



Petra Jansen  
Stefanie Richter

# Macht Bewegung wirklich schlau?

Zum Verhältnis von Bewegung  
und Kognition

# Macht Bewegung wirklich schlau?

# Macht Bewegung wirklich schlau?

Petra Jansen, Stefanie Richter

Wissenschaftlicher Beirat Programmbereich Psychologie:

Prof. Dr. Guy Bodenmann, Zürich; Prof. Dr. Lutz Jäncke,  
Zürich; Prof. Dr. Franz Petermann, Bremen; Prof. Dr. Astrid  
Schütz, Bamberg; Prof. Dr. Markus Wirtz, Freiburg i. Br.

**Petra Jansen  
Stefanie Richter**

# **Macht Bewegung wirklich schlau?**

Zum Verhältnis von Bewegung und Kognition



**Petra Jansen, Prof. Dr.**

Institut für Sportwissenschaft  
Universität Regensburg  
petra.jansen@psk.uni-regensburg.de

**Stefanie Richter, Dr.**

stefanie.richter@psk.uni-regensburg.de

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Kopien und Vervielfältigungen zu Lehr- und Unterrichtszwecken, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Anregungen und Zuschriften bitte an:

Hogrefe AG  
Lektorat Psychologie  
Länggass-Strasse 76  
3000 Bern 9  
Schweiz  
Tel: +41 31 300 45 00  
E-Mail: [verlag@hogrefe.ch](mailto:verlag@hogrefe.ch)  
Internet: <http://www.hogrefe.ch>

Lektorat: Dr. Susanne Lauri

Bearbeitung: Elke Renz, Stutensee-Spöck

Herstellung: Daniel Berger

Druckvorstufe: punktgenau GmbH, Bühl

Umschlagabbildung: © Andrew Rich by iStockphoto

Umschlag: Claude Borer, Riehen

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Finidr s.r.o., Český Těšín

Printed in Czech Republic

1. Auflage 2016

© 2016 Hogrefe Verlag, Bern

(E-Book-ISBN\_PDF 978-3-456-95561-2)

(E-Book-ISBN\_EPUB 978-3-456-75561-8)

ISBN 978-3-456-85561-5

**Nutzungsbedingungen:**

Der Erwerber erhält ein einfaches und nicht übertragbares Nutzungsrecht, das ihn zum privaten Gebrauch des E-Books und all der dazugehörigen Dateien berechtigt.

Der Inhalt dieses E-Books darf von dem Kunden vorbehaltlich abweichender zwingender gesetzlicher Regeln weder inhaltlich noch redaktionell verändert werden. Insbesondere darf er Urheberrechtsvermerke, Markenzeichen, digitale Wasserzeichen und andere Rechtsvorbehalte im abgerufenen Inhalt nicht entfernen.

Der Nutzer ist nicht berechtigt, das E-Book – auch nicht auszugsweise – anderen Personen zugänglich zu machen, insbesondere es weiterzuleiten, zu verleihen oder zu vermieten.

Das entgeltliche oder unentgeltliche Einstellen des E-Books ins Internet oder in andere Netzwerke, der Weiterverkauf und/oder jede Art der Nutzung zu kommerziellen Zwecken sind nicht zulässig.

Das Anfertigen von Vervielfältigungen, das Ausdrucken oder Speichern auf anderen Wiedergabegeräten ist nur für den persönlichen Gebrauch gestattet. Dritten darf dadurch kein Zugang ermöglicht werden.

Die Übernahme des gesamten E-Books in eine eigene Print- und/oder Online-Publikation ist nicht gestattet. Die Inhalte des E-Books dürfen nur zu privaten Zwecken und nur auszugsweise kopiert werden.

Diese Bestimmungen gelten gegebenenfalls auch für zum E-Book gehörende Audiodateien.

**Anmerkung:**

Sofern der Printausgabe eine CD-ROM beigelegt ist, sind die Materialien/Arbeitsblätter, die sich darauf befinden, bereits Bestandteil dieses E-Books.

# Inhalt

Einleitung .....	9
<b>1 Ausgangslage .....</b>	<b>13</b>
1.1 Bewegung in der Mediengesellschaft .....	13
1.2 Was bedeutet schlau überhaupt? .....	18
1.3 Was bedeutet Bewegung? .....	23
1.4 Der Boom der Neurowissenschaften .....	26
1.5 Die populärwissenschaftliche Hoffnung .....	28
Zusammenfassung Kapitel 1 .....	29
<b>2 Grundlagen der Bewegung und Kognition .....</b>	<b>31</b>
2.1 Exekutive Funktionen .....	31
2.2 Visuell-räumliche Fähigkeiten .....	39
2.3 Zentrale motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten .....	44
2.4 Motorische Entwicklung .....	47
Zusammenfassung Kapitel 2 .....	54
<b>3 Wie verarbeitet das Gehirn Bewegung? .....</b>	<b>55</b>
3.1 Das Gehirn als informationsverarbeitendes Organ .....	55
3.2 Das Neuron und die Informationsübertragung .....	55
3.3 Der Kortex .....	62
3.4 Die Struktur des Gehirns .....	66
3.5 Der Muskel und die Spinalmotorik .....	68
3.6 Willkürliche Motorik .....	70

3.7 Interne motorische Modelle .....	78
Zusammenfassung Kapitel 3 .....	88
<b>4 Wie zeigt sich die Kognition im Gehirn? .....</b>	<b>89</b>
4.1 Neuronale Korrelate visuell-räumlicher Fähigkeiten .....	89
4.2 Neuronale Korrelate Exekutiver Funktionen – Rolle des präfrontalen Kortex .....	106
Zusammenfassung Kapitel 4 .....	111
<b>5 Bewegung und kognitive Fähigkeiten .....</b>	<b>113</b>
5.1 Korrelative Studien .....	114
5.2 Quasi-experimentelle Designs (z. B. Experten-/ Novizen-Vergleich) .....	120
5.3 Experimentelle Designs .....	138
Zusammenfassung Kapitel 5 .....	152
<b>6 Andere Einflüsse auf kognitive Fähigkeiten – Bewegung ist nicht alles! .....</b>	<b>155</b>
6.1 Geschlecht .....	155
6.2 Motivation .....	160
6.3 Emotion .....	169
6.4 Bindung, Entwicklung und Lernen .....	182
Zusammenfassung Kapitel 6 .....	189
<b>7 Bewegung und Alter .....</b>	<b>191</b>
7.1 Veränderungen im Alter .....	192
7.2 Der Einfluss der Bewegung auf die Kognition im Alter .....	196
7.3 Studien zum Einfluss körperlicher Aktivität auf die neuronale Verarbeitung bei älteren Menschen .....	201
7.4 Einfluss der Bewegung bei Menschen mit einer Demenz .....	204
7.5 Andere Faktoren, die das Altern positiv beeinflussen können .....	205
Zusammenfassung Kapitel 7 .....	208

---

<b>8 Bewegung und Embodiment</b> .....	209
8.1 Embodiment und Kognition .....	213
8.2 Die Rolle des Körpers in verschiedenen Bewegungsformen und ihr Einfluss auf die Kognition .....	219
8.3 Embodiment bei Kindern .....	222
Zusammenfassung Kapitel 8 .....	226
<b>9 Bewegung und Emotion</b> .....	227
9.1 Emotionale Entwicklung .....	229
9.2 Einfluss von Bewegung auf den Selbstwert .....	231
9.3 Einfluss von Bewegung auf Emotionen und Stimmung .....	232
9.4 Einfluss von Bewegung auf emotionale Störungen .....	236
9.5 Warum beeinflusst Sport die Emotion? .....	239
Zusammenfassung Kapitel 9 .....	240
<b>10 Bewegung und Schule</b> .....	241
10.1 Bewegung und schulische Leistung .....	241
10.2 Die Politik, der Sportunterricht und die Vereine .....	244
Zusammenfassung Kapitel 10 .....	253
<b>11 Resümees</b> .....	255
<b>Dank</b> .....	257
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	259
<b>Die Autorinnen</b> .....	295
<b>Personenregister</b> .....	296
<b>Sachregister</b> .....	299



# Einleitung

Das Hauptanliegen dieses Buches ist es, die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Einfluss der Bewegung auf die Kognition differenziert darzustellen. Der Leser bzw. die Leserin soll nach dem Lesen den Eindruck gewonnen haben, dass Bewegung zwar auch für den Geist einiges verbessern kann, aber kein «Allheilmittel» ist, sondern gezielt eingesetzt viel Positives bewirken kann.

Kapitel 1 zeigt auf, wie es um Bewegung bei unserer medienorientierten Lebensweise bestellt ist, welches Verständnis von «Bewegung» und «Schlauheit» in diesem Werk zum Tragen kommt und inwieweit die Neurowissenschaften die Wechselwirkung dieser beiden Bereiche bislang verstehen helfen.

Kapitel 2 verschafft einen Überblick über bestimmte Teilgebiete der Bewegung und Kognition. Hier geht es darum, insbesondere die Teilgebiete ausführlich darzustellen, bei denen positive Effekte gefunden wurden: die sogenannten *Exekutiven Funktionen* und die *visuell-räumlichen Fähigkeiten*. Wie wir noch sehen werden, entwickeln sie sich grundlegend im Kindesalter, so dass in dieser «kritischen» Phase die Frage nach dem Einfluss der Bewegung von besonderer Bedeutung ist. Dazu kommt, dass gerade im Kindesalter die Grundlage für ein bewegungsfreudiges Leben gelegt wird, so dass uns in besonderem Maß der Einfluss der Bewegung auf die Kognition bei Kindern interessiert. Anschließend werden die zentralen motorischen Fähigkeiten, konditioneller und koordinativer Art, detailliert beschrieben sowie die motorische Entwicklung skizziert. Wir gehen hier gesondert auf die Entwicklung der Arm- bzw. Zeigebewegungen ein.

In Kapitel 3 werden der Aufbau und einige grundlegende Funktionsweisen des Gehirns erklärt. Auf dieser Grundlage geht es um das

Thema, wie das Gehirn Bewegung verarbeitet. Zentrale Begriffe wie Muskeln, Propriozeption und Reflex werden genauso dargestellt wie supraspinale Strukturen, die für die Bewegungsplanung und -durchführung von zentraler Bedeutung sind: das Kleinhirn, die Basalganglien und verschiedene Kortexregionen. Anschließend wird eine Modellvorstellung für die motorische Kontrolle erläutert, die internen motorischen Modelle.

Kapitel 4 zeigt, wie Kognition im Gehirn verarbeitet wird. Es werden diejenigen Prozesse und Gehirnstrukturen besser dargestellt, die bei der Verarbeitung der Exekutiven Funktionen und der visuell-räumlichen Fähigkeiten von Bedeutung sind.

Aufbauend auf Kapitel 3 und 4 werden im Kapitel 5 die Studien dargestellt, die den Zusammenhang zwischen Bewegung und Kognition beleuchten. Dabei ist das Kapitel nach der Art der verwendeten wissenschaftlichen Methode gegliedert. Es beginnt mit Studien, in denen Zusammenhänge untersucht werden (Korrelationsstudien), gefolgt von sogenannten quasi-experimentellen Designs (Untersuchung bestimmter Extremgruppen, die sich durch eine hohe Sportlichkeit oder durch eine eingeschränkte Motorik auszeichnen) sowie experimentellen Designs. Dabei beschränken wir uns auf die Betrachtung der Arbeiten mit Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen bzw. Erwachsenen mittleren Alters. (Die Bedeutung der Bewegung für ältere Erwachsene wird in Kapitel 7 behandelt.)

In Kapitel 6 beschreiben wir einige wichtige Faktoren, die außerdem die Kognition beeinflussen können. Hierzu gehören das Geschlecht, die Motivation bzw. Fähigkeit zur Selbststeuerung, die emotionale Befindlichkeit sowie Entwicklung und Bindung. Natürlich gibt es weitere Faktoren wie die persönliche Veranlagung oder Genetik. Auf die Bedeutung der Genetik für die Kognition werden wir jedoch aufgrund der Komplexität des Themas – die ein eigenes Buch wert wäre – nicht weiter eingehen. Ebenso vernachlässigen wir an dieser Stelle den Einfluss der Ernährung auf die Kognition.

Kapitel 7 widmet sich eingehend dem Thema Sport und Alter. Ausgehend von der veränderten Gesellschaftsstruktur mit einer hohen Anzahl von älteren Menschen ist es gesellschaftlich sehr bedeutsam, wie die Leistungsfähigkeit älterer Menschen bis ins hohe Alter aufrechterhalten werden kann. Hier wird zunächst auf die kognitiven und physiologischen Veränderungen im Alter eingegangen, um dann so-

wohl unter einer experimentellen als auch unter einer neurowissenschaftlichen Sichtweise die Studien zum Einfluss der Bewegung auf die Kognition im Alter zu betrachten. Schützt Sport tatsächlich vor einer Demenz? Auch dieser Frage soll nachgegangen werden.

Kapitel 8 beschäftigt sich mit der zunehmend beachteten Thematik des Embodiment. Es geht dabei um die Frage nach der Verkörperung (dem körperlichen «Abdruck») aller kognitiven (und natürlich auch emotionalen) Phänomene. Ausgehend von einer langen philosophischen Tradition der Leib-Seele-Trennung beschäftigt sich die empirische Wissenschaft mit dem Phänomen, dass unser Denken und Fühlen im Körper sichtbar wird und umgekehrt.

In Kapitel 9 schließt sich eine detaillierte Betrachtung des Einflusses der Bewegung auf die Emotionen an. Zunächst einmal wird dargestellt, was Emotionen in Abgrenzung zu Stimmungen und Gefühlen sind, wie sie sich entwickeln und wie sie neurowissenschaftlich lokalisiert werden können. Wichtig ist hier auch die Darlegung des Einflusses von Bewegung auf emotionale Störungen: Kann man einer Depression «davonlaufen»?

In Kapitel 10 wird der Einfluss der Bewegung im schulischen Kontext näher untersucht. Der Bewegungsnotstand ist dabei bekannt: Wir sitzen zu viel, in unserer Freizeit, aber auch in unserem Schul- und Berufsleben. Die Politik hat das Problem ihrerseits erkannt. Das Thema der «Bewegten Schule» wurde vielerorts aufgegriffen. Aber was wird hier tatsächlich getan und gibt es schon Ansätze, mehr Bewegung in die Schule zu bringen?

Jedes Kapitel endet mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse. Am Ende des Buches lautet unser Resümee auf die Frage *Macht Bewegung schlau?*: Ja, teilweise, unter bestimmten Bedingungen kann Bewegung helfen, die Kognition zu verbessern. Diese etwas vage scheinende Antwort bedeutet nicht, dass wir uns nicht gerne positionieren würden, sondern dass nach Durchsicht der relevanten Studien eine eindeutigere Aussage unseres Erachtens nicht möglich ist.

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, dass wir nach bestem Wissen und Gewissen die für die Thematik relevanten Studien zusammengefasst haben. Dafür haben wir in den wissenschaftlichen Datenbanken *pubmed* und *medline* Datenbankrecherchen durchgeführt. Wir haben den Wissensstand so genau wie uns möglich dargestellt

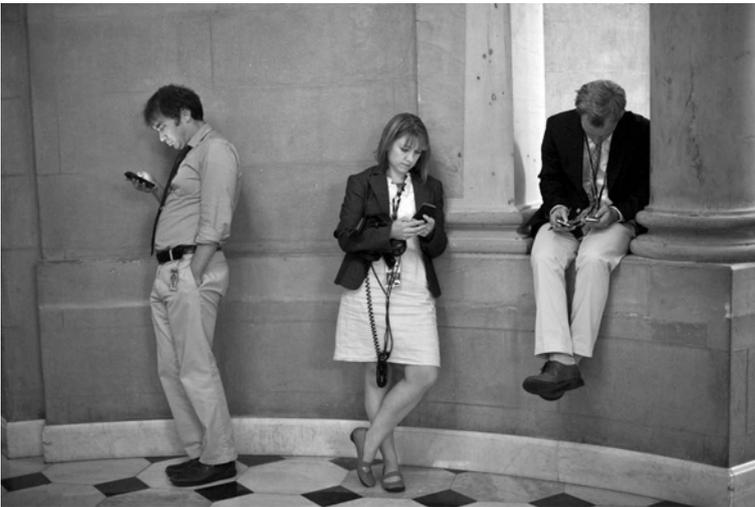
und hoffen, die wichtigen Arbeiten gewürdigt und zitiert zu haben. Aber Wissenschaftlerinnen sind auch nur Menschen und wir bitten, jeden Fehler zu entschuldigen. Das Thema ist brandaktuell, und auch während der Drucklegung dieses Buches wurden sicherlich Arbeiten zu dem Thema publiziert, die vielleicht nicht mehr berücksichtigt werden konnten. So ist Wissenschaft und – das ist das Schöne – alles verändert sich, man bleibt nie stehen und die Dinge entwickeln sich weiter. Man kann schlecht sagen: «Es ist so», sondern immer nur: «Es ist so unter den jeweiligen Bedingungen zu einem gewissen Zeitpunkt» – schauen wir einmal, was kommt, und bleiben wir offen, für das, was uns noch alles erwartet.

Zum Abschluss noch kurz ein Hinweis: Der besseren Lesbarkeit wegen nutzen wir bei Angaben wie Schüler, Lehrer etc. in diesem Buch nur die männliche Form auch dann, wenn beide Geschlechter gemeint sind. (Wo explizit Frauen oder Männer gemeint sind, machen wir dies deutlich.)

# 1 Ausgangslage

## 1.1 Bewegung in der Mediengesellschaft

In unserer Gesellschaft ist Bewegung ein Problem. Während Kinder sich in den 1970er Jahren noch 3–4 Stunden pro Tag bewegt haben, ist die Bewegungszeit in den 1990er Jahren auf eine Stunde pro Tag zurückgegangen (Bös et al., 2001). Zusammen mit einem erhöhten Fernseh- und Medienkonsum (s. u.) wundert es nicht, dass man immer öfter Menschen mit einer charakteristischen Körperhaltung sieht (s. **Abb. 1**).



**Abbildung 1:** Die Veränderung der Körperhaltung in der heutigen Gesellschaft. Durch die häufige Nutzung von Computern und Smartphones sieht man den «modernen Menschen» oft mit einem gebeugten Rücken.

Abbildung 1 macht sehr anschaulich deutlich, welchen Einfluss die veränderte Arbeitswelt und Gesellschaft auf die Physis hat, insbesondere auf die Haltung. Wir sind eine sitzende Gesellschaft. Dies bleibt natürlich nicht ohne Folgen: Gemäß der Gesundheitsberichtserstattung des Bundes (Raspe, 2012) zeigt sich eine hohe Prävalenz der Rückenschmerzen in der Bevölkerung. Ergebnisse der Deutschen Rückenschmerzstudie zeigen, dass nur ca. 20 % der Teilnehmer angaben, noch nie unter Rückenschmerzen gelitten zu haben. Sogar Kinder sind heutzutage schon von Rückenschmerzen betroffen (Faingold et al., 2004). Bei den 11–17-Jährigen rangieren wiederkehrende Bauch- und Rückenschmerzen nach den Kopf- und Bauchschmerzen auf dem dritten Platz aller bei Kindern bekannten Schmerzen, wie im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys bekannt wird (KiGGs-Studie; Ellert et al., 2007). Mittlerweile ist man sich jedoch auch vielerorts der gesundheitlichen Risiken bewusst, welche die sitzende Haltung mit sich bringt. So findet man nicht nur in der Süddeutschen Zeitung Schlagzeilen wie die vom 21.1.2015: «Ist Sitzen das neue Rauchen?» Selbst das Harvard Business Manager Magazin veröffentlichte am 20.2.2013 einen Artikel mit der Überschrift: «Sitzen ist das neue Rauchen!» Dies ist jedoch nicht nur ein medialer Eyecatcher, sondern es scheint auch wissenschaftliche Evidenz hierfür zu geben. Bereits 2010 fanden Dunstan et al. einen positiven Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Zeit, welche man vor dem Fernseher sitzend verbringt, und der Sterblichkeit. Darüber hinaus ist bekannt, dass die Zeit, die sitzend vor dem Fernseher verbracht wird, mit einem größeren Essenskonsum und einer höheren Energieaufnahme, einem geringeren Energieverbrauch und einer größeren Gewichtszunahme einhergeht. Schmid et al. (2015) wiesen in ihrer Analyse darauf hin, dass die lange Zeit, die wir im Sitzen verbringen, einhergehend mit einem geringen Level an moderater Aktivität, starke und unabhängige Variablen sind, die einen frühen Tod vorhersagen können. Dabei ist bislang noch ungeklärt, ob ein hohes Maß an sportlicher Aktivität dem erhöhten Risiko häufigen Sitzens entgegenwirken kann. Die Autoren fordern auf jeden Fall, dass der Appell, sportlich aktiver zu sein, durch die Empfehlung einer Reduktion der Zeit im Sitzen ergänzt werden muss. Weiterhin sollen die genauen Mechanismen des schädigenden Einflusses des Sitzens näher untersucht werden. In epidemiologischen Studien konnte z. B. eine positive Verbindung zwischen der sitzenden Zeit und

dem Level an Zucker und Fetten im Blut aufgezeigt werden (z. B. Genuso et al., 2013).

Wie bereits angeklungen, geht die sitzende Zeit auch mit einer vermehrten TV- bzw. Mediennutzung einher. Populärwissenschaftlich wird dieses Thema immer wieder aufgegriffen (s. «Digitale Demenz», Spitzer, 2012). Die Wissenschaftler streiten sich darüber, ob die vermehrte Nutzung digitaler Medien wirklich «dick, dumm, aggressiv, einsam, krank und unglücklich» macht, wie der Diskurs in der Psychologischen Rundschau (Appel & Schreiner, 2014; Spitzer, 2015) nahelegt. Fest steht auf jeden Fall, dass man in der Zeit, in welcher man sich den digitalen Medien widmet, zumeist sitzt und sich nicht aktiv bewegen kann – von der Smartphone-Nutzung im Gehen einmal abgesehen. Diese hat allerdings den Nachteil, dass sie gehäuft zu Unfällen führt, während man etwa als Fußgänger die Straße überquert (Lamberg & Muratori, 2012), und kann daher kaum als Argument benutzt werden, um Jugendliche mehr vom Gehen zu überzeugen!

Egal jedoch, wie man zu der Nutzung neuer Medien steht, Fakt ist, dass sie aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken sind. Jugendliche zwischen 11 und 17 Jahren nutzen am Tag durchschnittlich 3,8 Stunden (Jungen) bzw. 2,7 Stunden (Mädchen) audiovisuelle Medien (Lampert et al., 2007). 34% der Jungen nutzen die Medien sogar mehr als 5 Stunden täglich. Da die Datenerhebung schon etwas zurückliegt, kann man davon ausgehen, dass dieser Prozentsatz sogar noch gestiegen ist.

Es ist ferner belegt, dass Jugendliche, die viel Zeit vor dem Computer und im Internet verbringen, eher inaktiv sind (Lampert et al., 2007) und vermehrt Übergewicht haben. Hierbei ist jedoch die Kausalität nicht geklärt: So kann es sehr gut sein, dass übergewichtige Kinder – über das Sitzproblem hinaus – weniger Gelegenheiten und vielleicht auch weniger Lust haben, Sport zu treiben. Dies mag sich auch aus einem spezifischen Mangel an Sportangeboten für übergewichtige Kinder heraus etabliert haben.

Diese Zusammenhänge wurden in der deutschlandweit durchgeführten KiGGS-Studie untersucht. Bei KiGGS handelt es sich um eine Studie zur Gesundheit von ca. 12 000 ausgewählten Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen drei und 17 Jahren in Deutschland, die vom Robert Koch-Institut durchgeführt wurde. Die erste Basiserhebung fand im Zeitraum von 2003–2006 statt, eine erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1) in den Jahren 2009–2012, die zweite Folgebefragung

gung (KiGGS Welle 2) startete 2014. Schwerpunkte in der KiGGS Welle 1 waren körperliche und psychische Gesundheit, Gesundheitsverhalten und -versorgung und die soziale Lage der Kinder und Jugendlichen. Bezogen auf die körperliche Aktivität weisen die Ergebnisse der Befragung darauf hin, dass mehr als drei Viertel der Befragten regelmäßig Sport treiben. Ein Viertel kommt sogar der Empfehlung der WHO nach und bewegt sich mindestens 60 Minuten am Tag. Dabei spielt der soziale Status eine Rolle: Kinder aus Familien mit niedrigerem sozialen Status treiben tendenziell weniger Sport. Auch hat sich der oben erwähnte Befund bestätigt, dass Kinder und Jugendliche der Altersgruppe von elf bis 17 Jahre, die viel Zeit vor dem Fernseher, der Spielkonsole und dem Computer verbringen, weniger Zeit dem Sport widmen. Allerdings sind diese Daten mit Vorsicht zu genießen, da es sich um Befragungen und nicht um Erhebungen mittels bestimmter Testverfahren handelt.

Aussagekräftiger scheint daher die Analyse des Motorikmoduls aus der KiGGS-Basis-Studie zu sein (Oppert et al., 2007). Das Motorikmodul umfasst sowohl Fragebögen als auch motorische Tests. Anhand der gewonnenen motorischen Testwerte werden Normwerte erstellt, die es künftig leichter machen, die Entwicklung der motorischen Fähigkeiten der Kinder in Deutschland zu vergleichen. Ein wissenschaftlich seriöser Vergleich mit früheren Daten fällt aus, da die Testverfahren sich über die Jahre sehr unterscheiden. Im Rahmen des Motorikmoduls in Deutschland waren die Autoren bemüht, eine Testbatterie zusammenzustellen, die viele der Facetten motorischer Fähigkeiten abfragt (s. Kap. 2), wie Auge-Hand Koordination, Gleichgewicht, Hand- und Fingergeschicklichkeit, Gesamtkörperkoordination, Rumpfbeweglichkeit und Ausdauerfähigkeit. In einigen Jahren wird es dann möglich sein, die Leistungen der Kinder und Jugendlichen mit den hier erhobenen Normwerten zu vergleichen (Starker et al., 2007). Solche Vergleichsdaten liegen leider bis heute nicht vor. Aussagen, dass sich die motorische Leistungsfähigkeit zumindest in Teilbereichen zunehmend verschlechtert, können bislang nur aufrechterhalten werden, wenn man sich bewusst ist, dass man Daten verschiedener Herangehensweisen und unterschiedlicher Kollektive vergleicht.

Die Auswertung der Fragebögen in der Basisstudie ergab, dass das Bewegungsverhalten bei einem Großteil der Kinder und Jugendlichen unzureichend ist (Kettner et al., 2012). Auch wenn bislang nur Frage-

bogenergebnisse vorliegen und die motorischen Testvergleichsdaten heute noch nicht zur Verfügung stehen, sind sich die Wissenschaftler einig, dass die Förderung der körperlichen Aktivität im Kindesalter dringlich ist (Kettner et al., 2012). Am besten wirken die Präventionsprogramme dabei im frühen Kindesalter. Die Etablierung dieser Programme im Kindergarten und in der Grundschule hat den Vorteil, dass sie alle Kinder, unabhängig vom sozialen Status, erreicht. Von Vorteil ist es aber, wenn die Präventionsprogramme auch auf die individuellen Bedürfnisse der Kinder zugeschnitten sind, wie z. B. auf Kinder mit Migrationshintergrund oder übergewichtige Kinder. Dabei ist auch eine Vernetzung mit Vereinen denkbar (vgl. Kap. 10). Eine Expertenkommission in Deutschland gibt dabei Empfehlungen zur Förderung der körperlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Diese Empfehlungen beziehen sich auf die Umwelten der Kinder und Jugendlichen, das eigene Verhalten und die Berücksichtigung zusätzlicher Lebensstilfaktoren. Wichtige Punkte sind hier eine tägliche Bewegungszeit von 90 Min., ein täglicher Schritturnfang von mindestens 12000 Schritten und eine Limitierung der sitzenden Tätigkeit in der Freizeit (z. B. ab 6 Jahren max. 30 Min., ab 12 Jahren max. 120 Min.; Graf et al., 2013).

An dieser Stelle wird deutlich, wie der oft im Sitzen wahrgenommene Medienkonsum, die damit verbundene Inaktivität und die Neigung zum Übergewicht interagieren. Übergewicht führt auch schon im Kindesalter zu erhöhten Blutdruckwerten, Blutfetten bzw. einem erniedrigten HDL-Spiegel (Flechtner-Mors et al., 2012). Darüber hinaus ist sehr gut untersucht, dass Übergewicht im Kindesalter zu einigen Krankheiten im Erwachsenenalter führen kann, wie z. B. dem metabolischen Syndrom, Bluthochdruck und Krebs (Aggoun, 2007). Aus diesem Grunde ist es selbstverständlich sehr wichtig, sich mit den Auswirkungen des Bewegungsmangels zu beschäftigen. Bei dieser Sichtweise fokussiert man allerdings nur auf das Defizit. Eine andere Perspektive ist die Hinwendung zur positiven Wirkung des Sport. So wurden die positiven Effekte von Sport speziell auf depressive und ängstliche Symptome in mehreren Reviews und Metaanalysen belegt (Sarubin, 2013). Folglich ist es nicht verwunderlich, dass Sport auch bei der Behandlung psychischer Störungen, wie Depressionen und Angststörungen eine Rolle spielt (Sarubin, 2013). Hierzu – und generell zum Einfluss von Sport auf die Stimmung – mehr in Kapitel 9.

Im Mittelpunkt dieses Buches steht die Frage, ob Bewegung denn tatsächlich schlau machen kann – um diese jedoch beantworten zu können, muss zunächst einmal geklärt werden, was Schlausein denn überhaupt ausmacht.

## 1.2 Was bedeutet schlau überhaupt?

Neben den positiven bzw. (bei einem Mangel oder Exzess) auch negativen Auswirkungen von Sport auf Körper und Psyche werden in den letzten Jahren immer mehr die Auswirkungen des Körperverhaltens auf die Intelligenz, den Geist oder das kognitive System betont. Oft liest man die Sätze wie: Bewegung macht schlau! Aber was bedeutet das überhaupt – schlau? Und was ist an dieser Behauptung tatsächlich dran?

«Schlausein» verbindet man sofort mit dem Begriff der Intelligenz. Die Intelligenz ist sicherlich eines der am häufigsten untersuchten Konstrukte in der kognitiven Psychologie und spielt in unserer leistungsorientierten westlichen Welt eine bedeutende Rolle. Dabei gibt es zahlreiche Definitionen – von «Intelligenz ist, was der Intelligenztest misst» (Boring, 1923) bis hin zu Auslegungen, die sich aus einer bestimmten Intelligenztheorie entwickelt haben. Intelligenz gilt beispielsweise als die Fähigkeit des Individuums, zweckvoll zu handeln, vernünftig zu denken und sich mit seiner Umwelt wirkungsvoll auseinanderzusetzen (Wechsler, 1944). Das bekannteste Maß für die Intelligenz ist wohl der Intelligenzquotient (IQ), der auf Wilhelm Stern (1971–1938) zurückgeht (Tschechne, 2010). Der IQ wurde ursprünglich berechnet als  $\text{Intelligenzalter} / \text{Lebensalter} \times 100$ . Unter Intelligenzalter versteht man die Leistung in einem Intelligenztest, welche für das bestimmte Alter zu erwarten ist. Da bei dieser Definition jedoch fälschlicherweise von einer linearen Zunahme der Intelligenz mit dem Alter ausgegangen wird, hat Wechsler später ein Abweichungsmaß erstellt, welches auch der heutigen IQ-Berechnung entspricht. David Wechsler (1896–1981) formulierte den IQ als Abweichung der individuellen Leistung vom Mittelwert der Bezugsgruppe, relativiert an der Streuung, d. h. der Abweichung von einem Mittelwert (Gerrig & Zimbardo, 2008). Eine grundlegende Frage bei den verschiedenen Intelligenzmodellen ist, ob Intelligenz auf eine allgemeine und umfassende

Grundfähigkeit zurückzuführen oder ob sie in mehr oder weniger unabhängige Fähigkeiten zu unterteilen ist. Hierzu gibt es zahlreiche theoretische Annahmen wie die Zwei-Faktoren-Theorie (Spearman) oder die Mehrfaktorentheorie (Thurstone). Spearman geht davon aus, dass es eine Art Grundintelligenzfaktor «g» gibt, der in andere spezifischere Intelligenzfaktoren hineinwirkt (Myers, 2014).

In der Bevölkerung spielt Intelligenz eine so große Rolle, weil sie oftmals mit Erfolg gleichgesetzt wird. Dabei zeigt sich nur ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Intelligenz und der Schulleistung von Schülern, wobei in den höheren Jahrgangsstufen der Zusammenhang noch abnimmt, da hier das Vorwissen eine bedeutende Rolle spielt (Gerrig & Zimbardo, 2008).

Ein anderer Zugang zu den Fähigkeiten des Geistes ist es, statt von der Intelligenz von den sogenannten *kognitiven Fähigkeiten* zu sprechen (s. hierzu z. B. Eysenck & Keane, 2010). Hierunter versteht man die Fähigkeiten zur Wahrnehmung, zur Aufmerksamkeit, zum Denken, zur Bildung eines Gedächtnisses, zu mentalen Vorstellungen und zur Sprache, um nur einige Facetten zu nennen. (Kognition kommt von dem lateinischen Wort *cognoscere*, welches so viel bedeutet wie erkennen, erfahren, wissen.) Diese einzelnen Kompetenzen sind jedoch sehr unterschiedlich, und man muss nicht zwangsläufig in allen gleich gut sein. Intelligenz wird manchmal als Synonym der unterschiedlichen kognitiven Fähigkeiten, manchmal aber auch als ein Teilaspekt derselben aufgefasst (s. Gerrig & Zimbardo, 2008). Beschreibt man deren einzelne Fähigkeiten näher, wird rasch deutlich, wie komplex ihre Untersuchung ist, aber auch, wie schwierig es sein wird, eine verbindliche Aussage darüber zu treffen, ob Bewegung schlau machen bzw. die kognitiven Fähigkeiten verbessern kann.

Unter der *Wahrnehmung* versteht man das Erkennen und die Empfindungen der physikalisch messbaren Reize. Es handelt sich damit um eine Transformation der objektiven Welt in eine subjektive Welt. Der Wahrnehmungsprozess ist sehr komplex und beinhaltet die Umwandlung der physikalischen Reize in der Umwelt (z. B. elektromagnetische Wellen, mechanische Schwingungen, gasförmige Chemikalien) durch die körpereigenen Sinneszellen, die Sensoren. Diese auf der Zellebene stattfindenden Prozesse werden durch die Integration mit dem Vorwissen zur bewussten Wahrnehmung und wir erlangen ein Verständnis über das Wahrgenommene. Die *Aufmerksamkeit* bezieht

sich auf die Auswahl bestimmter Information aus der Umwelt. Hier lässt sich zunächst zwischen der *fokussierten* und der *geteilten Aufmerksamkeit* unterscheiden. Unter der fokussierten bzw. selektiven Aufmerksamkeit versteht man die Fähigkeit, auf nur einen Reiz zu reagieren und andere, für die Situation weniger bedeutungsvolle Reize zu ignorieren. Bei der geteilten Aufmerksamkeit wird versucht, diese auf zwei Aufgaben gleichzeitig zu lenken. Im Alltag müssen wir unsere Aufmerksamkeit oft teilen, z. B. wenn wir beim Bügeln fernsehen. Von der fokussierten und geteilten Aufmerksamkeit grenzt sich der Begriff der *Vigilanz* ab. Hierunter versteht man eine Art «Wachheit» oder auch die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf erhöhtem Niveau zu halten.

*Denken* gehört zu den höheren kognitiven Prozessen. Ganz allgemein werden dabei Informationen aufgenommen und verarbeitet, um zur Lösung eines Problems oder einer Schlussfolgerung zu kommen. Hierbei spielen das Problemlösen, das deduktive und das induktive Denken, das Urteilen und Entscheiden eine große Rolle. Bei der Anwendung des *Problemlösens* ist es die Grundvoraussetzung, dass ein Problem erkannt wird. Dabei ist ein Problem durch einen Anfangs- und einen Zielzustand und einer Barriere zwischen beiden definiert. Problemlösestrategien sollen helfen, diese Barriere zu umgehen. Vergleichen kann man diese mit einer Vollsperrung auf der Autobahn. Dadurch kommen Sie nicht mehr direkt von A nach B, sondern müssen die Barriere (Vollsperrung) auf einem anderen Weg umfahren. Unter dem *deduktiven Denken* versteht man die Anwendung logischer Regeln, um aus Aussagen zu logischen Schlüssen zu kommen. Beim *induktiven Denken* beruht die Schlussfolgerung mittels verfügbarer Hinweisreize auf Wahrscheinlichkeiten. Oftmals werden hier aufgrund von Erfahrungen aus der Vergangenheit Schlüsse gezogen. So nehmen Sie wahrscheinlich an, dass alle Schwäne weiß sind, weil Sie bislang nur weiße Schwäne gesehen haben. Tatsächlich gibt es jedoch in Australien auch den schwarzen Schwan. Bezüglich des *Urteilens* verhält es sich so, dass wir uns damit zufrieden geben müssen, «möglichst» richtig zu urteilen und zu entscheiden. Damit dies gelingt, besitzen wir bestimmte «Daumenregeln», sogenannte Heuristiken, die es uns ermöglichen, einfach und effizient, wenn auch nicht immer richtig, zu urteilen. So beurteilen wir etwas häufig als richtig, wenn es in unserem Gedächtnis einfach verfügbar ist (Verfügbarkeitsheuristik).

Ebenso wie Urteile werden auch *Entscheidungen* durch Heuristiken geprägt. Darüber hinaus spielen bei Entscheidungen noch die Bezugspunkte oder auch die sogenannte «Rahmung», z. B. die eigene Erwartung, eine Rolle. So hat sich in Experimenten gezeigt, dass eine Entscheidung dadurch beeinflusst werden kann, ob man in einer Aufgabe eher die positive oder die negative Seite einer Sachlage betont. In Anlehnung an ein Experiment von Tversky und Kahnemann (1981) kann man sich dies so vorstellen: Versuchspersonen wird erzählt, dass man sich auf eine unbekannte Krankheit vorbereiten muss, bei welcher z. B. 900 Menschen sterben werden. Hierzu sollen Programme entwickelt werden. Bei dem ersten Programm werden 300 Menschen gerettet, beim zweiten Programm gibt es eine Wahrscheinlichkeit von  $1/3$ , dass 900 Menschen gerettet werden und eine Wahrscheinlichkeit von  $2/3$ , dass niemand gerettet werden kann. In diesem Fall entscheiden sich die meisten Menschen für das erste Programm. Wird die Geschichte jedoch so erzählt, dass bei der Anwendung des ersten Programmes 600 Menschen sterben werden und es bei der Anwendung des zweiten Programmes eine Wahrscheinlichkeit von  $1/3$  gibt, dass niemand stirbt und eine Wahrscheinlichkeit von  $2/3$ , dass 600 Menschen sterben, dann entscheiden sich die Versuchspersonen eher für das zweite Programm. Bei positiver Rahmung nimmt man also lieber das Sichere, bei negativer Rahmung entscheidet man sich eher für die unsichere Variante.

Bei der Untersuchung des *Gedächtnisses* lässt sich zunächst einmal zwischen den *Gedächtnisprozessen* und den *Gedächtnisstrukturen* unterscheiden. Ein Beispiel für Gedächtnisprozesse ist die «levels of processing»-Theorie von Craik und Lockhart (1972). Sie gehen davon aus, dass die Tiefe, mit welcher Reize verarbeitet werden, die Stärke der Gedächtnisspuren bedingt. So macht es z. B. einen Unterschied, ob Sie beim Erlernen einer neuen Sprache nur versuchen, die Vokabeln stumpf der Reihe nach auswendig zu lernen, oder ob Sie sich bei jeder Vokabel ein Bild vorstellen. Die Verknüpfung der Vokabel mit einem anderen Objekt sollte zu einer tieferen Verarbeitung führen.

Bei den *Gedächtnisstrukturen* wird oft von einer Zweiteilung verschiedener Gedächtnissysteme ausgegangen, wie etwa der Differenzierung in ein *Arbeits- und Langzeitgedächtnis*. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist begrenzt, Informationen werden ohne Wiederholen nur kurz gespeichert, wohingegen die Kapazität des Langzeitgedächtnis-

nisses um ein Vielfaches größer ist. Beide Systeme kann man wiederum differenzieren. Eine mögliche Differenzierung beim *Arbeitsgedächtnis* ist die Unterscheidung in

- eine Zentrale Exekutive (eine Art Aufmerksamkeitskontrolle),
- ein phonologisches Teilsystem (kurze Aufrechterhaltung verbaler Information)
- ein visuell-räumliches Teilsystem (kurze Aufrechterhaltung visuell-räumlicher Information)
- einen episodischen Zwischenspeicher.

Beim *Langzeitgedächtnis* kann man z. B. zwischen einem deklarativen und einem prozeduralen Gedächtnis unterscheiden. Im *deklarativen* Gedächtnis werden eher Fakten und Wissen gespeichert, während im *prozeduralen* Gedächtnis eher Informationen über Handlungen abgelegt sind.

Eine weitere kognitive Kategorie ist die *mentale Vorstellung*. Sie bezeichnet in der kognitiven Psychologie die Vergegenwärtigung eines Reizes, ohne dass er sichtbar oder hörbar ist. Ein gutes Beispiel ist hier die Vorstellung eines Weges vor dem eigenen «inneren Auge».

Als letzte der kognitiven Fähigkeiten sei hier die *Sprache* als eine sehr komplexe Form der Kognition benannt. Sie ist ein wichtiges Mittel zum Austausch von Informationen und wird nicht nur beim Sprechen, Lesen und Schreiben benutzt, sondern auch z. B. beim Denken (Jäncke, 2013). Aufgrund der Komplexität der Sprache gehen wir im Folgenden nicht detaillierter auf das Forschungsfeld der Sprachverarbeitung ein.

Die Auflistung dieser einzelnen Facetten der Kognition macht deutlich, wie komplex diese sind. Wir werden im Weiteren noch sehen, wie differenziert Kognition betrachtet werden muss (Kap. 2 und 4). Von besonderer Bedeutung für dieses Buch sind dabei die sogenannten Exekutiven Funktionen sowie die visuell-räumlichen Fähigkeiten. Diese Sonderstellung ergibt sich daraus, dass gerade für diese Bereiche positive Effekte von Bewegung deutlich wurden.

Analog dazu stellt sich nun die Frage, wie es mit der *Bewegung* aussieht. Gibt es *eine* Bewegung? Oder lässt sich diese ähnlich fein differenzieren wie die Kognition?

## 1.3 Was bedeutet Bewegung?

Bewegung wird als Begriff von vielen Menschen unterschiedlich gebraucht. Während Konsens darüber besteht, dass es sich um eine irgendwie geartete physische Aktivität handelt, wird etwa der Umfang einer angemessenen täglichen Bewegungszeit ganz unterschiedlich bewertet. Die WHO empfiehlt pro Woche eine Aktivitätszeit von mindestens 150 Minuten, besser eine Stunde moderater Aktivität täglich. Nur 17,4 % der Jungen und 13,1 % der Mädchen erreichen laut der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten KiGGS-Studie den ersten Wert. Damit liegt Deutschland im unteren Drittel der an der Studie beteiligten Länder. Die Förderung der Bewegung oder der körperlichen Aktivität bzw. «physical activity», wie sie im englischsprachigen Raum häufig genannt wird, ist ein hohes Erziehungsziel in vielen Ländern. Telama et al. (2014) konnten zeigen, dass sich ein körperlich aktiver Lebensstil bereits in der frühen Kindheit entwickelt und vom Jugendalter bis zum Erwachsenenalter relativ stabil bleibt. Dies macht deutlich, dass die entsprechende Förderung bereits in frühen Jahren von Bedeutung ist. Folgerichtig hat sich gezeigt, dass die Kinder aktiver Eltern sich deutlich mehr bewegen als die Kinder inaktiver Eltern (Graf et al., 2003). Vorschläge zur Häufigkeit und Intensität der Bewegung gibt es im deutschsprachigen Raum z. B. von Graf et al. (2006). Die Autoren empfehlen eine intensive Aktivitätszeit (mit Schwitzen oder Hecheln) von zweimal 15 Minuten und eine moderate Aktivitätszeit von viermal 15 Minuten (kein Schwitzen oder Hecheln) am Tag. Beides umfasst die Aktivitäten des Schulsportes, des Vereinssportes und des Spielens mit Freunden. Hinzu kommt eine empfohlene Alltagsaktivität von mindestens 30 Minuten täglich, diese Aktivität beinhaltet, Wegstrecken oder Botengänge aktiv zu erledigen. Die Inaktivität sollte nach ihren Empfehlungen in einem Alter von 6–12 Jahren auf eine Stunde, ab dem Alter von 12 Jahren auf maximal 2 Stunden begrenzt sein.

Häufig beschäftigt sich die Wissenschaft auch mit der Frage danach, welche Art von Bewegung einen gesundheitsfördernden oder – wie in diesem Buch behandelt – leistungssteigernden Effekt hat. Um diese Frage annähernd zu verstehen, muss man den Begriff der *Bewegung* ein wenig von den Begriffen der *motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten* differenzieren. Generell kann man davon ausgehen, dass

die häufige Wiederholung ausgewählter Bewegungsabläufe zum Erlernen motorischer Fertigkeiten führt. Doch was sind motorische Fertigkeiten, und wie lassen diese sich von den motorischen Fähigkeiten unterscheiden?

Unter den *motorischen Fähigkeiten* versteht man oftmals genetisch vorbestimmte Eigenschaften – für den motorischen Bereich könnte man hier zwischen Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit unterscheiden. Diese unterscheiden sich von *Fertigkeiten* in dem Sinne, dass letztere erlernt wurden, während Fähigkeiten vielmehr Voraussetzung für spezifische Ausformungen von Bewegung sind. Ein Eiskunstläufer, der den dreifachen Axel durchführt, benötigt z. B. Explosivkraft, dynamische Beweglichkeit und Ganzkörper-Koordination. Die individuellen motorischen Fähigkeiten sind durch biologische und physiologische Faktoren bestimmt; eine Voraussetzung für die Kraft ist beispielsweise die Muskelfaserzusammensetzung und die inter- und intramuskuläre Zusammensetzung.

Die beschriebenen sportmotorischen *Fähigkeiten* sind Voraussetzungen, die für die Ausführung einer sportmotorischen *Fertigkeit* von Bedeutung sind. So können Bewegungen mit minimaler Zeit und Energie durchgeführt und dadurch optimale Bewegungsergebnisse erzielt werden (Haibach et al., 2011). Zu den motorischen Grundfertigkeiten gehören z. B. Werfen, Springen, Laufen, Fangen etc. Auf Basis dieser Grundfertigkeiten ist ein Lernender fähig, eine Vielzahl weiterer ähnlicher und zum Teil motorisch anspruchsvollerer Aktivitäten durchzuführen, etwa Weit- oder Hochsprung. Dabei greifen Fähigkeiten und Fertigkeiten ineinander: Um die Fertigkeit «Weitsprung» möglichst optimal ausführen zu können, benötigt man die Fähigkeiten

- Schnelligkeit (z. B. für den Anlauf)
- Kraft (z. B. Maximal- und Sprungkraft)
- Koordination (unter Zeitdruck: Absprung, Flugphase, Landung zum richtigen Zeitpunkt in schneller Abfolge).

Daraus wird ersichtlich, dass man eine Fertigkeit umso besser durch Übung erlernen kann, je besser die motorische Fähigkeit ausgeprägt ist. *Motorische Fertigkeiten* können aufgrund zahlreicher Eigenschaften zunächst einfach klassifiziert werden aufgrund

- ihrer Präzision,
- der Vorhersehbarkeit der Umweltbedingungen,

- der zeitlichen Rahmenbedingungen und
- der Art der Aufgabe, also ob es sich z. B. um eine diskrete Aufgabe (z. B. möglichst schnell auf einen einzelnen Punkt zeigen) oder kontinuierliche Aufgabe (wie z. B. das Radfahren) handelt.

Dabei existieren unterschiedliche Modelle, wie motorische Fertigkeiten *erlernt* werden, wie z. B. die Schematheorie von Schmidt (1975) mit der Etablierung eines übergeordneten, generalisierten motorischen Programmes, welches situationsabhängig für unterschiedliche Variationen der Bewegung herangezogen wird. Nach einer neueren Sichtweise erwerben Menschen beim motorischen Lernen sogenannte «interne Modelle», d. h. im Gehirn verankerte Regeln darüber, wie das motorische System funktioniert (Karniel, 2011, s. Kap. 3). Fitts (1964) unterschied drei Phasen beim Lernen einer motorischen Fertigkeit:

- die Erfassung der Aufgabe
- die Festlegung der besten Strategie
- die Automatisierung der Aufgabe.

Generell geht man beim motorischen Lernen davon aus, dass der Lernfortschritt in späteren Zeitabschnitten des Lernens immer geringer ist. Dieser Zusammenhang wurde im *Power Law of Practice* (Newell & Rosenbloom, 1981) formuliert. Für die im Alltag oft deutliche Erkenntnis, dass es so etwas wie ein Lernplateau gibt, über welches ein Lernen nicht mehr hinaus geht, gibt es wenig empirische Evidenz (Schott & Munzert, 2010). Im Gegensatz zum motorischen Lernen bezieht sich die motorische Entwicklung auf größere Zeit- und Lebensabschnitte.

Von zentraler Bedeutung im Rahmen dieses Buches ist die Frage danach, *welche Art von Bewegung bzw. welche Art von motorischer Fähigkeit oder Fertigkeit welchen Baustein der Kognition beeinflusst*. Hierbei steht auch ganz besonders die Frage nach der Forschungsmethodik im Vordergrund: Wie können wir diese Beziehung analysieren, welche experimentellen Methoden stehen uns zur Verfügung (vgl. Kap. 5) und welchen Erkenntnisgewinn bringen uns die neurowissenschaftlichen Methoden?

## 1.4 Der Boom der Neurowissenschaften

In den letzten Jahrzehnten gab und gibt es ein hohes Interesse daran zu verstehen, wie unser Verhalten und Erleben in unserem Gehirn sichtbar gemacht werden kann. Dabei beschränkt sich die Neurowissenschaft nicht nur auf die Untersuchung der Vorgänge im menschlichen neuronalen System, sondern gibt auch Ratschläge auf der praktischen Ebene, sei es in der Kindererziehung, der Bildung oder anderen Bereichen. Sucht man zum heutigen Zeitpunkt in der wohl meist benutzten medizinischen und psychologischen Datenbank «pubmed» den Begriff «neuroscience», werden über 210 000 Treffer angezeigt. Diese Menge an Forschungsartikeln macht das hohe Interesse der Wissenschaft sehr deutlich, aber auch im populärwissenschaftlichen Bereich rangieren Bücher mit einem neurowissenschaftlichen Fokus in den Bestsellerlisten.

Erkenntnisse über das Gehirn sind möglich, seitdem immer mehr *bildgebende Verfahren* eingesetzt werden. Diese werden in zahlreichen Lehrbüchern ausführlich beschrieben (z. B. Jäncke, 2013), in Kapitel 3 sind sie kurz zusammengefasst. An dieser Stelle sei nur erwähnt, dass diese Verfahren von großer Bedeutung sind: Sie ermöglichen uns einen Blick in das Gehirn und erlauben Aussagen über die neuronale Verschaltung bei der Ausführung bestimmter Aufgaben, bei der Empfindung verschiedener Emotionen, bei bestimmten Vorstellungen, die wir generieren, bei unseren Empfindungen der Musik, die wir hören usw. Sie machen somit die neuronale Verankerung unseres menschlichen Erlebens sichtbar. Dabei stellt sich jedoch die Frage: Ist das, was durch die Neurowissenschaften sichtbar wird und was mittlerweile in jeden gesellschaftlichen Bereich Einzug erhält – nicht umsonst gibt es die Disziplinen der Neurotheologie, der Neuroökonomie, der Neurophilosophie, der Neuroästhetik etc. (Slaby, 2011) – eins zu eins auf das Verhalten und Erleben der Menschen zu übertragen? Manche Ergebnisse deuten darauf hin, dass dies nicht unbedingt so sein muss. Oft zitiert wird etwa der Fall eines leistungsfähigen Mathematikstudenten, der einen IQ von 126 hatte – ein Zeichen hoher Intelligenz – obwohl bei ihm festgestellt wurde, dass er eine Hydrocephalus besaß. In diesem Fall sind die Gehirnv ventrikel mit viel mehr Gehirnwasser gefüllt als üblich. Hierdurch bleibt natürlich für andere Strukturen im Gehirn weniger Platz (Lewin, 1980).

Auch die sogenannte «Nonnenstudie» wird häufig zitiert (Snowdon, 2003): 600 amerikanische Ordensschwwestern stimmten zu, dass post mortem ihre Gehirne analysiert werden konnten. Zu Lebzeiten unterzogen sie sich zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedlichen Tests. Ein verblüffendes Ergebnis war, dass bei zahlreichen Nonnen die Leistung in den kognitiven Tests nicht mit dem Gehirnbefund korrelierte. Es gab einige Nonnen, deren Gehirne amyloide Ablagerungen aufwiesen, die der Amyloide-Plaques-Theorie zufolge ursächlich für die Entwicklung einer Alzheimer-Demenz sind. Diese Nonnen zeigten jedoch über die Jahre hinweg keine Verschlechterung ihrer kognitiven Leistungen.

Allerdings muss man sich immer bewusst sein, dass es aufgrund der Datenmenge, die durch bildgebende Verfahren erzeugt wird, oft zu falschen positiven Befunden aufgrund zahlreicher angewandter statistischer Tests kommen kann.

Eine in diesem Zusammenhang sehr aufschlussreiche Untersuchung präsentierten Craig Bennett et al. 2009 auf der Human Brain Mapping Konferenz. Bennett untersuchte das Gehirn eines toten Lachses mittels eines bildgebenden Verfahrens, während er diesem toten Lachs Bilder von Menschen in sozialen Situationen darbot. Interessanterweise suggerierten die bildgebenden Daten, dass der tote Fisch über diese Bilder nachdachte! Mit anderen Worten: Man fand eine erhöhte Hirnaktivität in bestimmten Bereichen des Lachsgehirns. Wie kann das bei einem toten Tier passieren? Bei funktionellen bildgebenden Studien wird das Gehirn in kleine Würfel oder «Voxel» eingeteilt, und für jeden dieser Voxel wird ein statistischer Test berechnet, um zu schauen, ob an dieser Stelle eine Gehirnaktivität vorliegt oder nicht. Führt man aber sehr viele statistische Tests durch (in der Regel sind es bei einem menschlichen Gehirn etwa 130 000 Voxel!), ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass einige davon ein falsch-positives Ergebnis liefern, sehr hoch. Deshalb muss man bestimmte statistische Kontrollverfahren anwenden, die für diese multiplen Vergleiche kontrollieren. Leider verzichteten einige Autoren auf diese Kontrollverfahren. Bennett et al. zeigten mit ihrer Studie, wie schnell auf diese Weise unsinnige Ergebnisse zustande kommen.

Diese Studien schmälern jedoch den Wert der Neurowissenschaften nicht, sie nehmen ihr nur den Allmachtsgedanken! Die Neurowissenschaften sind wichtig, aber ihre Ergebnisse müssen unseres

Erachtens immer in Bezug zu dem tatsächlichen Verhalten und Erleben des Menschen gesetzt werden. Wenn wir eine Methodenvielfalt anwenden und bei aller experimenteller und neurowissenschaftlicher Genauigkeit den *ganzen Menschen* weiterhin im Blick haben, kann dies zu einer großen Bereicherung des wissenschaftlichen Diskurses führen.

## 1.5 Die populärwissenschaftliche Hoffnung

Gerade in den letzten Jahren scheint es einen Boom dahingehend zu geben, geistige Leistungen zu fördern. Bewegung wird hier als vielversprechender Kandidat angesehen; der Buch- und Medienmarkt ist voll von Angeboten wie «Beweg dich schlau», «Bewegung macht schlau» und so weiter. Diese Bücher proklamieren zum Teil Übungen, durch welche Kinder ihre Konzentrations- oder ihre Leistungsfähigkeit steigern können oder eben schlauer werden sollen. Tatsächlich sind die zugrundeliegenden Zusammenhänge jedoch nicht unbedingt empirisch belegt, sie werden aber oftmals durch einen sympathischen Werbeträger promotet. Daneben gibt es auch im Web, bei Vereinen und auf Werbeplakaten Empfehlungen, die ganz spezifische Arten von Bewegung hervorheben: Toben macht schlau! Turnen macht schlau! Bewegung macht Kinder schlau etc. Auch in sehr seriösen Werken wird die fördernde Wirkung von Sport hervorgehoben, etwa in dem sehr lesenswerten Buch von Frieder Beck (2014), *Sport macht schlau*.

Als Wissenschaftlerinnen wissen wir jedoch, dass die Welt nicht so einfach ist – viele Erkenntnisse sind nur unter bestimmten Bedingungen und unter keinen anderen haltbar. In diesem Buch soll daher eine differenzierte Sichtweise dargestellt werden: Es gibt Teilbereiche der kognitiven Fähigkeiten, die sich durch Bewegung und Sport verbessern lassen, aber die erfolgversprechende Art der Förderung und eine besonders effektive Umsetzung sind oftmals noch Gegenstand eines wissenschaftlichen Diskurses. Zu behaupten, dass Sport per se schlau macht, wäre demnach zu einfach.

Vergegenwärtigen Sie sich einmal die erfolgreichen Spieler der deutschen Fußballnationalmannschaft, die 2014 Weltmeister wurden. Sie werden uns sicherlich zustimmen, dass auch bei den jungen Männern dieser Mannschaft, die exzessiv Sport treiben, der IQ wahr-

scheinlich normal verteilt sein wird. Dies bedeutet, dass es in dieser Mannschaft, wie auch im Rest der Bevölkerung, einige sehr schlaue, einige weniger schlaue und eine große Anzahl von Personen geben wird, die einfach normal schlaue sind. Auch wenn die Spieler der Nationalmannschaft extrem viel Sport treiben, wird sich in dieser Gruppe keine überproportional hohe Anzahl an Menschen zeigen, die im Vergleich zum Rest der Bevölkerung besonders schlaue sind, sondern sie werden sich bezüglich ihrer kognitiven Fähigkeiten ganz durchschnittlich verhalten.

Wenn Sie dieses Buch zu Ende gelesen haben, sollten Sie differenzierte Eindrücke gewonnen haben: «JA! Es lässt sich einiges bewegen» – aber auch: Der Mensch ist ein Gesamtkunstwerk. Es gibt zahlreiche andere Faktoren, die zum einen die Kognition beeinflussen, zum anderen aber auch auf andere Facetten des Menschseins einwirken, etwa auf die Emotion. Letztendlich gilt es immer, den Menschen in seiner Gesamtheit zu sehen, die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Aspekten des Menschen – Körper, Geist, Seele – anzuerkennen und damit eine umfassendere Sicht zu bekommen. Es wäre schön, wenn wir so einfach sagen könnten: «Bewegung macht schlaue»; dann ließe sich der Schulunterricht doch einfach durch den Sportunterricht ersetzen. Doch dies wäre genauso falsch, wie der zurzeit vorherrschende gegensätzliche Trend, dass als erstes die Sportstunden ausfallen.

## Zusammenfassung Kapitel 1

Mangelnde Bewegung vor allem im Kindes- und Jugendalter wird als zentrales Problem unserer sitzenden Gesellschaft angesehen; Haltungsschäden und Rückenschmerzen sind die Folge. Als Ursache wird vor allem eine immer stärkere Mediennutzung diskutiert und die Forderung ist klar: Die Zeit im Sitzen muss verringert und die «Bewegungszeit» erhöht werden. Nicht nur, dass mangelnde Bewegung unserem Körper und dem unserer Kinder schadet – möglicherweise verpassen wir dadurch die Gelegenheit, etwas für unseren Geist zu tun! Kann man durch Bewegung schlaue werden? Aber was heißt «Schlaue sein» überhaupt? Neben dem oft verwendeten Begriff der Intelligenz spricht man auch von verschiedenen kognitiven Fähigkeiten. Die für uns wichtigsten