

Auf dem Weg zum naturwissenschaftlichen Experimentieren Grundschul Kinder als Forscher

Patricia Grygier/Andreas Hartinger Die hier beginnende Kurzserie will einen Vorschlag machen, wie man die Komplexität von Versuchen und Experimenten allmählich steigern kann und dazu jeweils geeignete Versuche und Experimente – zusammen mit den jeweiligen inhaltlichen Erklärungen – vorstellen.

Was will diese Kurzserie?

Unser Hauptziel ist, Sie mit dieser Serie zu ermutigen, mit Ihren Kindern im Sachunterricht naturwissenschaftliche Experimente und Versuche gezielt und reflektiert durchzuführen.

Es muss unseres Erachtens inzwischen nicht mehr groß begründet werden, dass Experimente und Versuche einen festen Platz im Sachunterricht der Grundschule haben sollten. Zu eindeutig sind die Hinweise darauf, dass sie 1.) eine wichtige Motivationsquelle für die Schülerinnen und Schüler sind, dass 2.) durch das eigenaktive und anschauungsgebundene Tun gute Voraussetzungen dafür gegeben sind, dass die entsprechenden Inhalte gut verstanden werden, und dass nicht zuletzt 3.) die Fähigkeit, Experimente durchzuführen ein wichtiges Ziel des naturwissenschaftlichen Lernens ist (vgl. ausführlicher z. B. GDSU 2002; Grygier & Hartinger 2009). Allerdings ist – insbesondere für die Ziele 2.) und 3.) – die Qualität des Experimentierens entscheidend. In einigen Studien konnte festgestellt werden, dass gerade beim naturwissenschaftlichen Lernen manchmal eine Art »praktizistisches Verständnis« vorherrscht. Im Vordergrund steht dabei, dass die Kinder irgendwie »herumexperimentieren« (im Englischen ganz gut als »hands-on activities« bezeichnet) und kaum darauf geachtet wird, inwieweit diese Versuche dazu

beitragen, dass bestimmte Erkenntnisse deutlich werden, dass sich bei den Kindern keine falschen Konzepte aufbauen oder dass dadurch das Experimentieren selbst geübt wird (Kleickmann 2008).

Wir denken, dass es daher für den Unterricht in der Grundschule sinnvoll ist, zwischen verschiedenen Formen des »Experimentierens« zu unterscheiden, um deutlich zu machen, welche unterschiedlichen Ziele damit erreicht werden sollen. Dies wollen wir zunächst darlegen.

Was sind Experimente?

Wir werden im Folgenden zwischen vier Begriffen unterscheiden, die als Gemeinsamkeit haben, dass sie alle in der Alltagssprache als »Experimente« bezeichnet werden, die jedoch unterschiedliche Ausrichtungen bzw. Schwerpunktsetzungen und damit auch unterschiedliche Ziele haben. Wir beziehen uns dabei ausschließlich auf Schülerexperimente, da wir sie für die Grundschule als zentral erachten – ohne abstreiten zu wollen, dass vorgeführte Lehrerexperimente auch eine Bedeutung für den Unterricht haben können.

1. Experimente

Bei Experimenten stehen zu Beginn eine echte Fragestellung und/oder eine Vermutung der Kinder. Die Schülerinnen und Schüler müssen sich dann bemühen, diese Fragestellung selbstständig zu bearbeiten und zu beantworten. Es geht also auch darum, dass sich die Kinder vor dem eigentlichen »Experimentieren« darüber klar werden müssen, wie sie die Frage beantworten können. Im Unterschied zur klassischen, wissenschaftlichen Definition eines Experiments verzichten wir bei Schülerexperimenten darauf, dass zu Beginn eine echte Hypothese stehen muss (wenn man eine Hypothese als eine Vermutung bezeichnet, die in sich stimmig aus einer Theorie abgeleitet wird). Dies ist unseres Erachtens von Kindern im Grundschulalter im Normalfall nicht zu leisten. Was man aber erwarten kann, ist, dass sie Vermutungen abgeben (manchmal ja auch nicht inhaltlich begründet, sondern eher mit: »Meine Mama/mein Papa hat mir gesagt, dass es so ist!«) und sie sich dann überlegen, wie diese Vermutung überprüft werden kann.

Die Materialien zu diesem Beitrag

- M 1 Kügelchen in die Flasche/Tinte in Wasser und Öl 1
- M 2 Kügelchen in die Flasche/Tinte in Wasser und Öl 2
- M 3 Unterbrochene Linie/Fingertäuschung
- M 4 Drehende Scheiben
- M 5 Quellenangaben

Literatur

- GDSU (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Grygier, P. & Hartinger, A. (2009). Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen. Berlin: Cornelsen.
- Kleickmann, T. (2008): Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis. Münster: Inauguraldissertation.
- Köster, H. (2007): Freies Explorieren und Experimentieren – eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. Berlin: Logos.
- Köster, H. & Hartinger, A. (2006). Kann eine Colaflasche schwitzen? In: Grundschule, 38, H. 8, S. 60–63.
- Wiebel, K. H. (2000). »Laborieren« als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. In: Grundschulzeitschrift, 139, S. 44–47.

2. Versuche

Als Versuche bezeichnen wir dagegen all die Schüleraktivitäten, in denen die Kinder vorgegebene Schritte durchführen, diese dann gegebenenfalls dokumentieren, zu erklären versuchen u. Ä. Nach unserer Erfahrung ist dies die häufigste Form, in der das naturwissenschaftliche Lernen in der Grundschule geschieht.

Bei solchen Versuchen steht nicht das eigenständige Problemlösen im Vordergrund, da die Schülerinnen und Schüler nicht aufgefordert werden, eine Fragestellung selbstständig zu lösen. Sicherlich werden jedoch durch (gute) Versuche wichtige Teilfähigkeiten unterstützt, die für das eigenständige Experimentieren von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen von Vermutungen, das genaue Beobachten oder das vergleichende Überprüfen. In Versuchen ist es auch gut möglich, ein interessantes oder verblüffendes Phänomen zu präsentieren, das die Schülerinnen und Schüler zum Fragen anregt. Auch deshalb sind Versuche immer wieder gut dazu geeignet, dass die Kinder eine Fragestellung entwickeln, die dann weiter überprüft werden kann.

3. Laborieren

Der Begriff »Laborieren« wurde von Karl-Heinz Wiebel in die Diskussion eingebracht (2000). Wiebel bezeichnet damit ein »vorstrukturiertes Experimentieren« (2000, S. 45), in dem den Schülerinnen und Schülern z. B. gezeigt wird, wie sie eine bestimmte Hypothese überprüfen können. Wie beim Experimentieren steht am Beginn des Laborierens eine Frage. Weil nicht zu erwarten ist, dass Kinder im Grundschulalter von vorne herein in der Lage sind, selbstständig den Fragen (im obigen Sinne) experimentierend nachzugehen oder auch, weil die experimentelle Überprüfung für manche Fragen ohne das entsprechende Vorwissen nicht möglich ist, soll durch die Lehrperson Hilfestellung geleistet werden. Diese kann z. B. darin bestehen, dass gezeigt wird, welcher Versuch geeignet ist, um die Fragestellung zu beantworten, wie man die Daten angemessen notiert und/oder auswertet oder wie man die neuen Erkenntnisse auf die Fragestellung (oder auf weitere Fragen) übertragen kann.

Ziel ist hier, dass den Schülerinnen und Schülern, die noch nicht in der Lage sind, selbstständig zu experimentieren, genau die Hilfen gegeben werden, die sie benötigen.

Unter den Begriff des Laborierens fassen wir zudem – aus dem enthaltenen Wort »Labor« abgeleitet – im Normalfall Versuche, die auch einen gewissen Anspruch bzgl. der Durchführung haben, weil sie z. B. sehr sorgfältig ausgeführt werden müssen oder weil sie bestimmte Materialien benötigen, die nicht alltäglich sind (wie z. B. Pipetten, Kohletabletten, Magnetrührer o. Ä.).

4. (Freies) Explorieren

Mit dem Begriff »Explorieren« verbindet sich v.a. der Name Hilde Köster. Sie bezeichnet damit eine sehr freie Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Materialien und/oder Themen und hat in einer empirischen Studie überprüft, inwieweit dies von Schülerinnen und Schülern konstruktiv genutzt wird (Köster 2007). Beim Explorieren beschäftigen sich Kinder mit Materialien in freier Form. Kinder können bestimmte Vorgaben (wie z. B. Versuchsanleitungen) nutzen, sie können jedoch auch eigene Ideen entwickeln und sich mit den Materialien spielerisch und kreativ beschäftigen.

Abgesehen davon, dass es wohl möglich ist, dass die Schülerinnen und Schüler über ein solches freies Explorieren letztlich zu einem zielgerichteten Experimentieren kommen können (vgl. Köster 2007), stehen die Förderung von Interesse und Kreativität durch die eigenständige, aktive und erfahrungsbezogene Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Gegenständen im Vordergrund des freien Explorierens.

Zusammenfassung

Letztlich kann man die vier Begriffe grob und etwas vereinfachend dargestellt, in eine Vier-Felder-Tafel (s. Randspalte) einordnen mit den zwei Dimensionen: »Fragestellung zu Beginn vorhanden/nicht vorhanden« und »Vorgehensweise vorgegeben/nicht vorgegeben«.

Die genannte Unterscheidung ist aus zwei Gründen eher als Orientierung und nicht als festes System gedacht. Zum einen gibt es immer wieder »Graustufen«, wenn z. B. die Vorgehensweise zwar nicht völlig freigegeben ist, allerdings verschiedene Spielräume offen lässt. Und zum anderen – dies ist uns sehr wichtig, und wir werden in den einzelnen Beispielen der Serie immer wieder darauf eingehen – ist häufig die Darbietung und nicht der Versuch selbst dafür entscheidend, ob die Aktivität der Kinder beispielsweise ein Versuch oder ein Experiment wird.

Schritte zum Experimentieren

Das Experimentieren ist zugleich ein Weg und ein Ziel des naturwissenschaftlichen Lernens. Und da man nicht davon ausgehen kann, dass die Schülerinnen und Schüler dieses Ziel (also die Fähigkeit zum Experimentieren) schon von Anfang an beherrschen, sind das Durchführen von Versuchen, das Laborieren und das Explorieren mögliche Schritte auf dem Weg zu diesem Ziel. Wir schlagen dazu eine Art »Curriculum« mit sieben Schritten auf dem Weg zum Experimentieren vor, aus denen sich die Gliederung dieser Kurzserie bildet (vgl. dazu auch Köster & Hartinger 2006; Grygier & Hartinger 2009):

	Fragestellung vorhanden	Fragestellung nicht vorhanden
Vorgehensweise vorgegeben	Laborieren	Versuch
Vorgehensweise nicht vorgegeben	Experimentieren	Explorieren

- (1) grundlegendes Klären des »Experimentierens«
- (2) Versuche durchführen
- (3) Laborieren
- (4) Versuche mit Parametervariation/
Variablenveränderung
- (5) Untersuchen von »Stimmt das?«-Fragen
- (6) Knobelaufgaben/»science projects«
- (7) eigene Fragestellungen experimentell lösen

Die Kurzserie orientiert sich an dieser Reihung – wir werden in den Beiträgen der kommenden Hefte dann jeweils in kurzen theoretischen Einführungen die einzelnen Schritte etwas genauer ausführen.

Die (didaktische) Logik dieser sieben Schritte ist zum einen die, dass bestimmte erforderliche »Techniken« eingeübt werden können, und dass zum anderen die von den Kindern eingeforderten Eigenleistungen allmählich gesteigert werden. Die sieben Schritte sind jedoch nicht so zu verstehen, dass sie streng nacheinander durchzuführen wären – sie dienen eher einer groben Orientierung. Dies gilt im besonderen Maße, da wir davon ausgehen können, dass die Kinder einer Klasse sehr unterschiedliche Vorerfahrungen und Vorkenntnisse mit naturwissenschaftlichen Versuchen haben.

Im Unterrichtsalltag wird es viele Überschneidungen und Überlappungen zwischen den verschiedenen Schritten geben, die wir durchaus auch unterstützen wollen. So sollten die Schülerinnen und Schüler durchgängig die Möglichkeit haben, einfache faszinierende Versuche durchzuführen – auch wenn sie schon in der Lage sind, komplexe Knobelaufgaben lösen zu können. Das freie Explorieren – wir haben es in dieser Auflistung nicht gesondert erwähnt, weil es sich unserer Systematik entzieht – sollte in gleicher Weise parallel ermöglicht werden, weil die dadurch zu erwartende Förderung von Motivation und Kreativität sicherlich unterstützend wirkt.

Grundlegendes Klären des »Experimentierens«

In diesem ersten Teil der Kurzserie stellen wir vier Versuche vor, die uns geeignet erscheinen, wichtige Merkmale bzgl. des Experimentierens als Weg des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns deutlich zu machen.

- a) Es gibt einen Unterschied zwischen einer Vermutung und einer Evidenz. (Im Sprachgebrauch mit den Kindern ist es unseres Erachtens – auch wenn es streng genommen falsch ist – sinnvoll von »Beweisen« anstelle von Evi-

denzen zu sprechen. Eine korrektere Alternative wäre der Begriff »Beleg«.)

In diesem Zusammenhang ist auch zu erkennen, dass »demokratische« Grundmuster hier nicht tragen. Es ist nicht sinnvoll, die Meinung der Mehrheit (oder gar die Ansicht einzelner »Meinungsmacher«) als gültig zu erachten – vielmehr sollte eine Überprüfung der Vermutungen in Form von »objektiven« und nachprüfbaren »Experimenten« stattfinden.

- b) Es gibt beim Experimentieren gewisse Standards. So ist es wichtig, genau und gründlich zu arbeiten. Für die Grundschule relevant erachten wir dabei v. a. die Erkenntnis, dass das genaue Messen dem groben Schätzen vorzuziehen ist.

zu a) Um klarzumachen, dass Vermutungen überprüft werden sollten, eignen sich »kontraintuitive Versuche«, also solche, bei denen die Vermutungen der meisten Kinder unserer Erfahrung nach falsch sind. Zwei solcher Versuche stellen wir auf den kommenden Seiten vor (M 1 + M 2).¹ Sinnvoll erscheint uns, dass die Kinder (oder die ganze Klasse) vor der Durchführung ihre Vermutungen abgeben, welche nach der Durchführung des Versuchs mit dem Ergebnis verglichen wird. Dabei bietet es sich an, dass (neben der inhaltlichen Frage, weshalb sich das Phänomen so zeigt) auch besprochen wird, dass erst der Versuch gezeigt hat, wie es »wirklich ist« und dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler genau so arbeiten: Sie haben Fragen und Vermutungen, überlegen sich dann Experimente, die ihre Vermutungen bestätigen oder widerlegen, und entwickeln aus den Ergebnissen wieder neue Vermutungen.

zu b) Für die Unterscheidung von Schätzen und Messen haben sich optische Täuschungen bewährt (z. B. M 3 + M 4). Sie machen sehr schön deutlich, dass man den eigenen Sinnen nur bedingt trauen kann. Um die Bedeutung des Messens klarzumachen, eignen sich v. a. solche optischen Täuschungen, die sich auf die Länge eines Gegenstands beziehen oder bei denen Winkel und Krümmungen mit dem Lineal überprüft werden können.

Wir hoffen, dass die Kinder durch diese (und natürlich auch durch die in den folgenden Teilen der Serie dargestellten) Versuche neben diesen zwei genannten kognitiven Zielen auch gewisse Einstellungen entwickeln bzw. sich erhalten. An erster Stelle steht für uns ein »forschender Geist«, der sich darin ausdrückt, dass sich die Schülerinnen und Schüler interessiert in unserer Welt bewegen und zudem Interesse und Freude daran haben, Vermutungen zu überprüfen bzw. Fragen an die Welt zu stellen und nach Möglichkeit auch selbstständig zu beantworten. ■

Anmerkung

- 1 Im Rahmen einer solchen Serie können natürlich immer nur ausgewählte Beispiele dargestellt werden. Weitere finden sich in Grygier & Hartinger 2009.

Autoren

Dr. Patricia Grygier
Andreas Hartinger
Universität Augsburg
Lehrstuhl für
Grundschulpädagogik
Universitätsstr. 10
86159 Augsburg

Name

Klasse

Datum

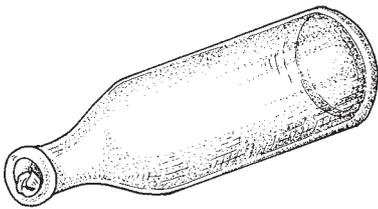
Kügelchen in die Flasche 1

Das wird gebraucht

Eine leere (Plastik-)Flasche, ein Papierkügelchen

So wird es gemacht

Halte die Flasche waagrecht und lege das Papierkügelchen in den offenen Flaschenhals (s. Abbildung 1). Versuche nun, das Papierkügelchen kräftig in die Flasche zu pusten!



Tinte in Wasser und Öl 1

Das wird gebraucht

vier Gläser, Wasser, Kirschsaf, Tintenpatrone, Speiseöl

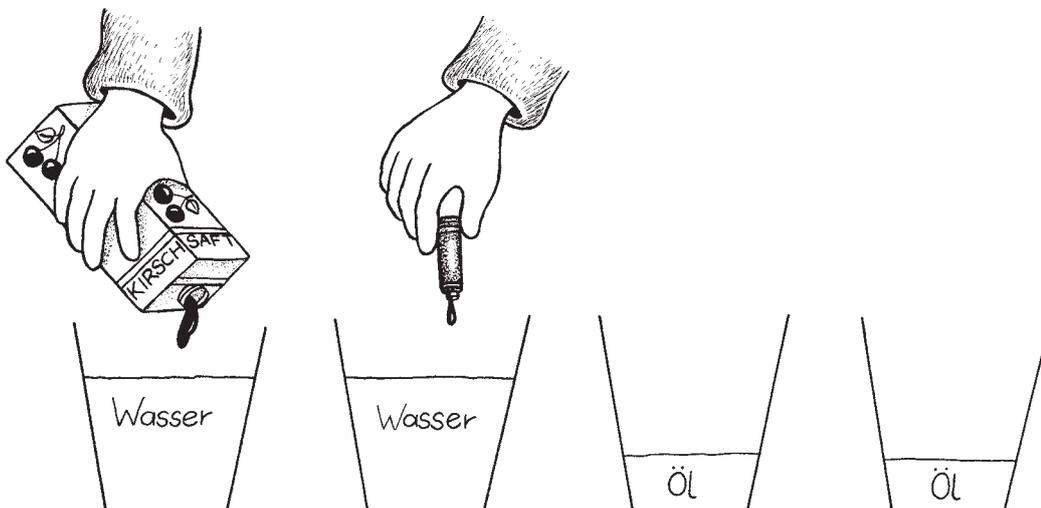
So wird es gemacht

Fülle zwei Gläser halb voll mit Wasser.

Überlege, wie es aussehen wird, wenn du nun in das eine Glas etwas Kirschsaf gießt und in das andere Glas die halbe Tintenpatrone. Probiere es anschließend aus!

Gieße nun in die zwei übrigen Gläser jeweils etwa 3 cm hoch Speiseöl. Wie sieht es wohl aus, wenn du Kirschsaf ins Öl gießt? Versuche es!

Vermute zum Schluss, was passiert, wenn du die restliche Tinte in das vierte Glas mit Öl tropfst. Überprüfe, ob deine Vermutung stimmt!



Name

Klasse

Datum

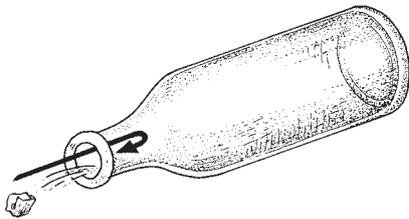
Kügelchen in die Flasche 2

Das kannst du beobachten

Das Kügelchen rollt nicht in die Flasche, es fällt aus dem Flaschenhals nach draußen.

So kann man es erklären

Die Flasche ist nicht wirklich leer, sie ist voller Luft. Wenn man auf das Kügelchen bläst, so können das Kügelchen und die geblasene Luft nicht in die Flasche hinein, weil diese schon mit Luft gefüllt ist. Der Atem »prallt« also an der Luft in der Flasche ab und »nimmt« auf seinem Rückweg das Kügelchen mit nach außen (s. Abbildung 2).



Tinte in Wasser und Öl 2

Das kannst du beobachten

Der Kirschsafft vermischt sich schnell mit dem Wasser, die Flüssigkeit sieht am Ende rot aus – etwas heller als der ursprüngliche Kirschsafft.

Die Tinte verteilt sich in dünnen »Fäden« im Wasser, bis die Flüssigkeit einheitlich blau aussieht.

Mit dem Öl vermischt sich der Kirschsafft nicht, er setzt sich unter dem Öl als rote Schicht ab. Die Tintentropfen vermischen sich auch nicht mit dem Öl. Im Gegensatz zum Kirschsafft behalten sie aber ihre Tropfenform bei und sinken langsam auf den Glasboden.

So kann man es erklären

Während das Wasser als Lösungsmittel für den Saft und die Tinte geeignet ist, vermischt sich das Öl nicht mit den beiden wässrigen Flüssigkeiten.

Sowohl der Kirschsafft als auch die Tinte sind schwerer als das Öl, deshalb sammeln sie sich am Glasboden.

Hinweis für Lehrer

Der Vorteil dieses Versuchsablaufs ist, dass die Schüler zunächst beobachten, wie sich Flüssigkeiten problemlos in Wasser verteilen. Dies entspricht ihrer alltäglichen Erfahrung, z. B. beim Zubereiten einer Saftschorle. Auf Grund dieser Beobachtungen ist die Verwunderung über das Verhalten von Tinte in Öl umso größer und widerspricht (hoffentlich) der Erwartung und Vermutung der Schüler.

Das unterschiedliche Verhalten von Saft und Tinte in Öl kann durch verschieden starke zwischenmolekulare Kräfte (Kohäsionskräfte) der Flüssigkeiten erklärt werden. Bei der Tinte sind diese Kräfte und damit auch die Oberflächenspannung größer als beim Kirschsafft. Die Tinte bleibt daher länger in Tropfenform. Der Kirschsafft hat im Vergleich dazu kleinere zwischenmolekulare Kräfte und bildet deshalb schneller eine flache Schicht unter dem Öl aus.

Name

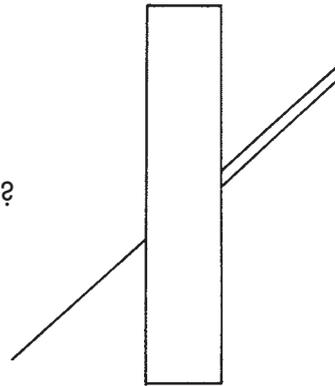
Klasse

Datum

Unterbrochene Linie

So wird es gemacht

Betrachte die Abbildung. Welche der beiden rechten dünnen Linien ist deiner Meinung nach die Fortsetzung der dünnen Linie auf der linken Seite? Überprüfe deine Vermutung mit dem Lineal!



Das kannst du erkennen

Die obere Linie ist die passende Fortsetzung.

So kann man es erklären

Es sieht fast so aus, als würde die untere Linie besser passen. Dies liegt daran, dass der weiße Balken im Vordergrund unsere Wahrnehmung stört. Dies ist eine so genannte Winkeltäuschung.

Fingertäuschung

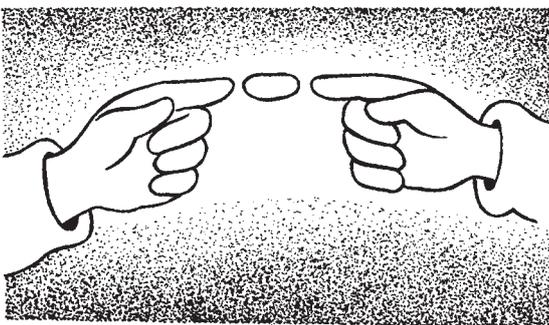
So wird es gemacht

Strecke deine Arme aus und halte deine Zeigefinger so, dass sie sich berühren (etwa in Kopfhöhe) (s. Abbildung 1). Schau über deine Fingerspitzen hinweg zur Wand, so dass du die Wand scharf und die Hände nur unscharf sehen kannst. Achte dennoch auf deine Zeigefinger!



Das kannst du erkennen

Zwischen deinen Fingern ist noch ein Stück Finger zu sehen (aber nur solange du nicht direkt darauf schaust) (s. Abbildung 2).



So kann man es erklären

Die Augen bewegen sich leicht auseinander, wenn sie nicht mehr auf die Hand, sondern auf die Wand »scharf stellen«. Dadurch liefern sie aber dem Gehirn leicht unterschiedliche (unscharfe) Bilder von den Zeigefingern, die im Gehirn zu einem neuen Bild zusammengesetzt werden. Durch die Überlagerung der Bilder entsteht der Eindruck, dass in der Mitte noch ein Stück Finger »schwebt«.