Hinterlassenschaften ablesen kann (Nowell 2014).

Neandertaler hatten ein schnelleres prä- und postnatales Gehirnwachstum. Aber auch die Form ihres Schädels unterschied sich von der des modernen Menschen. Bei jungen Neandertalern war der Schädel zunächst noch rundlich angelegt, bekam dann aber eine zunehmend längliche Form mit flacher Stirn. Der Neandertaler gab also im Laufe der Individualentwicklung die frühe rundliche Form des Schädels auf, was wohl vor allem auf die weniger prägnante Ausbildung des Präfrontalen Cortex zurückzuführen sein dürfte *(Abb. 6)*. Das erfolgte in einer Phase, in der beim modernen Menschen die wichtigsten neuronalen Verbindungen angelegt werden. Daher vermutet man, dass auch die neuronalen Verknüpfungen beim Ne-

andertaler anders waren, als wir es heute vom modernen Menschen kennen und dass dies zu Unterschieden in seinen kognitiven Fähigkeiten geführt hat. Vor allem der erweiterte präfrontale Cortex des *H. sapiens* führte zu wesentlich erweiterten mentalen Fähigkeiten (Coolidge & Wynn 2005, Gunz & al. 2010, Neubauer & Hublin 2012).

Sicherlich haben auch Neandertaler-Kinder gespielt, aber ihnen stand dafür nicht so viel Entwicklungszeit zur Verfügung, und es kann auch angenommen werden, dass Fantasiespiel noch nicht in diesem Ausmaß möglich war.

Die Kunstprodukte des Cro-Magnon-Menschen spiegeln die sich neu entwickelnde Fähigkeit, mit Bildern und abstrakten Formen umzugehen und sich darüber mitzuteilen. In dieser Zeit entstanden auch jene von ihm angefertigten Höhlenmalereien Süd-West-Frankreichs und Nordspaniens, die wir heute so sehr bewundern. Die Bilder, die vorwiegend die eiszeitliche Tierwelt mit oft sehr charakteristischen Details darstellen, sind überwiegend tief im Inneren der Höhlen, entkoppelt von der direkten Wahrnehmung des gemalten Motivs, entstanden. Es kann daher angenommen werden, dass diese Höhlenmalerei ein ganz wesentliches Übungsfeld dafür war, mit Vorstellungen und inneren Bildern zunehmend autonom umzugehen (Rosslenbroich & Rosslenbroich 2012).

Abb. 6: Schädel von *Homo neanderthalensis* (links) und *Homo sapiens* (Cro-Magnon, rechts). Vergleiche vor allem die Ausprägung der Stirn.

Die Veränderungen, die der Cro-Magnon-Mensch mitbrachte, müssen also eine profunde evolutive Bedeutung gehabt haben. Eine längere Kindheit muss von Bedeutung gewesen sein für die Ausbildung und Reifung der neuronalen Fähigkeiten, die Bildung der Synapsen, neurophysiologische Bahnungen und den spielerischen Erwerb einer erweiterten Plastizität des Verhaltens und weiterer sozialer und kognitiver Fähigkeiten.

Das setzt den Neandertaler oder etwa den noch älteren *Homo erectus* in keiner Weise zurück, denn im Vergleich zu anderen Primaten sind hier schon erhebliche Kulturtechniken errungen worden, wie das gekonnte Beschlagen von Steinen, die Beherrschung des Feuers, die Herstellung von Speeren und vielem anderem mehr. Angesichts dieser kulturellen Fähigkeiten spricht man längst nicht mehr von »primitiven« Formen. Aber mit dem *H. sapiens* setzte eine neue Stufe der Autonomieentwicklung ein, die nun zunehmend die freie internalisierte Beweglichkeit von Repräsentationen ermöglichte.

Die Höhlenmalerei sowie die sogenannte Kleinkunst mit Schnitzereien und Ritzungen auf Knochen oder Steinplatten zeigen auch eindrücklich die Neigung zum Spiel mit Farben und Formen. Dem experimentellen Archäologen Marc Azéma (2011) ist es gelungen, Herstellung und Verwendung kleiner Scheiben aus Knochenmaterial zu rekonstruieren, die auf der Vorder- und Rückseite unterschiedliche Haltungen eines eingeritzten Tieres zeigen. Diese Scheiben wurden offenbar in eine Sehne eingespannt und konnten durch Aufzwirbeln der Sehne dazu gebracht werden, sich schnell zu drehen. Die dabei entstehende schnelle Folge der Bilder bringt den optischen Eindruck einer Bewegung der Beine des Tieres *(Abb. 7)*. Was ist das anderes als kreatives Spiel?

Phänotypische Plastizität

Man kann also beobachten, dass das Spiel im Verhalten höherer Tiere von immer größerer Bedeutung wird. Es sind gerade die am weitesten entwickelten Arten, in denen zumindest die Jungtiere, oft aber auch die Erwachsenen spielen. Und schließlich nimmt beim Menschen das Spiel in jedem Lebensalter eine erhebliche Bedeutung an. Es ist aber anzunehmen, dass diese Organismen nicht nur die Fähigkeit zum Spiel haben, sondern dass auch umgekehrt das Spiel deren Evolution beeinflussen kann.

In neueren evolutionsbiologischen Konzepten wird dem Phänotyp zunehmend eine größere Bedeutung für die Veränderung der Arten zugestanden (Übersicht

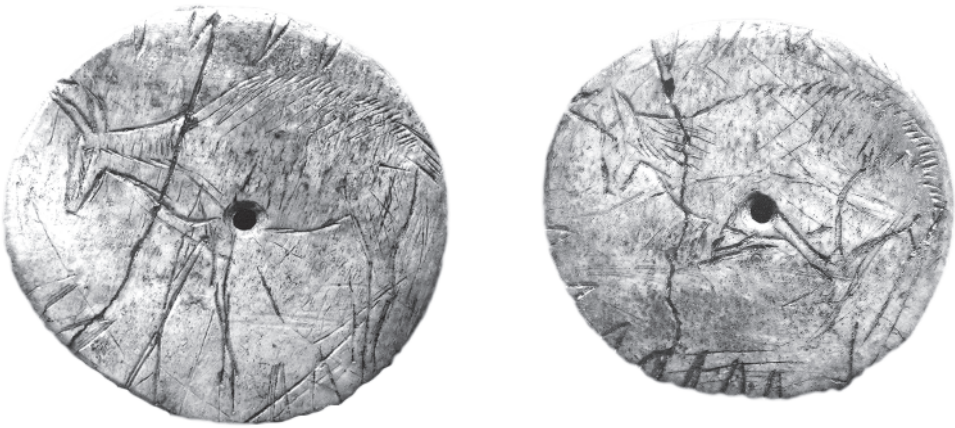

Abb. 7: Vorder- und Rückseite einer Knochenscheibe aus dem Jung-Paläolithikum (Laugerie-Basse, Dordogne). Bringt man die Scheibe in eine schnelle Drehung, zieht das dargestellte Tier im Wechsel die Beine an und streckt sie wieder aus (Azéma 2011).

siehe Rosslenbroich 2014: Kap. 12). Die frühere Annahme, dass evolutive Veränderungen ausschließlich auf genetische Zufallsmutationen zurückzuführen seien, lässt sich angesichts der neueren Kenntnisse der Genetik nicht mehr halten. Einige Autoren nehmen inzwischen sogar an, dass der Phänotyp für solche Veränderungen wichtiger sei als der Genotyp und dass Veränderungen von verschiedenen Ebenen ausgehen könnten (Pigliucci & Müller 2010, Shapiro 2011). Mary Jane West-Eberhard (2003) vertritt die These, dass der Phänotyp den evolutiven Veränderungen vorangehe und die Veränderungen erst sekundär genetisch fixiert würden.

Interessant ist auch die Überlegung von Wolfgang Wieser (1998), dass mit zunehmender Komplexität des Bauplans der Organismen im Laufe der Evolution die Bedeutung des Phänotyps zunehme und es zu einer graduellen Emanzipation von den Vorgaben des Genotyps gekommen sei. Es entwickle sich also eine »partielle Unabhängigkeit des Phänotyps vom Genotyp«.

Wieser legt seinen Betrachtungen ein Dreischichten-Modell des Organismus zugrunde: Die unterste Schicht bildet das Genom. Die mittlere Schicht bildet die phänotypisch sichtbare Gestalt einschließlich der Zellen, Gewebe und Organe sowie der molekularen Faktoren als Träger der Funktionen. Die dritte Schicht

bildet das Verhalten. Während nun Prokaryonten noch weitgehend von der untersten Schicht, dem Genom, bestimmt seien, nimmt mit den weiteren evolutiven Schritten, besonders unter den mehrzelligen Tieren, die Bedeutung der mittleren und der dritten Schicht zu. Der Phänotyp werde immer flexibler, was zunehmend aus seiner systemhaften Funktion ermöglicht wird und weniger direkt genetisch vorgegeben ist.

Das Spektrum der Expressionsmöglichkeiten genetischer Programme, so Wieser, werde immer reichhaltiger, vernetzter und differenzierter, und damit nehmen auch die Begegnungsmöglichkeiten und Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer jeweiligen Umwelt zu. Je größer die Vielfalt möglicher Wechselwirkungen mit der Umwelt, desto autonomer muss der Phänotyp operieren können. Dazu werden informationsverarbeitende Netze aufgebaut, zu denen zwar Konstruktionsvorgaben im Genom angelegt sind, deren jeweilige Aktivität jedoch erst in der Auseinandersetzung mit der Umwelt Gestalt annimmt.

Gerhart & Kirschner (1997) zeigen auf, dass im Verlauf der Evolution die Bedeutung regulatorischer Faktoren für die Kontrolle der Transkription zugenommen hat. Damit entstehen auf der phänotypischen Ebene Instanzen, die regeln, was aus dem vorhandenen Genom exprimiert wird und was nicht. So agiert der Phänotyp zunehmend autonomer, vermittels der regulatorischen Faktoren.

Weitere Beispiele der zunehmenden Eigenständigkeit des Phänotyps sind der Umstand, dass die individuellen Schaltmuster des Gehirns nur in groben Umrissen genetisch programmiert sein können, während die phänotypische Ausprägung entscheidend von der Nutzung der neuronalen Bahnen abhängt. Eine ähnliche phänotypische Flexibilität besteht auch hinsichtlich der Feinstruktur der Gefäßversorgung in den Geweben.

Das Verhalten als dritte Schicht wiederum verknüpft den Phänotyp mit seiner biotischen und abiotischen Umwelt. Vor allem aber entstehen als Teil dieser Umwelt auch soziale Systeme, die als mehr oder weniger flexible Organisationsformen neue Muster und damit auch neue evolutive Tendenzen hervorbringen können (Tomasello 2009). Die genetischen Voraussetzungen spielen dabei zwar im Sinne der genetischen Reaktionsnorm eine Rolle, werden aber in den Systemkontext eingebunden und teilweise von ihnen dominiert. Bereits Ernst Mayr (1988) formulierte die Annahme, dass den Änderungen von Organen meist die Änderung von Verhaltensweisen vorausgehe. Beim Menschen werden diese Möglichkeiten darüber hinaus individualisiert, sodass es zu einer umfangreichen Entfaltung des Repertoires individueller phänotypischer Verhaltensweisen kommt, was seine vergleichsweise rasch sich verändernde Geschichtlichkeit ausmacht.

Das Spiel in seinen verschiedenen Formen steht inmitten dieser Tendenzen und Möglichkeiten zur Flexibilisierung und Autonomisierung gegenüber organisch fi-

xierten Verhaltensweisen. Da wir im Organischen immer mit Interdependenzen rechnen müssen (Schad 1982, Rosslenbroich & Heusser 2010), dürfte das Spiel, vermittels der phänotypischen Plastizität, auch auf die organischen Voraussetzungen und deren Evolution zurückwirken. Wahrscheinlich kann man also sagen: Autonomie ermöglicht Spiel, und Spiel erweitert Autonomie.

Den zugrunde liegenden Vorgang kann man beispielhaft auch an einer Tätigkeit studieren, die zu den Spitzenleistungen menschlicher Autonomiefähigkeit zählt: Das Klavierspiel. Es setzt eine ungemein präzise Beweglichkeit der Hände und ihre willentliche Kontrollierbarkeit, ebenso wie eine umfangreiche mentale Auffassungs- und Vorstellungsfähigkeit für die Musik voraus. Und als Drittes kommt noch die sehr differenzierte Fähigkeit zum Hören durch ein hochentwickeltes Gehörorgan sowie seine neuronale Verarbeitung hinzu.

Wie oben dargestellt, ist der Mensch im Prinzip dazu in der Lage, diese Vorgänge voneinander zu entkoppeln und dadurch Flexibilität zu erreichen. Das heißt die mentale Vorstellung von der Musik, etwa einer Melodie, kann auch unabhängig von der Ausführung am Klavier aufgerufen werden, wenn uns etwa »eine Melodie im Kopf herumgeht«. Anders herum können wir auch ohne musikalische Vorstellung auf die Tasten des Instrumentes drücken und uns davon überraschen lassen, was wir zu hören bekommen. Und ebenso können wir über das Gehör Musik wahrnehmen, ohne sie mental aufzunehmen, also »ohne zuzuhören« oder die Finger zu bewegen. Eine weitergehende motorische Entkopplung, als sie ohnehin schon veranlagt ist, muss sogar von jedem Klavierschüler geübt werden, wenn nämlich die beiden Hände unabhängig voneinander werden sollen, um jeweils ganz verschiedene Stimmen, wie etwa Melodie und Begleitung, zu spielen.

Über diese Möglichkeit der Entkopplung hinaus werden diese Elemente aber willentlich wieder zusammengeführt und beeinflussen sich dann gegenseitig, werden sozusagen zu einer neuen Einheit. Die neuronalen Vorgänge führen zu einer zunehmenden Geschicklichkeit der Hände, und andererseits werden durch die Tätigkeit der Hände die entsprechenden Gehirnareale umfangreich trainiert.

Auf die Verbindung von beidem weist insbesondere Fuchs (2009) hin, der in seinem Buch herausarbeitet, dass die neuronalen Vorgänge eng mit den Vorgängen im ganzen Körper verbunden sind, sodass das Gehirn nur als »verkörpertes« Organ verständlich wird, das unsere Beziehung zur Welt, zu anderen Menschen und zu uns selbst vermittelt und das Wahrnehmungen und Bewegungen miteinander verknüpft. Eine Voraussetzung ist die hohe Plastizität des Gehirns, durch die es in der Lage ist, wiederkehrende Verknüpfungen des Organismus mit einem Objekt in sensomotorische Koppelungen umzuwandeln, die den entsprechenden Funktionen zugrunde liegen. Damit wird das Gehirn zu einer Matrix von Vorgestalten, von vorausgenommenen Mustern, die Bewegungspotenziale bereit halten. Es wird zum

»Organ der Möglichkeiten«. Fuchs verweist als Beispiel auf die musikphysiologischen Untersuchungen von Bangert & Altenmüller (2003), die zeigen, dass durch Übung auf dem Klavier sowohl die Ton- als auch die neuronalen Bewegungssequenzen gleichzeitig eingeübt werden. Es genügt dann, die jeweilige Melodie zu hören, um im Gehirn schon die entsprechenden Bewegungsmuster der Finger aufzurufen. Bei Pianisten führt dies dazu, dass ihnen beim bloßen Hören einer Melodie schon die entsprechenden Finger »zucken«. Umgekehrt haben sie den Klang immer schon »im Ohr«, bevor die Finger ihn am Klavier erzeugen.

Es gibt zunehmend Studien, die zeigen, dass durch die komplexen Vorgänge beim Erlernen eines Instruments auch andere Fähigkeiten, einschließlich höherer kognitiver Fertigkeiten, gefördert werden (Herholz & Zatorre 2012, Rickard & McFerran 2012). Entscheidend bleibt aber, dass wir diese Verknüpfungen willkürlich herbeiführen können, im Prinzip also auch entkoppeln können. Der Pianist wird ja nicht zwanghaft auf dem Tisch herumklopfen, wenn ihm eine Melodie einfällt. Die beteiligten Komponenten können also mehr oder weniger getrennt voneinander willentlich hervorgebracht werden, was erst die Grundlage für die nötige Flexibilität ergibt. Ähnliches dürfte sich etwa in der Akrobatik, beim Tanz oder bei der Eurythmie abspielen, was insofern immer den ganzen Menschen bildet.

Das Spiel der Evolution

Bei den Singvögeln können sich die Möglichkeiten zum Spiel auch in ihrem Gesang ausdrücken. Viele Gesänge von Vögeln können so reichhaltig und flexibel sein, dass sie durchaus Parallelen zu den Bewegungsspielen anderer Tiere aufweisen. Das tritt etwa beim leisen, sehr variablen, als »Studieren« – oder mit dem englischen Wort »subsong« – gekennzeichneten Gesang heranwachsender Jungen und beim Herbst- bzw. Wintergesang vieler Singvögel auf. Es ist daher berechtigt, ihn ebenfalls dem Spiel zuzuordnen und als Spielgesang zu bezeichnen. Der »subsong« oder plastische Gesang einiger Singvogelarten kann sogar variationsreicher und länger sein als der spätere Reviergesang der adulten Männchen. Und der entspannte Reviergesang wird oft als musikalisch reichhaltiger beschrieben als der erregte Kampfgesang zur Abgrenzung von Revieren (Lorenz 1935, Hassenstein 1969, Streffer 2009). So ist gerade der »spielerische Stimmgebrauch bei den Singvögeln« im entspannten Feld nach Streffer ein Ausdruck erweiterter Freiheitsgrade.

Auch wenn der Mäusebussard oder der Rote Milan sich von der Thermik in große Höhen tragen lassen, geschieht das offensichtlich unabhängig von unmittelbaren physischen Bedürfnissen und ist in diesem Sinne ein Spielverhalten.

Wenn man darauf achtet, lassen sich offenbar weitere Felder finden, auf denen man eine Art Spiel entdecken kann. Ist es vielleicht möglich, dieses Phänomen auf noch ganz anderen Feldern wiederzufinden, die bisher nicht als Spiel verstanden werden? Könnte es sein, dass die Natur auch auf anderen Ebenen als der des Verhaltens spielt? Spielt die Natur womöglich auch mit der Vielfalt und Schönheit von Formen? Dann wären die vielen Versuche, jedwede Form oder Farbe, jede »Laune« der Natur durch irgendeinen Zwang zu Nützlichkeit oder Vorteilsnahme zu interpretieren, müßig. Sicherlich unterliegen Veränderungen auch der Notwendigkeit, funktionsfähig zu sein, sodass ihre Träger damit auch überlebensfähig sind. Und sicherlich gibt es Gesetzmäßigkeiten der Form und der Funktion, Grenzen und Bedingungen, nach denen sich die Umbildungen ausrichten. Aber könnte es sein, dass es innerhalb dieses Rahmens, innerhalb dieses Möglichkeitsfeldes, auch Freiheitsgrade gibt, die im spielerischen Sinne ausgefüllt werden?

Vielleicht gehört hierhin die jeden Betrachter verblüffende Vielfalt an Farben und Formen unter den Fischen, den Schmetterlingen und den Käfern. Spielt die Natur hier mit einem einmal entwickelten Prinzip, sodass der tatsächliche gestalterische Reichtum eher ein Spiel der Natur ist, als einem unmittelbaren Zweck zu dienen? Kann durch das Spiel mit den bisherigen Möglichkeiten sogar der nächste innovative Schritt vorbereitet und gefunden werden?

Unter den Schnecken und Muscheln gibt es eine solche Vielfalt an zum Teil bizarren Formen, dass dem Betrachter eine Nützlichkeit dieser Bildungen oft rätselhaft erscheinen muss. Die schönen Farben und Muster der Kaurischnecken werden zu allem Überfluss beim lebenden Tier sogar von einer Falte des Mantels verborgen, sodass sie normalerweise nicht sichtbar sind. Was soll das? Vielfalt und Schönheit unter den Einzellern haben schon Ernst Haeckel fasziniert. Könnte das ein Spiel der Natur mit den Möglichkeiten der einzelligen Organisation sein?

Wenn man die verschiedenen Stufen der Evolution betrachtet, gewinnt man den Eindruck, dass jeweils mit einem einmal errungenen Organisationsprinzip gespielt wurde. Eine frühe Form der Mehrzelligkeit war die Ediacara-Fauna, die einige Meeresböden besiedelte, bevor es zur Entwicklung der Metazoenstämme im Laufe der Kambrischen Explosion vor etwa 540 Mio. Jahren kam. Die Organismen waren vorwiegend flach gebaut, breiteten sich also hauptsächlich in der Oberfläche aus, wobei sie eine virtuose Vielfalt der Möglichkeiten dieses Oberflächenbaues zeigten.

In der Kambrischen Explosion entwickelte sich dann die Organisationsstufe der mehrzelligen Tiere, die ihre Körper mit den Möglichkeiten der drei Raumesrichtungen, der drei Keimschichten und verstärkter Außenabgrenzungen bildeten. Dabei entstanden relativ schnell alle Tierstämme, die überhaupt bekannt sind. Nicht alle überlebten, aber einige setzten die Evolution fort und führten auch zu

den uns heute bekannten Tierformen. Spielte die Evolution im Kambrium etwa mit den Möglichkeiten, die ihr dieses neue Bildungsprinzip bot?

McShea & Brandon (2010) vertraten im Rahmen der angeführten neueren Überlegungen zur Evolution das Konzept, dass die Natur immer dazu neige, Komplexität zu generieren. Das kann die Komplexität von einzelnen Organismen, von Ökosystemen oder generell die Biodiversität sein. Sekundär würde dies dann durch verschiedenste Prozesse eingeschränkt, kanalisiert und überformt. Könnte dies auch beschreibbar sein durch eine Art Ausspielen der jeweils verfügbaren Möglichkeiten?

Immer wird dieses »Spiel« in der Auseinandersetzung mit den Bedingungen der Organisation, der Umwelt und den Notwendigkeiten des Überlebens stattgefunden haben. Aber das Ausfüllen des Möglichkeitsfeldes und dessen Erweiterung könnte in einer Art kreativem Spiel der Natur erfolgt sein.

»Schönheit sei Vollkommenheit mit Freiheit«

Goethe (1794) versuchte, den Begriff der Schönheit im Organischen an Möglichkeiten zu Freiheitsgraden anzuknüpfen:

> »Ein organisches Wesen ist so vielseitig an seinem Äußeren, in seinem Innern so mannigfaltig und unerschöpflich, daß man nicht genug Standpunkte wählen kann, es zu beschauen, nicht genug Organe an sich selbst ausbilden kann, um es zu zergliedern, ohne es zu töten. Ich versuche die Idee: Schönheit sei Vollkommenheit mit Freiheit, auf organische Naturen anzuwenden. […]
>
> Damit […] ein Tier nur die notwendigen beschränkten Bedürfnisse ungehindert befriedigen könne, muß es schon vollkommen organisiert sein; allein wenn ihm neben der Befriedigung des Bedürfnisses noch so viel Kraft und Fähigkeit bleibt, willkürliche gewissermaßen zwecklose Handlungen zu unternehmen; so wird es uns auch äußerlich den Begriff von Schönheit geben.
>
> […] an diesem Tiere stehen die Glieder alle in einem solchen Verhältnis, daß keines das andere an seiner Wirkung hindert, ja daß vielmehr durch ein vollkommenes Gleichgewicht derselbigen Notwendigkeit und Bedürfnis versteckt, vor meinen Augen gänzlich verborgen worden, so daß das Tier nur nach freier Willkür zu handeln und zu wirken scheint. Man erinnere sich eines Pferdes, das man in Freiheit seiner Glieder gebrauchen sehen.
>
> Rücken wir nun zu dem Menschen herauf, so finden wir ihn zuletzt von den

Fesseln der Tierheit beinahe entbunden, seine Glieder in einer zarten Sub- und Koordination, und mehr als die Glieder irgendeines anderen Tieres dem Wollen unterworfen, und nicht allein zu allen Arten von Verrichtungen, sondern auch zum geistigen Ausdruck geschickt.«

Demnach würden wir also Schönheit dort erfahren, wo Lebensäußerungen über die reine Notwendigkeit des Lebenserhaltes hinausgehen. Das erleben wir dann auch bereits der Möglichkeit nach:

»Schön nennen wir ein vollkommen organisiertes Wesen, wenn wir uns bei seinem Anblicke denken können, daß ihm ein mannigfaltiger freier Gebrauch aller seiner Glieder möglich sei, sobald es wolle […].«

Hier werden nun Kriterien genannt, die auch auf das Spiel anwendbar sind: Das Spiel setzt Freiheitsgrade voraus, es geht über die unmittelbaren Bedürfnisse des Lebenserhaltes hinaus, und wir verbinden es mit einem positiven Erleben, wir finden es berührend, wenn Tiere oder auch Kinder miteinander spielen. Wir finden es schön, wenn die Vögel ihre Stimme im »spielerischen Stimmgebrauch« hören lassen. Wir finden es schön, wenn die Greifvögel sich im eleganten Segelflug in die Höhe treiben lassen, und wir finden es schön, wenn wir jungen Katzen beim ausgelassenen Herumbalgen zusehen.

Könnte es eine Verbindung geben zwischen der Schönheit und dem freien Spiel der Kräfte in der Natur? Empfinden wir die Natur dort als schön, wo sie über die Notwendigkeiten und die Bedingungen ihrer Existenz hinausgeht? Gibt es eine Verwandtschaft vom Spiel im Verhalten und der schillernden Vielfalt der Farben und Formen bei Schmetterlingen, Schneckenschalen, Korallenfischen und Vogelgefiedern? Hat vielleicht gerade das »freie Spiel« der Formen, Farben und Verhaltensweisen, dort, wo die jeweiligen organischen Möglichkeiten dies erlaubten, die Evolution vorangebracht?

Lässt sich – bei Weiterführung dieser Überlegungen – eine Verbindung herstellen zwischen der Vielfalt, die aus der Evolution hervorgeht, dem »freien Spiel« mit Formen, Farben und Verhaltensweisen, dort, wo die jeweiligen organischen Möglichkeiten dies erlauben, und dem Spiel im Verhalten als Ausdruck von Freiheitsgraden?

Literatur

Azéma, M. (2011): La préhistoire du cinéma. Edition errance, Paris

Bangert, M., Altenmüller, E. O. (2003): Mapping perception to action in piano practice: a longitudinal DC-EEG study. BMC Neurosience 4: 26 (www.biomedcentral.com/1471-2202/4/26)

Bateson, P., Martin, P. (2013): Play, playfulness, creativity and innovation. Cambridge University Press, Cambridge

Bekoff, M., Byers, J. A. (Eds.) (1998): Animal Play. Evolutionary, Comparative and Ecological Perspectives. Cambridge University Press, Cambridge

Brown, S., Vaughan, C. (2011): Play: How it Shapes the Brain, Opens the Imagination, and Invigorates the Soul. Penguin, London

Burghardt, G. (2005): The Genesis of Animal Play. Testing the Limits. Bradford Books, Cambridge, MA

Burghardt, G. M. (1998): The evolutionary origins of play revisited: lessons from turtles. In: Bekoff, M., Byers, J. A. (Eds.): Animal Play. Evolutionary, Comparative and Ecological Perspectives, pp. 1–26. Cambridge University Press, Cambridge

Carruthers, P. (2002): Human creativity: its cognitive basis, its evolution and its connections with childhood pretense. British Journal for the Philosophy of Science 53: 225–249

Casey, B. J., Giedd, J. N., Thomas, K. M. (2000): Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. Biological Psychology 54: 241–257

Coolidge, F. L., Wynn, T. (2005): Working memory, its executive functions, and the emergence of modern thinking. Cambridge Archaeological Journal 15: 5–26

Eibl-Eibesfeldt, I. (1999): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. Piper, München, Zürich

Fagen, R. (1981): Animal Play Behaviour. Oxford University Press, Oxford

– (1986): Play and behavioural flexibility. In: Smith, P. K. (Ed.): Play in Animals and Humans, pp. 159–173. Blackwell Oxford

Fuchs, T. (2009): Das Gehirn – ein Beziehungsorgan. Eine phänomenologisch-ökologische Konzeption. Kohlhammer, Stuttgart

Gärdenfors, P. (2003): How Homo Became Sapiens: On the Evolution of Thinking. Oxford University Press, Oxford

Gaschke, S. (2011): Die Verkürzung der Kindheit. Vor lauter Konsum und Kommunikation schrumpft die Zeit für freies Spiel und ungestörte Entfaltung – eine Empörung. Die Zeit Online, 8. September 2011. www.zeit.de/2011/37/Kindheit

Gerhart, J., Kirschner, M. (1997): Cells, Embryos, and Evolution. Toward a Cellular and Developmental Understanding of Phenotypic Variation and Evolutionary Adaptability. Blackwell, Malden MA

Gilbert, S. F. (2002): Genetic determinism: the battle between scientific data and social image in contemporary developmental biology. In: Grunwald, A., Gutmann, M., Neumann-Held, E. M. (Eds.): On Human Nature. Anthropological, Biological, and Philosophical Foundations, pp. 121–140. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Goethe, J. W. (1794): Inwiefern die Idee: Schönheit sei Vollkommenheit mit Freiheit, auf organische Naturen angewendet werden könne. Hamburger Ausgabe, Band 13: Naturwissenschaftliche Schriften I. Beck, München (1981)

Gray, P. (2011): The decline of play and the rise of psychopathology in children and adolescents. American Journal of Play 3: 443–463

– (2013): Free to Learn: Why Unleashing the Instinct to Play will Make our Children Happier, More Self-Reliant, and Better Students for Life. Basic Books, New York

Gunz, P., Neubauer, S., Maureille, B., Hublin, J. J. (2010): Brain development after birth differs between Neanderthals and modern humans. Current Biology 20(21): R921–R922

Hassenstein, B. (1969): Aspekte der »Freiheit« im Verhalten von Tieren. Universitas 24: 1325–1330
Herholz, S., Zatorre, R. (2012): Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. Neuron 76(3): 486–502
Huizinga, J. (1939): Homo ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel. Rowohlt, Hamburg (2009)
Isaacson, W. (2010): Einstein. Genie und Popstar. Bucher Verlag, München
Kipp, F. A. (1980): Die Evolution des Menschen im Hinblick auf seine lange Jugendzeit. Freies Geistesleben, Stuttgart
Kuba, M. J., Byrne, R. A., Meisel, D. V., Mather, J. A. (2006): When do octopuses play? Effects of repeated testing, object type, age, and food deprivation on object play in *Octopus vulgaris*. Journal of Comparative Psychology 120(3): 184–190
Liu, X., Somel, M., Tang, L. & al. (2012): Extension of cortical synaptic development distinguishes humans from chimpanzees and macaques. Genome Research 22(4): 611–622
Lorenz, K. (1935): Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. Journal für Ornithologie 83(2–3): 137–215, 289–413
Matuschek, S. (Hrsg.) (2009): Friedrich Schiller: Über die ästhetische Erziehung des Menschen in einer Reihe von Briefen. Suhrkamp, Frankfurt
Mayr, E. (1988): Toward a new philosophy of biology. Harvard University Press, Cambridge
McShea, D. W., Brandon, R. N. (2010): Biology's first law: The tendency for diversity and complexity to increase in evolutionary systems. University of Chicago Press, Chicago
Neubauer, S., Hublin, J. J. (2012): The evolution of human brain development evolutionary biology. Evolutionary Biology 39(4): 568–586
Neubert, F. X., Mars, R. B., Thomas, A. G. & al. (2014): Comparison of human ventral frontal cortex areas for cognitive control and language with areas in monkey frontal cortex. Neuron 81(3): 700–713
Neuweiler, G. (2006): Die dynamische Synapse. Ein nüchterner Beitrag zur Diskussion um das Thema Willensfreiheit. Naturwissenschaftliche Rundschau 59: 641–650
– (2008): Und wir sind es doch – die Krone der Evolution. Wagenbach, Berlin
Nietzsche, F. (1886): Jenseits von Gut und Böse. Reclam, Stuttgart (1988)
Nowell, A. (2014): Childhood, play and the evolution of cultural capacity in Neandertals and modern humans. In: Haidle, M., Conard, N., Bolus, M. (Hrsg.): The Nature of Culture. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Springer (in print)
Pellis, S., Pellis, V. (2009): The playful brain: Venturing to the limits of neuroscience. Oneworld Publications, Oxford
Pigliucci, M., Müller, G. (2010): Evolution – the Extended Synthesis. MIT Press, Cambridge MA
Rickard, N. S., McFerran, K. (2012): Lifelong Engagement With Music. Benefits for Mental Health and Well-Being. Nova Science Publishers NY
Robson, D. (2013): Old schooled: You never stop learning like a child. New Scientist 2918: 20–24
Rosslenbroich, B. (2006): Zur Autonomieentstehung in der Evolution – Eine Übersicht. Tycho de Brahe Jahrbuch 2006: 157–200. Tycho Brahe-Verlag, Niefern-Öschelbronn
– (2007): Autonomiezunahme als Modus der Makroevolution. Galunder Verlag, Nümbrecht
– (2012): Die Biologie der Freiheit. die Drei 10/2012: 15–35
– (2014): On the Origin of Autonomy. A New Look at the Major Transitions in Evolution. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
Rosslenbroich, B., Heusser, P. (2010): Entwurf einer organismischen Systembiologie. Jahrbuch für Goetheanismus 2010: 7–39. Tycho Brahe-Verlag, Niefern-Öschelbronn
Rosslenbroich, M., Rosslenbroich, B. (2012): Die französisch-spanische Höhlenkunst – Wiege der Autonomie des menschlichen Bewusstseins. die Drei 11/2012: 25–41

Schad, W. (1982): Biologisches Denken. In: Schad, W. (Hrsg.): Goetheanistische Naturwissenschaft Bd. 1 (Allgemeine Biologie), S. 9–25. Stuttgart
Shapiro, J. A. (2011): Evolution: A View from the 21st Century FT Press Science, Upper Saddle River, New Jersey
Smith, P. K. (2010): Children and Play: Understanding Children's Worlds. Wiley-Blackwell, Malden MA
Streffer, W. (2009): Klangsphären. Motive der Autonomie im Gesang der Vögel. Stuttgart
Tomasello, M. (2009): Why we cooperate. MIT Press, Cambridge Mass, London
West-Eberhard, M. J. (2003): Developmental Plasticity and Evolution. Oxford University Press, Oxford
Wieser, W. (1998): Die Erfindung der Individualität oder Die zwei Gesichter der Evolution. Spektrum, Heidelberg, Berlin

Der Autor

PD Dr. med. vet. Bernd Rosslenbroich, geb. 1957. Studium der Tiermedizin an der Universität Gießen. 1987 Promotion in der dortigen humanmedizinischen Chirurgie über ein Thema zur Melanombehandlung. Mehrmonatiger Forschungsaufenthalt an der Ohio State University, USA. 1987 bis 1989 Mitarbeiter am Institut für Tierphysiologie an der Universität Gießen mit physiologischen Untersuchungen zur Entstehung roter Blutkörperchen und Lehraufgaben zur vergleichenden Tierphysiologie. Ab 1989 Mitarbeiter an der Universität Witten/Herdecke, zunächst im Rahmen eines Auftrags des Bundesforschungsministeriums zur Betreuung eines staatlichen Förderschwerpunktes zur Erforschung der Komplementärmedizin. Ab 1998 Mitarbeiter im Institut für Evolutionsbiologie, ab 2005 Übernahme von dessen Leitung. 2006 Habilitation.

Zahlreiche Veröffentlichungen zur Evolutionsbiologie, 2014 als Buch erschienen: »On the Origin of Autonomy. A New Look at the Major Transitions in Evolution« (Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London).