

Kapitelübersicht

Joachim Hoffmann, Johannes Engelkamp

- 1.1 Lernen und Gedächtnis: zwei Seiten einer „Medaille“ – 2
- 1.2 Lernen und semantisches Gedächtnis – 2
- 1.3 Das episodische Gedächtnis – 5

1.1 Lernen und Gedächtnis: zwei Seiten einer „Medaille“

Dass wir über ein **Gedächtnis** verfügen, bemerken wir vor allem dann, wenn uns etwas nicht einfällt, etwa der Titel eines Filmes, die Telefonnummer der Auskunft oder wo wir am Mittwochnachmittag der vergangenen Woche gewesen sind. Die jeweilige Information ist uns dann entweder im Moment nicht erinnerbar oder vollständig vergessen. Gedächtnis bezeichnet nach diesem Verständnis die Fähigkeit, Informationen zu bewahren und nach einer Behaltensphase korrekt wiederzugeben. Wir denken dabei vor allem an Informationen, die sprachlich wiedergegeben werden können, wie eben eine Telefonnummer oder ein Ereignis.

Gedächtnis umfasst jedoch weit mehr als die Speicherung und Wiedergabe von sprachlich erinnerbaren Informationen. Bereits jede bewusste Wahrnehmung beruht auf Gedächtnis. Wenn Sie z. B. in einer Straße nach dem Haus suchen, in dem Sie als Kind nur kurz gewohnt haben, und es nicht finden können, würden Sie davon sprechen, dass Sie **vergessen** haben, wie das Haus ausgesehen hat. Gleichermaßen könnte es passieren, dass Sie vergessen, wie eine Meise, ein Messer oder ein Motorboot aussehen, und Sie würden dann ein Messer, eine Meise oder ein Motorboot nicht mehr (wieder-)erkennen können. Was für die Wahrnehmung gilt, gilt auch für gezieltes Handeln. Wenn Sie z. B. nach Jahren das erste Mal wieder auf Schlittschuhen stehen und feststellen müssen, dass sie kaum noch Schlittschuh laufen können, dann sprechen Sie davon, dass Sie das Schlittschuhlaufen verlernt haben. Genauso gut könnten Sie aber auch davon sprechen, dass Sie bzw. Ihr Körper sich nicht mehr daran **erinnern**, was zu tun ist, um Schlittschuh zu laufen. Leistungen des Gedächtnisses liegen also nicht nur unseren expliziten Erinnerungen zugrunde, sondern auch unserer bewussten Wahrnehmung und unserem zielgerichteten Handeln. Ohne Gedächtnis könnten wir nichts, was wir schon einmal erkannt haben, **wieder**-erkennen, und Dinge, die wir schon einmal gekonnt haben, könnten wir nicht **re**-produzieren. Wir könnten also in der Vergangenheit gemachte Erfahrungen nicht für die Gegenwart nutzen und müssten die Welt immer wieder neu erobern. Das wäre ein außerordentlich anstrengendes Leben.

Dass wir etwas **lernen**, erkennen wir daran, dass sich unser Verhalten aufgrund von gemachten Erfahrungen verändert. Dem **Lernen** liegen also Änderungen in verhaltenssteuernden Strukturen in der Folge individueller Erfahrungen zugrunde. Die Änderungen können elementares körperliches Verhalten, wie etwa das Ergreifen eines Gegenstandes oder das Laufen betreffen, und sie können sprachliches Verhalten betreffen. Wenn z. B. ein Kind immer besser die Balance beim Laufen bewahrt, handelt es sich genauso um Lernen wie – Jahre später – das Erlernen richtiger Antworten auf Fragen, wie etwa nach den wichtigsten Flüssen Europas. In beiden Fällen ändert sich das Verhalten aufgrund von gemachten Erfahrungen, einmal vom Stolpern zum sicheren Gang, das andere Mal vom „Achselzucken“ zur korrekten Aufzählung der Flüsse.

Hatten wir aber nicht festgestellt, dass die Nutzung von in der Vergangenheit gemachten Erfahrungen auf einer Gedächtnisleistung beruht? Und jetzt sprechen wir im gleichen Zusammenhang von Lernen! Gedächtnis und Lernen beziehen sich nach diesen Überlegungen beide auf (Nach-)Wirkungen von in der Vergangenheit gemachten Erfahrungen auf das gegenwärtige Verhalten. Unter dem Thema Lernen wird behandelt, welche Erfahrungen zu welchen Veränderungen im Verhaltenspotenzial führen, und unter dem Thema Gedächtnis wird die Bewahrung und Reproduktion der vollzogenen Änderungen behandelt.

1.2 Lernen und semantisches Gedächtnis

Ein neugeborenes Menschenkind ist auf anrührende Weise hilflos. Abgesehen von einigen wenigen Reflexen wie dem Saug- und dem Greifreflex, ist das Neugeborene zu keiner geordneten Bewegung, geschweige denn zu einer zielgerichteten Aktion fähig. Während etwa ein Fohlen bereits Stunden nach der Geburt laufen kann, brauchen Menschenkinder zumeist ein Jahr dafür. Selbst die Fixierung eines Objektes mit den Augen gelingt erst nach Wochen, und gezielte Handbewegungen zum Ergreifen von Objekten stellen sich erst nach etwa drei Monaten ein. Wir Menschen müssen alles, das Stehen,

Laufen, Greifen, Springen, Stoßen, Ziehen usw. und schließlich auch das Sprechen und Schreiben erlernen. Man kann mithin feststellen, dass fast das gesamte Verhaltensrepertoire eines Erwachsenen das **Resultat von Lernprozessen** ist. Daraus folgt, dass uns ein genaues Verständnis der Lernprozesse auch zu einem Verständnis des im Ergebnis entstehenden Verhaltens führt. Lernmechanismen werden damit zu einem wichtigen Zugang zur Aufklärung von Strukturen und Mechanismen menschlicher Verhaltenssteuerung.

Wir haben Lernen als Änderung verhaltenssteuernder Strukturen im Resultat von Erfahrungen definiert. Jede (gute) **Lerntheorie** sollte also wenigstens zu drei Dingen verbindliche Aussagen machen: Erstens zu den Strukturen und Mechanismen, die der Generierung und Ausführung von Verhalten zugrunde liegen. Zweitens zu den möglichen Änderungen in diesen Strukturen und Mechanismen. Und drittens dazu, welche Erfahrungen zu welchen Änderungen führen.

In der Psychologie sind die theoretischen Vorstellungen zum Lernen weitgehend durch den **Behaviorismus** bestimmt worden. Der Behaviorismus entstand zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts. Ihre Begründer hatten sich „auf die Fahnen geschrieben“, psychologische Forschung auf streng naturwissenschaftliche Weise zu betreiben, bei der es einzig darum geht, gesetzmäßige Beziehungen zwischen objektiv messbaren Größen zu erkennen. Annahmen über innere Prozesse und Zustände, wie etwa Ziele, Wünsche oder Erwartungen, die nur der Selbstbeobachtung (Introspektion) zugänglich sind und somit nicht objektiv gemessen werden können, sollten als Erklärungskonzepte keine Rolle spielen (s. unten das Zitat von John B. Watson). Objektiv messbar waren zum damaligen Zeitpunkt jedoch nur die Reize bzw. Situationsbedingungen, unter denen man ein bestimmtes Verhalten beobachtete, und die Eigenschaften des jeweiligen Verhaltens selbst, etwa seine Häufigkeit oder Intensität. Zwangsläufig konzentrierte sich die Forschung auf die Entstehung und Veränderung von Reiz-Reaktions-Beziehungen. Untersucht wurden die entstehenden Strukturen von Reiz-Reaktions-Beziehungen und die Bedingungen unter denen sie verstärkt bzw. abgeschwächt werden. Damit werden wir uns in ► **Kap. 2** beschäftigen.

» Psychology as the behaviorist views it is a purely objective experimental branch of natural science. Its theoretical goal is the prediction and control of behavior. Introspection forms no essential part of its methods, nor is the scientific value of its data dependent upon the readiness with which they lend themselves to interpretation in terms of consciousness. The behaviorist, in his efforts to get a unitary scheme of animal response, recognizes no dividing line between man and brute (Watson 1913, S. 158).

Nach den Vorstellungen des Behaviorismus ist Verhalten reizdeterminiert: In einer gegebenen Situation aktivieren vorhandene Reize jeweils das Verhalten, das aufgrund vorangegangener Erfahrungen mit ihnen assoziativ verbunden ist. Diese Sichtweise ignoriert einen grundlegenden Aspekt menschlichen Verhaltens: seine **Zielorientiertheit**. Wir verhalten uns, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nicht, weil eine bestimmte Situation gegeben ist, sondern um eine bestimmte Situation herzustellen, etwa um ein Fenster zu öffnen, um Kaffee zu kochen oder um einen Brief zu schreiben. Unser Verhalten wird also in aller Regel nicht durch die gegebene Situation, sondern durch jeweils zu erreichende Ziele bestimmt.

Wenn unser Verhalten vorrangig durch die Ziele bestimmt wird, die wir erreichen wollen, dann müssen wir wissen, mit welchem Verhalten wir welche Ziele erreichen können. Ohne dieses Wissen könnten wir das Verhalten nicht bestimmen, mit dem ein aktuelles Ziel **erfahrungsgemäß** auch erreicht werden kann? Dementsprechend ist Verhalten vorrangig mit seinen Konsequenzen und weniger mit den gegebenen Reizen zu verbinden. Unter dieser Perspektive richtet sich das Forschungsinteresse nicht auf die Bildung von Reiz-Reaktions-Beziehungen, sondern auf die Bildung von (Re-) Aktions-Effekt-Beziehungen. In ► **Kap. 3** werden wir zeigen, dass schon bei Tieren die Bildung von (Re-) Aktions-Effekt-Beziehungen gegenüber der Bildung von Reiz-Reaktions-Beziehungen Vorrang hat. In ► **Kap. 4** behandeln wir dann die Mechanismen des Erwerbs zielorientierten Verhaltens beim Menschen.

Auch wenn unser Verhalten vorrangig durch Ziele bestimmt wird, hängt sein Erfolg doch stets

1 auch von den gegebenen Bedingungen ab. Wenn Sie z. B. am Computer „Word“ aufrufen wollen, dann müssen Sie darauf achten, dass der Cursor an der richtigen Stelle steht, bevor Sie die Maustaste drücken. Und so, wie in diesem einfachen Beispiel, müssen wir fast immer bestimmte Merkmale der Situation beachten, damit wir unsere Ziele auch erreichen: Wenn wir etwas Festes zerschneiden wollen, achten wir darauf, dass die Schneide des Messers scharf ist, und wenn wir eine präzise Skizze zeichnen wollen, achten wir darauf, dass der Bleistift angespitzt ist usw. In diesem Sinne bestimmt jedes zielgerichtete Verhalten Merkmale oder Situationsbedingungen, die zu beachten für den Erfolg wichtig sind. Merkmale dagegen, die für die Ausführung des Verhaltens keine Bedeutung haben, können unbeachtet bleiben. Zum Erlernen erfolgreichen Verhaltens gehört somit immer auch die Unterscheidung von **verhaltensrelevanten** und **verhaltensirrelevanten** Merkmalen. In ► [Kap. 5](#) werden wir behandeln, wie diese Notwendigkeit der Unterscheidung von verhaltensrelevanten und -irrelevanten Merkmalen zur Bildung von **Konzepten** führt:

Konzepte abstrahieren von den konkreten Erscheinungen der im Verhalten als relevant erlebten Merkmale und repräsentieren damit Klassen funktional äquivalenter Erscheinungen, im Beispiel etwa die Klasse der Messer oder der Bleistifte. Da sich die Konzepte in den jeweiligen Verhaltenskontexten herausbilden, werden auch die zwischen ihnen bestehenden Beziehungen repräsentiert, etwa dass Messer auch zum Anspitzen von Bleistiften taugen. Allgemein gesprochen werden die in der Auseinandersetzung mit der Umwelt gemachten Erfahrungen in Form von Dreifachbeziehungen gespeichert, in denen festgehalten wird, mit welchem Verhalten welche Ziele unter welchen Bedingungen erreicht werden können. Zum Erwerb solcher Dreifachbeziehungen sind im Rahmen ihrer Verhaltensmöglichkeiten auch Tiere fähig.

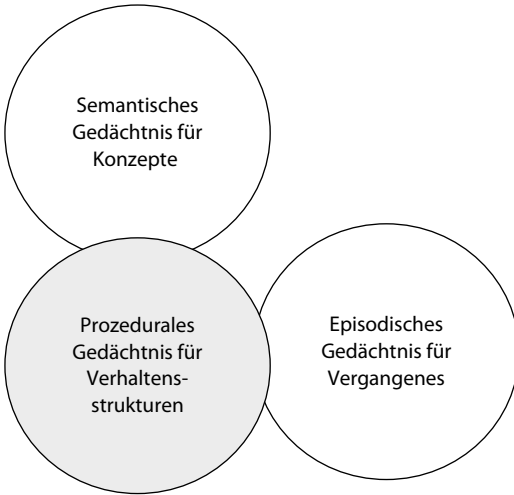
Für den Menschen entsteht mit dem Erwerb sprachlichen Verhaltens eine neue Form der Speicherung verhaltensgebundenen Wissens: Durch die Benennung von Konzepten und der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen werden konzeptuelle Strukturen auf eine Weise repräsentiert, die vollständig von den konkreten Erscheinungen abstrahiert. Das Wort „Messer“ hat z. B. nichts mehr mit

der konkreten Erscheinung eines Messers zu tun, es verweist nur noch darauf. Hinzu kommt, dass mit Wörtern und Aussagen Konzepte und Relationen vorgegeben werden, die den Verhaltenserfahrungen anderer entsprechen und die nun allein deshalb das Erlernen von Unterscheidungen erfordern, um die entsprechenden Wörter zu verstehen und korrekt zu verwenden. Warum etwa sollte ein Stadtkind Esel von Pferden zu unterscheiden lernen, wenn es nicht angehalten werden würde, die beiden Wörter etwa bei der Benennung von entsprechenden Bildern korrekt zu verwenden? Kurzum, wir werden in ► [Kap. 5](#) auch herausarbeiten, wie mit dem Erwerb der Sprache konzeptuelle Strukturen gefestigt, verfeinert und neu gestiftet werden. In der Folge entsteht das **semantische Gedächtnis**, das unser mittelbares und bewusstes Wissen über die Welt repräsentiert.

Wir haben argumentiert, dass sich Lernen und Gedächtnis auf gleiche Prozesse beziehen. Das ist nur die halbe Wahrheit, denn Lernen **setzt** Gedächtnis auch **voraus**. Damit aus Verhaltenserfahrungen Wissen darüber aufgebaut werden kann, welche Ziele unter welchen Bedingungen durch welches Verhalten erreicht werden, müssen Ereignisse über die Dauer ihres Geschehens hinaus bewahrt werden können. Ohne die Fähigkeit, sich an Ereignisse zu erinnern, würde es keine Vergangenheit und keine Zukunft geben, sondern nur das Hier und Jetzt, und Vergangenes könnte nicht mit Gegenwärtigem in Beziehung gebracht werden. Ohne Erinnerungen wäre es z. B. unmöglich, zu lernen, dass *nach* dem Einschalten des Herdes das Wasser zu kochen beginnt, weil zum Zeitpunkt des Kochens schon vergessen wäre, dass der Herd eingeschaltet wurde. Gleichermaßen könnten Zusammenhänge zwischen verlässlich aufeinander folgenden Ereignissen wie zwischen Blitz und Donner, nicht erlernt werden, weil der Blitz schon vergessen wäre, wenn der Donner zu hören ist. In der Konsequenz würde uns alles, was passiert, stets überraschen, weil wir weder die Wirkungen unseres Verhaltens, wie das kochende Wasser, noch sich ankündigende Ereignisse, wie den Donner, vorhersehen könnten. In diesem Sinne ist die Erinnerbarkeit des Vergangenen die Voraussetzung für die Vorhersagbarkeit des Zukünftigen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass nicht nur die sich verändernden Verhaltensstrukturen zu bewahren sind, sondern Ereignisse wenigstens so lange

1.3 · Das episodische Gedächtnis



■ **Abb. 1.1** Drei Gedächtnisse. Neben die Bewahrung der im Lernen entstandenen Verhaltensstrukturen tritt das semantische Gedächtnis zur Bewahrung des im Verhalten (inklusive des sprachlichen Verhaltens) erworbenen Wissens und das episodische Gedächtnis für die Speicherung vergangener Verhaltensepisoden. Semantisches und episodisches Gedächtnis werden auch als deklaratives Gedächtnis dem prozeduralem Gedächtnis gegenüber gestellt

zu speichern sind dass regelhafte Beziehungen zwischen ihnen erkannt werden können. Beiden Notwendigkeiten wird entsprochen (■ **Abb. 1.1**): Auf der einen Seite stehen die Speicherung von erworbenen Strukturen zur Steuerung körperlichen und sprachlichen Verhaltens (das prozedurale Gedächtnis) und der daraus abgeleiteten konzeptuellen Strukturen (das semantische Gedächtnis). Auf der anderen Seite steht die Speicherung der erlebten Ereignisse in ihrer raum-zeitlichen Verankerung: das episodische Gedächtnis (► **Kap. 6**).

1.3 Das episodische Gedächtnis

Die Leistungen des episodischen Gedächtnisses lassen sich unter verschiedenen **Gesichtspunkten** untersuchen. Ein erster naheliegender Gesichtspunkt ist die Dauer des Behaltens. Details von Ereignissen werden oft nur kurzzeitig behalten. Es passiert z. B., dass wir die Wettervorhersage aus den Nachrichten oder den Namen von jemandem, der uns vorgestellt wurde, schon nach wenigen Minuten vergessen

haben. Anderes bleibt uns dagegen ein Leben lang im Gedächtnis. Dieses Phänomen der unterschiedlichen Behaltensdauer hat zu der Annahme geführt, dass alle Informationen zunächst in ein Kurzzeitgedächtnis mit begrenzter Speicherdauer aufgenommen werden. Nur ein Teil der aufgenommenen Informationen wird in ein dauerhaftes Langzeitgedächtnis überführt, während die nicht überführten Informationen vergessen werden. In ► **Kap. 7** werden wir solche Mehrspeichermodelle des Gedächtnisses diskutieren und uns mit ihnen kritisch auseinandersetzen.

Das Organ des Gedächtnisses ist das Gehirn. Im Gehirn kann nur das gespeichert werden, was im Gehirn stattfindet. Das bedeutet, es werden nicht die Ereignisse selbst im Gedächtnis gespeichert, sondern das, was die äußeren Ereignisse in unserem Gehirn anregen. In anderen Worten: Nur die in unserem Gehirn angeregten **Prozesse**, nicht die Reize selbst, können Spuren hinterlassen, die die Grundlage für Erinnerungen bilden. Dieser einfache aber zwingende Gedanke hat umfangreiche Forschungen zum Einfluss von Prozessen auf Gedächtnisleistungen stimuliert. In ► **Kap. 8** werden wir diese Forschungen diskutieren. Wir unterscheiden dabei erstens Prozesse, die der Aufnahme (der Enkodierung) und Wiedergabe (dem Abruf) von Gedächtnisinhalten zugrunde liegen, zweitens Prozesse, die der Differenzierung einzelner Gedächtnisinhalte dienen, und drittens Prozesse, die der Verknüpfung von Gedächtnisinhalten dienen. In diesen sog. Prozessmodellen werden, wie wir später zeigen werden, Gedächtnisinhalte auf abstrakte Bedeutungen reduziert. Das heißt, die konkreten Sinneswirkungen der erlebten Ereignisse, etwa ihre visuelle Erscheinung oder die mit ihnen einhergehenden akustischen Reize usw., werden nicht in die Betrachtung einbezogen. Gegen diese Position wird in ► **Kap. 9** unter dem Titel „Systemmodelle“ Position bezogen. Die hier behandelten Forschungsansätze tragen der Tatsache Rechnung, dass im Gehirn selbstverständlich auch Sinneseindrücke verarbeitet und motorische Prozesse gesteuert werden, die jeweils spezifisch zur Spurenbildung beitragen. Das episodische Gedächtnis speichert so nicht nur abstrakte Konzepte (wie für das semantische Gedächtnis angenommen), sondern konkrete raum-zeitlich fixierte Ereignisse wie etwa, dass ich gestern einen Autounfall gesehen habe. Den episodischen Erinnerungen unterliegen dabei sowohl

1 die Prozesse des Wahrnehmens (d. h. der sensorischen Reizverarbeitung) als auch des motorischen Handelns. Damit gewinnen die zu untersuchenden Gedächtnisprozesse und die Gedächtnisspuren an Komplexität. Hinzu kommt, dass viele Informationen über Ereignisse nicht durch eigenes Erleben, sondern durch die Sprache vermittelt werden, sei es, dass wir von ihnen hören oder von ihnen lesen. Die Forschung, die wir diskutieren werden, zeigt vor allem, dass sprachlich und bildhaft vermittelte Informationen die Gedächtnisbildung unterschiedlich beeinflussen, und sie zeigt, dass auch die Motorik (d. h. unsere Körperbewegungen) ihren eigenen Beitrag zur Bildung des episodischen Gedächtnisses leistet.

Im letzten ► [Kap. 10](#) werden wir uns schließlich mit den an der Bildung, Nutzung und Reproduktion von Gedächtnisbesitz beteiligten Hirnstrukturen beschäftigen: Alle Gedächtnisphänomene beruhen auf neuronalen Aktivierungen in kortikalen Strukturen. Daraus folgt, dass es für all das semantische Wissen, das wir erworben haben, für all die Erinnerungen an Episoden unseres Lebens und für all die Prozeduren (Verhaltensprogramme), die wir gelernt haben, jeweils spezifische Aktivierungsmuster in den Teilen unseres Gehirns geben muss, die an der Entstehung der jeweiligen Erinnerung beteiligt gewesen sind.

Bei der Beschäftigung mit der Forschung zur Beteiligung der verschiedenen Hirnareale an der Gedächtnisbildung stehen die Strukturen im Mittelpunkt, die unsere episodischen Gedächtnisleistungen begründen und die die episodischen von semantischen Gedächtnisleistungen unterscheiden. Die Ergebnisse dieser Forschung unterstützen den Systemansatz, wie er in ► [Kap. 9](#) dargestellt wird. Diese Forschung steht noch am Anfang. Es lassen sich aber jetzt schon Hirnstrukturen differenzieren, die in besonderem Maße an der Speicherung und/oder Reproduktion episodischen, semantischen und prozeduralen Gedächtnisbesitzes beteiligt sind.

Eine Erinnerung ist nach diesen Überlegungen als spezifisches Aktivierungsgeschehen in

bestimmten Neuronenpopulationen zu denken. Erinnern ist der Prozess, der dazu führt, dass dieses Aktivierungsgeschehen eintritt. Wenn es vorbei ist, liegen die Erinnerungen nicht wie alte Fotos in irgendwelchen Winkeln des Gehirns herum, sondern die Neuronen, die eben noch die eine Erinnerung repräsentiert haben, sind im nächsten Moment schon wieder in neue Aktivitätsmuster und Erinnerungen eingebunden. Beim menschlichen Gedächtnis sollten wir also nicht an eine Festplatte denken, auf der Erinnerungen wie Files in geordneten Verzeichnissen abgelegt sind. Das menschliche Gedächtnis ist eher wie ein Kaleidoskop zu denken, in dem Elemente durch äußere und innere Bedingungen dazu angeregt werden, immer wieder neue Verbindungen anzunehmen. Verbindungsmuster, die schon einmal aufgetreten sind, stellen sich dabei bevorzugt wieder ein. Und je nachdem, wie lebhaft sie sind, haben wir nur ein vages Déjà-vu-Erlebnis, oder wir erinnern uns konkret an das Ereignis, das früher schon einmal zu diesem Muster geführt hat. Erich Kästner hat in seinem Buch „Als ich ein kleiner Junge war“ ein schönes Bild für diese verteilte Anregung von Erinnerungen gefunden:

- » Die Erinnerungen liegen nicht in Fächern, nicht in Möbeln und nicht im Kopf. Sie wohnen mitten in uns. Meistens schlummern sie, aber sie leben und atmen, und zuweilen schlagen sie die Augen auf. Sie wohnen, leben, atmen und schlummern überall. In den Handflächen, in den Fußsohlen, in der Nase, im Herzen und im Hosenboden. Was wir früher einmal erlebt haben, kehrt nach Jahren und Jahrzehnten plötzlich zurück und blickt uns an. Und wir fühlen: Es war ja gar nicht fort. Es hat nur geschlafen. Und wenn die eine Erinnerung aufwacht und sich den Schlaf aus den Augen reibt, kann es geschehen, dass dadurch auch andere Erinnerungen geweckt werden. Dann geht es zu wie morgens im Schlafsaal! (Kästner 2010, S. 63–64).