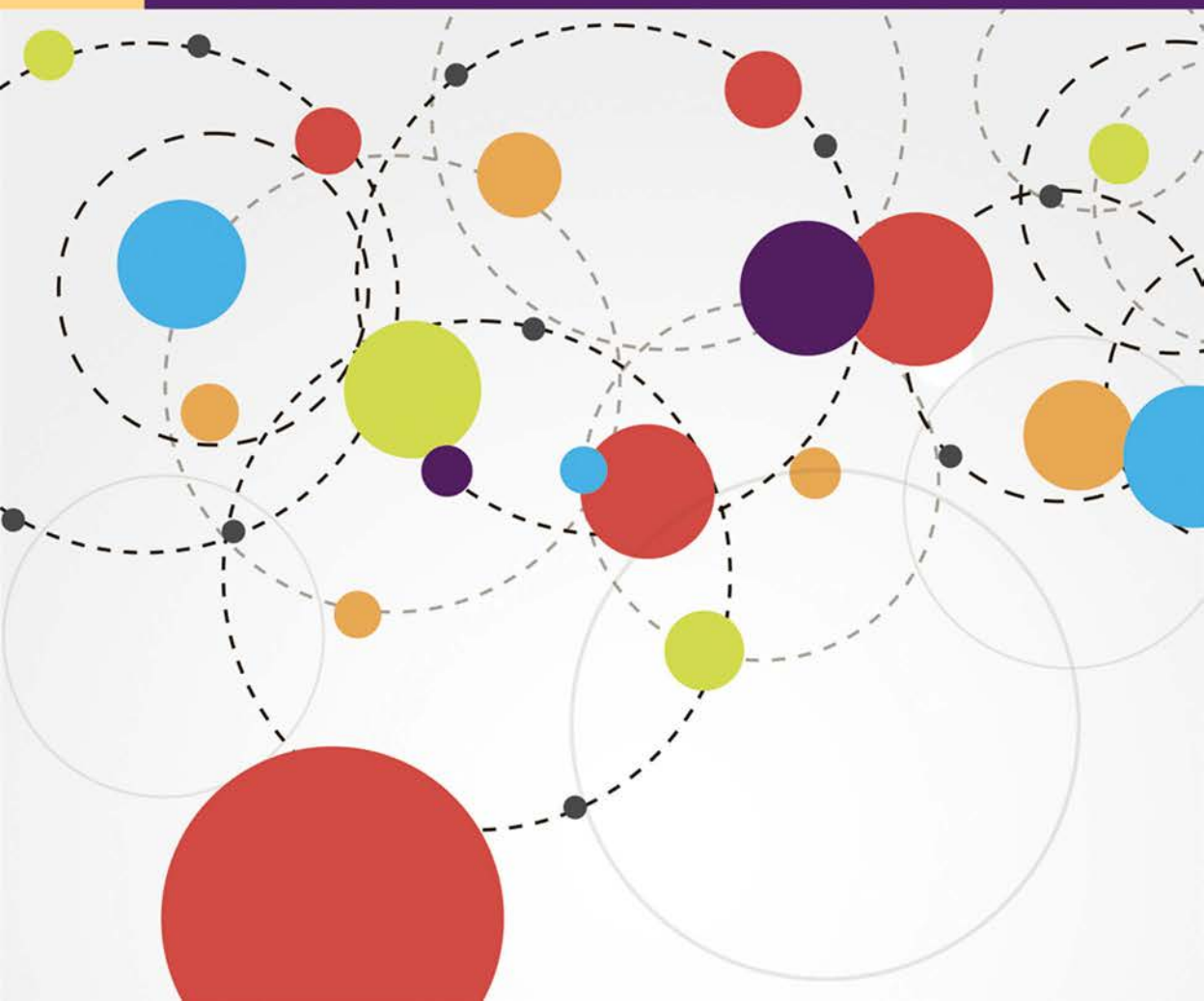


Lars Scheffel

PÄDAGOGIK

Erklären im Unterricht

Taktiken und Strategien



Lars Scheffel
Erklären im Unterricht

Lars Scheffel

Erklären im Unterricht

Taktiken und Strategien

BELTZ

Dr. Lars Scheffel ist Lehrer für Biologie und Chemie an einem Gymnasium und in der Lehrerausbildung als Studienleiter für Pädagogik tätig.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig.
Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen
und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.



Dieses Buch ist erhältlich als:
ISBN 978-3-407-63129-9 Print
ISBN 978-3-407-63146-6 E-Book (PDF)
ISBN 978-3-407-63147-3 E-Book (EPUB)

1. Auflage 2019

© 2019 Beltz
in der Verlagsgruppe Beltz · Weinheim Basel
Werderstraße 10, 69469 Weinheim
Alle Rechte vorbehalten

Lektorat: Miriam Frank
Layout/Reihenkonzept: glas ag, Seeheim-Jugenheim
Illustrationen/Abbildungen Innenteil: Karla Rosenplänter
Umschlaggestaltung: Michael Matl
Umschlagabbildung: © istock/Yura GRIDNEV

Herstellung und Satz: Michael Matl
Druck und Bindung: Beltz Grafische Betriebe, Bad Langensalza
Printed in Germany

Weitere Informationen zu unseren Autoren und Titeln finden Sie unter: www.beltz.de

Inhaltsverzeichnis

Was Sie hier erfahren – und was nicht	7
 Kapitel 1: Was genau wollen Sie erklären?	12
Fünf Aspekte guten Erklärens	14
Zu viel Stoff? Ja, aber – und zwei Gegenbeispiele	15
Wissen – woher und wohin?	19
Schritt 1: Grobe Strukturen einer Unterrichtseinheit festlegen	20
Schritt 2: Stundenziele – Erklärungsziele	26
Schritt 3: Material sichten und eindampfen	27
Schritt 4: Mein Material passt nicht zu meiner Erklärung	33
Vorsicht: Zombies und Skelette	34
Ein Plädoyer fürs Verstehen	36
Paradox: Ein Plädoyer fürs Nicht-Verstehen	37
 Kapitel 2: Was denken Ihre Schülerinnen und Schüler?	40
Kleines Experiment – große Verwirrung	42
Erklären heißt, Theorien zu verändern	43
Ein kritischer Exkurs in die Theorie	45
Zurück zu den Schülervorstellungen	46
 Kapitel 3: Klare Sprache, verständliche Texte	51
Oft unsere Quelle: Sprache in der Wissenschaft	52
Erklären ist die Inversion schlechter Wissenschaftssprache	53
Tipps für verständliche Sprache und Texte	53
Fachsprache lernen = Fremdsprache lernen?	57
Klar argumentieren	60
Einen Text strukturieren: Welche Information kommt wohin?	64
Das Modell der harten Nachricht	66

Kapitel 4: Überzeugend sprechen und vortragen	69
Vorbereiten eines Lehrervortrags	70
Achtung, hier kommt etwas Neues!	72
Ihre Stimme	74
Innere Haltung, Gestik und Körpersprache	74
Trainieren Sie sich selbst!	77
 Kapitel 5: Text, Film und Multimedia	80
Lernen auf verschiedenen Kanälen gleichzeitig	81
Einen Text gut lesbar gestalten	83
Textgestaltung im Web	87
Arbeitsmaterial mit Grafiken	89
Einen Podcast erstellen oder auswählen	92
Filme erstellen oder auswählen	93
Woran Sie gute Videos erkennen	96
Wie Sie überfrachtetes Material entschlacken	96
 Kapitel 6: Sechs Strategien für erfolgreiche Erklärer	102
Strategie 1: Vormachen und Nachmachen	103
Strategie 2: Konzept und Anwendungen	105
Strategie 3: Narrative Erklärungen	109
Strategie 4: An Objekten oder Modellen erklären	115
Strategie 5: Lernen an Analogien	119
Strategie 6: Von Beobachtungen zur Regel	121
 Am Ende ein Dank ...	126
 Weiterführende Literatur	127

Was Sie hier erfahren – und was nicht

»Wie erklärt man eigentlich etwas?«, fragte mich eine Referendarin nach der Unterrichtsstunde. »Wir lernen in der Uni und im Referendariat alles Mögliche, aber nicht, wie man erklärt!« In der Tat: Wie man gut erklärt, hatte auch mir niemand erklärt, und ich konnte es ihr auch nicht erklären. Zu Hause begann ich zu recherchieren. Der Befund: Wie gutes Erklären funktioniert, kann bislang kaum jemand erklären.

»Erklären brauchen Lehrer auch nicht mehr«, sagte mir dazu eine bekannte Lernforscherin. »Lehrer und Lehrerinnen sollen ja heute nur noch Lerncoaches sein. Das Wissen erarbeiten sich die Lernenden selbst.« Aber wird nicht mit dieser Forderung das Kind mit dem Bade ausgeschüttet? Denn das Problem verlagert sich auf diese Weise nur. Das Zerrbild des monologisierenden Lehrers wird entschärft, aber auch in einem solchen Unterricht erklärt dann ein Buchautor, Filmautor oder der Gestalter der Internetseiten die benötigten Fachinhalte.* Und damit ist die Lehrkraft mehr gefordert denn je: Sie muss dann aus den vielen Angeboten diejenigen herausuchen, die den Stoff optimal vermitteln, also: gut erklären.¹

Wie erklärt man also? Ich fing an, systematisch zu recherchieren, und fand dann doch (verstreut auf Fachdidaktik, Psychologie, Rhetorik und viele weitere Gebiete wie z. B. die Typografie) einige brauchbare Ideen, die ich zu dieser Anleitung zusammengefügt habe.

Was Sie in diesem Buch erfahren

Vermutlich sind Sie bereits Unterrichtsexperte. Sie wissen, wie Sie Ihre Lernenden aktivieren, sie motivieren, Interesse aufbauen. Sie verstehen sich darauf, einer Stunde (oder – je nach Modell – der entsprechenden Unterrichtszeit) einen Spannungsbogen zu geben. Wie Sie den erlernten Stoff mit Übungen festigen, haben Sie auch in Ihrem Methodenrepertoire. Wenn Sie Lehrkraft in der Ausbildung sind, erfahren Sie es in den Ausbildungsveranstaltungen. Darüber lernen Sie hier wenig.

Denn: Dieses Buch fokussiert auf das »Herz« einer Unterrichtsstunde: die kurzen Zeitabschnitte, in denen nicht geübt, experimentiert oder diskutiert wird, sondern in denen Sie *neue* Inhalte vermitteln. Die Minuten, in denen die vorher erhobenen Daten, die Überlegungen aus einer Diskussion, die Besonderheiten eines Textes sich zu neuem Wissen kristallisieren. Die Momente, in denen sich der Horizont der Lernenden

* Der Philosoph Christoph Türcke sieht das in seinem Buch »Lehrerdämmerung. Was die neue Lernkultur in den Schulen anrichtet« (2016) sehr kritisch: »Den Frontalunterricht machen jetzt nicht die Lehrer, sondern den machen die Arbeitsblätter.« Der Unterricht verkomme zu einem Abarbeiten von Arbeitsanweisungen.

erweitert, in denen sie die Begeisterung über die Erkenntnis packt, in denen es »Klick« macht ...

Diese Momente sind die wichtigsten im Unterricht. Und so seltsam es auch ist: Wie Sie diese zentralen Vermittlungsprozesse gestalten, darüber findet man in der Lehrerbildung, in den Fortbildungskatalogen und in der Unterrichtswissenschaft wenig.

In diesem Buch finden Sie Handwerkszeug für die meisten denkbaren Situationen, in denen Sie in der Schule Wissen vermitteln. Sei es, dass Sie

- einen Lehrervortrag halten,
- Texte für Ihre Klasse schreiben,
- Texte, Filme oder andere multimediale Inhalte auswählen bzw. erstellen,
- in Sport, Musik, Kunst oder Werken Abläufe demonstrieren,
- im Unterricht Theorien zur Anwendung bringen und vieles mehr.

Für alle diese Situationen finden Sie konkrete Anleitungen, Beispiele, Hinweise und Hintergründe.

In meiner Tätigkeit als Ausbildungslehrkraft und Studienleiter konnte ich beobachten, dass die Schwierigkeiten beim Erklären oft schon vor dem eigentlichen Kern der Unterrichtsstunde beginnen: Das Leben und Lernen würde für Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler häufig viel leichter werden, wenn Stunden weniger überfrachtet wären, der Fokus klarer wäre, die großen Linien und der Spannungsbogen des Unterrichts und einer Unterrichtseinheit klarer hervorträten. Daher bekommen Sie kleine Tipps und Kniffe, wie Sie

- große Linien in einer Unterrichtseinheit herausstellen und
- sich auf wirklich relevante Inhalte fokussieren,
- weniger Relevantes beherzt weglassen oder
- zu trockene Unterrichtsinhalte wieder mit Leben füllen.

Was Sie in diesem Buch nicht erfahren

Bei der Auswahl der Beispiele habe ich versucht, möglichst viele Themenbereiche abzudecken, sodass jeder oder jede an der einen oder anderen Stelle Inhalte aus seinem oder ihrem Fach wiederfindet. Diese Beispiele sollen möglichst illustrativ sein und so, dass man auch als in diesem Fachbereich nicht kundiger Leser oder Leserin den Kern der Aussage versteht. Die meisten Beispiele entstammen den Naturwissenschaften, sind allerdings auf andere Fächer übertragbar.

Wenn es um Inhalte geht, die Sie im konkreten Fachunterricht einsetzen können, müssen Sie sich auf Ihr Wissen verlassen. So sehr ich mich auch um Beispiele und Ideen für viele Fächer bemüht habe: Patentlösungen für alle denkbaren Unterrichtssituationen kann ich nicht liefern. Die Ideen auf Ihr Fach, auf Ihren Stil, zu lehren, und letztendlich auf Ihre Schülerinnen und Schüler anzupassen – das können nur Sie. Aber glauben Sie mir: Schwer ist es nicht – und Spaß macht es obendrein!

Was ist Erklären?

Um Missverständnisse zu vermeiden, hilft es, kurz über den Begriff »erklären« nachzudenken. Nicht, um sich in akademischen Definitionsübungen zu ergehen, sondern um das Bedeutungsspektrum etwas einzuengen. Beginnen wir praktisch: Was könnten Sie beispielsweise im Unterricht erklären? Ein paar Beispiele:

- Wann wurde Karl der Große zum König gekrönt?
- Wie lang ist der Bremsweg eines Autos bei 80 km/h?
- Warum ziehen Vögel im Winter in den Süden?
- Warum hat ein Pfau so lange Schwanzfedern?
- Wie kam es zur Französischen Revolution?
- Wie hobelt man ein Brett?
- Lohnt sich die Grippe-Impfung?

Die Antwort auf die Frage, wann Karl der Große gekrönt wurde, ist der 9. Oktober 768. Um dieses Wissen zu vermitteln, brauchen Sie keine didaktische Ausbildung, geschweige denn dieses Buch. Eine solche Vermittlung reinen Faktenwissens gehört also nicht in den Bereich des Erklärens.

Wie lang der Bremsweg eines Autos bei 50 km/h ist, stellt andere Anforderungen an den Erklärenden. Denn hier gibt es physikalische Gesetzmäßigkeiten, welche einen Anfangszustand (ein Auto fährt 50 km/h) und Randbedingungen (Fahrbahnbeschaffenheit, Reaktionszeit) in einem idealisierten System (die Bremsen funktionieren etc.) mit einem Ergebniswert (ca. 40 m) verknüpfen. Dieser Zusammenhang gilt immer und überall. Beziehen Sie als Lehrkraft all diese Faktoren in den Unterricht mit ein, haben Sie es schon mit einer hinreichend komplexen Erklärung zu tun.

Wechseln wir zur Biologie: Warum Vögel in den Süden ziehen, hat auch klare, erforschbare Gründe (vermutlich Temperatur, Tageslänge etc.), allerdings ist trotz der genetischen Disposition der Vögel nur *wahrscheinlich*, dass sie ziehen. Eine eindeutige, kausal-logische Verknüpfung besteht nicht.

Warum ein Pfau so unpraktisch lange Schwanzfedern hat, ist nicht aus Regeln ableitbar geschweige denn vorhersagbar. Allerdings gibt es evolutionsbiologische Überlegungen, welche die Bildung eines solchen Schmucks *im Nachhinein* plausibel machen. Hierfür bedarf es einer Erklärung, welche Phänomen und Theorien regelhaft, aber nicht zwangsläufig verknüpft.

Die Antwort auf die Frage, wie es zur Französischen Revolution kam, ist komplexer, allerdings ähnlich gelagert: Hier müssen Ihre Schülerinnen und Schüler viele einzelne Fakten und kleinere Zusammenhänge lernen, die dann zu einem Theoriegebäude zusammengesetzt werden, welches die Revolution im Nachhinein plausibel macht – eine Vorhersage über zukünftige Ereignisse in der Politik ist allerdings kaum möglich.

Wie man ein Brett hobelt, ist eine ganz andere Art von Wissen als in den bisherigen Beispielen: Hier wird Wissen vermittelt, welches zwar theoretische Anteile hat,

allerdings zu großen Teilen ein Handlungs- und Erfahrungswissen ist. Ein Wissen, welches zwar nicht strengen logischen Regeln gehorcht, allerdings dennoch reproduzierbar ist.

Ob sich eine Grippe-Impfung lohnt, ist auch von Fakten abhängig, allerdings sind wir hier im Bereich des Bewertens. Sie können im Unterricht *erklären*, wie Impfstoffe das Immunsystem beeinflussen und welche Wirkung Adjuvantien auf die Antigene haben. Ob eine solche Impfung für einen individuell sinnvoll ist, ist eine Frage der *Bewertung*, wobei bestenfalls Fakten bewertet werden und keine Gerüchte. Bewertungen aber sind letztendlich *ethische* Fragestellungen. Damit haben wir den Bereich der Erklärung verlassen.²

Bei allen Fragen, die in den Bereich des Erklärens gehören, werden Ursachen bzw. Regeln mit Anwendungen bzw. Folgerungen verknüpft. Das kann entweder von einer Beobachtung ausgehen (Schwanzfedern des Pfaus), von der aus dann Erklärungen gesucht werden, oder andersherum: Eine Regel wird vorgegeben (Gleichung für den Bremsweg) und aus dieser Regel eine Folgerung abgeleitet. Solches Wissen kann theoretischer Natur sein oder (wie beim Hobeln) eher praktischer Natur.

Erklären in der Schule bedeutet also, dass Sie Wissen vermitteln, welches aus mehreren Fakten besteht, welche mehr oder minder regelhaft aufeinander bezogen sind. Diesen Bereich zwischen Hobeln und Bremsweg deckt dieses Buch ab.

Wo finden Sie was?

Sie müssen dieses Buch nicht von vorn bis hinten lesen. Die Kapitel fokussieren ganz unterschiedliche Bereiche guten Erklärens. Suchen Sie sich jeweils die Kapitel heraus, von denen Sie gerade am meisten profitieren werden. Folgendes finden Sie in den Kapiteln:

Kapitel 1: Was genau wollen Sie erklären?

Hier lernen Sie, wie Sie aus dem Wust des verfügbaren Wissens die wirklich zentralen Inhalte herauschälen. Gleichzeitig erfahren Sie, warum viele neue Schulbücher besonders schwer zu verstehen sind.

Kapitel 2: Was denken Ihre Schülerinnen und Schüler?

Während Sie erklären, denken Ihre Schüler mit. Meistens jedenfalls. Wenn Sie hier häufige Missverständnisse und Fehlvorstellungen kennen oder über Techniken verfügen, diese zum Vorschein zu bringen, können Sie zielgerichteter arbeiten.

Kapitel 3: Klare Sprache, verständliche Texte

Wie Sie eine einfache, verständliche, aber nicht simplifizierende Sprache gestalten lernen Sie hier. Die wichtigsten Regeln sind mit etwas Übung leicht anzuwenden.

Kapitel 4: Überzeugend sprechen und vortragen

Tipps und Tricks für den mündlichen Vortrag. Sei es für Sie selbst oder auch um Referate oder Präsentationsprüfungen zu coachen.

Kapitel 5: Text, Film und Multimedia

Wie erkennen Sie einen gut verständlichen Film, eine für den Unterricht geeignete Internetseite? Wie gestalten Sie ein Arbeitsblatt, einen Podcast, eine Internetseite verständnisdienlich und ästhetisch ansprechend? Hier finden Sie Tipps und Ideen (und ein paar lernpsychologische Hintergründe).

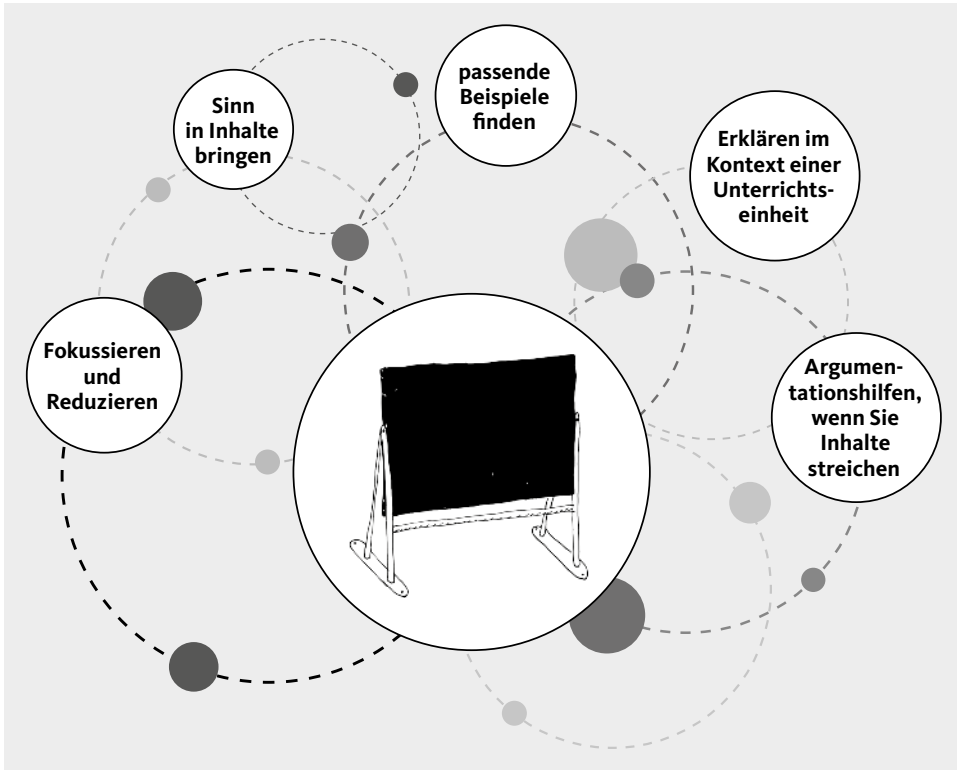
Kapitel 6: Sechs Anleitungen für erfolgreiche Erklärer

Hier bekommen Sie Anleitungen für unterschiedlichste schulische Situationen:

- Wie Sie in Sport, Musik, Kunst, Werken etc. etwas vormachen, das die Schülerinnen und Schüler nachmachen.
- Wie Sie in Mathe, Physik oder Chemie eine Formel bzw. ein Verfahren mit Schülerinnen und Schülern zur Anwendung bringen.
- Wie Sie in Geschichte, Geografie, Sprachen etc. aus Geschehnissen Theorien und Zusammenhänge ableiten.
- Wie Sie Objekte, Experimente oder Modelle funktional erklären.
- Wie Sie in den Naturwissenschaften Analogien sinnvoll einsetzen.
- Wie Sie von Daten bzw. Messwerten zu einer Regel kommen.

Für Anregungen und Kritik bin ich stets dankbar. Schreiben Sie mir gern:
lars.scheffel@gmx.de

Kapitel 1: Was genau wollen Sie erklären?



Vor einigen Jahren auf einer Elternversammlung: Die Biologielehrerin einer 8. Klasse kündigt an, dass sie sich für den Rest des Schuljahres auf die Säugetiere beschränken wird, statt sämtliche Stämme des Tierreichs zu behandeln. Es sei durch Klassenfahrt, Feiertage, Schulfest usw. nur noch so wenig Zeit, dass sie den Lehrplan nicht vollständig erfüllen könne. Daraufhin regte sich Protest bei den Eltern. Mit Schulleitung und Schulrat wurde durchgesetzt, dass die Kollegin alle Themen abzuarbeiten hat. In den Unterrichtsstunden bis zu den Ferien wurden nun je Stunde zwei Stämme des Tierreichs vorgestellt und Baupläne gepaukt: Einzeller, Schwämme, Medusen, Plattwürmer, Ringelwürmer ...

Was hat diese Begebenheit mit Erklären zu tun? Viel! Denn wir befinden uns in den ersten und grundlegenden Überlegungen zum Erklären. Und die erste Überlegung ist die Auswahl des Stoffes. Auswählen bedeutet nicht nur, zwischen Ringelwürmern und Plattwürmern auswählen zu müssen. Den Stoff auszuwählen bedeutet, aus der quasi unendlichen Fülle des potenziell vermittelbaren Stoffes die Fakten und Zusammen-

hänge zu wählen, die für Ihre Schülerinnen und Schüler zum jetzigen Zeitpunkt, unter den aktuellen schulischen Bedingungen und unter Berücksichtigung pädagogischer Belange sinnvoll zu lernen sind.

In diesem Kapitel erfahren Sie daher, mit welchen Tricks Sie Wissensmengen fokussieren und reduzieren können. Sie bekommen Ideen an die Hand, wie Sie zu trockenen Stoff so mit Sinn und Zusammenhang anreichern, dass er beim Erlernen Freude macht. Und Sie erhalten Argumentationshilfen für den Fall, dass Sie sich gegenüber Kollegen, Eltern oder der Schulleitung (oder vor sich selbst) rechtfertigen müssen, warum Sie das eine oder andere Thema nicht oder nur sehr verkürzt unterrichten.

Zurück zum Beispiel oben: Ich befürchte, die Eltern haben ihren Kindern hier einen Bärenienst erwiesen. Aus der Sorge heraus, die Kinder könnten schlecht auf die nächste Klassenstufe vorbereitet sein, haben sie auf *Vollständigkeit* der Unterrichtsinhalte gepocht – ein hehres Ziel. Abgesehen davon, dass die Kinder häufig schon am Anfang von Klasse 9 vieles wieder vergessen haben: Was würde es denn bedeuten, einen Stoff *vollständig* zu unterrichten? Ein paar Provokationen:

- Im Biologiebuch für die Mittelstufe ist der Abschnitt über die Ringelwürmer 4 Seiten lang. Eine Seite davon sind Beobachtungsaufträge für die Arbeit draußen.
- Im Buch »Spezielle Zoologie« ist der Abschnitt über Ringelwürmer 52 Seiten lang.
- *Vollständig* bedeutet, man kann nichts mehr hinzufügen.
- *Vollständig* bedeutet, man kann nichts mehr wegnehmen.
- *Vollständig* ist, wenn ich alles unterrichtet habe, was im Schulbuch steht.
- »Ich richte mich nach den Vorgaben der Fachanforderungen.«
- »Man unterrichtet das Thema ja so, dass man ... «
- »Dieses Jahr waren so viele Brückentage, dann das Schulfest, Sportfest, und dann war ich krank ... Ich muss jetzt seitenweise Lesestoff als Hausaufgabe aufgeben.«
- »Wenn ich nicht den ganzen Stoff schaffe, stehen mir die Eltern mit dem Anwalt auf der Matte.«

Sie sehen: Für Vollständigkeit gibt es kein objektives Maß. Welche Stoffmenge Sie in welcher Tiefe Ihren Schülern angedeihen lassen möchten, liegt in Ihrer inhaltlichen wie pädagogischen Verantwortung. *Inhaltlich* ist diese Verantwortung deshalb, weil Sie Ihre Schülerinnen und Schüler auf Abschlüsse, Vergleichsarbeiten oder die nächste Klassenstufe bei einem anderen Lehrer vorbereiten. Und an diesen Stellen ist es wichtig, dass Ihre Schülerinnen und Schüler *einige* Gebiete des Schulstoffes verlässlich beherrschen. Allerdings nicht alle und nicht vollständig. Und die Fälle, in denen es wirklich auf komplettes Abarbeiten eines Curriculums ankommt, sind wenige. Die Stoffgebiete für Vergleichsarbeiten beispielsweise sind meist klar umrissen. Wenn Sie also links und rechts ein paar kleinere Lücken lassen, ist das nicht von großer Bedeutung. *Pädagogisch* ist diese Verantwortung, weil nur Sie abschätzen können, wie viel Sie ihren Schülern zutrauen wollen.

Und genau diese Überlegung ist wichtig, um gut erklären zu können. Denn für eine gute und effiziente Wissensvermittlung müssen Sie sich aus der Vollständigkeitsfalle

befreien. Nur dann, wenn Sie einen klaren Fokus auf die Inhalte haben, die Sie vermitteln möchten (und genau wissen, was eben nicht), können Sie Ihre Erklärung so vorbereiten und strukturieren, dass es auch eine wirklich gute Erklärung wird.

Wenn Sie schon einmal vor dem Problem standen, sich zwischen verschiedenen Aspekten eines Themas entscheiden zu müssen und dann auch noch eine angemessene Bearbeitungstiefe festzulegen, wissen Sie, wie mühsam diese Entscheidungen oft sind und wie einsam.

Daher hat dieses Kapitel zwei wichtige Ziele: Erstens sollen Sie Techniken erhalten, wie Sie diese Entscheidungen schneller, zielgerichteter und strukturierter fällen können. Zweitens möchte ich Ihnen Mut machen, beherzt zu streichen. Die meisten Curricula an Schulen in Deutschland sind hoffnungslos überfrachtet. Und mir ist kein Fall einer Klage bekannt, in der Lehrkräfte belangt wurden, weil sie Teile eines Curriculums nicht bearbeitet haben. Kennen Sie den Spruch, dass man als Lehrkraft immer mit einem Bein im Gefängnis steht? Sollte Ihnen das in den Sinn kommen, fragen Sie sich, wie viele Lehrer Sie kennen, die gerade im Gefängnis sitzen. Es dürften nicht sehr viele sein!*

Fünf Aspekte guten Erklärens

Gutes Erklären braucht fünf Dinge: Sinn, Fokus, Technik, Wiederholung und Anwendung. Die folgenden fünf Aspekte sind größtenteils nichts Neues – allerdings sollten wir sie uns für die nächsten Überlegungen kurz ins Gedächtnis rufen.

- (1) *Erklären mit Sinn:* Voraussetzung für Lernen ist, dass Ihre Schülerinnen und Schüler den Sinn des Lernens erkennen. Das kann ein Lebensweltbezug sein, persönliches Interesse, fachliche Relevanz, die Sie herausgestellt haben, Lust am Forschen und Erkennen ... Ohne diesen Sinn können Ihre Schülerinnen und Schüler kurzfristig pauken. Alles mühsam erworbene Wissen wird aber schnell wieder vergessen. Um diesen Sinn herzustellen, brauchen Sie Raum und Zeit. Sinn und Motivation lassen sich nicht in einer 5-minütigen Unterrichtsphase herstellen, auch wenn das im Referendariat oft so vermittelt wird.
- (2) *Erklären mit Fokus:* Sie müssen genau wissen, was Sie erklären möchten – und was nicht. Ansonsten verzetteln Sie sich wie die Kollegin oben im wahnwitzigen Versuch, einer Vollständigkeit hinterherzuhecheln. Weniger ist mehr. Das klingt trivial, ist aber eine der fiesesten Stolperfallen bei der Unterrichtsvorbereitung, gerade bei Berufsanfängern.

* Ja, ich überspitze hier etwas. Natürlich will ich Sie nicht zum Rechtsbruch auffordern – Lehrpläne haben Erlass-Charakter. Dennoch sollte *wirkliches* Lernen wichtiger sein als bloßes »Abhaken«, bei dem am Ende vieles angesprochen, aber nichts gelernt wird. Das wäre meines Erachtens nämlich der größere Rechtsbruch.

- (3) *Erklären mit der richtigen Technik*: Gutes Erklären ist eine Technik, die Sie erlernen können. Diese Tricks verrate ich Ihnen in Kapitel 3 bis 6. Diese Techniken sind der Kern effizienten Lernens.
- (4) *Erklären mit Anwendung*: Nach jeder Phase des Erklärens muss das neue Wissen in ein Können überführt werden. Je mehr nur *gelernt* wird, desto weniger wird verstanden. Die Inhalte bleiben oberflächliches und nutzloses Faktenwissen.
- (5) *Erklären mit Wiederholung*: Wir alle wissen: Alles, was gelernt wird, müssen wir wiederholen, um es zu festigen. In vielen Fächern wird der Wiederholung aber kaum Zeit eingeräumt. John Hattie vermutet, dass die oft fehlende Wiederholung einer der wichtigsten Gründe ist, weshalb Inhalte nicht gut behalten werden. Für interessante, lernförderliche und abwechslungsreiche Techniken der Wiederholung muss ich Sie leider an andere Literatur verweisen.³

Zu viel Stoff? Ja, aber – und zwei Gegenbeispiele

Fassen wir zusammen: Gutes Erklären braucht ein klares Ziel. Nur wenn Sie genau wissen, was Sie vermitteln wollen (und eben was nicht), können Sie dieses Ziel Ihren Schülerinnen nahebringen. Nur wenn Sie diesen geistigen Fokus haben, mäandern Sie nicht zwischen unterschiedlichen Aspekten eines Themas, bringen keine unnötigen Fakten und wählen passendes Material aus.

Aus vielen Gesprächen mit Kollegen, Referendaren oder auf Fortbildungen kenne ich den Einwand, der jetzt kommt: »Ja, aber ich kann doch nicht einfach ...« (Ihnen fällt sicher etwas ein: »... den Unterrichtsinhalt XY weglassen/kürzen/anders auslegen ...«). Auch beliebt ist: »Man macht das ja so, dass man folgende Inhalte ... in folgender Reihenfolge unterrichtet/mit folgenden Beispielen einführt/an folgender Aufgabe übt ...« Seien Sie auf der Hut, wenn Sie diese Formulierung hören. (Und seien Sie noch kritischer, wenn Sie diese Formulierung aus Ihrem eigenen Mund hören ...)

Kein Wissensgebiet kommt mit einer quasi genetisch vorgegebenen Struktur daher. In vielen Büchern finden sich zwar ähnliche Reihenfolgen der Themen: Vergleichen Sie nur einmal die Kapitelüberschriften verschiedener Fachbücher – Sie werden sich schnell langweilen! Und sicherlich gibt es thematische Reihenfolgen, die sinnvoller sind als andere. Aber wie frei Sie bei der inhaltlichen Gestaltung des Unterrichts sind, möchte ich Ihnen an zwei Beispielen aus aktuellen Schulbüchern zeigen.* Beide Textbeispiele dienen als Einführung in den Bereich der Renaissance im Fach Geschichte. Hier der erste Text:

* Klar, es existiert in einigen Fächern eine recht enge Schulbuchbindung. Dennoch haben Sie die Freiheit, dann und wann Abschnitte aus anderen Schulbüchern einzusetzen, wenn diese sich besser für Ihre Ziele eignen.

Skandal um einen nackten Helden

Der berühmte Maler und Bildhauer Michelangelo ließ 1504 in seiner Heimatstadt Florenz eine David-Statue aufstellen. Noch in der gleichen Nacht kam eine aufgebrachte Menschenmenge zusammen und bewarf die Skulptur mit Steinen. Warum wurden die Bürger wegen einer Skulptur, die heute als Meisterwerk gilt, so wütend?

Michelangelo stellt den jungen David, der seinen riesigen Gegner Goliath mithilfe einer Steinschleuder besiegt hatte, nicht als einfachen Schafhirten dar, so wie er in der Bibel beschrieben ist. Seine Statue, mit Sockel 5,48 Meter hoch, stellte David vollkommen nackt und vollkommen schön dar. Dieser David schien Gottes Hilfe für seinen Kampf gegen Goliath gar nicht mehr zu brauchen.

Neues Selbstbewusstsein

Michelangelos junger, starker Held stellte das Idealbild dar, das viele Künstler und Gelehrte der Renaissance (»Wiedergeburt« der Antike) vom Menschen hatten. Sie waren der Meinung, dass der Mensch der Mittelpunkt der von Gott geschaffenen Welt ist. Jeder Mensch sei für sich selbst verantwortlich und könne aus eigener Kraft seinen Erfolg im Leben erkämpfen.⁴

Und hier der zweite Text:

Der Mensch im Mittelpunkt

Im Mittelalter waren die Menschen davon überzeugt, dass alles nach Gottes Willen geschehe. Niemand könne etwas an seinem Schicksal ändern. Doch seit dem 15. Jahrhundert traten Gelehrte auf, die behaupteten, der Mensch sei für sein Denken und Handeln selbst verantwortlich.

Ein Studium im Ausland

Knapp 25 Jahre alt war der aus armen Verhältnissen stammende, in Baden geborene Peter Luder, als er vermutlich im Jahr 1439 die norditalienische Stadt Ferrara betrat. Er wollte an der Universität studieren, an der ein berühmter Professor lehrte. Nach Abschluss seiner Studien kehrte Peter Luder 1456 nach Heidelberg zurück. Bereits mit seiner Antrittsvorlesung löste er bei den Professoren nur Empörung aus. Er sprach davon, dass der Mensch im Mittelpunkt der Welt stehe, selbständig und kritisch denken und alles hinterfragen und nachprüfen solle.

Das passte nicht zu der seit Jahrhunderten an den Universitäten geübten Lehrmethode: Texte vorlesen, die mit Hilfe der Bibel und christlichen Autoritäten erläutern und nach strengen Regeln erörtern. Nur das galt als richtig, was mit der christlichen Lehre und Überlieferung übereinstimmte.⁵

Vergleichen Sie die beiden Texte, stellen Sie fest, dass der Kerngedanke der gleiche ist: aus Kunst und Wissenschaft kommen geistige Impulse, welche dem mittelalterlichen Denken diametral entgegenstehen. Aufbau und Hinführung unterscheiden sich hingegen grundlegend.

Im ersten Text wird eine Geschichte erzählt und daraus die zentrale Neuerung der Renaissance im Kontrast zum Mittelalter abgeleitet. Der zweite Text stellt den geistigen

Umbruch gleich zu Anfang in wenigen Sätzen dar. Anschließend wird dieser Gedanke am Beispiel Peter Luders illustriert und vertieft.

Der Weg zur Erkenntnis führt im ersten Text aus der Interpretation eines Kunstwerkes heraus zum eigentlichen Problem. Die Herleitung ist dabei, so dramatisch sie auch ist, eigentümlich abstrakt: Der Konflikt ergibt sich ja erst durch die Anschauung der Skulptur mit den Augen eines mittelalterlich geprägten Menschen, was für Schülerinnen und Schüler heute seltsam anmuten mag. Der zweite Text hingegen ist vom Setting her fremder (mittelalterliche Universität statt Marktplatz), dennoch durch den direkt offen liegenden Konflikt zwischen zwei Parteien eventuell leichter zugänglich.

Der gesellschaftliche Graben, den die Neuerungen aufbrechen, wird in beiden Texten unterschiedlich verortet. Der erste Text stellt einen Konflikt zwischen den noch dem Mittelalter verhafteten Bürgern und progressiven Künstlern und Gelehrten dar. Der zweite Text skizziert eher einen Disput innerhalb der Universität, wobei besonders die Unvereinbarkeit zwischen Weltanschauung der Renaissance und scholastischer Methodik herausgearbeitet wird.

Man könnte denken, eine solche Freiheit bei der Darstellung von Inhalten gäbe es hauptsächlich in den Geisteswissenschaften. Das ist sicher nicht ganz von der Hand zu weisen, da Naturwissenschaften deutlich faktenorientierter unterrichten – das, was in Büchern aus den Fakten gemacht wird, ist aber auch hier recht unterschiedlich. Im Folgenden finden Sie zwei Texte gegenübergestellt, welche im Fach Biologie in den Themenkomplex der Verdauung einführen. Zunächst ein Text aus dem Lehrbuch »Biosphäre 2 – Biologie für Gymnasien«:

Verdauung von Kohlenhydraten

Wenn wir Weintrauben essen, erhalten unsere Muskeln sehr schnell viel Energie. Der Traubensaft enthält große Mengen des energiereichen Kohlenhydrats Glukose. Wie macht unser Körper Kohlenhydrate für die Muskeln und die übrigen Organe nutzbar?

Verdauung im Mund. Glukose ist ein so kleines Kohlenhydrat, dass sie die Zellen der Mundschleimhaut und die dünne Wand der kleinen Blutgefäße, der Kapillaren, durchdringen kann. Schon im Mund beginnt daher ein Vorgang, durch den Glukose ins Blut gelangt. Mit dem Blutstrom wird die Glukose zu allen Organen des Körpers transportiert, unter anderem auch zu den Muskelzellen. Kohlenhydrate, die größer als die Glukose sind, müssen zunächst zerkleinert werden, damit sie ins Blut aufgenommen werden können. Die Vorgänge, durch die die Nährstoffe in kleinere Bestandteile zerlegt werden, nennt man Verdauung. Die Verdauung der langen Glukoseketten der Stärke zum Beispiel beginnt im Mund. Die Speicheldrüsen bilden pro Tag etwa 1,5 Liter Speichel. Dieser zerlegt den Vielfachzucker Stärke in kleinere Stücke, die aus je zwei Glukosebausteinen bestehen. Man nennt diesen Doppelzucker Maltose. Auch Maltose ist noch zu groß, um in den Blutstrom zu gelangen.⁶

Vollkommen anders (und dennoch ähnlich) geht der analoge Abschnitt aus dem Lehrwerk »Natura – Biologie für Gymnasien« vor:

Verdauung in Mund und Magen

Die in der Nahrung enthaltenen Nährstoffe sind meist nicht direkt von unserem Körper nutzbar. Sie müssen zuerst in ihre Bausteine zerlegt werden. Nur dann können sie vom Körper aufgenommen werden. Die Zerlegung der in der Nahrung enthaltenen Nährstoffe in ihre wasserlöslichen Bausteine findet schrittweise statt. Wir nennen diesen Vorgang **Verdauung**. Diese findet in verschiedenen Abschnitten unseres *Verdauungstraktes* statt. Bereits in der *Mundhöhle* beginnen die ersten Verdauungsschritte. Diese wurden durch die Zerkleinerung der Nahrung mithilfe der Zähne vorbereitet, da so die Verdauungssäfte besser einwirken können. Die *Speicheldrüsen* geben *Mundspeichel* ab, der Schleim und Stoffe enthält, welche die Zerlegung der Nährstoffe in ihre Grundbausteine stark fördern. Allgemein nennt man solche Stoffe, die die chemischen Reaktionen im Körper stark beschleunigen, **Enzyme**. Der Mundspeichel enthält das Enzym *Amylase*, das die Stärke in Malzzucker zerlegt.⁷

Vergleichen Sie diese beiden Texte, stellen Sie fest, wie unterschiedlich sie vorgehen: Der erste Text beginnt am Beispiel der Weintrauben mit Überlegungen, an die die Schülerinnen und Schüler direkt sinnlich und aus ihrer Erfahrungswelt anschließen können. Der zweite Text startet gleich mit Nährstoffen und deren Bausteinen auf Teilchenebene und erläutert, warum Nährstoffe zerkleinert werden müssen. Text 1 verfolgt nun den Weg der Zuckerteilchen von der Mundhöhle ins Blut weiter. Der zweite Text vertieft hingegen die Überlegungen zur Zerkleinerung der Glukoseketten und geht auf die Enzymwirkung ein. Die Aufnahme der Stoffe ins Blut thematisiert der zweite Text auch, allerdings erst drei Seiten später. Text 1 ist insgesamt leichter zugänglich, während Text 2 auf deutlich höherem Abstraktionsniveau arbeitet. Aus diesen Gegenüberstellungen können Sie folgende Erkenntnisse in Bezug auf gutes Erklären ziehen:

- *Material und Inhalte sind formbar.* Kein Inhalt kommt mit einer vorgegebenen Struktur daher.
- *Gleiche Ziele lassen sich mit verschiedenen Inhalten erreichen:* Die Grundidee der Renaissance können Sie mit Michelangelo und Peter Luder illustrieren. Wahrscheinlich gibt es noch viel mehr spannende Geschichten, die diese Inhalte anschaulich werden lassen.
- *Gleiche Inhalte lassen verschiedene Ziele zu:* Anhand der Verdauung der Kohlenhydrate können Sie sowohl auf die Wirkung von Enzymen als auch auf die Resorption von Zuckern eingehen.
- *Niveau und Ziele sind nicht zwangsläufig gekoppelt:* Um bei den Enzymen zu bleiben: Text 1 wählt die einfachste Fassung: Der Speichel zerlegt den Zucker. Text 2 stellt Enzyme schon als Teilchen dar. In der Oberstufe ließen sich noch die reaktiven Taschen grob skizzieren. Im Studium würde das Enzym mit allen Nebenreaktionen auf molekularer Ebene behandelt werden. Die Kernaussage bleibt aber: Zucker wird in Einzelteile zerlegt.
- Haben Sie Mut, kreative Lösungen zu suchen!

Wissen – woher und wohin?

Das Wissen, aus dem Sie Ihren Unterricht speisen, ist immens. Sie selbst wissen in Ihrem Fachbereich viel mehr als Ihre Schülerinnen und Schüler. Mit nur einer einzigen Stichwortsuche bei Wikipedia (oder traditionell im Fachbuch) können Sie Ihre Wissensbasis um Dimensionen erweitern, die jeden Schulunterricht sprengen würden. Dieses Wissen hat für die Aufbereitung für die Schule zwei Probleme: Erstens, es ist ungeheuer datenreich. Zweitens, es ist für didaktische Zwecke zu wenig geordnet.

Im Koordinatensystem in Abbildung 1 finden Sie die Aspekte Datenreichtum und Ordnung des Wissens auf zwei Achsen dargestellt: von links nach rechts von hoher Komplexität zu hoher Strukturierung, von oben nach unten von Stofffülle zu Reduktion bzw. Fokussierung.

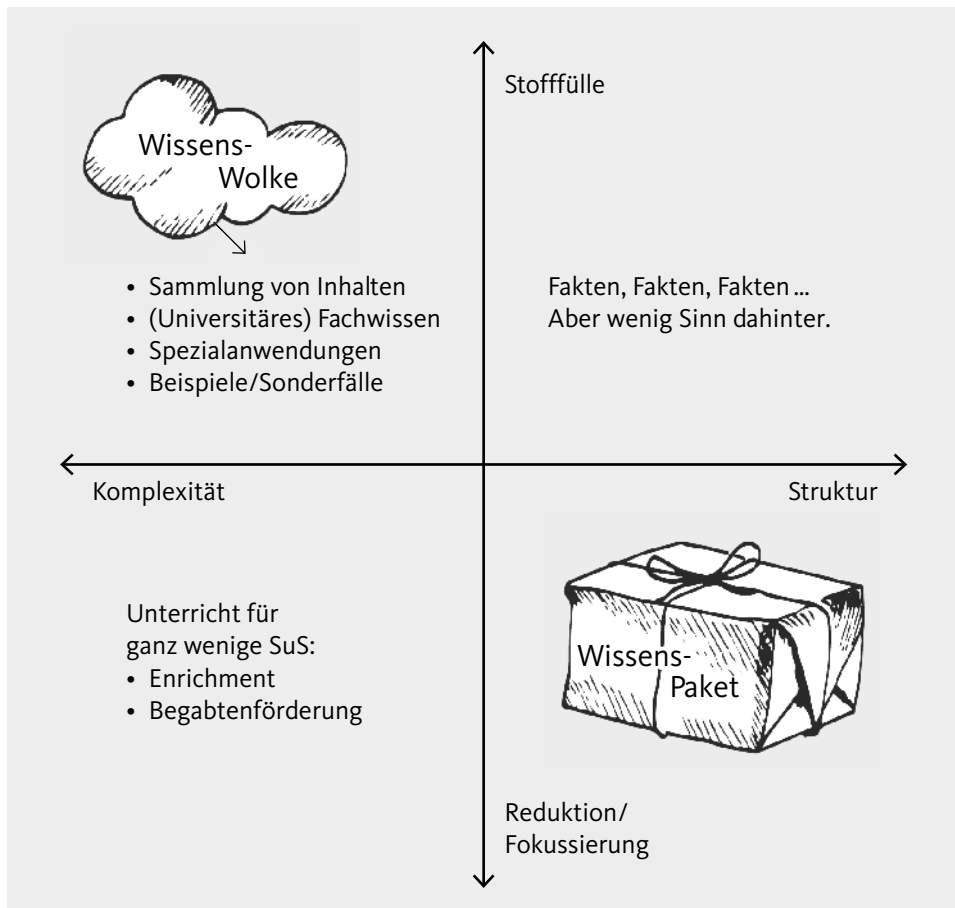


Abb. 1: Wissen reduzieren und strukturieren

Die daten- und faktenreiche, wenig strukturierte Wissenswolke finden Sie also oben links. Ziel für den Unterricht muss sein, sowohl die Stoffmenge als auch die *Komplexität* zu reduzieren. Sie schnüren also ein klar strukturiertes, übersichtliches Wissenspaket, wie es unten rechts dargestellt ist.⁸

Hochkomplexes Wissen, welches aber dennoch in seinem Datenreichtum eingeschränkt ist, ist im Normalfall in der Schule nicht brauchbar. In der Begabtenförderung, in Enrichmentkursen zum Thema Kristallzüchtung, Gentechnik, Programmieren usw. findet es aber oft glückliche Abnehmer.

Wenig komplexes Wissen mit vielen Daten kennen Sie auch. Das sind die meist unangenehmen Fälle, in denen Bildung mit Faktenhuberei verwechselt wird. Das kann niedlich sein, wenn Zehnjährige zig Dinosaurierarten auswendig herunterrattern können. Das kann nervig sein, wenn Sie auf Partys Menschen treffen, die jeden Satz einleiten mit »Wussten Sie eigentlich, dass ...«. Für die Schule brauchen wir diese Sorte von Wissen nicht.

Das klingt ja alles ganz gut, mögen Sie sich denken. Aber wie komme ich nun zu einer Unterrichtseinheit und zu meinen Stundenzielen? Und wie erfahre ich, was ich alles weglassen kann und was nicht? Das erfahren Sie im nächsten Abschnitt.

Schritt 1: Grobe Strukturen einer Unterrichtseinheit festlegen

Auch wenn Sie das Gefühl haben, dass die Inhalte, die jetzt kommen, sehr weit vom Thema »Erklären« entfernt sind: Bei der Strukturierung einer Unterrichtseinheit legen Sie die Grundsteine, auf denen Sie das gedankliche Gebäude Ihres Unterrichts errichten. Und um im Bild zu bleiben: Hier entscheiden Sie, ob es ein stabiles, klar gegliedertes Gebäude wird oder ob es schlimmstenfalls wackelt und einstürzt.

Gutes Erklären beginnt damit, dass Sie sich darüber klar sind, was Sie in welcher Reihenfolge vermitteln. Auch wenn sich jede Lehrkraft der Planung von Unterrichtseinheiten etwas anders nähert: Ich habe in der Ausbildung gute Erfahrungen damit gemacht, Einheiten nach *großen Fragen* zu strukturieren. Eine solche Frage muss hinreichend umfassend sein, dass sie eine ganze Einheit trägt. Sie muss relevant sein, sodass es sich lohnt, ihr nachzugehen, und sie muss in ausreichender Zeit beantwortbar sein.

Betrachten wir ein paar gute und weniger gute Fragen:

Gute Fragen	Weniger gute Fragen/Themen
Renaissance als Basis für unser heutiges Weltbild?	Was passierte in der Renaissance?
Wie kommt die Nahrung zu den Zellen?	Abläufe bei der Verdauung
Welche typischen Krankheiten des Verdauungssystems gibt es, wie entstehen sie und was kann man dagegen tun?	Welche Enzyme brauche ich für die Verdauung?

Was macht ein Jugendbuch so spannend?	Merkmale der Jugendliteratur
Vom Erdöl zum Motor: Chemie an der Tankstelle	Chemie der Kohlenwasserstoffe

Versuchen wir nun, anhand eines Themas unterschiedliche Strukturen für eine Unterrichtseinheit zu entwickeln. Bei einer Kollegin sah ich in der Mappe folgende Planung zum Thema Verdauung:

Thema: Verdauung	
Stunde 1	Verdauung 1: Mund
Stunde 2	Verdauung 2: Magen
Stunde 3	Verdauung 3: Darm

Diese Planung ist recht allgemein gehalten. Sie leistet einen ersten Überblick über die Länge der Unterrichtseinheit und über die grobe didaktische Struktur: Die Stunden folgen thematisch dem Weg der Nahrung durch den Körper. Allerdings bleiben viele Fragen offen, die beim Erklären als Stolpersteine wirken: Was genau sollen denn die Schülerinnen und Schüler über den Mund und den Magen lernen? Den Aufbau des Magens? Die mechanische Zerkleinerung der Nahrung? Die Zusammensetzung des Magensaftes? Wie ein Magengeschwür entsteht? Warum man manchmal Magenschmerzen hat? Hier lauert die Gefahr, sich zu verzetteln. Betrachten wir eine erste Alternative.

Große Frage: Wie kommt die Nahrung zu den Zellen?	
Stunde 1	Überblick: Ziele der Verdauung, Wo passiert was?
Stunde 2	Enzyme wirken überall. Schematische Wirkung der Amylase
Stunde 3	Zerkleinerung im Mund, Wirkung der Amylase (erst Experiment, dann schematisch darstellen)
Stunde 4	Vorgänge im Magen, Wirkung des Pepsins (mit Exkurs auf Pepsi-Cola)
Stunde 5	Vorgänge im Dünndarm: Wirkung der Galle (mit Experiment)

Diese Planung ist schon deutlich konkreter. Die »große Frage« am Anfang leitet die Auswahl der Inhalte. Wenn Sie beim Magen angekommen sind, ist eben die Wirkung des Pepsins wichtig. Magengeschwüre haben nichts mit dem Thema zu tun. Die Einheit folgt auch dem Weg der Nahrung durch den Körper, die Auswahl ist fokussiert auf die Wirkung von Enzymen. Dennoch ist sie an der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler orientiert, da sie immer wieder alltagsweltliche Bezüge wie z.B. Pepsi-Cola aufmacht. Eine andere Umsetzung der großen Frage erhalten Sie hier:

Große Frage: Wie kommt die Nahrung zu den Zellen?

Stunde 1	Überblick: Ziele der Verdauung, Wo passiert was?
Stunde 2	Mechanische Wirkung, Kauen, Peristaltik
Stunde 3	Molekulares Zerkleinern I: Enzymwirkung (mit Experiment zur Wirkung der Amylase)
Stunde 4	Molekulares Zerkleinern II: Wichtige Enzyme (als kleines Gruppenpuzzle)
Stunde 5	Aufnahme der Nahrungsbestandteile, Aufbau der Darmwand

Diese Unterrichtseinheit folgt einer ganz anderen didaktischen Struktur: Sie folgt der Nahrung nicht auf einem Weg durch den Körper, sondern fokussiert sozusagen einzelne Bestandteile, wie sie immer weiter zerkleinert werden, bis sie endlich ins Blut aufgenommen werden können. Das ist zwar abstrakter, stellt aber bei entsprechender Visualisierung ein tragfähiges Konzept dar. Für das Erklären ändert sich bei dieser Fassung vieles: Das Wissen ordnet sich anders ein, das Vorwissen ist anders, die inhaltlichen Bezüge ändern sich ...

Eine dritte Alternative möchte ich Ihnen nicht vorenthalten. Diese Variante ist mit den herkömmlichen Schulbüchern nur bedingt vereinbar, dürfte aber Schülern und Lehrkräften gleichermaßen Freude machen:

Große Frage: Welche Krankheiten des Verdauungssystems gibt es, wie entstehen sie und was kann ich dagegen tun?

Stunde 1	Überblick: Ziele der Verdauung, Wo passiert was?
Stunde 2	Magen und Speiseröhre: Aufstoßen und Erbrechen (Peristaltik und Nahrungstransport, Funktion der Magensäure)
Stunde 3	Magen: Magengeschwür (Infektion und Behandlung, Aufbau des Magens und der Schleimhaut)
Stunde 4	Oma nimmt Pankreatin zum Essen: Was ist das? (Enzymwirkung schematisch)
Stunde 5	Gallensteine! (Funktion der Gallenblase, Behandlungsmöglichkeiten)

Auch in dieser Variante sind die meisten der Inhalte oben abgedeckt, allerdings eingebettet in lebensweltliche Zusammenhänge. Für einen Mediziner ist diese Zusammenstellung zu oberflächlich. Ein fachsystematisch trainierter Biologe wird sie als Sammel-surium von Themen empfinden. Aber wichtig ist, dass Sie und Ihre Schüler das Gefühl haben, etwas Sinnvolles zu lernen. Und auch die Eltern werden erkennen, dass hier gut strukturiert unterrichtet wird und ihr Nachwuchs begeistert aus dem Unterricht nach Hause kommt. Und solange Sie sich dabei im groben Rahmen von Lehrplänen und Fachanforderungen bewegen, wird sich jeder über solche kreativen Lösungen freuen.

Wie finden Sie nun mögliche Strukturen für eine Unterrichtseinheit? Im Folgenden möchte ich Ihnen einige Ideen vorstellen. Je nach Thema lassen sich einige Ideen auch kombinieren.

Strukturidee 1: Raum/Zeit

Die einfachste Technik ist, ein Thema anhand von räumlichen oder zeitlichen Abfolgen zu strukturieren. Beispiele wären:

- Der Weg des Blutes durch den Körper
- Der Weg in den ersten Weltkrieg
- Der Mechanismus der elektrophilen Addition
- Die Literaturgeschichte vom Ritterepos bis zur Popliteratur

Diese Struktur hat einige Vorteile: Sie ist recht leicht nachvollziehbar. Die Schülerinnen und Schüler wissen, wo sie inhaltlich stehen, was vorher war und was danach kommt. Sie schafft geistige Strukturen und sie ist leicht visualisierbar in Form von Grafiken, Zeitleisten etc.

Allerdings hat die Strukturierung nach Raum und Zeit auch Nachteile: Sie ist recht vorhersehbar und damit schnell öde, was Sie aber durch spannende Beispiele auffangen können. Problematischer aus Sicht des Erklärenden ist, dass sie eigentlich keinen wirklichen Fokus setzt. Welche Aspekte einer Literaturgeschichte sind denn wichtig? Welche Werke wählen Sie als Beispiele aus, welche nicht? Wie viel Zeit geben Sie einzelnen Aspekten?

Provokativ ausgedrückt birgt diese Struktur die Gefahr, unter dem Deckmantel einer *objektiven* Auswahl andere Auswahlkriterien zu verdecken, sei es ein heimlicher Lehrplan (»Ohne Faust gelesen zu haben, sollte niemand die Schule verlassen!«), seien es persönliche Vorlieben (»Diese Popliteratur kann man doch in der Pfeife rauchen!«) oder sogar versteckte Lehrpläne und Vereinnahmungsstrategien, die im Sinne einer pädagogischen Ethik offengelegt werden müssen (»In die Literaturgeschichte gehören für mich Simone de Beauvoir, Hannah Arendt und Charlotte Roche!«). Einer rein räumlichen oder zeitlichen Strukturierung müssen Sie also weitere Merkmale beisteuern, damit Sie sich nicht in Beliebigkeit verlieren.⁹

Ein weiterer Nachteil ist, dass das »Anfangen bei Adam und Eva« die Gefahr birgt, dass aktuelle Entwicklungen aus dem Blick geraten. Viele Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe lernen beispielsweise wenig über aktuelle Anwendungen der Genetik, da sie mit Mendels Erbsenzählerei anfangen. Analog kann ich mich noch daran erinnern, dass mein Geschichtsunterricht bei der Nazizeit endete – für Aktuelles war keine Zeit mehr, das Abi kam dazwischen. Die Wende in Ostdeutschland hätte mich schon interessiert.

Strukturidee 2: Fachsystematischer Gang

Insbesondere im Bereich der Naturwissenschaften findet man den Begriff der Fachsystematik. Lehrwerke der Naturwissenschaften tragen das Problem in sich, dass sie etwas systematisieren müssen, das per se keine Struktur hat. Die Natur lässt sich nicht in

Kapitel einteilen. Dennoch fordern Unterricht und Bücher eine Reihenfolge von Themen, die bestenfalls aufeinander aufbauen.

Eine solche Reihenfolge, wie sie in den meisten Chemie-, Biologie- und Physikbüchern enthalten ist, ist von sehr starken Auswahlprozessen gesteuert. Das Programm vieler Biologiebücher könnte man zusammenfassen mit: »Von der Zelle aus zu größeren Einheiten«. Zuerst wird die Zelle als Baustein des Lebens vorgestellt und aus genetischer und physiologischer Sicht behandelt. Dann werden aus diesen Überlegungen zunehmend größere Einheiten zusammengestellt, der Fokus weitet sich also in Richtung Gewebe, Organismen, Organismengruppen in der Ökologie und am Ende (als Überblick über das Große und Ganze) das Thema Evolution.

Im Chemieunterricht geht man ähnlich vor: von Kohlenwasserstoffverbindungen zu immer größeren und komplexeren Molekülen: Alkene, Alkine, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren ... In der Physik, Mathematik, Geografie, WiPo (Wirtschaft/Politik), Musik liegen die Verhältnisse ähnlich.

An einer solchen Gliederung können Sie sich gut orientieren. Sie müssen wenig befürchten, dass Sie am Anfang einer Einheit Inhalte vergessen, die sie später brauchen. Es sind erprobte und in der Lehrerschaft anerkannte Abläufe, bei denen Sie wenig Diskussionsbedarf haben.

Allerdings gibt es auch hier einen Nachteil, den Sie bedenken sollten: Fachsystematiken entstammen meist dem universitären Bereich und wurden später für die Schule adaptiert. Ihr Ziel ist es, eng umrissene Fachbereiche zu strukturieren – für die Anforderungen an zeitgenössischen Unterricht sind diese nur bedingt geeignet. Beispiele aus dem Alltag lassen sich zwar finden und einbinden, Bewertungsfragen und kompetenzorientierte Abschnitte lassen sich einflechten, aber es bleibt immer ein Unterricht, der unterschwellig zweigleisig fährt: Die straffe Systematik auf der einen Seite, die man auf der anderen Seite mit aktuellen und schülerorientierten Bezügen versucht schmackhaft zu machen.

Strukturidee 3: Tiefenbohrung

Wenn man sich die erste Variante zur Stoffanordnung (Strukturidee 1: Raum/Zeit) vorstellt wie Erdschichten, die aufeinander abgelagert werden, ließe sich die im Folgenden vorgestellte Variante als Bohrung quer durch die Schichten darstellen: Anstatt eine Schicht nach der anderen zu betrachten, suchen Sie eine Stelle und arbeiten sich fokussiert entweder von unten nach oben oder von oben nach unten. Auch solche Curricula lassen sich finden:

- Die Entwicklung der Frauenrechte seit dem Mittelalter bis heute
- Erschrecken, Tarnen und Täuschen: Strategien im Tierreich, um nicht gefressen zu werden
- Strukturwandel in der Landwirtschaft
- Naturlyrik vom Barock bis zum Expressionismus

Der Vorteil dieser Variante ist, dass die Bezüge zwischen den verschiedenen Zeiten und Räumen erfasst werden können. Der Nachteil ist, dass leicht der Überblick über das große Ganze verloren geht. Wenn Sie z. B. an die Frauenrechte im Querschnitt durch die Geschichte denken, lernen die Schülerinnen und Schüler viel über die Entwicklung über verschiedene Epochen hinweg. Die Einflussfaktoren auf Frauenrechte im Mittelalter oder in der Kaiserzeit bleiben aber schwammig oder eklektizistisch, da der Überblick über die Epoche selbst fehlt.

Strukturidee 4: Kontexte aufmachen, dann Informationen suchen

Eine vierte Idee dockt nicht an der Fachsystematik oder an der zeitlichen oder räumlichen Entwicklung eines Themas an, sondern nimmt direkt die Alltagsbezüge des Stoffes in den Blick. Experten sprechen hier vom *situierten Lernen*: Lernen ist immer dann besonders erfolgreich, wenn es an Anwendungssituationen angebunden ist. Damit entsteht Sinn im Lernen.¹⁰ Anwendungsbeispiele wären

- in Chemie statt fachsystematisch nach Alkanen, Alkenen, Alkinen, Aromaten etc. vorzugehen, einen lebensweltlich verwurzelten Kontext »Treibstoffe« auszubreiten und in diesem das notwendige Wissen zu sammeln.
- in Physik statt Strom und Stromkreise zu betrachten von der Stromversorgung im Haushalt auszugehen.
- In den Bereichen Chemie, Biologie und Physik gibt es mittlerweile ganze Lehrbücher, die »kontextorientiert« aufgebaut sind.¹¹

Alltagsweltliche Kompetenzen und Bewertungsfragen sind integraler Bestandteil eines solchen Vorgehens. Hier müsste man sich also nicht verbiegen, um die Kompetenzerwartungen der Lehrpläne und Fachanforderungen in einem für die Lernenden erkennbar relevanten Unterricht zu realisieren.

Ein Nachteil ist, dass sich die geistigen Strukturen, die sich um die Phänomene aus dem Alltag herum bilden, oft nicht mit den fachsystematischen Strukturen vereinen lassen. Alltagsfragen sind um vieles komplexer als klassische Schulbuchbeispiele. Und noch schlimmer: Der Alltag lässt sich nur schlecht mit Fächergrenzen in praktische Häppchen teilen. Um hier eine Schnittstelle zu schaffen, wurden in vielen Fächern Basiskonzepte erdacht, die eine neue Struktur des Inhalts darstellen sollen.¹² Vielfach befürchte ich aber, reiben sich die vielen Ideen zur Systematisierung eher aneinander, als dass sie wirklich Überblick schaffen.

Wenn Sie das Gefühl haben, beim Erklären ins Schwimmen zu kommen, weil Sie nicht mehr genau wissen, nach welcher Systematik Sie unterrichten, denken Sie an diesen Abschnitt.

Strukturidee	Vorteile	Nachteile
Raum und Zeit	• leicht nachvollziehbar • gut visualisierbar	• potenziell langweilig, vorhersehbar • verschleiert andere Auswahlkriterien • Risiko, nicht zu aktuellen Themen zu kommen
Fachsystematik	• anerkannt und erprobt • Sicherheit für die Lehrkraft, nichts zu vergessen	• schwierig, aktuelle Bezüge einzubetten • schwierig, Kompetenzen abzubilden • schwierig, Kontexte einzubetten
Tiefenbohrung	Bezüge zwischen Zeiten und Räumen sind leichter zu erkennen.	Der Überblick über das große Ganze ist schwerer zu erlangen.
Kontexte und Hintergründe	• schafft Sinn im Lernen • Kompetenzorientiertes Unterrichten ist hier einfach.	Die entstehende Systematik reibt sich oft mit der vielen Büchern inhärenten Fachsystematik.

Schritt 2: Stundenziele – Erklärungsziele

Bevor Sie beginnen, eine Unterrichtsstunde und die damit verbundenen Erklärungen zu planen, müssen Sie das Ziel (bestenfalls die Antwort auf eine große Frage), welches Sie in der Planung Ihrer Unterrichtseinheit festgelegt haben, wahrscheinlich noch weiter präzisieren. Die zentrale Regel dabei ist: Eine Stunde – ein Gedanke. Wenn Sie den Kerngedanken einer Stunde in einem Satz zusammenfassen können, haben Sie wahrscheinlich ein klares und präzise umrissenes Unterrichtsziel zu fassen.

Bei der Festlegung Ihres Unterrichtsziels kommt es nicht auf Formulierungen an. Unterrichtsziele müssen nicht operationalisiert sein. Das kann praktisch sein, ist aber nur ein Formalismus aus dem Prüfungsrecht. Operationalisierungen helfen, wenn Sie in Richtung des nächsten Tests denken, da Sie hier die Überprüfbarkeit festschreiben. Aber alle Stundenziele zu operationalisieren halte ich für pädagogische Selbstbeschneidung. Nicht alles im Unterricht muss überprüfbar sein.

Es kommt auch nicht darauf an, ob Sie von Hauptintention, Stundenziel, Lernziel oder Lehrziel sprechen. Wichtig ist, dass Sie folgende Fragen an das Unterrichtsziel ehrlich und sinnvoll beantworten können:

- Warum ist dieser Inhalt wichtig zu wissen? Sie brauchen zur Beantwortung nicht die großen Feiertagsdidaktiken herausholen – aber Klafkis Grundfragen an einen Unterrichtsinhalt sind bei aller Kompetenzorientierung immer noch wichtig und sinnvoll zu stellen:
 - Können die Schülerinnen und Schüler mit dem dargestellten Inhalt ein allgemeines Problem, einen allgemeinen Sachverhalt durchdringen? Hat es eine exemplarische Bedeutung? Diese Bedeutung müssen Sie zunächst offenlegen. Sinnempfinden wirkt besser als jede konstruierte Motivationsphase!

- Hat der Inhalt im Leben der Schülerinnen und Schüler eine Bedeutung? Oder sollte er eine Bedeutung darin erhalten?
- Hat der Inhalt eine Bedeutung für die Zukunft der Schülerinnen und Schüler? Bedeutung ist hier radikaler gemeint als »es könnte mal gut sein zu wissen«. Damit ließe sich vieles rechtfertigen – selbst die abstrusesten Inhalte könnten ja irgendwann von Bedeutung sein. Nein: Bedeutung heißt, dass diese Inhalte wirklich im Weltbild der Schülerinnen und Schüler einen Sinn erhalten können.
- Wissen die Schülerinnen und Schüler alles, was sie zum Verständnis dieser Stunde brauchen?
- Kann ich den Inhalt gut illustrieren?

Schritt 3: Material sichten und eindampfen

Der nächste Schritt zur Unterrichtsvorbereitung ist, das Material zu sichten und zu reduzieren. Reduzieren hat dabei gerade im gymnasialen Bereich eine schlechte Konnotation; reduzieren klingt nach simplifizieren, im Niveau absenken. In der Küche bedeutet reduzieren etwas anderes – hier heißt es: Das Wasser herauskochen und damit den Geschmack der Lebensmittel intensivieren. Reduzieren kann im Unterricht also heißen: die eigentliche Essenz des Materials/des Inhalts herausarbeiten.

Um diesen Schritt leichter zu bewerkstelligen, finden Sie im Folgenden einige gedankliche Werkzeuge. Welches Werkzeug das richtige ist, hängt vom »Werkstück«, also vom Inhalt ab, den Sie reduzieren möchten. Zunächst ist wichtig zu wissen: Weshalb ist eigentlich der Sachverhalt, den ich vermitteln möchte, schwer zu verstehen? Der Erziehungswissenschaftler Martin Lehner trägt in seinem Buch »Didaktische Reduktion« einige mögliche Faktoren zusammen. Zunächst kann das Problem auf Seiten des zu vermittelnden Stoffes liegen:

- Der Inhalt, den Sie vermitteln möchten, ist komplex. Zwischen den einzelnen Elementen bestehen zahlreiche Beziehungen, die die Schülerinnen und Schüler zum Verständnis im Kopf haben müssen und am besten in ihren Einflüssen gegeneinander abwägen können.
- Der Inhalt ist abstrakt und schlimmstenfalls gesättigt mit Fachbegriffen.
- Zwischen Theorie und Praxis finden sich keine schlüssigen Verbindungen.
- Der Inhalt lässt zwar einfache Fragen zu – aber leider keine einfachen Antworten.

Andere verständnishemmende Faktoren finden sich, wenn Sie die Seite des Lernenden betrachten:

- Die Schülerinnen und Schüler bringen zu geringe Vorkenntnisse mit.
- Sie sind nicht motiviert, sich mit dem Stoff auseinanderzusetzen.¹³
- Die Schülerinnen und Schüler haben Alltagsvorstellungen vom Lerngegenstand, welche quer zu den Vorstellungen liegen, welche Sie vermitteln möchten.¹⁴

Auf den nächsten Seiten stelle ich Ihnen einige geistige Werkzeuge vor, mit denen Sie unterschiedliche Probleme der didaktischen Reduktion in den meisten Fällen meistern können. Dabei steht zunächst der Stoff selbst im Vordergrund. Zum Umgang mit Schülervorstellungen können Sie das folgende Kapitel 2 lesen.

Ihr Problem	Lösung
zu viel Stoff/zu viele Fachbegriffe	Vereinfachungsreihen
Der Kerngedanke ist Ihnen klar, aber »drumherum« ist noch zu viel Stoff?	das Wissenssieb
Das Wissen ist komplex, die Teile des Inhaltes zeigen viele Querbezüge.	Veranschaulichen/visualisieren
abstraktes, unanschauliches Wissen	Metaphern
Ein Thema ist noch gar nicht für den Unterricht erschlossen.	das Prinzip des Exemplarischen

Vereinfachungsreihen

Eine Vereinfachungsreihe bedeutet, dass Sie beispielsweise eine Abbildung nehmen und diese Schritt für Schritt von Nebeninformationen, nicht unbedingt nötigen Fachbegriffen und grafischem Ballast befreien, bis Sie quasi die Kerninformation herausgeschält haben. Vereinfachungsreihen sind sinnvoll, wenn Sie in Ihrem Quellmaterial für den Unterricht (also Schul- oder Fachbuch) zu viel Stoff oder zu viele Fachbegriffe finden.

Eine erste, grafisch unterstützte Möglichkeit ist, einen komplexen Sachverhalt notfalls ganz analog mit Tipp-Ex auf ein angemessenes Maß zu reduzieren. Sie eignet sich gut für Schaubilder, für technische Abläufe, detailreiche Modelldarstellungen etc.¹⁵

Ganz ähnlich finden Sie in Abbildung 2 eine Reduktionsreihe: Links sehen Sie eine Abbildung, die in atomarer Auflösung zeigt, wie ein Stärkemolekül im Enzym gebunden wird. Diese Darstellung ist so vielleicht in der Oberstufe einsetzbar, allerdings werden Sie kaum die Zeit haben, wirklich auf den chemischen Mechanismus einzugehen. Daher kann hier reduziert werden. Die Abbildung in der Mitte zeigt daher nur noch die Umrisse des Enzyms mit einer stärker schematisierten Darstellung des Stärkemoleküls. Die Formen wurden vereinfacht, Details weggelassen, der Kernprozess (Einlagern in die reaktive Tasche des Enzyms und Spaltung) bleibt erhalten. Eine letzte Fassung ganz rechts vereinfacht die Formen von Enzym und Zucker noch weiter, es bleibt nur die Spaltung als Inhalt übrig.

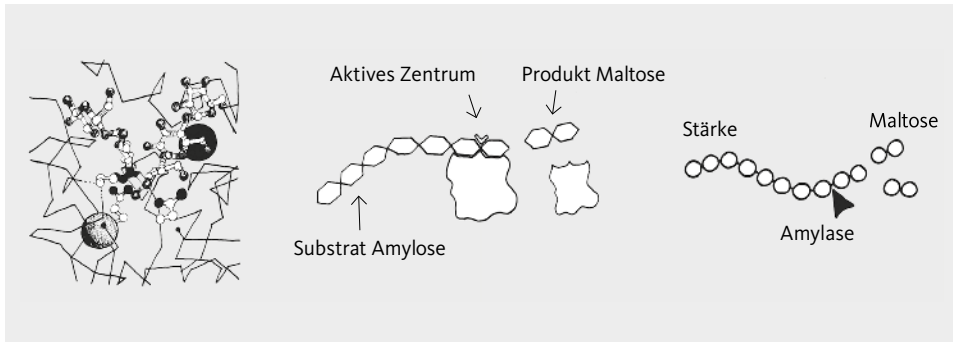


Abb. 2: Von der molekularen Auflösung zur vereinfachten Fassung: eine kleine Reduktionsreihe

Ganz ähnlich, aber eher sprachlich orientiert, funktioniert das Reduzieren mittels Wörterlisten. Hier stellen Sie zunächst anhand eines Schul- oder Fachbuches alle Begriffe zusammen, die theoretisch zu dem Thema gehören, welches Sie vermitteln möchten.

Nehmen Sie dann den Rotstift – und streichen Sie nach sorgfältigem Überlegen alle Begriffe, die Sie nicht unbedingt vermitteln müssen. Dieses Vorgehen ist praktisch, wenn Sie es mit sehr fachbegriffslastigen Themen zu tun haben – Biologen sind hier Spezialisten!

Das Wissenssieb

Das Wissenssieb ist dann eine praktische Vorstellung, wenn Sie es mit einem schon recht fest umrissenen Kerngedanken zu tun haben, bei dem Sie sich nicht sicher sind, was an Herleitung und »Wissen drumherum« wirklich notwendig ist.

Stellen Sie sich vor, Sie sieben Sand mit unterschiedlich feinen Sieben: Im größten Sieb bleiben die Steine hängen, im nächstfeineren die Kiesel, dann der grobe Sand. Der feinste Sand rutscht auch durch die Maschen des feinsten Siebs. Dieses mentale Bild können Sie auch zur Unterrichtsvorbereitung nutzen: Schütten Sie bei der Vorbereitung einer Stunde das Wissen durch drei Siebe.

- Im größten Sieb bleibt das Wesentliche hängen, was Sie in 5 Minuten erklären können. Das wird *eine* zentrale Aussage sein. Diese werden Sie herleiten, begründen und belegen, die Quintessenz dieser 5 Minuten wird aber dennoch *eine* Aussage sein.
- Das mittlere Sieb fängt alles das auf, was nach einer ganzen Schulstunde hängen bleiben sollte. Mit Übungs- und Wiederholungsphasen kommen Sie auf ca. drei Aussagen.
- Im feinsten Sieb verfängt sich das, was nach einer ganzen Unterrichtseinheit bleiben soll.

Visualisieren

Visualisieren ist dann sinnvoll, wenn es um komplexe Inhalte geht, deren innere Zusammenhänge grafisch besser darstellbar sind als im Text. (Mehr lesen Sie dazu im Kapitel 4.)

Wie die einzelnen Bestandteile eines Moleküls zusammenwirken, ist als Concept-Map leichter verständlich als in reiner Textform. Auch Flussdiagramme können viel Text in eine anschauliche Form bringen.

Die folgende Abbildung 3 ist eine Standardabbildung aus Biologiebüchern. Was müsste in einem Text stehen, der diese Abbildung beschreibt? Die Abbildung stellt dar, welche Einflussfaktoren auf einen Organismus wirken, damit ein Reiz (hier beispielsweise ein geworfener Ball) zu einer Reaktion führt (der Hund apportiert den Ball). Offensichtlich wird die Reaktion zusätzlich von *exogenen* Faktoren beeinflusst, also von Faktoren, die von außen einwirken. Eine paarungsbereite Hündin wird möglicherweise attraktiver sein als das Spiel mit dem Herrchen. Für welche Variante sich der Hund entscheidet, hängt allerdings von seinem inneren Zustand ab, der als endogene Faktoren zusammengefasst wird. Wenn der Hund beispielsweise Hunger hat oder sein Schlafbedürfnis überwiegt, wird er sich entscheiden, lieber zu fressen oder zu schlafen statt zu spielen.

Sie bemerken schon anhand dieser Beschreibung, dass die Darstellung der Zusammenhänge im Text viel mühseliger und weniger intuitiv zu verstehen ist als mit Hilfe der Abbildung.

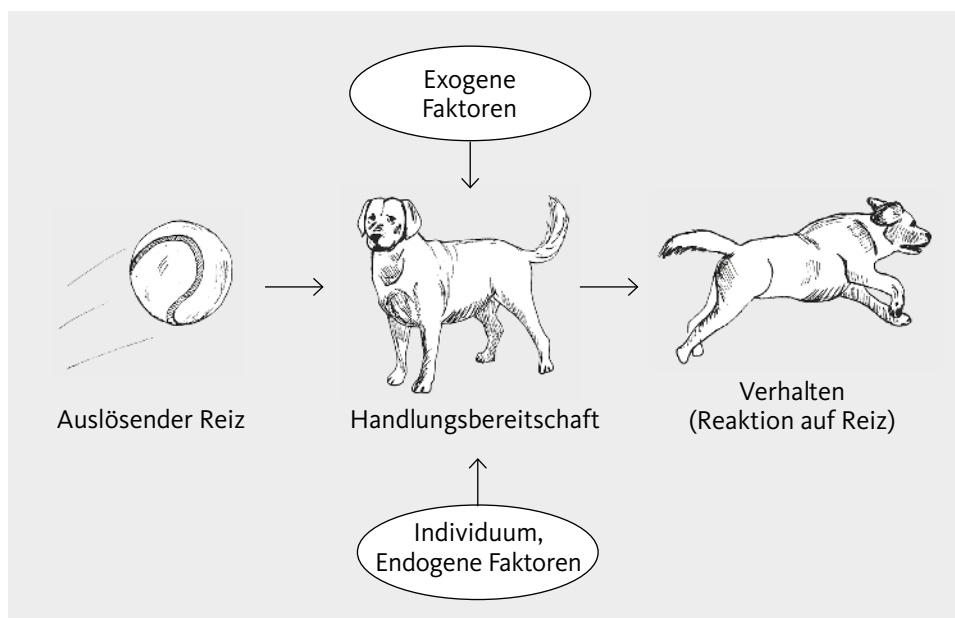


Abb. 3: Reduzieren durch Visualisieren: Die Grafik ist schneller verständlich als der Text dazu

Reduzieren mit Metaphern

Mit Metaphern zu reduzieren ist besonders dann sinnvoll, wenn Sie es mit Stoffen von hohem Abstraktionsgrad zu tun haben.

Was ist eine Metapher? Ohne die literaturwissenschaftliche Seite zu betrachten (die ganze Regalmeter in den Bibliotheken füllt), könnte man sagen, eine Metapher liegt vor, wenn Eigenschaften eines Gegenstandes auf einen anderen übertragen werden. Wenn jemand z. B. über seine Beziehung aussagt, seine Liebe sei wie ein großer träger Fluss (oder eine Achterbahnfahrt? Oder eine Fahrt bei Nebel auf der falschen Seite der Autobahn?), werden Eigenschaften eines sprachlich leicht zugänglichen Gebietes (Wege, Straßen), dem sogenannten *Quellbereich*, auf einen sprachlich kaum zugänglichen Bereich, den *Zielbereich* übertragen.

Solche sprachlich schwer zugänglichen Bereiche gibt es in der Schule häufiger, als wir denken: In der fast rein modellhaft denkenden Chemie, in der sehr abstrakten Mathematik, bei komplexen Modellen in den Gesellschaftswissenschaften usw. In den Literaturwissenschaften hingegen werden Metaphern eher als Stilmittel eingesetzt, die es in Texten zu analysieren gilt.

Warum sind Metaphern so lernwirksam? Das hat zwei Gründe: Zum einen macht die Übertragung von Eigenschaften auch komplexe oder abstrakte Dinge »anschaulich« oder »greifbar«. (Auch das ist eine Metapher über Vorgänge im Gehirn, die wir eigentlich nicht verstehen. Aussagen aus dem Quellbereich »sehen« oder »greifen« werden auf den Zielbereich »lernen« übertragen.) Der zweite, eher hypothetische Grund ist, dass Metaphern nach Ansicht der kognitiven Linguistik *die* zentrale Struktur des Denkens darstellen. Denken funktioniert nach dieser Theorie so, dass alle Erfahrungen, alle noch so theoretischen Entitäten letztendlich auf wenige sinnlich zugängliche Grunderfahrungen wie Wege, Längen, Gewicht, Zeit oder Räume zurückgeführt werden. Solche ganz basalen Metaphern werden als *konzeptuelle Metaphern* bezeichnet. Liebe (die recht schlecht anschaulich darzustellen ist) wird daher im Gehirn entweder mit Wegen in Beziehung gesetzt (»Unsere Liebe ist wie ein steiniger Weg/eine Fahrt ins Glück«) oder mit Räumen (»Unsere Liebe ist unendlich wie der Ozean/engt mich ein«).¹⁶

Festhalten können wir, dass Sie Metaphern als elegante Werkzeuge nutzen können, um Inhalte zu reduzieren. Was macht eine gute Metapher beim Erklären aus? Eine gute Metapher ist

- für Ihre Schülerinnen und Schüler zugänglich. Sie bezieht die komplexen Inhalte auf Quellbereiche, welche die Schüler kennen und mit denen sie souverän geistig hantieren können.
- Eine gute Metapher passt. Die Verbindung von zwei Atomen können Sie noch recht gut mit einer Hochzeit darstellen. Bei drei oder mehr Atomen in einer Verbindung passt diese Metapher einfach nicht mehr.
- Sie kennen und thematisieren die Grenzen der Metapher. Auch die Schülerinnen und Schüler müssen diese Grenzen kennen.
- Humor schadet nie – und lässt auch schräge Metaphern lernwirksam werden.¹⁷

Reduktion radikal: Black Box

Wenn Sie den Film »Die Feuerzangenbowle« kennen, erinnern Sie sich sicher an die berühmte Szene mit der Dampfmaschine. Lehrer Bömmel erklärt die Dampfmaschine.

»Wo simmer denn dran? Aha, heute krieje mer de Dampfmaschin. Also, wat is en Dampfmaschin? Da stelle mehr uns janz dumm. Und da sage mer so: En Dampfmaschin, dat is ene große schwarze Raum, der hat hinten un vorn e Loch. Dat eine Loch, dat is de Feuerung. Und dat andere Loch, dat krieje mer später.«¹⁸

Diese Erklärung der Dampfmaschine (die ja eigentlich gar keine Erklärung ist!) lässt alle komplizierten Teile weg, erklärt sie quasi zur Black Box: Alles, was die Schülerinnen und Schüler nicht interessieren sollte oder vom Wesentlichen ablenkt, wird als schwarzer Kasten gekennzeichnet. Dabei ist egal, ob es ein Kasten oder etwas anderes ist. Es ist auch egal, welche Farbe er hat. Wichtig ist, dass gekennzeichnet wird, dass an dieser Stelle des Erklärungsprozesses etwas nicht so sehr Wichtiges weggelassen wird.

Genau das ist auch der große Unterschied zu den bisherigen Formen der Reduktion: Sie machen den Reduktionsprozess hier transparent und weisen auf das hin, was Sie *nicht* erklären.

Wann hilft eine Reduktion mittels Black Box? Eine solche radikale Reduktion kann dann und wann sehr nützlich sein, wenn

- es beispielsweise nur auf den In- und Output eines Prozesses ankommt, nicht aber auf die genauen Abläufe.
- Sie auf diese Teile später noch eingehen möchten,
- Sie darauf spekulieren, dass einige Schüler auf genau diesen Inhalt neugierig werden,
- Sie diese Inhalte als Differenzierungsmaterial in der Hinterhand haben,
- Sie darauf hinweisen möchten, dass an dieser Stelle auch im Bereich der Wissenschaft noch nicht genau bekannt ist, wie Strukturen aussehen und Prozesse ablaufen.

Aufbau vom Minimum aus

Die Idee hinter dieser Technik ist, dass Sie mit den Inhalten anfangen, die auch nach 10 Jahren (bestenfalls) noch im Schülergehirn verankert sein sollen. Diesen Gedanken stellen Sie quasi in den Mittelpunkt Ihrer Überlegungen zur Stunde. Dann beginnen Sie zu sammeln: Welche Informationen, welche Fachbegriffe, welche Daten brauchen die Schülerinnen und Schüler definitiv, um dieses Wissen mit Leben füllen zu können? Auf welche Aufgaben oder Problemstellungen soll das neue Wissen angewendet werden? Auf diese Weise ergibt sich ein recht systematisches Raster, welches Ihre Inhalte

nach Relevanz sortiert. Das möchte ich Ihnen am folgenden Beispiel zum Begriff der Fitness im Evolutionsunterricht darstellen:

Kategorie	Inhalte
Kerngedanke	Fitness beschreibt, wie erfolgreich Individuen in der Lage sind, Nachkommen zu zeugen.
Wichtige Daten, Fachbegriffe und Zusammenhänge	Fitness kann je nach Umweltbedingungen Unterschiedliches bedeuten: eine Tarnfarbe, Giftigkeit, schnelles oder besonders langsames Wachstum, effiziente Ressourcenausnutzung, besondere Merkmale wie große Augen, um nachts gut zu sehen, etc.
Ziele, Aufgaben, Problemstellungen	SuS erkennen, dass das Schlagwort vom »survival of the fittest« nicht mit »Überleben des Stärkeren« übersetzt werden kann. Aufgabentyp 1: Fitness als individuelles Merkmal (Tarnung, Flucht) Aufgabentyp 2: Fitness als Gruppenmerkmal: Individuen reduzieren die eigene Fitness, um die Fitness der Gruppe zu steigern

Schritt 4: Mein Material passt nicht zu meiner Erklärung

Ein oft auftretendes und nicht zu unterschätzendes Problem ist, wenn das verfügbare Material nicht zu den geplanten Unterrichtszielen passt. Konkret: Sie möchten etwas erklären, das Sie aber nicht im Schulbuch oder in den gängigen Handreichungen finden. Hier gibt es zwei mögliche Wege: Sie biegen Ihre Unterrichtseinheit so weit zurecht, dass sich die Ziele dem Material anpassen. Das wäre die *quick-and-dirty-Lösung*. Quick, weil sie recht schnell zu bewerkstelligen ist. Dirty, weil sie nicht schön ist: Der Spannungsbogen Ihrer Unterrichtseinheit kann schnell darunter leiden. Und Sie haben die Ziele ja mit Bedacht gewählt, weil sich aus ihrer Abfolge ein sinnvoller Zusammenhang ergibt.

Vor Kurzem stolperte ich über genau dieses Problem: Ich hatte eine Unterrichtseinheit zur Genetik in der Oberstufe geplant, als sich anbot, eine Exkursion in das Krebs-Bestrahlungszentrum des Uni-Klinikums zu unternehmen. Da Krebs und seine Entstehung ins Thema Genetik passen, plante ich also die gesamte Einheit um die Krebserkrankungen herum. Dafür brauchte ich einerseits das Thema Mutationen durch Strahlung. Das ist im Buch enthalten. Wie die Zellen ihre Vermehrung kontrollieren, ist auch in Grundzügen beschrieben. Warum allerdings genau diese Kontrolle bei der Erkrankung durch Mutationen ausfällt, wird in den zugänglichen Unterrichtsmaterialien nicht beschrieben. Hier war also die Kausalkette beim Erklären unterbrochen.

Die erste Quelle war Wikipedia. Hier fand ich die Information, dass ein bestimmtes Protein (p53) bei der Kontrolle der Zellvermehrung eine zentrale Rolle spielt. Die genaue Funktion von p53 war für die Schule viel zu kompliziert, und p53 ist auch nicht der alleinige Auslöser. Aber ich konnte darstellen, dass p53 ein Protein ist, welches bei Schäden der DNA aktiviert wird und die weitere Zellteilung verhindert. Wenn allerdings p53 auch mutiert ist, fällt diese

Kontrolle aus und die Zellen vermehren sich unkontrolliert: Krebs entsteht. Aus Büchern aus dem Studium konnte ich einige Abbildungen zur Funktion von p53 scannen, die weiteren Informationen lieferte das Schulbuch. Hätte ich diese Verbindung nicht recherchiert, wäre die Verbindung von Genetik und Krebserkrankungen recht lose geworden, eine fundamentale Einsicht in die Kontrolle unserer Körperfunktionen hätte gefehlt.

Auch wenn Ihnen das recht kompliziert vorkommen mag – dann und wann lohnt es sich, solche Stunden vorzubereiten. (Tun Sie das aber nicht am Sonntagabend, wenn die Stunde am Montagmorgen stattfindet.) Sie gewinnen dadurch Respekt bei Ihren Schülerinnen und Schülern, da sie deutlich machen, dass Sie mehr können, als das Schulbuch aufzuschlagen. Außerdem gewinnen Sie an Ansehen vor sich selbst: Sie bauchkitzeln den Teil Ihres Ego, der sie als Akademiker und Fachmann ausmacht. Sie reaktivieren Ihren genuinen Spaß am Fach. Der Lehrer-Teil Ihres Selbst bekommt genug Futter!

Wo erhalten Sie Ideen, Wissen und Inspiration?

- Zunächst ganz einfach: Sprechen Sie mit Kollegen. Ideen auszutauschen macht Freude und spart Arbeit.
- Wikipedia hilft immer.
- Blättern Sie Fachbücher durch. Die meisten Fächer entwickeln sich permanent weiter, und als Fachmann sollten Sie auf aktuellem Stand sein. Und mit Sicherheit stolpern Sie über die eine oder andere interessante Neuigkeit, einen anderen Zugang zu einem Thema, eine neue Sichtweise ...
- Abonnieren Sie zumindest eine populärwissenschaftliche Zeitschrift.
- Abonnieren Sie Newsletter, z. B. von »Spektrum der Wissenschaft«. Mittlerweile gibt es Newsletter für fast alle Fachrichtungen. Hier werden Sie in leicht verdaulicher Form mit aktuellen Entwicklungen versorgt. Das nützt nicht nur Ihnen persönlich. Oft können Sie auch einzelne Inhalte als Differenzierungsmaterial ausdrucken oder zu Prüfungsaufgaben verarbeiten.

Vorsicht: Zombies und Skelette

Didaktische Reduktion ist notwendig für guten Unterricht. Aber wie bei allem gilt: Zu viel des Guten kann schaden. Lesen Sie sich zunächst folgenden Abschnitt aus einem Physikbuch für die Mittelstufe durch. (Diesen Abschnitt werden wir später noch genauer betrachten, wenn es um verständliche Sprache geht.)

Ein elektrischer Schwingkreis bestehe aus einem Kondensator und einer Spule. Dieser ist vorerst offen. Im Kondensator ist elektrische Ladung gespeichert. Ein Schalter wird betätigt. Sie fließt ab.¹⁹

Zunächst: Dieser Text ist hochgradig unverständlich. Das Satzgefüge ist schief, Teile werden nicht erklärt, Zusammenhänge verschwiegen ... – Selbst wenn der Text besser

formuliert wäre, könnte man nur den Aufbau eines Schwingkreises *lernen*, aber nicht *verstehen*. Dazu fehlt der Sinn. Wo kommt ein Schwingkreis vor? Welchen Zweck erfüllt er? Aus Schülerperspektive: Warum soll ich das lernen?

Und sind wir ehrlich: Vieles unterrichten wir nur, weil es im Schulbuch oder im Lehrplan steht (oder weil man es schon immer so gemacht hat). Aber wenn Schülerinnen und Schüler berechtigterweise nach dem Sinn fragen, stehen wir auf dem Schlauch. Andererseits: Wüsste man im Beispiel des Schwingkreises, dass dies das zentrale Bauteil eines Radios ist, bekommt der Inhalt plötzlich Relevanz.

Auf sprachlich und inhaltlich anderem Niveau bewegt sich ein anderes Beispiel. Ich fand im Buchladen »Wissenschaftliche Theorien in 30 Sekunden«. Auf je einer Doppelseite werden Theorien von Quantenmechanik bis Psychoanalyse dargestellt, grafisch wundervoll aufbereitet und spritzig formuliert. Beim Lesen bleibt aber auch hier das schale Gefühl: Was habe ich eigentlich davon?²⁰

Denn eigentlich wird hier kein Wissen angeboten, sondern nur Wissens*skelette*. Stellen Sie sich einen Teilbereich der Biologie, Germanistik, der Kunst, der Physik als ein lebendiges komplexes Wesen vor. Und dieses Wesen nun wird seiner Haut und seines Fleisches beraubt, in der Hoffnung, einen Kern zu finden. Dieser Kern liegt dann vor uns, bleich, nackt, auf dem Seziertisch der didaktischen Reduktion ... Und traurig blicken wir uns an: Das vorher lebendige Wesen atmet nicht mehr und bewegt sich nicht mehr. Und seine Zeugungsfähigkeit hat es erst recht eingebüßt.

Wenn Sie an einer solchen Stelle stehen, dann müssen Sie beginnen zu recherchieren und dem Skelett sein Fleisch wiedergeben. Schon bei Wikipedia finden Sie schnell Informationen:

- Wer hat dieses Wissen »erfunden«?
- Gibt es Geschichten rund um die Entdeckung, die das Wissen plastischer machen?
- Was war der zeitliche Kontext?
- Was waren die Bedürfnisse, die Forschungszusammenhänge, in denen es entstanden ist?
- Wo findet das Wissen Anwendung?
- Gibt es neuere Entwicklungen, welche die Schulbuchinhalte in Frage stellen?

Alle diese Informationen können Ihnen helfen, das Skelett des Wissens wieder mit Haut und Muskeln auszustatten. Im Beispiel des Schwingkreises könnte das so aussehen:

Wie funktioniert ein Radio? Für ein ganz einfaches Radio braucht man nur wenige Bauteile: eine Spule, einen Kondensator, einen Schalter, eine Diode sowie eine Spannungsquelle und ein paar Kabel.

Radiowellen haben die Eigenschaft, Elektronen in der Antenne zum Schwingen anzuregen. Allerdings lässt jeder Radiosender die Elektronen unterschiedlich schnell schwingen. Um aus diesem Chaos nur einen Sender herauszufiltern, braucht man eine Schaltung, welche in der Lage ist, selbst eine Schwingung herzustellen. Durch diese Schwingung wird die ge-

suchte Radiofrequenz verstärkt. Eine solche Schaltung ist der Schwingkreis. Das verstärkte Signal kann man dann im Lautsprecher hören.

Ein Schwingkreis ist recht einfach aufgebaut. Ein Kondensator ist über Kabel mit einer Spannungsquelle, einem Schalter sowie einer Spule verbunden. Ist der Schalter offen, gelangen zunächst Elektronen in den Kondensator; er wird also aufgeladen. Schließt man den Schalter, fließt die Ladung in die Spule ab. Während allerdings der Strom abfließt, induziert der Strom in der Spule ein Magnetfeld. Dieses Feld wirkt (nach der Lenz'schen Regel) der Ursache seines Entstehens entgegen – das Magnetfeld treibt also Elektronen in die andere Richtung zurück. So lange noch Ladung im Kondensator gespeichert ist, wird das Magnetfeld stärker und stärker. Erst wenn der Kondensator entladen ist, treibt das Magnetfeld der Spule die Elektronen zurück in den Kondensator. Damit kann der Prozess von vorn beginnen: der Strom beginnt, zwischen Kondensator und Spule zu schwingen.

Der Knopf am Radio, mit dem man den Sender wählt, wirkt übrigens direkt auf den Schwingkreis ein: Mit ihm verstellt man die Kapazität des Kondensators. Je mehr Ladung der Kondensator speichert, desto langsamer verläuft die Schwingung – und umgekehrt. Hier stellt man also die Frequenz der Schwingung ein, welche der Frequenz des empfangenen Radiosignals entspricht.

Diese verstärkte Schwingung ist aber noch nicht »hörbar«. Als letztes Bauteil braucht man noch eine Diode, welche die Schwingung so umwandelt, dass ein Kopfhörer das Signal in Schall umwandeln kann.

Und wenn Sie danach gefragt werden, wie eigentlich ein Digitalradio funktioniert, und dafür kein Platz mehr im Unterricht ist, dann haben Sie einen kleinen Text dazu in der Tasche. Ihre Schüler werden sich freuen!

Wenn Sie in naher Zukunft feststellen, dass es gar keine klassischen Radios mehr gibt, und Sie den Schwingkreis nicht mehr brauchen, dann streichen Sie ihn. Er ist zum Zombi geworden, ein Wissensrest, der als Untoter durch die Bücher geistert. – Wissensskelette können sie recht leicht reanimieren. Zombies sollten sie zur ewigen Ruhe betten.

Ein Plädoyer fürs Verstehen

Uns als Lehrkräften muss wichtig sein, dass unsere Schülerinnen und Schüler *verstehen*. Verstehen setzt zwar meist lernen voraus, geht aber weit darüber hinaus. Verstehen bedeutet, Wissen in seinen Kontext einzuordnen. Es anwenden zu können. Affektiv betroffen zu sein. Selbst ins Handeln zu kommen. Das Wissen zu einem Teil seiner Persönlichkeit werden zu lassen.

Das bedeutet: Bei der Fülle, die viele Lehrpläne bzw. Fachanforderungen vorsehen, werden Sie an der einen oder anderen Stelle streichen müssen. Das wird fast allen Kolleginnen und Kollegen so gehen, auch Schulleitungen und Schulaufsichtsbehörden wissen das. Was können Sie nun tun, wenn es Ihnen so geht wie der Kollegin vom Anfang des Kapitels und Sie auf einer Elternversammlung erklären zu müssen, warum

Sie das eine oder andere Thema gestrichen haben? Hier eine Sammlung von Argumentationshilfen:

- Zunächst atmen Sie durch: Auch wenn Lehrpläne und Fachanforderungen den Charakter von Verordnungen haben, ist deren Nicht-Einhalten so gut wie nicht einklagbar, es sei denn, Sie bereiten Ihre Schülerinnen und Schüler gerade auf eine zentrale Abschlussprüfung vor.
- Stellen Sie zusammen, wie viele Stunden aufgrund von Feiertagen, Sportfesten, Ausflügen, mehrstündigen Klassenarbeiten, Schulchor-Sonderproben etc. ausgefallen sind. Meist summieren sich diese Stundenzahlen schnell zu einer kompletten Unterrichtseinheit. (Überlegen Sie allerdings gut, ob Sie das den Eltern in dieser Weise darstellen.)
- Machen Sie Ihre Gründe für die Streichung transparent.
- Verdeutlichen Sie, warum es wichtig ist, sich bei anderen Themen mehr Zeit zu lassen, und stellen Sie dar, welche Vorteile die Schülerinnen und Schüler dabei haben.
- Machen Sie klar, dass Unterricht und Lernen nur in sehr engen Grenzen zu beschleunigen sind. Erfassen, Verstehen, Üben und Vertiefen braucht seine Zeit. Studien zeigen, dass erfolgreiche Lehrer viel Zeit fürs Erklären verwenden. Die weniger erfolgreichen wechseln schnell zu Aufgaben.²¹
- Letztendlich: Halten Sie ein Plädoyer fürs *wirkliche* Verstehen – und nicht fürs bloße Abarbeiten von Inhalten. Denn das kann auch nicht im Interesse der Eltern liegen.

Es gibt nur einen Fall, in dem Sie notfalls lieber gehetzt abarbeiten als streichen: und zwar dann, wenn Sie auf zentrale Abschlüsse vorbereiten. Aber auch dann braucht Lernen Zeit. Organisieren Sie sich dann ggf. die eine oder andere Stunde von Kollegen. Denken Sie an die alte Weisheit: Das Gras wächst nicht schneller, wenn man daran zieht.

Paradox: Ein Plädoyer fürs Nicht-Verstehen

Im Internet kursiert ein recht amüsantes Video von einem Interview mit Richard Feynman. Feynman (1918–1988) war nicht nur einer der wichtigsten Physiker des 20. Jahrhunderts, sondern auch ein brillanter und charismatischer Wissensvermittler, dem es gelang, ein breites Publikum auch für die extrem komplexen Aspekte der Physik zu begeistern.

Im Interview fragt ein Journalist Feynman, ob er in einfachen Worten erklären könne, wie Magneten funktionieren. Und (zur Überraschung des Journalisten) lehnt Feynman ab. Zunächst ein wenig schroff, dann aber durchaus freundlich erklärt er, warum er sich weigert, die Frage zu beantworten. Zunächst: Feynman hätte es selbstverständlich erklären können. Er hätte dann zunächst über Elektromagnetismus gesprochen, dann über Grundkräfte, über das magnetische Moment geladener Elemen-

tarteilchen, dessen Verknüpfung mit dem Spin der Teilchen ... Das wäre aber eine Erklärung gewesen, mit der die meisten Leser überfordert gewesen wären.

Feynman hätte nun auf Analogien aus der Alltagswelt ausweichen können. Aber auch dem verweigert er sich, da sie den Kern des Phänomens nicht korrekt beschreiben. Feynman geht noch weiter: Er versteht Magnetismus in Konzepten und Begriffen, zu denen sich in der Alltagswelt der meisten Leser keinerlei Korrelate finden, der Bezugsrahmen des Verstehens zwischen ihm und den Lesern sei einfach nicht der gleiche. Und wenn diese Bezugsrahmen fehlen, kann er die Frage nach dem »Warum« nicht beantworten.²²

Sie können bei allem Fachwissen und bei aller Erklärkunst nicht *alles* erklären, und manches vielleicht auch nie, weil es sich nicht in eine angemessene Sprache transferieren lässt. Und das ist nicht schlimm: Die treibende Kraft hinter allem Fortschritt ist Neugier. Das Leben muss einige seiner Rätsel behalten. Wie entsetzlich langweilig wäre eine Zaubershow, in der Sie am Ende alle Tricks verraten bekommen?

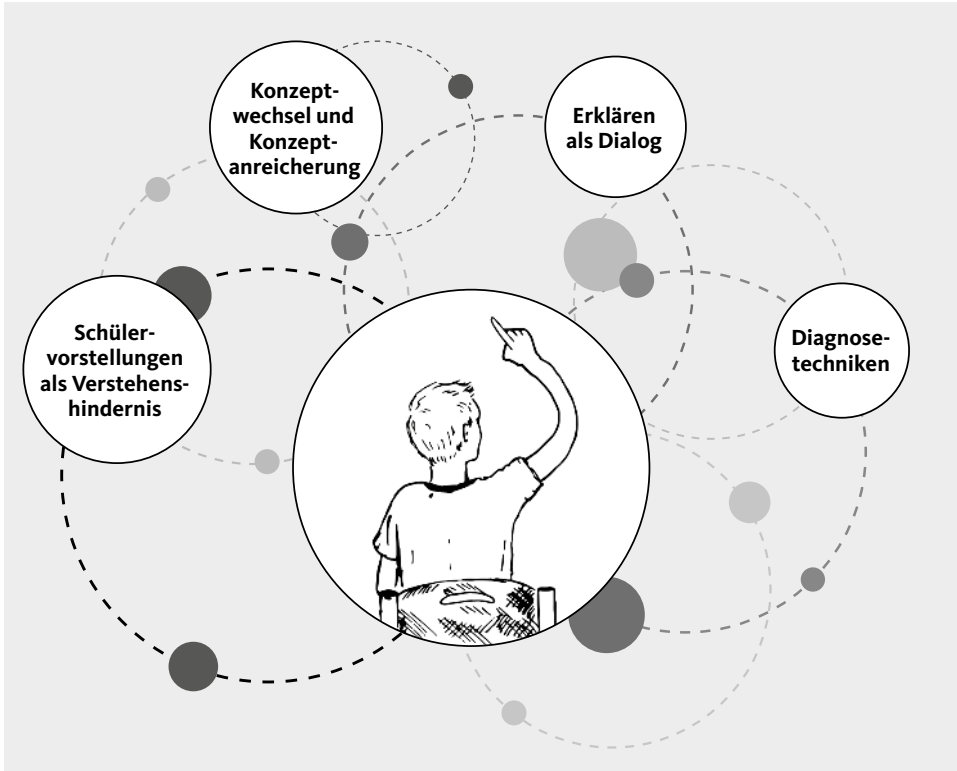
Kommen wir noch einmal zurück zum Einstiegsbeispiel mit der Biologie-Lehrerin, die sich wider besseren Wissens auf Druck der Eltern gezwungen sieht, Baupläne von Organismen pauken zu lassen, statt Unterrichtsstoff zu reduzieren. Welche Maßnahmen könnte die Kollegin ergreifen, um trotz Anforderungen des Curriculums einen Unterricht zu planen, der den eigentlichen Empfängern (also den Schülerinnen und Schülern) zugutekommt und nicht deren Eltern? Sie könnte:

- Mit Verweis auf das Prinzip des Exemplarischen einige Vertreter besonderer Organismengruppen auswählen. Denkbar wären Schwämme als recht einfach gebaute Organismen auf der Schwelle zwischen Ein- und Vielzeller, einen Vertreter der Gliedertiere etc. So wäre eine sinnvolle Auswahl geschaffen, die sicher den Eltern vermittelbar wäre.
- Alternativ ließe sich aus dem vielen Wissen ein Aspekt auswählen, z.B. die Entwicklung des Fortbewegungsapparates, des Nervensystems oder des Verdauungstraktes. Auch das wäre eine sinnvolle Schwerpunktsetzung, die interessante und sicher lernenswerte Aspekte offenlegt. Aspekte, welche bei einer vollständigen Behandlung aufgrund der Stoffmenge unter den Schüler- bzw. Lehrertisch fallen würden.
- Eine ganz andere Variante wäre, den Schulbuchstoff einmal Schulbuchstoff sein zu lassen und mit den Kindern in diesen wenigen hektischen Stunden vor den Ferien nach draußen zu gehen. Tiere und Pflanzen zu bestimmen. Vielfalt zu erleben, zu benennen, zu betrachten, am Ende gern auch zu sortieren. Ich bin mir sicher, die Schülerinnen und Schüler würden viel mehr über Ringelwürmer, Hundertfüßler und Tausendfüßler lernen als bei einem eilig gehaltenen Referat im stickigen, abgedunkelten Bioraum ...

Reduzieren und Fokussieren

- ▶ Denken und planen Sie in Einheiten, nicht in Einzelstunden.
- ▶ Sammeln Sie für sich das Wissen für die Unterrichtseinheit.
- ▶ Reduzieren Sie dann sinnstiftend exemplarisch.
- ▶ Seien Sie mutig, wenn Sie alte Zöpfe abschneiden.
- ▶ Erläutern Sie Ihren Schülerinnen und Schülern Sinn und Ziele der Unterrichtsphase.
- ▶ Schaffen Sie sich und Ihren Lernenden Zeit und Ruhe. Gönnen Sie Ausführlichkeit.
- ▶ Was Sie nicht erklären können, erklären Sie auch nicht.

Kapitel 2: Was denken Ihre Schülerinnen und Schüler?



Nichts ist weniger lustig als ein Witz, den man erklären muss. In diesem Fall mag die Analyse eines schlechten Witzes aber helfen, um Sie auf den Kern des folgenden Kapitels einzustimmen: »Treffen sich zwei Jäger. Beide tot.«

Auch wenn Sie über diesen Witz nur müde schmunzeln sollten: Was ist daran lustig? Letztendlich spielt dieser Witz mit Erwartungen, die unser Gehirn beim Lesen blitzschnell über den Fortgang des Textes konstruiert – und die dann enttäuscht werden. Der Anfang »Treffen sich zwei Personen« lässt in unserem Gehirn sofort die Vermutung entstehen, dass sie sich z. B. auf der Straße begegnen. Der Witz könnte dann weitergehen mit: »Sagt der eine Jäger ...« In diesem Witz wird nun genau diese Vermutung unterlaufen, da »treffen« hier die Bedeutung erhält: »mit einer Kugel treffen«. Der Witz entsteht also aus dem Kontrast zwischen Erwartungshaltung des Hörers und deren absurder Enttäuschung.

Was nützt uns diese Erkenntnis für das Thema Erklären? Was uns auch immer im Laufe unseres Lebens begegnet: Wir versuchen, die Ereignisse mit Sinn zu erfüllen. So lernen wir, so ordnen wir das Chaos des Alltags, so schaffen wir Zusammenhänge zwischen uns und der Welt. Und ob bewusst oder unbewusst: Unser Gehirn bildet zu allem mehr oder wenige ausformulierte Theorien. Alle diese Theorien werden als *subjektive Theorien* bezeichnet. Als Lehrkräfte wären wir oft froh, wenn das neue Wissen direkt ins Gehirn der Lernenden flöge. Das tut es aber nicht: Alles neue Wissen wird zunächst mit dem Vorwissen – und damit mit den subjektiven Theorien – abgeglichen (Abb. 4). Einige dieser subjektiven Theorien lassen sich recht gut mit wissenschaftlichen Theorien in Einklang bringen, andere stehen dem hartnäckig entgegen. Wie wir sehen werden, ist genau dies eine massive Herausforderung beim Erklären.

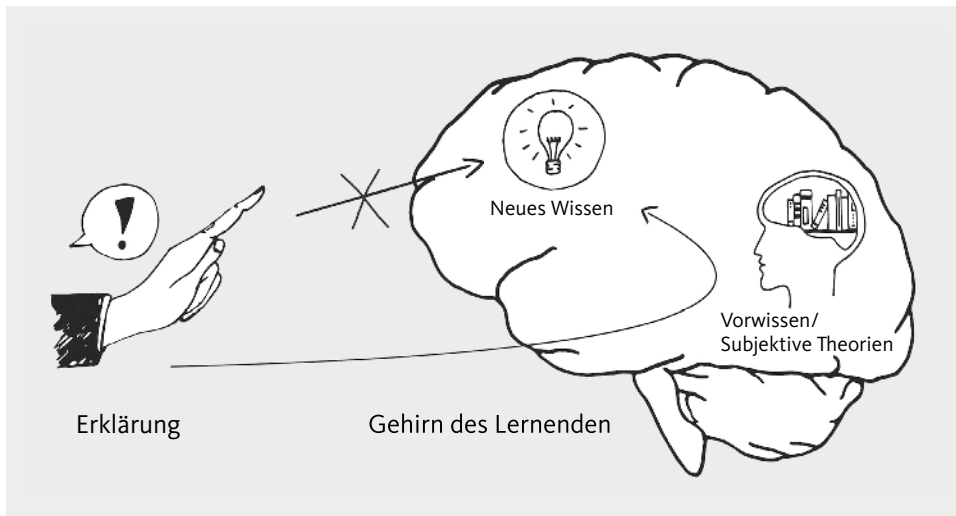


Abb. 4: Neues Wissen gelangt nicht direkt in die Köpfe: Es wird mit dem Vorwissen und den subjektiven Theorien abgeglichen

Es gibt zwei Arten subjektiver Theorien: *explizite* und *implizite* Theorien. Explizite Theorien können exakt benannt werden. Ein paar Beispiele:

- Schnupfen bekommt man, wenn man kalte Füße hat.
- Jan und Nicole haben sich getrennt, weil Nicole zu dominant war.
- Die Blumen lassen die Blätter hängen, weil ihnen Wasser fehlt.

Erklären bedeutet, Sinnzusammenhänge explizit zu machen. Allerdings findet der aufmerksame Erklärende oft Hindernisse in Form von impliziten Theorien. Hierzu zunächst drei Beispiele:

- Ein neuer Roman »funktioniert« nicht so, wie man bisher glaubte, dass eine »gute Handlung« ablaufen müsse.

- Ein Musikstück führt unsere Vorstellungen von Ablauf und Harmonik in die Irre.
- Physikalische Vorstellungen stehen im Kontrast zu unseren intuitiven Vorstellungen von Materie.

Würde man den verwirrten Leser des Romans im ersten Fall fragen, wo genau denn sein Problem mit dem Roman liege, hätte er eventuell gar keine Antwort parat: Vielleicht würde er sagen, der Roman sei »nicht spannend« oder »unlogisch«. Eine ausformulierte, literaturwissenschaftlich fundierte Theorie über Romane hätte er aber wahrscheinlich nicht. Im zweiten Fall wäre es vielleicht noch schwieriger: Um über Musik zu sprechen, braucht man musiktheoretisches Wissen über Form, Harmonik, Instrumentation etc. Und trotzdem reibt sich das Musikstück mit den Vorstellungen, wie es »eigentlich« funktionieren sollte. Solche Reibungen können sehr anregend sein, wenn sie bald darauf aufgelöst werden. Der Trugschluss in der Harmonik ist hier ein schönes Beispiel. Und wie oben gezeigt: Auch viele Witze spielen letztendlich mit impliziten Erwartungen, die dann auf erstaunliche Weise aufgelöst werden. Wenn Sie erklären, haben Sie in den seltensten Fällen ein »leeres« Schülergehirn vor sich. Meist ist es schon besetzt von expliziten oder impliziten Theorien, die Sie durch Ihre Erklärungen verändern oder anreichern müssen.

Kleines Experiment – große Verwirrung

Das folgende Beispiel hatte sich in meinem Chemieunterricht in einer recht aufgeschlossenen 9. Klasse zugetragen, damals begann der Chemieunterricht erst in Klasse 9, es war also Anfangsunterricht.

Wir hatten schon einige Verbrennungsreaktionen kennengelernt. Nun wollte ich beginnen, die Verbrennungsreaktion auf Teilchenebene zu deuten. Ich hatte eine Waage aufgebaut, eine Porzellanschale daraufgelegt und dann die Eisenwolle aus dem Baumarkt aus der Verpackung geholt und in die Schale gelegt. Das Gewicht der Eisenwolle haben wir notiert und anschließend die Eisenwolle angezündet. Erstaunlicherweise wurde die Eisenwolle beim Verbrennen schwerer!

Sofort gab es allgemeines Gekicher: »Tja, Herr Scheffel, das hat wohl nicht geklappt!«, meinten einige Schülerinnen und Schüler. Ich gab ihnen insofern recht, dass das Ergebnis sicher seltsam sei, also haben wir den Versuch noch einmal wiederholt, mit dem gleichen Ergebnis.

Nachdem wir dieses Ergebnis als anscheinend richtig hingenommen hatten, ging es an die schwierige Deutung. Als Erstes ließ ich die Schülerinnen und Schüler Vermutungen zeichnen, was denn bei der Reaktion vor sich gegangen sein könnte. Dabei kamen recht spannende Ideen zutage, die wir an der Tafel diskutierten:

Einige der Schülerinnen und Schüler meinten, es wären vorher in der Eisenwolle Luftlöcher gewesen, die nun verschwunden seien. Andere vermuteten, dass die Eisenwolle vorher lockerer war und sich nun stärker verknäult habe. Also müsste ja die Dichte steigen, mithin

wird das Gewicht größer. Diese Ideen brachten mich als Lehrkraft leicht ins Schwitzen. Zum Glück sah ich den Tafelschwamm auf dem Pult liegen. Den zeigte ich den Schülerinnen und Schülern mit der Frage: »Wird dieser Schwamm schwerer, wenn ich ihn zusammen drücke?« Zum Glück konnten wir uns einigen: Nein, das wird nicht der Fall sein. Auf diese Weise konnten wir Hypothese 1 und 2 aus dem Weg räumen.

Bei Hypothese 3, es lagert sich »Dreck« auf der Eisenwolle ab, griff ich zu einer sauberen Porzellanschale, hielt sie über den Brenner (der zum Glück an diesem Tag recht sauber brannte!) und konnte zeigen: Aus der Flamme kommt kein Dreck. Damit war auch Hypothese 3 falsifiziert.

Nach dieser »Vorarbeit« hatten die Schülerinnen und Schüler es recht leicht, darauf zu kommen, dass sich die kleinsten Sauerstoffteilchen mit den kleinsten Eisenteilchen so verbinden, dass sie gemeinsam die neue, schwerere Substanz Eisenoxid bilden. Dass eine Kerze oder Kohle beim Verbrennen anscheinend verschwindet, erklärten wir so, dass auch hier Oxide entstehen, die aber gasförmig sind und daher nicht gewogen werden können. Aber dennoch ... Nach der Stunde kam Anna zu mir:

»Herr Scheffel, irgendwie check ich das nicht.«

»Was verwirrt dich denn?«

»Sachen können doch nicht schwerer werden, wenn sie verbrennen.«

»Aber das haben wir doch im Experiment gesehen, dass ...«

»Ja, aber – verbrennen heißt doch, kaputt machen. Das ist danach nicht mehr da ...«

Erklären heißt, Theorien zu verändern

Im Naturwissenschaftsunterricht treffen die Schülerinnen und Schüler auf andere Verbrennungsreaktionen, als ihnen bisher bekannt sind: Zündet man etwas Eisenwolle an, wird diese erstaunlicherweise schwerer!^{*} Dieses Ergebnis steht nun in eklatantem Kontrast zu den bisher fruchtbar angewendeten subjektiven Vorstellungen.

Für den Naturwissenschaftler ist das Ergebnis hingegen nicht erstaunlich: Bei der Reaktion verbinden sich Eisenatome mit Sauerstoffatomen. Da auch die Sauerstoffatome Gewicht haben, wird das Produkt der Reaktion schwerer als der eine Ausgangsstoff. Hätte man das Eisen in einem fest verschlossenen Gefäß angezündet, in dem Sauerstoff vorhanden ist, hätte sich die Masse nicht geändert. Allerdings haben wir ja im Versuch die Masse des Sauerstoffes in der Luft nicht mitgewogen. Diese Überlegungen fassen Chemiker als den »Satz von der Erhaltung der Masse« zusammen: Die Masse der Stoffe ändert sich während einer chemischen Reaktion nicht: Es wird keine Masse vernichtet und nichts hinzugewonnen. Dieser Satz ist einer der zentralen Erkenntnisse des frühen naturwissenschaftlichen Unterrichts.

* Wenn Sie das nicht glauben: Mit etwas Eisenwolle aus dem Baumarkt, einem Feuerzeug und einer Briefwaage können Sie den Versuch (auf eigene Gefahr!) zu Hause durchführen. Wiegen Sie die Eisenwolle. Zünden Sie sie dann in einer feuerfesten Schüssel an und pusten Sie, bis die ganze Wolle durchgeglüht ist. Achten Sie aber auf Funkenflug und passen Sie auf, nichts wegzublasen. Wiegen Sie die Wolle nun erneut.

Ist Annas Problem im Beispiel oben ein Sonderfall des Chemieunterrichts? Keineswegs, wie die Unterrichtsforschung zeigt. Denn Schülerinnen und Schüler kommen ja mit zahlreichen Alltagserfahrungen in den Unterricht, und sobald diese Erfahrungen von einem Individuum verallgemeinert werden, sprechen wir von einer subjektiven Theorie. Annas Verbrennungstheorie ist: »Feuer vernichtet Materie.« Diese Theorie ist für Kerzen und Lagerfeuer tragfähig; sie bildet langjährige Erfahrungen mit Feuer ab. In anderen Fächern gibt es ähnliche Fälle, hier nur eine kleine Auswahl:

- Sehen funktioniert so, dass nicht Licht ins Auge gelangt, sondern das Auge die Gegenstände mit »Sehstrahlen« abtastet.
- Mein Schal ist aus Wolle und macht meinen Hals warm. Also müssen Dinge wie Wolle oder Styropor Wärme abstrahlen.
- Eine Bewegung braucht andauernd Kraft, um aufrechterhalten zu werden.
- Wenn ich Energie verbrauche, ist sie danach weg.
- Atome sind ziemlich klein, ungefähr so groß wie Staubkörner. Unter dem Mikroskop kann man sie sehen.
- Der Treibhauseffekt entsteht durch ein Loch in der Atmosphäre.
- Tiere und Pflanzen passen sich in der Evolution »aktiv« an.
- Blut fließt vom Herzen nacheinander in die verschiedenen Organe, erst z.B. in die Leber, dann in die Niere, dann in den linken Arm.²³

Wie reagieren Schüler nun auf die Provokation eines Versuchsergebnisses, welches ihren Vorstellungen so widerspricht? Zunächst lassen sich Ergebnisse abstreiten: Messfehler, eine defekte Waage oder falsch konzipierter Versuch sollen das ungemütliche Ergebnis »unschädlich« machen. Erst nach mehreren Messungen wird klar: Bei dem Ergebnis handelt es sich nicht um einen Fehler – es wird eine neue Erklärung benötigt. Zunächst versuchen die Schüler, allerlei Hilfskonstruktionen zu Rate zu ziehen. So vermuten sie, im Eisen wären vorher »Luftlöcher« gewesen, die nun »zugeschmolzen« seien. Luft würde ja Auftrieb verursachen, und das Eisen so leichter machen. Durch das Fehlen der Löcher würde das Eisen nun schwerer.

Wie verhalten sich nun subjektive und wissenschaftliche Theorien zueinander? Am Beispiel von Anna haben Sie gesehen, dass subjektive Theorien hartnäckig sein können. Eine erfolgreiche subjektive Theorie durch eine andere Theorie mittels Überzeugung und Einsicht zu ersetzen ist nur in wenigen Fällen Erfolg versprechend, da sich die subjektiven Theorien oft und lange Zeit im Alltag bewährt haben. In Annas Fall hätte es vor dem Versuch mit der Eisenwolle kaum einen Grund gegeben, etwas anderes als die Vernichtungsvorstellung zu entwickeln. Auch die Idee, dass eine Bewegung beständig neue Kraft braucht, ist aus Alltagssicht angemessener als die idealisierte physikalische Sicht. Aus Sicht des Lernalters besteht keine Veranlassung, seine sinnstiftende Theorie ohne Not durch eine andere, von ihm nicht erprobte Theorie zu ersetzen. Und auch wenn Sie so hartnäckig bleiben, dass Ihr Gegenüber irgendwann einlenkt (sei es aus Gutmütigkeit, aus Nervenschwäche oder mit Blick auf die nächste Klassenarbeit), erringen Sie einen Pyrrhussieg: Im Fall von Anna und ihren hartnäckigen Vorstellun-

gen von Verbrennung und Zerstörung hatte ich mich entschieden, erst einmal nicht weiter auf Verständnis zu drängeln, sondern in den nächsten Stunden noch mehr Beispiele zu bringen, damit sie sich an diese für sie abwegige Vorstellung gewöhnen konnten. Hätte ich an diesem zentralen Punkt im Chemieunterricht versucht, zu beschleunigen, müsste ich das Risiko tragen, dass sich Anna nur *überreden* lässt, das Richtige im Test hinzuschreiben – aber ich bin mir sicher, das mangelnde Verständnis hätte mich später im Unterricht an anderer Stelle kalt erwischt. Schüler sind unglaublich gut darin, Wissensbestände auszulagern oder abzukapseln. Sie bekommen als Lehrkraft dann später Aussagen wie: »In der Chemie werden Dinge beim Verbrennen schwerer. In echt passiert das natürlich aber nicht.«

Für die Schüler befriedigender (und für Sie als Lehrkraft einfacher) ist es, die wissenschaftliche und die subjektive Theorie *nebeneinanderzustellen*: »Bei jeder Verbrennung steigt die Masse des Ausgangsstoffes. Bei Verbrennungen im Alltag merken wir davon aber meistens nichts.« So erweitert sich das Wissen des Lerners. Beide Theorien erhalten in ihrem jeweiligen Kontext ihren Sinn: Holz im Ofen oder Kohle im Grill verschwindet in der Tat bis auf die Asche. Die Oxidation von Eisenwolle kann Anna dennoch sinnvoll erklären.

Besonders befriedigend und lernwirksam ist es, eine subjektive Theorie zu *erweitern*: »Als Chemiker wissen wir: Stoffe werden beim Verbrennen schwerer, da sie mit Sauerstoffatomen reagieren. Bei vielen Verbrennungen merken wir aber nichts davon, da die entstehenden Stoffe gasförmig sind.«* Dieser Kunstgriff hat einen großen Vorteil: Beide Theorien erweitern sich gegenseitig zu einer möglichst umfassenden Schau auf die Dinge. Beide Theorien werden als wertvoll wahrgenommen.

Ein kritischer Exkurs in die Theorie

Wenn Erklären bedeutet, dass Sie Vorstellungen Ihrer Schülerinnen und Schüler beeinflussen, sollten wir einen Blick in die didaktische Literatur werfen, um abzuschätzen, welche Theorien zum Umgang mit subjektiven Theorien uns in der Praxis weiterhelfen.

Die grundlegendsten Überlegungen zu diesem Thema stammen von den amerikanischen Lernpsychologen George J. Posner und Kenneth Strike. Posner und Strike stellen dar, dass Lernen im Sinne eines Konzeptwechsels vier Forderungen erfüllen muss, um erfolgreich zu sein:

- (1) Die Schülerinnen und Schüler müssen mit den bisherigen Vorstellungen unzufrieden sein: Als Lehrkraft müssen Sie also – wie auch immer – einen Grund herstellen, der ein neues oder erweitertes Wissen notwendig macht.

* Den Satz der Erhaltung der Masse führe ich im Unterricht meist später ein, da ich die Verbrennung so lange wie möglich nah an den Verbrennungen im Alltag halten möchte. Stoffe im geschlossenen System zu oxidieren wäre dann der nächste Schritt.

- (2) Die neuen Vorstellungen müssen verständlich sein.
- (3) Sie müssen sich aus dem bisherigen Wissen plausibel ableiten lassen und
- (4) die neuen Ideen müssen fruchtbar sein. Die Schülerinnen und Schüler müssen also in der Lage sein, mehr Phänomene der Welt zu verstehen, als es vorher möglich war.

Diese *Theorie zum Konzeptwechsel* ist handwerklich recht leicht einsetzbar. Eine zweite Theorie, welche in der didaktischen Literatur oft zitiert wird, ist das Modell der didaktischen Rekonstruktion. Aus gutem Grund sollten wir auch auf diese Theorie einen Blick werfen.

Die Grundlage der *didaktischen Rekonstruktion* ist der radikale Konstruktivismus. Radikal ist diese Art des Konstruktivismus in dem Sinne, dass nicht nur Wissen und Können in unseren Gehirnen jeweils neu konstruiert werden müssen – nein, hier geht man davon aus, dass jegliche Wahrnehmung unserer Umwelt ein Konstrukt ist. Egal, ob wir etwas sehen, hören, riechen oder ertasten: Alle Wahrnehmungen werden zunächst in neuronale (und damit zunächst chemische) Signale verwandelt, anschließend als elektrische Impulse in den Nervenbahnen weitergeleitet und dann im Gehirn zu einem Eindruck der Welt um uns zusammengesetzt.

Und hier kommt der theoretische Steilaufschwung: Wenn die Welt um uns herum nicht direkt erkennbar ist, haben alle Theorien über diese Welt die gleiche Legitimation. Ob Schülervorstellung oder hochelaborierte wissenschaftliche Theorie: Zunächst haben sie alle die gleiche Wertigkeit, da es sich bei beiden nur um *Theorien* über eine nicht direkt zugängliche Welt handelt, die aber außer, dass sie die Welt *beschreiben*, nichts mit der echten Welt zu tun haben. Aber: Manche Theorien sind weiterführend und aussagekräftiger als andere. (Die Konstruktivistinnen nennen dieses Qualitätskriterium »*Viabilität*«).

Die zentrale Forderung dieses Modells ist, Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen gleichberechtigt nebeneinanderzustellen und auf der Basis dieser »Reibung« neue Unterrichtsideen zu entwickeln.²⁴ In dieser Fassung hat es mittlerweile auch Eingang in die Curricula in der Lehrerbildung gefunden. So schön diese Idee auch ist: Ich habe bislang kaum funktionsfähiges und alltagstaugliches Material gefunden, welches wirklich in dem radikalen Sinn »neu« ist, wie es das Modell impliziert. Ich bin mir sicher: Dieses Modell ist für den Alltag zu groß gedacht und letztendlich nicht umsetzbar. Auf Ebene der Curriculumsentwicklung und bei professionellen Entwickeln von Unterrichtsmaterial ist es aber gut aufgehoben und sollte mehr in die Praxis umgesetzt werden. Das können wir Lehrkräfte aber nicht leisten.

Zurück zu den Schülervorstellungen

Wie können Sie nun konkret vorgehen, um Ihre Erklärungen an Schülervorstellungen zu orientieren?

Vorbereitung

Eine gute Erklärung können Sie nur vorbereiten, wenn Sie schon im Voraus wissen, was sich wahrscheinlich in den Schülerköpfen abspielen wird. Dank Internet sind Sie mit wenigen Klicks in der Lage, sich über häufige Schülervorstellungen zu informieren. Für die Naturwissenschaften sei Ihnen die Seite <http://www.ideasprevias.ccadet.unam.mx:8080/ideasprevias/presentation.htm> ans Herz gelegt: Hier erhalten Sie für die meisten Gebiete von Biologie, Chemie und Physik einen recht aktuellen Überblick über wichtige Vorstellungen.

Diagnose im Unterricht

Auch im Unterricht selbst haben Sie die Möglichkeit, sich einen Überblick über die vorhandenen Schülervorstellungen zu machen. Das ist fürs Erklären sehr erhellend, allerdings kommen Sie vermutlich ohne kurze Recherche vorher nicht aus. Denn: Mit diesem Vorwissen schulen Sie Ihr Ohr und Ihr Auge für auftretende Schülervorstellungen. Je mehr Verstehenshindernisse Sie kennen, desto weniger Schüleraussagen sind einfach nur »falsch« oder »unlogisch«. Sie kommen in die Lage, auch zunächst sehr seltsame Schüleräußerungen in Kategorien zu sortieren, ihnen einen Sinn zu geben und sie so in den Unterrichtsfluss zu integrieren.

Hier folgt eine Ideensammlung, um Schülervorstellungen zu ermitteln:

- Zunächst ganz simpel: Planen Sie Zeit ein, damit Schüler sich äußern können und Sie sicher sind, sie richtig verstanden zu haben. Diese Variante klingt einfach, braucht allerdings ein sehr vertrauensvolles Unterrichtsklima. Schülerinnen und Schüler denken oft in den Kategorien »richtig« und »falsch«. Dass es vor einer Erklärung einen bewertungsfreien Raum gibt, in dem »noch nichts falsch sein kann«, ist schwer zu vermitteln. Nicht, weil es kognitiv anspruchsvoll wäre, sondern weil es den über Generationen tradierten Vorstellungen über Schule und über Lehrerhandeln zuwiderläuft.
- Nutzen Sie neben der Wort- oder Schriftform die Möglichkeit, kleine Abbildungen zeichnen zu lassen. Hier lassen sich Vorgänge mit wenigen Strichen darstellen, die sonst viele Worte brauchen.
- Zu vielen Themen sind Concept-Cartoons veröffentlicht. Das sind kleine Comics oder Cartoons, die Konflikte zwischen unterschiedlichen Vorstellungen sehr pointiert darstellen. Diese können Sie Ihrer Lerngruppe als Diskussionsanlass vorstellen. Der Vorteil ist hier, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Überlegungen nicht selbst preisgeben müssen, sondern sie als »Stellvertreterkonflikte« diskutieren. Gerade in sehr unsicheren oder neu zusammengesetzten Lerngruppen kann das ein großer Vorteil sein.
- Geben Sie Darstellungen von Schülervorstellungen (einer anderen Klasse oder anonymisiert) als Abbildungen oder als kurzen Text in die Klasse und lassen Sie diese Ideen diskutieren. Im Internet werden Sie für viele Themen schnell fündig.

- Lassen Sie Deutungen zu einem Experiment nicht nur mündlich, sondern schriftlich darlegen. Ich gehe oft so vor, dass ich eine Unterrichtsstunde mit Wiederholungen des Vorwissens beginne, dann ein Experiment vorstelle oder durchführen lasse, Deutungsideen notieren lasse und mit nach Hause nehme. Zu Hause blättere ich die Ideen durch, gewinne so einen Überblick über die Lernprobleme und kann hier in der nächsten Stunde ansetzen. Das klingt zunächst zeitaufwändig, aber realistisch reichen Stunden selten für Experiment und ausführliche Deutung.
- Oft bietet es sich an, kurze Geschichten schreiben zu lassen. Diese Variante eignet sich z. B., um Vorstellungen im politischen oder sozialen Bereich zu erkunden.²⁵ Diese Geschichten müssten Sie dann allerdings auf enthaltene Schülervorstellungen interpretieren. Eine eher aufwändige Variante, aber bei großen Themen wie Familienstrukturen, dem Umgang von Geschlechtern miteinander, Vorstellungen zur politischen Mitwirkung etc. wirkungsvoll – besonders, wenn Sie am Ende der Unterrichtseinheit die Geschichten noch einmal lesen lassen und vielleicht eine zweite, konkurrierende Geschichte schreiben lassen.



Abb. 5: Ein typischer Concept-Cartoon mit einer Fragestellung, Schülervorstellungen als Antwortalternativen und einem Impuls zum eigenen Denken

Erklären und in Dialog treten

Das Spannende ist nun, mit dem Wissen über Schülervorstellungen im Hintergrund eine Erklärung zu konzipieren. Zumal Sie eine Erklärung, wenn Sie denn mündlich erfolgt, nicht als vorbereitete Erklärung ablesen, sondern frei vortragen und dabei die erst vor Kurzem geäußerten Ideen Ihrer Schülerinnen und Schüler einbeziehen. An dieser Stelle hilft uns die oben dargestellte Theorie von Posner und Strike weiter.²⁶

»Wie ihr gesehen habt, hatten frühere Wissenschaftler die Vorstellung, dass _____ (hier Ihr Beispiel einsetzen). Das ist eine gute und bisher auch tragfähige Vorstellung. Allerdings haben wir nun Beispiele kennengelernt, bei denen diese Vorstellung nicht funktioniert ...«

Mit einem Einstieg in dieser Art (das Gleiche funktioniert mit Concept-Cartoons, mit Schüleraussagen, die Sie in wertschätzender Weise einbauen, mit explizit so vorgestellten Ergebnissen der Lehr-Lernforschung) stellen Sie zunächst den kognitiven Konflikt heraus. Den Schülerinnen und Schülern muss an dieser Stelle klar werden, dass hier ggf. zwei unterschiedliche Vorstellungen im Konflikt stehen.

»Ich möchte euch daher eine andere Idee darstellen, eine, die auch in der aktuellen Wissenschaft in ähnlicher Form verwendet wird.«

Hier stellen Sie in klaren Worten die neue Theorie dar, wobei Sie die Anbindung an das vorherige Wissen so explizit wie möglich herstellen sollten. Denn die neue Theorie soll ja verständlich und plausibel sein.

»Was nützt uns diese neue Theorie im Gegensatz zur anderen? Ich habe ein paar weitere Beispiele mitgebracht ...«

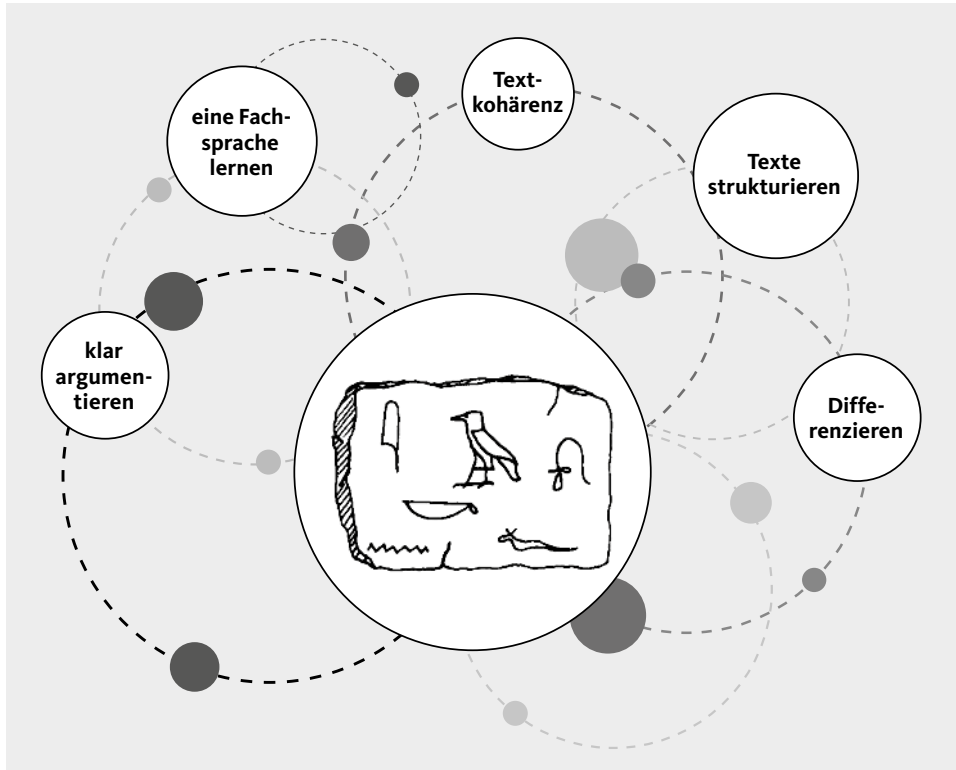
Hier machen Sie klar: Diese neue Theorie ist nicht nur ein einmaliger Sonderfall, sondern hilft wirklich, um viele neue Phänomene geistig in den Griff zu bekommen.

Das Wichtigste kommt aber zum Schluss: Bleiben Sie offen gegenüber den Ideen Ihrer Schülerinnen und Schüler. Nichts wäre schlimmer, als wenn Sie nur überreden, Erklären und Verstehen ist mehr, als dass im Test am Ende das Richtige steht – an das Ihre Schülerinnen und Schüler aber nicht glauben.

Was denken Ihre Schülerinnen und Schüler?

- ▶ Eine gute Erklärung dockt am Vorwissen und an den Vorstellungen Ihrer Schülerinnen und Schüler an.
- ▶ Ohne Kenntnis der Schülervorstellungen können Sie vielleicht überreden, selten aber überzeugen.
- ▶ Recherchieren Sie Schülervorstellungen, lassen Sie im Unterricht zeichnen, nutzen Sie Concept-Cartoons oder kleine Geschichten ...
- ▶ Erläutern Sie, warum eventuelle Vorstellungen für den Unterricht nicht tragfähig sind. Machen Sie die neuen Ideen plausibel und fruchtbar in der Anwendung.

Kapitel 3: Klare Sprache, verständliche Texte



Wissenschaftliche Texte sind oft schwer verständlich: Der Satzbau ist komplex, es wimmelt von Fachbegriffen, der Text wirkt insgesamt sperrig. Eine gute Erklärung hingegen soll leicht verständlich sein. In diesem Kapitel lernen Sie, wie Sie Ihre Erklärungen sprachlich so gestalten, dass Ihre Leser und Leserinnen bzw. Hörer und Hörerinnen möglichst geringe Hürden auf dem Weg zum Verständnis überwinden müssen.

Unterrichtsinhalte speisen sich oft aus Texten, die für Fachleute geschrieben sind, meist also Veröffentlichungen aus dem Bereich der universitären Forschung. Auf dem Weg in die Schulbücher ist viel von diesen Formulierungen erhalten geblieben. Das ist auch sinnvoll, da eines der Ziele des Unterrichts ist, Schüler an Wissenschaft heranzuführen. Gleichzeitig ist genau diese Sprache oft ein Teil der Verstehenshindernisse. Und: Fachsprache zu lernen ist nur eines von *vielen* Zielen des Unterrichts.

Die Sprache, die Sie beim Erklären verwenden, ist immer eine besondere: Sie vermittelt zwischen der *Alltagssprache*, aus der die Lernenden kommen, und der *Wissen-*

schaftssprache.^{*} Dies gilt sowohl für die Schule als auch für die Universität, auch wenn die Ziele letztendlich unterschiedlich sind. Das Ziel im Schulunterricht ist der korrekte Gebrauch einer gepflegten Alltagssprache, die mit Fachbegriffen und typischen fachspezifischen Wendungen angereichert ist: Dieses Amalgam ist die *Unterrichtssprache*. Ziel der universitären Ausbildung ist neben dem Fachwissen auch der fließende Gebrauch der Fachsprache: Spätestens die Absolventen sollen in Fachkreisen voll diskursfähig sein.

Daher ist es sinnvoll, wenn wir uns in einem ersten Schritt mit Wissenschaftssprache auseinandersetzen. In einem zweiten Schritt werden wir Ideen ableiten, wie Sie die impliziten Regeln der Wissenschaftssprache transformieren: Sie erhalten Regeln für eine gute und verständliche Sprache des Erklärens. Aus der Kognitions- und Lehr-Lernforschung werden Sie Anregungen erhalten, wie Sie Satzbau und die Verbindung zwischen Sätzen lernfreundlicher gestalten können.

Oft unsere Quelle: Sprache in der Wissenschaft

Wissenschaftssprache hat nicht nur ihr eigenes Vokabular, sondern auch noch oft eigene Regeln für Formulierungen. Zur klaren Verständigung brauchen Dinge und Prozeduren ihre spezifischen Namen, die von »Apoplast« bis »Zyclotronfrequenz« reichen. Auch Fachroutinen schlagen sich sprachlich nieder. Die bei Mathematikern beliebte Formulierung »sei $f(x)$...« ist eigentlich eine Abkürzung für: »Ich denke mir eine Funktion aus, deren Funktionswert ...« Eine Formulierung, die für den wissenschaftlichen und schulischen Alltag definitiv zu unpraktisch ist. Wissenschaftssprache versucht also Abläufe und Ergebnisse so darzustellen, dass sie Fachleuten schnell und präzise zugänglich sind.

Ja, aber wenn das so wäre, dann wären wissenschaftliche Texte zwar recht komprimiert, aber dennoch eigentlich ganz klar und leicht zu lesen, mögen Sie einwenden. Leider geht die Funktion der Wissenschaftssprache weit über die reine Wissensvermittlung und -konservierung hinaus, wie der Historiker Valentin Groebner in einem kleinen (und sehr witzigen) Buch über die Sprache der Wissenschaftler darstellt.²⁷ Recht pointiert fasst er zusammen:

- Ein wissenschaftlicher Text soll Informationen auf abstrakter Ebene vermitteln.
- Diese Informationen sollen (bestenfalls) frei von persönlichen Wertungen sein.
- Der Autor will den Leser beeindrucken (denn gerade an Universitäten zählen Publi-

^{*} Klar: Eine einheitliche, ggf. sogar codifizierte »Wissenschaftssprache« gibt es nicht, dafür sind allein die Unterschiede zwischen einem Fachaufsatz in der Germanistik und der Biologie viel zu groß, selbst wenn beide vorrangig in Textform argumentieren würden. Dennoch reicht es für unsere Zwecke aus, einen ganz generellen Blick auf sprachliche Gewohnheiten in universitären Veröffentlichungen zu werfen, auch wenn diese Gewohnheiten je nach Fach unterschiedlich ausgeprägt sein werden.

kationszahlen und Ratings bei der Vergabe von Drittmitteln).

- Über typische Schlüsselworte signalisiert der Autor seine Zugehörigkeit zu bestimmten wissenschaftlichen Schulen oder Forschungsrichtungen.
- Keiner wird es zugeben, aber: Haben besonders komplexe Formulierungen auch manchmal das Ziel, von inhaltlichen Unklarheiten abzulenken?

Erklären ist die Inversion schlechter Wissenschaftssprache

Sie haben nun zentrale Funktionen der Wissenschaftssprache kennengelernt. Eine gute Erklärung verkehrt – überspitzt gesagt – alle Funktionen, die Sie oben kennengelernt haben, in ihr Gegenteil.

- Eine gute Erklärung vermittelt Informationen so konkret und so anschaulich wie möglich.
- Diese Inhalte sind *nicht* frei von Kontexten und Wertungen. Die Schülerinnen und Schüler haben einen Anspruch darauf zu erfahren, *wer* dieses Wissen produziert hat, *welches* seine Ziele und Fragestellungen waren und in *welche* größeren *Kontexte* sich das neue Wissen einbettet. Diese Informationen »drum herum« sind von essenzieller Wichtigkeit: Ohne sie kommt das neue Wissen nackt daher, es hat keine Anbindung an die Wirklichkeit. Es ist im schlechtesten Sinne *abstrakt*, weggezogen von allem Konkreten, Sinnlichen und jeglicher Sinngebung. Und natürlich darf eine Erklärung auch persönliche Wertungen enthalten, wenn sie denn als solche explizit gekennzeichnet sind. Nur eine kritische Haltung des Erklärenden kann bei Schülerinnen und Schülern kritisches Denken schulen.
- Eine gute Erklärung versucht nicht, die Leserinnen und Leser zu beeindrucken, indem sie mit Fachbegriffen prunkt: Der Erklärende nimmt den Lernenden an die Hand und führt ihn Stück für Stück in geistiges Neuland ein. Zentral ist das Erfolgserleben des Lernenden. Nicht das des Erklärenden.
- Die vielen kleinen Sprachspiele im Hintergrund des Erklärten müssen aufgedeckt werden. Aus welchen Denkschulen kommen die Fachbegriffe? Welche alternativen Begriffe gibt es, welche Kontexte schwingen mit? Der Lernende muss auch in diese Seitendiskurse eingeführt werden.
- Eine gute Erklärung versucht nie, Unklarheiten zu überdecken. Ganz im Gegenteil: Sie deckt sie auf, führt die Grenzen des Wissens vor Augen und macht neugierig auf die noch weißen Bereiche der Wissenslandkarten. Macht nicht gerade das Unbekannte die Faszination des Neuen aus?

Tipps für verständliche Sprache und Texte

Schauen wir uns zunächst ein Beispiel aus einem Kinderbuch über Tiere im Wasser an; das Buch richtet sich an Kinder ab drei Jahren. Lesen Sie sich den Text in Ruhe durch.

Gierig schnappen die Goldfische nach ihrem Mittagessen. In der Futtertüte sind Wasserflöhe, Erbsen, Haferflocken und klein geschnittener Salat. Die schimmernden Fische werden in vielen Farben und Formen gezüchtet. Auch die Libelle hat Hunger. Die schnelle Jägerin hält Ausschau nach Mücken oder Fliegen. Mit ihren vier schmalen Flügeln kann sie in der Luft stehen bleiben wie ein Hubschrauber. Libellen leben an Teichen oder Bächen, weil ihre Larven im Wasser schlüpfen.²⁸

Welche Verständnisschwierigkeiten weist dieser Text auf? Der erste Satz als Einstieg ist (zusammen mit dem großformatigen Bild) packend. Beim zweiten Satz ist sicher aber nicht jedem Kind klar, was Wasserflöhe sind. Beim nächsten Satz war zumindest meinen Kindern nicht klar, um welche schimmernden Fische es jetzt geht (sind das andere als die Goldfische?), und der Begriff Züchtung ist für Kinder sicher auch erklärungsbedürftig.

Relativ abrupt wird der Fokus auf eine Libelle gerichtet. Für uns als Erwachsene ist klar, dass mit der »schnellen Jägerin« die Libelle gemeint sein muss. Aber selbst wenn ein Kind weiß, dass eine Libelle recht schnell fliegt, muss es noch geistig ergänzen, dass die Libelle andere Insekten jagt, bevor es den Satzanfang verstanden hat ...

Eigentlich geht es ja nur um eine kleine Beschreibung, die aber dennoch für Kinder an der Grenze der Unverständlichkeit liegt. Schwer verständlich, weil Fachbegriffe ohne Erklärung eingebracht werden. Weil Bezüge zwischen den Sätzen für Kinder mühsam zu dechiffrieren sind. Und letztendlich: zu viel Information, zu viele Themen auf zu wenigen Zeilen.

Vier ganz generelle Faustregeln

Wie schreibt man einen leicht verständlichen Text? Wie erklärt man mündlich so, dass die Aussagen jedem klar werden? Aus der Forschung zur Textverständlichkeit und aus der Rhetorik stammen Überlegungen, die einem helfen, einen Text klar abzufassen oder bei fremden Texten einzuschätzen, wie schwer sie für Schülerinnen und Schüler sind.* Den ersten Einstieg in die Thematik bieten diese vier Faustregeln für eine klare Sprache:

- *Schreiben Sie einfach.* Ein Text sollte auf sprachlicher Ebene so einfach wie möglich gestaltet sein. So können sich Leser auf den Inhalt des Textes konzentrieren. Diese Regel ist im Kinderbuchtext oben eingehalten. Die Sätze sind kurz und in sich verständlich.
- *Gliedern Sie nach Sinnabschnitten.* Der Text ist so gegliedert, dass seine Sinnabschnitte klar erkennbar werden. Diese Sinnabschnitte sollten den Sinneinheiten des

* Wer sich weiter einlesen möchte, dem sei das Buch »Leserpsychologie« von Norbert Groeben (1982) empfohlen. Groebens Ideen konkret angewendet und erweitert hat Erich Staraschek in einigen Studien zur Leseverständlichkeit von Physikbüchern.

Themas entsprechen. Nach Sinnabschnitten ist der vorliegende Text nicht gegliedert. Die Libelle kommt »ohne Ankündigung« dahergeflogen.

- *Schreiben Sie redundant.* Wichtige Fachbegriffe müssen erklärt und im nächsten Satz wiederholt werden. So werden die Sinneinheiten der Sätze zusammengehalten. Diese Regel wird im Beispiel auch nicht eingehalten.
- *Bauen Sie motivationale Stimulanz ein.* Der Text muss Abschnitte enthalten, die den Leser neugierig machen und ggf. »bei der Stange halten«, wenn seine Motivation sinkt. Bei so einem kleinen Text wie oben lohnt sich diese Maßnahme noch nicht.²⁹

Einen Text zusammenhalten – Anschlüsse gestalten

Der Physikdidaktiker Erich Starauschek³⁰ hat einige Forschungen zur Verständlichkeit von Physikbüchern durchgeführt. In einem Artikel diskutiert er einen kurzen Abschnitt aus einem Physiklehrbuch, anhand dessen wir viel über gute Sprache beim Erklären lernen können. Das Beispiel kennen Sie schon – sehen wir noch einmal unter dem Aspekt der Formulierung darauf:

Ein elektrischer Schwingkreis bestehe aus einem Kondensator und einer Spule. Dieser ist vorerst offen. Im Kondensator ist elektrische Ladung gespeichert. Ein Schalter wird betätigt. Sie fließt ab.

Betrachten wir diesen Abschnitt mit den Augen eines nicht fachkundigen Lesers. Im ersten Satz wird der Aufbau eines Schwingkreises beschrieben. Vielleicht geschieht es im Buch an anderer Stelle, aber es wäre hilfreich zu wissen, wofür man einen Schwingkreis braucht. Der Leser sollte erfahren, in welchen Geräten man ihn im Alltag findet, welche Funktionen er dort übernimmt. Wenn diese Informationen nicht an anderer Stelle auftreten, wurde hier zu viel didaktische Reduktion betrieben. Der Lernstoff wirkt sehr abstrakt, die Formulierung im Konjunktiv verstärkt diesen Eindruck noch.

Der zweite Satz ist zwar durch das Demonstrativpronomen an den ersten Satz angebunden. Allerdings ist für den Novizen nicht klar, worauf sich »dieser« bezieht: Auch den Kondensator könnte man sich als physikalischer Laie als »offen« vorstellen. Und dass die Spule nicht gemeint sein kann, da sie hierfür das falsche grammatische Geschlecht hat, kann in sprachlich heterogenen Klassen nicht vorausgesetzt werden.

Der dritte Satz greift nun über das Wort »Kondensator« den ersten Satz inhaltlich wieder auf. Im vierten Satz ist plötzlich von einem »Schalter« die Rede, der vorher noch nicht erwähnt wurde. Dies ist für Lernende verwirrend. Darüber hinaus werden hier inhaltliche Leerstellen geschaffen: Der Schalter wird »betätigt«. Ein Physiker kann vermuten, dass der Schalter nun geschlossen und damit der Stromkreis geschlossen wird. Für den Lernenden ist diese Information aus dem Text nicht ersichtlich.

Aus diesem Textbeispiel lassen sich zwei weitere zentrale Aspekte des Textverstehens extrahieren. Dies sind die globale und die lokale Textkohärenz.

Texte lassen sich deutlich lesbarer gestalten, wenn

- sowohl nebeneinander liegende Inhaltsteile als zusammengehörig erkannt werden (das ist die *lokale Kohärenz*)
- als auch später auftretende Teile mühelos auf die vorherigen Inhalte bezogen werden können (das ist die *globale Kohärenz*).

Achten Sie daher darauf, die Anschlüsse zwischen den Sätzen sorgfältig zu gestalten. Führen Sie pro Satz nur *ein* neues Wort oder *einen* neuen Zusammenhang ein. Neu auftretende Fachbegriffe sollten im nächsten Satz direkt wieder aufgegriffen werden.

Weiter entfernt liegende Textteile können Sie mit kleinen Erinnerungshilfen an die neuen Inhalte andocken. Alle diese Techniken entlasten das Arbeitsgedächtnis der Lernenden. Dies schafft Kapazitäten, sich mit den eigentlichen Inhalten auseinanderzusetzen.

In der Kürze liegt die Würze?

Ein Text, der mit diesen Faustregeln für Verständlichkeit geschrieben ist, ist in der Tat etwas *länger* als viele Schulbuchtexte. Und auch viele Lehrer wählen statt einem längeren Text lieber einen etwas kürzeren für ihre Schülerinnen und Schüler aus.

Überfliegt man Schul- oder Universitätslehrtexte der letzten 30 Jahre, so fällt auf, dass die Texte in der Tat immer kürzer geworden sind. Dies liegt vermutlich zum einen daran, dass heute weniger Wert auf Faktenwissen gelegt wird als noch vor 20 oder 30 Jahren. Dies erklärt aber nur einen Teil der Kürzungen. Der größere Teil liegt daran, dass die Texte ihre Fakten in immer komprimierterer Form darbringen. Das führt in vielen Fällen dazu, dass die Texte weniger verständlich geworden sind. Es fehlen Kontexte,* das Wissen »fällt vom Himmel« und bleibt zusammenhanglos. Es fehlt die Ruhe, ein Beispiel von mehreren Seiten zu beleuchten. Es fehlt Raum, die Inhalte wirklich zu »erklären« und nicht nur zu »benennen«.

Hinzu kommt: Viele Lehrkräfte beobachten, dass die Aufmerksamkeitsspannen von Schülerinnen und Schülern und damit auch von Studierenden kürzer geworden sind. Aber gerade dann haben wir als Erklärende auch die Aufgabe, die Lernenden an geeignete Textformate heranzuführen. Und: Was ist auf Dauer frustrierender: sich an längere Texte zu gewöhnen oder an schlecht verständliche Texte?

* Naturwissenschaftler werden hier einhaken: Vielfach werden Chemie, Physik und Biologie in Kontexten, also in größeren, gesellschaftlich relevanten Zusammenhängen unterrichtet. Leider bräuchten diese Kontexte viel mehr Zeit und Raum im Denken – die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge im »echten Leben« sind deutlich komplexer als die sorgsam gewählten exemplarischen Reaktionen im Chemieunterricht vor 30 Jahren.

Linearer Text oder Hypertext?

Lernen am Computer bietet zahlreiche Möglichkeiten, das Erklären outzusourcen. Schon ein Blick auf eine Seite bei Wikipedia eröffnet die Möglichkeiten, im Hypertext zu erklären, von den zahlreichen Lernprogrammen ganz zu schweigen: Der Kerngedanke findet sich komprimiert auf einer Seite, Fachbegriffe sind verlinkt und können bei Bedarf angeklickt werden. Welche Form des Textes ist vorzuziehen?

Die Forschung liefert hier differenzierte Ergebnisse: Bei Lernenden, welche ihren ersten Kontakt mit einem Inhalt haben, wirkt ein Hypertext besser. Wahrscheinlich können sie hier besser sich anhand der Links durch den Text »hangeln« und die aktuell auftretenden Fragen und Unklarheiten gleich klären.

Je mehr die Lernenden zu Experten werden, desto wirkmächtiger wird allerdings ein linearer Text. Der Grund ist vermutlich, dass Hypertexte reichlich Möglichkeiten bieten, die eigenen Fragestellungen zu klären. Lineare Texte hingegen bieten ggf. Absicherung der eigenen kognitiven Struktur oder anregenden Kontrast dazu.³¹

Texte strukturieren – je mehr desto besser?

Lehrtexte enthalten oft zahlreiche Gliederungen. Das beginnt bei der Seitenüberschrift, geht weiter über Leitfragen bis hin zu Absatzüberschriften und Spitzmarken. Begünstigen diese Gliederungen das Lernen? Die Antwort fällt zweigeteilt aus: Je weniger kompetent die Leser sind, desto mehr helfen Vorstrukturierungen im Text, die Behaltensleistung zu erhöhen. Führen Sie einen komplett neuen Inhalt ein, bieten sich gut vorstrukturierte Texte an. Sie entlasten die Lernenden kognitiv, da sie schon ein Gerüst bieten, in welches Inhalte eingefügt werden. Sind die Lernenden schon mit dem Thema vertraut (weil sie z. B. einen Wiederholungstext lesen lassen), senken Strukturierungen die Behaltensleistung eher. Vermutlich interferieren sie mit der bereits internalisierten Struktur.³²

Fachsprache lernen = Fremdsprache lernen?

Jedes Erlernen einer Wissenschaft bedeutet: Lernen einer neuen Sprache. Lesen Sie sich einen Text aus einem fachfremden Oberstufenbuch durch, und Sie wissen, was damit gemeint ist: Die Bindewörter sind zwar deutsch, dazwischen finden sich aber zahlreiche Fremdwörter sowie (was fast noch problematischer ist) zahlreiche Wörter, die in den verschiedenen Wissenschaften ganz unterschiedliche Bedeutungen haben. Lassen Sie sich von einem Deutsch- und Mathekollegen den Begriff Hyperbel erklären. Der eine spricht vom Stilmittel der Übertreibung, der andere von Kegelschnitten.

Im Sprachunterricht gibt es die Regel, nicht mehr als sieben neue Vokabeln pro Unterrichtsstunde einzuführen. In einer durchschnittlichen Biologiestunde müssen

Schüler oft bis zu elf oder zwölf neue Begriffe in ihrer Bedeutung verstehen, sprechen und schreiben sowie in grammatisch und inhaltlich richtigen Kontexten einsetzen können. Und es sind nicht nur die Wörter, es ist auch der Sprachgebrauch, der herausfordert. Da ist die stilistisch ausgefeilte Sprache des Literaturunterrichts, die trockene Wissensansammlung in den Naturwissenschaftsbüchern, die fast formalisierte Sprache der Mathematiker, die komplexen Überlegungen im Philosophiunterricht usw.

Fachlernen bedeutet Sprachlernen. Ulla Treetzen von der Realschule Norderstedt³³ hat ein übersichtliches Schema entwickelt, mit dem Sie die sprachlichen Eigenheiten einer Unterrichtsstunde im Voraus einplanen können, um den Lernenden Hilfen anzubieten. Ihr Planungsraster finden Sie in Abbildung 6:

- Das *Thema der Stunde* tragen Sie im Bogen oben ein, um später auf das Material zurückgreifen zu können.
- Unter *Stundenverlauf/Lernziele* können Sie Ihre Ziele für diese Stunde und den Ablauf festhalten. Damit sparen Sie sich weitere Aufzeichnungen.
- Gehen Sie dann geistig den Stundenverlauf, die Texte und Ihre geplanten Erklärungen durch. Welche besonderen *sprachlichen Anforderungen* warten auf die Schülerinnen und Schüler? Sind es Probleme beim Hören, weil einige Worte ganz ähnlich klingen wie andere? Sind es Probleme beim *Sprechen*, weil den Lernenden unklar ist, wo die Silbengrenzen sind? (Ist es Form-aldehyd oder Formal-dehyd? Betont man Hyperbel genauso wie Babybel?). Sind es Probleme beim *Lesen* oder *Schreiben*, weil ein Wort besonders lang ist oder weil seine Schreibweise ungewöhnlich ist?
- Mit einer Flipchart oder einer zweiten Tafel können Sie anhand dieser Analyse eine *Wortliste* skizzieren bzw. bei akuten Problemen grammatische Hintergründe erläutern.
- In den letzten drei Zeilen des Rasters halten Sie Ihre Überlegungen zur *Sicherung* der neuen sprachlichen Inhalte fest. Das kann ein Vokabelheft sein (ich kenne z. B. viele Biologielehrer, die ihre Schülerinnen und Schüler ein Vokabelheft führen lassen, meine Chemieschüler aus der Mittelstufe erstellen eine Lernkartei), auch kleine Ratespiele für die Sicherung des Wortschatzes, gemeinsames Sprechen der Worte etc. bieten sich hier an.
- Zum Sichern wichtiger *grammatischer Strukturen* bietet sich die Methode des Scaffoldings an: Zunächst formulieren Sie prototypische Sätze. Achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler die von Ihnen gebrauchten grammatikalischen Strukturen übernehmen. Nach und nach ziehen Sie sich aus der Formulierungsarbeit zurück: Sie geben z. B. Satzanfänge vor und korrigieren noch Fehler, bis die Lernenden die Sätze selbst fachadäquat formulieren können.
- In der Kategorie *Hilfen* notieren Sie sich Ideen, welche den Schülerinnen und Schülern das Selbstlernen ermöglichen: Hier bieten sich z. B. Wörterbücher, ein PC-Zugang, Plakate, Hilfekarten- oder Hilfezettel an.

Thema der Stunde:					
Stundenverlauf / Lernziele				Einsatz der Flipchart / Zusatztafel:	
				Wortliste	Basiswissen Grammatik
Besondere sprachliche Anforderungen:					
Hören	Sprechen	Lesen	Schreiben		
Mittel und Möglichkeiten zur Festigung der Begriffe aus der Wortliste:					
Mittel und Möglichkeiten zur Übung grammatischer Strukturen					
Hilfen:					

Abb. 6: Planungsraster für den sprachsensiblen Unterricht

Im Internet bzw. in der Fachliteratur über durchgängige Sprachbildung finden Sie weitere Anregungen*. Sicher ist es nicht notwendig, in jeder Stunde alle im Planungsraster

* Als Literaturtipps zum Thema Durchgängige Sprachbildung sei Ihnen ans Herz gelegt: Imke Lange, Ingrid Gogolin und andere: Durchgängige Sprachbildung: Eine Handreichung. Waxmann, Münster 2010.

enthaltenen Kategorien abzuarbeiten; in einigen Übungsstunden wird die Anwendung dieses Rasters obsolet, da keine neuen Inhalte vermittelt werden.

Klar argumentieren

Einen Sachverhalt zu erklären bedeutet oft, Ursachen mit Wirkungen zu verknüpfen, aus Daten Schlussfolgerungen abzuleiten oder anhand von Beobachtungen Folgen zu prognostizieren. Im Alltag tun wir das ständig. Die Aussage »Hanna ist eine fleißige Schülerin. Sie wird einen guten Schulabschluss machen« ist ohne Weiteres verständlich.

Blicken wir in Schulbücher, finden wir oft ähnliche Argumentationen: »Bromatome haben mehr Elektronen als Chloratome. Brom ist also bei Zimmertemperatur flüssig.« Dieser Zusammenhang ist trotz des gleichen Aufbaus der Argumentation nicht sofort klar, das verbindende »also« vermittelt eigentlich nur die Illusion einer Erklärung. Hier lohnt es sich, einen Blick auf die Struktur der Argumentation zu werfen.

Zurück zu Hanna: Die Person, die diese Aussage über Hanna tätigt, bietet ein *Argument* an (Hanna ist eine fleißige Schülerin), aus der sie eine *Schlussfolgerung* ableitet. Formal könnte man diese Aussage wie in folgender Abbildung darstellen:

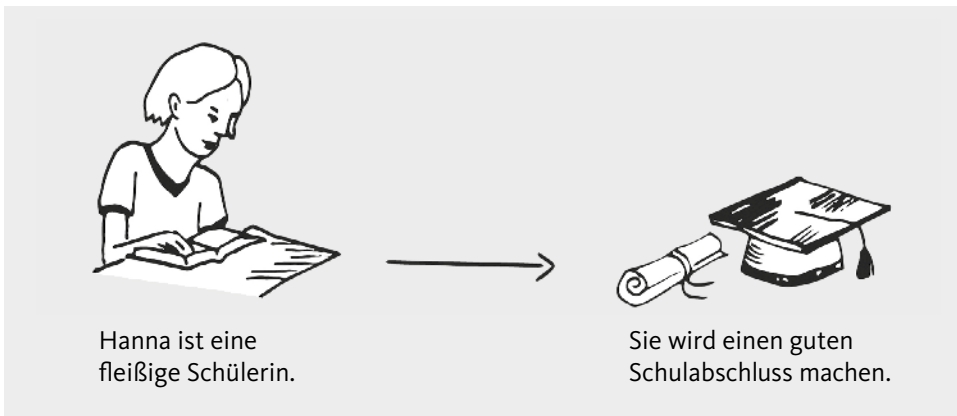


Abb. 7: Formale Darstellung einer einfachen Aussage

Allerdings verschweigt die Person die Verbindung zwischen Argument und Schlussfolgerung: der Philosoph und Argumentationstheoretiker Stephen Toulmin nennt dieses Bindeglied die *Schlussregel*³⁴. Die Schlussregel ist eine Aussage, die Argument und abgeleitete Folgerung miteinander verbindet. In diesem Fall wäre die Schlussregel: »Wer fleißig ist, lernt viel und macht daher einen guten Schulabschluss.« Diese Argumentation sieht wie folgt aus:

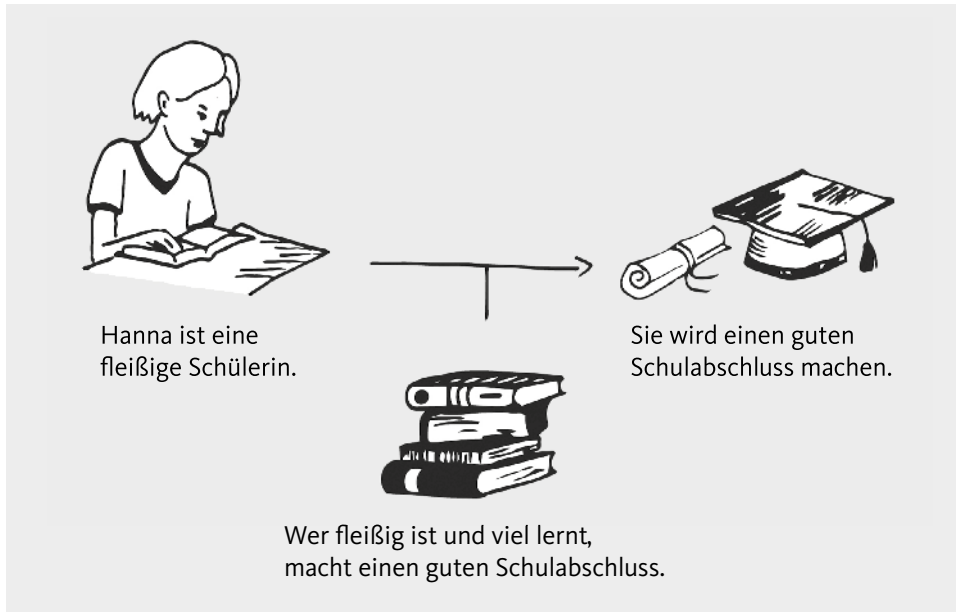


Abb. 8: Formale Aussage mit Schlussregel

Lassen Sie uns nun diese Überlegung aus dem Alltag auf das Beispiel aus den Naturwissenschaften übertragen. Die Aussage zu dem Bromatomen ist, wie sie in der nächsten Abbildung dargestellt ist, unvollständig:

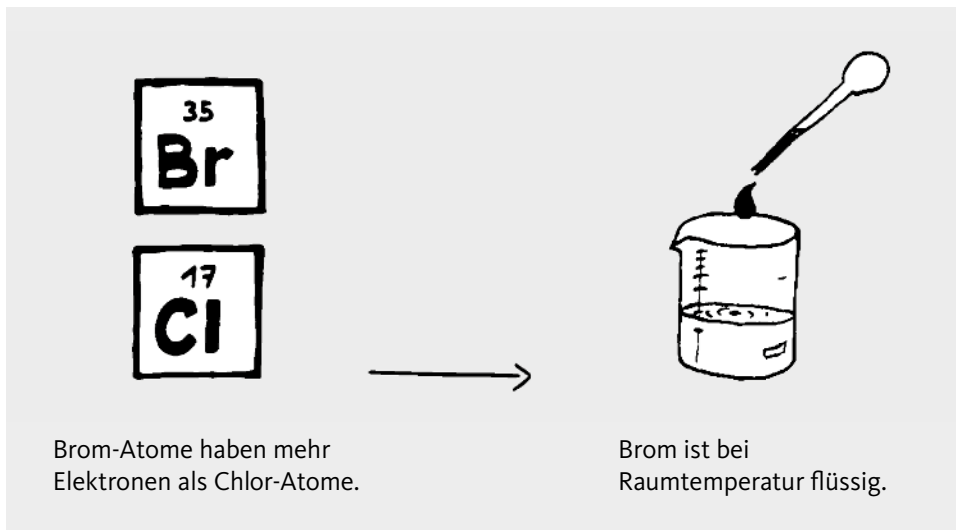


Abb. 9: Formal gesehen eine einfache Aussage, die allerdings keine Schlussregel enthält. Und diese Schlussregel lässt sich nicht aus dem Alltagswissen ableiten

Was wäre hier die entsprechende Schlussregel? Eine vereinfachte Schlussregel, die aber fachlich tragfähig wäre: »Je mehr Elektronen ein Atom eines Stoffes hat, desto höher ist die Siedetemperatur des Stoffes.«

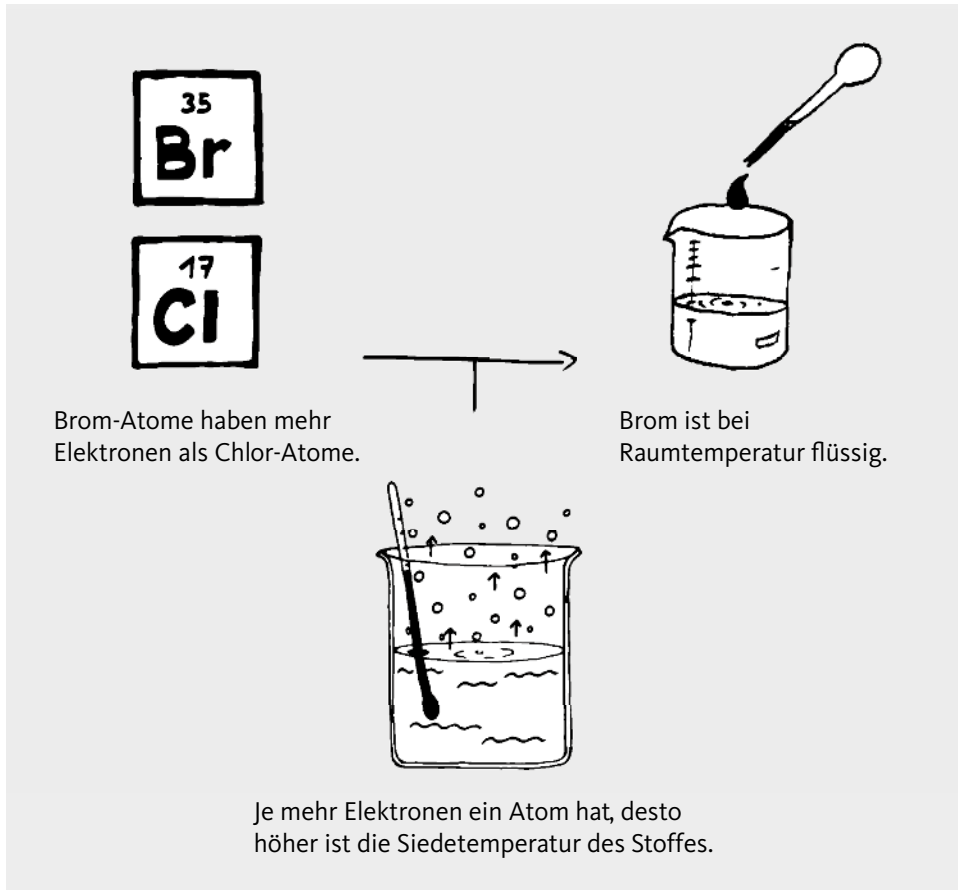


Abb. 10: Aussage zu Chlor und Brom mit Schlussregel

Diese Schlussregel nennt aber noch nicht den eigentlichen Grund für den flüssigen Aggregatzustand: Je mehr Elektronen in einem Atom vorhanden sind, desto stärker werden die Kräfte zwischen den Molekülen. Nun brauchen wir eine zweite Regel: »Je stärker die Kräfte sind, desto höher ist die Siedetemperatur.« Aus einer Schlussregel ist also eine kleine Argumentationskette geworden:

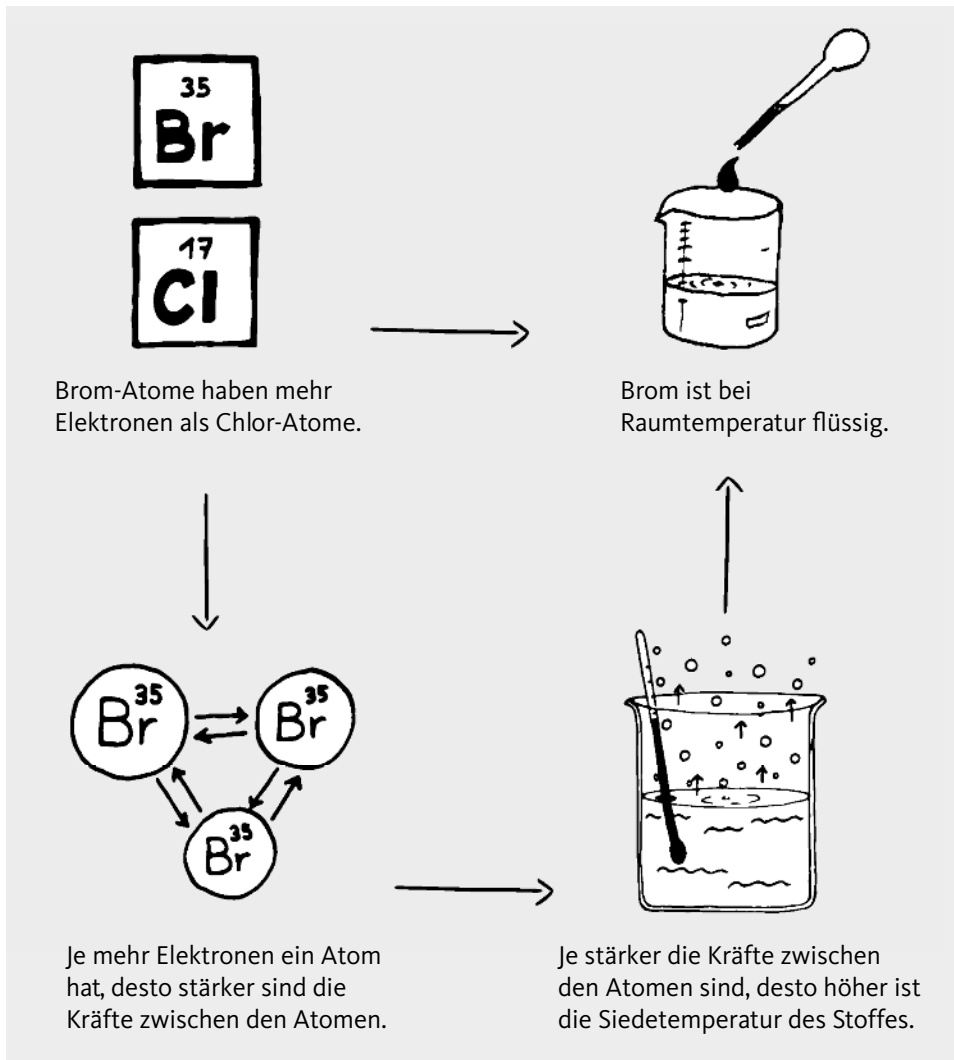


Abb. 11: Aus der Schlussregel wird eine kleine Argumentationskette

Achten Sie beim Formulieren Ihrer Erklärungen darauf, die Schlussregeln zu explizieren. Sie als Experte in Ihrem Fachgebiet kennen diese Regeln und müssen sie nicht stets mitdenken. Die Lernenden als Neulinge in ihrem Themengebiet brauchen diese Regeln noch. Auch hier gilt: Die Texte, die Sie als Lehrkraft für Ihre Lernenden verfassen oder adaptieren, werden eher länger als kürzer. Auch wenn die Länge der Texte von einigen als Nachteil angesehen wird, erkaufen Sie sich mit der Länge drei wesentliche Vorteile:

- (1) Ihre Argumentationen werden klar und nachvollziehbar. Daten und Schlussfolgerung stehen in einem expliziten und lernbaren Zusammenhang.

- (2) Sie trainieren auch die Lernenden darin, sauber zu argumentieren.
- (3) Sie gewinnen Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung. Im Beispiel des Broms bietet es sich an, die kürzere Schlussregel für die eher schwächeren Schüler anzubieten. Die längere Fassung sollten die Schüler beherrschen, die den guten Notenbereich anstreben. Schüler, die den sehr guten Notenbereich anstreben, sollten zusätzlich die Genese der zwischenmolekularen Kräfte erläutern können.

Einen Text strukturieren: Welche Information kommt wohin?

Sie haben nun gelernt, wie Sie einen Text so schreiben, dass Ihre Leser oder Zuhörer ihn möglichst leicht verstehen. Allerdings beziehen sich diese Überlegungen auf recht kleine Struktureinheiten: Sätze bzw. den Zusammenhang zwischen Sätzen. Erweitern wir nun den Fokus: Sie erfahren, auf welche Weise Sie einen Text als Ganzes strukturieren. Dabei geht es weniger um die sprachliche Gestaltung als um die Frage: Welche Information kommt an welche Stelle?

Als Beispiele für die unterschiedliche Gestaltung von Fachtexten finden Sie hier Einführungstexte in die Zellbiologie aus Schulbüchern für die Jahrgänge 7 bis 10 des Gymnasiums. Alle Texte sind also für die gleiche Zielgruppe geschrieben. Außer einigen kleinen historischen Exkursen oder Bilderseiten wissen die Schüler noch nichts über die Zelle; diese Texte sind also die ersten, die sie mit der Zellbiologie in Berührung bringen. Das erste Beispiel stammt aus »Natura Biologie für Gymnasien«.³⁵

Die Pflanzenzelle. Pflanzenzellen sind meistens von einer festen Hülle, der **Zellwand**, umgeben, sie besteht überwiegend aus Zellulose und verleiht der Zelle ihre starre äußere Form. Den größten Anteil im Zellinneren nimmt der Zellsaft, die **Vakuole** ein. Sie enthält den Zellsaft, der vor allem aus Wasser und darin gelösten Stoffen besteht. Die Vakuole ist von einer dünnen **Zellmembran** umgeben, die im Lichtmikroskop allerdings nicht sichtbar ist. Die Vakuole liegt in einer gallertartigen körnigen Masse, dem **Cytoplasma**. Bei ausgewachsenen Pflanzenzellen ist es nur noch als dünne Schicht vorhanden, die der Zellwand anliegt. Hier begrenzt eine weitere Zellmembran das Cytoplasma.

Betrachten wir den Text genauer: Zunächst wird der Begriff Pflanzenzelle genannt. Eine Erläuterung findet der Lesende allerdings nicht. Was genau ist eine Zelle? Wo kommen Zellen vor? Besteht eine Pflanze aus Zellen? Oder sind Zellen in einer Pflanze enthalten? Gleich im ersten Satz bleiben einige Leerstellen.

Der dann eingeführte Begriff Zellulose dürfte nur wenigen Schülern geläufig sein. Des Weiteren bleibt das Wissen hier leer: Mit der Zellulose werden keinerlei inhaltliche oder alltagsweltliche Eigenschaften verbunden. Ähnlich ist es mit dem Zellsaft. Dieser wird genannt und auf darin enthaltene gelöste Stoffe verwiesen. Was für Stoffe es sind und welche Bedeutung sie dort haben, bleibt auch hier eine inhaltliche Leerstelle.

Aus Sicht der Leserführung ist seltsam, dass nach der Zellwand gleich die Vakuole beschrieben wird. Hier wird die Aufmerksamkeit des Lesers von der äußersten Schicht weg zum Innersten der Zelle geführt. Von nun an geht es von innen nach außen: Die Begrenzung der Vakuole wird vorgestellt. Allerdings ist die Benennung Zellmembran hier falsch. Richtig wäre Tonoplast oder Vakuolenmembran. Dies ist hier keine Spitzfindigkeit: Eine Zellmembran evoziert schon vom Begriff her eine Begrenzung der Zelle – was sie ja auch ist. Das Cytoplasma ist eigentlich für die Funktionen der Zelle entscheidend. Hier liegen die Organellen und hier laufen zentrale Reaktionen des Stoffwechsels ab. Dieser wichtige Bereich der Zelle wird allerdings nur als »dünne Schicht« beschrieben; damit wird dem Leser eine geringe Bedeutung des Cytoplasmas nahegelegt (ohne dass dies explizit gesagt wird).

Der abschließende Satz über die Zellmembran ist verwirrend: Das Wort »hier« könnte einschränkend aufgefasst werden, in dem Sinne, dass nur bei ausgewachsenen Zellen eine Membran vorläge. Dieser Text scheint also eine Quelle von Missverständnissen zu sein, die Leserführung ist recht ungünstig.

Ein zweites Beispiel stammt aus dem Band »Biosphäre 2« für Baden Württemberg.³⁶ In diesem Buch haben sich die Autoren Mühe gegeben, das Wissen über Zellen stärker an die Unterrichtspraxis anzubinden.

Unter dem Mikroskop erkennt man, dass das Laubblatt der Wasserpest, einer beliebigen Aquarienpflanze, aus vielen gleichartigen, nebeneinanderliegenden und sehr kleinen Kästchen aufgebaut ist. Woraus besteht ein solches Kästchen?

Zellen. Eine genaue Untersuchung mit dem Mikroskop ergibt, dass die flach erscheinenden Kästchen in Wirklichkeit kleine Räume sind. Man nennt sie Zellen. Alle Teile der Wasserpest, nicht nur die Laubblätter, bestehen aus Zellen, so wie es bei allen Pflanzen der Fall ist. Die Zellen des Wasserpestblattes sind mit einer Länge von 0,2 Millimetern vergleichsweise groß. [...] Alle Pflanzenzellen, ob groß oder klein, sind aber aus ähnlichen Bestandteilen aufgebaut.

Aus Sicht einer Schülerin oder eines Schülers liegen auch in diesem Abschnitt viele eher verwirrende Informationen vor: Zunächst ist der erste Satz mit seinen vielen Einschüben unnötig lang. Der Lesende muss beispielsweise verarbeiten, dass es sich um ein Laubblatt handelt und einschätzen, ob dieses Detail wichtig ist. (Könnte es auch ein Blütenblatt oder ein Teil des Stängels sein?) Vermutlich kennen die Schüler die Wasserpest nicht. Ist es wichtig, dass es genau diese Pflanze ist? Für den Lehrer ja, denn die Pflanze ist leicht zu beschaffen und leicht zu mikroskopieren. Den Schülerinnen und Schülern wird hingegen erläutert, es handele sich um eine beliebige Aquariumpflanze. Erst später wird dann erklärt, dass die hier gefundenen Zellen (die übrigens gleich wegen ihrer Größe als Sonderfall gekennzeichnet werden) die Bausteine *aller* Pflanzen sind.

Mit dem nun folgenden Modell erhalten Sie eine Anleitung, wie Sie Informationen auf zunächst ungewohnte, aber sehr praktische Art arrangieren können.

Das Modell der harten Nachricht

Das Modell der *harten Nachricht* stammt aus dem Journalismus, und zwar aus der Zeit, als die Übertragungen über Telegraf oder Fernschreiber noch teuer und unsicher waren. Auch wenn diese Zeiten vorbei sind, ist dieses Modell für uns wieder sinnvoll und nützlich: Die harte Nachricht organisiert das Wissen so, dass das Wichtigste zuerst kommt, erst dann Hintergründe, Folgerungen und weiteres Wissenswertes. Für den Zeitungsleser hat diese Nachrichtenstruktur den Charme, dass er entscheiden kann, wie viel Information er aufnimmt bzw. ab wann er den Artikel nicht weiterliest.³⁷

Für Sie als Lehrkraft oder Dozent mag diese Idee zunächst absurd klingen. Wenn Sie sich allerdings vergegenwärtigen, wie viele Schüler durch geringere Sprachkenntnisse oder Lernschwierigkeiten mit Texten im Unterricht stark gefordert sind, dann wird die harte Nachricht erst recht reizvoll: Auch diese Schüler nehmen auf jeden Fall die Kerninformationen mit und verschwenden die Zeit nicht mit zweitrangigen Informationen. Und schnelle Leser erleiden durch diese Inhaltsstruktur sicher keinen Schaden. Die Form der harten Nachricht ist also eine per se *binnendifferenzierende* Textform. Betrachten wir die Grundstruktur:

Abschnitt	Inhalte	Anforderungsbe- reich
Hauptinformation	Was ist die Information dieses Abschnittes, die die Schüler auch nach 5 Jahren nicht vergessen sollten?	I
Umstände und Details	Welche weiteren Informationen/Fachbegriffe/Daten etc. werden für den weiteren Unterricht definitiv benötigt?	I
Hintergründe und Anwendungen	Wie ist dieses Wissen entstanden? Warum ist es wichtig, das zu wissen? Wo können wir es sinnvoll einsetzen? An welchen Stellen hilft es uns im Alltag?	II
Folgen	Führt dieses neue Wissen zu bedeutsamen Implikationen?	III
Weitere Aussichten, Reflexion	Gibt es alternative Ansichten? Wie tragfähig sind die dargestellten Informationen oder Modelle?	III

Bei genauerem Hinsehen wird Ihnen auffallen, dass hier nicht nur nach Wichtigkeit differenziert wird, sondern auch nach Anforderungsbereichen: Hauptinformation und Details decken den Anforderungsbereich *Reproduktion* ab: Hier wird meist Faktenwissen vermittelt. Hintergründe und Anwendungen speisen sich aus dem Bereich der *Reorganisation*. Folgen und Reflexion erweitern den Fokus und leiten zu anderen Themenbereichen über: Dies ist der Bereich des *Transfers*.

Wie könnte nun ein einführender Text in die Zellbiologie nach diesem Modell aussehen? Unten finden Sie einen Text, der nach dem Modell der harten Nachricht struk-

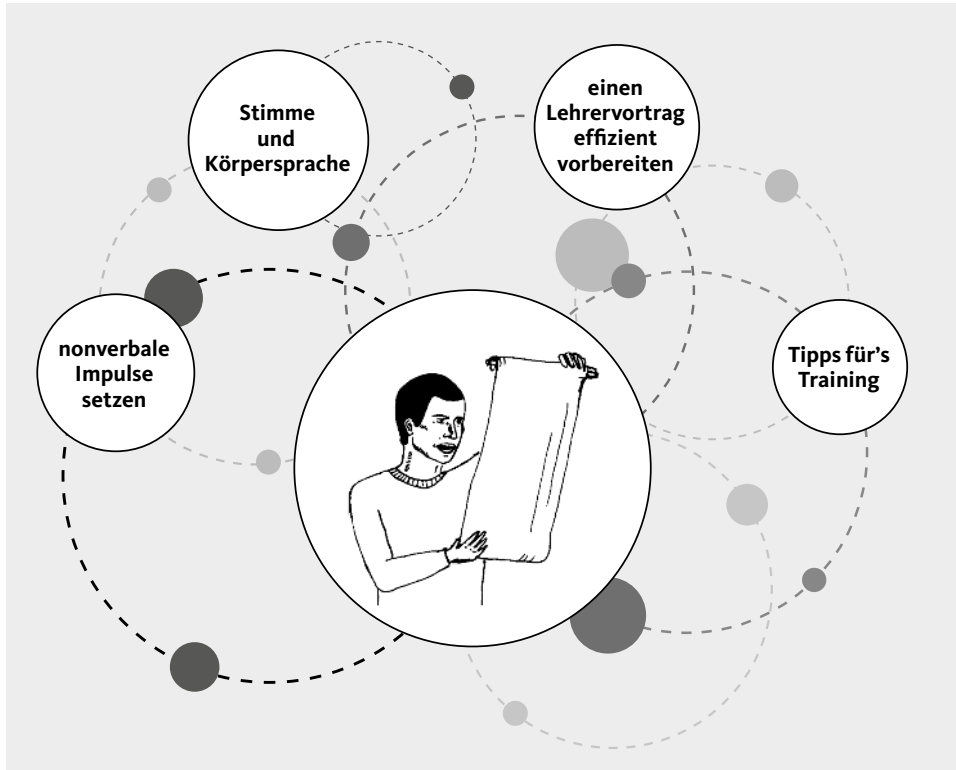
turiert ist. Außerdem ist er nach den oben dargestellten Überlegungen zur leserfreundlichen Textgestaltung konzipiert.

Text	Kommentar
Alle Lebewesen, also Menschen, Tiere, Pflanzen, Bakterien und Pilze sind aus Zellen aufgebaut. Viele Lebewesen bestehen nur aus einer einzigen Zelle, ein erwachsener Mensch aus schätzungsweise 30 Billionen Zellen. Zellen leben: Sie atmen, nehmen Nahrung auf, scheiden Abfallstoffe aus, können Reize aufnehmen und sich bewegen. Alle Zellen haben die gleichen Bestandteile: - Die Zellmembran grenzt die Zelle nach außen ab. Die Membran schleust Nahrung in die Zelle und gibt Abfallstoffe ab. - Der Zellkern ist die Schaltzentrale der Zelle: Der Kern steuert, was die Zelle tut. Im Kern ist auch der Bauplan der Zelle als DNA gespeichert. - Die Mitochondrien sind die Kraftwerke der Zelle. Mitochondrien verarbeiten Nahrung und gewinnen daraus Energie, welche die Zelle zum Leben braucht. - Das Cytoplasma ist eine Flüssigkeit, in der Kern, Mitochondrien und Chloroplasten (die Orte der Photosynthese) schwimmen. So verschieden Tiere, Pflanzen, Bakterien und Pilze sind, so unterschiedlich sind auch ihre Zellen. Bakterien-, Pilz- und Pflanzenzellen haben eine feste Außenschicht, die Zellwand. Chloroplasten findet man nur in pflanzlichen Zellen. Sie betreiben Fotosynthese. Die Vakuole (oder auch Zellsafttraum) gibt es auch nur bei Pflanzen: Sie dient als Speicher für Abfälle oder Farbstoffe, z. B. bei bunten Blüten. Zellen sind sehr klein, meist haben sie einen Durchmesser von 1 bis 30 tausendstel Millimeter. Man kann sie also nur unter dem Mikroskop sehen. Besonders einfach sind pflanzliche Zellen zu betrachten, z. B. vom Laubmoos. Bei anderen Pflanzen oder Tieren muss man sehr dünne Schnitte des Gewebes herstellen. Unser Wissen über Zellen ist über viele Jahrhunderte entstanden, in denen Forscher Teile fast aller Lebewesen mikroskopiert, beschrieben und gezeichnet haben. Mittlerweile ist man sich sicher: Alle Lebewesen bestehen aus Zellen. Eine neue Zelle entsteht niemals von alleine, sondern stets aus einer schon vorhandenen Zelle. Vieles von dem, was in einer Zelle passiert, ist noch nicht erforscht. Insbesondere im Bereich der Kommunikation zwischen Zellen werden im Moment viele neue Entdeckungen gemacht. Dieses Wissen kann helfen, neue Medikamente gegen Infektionen oder Krebs zu entwickeln.	Hauptinformation: soll für immer behalten werden Wichtige Details: müssen zumindest die Schulzeit über im Gedächtnis bleiben Hohe lokale Kohärenz der Textteile Hintergründe: Bezug zur Unterrichtspraxis Überlegungen aus der Wissenschaft: Zelltheorie wird vorgestellt Globale Kohärenz herstellen Reflexion: öffnet den Fokus. Zur Differenzierung wird der Stil komplexer

Klare Sprache, verständliche Texte

- ▶ Verwenden Sie kurze, prägnante Sätze.
- ▶ Verwenden Sie aktiv statt passiv.
- ▶ Erläutern Sie Fachbegriffe. Lieber einen zu viel als einen zu wenig.
- ▶ Haben Sie einen Begriff eingeführt, wiederholen Sie ihn. So prägt er sich ein.
- ▶ Achten Sie auf die eindeutige lokale Kohärenz des Textes.
- ▶ Lassen Sie Redundanzen zu. Wahren Sie die globale Kohärenz des Textes.
- ▶ Vermeiden Sie argumentative Leerstellen. Formulieren Sie explizite Schlussregeln.
- ▶ Erklären Sie die vielen W-Fragen rund um den Text: Wer war es, wann war es, was genau ist passiert, welche Bedeutung hat es?

Kapitel 4: Überzeugend sprechen und vortragen



In diesem Kapitel lernen Sie, wie Sie eine gute mündliche Erklärung so vorbereiten, dass Sie Ihre Zuhörerinnen und Zuhörer bestmöglich überzeugen. Dabei geht es zunächst um die rein praktische Vorbereitung: Was schreiben Sie sich zu Hause auf? Danach geht es darum, die Phase des Erklärens von anderen Unterrichtsphasen abgrenzen, um die Aufmerksamkeit der Lernenden zu fokussieren. Der Bereich der *Stimme* wird recht kurz abgehandelt, da dies ein größeres Spezialthema ist. Der Einsatz der *Körpersprache* hat zwei Aspekte: einerseits die Gestik, mit der Sie vor der Klasse agieren, andererseits auch die unterschwelligen Botschaften, mit welchen Sie eher Einstellungen zum Inhalt oder zur Klasse transportieren. Als Letztes erhalten Sie Ideen, wie Sie ohne großen Aufwand Ihre Fähigkeiten im Erklären deutlich verbessern können. Die grundlegenden Überlegungen richten sich dabei eher an Berufsanfänger. Vom Trainingsprogramm können Sie auch als erfahrene Lehrkraft profitieren.

Vorbereiten eines Lehrervortrags

Nehmen wir an, Sie sind in Ihrer Unterrichtsplanung so weit, dass Sie genau wissen, *was* Sie erklären wollen, *welche Fachbegriffe* Sie dabei einbringen wollen, welches *Vorwissen* Ihrer Schülerinnen und Schüler Sie voraussetzen und *welche Zusammenhänge* Sie sicherheitshalber noch einmal vorher erwähnen, dann beginnt jetzt die eigentliche Vorbereitung der Erklärung.

Dabei können Sie schon aus Gründen der Effizienz nicht jeden Lehrervortrag akribisch ausformulieren und auswendig lernen oder ablesen. Das wäre wahrscheinlich sogar kontraproduktiv, da Sie damit die Flexibilität verlieren, auf Ihre Schülerinnen und Schüler mit ihren Schwierigkeiten einzugehen. Sie sind dann in Gedanken viel zu sehr beim vorbereiteten Text als beim Inhalt bzw. bei Ihrem Publikum.

Welche Bereiche brauchen intensive Vorbereitung, welche weniger? Egal, ob Sie Ihren Vortrag nach dem Modell der harten Nachricht (Kapitel 3) strukturieren oder eher ein klassisches Vorgehen mit ausführlicher Herleitung wählen, welche dann in den zentralen Zusammenhängen mündet – Sie haben immer Bereiche, die inhaltlich eher locker strukturiert sind: Einstimmung, Vorüberlegungen, ein erster Überblick. Diese können Sie ad hoc improvisieren. Hier ist es nicht schlimm, wenn Sie begrifflich nicht ganz präzise sind oder kurz gedanklich stolpern. Denn diese Inhalte kennen Ihre Schülerinnen und Schüler schon. Die *Kernbereiche* Ihres Vortrags aber, in denen Sie die schon bekannten Informationen zu neuen Gedanken verknüpfen, müssen sitzen. Hier sollten Sie bei den Fakten, den Bezügen dazwischen und bei der Verwendung von Fachbegriffen ganz sicher sein, um Verwirrungen zu vermeiden. Stärkere Schülerinnen und Schüler wird es nicht irritieren, wenn Sie erst einen falschen Begriff verwenden, um sich dann im nächsten Satz zu korrigieren. Die schwächeren Schüler aber, die schon am Rande der Überforderung agieren, können solche Kleinigkeiten massiv verstören. Hier ist also Vorbereitung gefordert.

Sie brauchen keine komplett ausformulierten Texte. Sie brauchen

- in Stichworten Inhalte, Fachbegriffe, Definitionen. Definitionen, bei denen es auf die genaue Wortwahl ankommt, sollten Sie sich genau so notieren, wie sie später dargeboten werden sollen.
- die Reihenfolge dessen, was Sie erklären. Denken Sie z. B. an den Text zur Zelle, in dem Zellstrukturen in einer verwirrenden Abfolge dargeboten wurden (Kapitel 3). Solche Verstehenshindernisse können Sie leicht vermeiden.
- Hinweise, welche Inhalte Sie auf der Hilfstafel für neue Begriffe notieren.
- das Tafelbild. Eine kleine Handskizze mit den wichtigsten Hinweisen für Sie reicht. Das Tafelbild können Sie immer noch abwandeln und je nach den Bedürfnissen Ihrer Schülerinnen und Schüler entwickeln. Ihre Skizze dient nur dazu, dass Sie nichts vergessen.³⁸

Mit solchen vorbereiteten Stichworten lässt sich bei schwierigen Erklärungen viel erreichen: Sie können die Sprache wirklich klar und einfach gestalten und auf präzise

Übergänge zwischen den Sätzen achten. Als Vorschlag und Konkretisierung finden Sie im Folgenden meine Vorbereitung für die Erklärung der recht schwierigen Elektronegativität in Klasse 9 – einmal die Vorbereitung an sich, daneben eine Spalte mit Kommentaren.* Diese Vorbereitung habe ich übrigens als Spickzettel auf dem Tisch liegen – warum sollten Lehrkräfte verbergen, dass sie sich vorbereitet haben?

Vorbereitung (mein Spickzettel)	Kommentare
Wir kennen unpolare Verbindungen (Methan, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff) und polare Verbindungen (Wasser). Polare Verbindungen lassen sich im elektrischen Feld ablenken.	Einleitung Zusammenfassung des bisherigen Wissenstandes
Der Grund dafür liegt auf der Atomebene! Als Erinnerung: Stoffebene: Anziehung im elektrischen Feld Molekülebene: Polarität	Überleitung (Mit Überlegung zu Lernschwierigkeiten: SuS können Phänomene oft nicht den Betrachtungsebenen der Naturwissenschaften zuordnen, daher die Wiederholung)
Zunächst betrachten wir nur eine Bindung im Wassermolekül. Irgendetwas muss verursachen, dass die Seite des Sauerstoffs anders geladen ist als die Seite des Wasserstoffs. Dieses »Irgendetwas« ist die Fähigkeit von Atomen, die Bindungselektronen mehr oder weniger stark zu sich zu ziehen. Das Sauerstoffatom zieht die negativen Elektronen stärker an als das Wasserstoffatom. Auf der Seite des Sauerstoffatoms sind nun also mehr negative Ladungen als beim neutralen Atom. Hier liegt also eine geringe negative Ladung vor. Auf der anderen Seite sind weniger Elektronen als im Normalfall, hier überwiegt leicht die positive Kernladung. Die Eigenschaft von Atomen, Bindungselektronen unterschiedlich stark zu sich zu ziehen, nennt man Elektronegativität . Im Falle des Wassers werden die Bindungselektronen nur leicht verschoben, es findet kein Elektronenübergang wie bei der Ionenbindung statt. Die Ladungen, welche durch solche Elektronenverschiebungen entstehen, nennt man Partialladungen . Partialladungen kennzeichnet man mit dem griechischen Buchstaben klein Delta (δ).	Eigentliche Erklärung Diesen Bereich formuliere ich meist vorher aus, entweder am Schreibtisch oder auch auf dem Weg zu Schule. Erinnerung: Elektronen sind negativ, falls das jemand vergessen hat. Daran soll es hier nicht scheitern. Elektronegativität auf der Tafel für neue Wörter notieren. Partialladungen auf der Tafel für neue Wörter notieren.
Erklären, wo man die Elektronegativität im Periodensystem findet Übungen kurz erläutern: Buch Seite ...	Überleitung zu Übungen

* In diesem Fall habe ich einige Stichworte stärker ausgeführt als im Normalfall, damit die Zusammenhänge leichter zu erfassen sind.

Sie sehen, dass die Vorbereitung für eine solche Stunde gar nicht so aufwändig ausfällt. Sie haben allerdings durch die Zusatzarbeit zwei Vorteile: Sie gewinnen die Sicherheit, nichts Wichtiges zu vergessen. Und Sie gewinnen an Souveränität, da Sie eine Gedankenstütze haben.

Achtung, hier kommt etwas Neues!

Das eigentliche Erklären sollte eine herausgehobene Phase im Unterricht sein. Schülerinnen und Schüler können nicht den ganzen Vormittag über gleichbleibend auf die Lehrkraft konzentriert sein.

Daher ist es wichtig, dass Sie im Stundenverlauf klare Marker setzen, welche Phase jetzt dran ist. Und die Phasen, in denen Sie neues Wissen vermitteln, sollte eine besondere, herausgehobene Stellung einnehmen.

Viele Kolleginnen und Kollegen beschwerten sich, dass ihre Schülerinnen und Schüler »so wenig mitbekommen«, wenn es um neues Wissen oder neue Methoden geht. Ich kann mir gut vorstellen, dass einer der Gründe dafür ist, dass viele Lehrkräfte ein »Informationsamalgam« abliefern:³⁹ eine recht unstrukturierte Mischung aus Unterrichtsgespräch, Organisatorischem, leider oft Disziplinarischem und dann und wann eingestreut: wichtige, neue Informationen.

Dabei ist es recht einfach, die Erklärphasen klar abzugrenzen: Das wichtigste Hilfsmittel dabei ist Ihre Position im Unterrichtsraum. In Abbildung 12 sehen Sie unterschiedlichste Orte, an denen Sie sich aufhalten können: Am Rand, wenn Sie eine Diskussion moderieren. Zwischen den Schülerinnen, wenn Sie ein Referat anhören, und in diesem Moment nur Zuschauer sind. Zwischen den Bänken, wenn Sie bei Aufgaben Hilfestellung leisten. Hinten in der Ecke, wenn Sie die Klasse wirklich alleine arbeiten lassen wollen. Oder eben: vorn in der Mitte. Ganz zentral. Für alle gut sichtbar: Das ist Ihre Kanzel, von der aus Sie neues Wissen vermitteln. Und dieser zentrale Platz sollte für die zentralen Inhalte des Unterrichts reserviert sein.⁴⁰

Konkret: Achten Sie darauf, nicht vorn in der Mitte »festzukleben«, sondern je nach Situation den Raum variabel zu nutzen. Wenn Sie die »Erklärposition« einnehmen, wird schon optisch deutlich: Hier kommt etwas Neues!

Wenn Sie beginnen, die Raumregie verstärkt einzusetzen, werden Sie ggf. Ihre Stellung kurz kommentieren. Bei längerer Anwendung verselbständigt sich dieses Ritual. Zusätzlich können Sie weitere Hinweise geben, welche die vorangegangene Phase beenden:

- Klappen Sie die Tafel demonstrativ zu. Oder auf.
- Schalten Sie mit ausreichend Dramatik den OHP oder den Beamer an.
- Machen Sie eine Pause beim Sprechen.
- »Gibt es so weit Fragen?«
- Beenden Sie eine Phase mit einem gestischen Strich.

- »Ich möchte euch etwas Neues erklären. Lehnt euch zurück, ich brauche nur eure ungeteilte Aufmerksamkeit.«
- »And now for something completely different.«

Der Klassenraum ist beim Erklären Ihre Bühne. Schauen Sie sich an, mit wie viel Präsenz und Elan die Moderatoren Ranga Yogeshwar, Christina zur Mühlen, Gert Scobel, Harald Lesch oder Siham El-Maimoini die Bühne betreten. Nutzen Sie Ihre kleine Bühne im Unterrichtsraum, um Ihr Publikum mitzureißen – selbst wenn dieses vielleicht gar nicht in »Ihre Sendung« wollte!

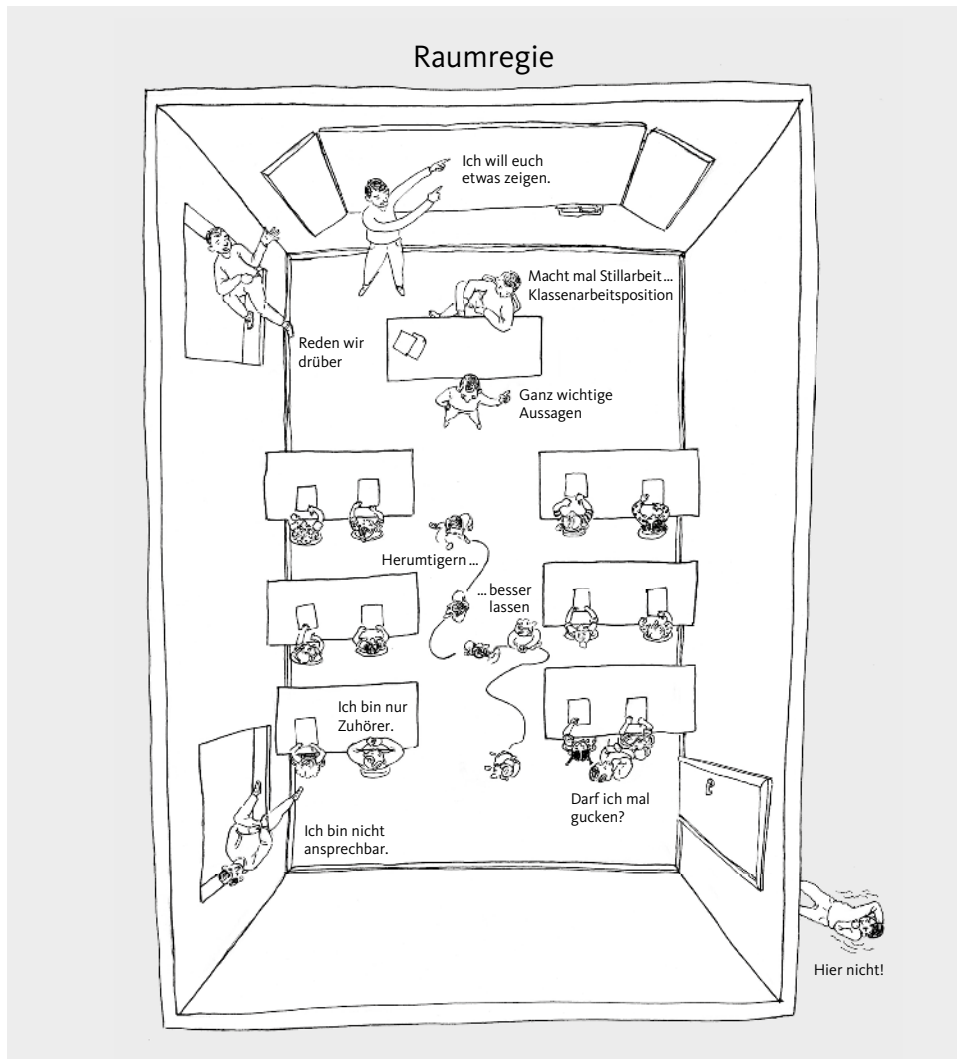


Abb. 12: Wo Sie sich im Klassenzimmer aufhalten können – und was das bedeutet

Ihre Stimme

Bei allem Medieneinsatz: Ihre Stimme ist beim mündlichen Erklären das wichtigste Medium. Dem wird aber sowohl in der Lehrerbildung als auch im Berufsleben zumindest in einigen Bundesländern viel zu wenig Beachtung geschenkt. Machen wir uns nichts vor: Sie sind Berufssprecher. Andere Berufssprecher wie Radiomoderatoren, Pastoren usw. erhalten in diesem Bereich ein extra Training.

Ein Coaching für Ihre Stimme und Ihre Sprechtechnik passt nicht in dieses Buch, ich möchte Sie allerdings sehr ermuntern, sich professionelle Hilfe zu holen, wenn Sie merken, dass Sie das Sprechen oft anstrengt. Wenn Sie am Nachmittag nach Hause kommen und meist ein leicht heiseres Gefühl im Hals haben, sollten Sie aktiv werden. Langfristig sind Schäden an den Stimmbändern ärgerlich.

Sprechen Sie eher leise: Das schont die Stimme und zwingt die Schülerinnen und Schüler dazu, leise zu sein. Wenn Sie doch einmal lauter werden müssen, gehen Sie in der Stimmlage nach unten. Im unteren Register haben Sie ohne Anstrengung mehr Volumen, um sich gegen die Klasse stimmlich durchzusetzen. Tiefe Stimmen werden außerdem eher mit Autorität assoziiert als hohe Stimmen.

Innere Haltung, Gestik und Körpersprache

Auch Ihr Körper ist ein Werkzeug beim Erklären. Geschickt eingesetzt unterstreichen Sie mit Ihrer Gestik und Mimik Ihre Aussagen. Weniger geschickt eingesetzt verdecken Sie das Wichtigste, wenn Sie genau vor dem Tafelbild stehen, und sorgen so dafür, dass Sie schwer zu verstehen sind. Schlimmstenfalls senden Sie sogar Botschaften, welche Ihre Unterrichtsziele unterlaufen.

Fangen wir mit dem schlimmeren Fall an: Solche unterschwellig Botschaften hängen eng mit Ihrer eigenen Einstellung zur Klasse zusammen. Natürlich sind Sie die Fachfrau bzw. der Fachmann für Ihr Gebiet. Die Schülerinnen und Schüler wissen deutlich weniger als Sie, und genau deswegen sind sie in Ihrem Unterricht. Und allein die Macht, welche Sie als Unterrichtender über Schulnoten (und damit die Zuteilung von Lebens-Chancen) haben, führt zu einem Ungleichgewicht, welches ein Arbeiten auf echter Augenhöhe institutionell unterläuft. Aber wie Sie den Schülerinnen und Schülern als *Menschen* begegnen, beeinflusst massiv die Unterrichtssituation und den Lehrerfolg – in der Rhetorik wird diese innere Einstellung *Ethos* genannt. Und das Ethos wird sichtbar: und zwar durch Ihre Körpersprache. Maike Plath hat Überlegungen aus der Theaterpädagogik auf solche Unterrichtssituationen übertragen. Plath kategorisiert dabei die inneren Haltungen von Lehrkräften und Lernenden in Hoch- und Tiefstatus. Dabei geht es weniger um den echten (finanziellen/hierarchischen/gesellschaftlichen) Status, sondern eher um das Gefühl von innerer Wertigkeit. Und dieses Gefühl wirkt sich auf das Erklären aus.⁴¹ Je nachdem, in welcher Kombination Lehrer- und Schülerstatus aufeinandertreffen, entstehen vier Typen von Lehrerpersönlichkeiten.

Die Rampensau: Eine Lehrkraft, die ihre eigene Überlegenheit zeigt und eigentlich glaubt, durch ihre Erklärung »Perlen vor die Säue« zu werfen, wähnt sich selbst im Hochstatus und trägt diesen nach außen. Ihre Schülerinnen und Schüler versetzt sie damit in den Tiefstatus, und das passt zur Sicht dieser Lehrkraft auf ihre Lerngruppen. Solche Lehrkräfte agieren oft unterhaltsam; voll Selbstüberzeugung machen sie die »Rampensau«. Doch hinter der Fassade lauern Selbstgerechtigkeit und Arroganz. Die Lernenden reagieren darauf teils mit Ablehnung. Lernerfolge können sich einstellen, sind aber emotional teuer erkauft.

Der Kläffer: Eine Lehrkraft, die nicht an ihre eigene Kompetenz und Überzeugungsfähigkeit glaubt, sieht sich selbst hingegen im Tiefstatus. Oft glaubt sie die Schüler dabei im Hochstatus, da sie insgeheim Angst vor der rein zahlenmäßigen Übermacht der Klasse hat oder vor fordernd auftretenden Eltern. Solche Lehrerinnen und Lehrer verfallen oft in ein beißendes, überkontrollierendes, unangenehm auftrumpfendes Verhalten, um sich nach außen in den Hochstatus zu setzen. Der Umgang mit den Schülerinnen wird eng und unsouverän. Hier sind Lernerfolge auch möglich, da solche Lehrkräfte aus Angst den Unterricht oft sehr präzise vorbereiten. Allerdings fehlt häufig die Flexibilität, sich wirklich auf die Schülerinnen und Schüler einzustellen. Unterricht ist dann schnell nur Belehrung, Dialog findet nicht statt.

Der Teamplayer: Wenn die Lehrkraft sowohl sich selbst (von der Schulverwaltung nicht ernst genommen, von der Gesellschaft verachtet) als auch die Lernenden im Tiefstatus sieht (als Abgehängte in einem tristen Wohngebiet), kann daraus eine Solidarisierung entstehen, die aber eher eine ungünstige emotionale Abwärtsspirale nach sich zieht.

Gemeinsamer Hochstatus: Wirklich überzeugendes Unterrichten kann nur dann entstehen, wenn Lehrende und Lernende sich beide im Hochstatus sehen – das sollte Ihr emotionales Ziel für den Unterricht sein. Sie selbst wissen um Ihr Wissen, um Ihre didaktischen Fähigkeiten, Sie können einschätzen, wie überzeugend und mitreißend Sie sein können. Ihre Schülerinnen und Schüler sehen Sie als vollwertige junge Menschen, deren Ideen, Lebensziele, Einstellungen Sie ernst nehmen und auf die Sie sich einstellen können. Sie wissen genau, was Ihre Schülerinnen und Schüler wissen und noch nicht wissen. Und genau deswegen unterrichten Sie, Sie freuen sich über die Lernerfolge, haben Freude daran, gemeinsam am Wissen und Können zu arbeiten.

Wenn Sie eine solche Lehrkraft sind, die sich und die Lernenden im Hochstatus sieht, werden Sie eine gute emotionale Basis zum Lernen haben und die besten Lernerfolge erzielen.*

* Achtung: Das gemeinsame Arbeiten im Hochstatus gilt sicher für viele Situationen, nicht für alle, und Plaths Ideen zum Lehrerhandeln sind deutlich komplexer als hier dargestellt. Nach ihrer Vorstellung ist die Lehrkraft ein *Statuswechsler*, der je nach Anforderungen in der Lage ist, seinen Status anzupassen.

	Lehrkraft sieht die Lernenden ...	
Lehrkraft sieht sich selbst ...	... im Hochstatus	... im Tiefstatus
... im Hochstatus	Lehrkraft kann sich auf die Lernenden einstellen und so emotionale und inhaltliche Lernerfolge bewirken	Klafferverhalten: unsouveränes Unterrichten, Angst
... im Tiefstatus	Rampensau-Phänomen: oft gutes Unterrichten, schlechte Stimmung, keine wirkliche Nähe	Teamplayer: ungünstige emotionale Abwärts-spirale

Ihr Statusgefühl können Sie nur innerlich erklären. Aber nach außen wird es deutlich – und zwar durch Ihre Körpersprache.

Daher (nur als Erinnerung – es geht im Alltag so schnell verloren):

- Machen Sie sich präsent: Stehen Sie frei, am besten in dynamischer Schrittstellung.
- Machen Sie sich groß, indem Sie den Rücken strecken.
- Nehmen Sie Augenkontakt auf.
- Beherzigen Sie die NN-Regel: Nase und Nabel müssen zu den Schülerinnen und Schülern zeigen, damit sie sich direkt angesprochen fühlen. So halten Sie die ganze Klasse im Blick und nehmen immer wieder direkten Augenkontakt zu einzelnen Schülerinnen und Schülern auf.
- Öffnen Sie Ihre Haltung – eine einladende Geste mit geöffneten Händen wirkt Wunder! (Sie mögen nun leicht entnervt die Augen verdrehen, aber aus meiner Tätigkeit als Ausbildungslehrkraft weiß ich, wie oft Lehrkräfte in sich zusammengesunken mit der Tafel kommunizieren ...) ⁴²

Dann: Unterlegen Sie Ihren Vortrag mit sinnvoller Gestik. Der Einsatz von Gestik ist zwar stark von der Persönlichkeit abhängig, aber eine sparsame, hilfreiche Gestik hilft beim Verstehen. Gerade Gegensatzpaare wie einerseits – andererseits, oben – unten, links – rechts, Kopf – Bauch lassen sich gestisch untermalen.

Wenn Sie an Präsentationen, am Tafelbild, an Gegenständen oder an Modellen erklären, beherzigen Sie die TTT-Regel. TTT steht für Touch, Turn and Talk: Erst zeigen Sie auf die jetzt behandelte Stelle (Touch), dann drehen Sie sich zur Klasse (Turn) und erst dann sprechen Sie weiter (Talk). Das braucht ein bisschen Zeit, diese Zeit ist aber gut investiert, um den Informationsstrom leicht abzubremesen.

Ihre Gestik und Mimik sind deswegen so wichtig, da Menschen unglaublich gut darin sind, Informationen aus dem Gehörten herauszufiltern, die der eigentlichen Intention entgegenlaufen. Und das geschieht schnell, wenn Sie selbst von den Inhalten, welche Sie unterrichten, nicht vollständig überzeugt sind. Ein gelangweilter Blick oder eine wegwerfende Handbewegung kann Ihre Schülerinnen und Schüler leicht davon überzeugen, dass die Inhalte eigentlich gar nicht so wichtig sind. In der folgenden Tabelle finden Sie einige Ideen für eine vorteilhafte Körpersprache. ⁴³

Was Sie tun	Wie es wirkt
Haltung öffnen: NN: Position von Nase und Nabel beachten	Öffnet Sie auch geistig gegenüber der Klasse. Wird als Zugewandtheit und Interesse interpretiert.
Aufrecht und mit angenehmer Körperspannung stehen	Zeigt Präsenz, Engagement und Selbstvertrauen.
Zügige, engagierte Gestik	Dabei geht es weniger um die genaue Gestik; wichtiger sind die Spannung und die Geschwindigkeit. Hektik ist kontraproduktiv, Langsamkeit schläfert ein. Eine zügige Gestik erzeugt Präsenz und Spannung.
TTT: Touch – Turn – Talk	Erst auf den Gegenstand zeigen, dann sich zur Klasse drehen, dann sprechen. Erzeugt Ruhe, vermeidet, dass Sie beim Sprechen mit der Tafel oder der Projektionsfläche kommunizieren.

Trainieren Sie sich selbst!

Wie können Sie Ihre Fähigkeiten im Erklären trainieren? Selbstreflexion ist sicher hilfreich, Sie laufen aber Gefahr, meist nur das zu hören, was Sie zu sagen glauben, bzw. das zu sehen, was Sie zu sehen glauben. Die Innen- und Außenwahrnehmung unterscheiden sich hier zu sehr. Auch Kollegen zu bitten, dann und wann zu hospitieren, ist schwierig. Einerseits verlangt das viel Offenheit und Vertrauen, andererseits ist es organisatorisch bei den vollen und hektischen Schultagen schwierig. Was allerdings helfen kann, ist die Kamera oder die Sprachaufnahmefunktion in Ihrem Handy. Mit ihr können Sie ohne technischen Aufwand Ihre Erklärungen als Video aufnehmen und zu Hause analysieren. Das ist nicht nur lehrreich, sondern (bei ausreichend Selbstironie) auch sehr unterhaltsam! Denken Sie allerdings daran, Ihre Lerngruppe darüber zu informieren und ggf. die Einwilligung der Eltern einzuholen.

Microteaching – einfach und effektiv

Neu ist die Idee nicht: In den USA werden in der Lehrerausbildung unter dem Namen *Microteaching* Kurse angeboten, in denen kurze Unterrichtssequenzen vor der Kamera erprobt und von der Lehrkraft mit dem Seminarkurs gemeinsam analysiert werden. Microteaching ist dabei sehr erfolgreich: Lehrer, die ihre Fertigkeiten nach dieser Methode schulen, können bei ihren Schülerinnen und Schülern deutlich höhere Lernerfolge erzielen als Lehrkräfte, welche auf diese Art der Ausbildung verzichteten.⁴⁴

Das »echte« Microteaching ist eine recht aufwändige Laborsituation, in der der Unterricht vor einer speziell geschulten Schülergruppe mit mehreren Kameras dokumentiert wird. Die Unterrichtssequenzen sind dabei nur wenige Minuten lang. Aber von

den grundlegenden Ideen können Sie auch ohne großen Aufwand profitieren. Eini-germaßen elegant können Sie das Handy hinter einer Federtasche, Blumenvase oder Bücherstapel aufstellen, sodass die Kamera auf Sie gerichtet ist. Sie sollten ggf. vorher ausprobieren, ob Sie auch ungefähr den Bereich filmen, in dem Sie sich aufhalten. Noch einfacher ist es, wenn Sie nur eine Tonaufnahme machen, auch die ist schon informativ genug.

Ihre Erklärung unter der Lupe

Worauf achten Sie, wenn Sie zu Hause Ihre Aufnahmen analysieren? Die Methode des Microteaching kennt keinen verbindlichen Katalog von Qualitätskriterien. Und das ist auch gut so, da es ja um Ihren ganz persönlichen Stil geht, nicht um einen mittel-werts optimierten, aber eben nur in der Statistik existenten Ideallehrer. Was Sie aber im Folgenden erhalten, ist eine Checkliste, anhand derer Sie Ihre Erklärung durchgehen können.

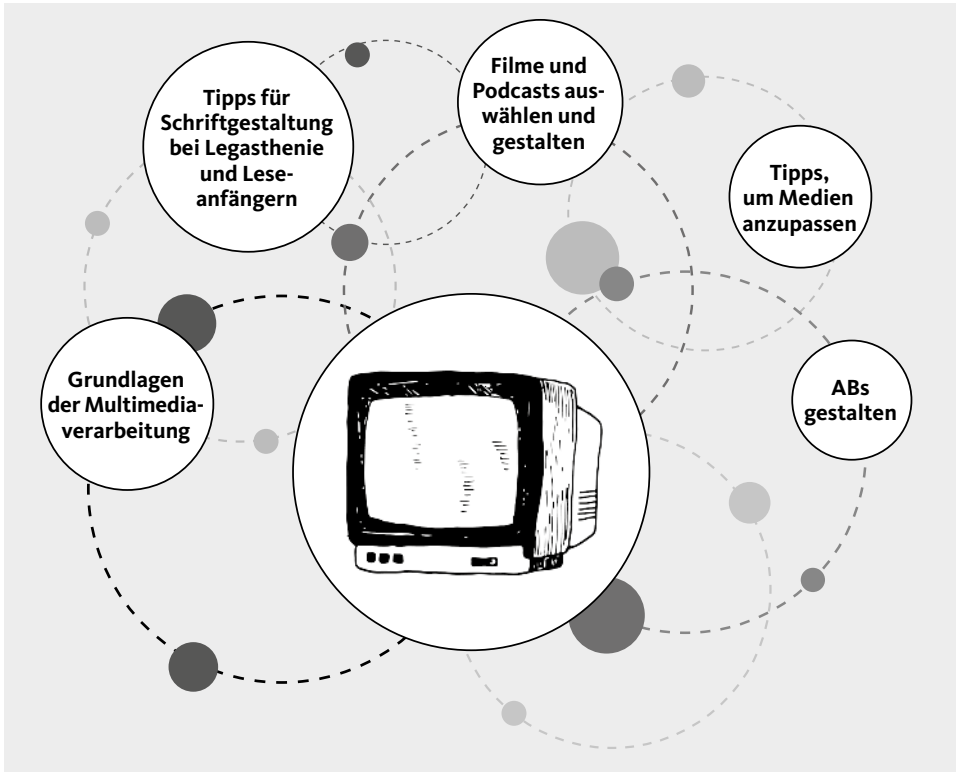
Erklärungen analysieren: Checkliste

- Sind Sie in Kontakt mit Ihren Schülerinnen und Schülern? Haben Sie Blickkontakt, sprechen Sie Ihre Zuhörenden an oder eher sich selbst/die Tafel/die Bäume auf dem Schulhof?
- Stehen oder sitzen Sie so, dass Sie im Zentrum des Geschehens sind?
- Stehen oder sitzen Sie so, dass Folien/Modelle/Tafelanschrieb/Präsentation gut zu sehen sind?
- Gibt es andere Dinge, welche die Erklärung stören?
- Agieren Sie abwechslungsreich durch Gesten mit der Hand, dem Kopf, dem ganzen Körper?
- Schaffen Sie Brennpunkte der Aufmerksamkeit?
- Spricht Ihre Erklärung mehrere Wahrnehmungskanäle an, indem Sie Wort, Bild und ggf. haptische Stimuli bieten?
- Gehen Sie so elegant mit Störungen um, dass Sie Ihre Erklärung nicht unterbrechen müssen? (Blicke, Verhalten im Raum, Gesten, Prävention statt ständige Ermahnungen?)
- Ist Ihre Sprache deutlich zu verstehen?
- Gestalten Sie Ihre Sprache klar, einfach und eindeutig?
- Sind Ihre Sätze eindeutig aufeinander bezogen, indem Sie lokale Kohärenz herstellen?
- Ist Ihre Erklärung in sich stimmig, indem Sie globale Kohärenz herstellen?
- Führen Sie Ihre Zuhörenden inhaltslogisch durch Abbildungen und Modelle oder springen Sie von einem Punkt zum anderen?

Überzeugend sprechen und vortragen

- ▶ Effiziente Vorbereitung: die wichtigsten Kernsätze notieren. Für alles andere, was Sie nicht vergessen dürfen, reichen Stichworte.
- ▶ Nutzen Sie Raumregie und Gestik, um Ihre Erklärungen vom Rest des Unterrichts abzuheben.
- ▶ Kontrollieren Sie dann und wann, ob Sie gesund sprechen.
- ▶ Am besten erklären Sie, wenn Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler im Hochstatus arbeiten.
- ▶ Beachten Sie rhetorische Grundtechniken: TTT (Touch, Turn and Talk), NN (Nase und Nabel zum Zuhörer).
- ▶ Agieren Sie mit angenehmer Spannung im Körper.
- ▶ Nutzen Sie Ideen aus dem Microteaching zum eigenen Training.

Kapitel 5: Text, Film und Multimedia



Ein Kapitel über Layout und Multimediagestaltung in einem Buch zum Thema Erklären?

Wenn Sie essen gehen, gibt sich der Koch Mühe, das Essen nicht nur perfekt zuzubereiten, sondern auch auf dem Teller dekorativ anzurichten – das Auge isst mit. Das gilt für das Erklären auch. Ästhetisch ansprechende Materialien sind eine Einladung zum Lernen. Aber die Gestaltung geht über das rein Ästhetische hinaus: Durch die gekonnte Gestaltung eines Arbeitsblattes oder durch die passende Auswahl eines Filmes vermeiden Sie diverse Verstehensprobleme. Und diese Probleme könnten alle Ihre Mühen, die Sie sich vorher bei der Auswahl, Aufbereitung und sprachlichen Optimierung des Stoffes gegeben haben, zunichtemachen.

In diesem Kapitel erfahren Sie zunächst, wie Text, Bild und Ton im Gehirn verarbeitet werden. Auf Basis dieser Überlegungen bekommen Sie Tipps und Ideen für die Gestaltung von Arbeitsblättern, für die Auswahl von Schriften für Leseanfänger und Legastheniker, fürs Auswählen und Erstellen von Podcasts und Filmen sowie Tipps, um Medien (bzw. deren Einsatz) an Ihre Schülerinnen und Schüler anzupassen.

Lernen auf verschiedenen Kanälen gleichzeitig

Was bedeutet Multimedia – und warum ist das Lernen mit multimedialen Darstellungen so effektiv? Die unterschiedlichen und umstrittenen Definitionen für Multimedia können wir getrost übergehen, für unsere Zwecke ist wichtig festzuhalten, dass multimediale Darstellungen gleiche oder ähnliche Inhalte in unterschiedlichen Codierungen gleichzeitig darbieten können. Codierung bedeutet hier, dass z. B. in einem Lehrfilm ein Thema einmalvisuell als Schaubild und einmal auditiv als gesprochener Text dargeboten wird.⁴⁵ Mit dem Begriff Multimedia bezeichnet man meist digitale Medien, allerdings lassen sich die gleichen Grundlagen auch für Arbeitsblätter anwenden (die allerdings niemand als Multimedia bezeichnen würde).

In multimedialen Darstellungen finden Sie potenziell Text, Bild, Ton und Musik. Im ersten Abschnitt betrachten wir diese Komponenten einzeln. Danach erfahren Sie, wie Sie die verschiedenen Teile sinnvoll kombinieren oder erkennen, wo sie ungünstig und damit lernhinderlich eingesetzt wurden.

Text, Bild, Ton und Musik

Einen *Text* liest oder hört man vom Anfang bis (bestenfalls) zum Ende. Text und Sprache sind also *linear* organisiert. Text und Sprache sind daher dafür prädestiniert, Systematik zu schaffen oder Zusammenhänge darzustellen, Abfolgen von Ereignissen zu beschreiben. In Texten können Sie argumentieren, wiederholen, den Leser ansprechen, an die Hand nehmen und durch geistiges Neuland führen ...

Solange wir im Bereich der Sachtexte bleiben, ist die Bedeutung eines Wortes relativ fix festgelegt. Text und Sprache sind daher im Gegensatz zu Bildern relativ eindeutig.

Mit dem Vorteil des Linearen gehen aber auch Beschränkungen einher: *Vernetzungen* sind in Text und Sprache oft nur schwer abzubilden. Prozesse, die auf Wechselwirkung und Rückkopplung beruhen, werden in Textform schnell unübersichtlich. Ein weiterer Nachteil ist die langsame Verarbeitungsgeschwindigkeit: Je nach Lesegeschwindigkeit können Schülerinnen und Schüler vier bis sechs Wörter pro Sekunde aufnehmen.⁴⁶

Bilder und Grafiken sind im Gegensatz zum Text räumlich organisiert. Dies ist gerade bei Schaubildern ihr großer Vorteil: In ihnen können Prozesse und Wechselwirkungen dargestellt werden, welche in Schriftform äußerst mühsam zu beschreiben wären. *Fotos und Videos* schaffen Glaubwürdigkeit und Eindrücke von Menschen, Tieren, Landschaften und Dingen.* Sie können Gefühle wecken und Emotionen transportieren – oft viel effektiver, direkter und einprägsamer als Texte es schaffen.

* Dass die Techniken der digitalen Bildbearbeitung mittlerweile eigentlich auch die Glaubwürdigkeit von Fotos in Frage stellen, stellt nach meiner Einschätzung nach eine der großen Bildungsaufgaben der Zukunft dar: Wie können Schülerinnen und Schüler die Glaubwürdigkeit von Quellen abschätzen?

Alle Arten von Abbildungen werden vom Gehirn deutlich schneller verarbeitet als Texte. Die wichtigsten Informationen sind oft nach wenigen hundertstel Sekunden aufgenommen, nach nur zwei Sekunden kann man ein Bild sicher wiedererkennen. Das heißt also, dass die gedankliche Beanspruchung bei der mentalen Bildverarbeitung recht gering ist. Die schnelle Verarbeitung hat aber einen gravierenden Nachteil: Bilder sind oft erklärungs- und interpretationsbedürftig. Ohne begleitenden Kommentar (sei es als Text oder als gesprochenes Wort) bleiben sie zu bedeutungslos.⁴⁷

Geräusche in Filmen oder Audiobeiträgen dienen teils der akustischen Illustration – denken Sie an Radiobeiträge aus Fabriken (Zischen und metallisches Klappern im Hintergrund) oder Naturreportagen (Wind und Vogelzwitschern). Nur in relativ wenigen Fällen haben die Geräusche auch einen eigenen Informationswert (z.B. Vogelstimmen zuordnen).

Musik ist unter den bisher behandelten Komponenten am wenigsten beachtet. Musik spricht in erster Linie die emotionale Seite der Inhalte an. In naturwissenschaftlichen Filmen ist das meist leicht durchschaubar: wehmütige Musik, wenn der letzte Eisbär auf einer abschmelzenden Eisscholle surft, spätromantische Opulenz für den Sonnenaufgang über dem Meer, manchmal auch fast unfreiwillige Komik, wenn ein staubtrockener Lehrfilm über biochemische Abläufe in der Zelle mit spannungsgeladener Musik untermalt wird.

In anderen Fächern ist die Musik im Prinzip Teil des Inhalts: Stellen Sie sich einmal vor, in einem Lehrfilm über den Zweiten Weltkrieg ziehen die Soldaten zu einer kraftvollen, in Dur gehaltenen Musik in die Schlacht* – die implizite Aussage über den Sinn von Kriegsführung wäre plötzlich eine vollkommen andere, nämlich eine positive, die der heutige Geschichtsunterricht sicher nicht vermitteln möchte. Das problematische an dieser Art des musikalischen Erklärens ist, dass sie subversiv funktioniert: Die vermittelte Information wird emotional aufgeladen und damit gewertet, diese Wertung allerdings nur selten auf kognitiver Ebene verdeutlicht und damit der Reflexion zugänglich gemacht.

Vorteile des multimedialen Lernens

Egal, ob Sie »traditionellen« Unterricht betrachten oder ob Sie Lehrgänge am Computer beurteilen oder konzipieren: Sie haben es in der Regel mit der Kombination von gesprochenen oder gelesenen Worten und Abbildungen (Grafiken, Karten, Fotos, Skizzen) zu tun. Was hat die Lehr-Lernforschung an Tipps und Tricks zu bieten, um die Vermittlung zu verbessern? Die wichtigsten Erkenntnisse hat der amerikanische

* Marschmusik im Volksempfängersound würde sicher nicht funktionieren, da sie den Schülerinnen und Schülern zu fremd ist. Aber wie wäre es mit dem Soundtrack aus »Gladiator«? Oder der Eingangsmusik aus »Conquest of Paradise«? – Sicher kein gutes Experiment!

Psychologe Richard E. Mayer als »Prinzipien des multimedialen Lernens« zusammengefasst:⁴⁸

- *Das Prinzip der dualen Kodierung* (oder Multimediaprinzip): Eine Information, die als Text und Bild gleichzeitig vorliegt, prägt sich besser ein als Text alleine. Besonders wirksam sind Grafiken, die den Text gleich mitenthalten.
- *Das Prinzip der räumlichen Nähe*: Wenn Informationen in Text und Bild gleichzeitig vorliegen, sollten sie nah beieinander platziert werden. Das spart den Rezipienten Zeit und Aufwand beim Suchen.
- *Das Prinzip der simultanen Darstellung*: Text und Bild gleichzeitig zu präsentieren wirkt besser, als sie getrennt und nacheinander vorzustellen.
- *Das Kohärenz-Prinzip*: Interessante, aber für das Lehrziel irrelevante visuelle oder akustische Informationen vermindern die Lernleistung.
- *Das Multimodalitäts-Prinzip*: Wenn Sie bildliche und textliche Inhalte audiovisuell darstellen, ist die Lernleistung deutlich höher, als wenn Sie die gleiche Information nur visuell darbieten. Oder: Ein gesprochener Text zu einer Abbildung wirkt besser als ein geschriebener Text zu einem Bild.
- *Das Redundanz-Prinzip*: Wenn vorliegende Texte vorgelesen werden (z. B. bei einer abgelesenen Powerpoint-Präsentation), sinkt die Behaltensleistung, da die Informationen aus Bild und Ton im Gehirn konkurrieren. Vermeiden Sie also solche Redundanzen.
- *Das Prinzip der individuellen Unterschiede*: Je persönlicher ein Material die Lernenden anspricht, desto besser wird deren Bindung zum Lernziel, wodurch sie besser lernen. Weiterhin gilt: Je weniger Vorwissen die Lernenden haben, desto wichtiger ist die Qualität des Arbeitsmaterials. Lernende mit viel Vorwissen sind in der Lage, Mängel im Material durch ihr Vorwissen auszugleichen.

Einen Text gut lesbar gestalten

Texte zu gestalten ist für uns Lehrkräfte Alltag. Ein Arbeitsblatt zu erstellen oder auszuwählen ist wahrscheinlich neben dem Korrigieren eine der häufigsten Aufgaben außerhalb des Unterrichts. Gerade wenn es um längere Texte geht, welche die Schülerinnen und Schüler lesen sollen, gibt es Möglichkeiten, die Qualität Ihrer Arbeitsmaterialien deutlich zu verbessern – und dabei auch noch mit ein paar Tricks Zeit zu sparen. Und: Sobald Sie Ihre Erklärungen auf Papier oder auf den Bildschirm verlagern, sind die Buchstaben die zentrale Schnittstelle zwischen Ihnen und den Schülerinnen und Schülern. Hier ist Ihre Arbeit gut investiert.

Alle Ideen, die Sie im nächsten Abschnitt erfahren, gelten sowohl auf Papier als auch bei Texten, die auf dem Bildschirm

Arial
Geneva
Courier
Didot
Georgia
Monaco
Trebuchet MS
Times
Verdana

zu lesen sein werden. Für Leseanfänger und Legastheniker gelten einige Besonderheiten, die Sie in separaten Abschnitten finden.

Schriften und Abstände

Zunächst: Welche Schrift Sie verwenden, ist zum großen Teil Geschmackssache. Die Schrift soll gut lesbar sein und einen seriösen, aber freundlichen Eindruck machen.

Generell lassen sich drei Typen von Schriften ausmachen:

Die erste große Gruppe umfasst Schriften mit *Serifen*. Serifen sind die kleinen »Häkchen« oben und unten an den Buchstaben. Zu diesen Schriften gehören Times, Garamond, Bookman, Palatino. Die Serifen sind nicht nur ein ästhetisches Merkmal; es gibt Untersuchungen, die dafür sprechen, dass die Serifen helfen, das Auge an der Zeile entlangzuführen. Die Augen »verrutschen« also nicht so leicht in der Zeile.



Abbildung 13: Eine Schriftart mit Serifen, wie z. B. oben und unten am D oder am i zu erkennen. Die Serifen bilden eine Art Grundlinie, welche dem Auge hilft, nicht in der Zeile zu verrutschen

Die zweite große Gruppe enthält die Schriften ohne Serifen, dazu gehören z. B. Arial, Futura, Geneva oder Helvetica. Der Vorteil dieser Schriften ist, dass sie auch unter erschwerten Bedingungen gut lesbar sind, da sie weniger filigran sind – denken Sie nur an Arbeiten bei gedimmten Licht, wenn ein Film oder eine Präsentation gezeigt wird. Für längere Texte gelten sie allerdings als weniger angenehm lesbar.⁴⁹

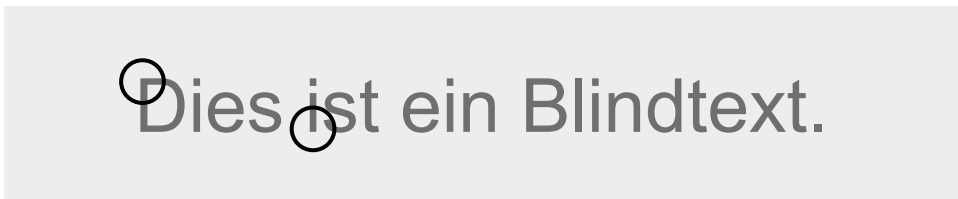


Abb. 14: Bei dieser Schrift finden Sie keine Serifen. Die Schrift ist dafür unter ungünstigen Bedingungen gut lesbar

Die dritte Gruppe beinhaltet Schriften, welche Handschriften imitieren, z. B. Comic oder Zapfino. Diese Schriften sind für Effekte gut (z. B. für große Beschriftungen), aber nicht zum Schreiben von Texten.

Dies ist ein Blindtext.

Abb. 15: Schriften, die an Handschriften erinnern, eignen sich gut für Schilder. Im Text sollten Sie sie nicht anwenden

Generell sollten Sie zu breite Schriften und zu große Buchstaben im Text vermeiden. Beobachten Sie einmal bei einer lesenden Person die Augen: Sie werden feststellen, dass die Augen nicht der Zeile kontinuierlich folgen, sondern in der Zeile von einem Punkt zum nächsten springen. Diese Sprünge nennt man *Saccaden*. Wenn die Saccaden zu weit sind, da die Buchstaben weit auseinander liegen, verirrt sich das Auge schnell in der Zeile. Das Gleiche passiert bei sehr kleinen Schriften.

Ebenfalls kann sich das Auge verirren, wenn die Zeilenabstände zu klein sind. Besonders ungünstig ist es, wenn die Zeilenabstände kleiner sind als die Zwischenräume zwischen den Worten. Erhöhen Sie also gern den Zeilenabstand etwas. Achten Sie darauf, dass die automatische Silbentrennung eingeschaltet ist, wenn Sie Blocksatz verwenden. Ansonsten werden einzelne Wörter ungünstig langgezogen. Wie sich mit diesen Einstellungen Formatvorlagen erstellen lassen, die Ihnen das zeitraubende Formatieren ein für alle Mal abnehmen, erfahren Sie am Ende dieses Kapitels. Sie erhalten damit keine Dokumente, die aufregend gelayoutet sind, aber ein funktionales, gut lesbares und seriöses Layout. Und darauf kommt es an.

Typografie für Leseanfänger

Für Leseanfängerinnen und -anfänger gelten besondere Anforderungen an einen Text. Zunächst ist es nicht nötig, die Buchstaben größer zu machen als ca. 14 Punkt. Die meisten Kinder haben keine Störungen des Nahsehens.

Entscheidend ist aber die Länge der Zeilen: Diese sollte nicht über 50 Zeichen pro Zeile liegen. Die Brechung der Zeilen sollte nach Sinnzusammenhängen erfolgen. Auch die Auswahl der Schrift ist nicht besonders wichtig, solange Sie bei einer Schrift bleiben und nicht häufig wechseln. Wichtig ist aber, dass insbesondere i und j gut unterscheidbar sind. Die Wortabstände sollten Sie etwas größer wählen, da Leseanfänger noch nicht darin geübt sind, Wortbilder zu erkennen. Recht einfach können Sie das durch zwei Leerzeichen zwischen den Wörtern statt einem bewerkstelligen. Zusätzlich sollten Sie hier den Zeilenabstand noch etwas größer wählen, sodass der Zeilenabstand größer als der Wortabstand ist.⁵⁰

*Textgestaltung für Legastheniker***Textgestaltung für Legastheniker**

Dieser Text ist in der Schriftart *OpenDyslexic* 10 pt. gesetzt. Die Schrift hat verstärkte Grundlinien, sodass die Buchstaben geistig nicht verdreht werden können. Verwechslungskandidaten wie d und p bzw. i und j sind besonders unterschiedlich gestaltet. Der Zeilenzwischenraum ist leicht vergrößert, sodass leseschwache Schülerinnen und Schüler nicht in der Zeile verrutschen. Die Zeilenlänge ist auf ca. 50 Zeichen beschränkt.

Im Bereich der Textgestaltung können Sie Legasthenikern besonders entgegenkommen. Typischerweise lassen Schülerinnen und Schülern mit Lese-Rechtschreibschwäche Buchstaben, Silben, Wortteile oder teils ganze Worte aus oder fügen geistig andere hinzu, vertauschen Wörter im Satz oder Buchstaben innerhalb eines Wortes und haben generell Schwierigkeiten, einzelne Buchstaben zu differenzieren. Hier die wichtigsten Ratschläge:

- Kopieren Sie Arbeitsblätter bitte nicht auf A3, das Material wird einfach zu unhandlich. Und noch fataler: Die Zeilen sind zu lang, das Auge verrutscht zwischen den Zeilen. Diese Maßnahme erschwert also Legasthenikern das Arbeiten.
- Entfernen Sie Grafiken so weit wie möglich. Stellen Sie absolut notwendige Grafiken auf einem separaten Blatt zur Verfügung. Auf diese Weise sind die Schülerinnen und Schüler so wenig wie möglich vom Text abgelenkt. (Das gilt aber wie oben dargestellt wirklich nur für *sehr* leseschwache Schülerinnen und Schüler. Im Normalfall gilt das Prinzip der räumlichen Nähe: Je näher Text und zugehöriges Bild beieinander liegen, desto leichter werden die Informationen vernetzt und gelernt.)
- Die Schrift müssen Sie nicht vergrößern, eine Schriftgröße von 12 bis 14 Punkt reicht vollkommen aus. Die Schriftarten *OpenDyslexic*, *ABeeZee*, *Andica Basic* oder *Dyslexie* sind speziell für die Belange von leseschwachen Schülerinnen und Schülern entwickelt worden und können meist kostenlos oder gegen einen geringen Beitrag heruntergeladen werden. Die Schriften sind so optimiert, dass die Buchstaben kontrastreich gedruckt werden, Buchstaben nicht verwechselt oder verdreht werden und Wortbilder nicht verschwimmen.⁵¹
- Vergrößern Sie auch hier den Zeilenabstand bis maximal 1,5-zeilig. Darüber steigt wieder die Gefahr, in der Zeile zu verrutschen.
- Begrenzen Sie die Zeilenlänge auf ca. 50 Zeichen, in der Mittelstufe können die Zeilen auch bis 60 und 65 Zeichen lang werden. Auch das verhindert das Verrutschen des Auges auf der Seite.

- Vermeiden Sie ebenfalls Lücken zwischen den Zeichen, indem Sie die Silbentrennung einschalten. Alternativ schalten Sie von Blocksatz auf linksbündigen Satz und trennen nach Sinneinheiten.
- Wenn Sie Zeilen für handschriftliche Antworten einfügen, lassen Sie ausreichend Platz: Legastheniker haben oft eine recht große Schrift.⁵²

Textgestaltung im Web

Es gibt Kollegen, die ihre eigenen Webseiten programmieren und dort Arbeitsmaterial hinterlegen. So weit müssen Sie gar nicht gehen: Auch die Pflege der Schulhomepage, die Gestaltung von Internetseiten gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern oder die Auswahl von zum Lernen geeigneten Seiten gelingt besser, wenn Sie einige Grundüberlegungen für die Textgestaltung im Web im Hinterkopf haben.

Für die Auswahl der Schriften müssen Sie bedenken, dass der Monitor leuchtet. Sehr schlanke Schriftarten können daher leicht überstrahlt werden: Die dünneren Striche drohen optisch zu verschwinden, da sie vor dem leuchtenden Hintergrund kaum noch wahrgenommen werden. Wählen Sie also lieber etwas solidere Schriften. Mit Arial, Geneva, Georgia, Monaco, Trebuchet MS und Verdana haben Sie eine Auswahl von Schriften, die auf jedem Rechner installiert sind und von jedem noch so alten Browser gut dargestellt werden. Wenn Sie hingegen die recht schmale Didot oder Times verwenden, müssen Sie damit rechnen, dass Ihre Schülerinnen und Schüler schneller ermüden, weil das Lesen recht anstrengend ist.

Hervorhebungen, die Sie im gedruckten Text mit Kursiv- oder Fettdruck bewerkstelligen, wirken im Web oft nicht. Kursivschriften fallen oft zu schmal aus und verschwinden ebenfalls optisch. Da Sie für den gesamten Text eher solide Schriften wählen, fallen fette Schriften weniger ins Auge als auf Papier – oder sie wirken wirklich sehr dick und wenig elegant. Hervorhebungen in Farbe können hier kostenneutral umgesetzt werden, im Gegensatz zum Farbdruck in Klassensatzstärke. Auf der Seite www.typtester.org können Sie unterschiedliche Schriften nebeneinanderlegen und ihre Wirkung ausprobieren.

Ein Problem im Web ist die Länge der Zeilen: Da Monitore im Querformat gebaut sind, sind die Zeilen oft extrem lang, bei einem Wikipedia-Aufruf auf durchschnittlichen Monitoren schnell bis zu 180 Zeichen. Wenn Sie merken, dass Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben, diese Texte zu lesen, geben Sie ihnen den Tipp, das Fenster einfach schmaler zu ziehen. So werden die Zeilen deutlich kürzer und angenehmer lesbar.

Wenn Sie oder Ihre Schülerinnen und Schüler selbst Webseiten gestalten, begrenzen Sie die Zeilenlänge – 40 Anschläge pro Zeile sind auf dem Bildschirm angenehm lesbar – das ist deutlich weniger als auf Papier!

Insbesondere sollten Sie bei der Textgestaltung im Web daran denken, dass der Text sowohl auf Handybildschirmen als auf Monitoren unterschiedlichster Bauart abgeru-

fen werden wird. Blocksatz sollten Sie daher auf jeden Fall vermeiden: Da Webseiten auf jedem Monitor anders angezeigt werden, ist die Silbentrennung Sache des Browsers. Bei 40 Anschlägen pro Zeile sind Zeilen so kurz, dass der Browser Wörter ungünstig trennen muss oder die Zeilen auf die gewünschte Länge zieht und damit Lücken im Text entstehen.

Die responsiven Designs, die Anbieter von Webseite-Baukästen wie *Jimdo*, *Wix*, *Webnode*, *Mozello* oder *Homepage-Baukasten.de* anbieten, sind von vornherein so gestaltet, dass Sie als Gestaltender gar keine fixen Größen für Abbildungen oder Textblöcke angeben, sondern nur relative Werte. So kann der jeweilige Browser die Anordnung und die Zeilenlänge an den Bildschirm anpassen.⁵³

Schnell und gut formatieren in der Praxis

Um bei der Texterstellung effizient zu arbeiten, sollten Sie sich das Arbeiten mit Formatvorlagen angewöhnen. Eine Formatvorlage enthält oft eine ganze Liste von Befehlen, wie eine Überschrift, ein Text oder eine Bildunterschrift formatiert werden soll. Das nimmt Ihnen Arbeit ab: Statt bei einer Überschrift von Hand erst eine andere Schriftart einzustellen, die Schriftgröße zu verändern, zu zentrieren und dann auf die Leerzeile darunter zu achten, klicken Sie nur auf »Überschrift 1« und alle Formatierungen werden automatisch durchgeführt. Das ist eine relevante Arbeitserleichterung. Nicht für eine einzelne Formatierung, aber bei wiederholtem Gebrauch lohnt sich die zeitliche Investition, sich mit den Vorlagen vertraut zu machen. Word, OpenOffice und LibreOffice haben recht akzeptable Vorlagen integriert.

Wenn Sie zunächst die integrierten Formatvorlagen nutzen wollen, gehen Sie wie folgt vor:

- (1) Schreiben Sie zunächst Ihren Text – ohne alle Formatierungen.
- (2) Öffnen Sie dann im Menü *Format* den Punkt *Formatvorlagen*. An der Seite des Bildschirms erscheint dann eine Liste mit den verfügbaren Vorlagen.
- (3) Markieren Sie den Text, den Sie formatieren möchten.
- (4) Wählen Sie beispielsweise für die Überschrift »Überschrift 1«, für die Zwischenüberschriften »Überschrift 2« und für den Text »Standard.«

Wenn Ihnen die Vorlagen nicht gefallen oder Sie Überlegungen aus den Abschnitten zu gut lesbaren Texten integrieren möchten, können Sie wie folgt vorgehen:

- (1) Öffnen Sie ein leeres Dokument.
- (2) Öffnen Sie die Liste mit den Formatvorlagen.
- (3) Mit einem Rechtsklick auf eine der Vorlagen erhalten Sie ein Menü, bei dem Sie »ändern« wählen können. Sie erhalten nun ein Fenster, in dem Sie für diese Vorlage Änderungen vornehmen können. Eine Liste von praktischen Einstellungen finden Sie am Ende dieses Abschnittes.
- (4) Nachdem Sie die Vorlagen Ihren Wünschen angepasst haben, öffnen Sie den

Menüpunkt »Datei → Speichern unter«. Speichern Sie nun diese Datei als Dateiformat »Dokumentenvorlage« ab, am besten auf dem Desktop.

- (5) Wenn Sie nun ein neues Dokument erstellen wollen, klicken Sie auf dem Desktop auf Ihre Formatvorlage. Es öffnet sich dann eine neue, unbenannte Datei, die Ihre Wunschformatierung als Vorlage enthält.

In der folgenden Tabelle finden Sie Angaben, um sich eigene Formatvorlagen zu erstellen. Mit den Werten erhalten Sie eine solide, gut lesbare, seriöse Formatvorlage, welche die Grundregeln guter Lesbarkeit berücksichtigt. Sie können dabei auch die Formatierung für den Textkörper mit Serifen und die Überschriften ohne Serifen kombinieren, um die Überschriften stärker abzuheben.

	Für Liebhaber von Serifenschriften	Für Menschen, die Serifen nicht mögen	Spezialanpassungen für Legastheniker
Seite	links 2,5 cm, rechts 3,5 cm, oben 3 cm, unten 2 cm	links 2,5 cm, rechts 3,5 cm, oben 3 cm, unten 2 cm	links 3 cm, rechts 5 cm, oben 2 cm, unten 2 cm
Überschrift 1	Times oder Palatino 16 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, zentriert	Arial, Frutiger, Helveti- ca o. Ä. 18 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, zentriert	OpenDyslexic o. Ä. 20 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, zentriert
Überschrift 2	Times oder Palatino 13 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, linksbündig	Arial, Frutiger, Helveti- ca o. Ä. 14 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, links- bündig	OpenDyslexic o. Ä. 14 Punkt, über Absatz 40 mm, unter Absatz 20 mm, linksbündig
Textkörper	Times oder Palatino 11 Punkt, Zeilenabstand proportional 120 % Blocksatz, Silbentren- nung eingeschaltet, Ein- zug erste Zeile 5 mm	Arial, Frutiger, Helveti- ca o. Ä. 11 Punkt, Zeilen- abstand proportional 120 % Blocksatz, Silben- trennung eingeschaltet	OpenDyslexic o. Ä. 11 Punkt, Zeilenabstand einzeilig, linksbündig, Silbentrennung einge- schaltet

Arbeitsmaterial mit Grafiken

Je nachdem, was Sie mit Hilfe einer Grafik erklären möchten, brauchen Sie unterschiedliche Formen von Abbildungen:

- *Fotos* können originale Eindrücke vermitteln, bauliche oder natürliche Strukturen darstellen oder Emotionen transportieren. Ihr Vorteil ist, dass sie quasi als »Zeugen« dienen – sie erwecken den Eindruck, als sei die Quelle verlässlich.
- *Fotografiken* enthalten ein Foto als Basis, sind aber angereichert mit Hinweis Pfeilen, Kreisen, Beschriftungen etc. Fotografiken sind z. B. nützlich, um auf besondere

Strukturen hinzuweisen, die sonst schnell in der Menge der bildlichen Information eines Fotos verloren gehen.

- *Ikonische Grafiken* sind gezeichnete Abbildungen von Karten, Cartoons, Karikaturen etc. Sie sind ähnlich gegenständlich in der Darstellung wie Fotos, können aber die für das Erklären wichtigen Merkmale stärker betonen, als es Fotos könnten. Eine topografische Karte enthält z.B. hauptsächlich Geländestrukturen, Vegetationsmerkmale sind nur angedeutet. Bei einer Luftaufnahme eines Geländes hingegen treten Geländemerkmale oft weniger deutlich in Erscheinung: Ein Fluss, der zur Orientierung im Gelände wichtig ist, kann auf dem Luftbild schnell vom Wald überdeckt werden.
- *Textgrafiken* sind z. B. Mindmaps, Concept-Maps, Tabellen, Organigramme, Flussdiagramme. Hier liegt der Reiz darin, dass die schriftliche Information durch Pfeile, Oben-unten-Beziehungen oder Anordnungen strukturiert wird. Textgrafiken sind gerade zur Darstellung von komplexen Zusammenhängen oft schneller zu erfassen als Texte.⁵⁴

Ein Arbeitsblatt mit Grafiken gestalten

Beim Erstellen eines Arbeitsblattes stellen sich immer wieder die gleichen Fragen: Wo kommt das Bild hin? Kann das Arbeitsblatt ein zweites Bild vertragen? Wie groß oder wie klein können die Abbildungen sein? Das Layout Ihres Arbeitsblattes sollte verschiedene Funktionen erfüllen:

- Es weckt Aufmerksamkeit bei Ihren Schülerinnen und Schülern. Und selbst wenn es das nicht tut, weil es schon das x-te Arbeitsblatt ist, was sie an diesem Tag erhalten, ist es dennoch einladend und ansprechend gestaltet.
- Das Layout strukturiert den Inhalt. Ein gutes Layout ist also die Vorstufe zum Lernen, besonders dann, wenn Sie es mit sehr grafisch orientierten Schülerinnen und Schülern zu tun haben.
- Das Layout steuert die Aufnahme und die Bearbeitung der Inhalte durch Ihre Schülerinnen und Schüler.
- Durch das Layout geben Sie vor, wie gut ein Inhalt lesbar und lernbar ist.

In Abbildung 16 finden Sie ein gut gestaltetes Arbeitsblatt, ein eher schlecht gestaltetes in Abbildung 17. Betrachten Sie die Unterschiede:

Gutes Arbeitsblatt	Schlechtes Arbeitsblatt
Der Gesamteindruck ist offen und übersichtlich: eine Einladung zum Lesen.	Der Gesamteindruck ist voll und unübersichtlich: Es entsteht wenig Freude beim Arbeiten.
Der Text ist klar nach Sinnabschnitten strukturiert.	Es ist viel Text auf zu wenig Fläche. Strukturen sind nicht erkennbar.
Die einzelnen Textblöcke sind als Einheit erfassbar.	Bilder liegen mitten im Textblock und stören den Lesefluss.

Personen auf Bildern blicken zum Text hin: Der Blick des Lesers wird auf den Text gelenkt.	Personen auf Bildern blicken vom Text weg: Der Blick des Lesers wird vom Text weggeleitet.
Weniger ist mehr: Die grafische Information ist auf das Nötigste beschränkt.	Gut gemeinte, aber dennoch überflüssige Cliparts und Bilder ziehen die Aufmerksamkeit von den wichtigen Inhalten ab.
Es gibt ausreichend linken Rand zum Heften.	Zu wenig Rand links: Die Löcher stören im Textblock.
Es gibt ausreichend Rand rechts für Notizen.	Kein Platz für Anmerkungen.
Wenige aussagekräftige Bilder, die einzeln wahrgenommen und verarbeitet werden können.	Zu viele Bilder: Das einzelne Bild wirkt nicht.

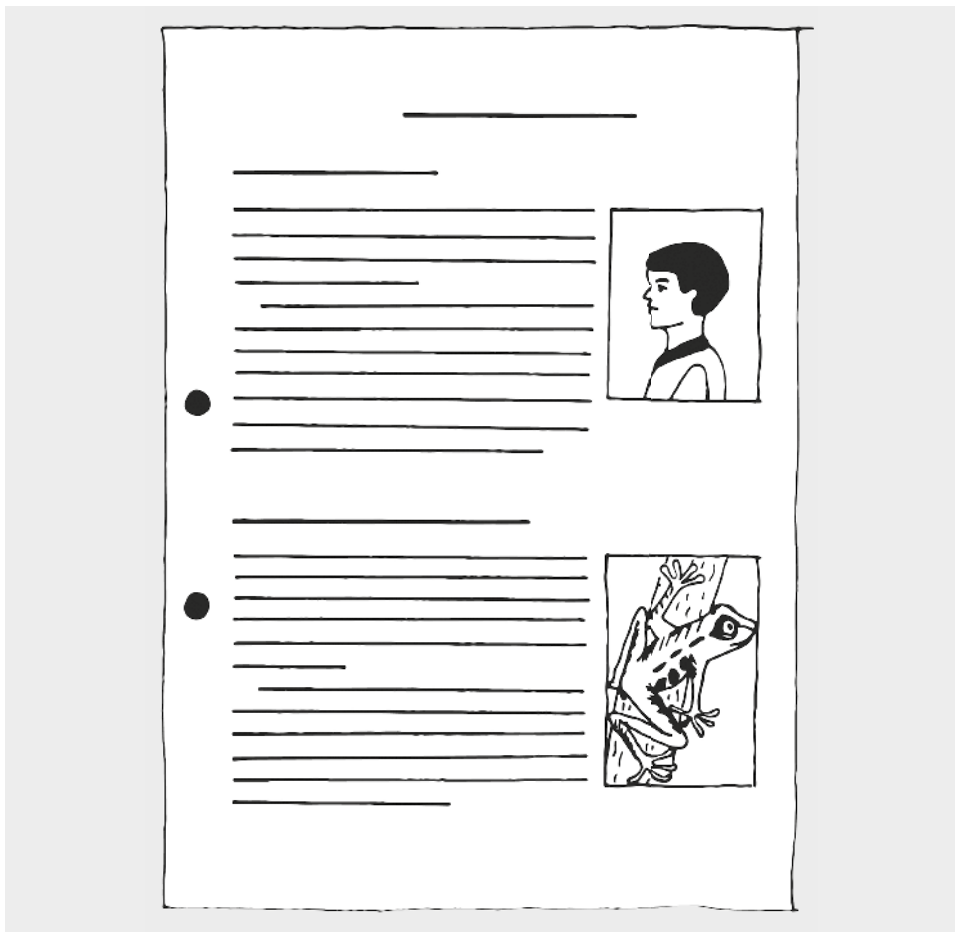


Abb. 16: Ein gut gestaltetes Arbeitsblatt

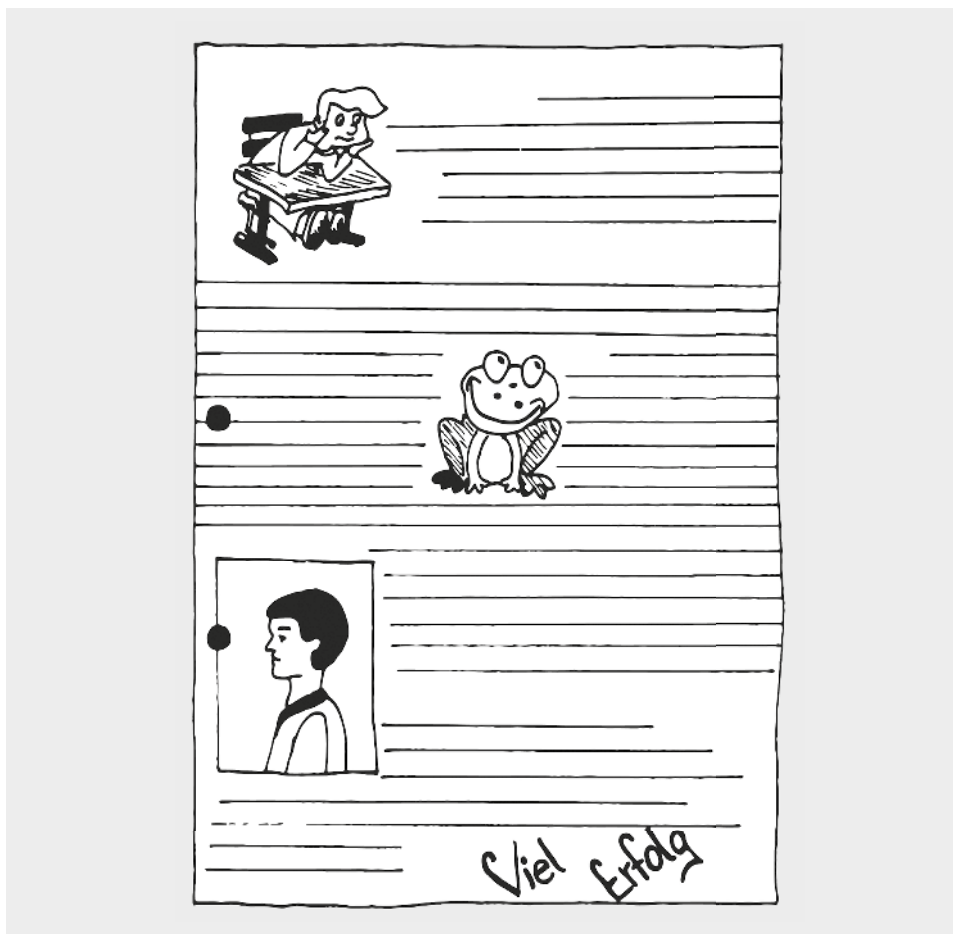


Abb. 17: Ein ungünstig gestaltetes Arbeitsblatt

Einen Podcast erstellen oder auswählen

Ein Podcast ist eigentlich ein kleiner Radiobeitrag, den Sie sich aber anhören können, wann und wo Sie möchten. Podcast ist dabei ein Kofferwort aus Broadcast (Rundfunksendung) und iPod. Ein Podcast kann als Datei im Internet gestreamt, Ihnen per RSS-Feed zugespielt oder einfach als Datei heruntergeladen werden. Sie sind insofern reizvoll für den Unterricht, als dass in den letzten Jahren viele kleine Beiträge zu aktuellen Forschungsgebieten entstanden sind, welche auf den Mediathek-Seiten vieler Radiosender oder einiger Lehrerbildungsinstitute zugänglich sind. Außerdem können sie leicht von Schülerinnen und Schülern selbst hergestellt werden, da der technische und zeitliche Aufwand übersichtlich ist.

Ein guter Podcast für den Unterricht sollte die Länge von ca. 5 bis 8 Minuten nicht überschreiten. Achten Sie auf gute Qualität der Sprachaufnahme: Dies ist ja die zentrale Quelle der Wissensvermittlung. Achten Sie insbesondere auf langsame, aber dennoch modulierte Sprache, die das Zuhören leicht und angenehm macht. Musik und O-Töne dürfen die Sprache nicht überdecken.

Möchten Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler selbst einen Podcast erstellen, sind Sie mit einem Smartphone und der meist vorinstallierten Aufnahmefunktion für einen ganz einfachen Podcast schon gut ausgestattet. Die Qualität der Sprach- und Tonaufnahme reicht in den meisten Fällen aus. In dieser Minimalversion können Sie allerdings nur Sprache aufnehmen (oder sie müssten die O-Töne von einem anderen Gerät ins Mikrophon hineinspielen, das wird aber nicht schön klingen). Also hilft es, Sprache, O-Töne und Musik separat aufzunehmen und anschließend im Computer zu schneiden und zu mischen. Hier helfen Freeware-Programme wie *Audacity*, *Traverso DAW* oder *Power Sound Editor*. Auch hier gilt: Keine Angst vor Technik, Sie müssen nicht alles selbst können – in jeder Klasse finden sich versierte Schülerinnen und Schüler, welche die anderen coachen können!⁵⁵

Filme erstellen oder auswählen

Die Welt der Lernvideos ist eine sehr seltsame geworden: Zum einen gibt es da die klassischen Lehrfilme, welche meist von Verlagen oder speziellen Firmen erstellt wurden. In der Qualität sind sie sehr unterschiedlich: von staubtrockenen Lehrfilmen mit instruktiver, aber langweiliger Grafik über oft schlecht gemachte und bisweilen inhaltlich falsche Erklärvideos auf Youtube bis hin zu lebendigen, packenden Filmen. Einige entbehren auch nicht einer gewissen unfreiwilligen Komik – schauen Sie sich einmal alte Telekolleg-Folgen an. Andere Filme auf Youtube wurden in den letzten Jahren teils von engagierten Einzelkämpfern erstellt, andere Videohersteller versuchen sich zwar nach außen betont lustig, locker und schülerzugewandt zu geben, zielen aber darauf, aus der Verzweiflung ratloser Schülerinnen und Schüler Kapital zu schlagen. Darüber hinaus bieten sie leider oft schlechte Erklärungen.

Um über die Vor- und Nachteile sowie die Einsatzbereiche unterschiedlicher Filmtypen sprechen zu können, möchte ich Ihnen im nächsten Abschnitt unterschiedliche Arten von Lehrfilmen darstellen. Dazu erhalten Sie einige Tipps, wie Sie geeignete Filme erkennen und wie Sie bzw. Ihre Schülerinnen und Schüler beim Erstellen eigener Filme erfolgreicher arbeiten können. Einige Hinweise für nützliche Software erhalten Sie ebenfalls – berücksichtigen Sie beim Lesen bitte, dass es in einem Buch nicht möglich ist, immer auf dem aktuellen Stand zu bleiben, dafür entwickeln sich Technik und Anwendungen einfach zu schnell.

Slidecasts und Screencasts

Eine recht einfache Technik, um ein Lehrvideo zu erstellen, ist ein *Slidecast*. Hierbei sieht der Zuschauende wie bei einem Vortrag Abbildungen aus *Powerpoint* oder einem vergleichbarem Format. Mit *Prezi* oder *Keynote* kann man beispielsweise bewegte Animationen erstellen, die recht beeindruckend sind. Dazu hört man Erklärungen. Ein Slidecast ist gewissermaßen ein abgefilmter Vortrag, bei dem der Vortragende nicht zu sehen ist. Manche Slidecasts haben als Vorspann eine kurze Kameraeinstellung auf den Vortragenden, um die Lernsituation etwas persönlicher zu gestalten.

Ein *Screencast* funktioniert ähnlich, nur dass hier Bildschirmaktivitäten gemeinsam mit gesprochenen Erklärungen und Kommentaren aufgenommen werden. (Die Maus bewegt sich – ein Menü geht auf, die Maus bewegt sich auf einen Menüpunkt ...) Ein Screencast eignet sich also besonders gut, um in Computeranwendungen einzuführen. Ähnlich funktionieren Filme, bei denen Zeichnungen und Anwendungen auf einem Tablet-PC dargestellt und abgefilmt werden. Beispiele dafür sind etwa einige Lernvideos zum Zeichnen, bei denen die darstellenden Grafiker auf dem Tablet zeichnen, wobei die Entwicklung der Figur und die Strichführung elektronisch mitgeschnitten werden. Programme, die dafür verwendet werden können, sind *Camtasia*, *Snagit* oder *Slidecast* (Letzteres für iPhone oder iPad): Sie »filmen« gewissermaßen Ihren Bildschirm beim Arbeiten ab. Mit diesen Programmen können Sie technisch recht leicht solche Filme erstellen. Die Zeit zur Vorbereitung ist allerdings wie bei allen Filmformaten nicht zu unterschätzen.

Als Beispiele für sehr gelungene Erklärvideos lohnt es sich, die Videos der Khan-Academy anzusehen (www.youtube.com/user/khanacademy). Die Grafik ist sehr reduziert, der Text präzise ausgearbeitet und Text und Grafik sind genau synchronisiert.

Legetechnik-Erklärvideos

Videos in der Legetechnik sind einfach in der Herstellung und oft sehr instruktiv. Sie bestehen aus gebastelten oder ausgeschnittenen Figuren, Moleküldarstellungen, Tieren, Textboxen etc., welche fotografiert, schrittweise verschoben und erneut fotografiert werden. Die Bilder werden dann zu einem Film zusammengefügt und kommentiert. Allerdings ergibt sich damit kein Trickfilm, sondern eher eine Abfolge von statischen Bildern.

Alles, was man braucht, ist einen Fotoapparat oder ein Handy, ggf. ein Stativ und einen Computer mit einem Programm wie z. B. *Movie Maker*, *Vidiot*, *VSDC Video Editor* oder *Lightworks*. Alle diese Programme sind als Freeware erhältlich.

Solche Filme im Unterricht zu erstellen ist technisch realisierbar. Auch hier müssen Sie die Technik gar nicht selbst beherrschen, das können einige Schülerinnen oder Schüler oft besser. Und: Es macht großen Spaß und man kommt zu recht ansehnlichen Ergebnissen.

Tafel- oder Whiteboardanschrift in Erklärvideos

Auch nur mit Kreide und Tafel (oder Whiteboard und Markern) lassen sich Erklärvideos herstellen, indem »einfach« ein Vortrag mit Tafelbild abgefilmt wird. Tatsächlich ist diese Art des Vortrages in der Vorbereitung aufwändiger, als es aussieht. Die technische Ausstattung mit Kamera, Stativ und ggf. externem Mikrofon ist schnell beschafft. Aber: Das Tafelbild zu zeichnen will geübt sein, der Text muss sitzen, und wenn Sie oder Ihre Schülerinnen und Schüler sich das erste Mal vor der Kamera erklären sehen, werden Sie überrascht sein, wie seltsam viele Bewegungen aussehen, wie schnell Sie sprechen, dass Sie an einigen Stellen doch undeutlich sprechen, dass Sie mit dem Körper das Tafelbild verdecken und viele andere Kleinigkeiten mehr.

Dennoch kann das Erstellen eines solchen Videos eine gute Übung sein, z.B. für eine Präsentationsprüfung zu trainieren. Und: Ein »knackiger«, guter Vortrag ist eine Kunstform, die man gern dokumentieren darf.

Wenn Sie sich entscheiden, solche Videos mit Ihren Schülerinnen und Schülern zu erstellen, denken Sie auf jeden Fall an die datenschutzrechtliche Einwilligung der Erziehungsberechtigten.

Animationen

Auch wenn es mittlerweile Computerprogramme gibt, mit denen Sie Animationen selbst erstellen können, würde ich davon bei Erklärvideos abraten. *GoAnimate* oder *iClone* bieten zwar viele Möglichkeiten, wie Sie oder Ihre Schülerinnen und Schüler zu ansehnlichen Animationen gelangen können, aber Zeitaufwand und Ertrag stehen hier in keinem günstigen Verhältnis, da zu viel Zeit für die »Verpackung« und zu wenig Zeit und geistige Kapazität für den Inhalt bleibt.

Ein schönes Projekt: Erklärvideos selbst erstellen

Wenn Sie oder Ihre Schülerinnen und Schüler ein Erklärvideo erstellen wollen, sollten Sie zunächst ausreichend Zeit einplanen. Wenn die technische Seite geklärt ist und der Inhalt steht, müssen Sie für ca. eine Minute Video etwa eine halbe Stunde Arbeitszeit einplanen, in der Sie üben, den Text zu sprechen, die Bedienung des Computers synchronisieren, mehrere Aufnahmen machen und sich diese ansehen, sich selbst korrigieren, die besten Szenen auswählen und am Ende zusammenschneiden.

Bedenken Sie allerdings bei der Unterrichtsplanung oder bei der Planung Ihrer Unterrichtsvorbereitung, dass die Anschaffung eines Programms und seine Bedienung unterschiedliche Dinge sind. Der Kauf einer Gitarre macht Sie nicht zum Gitarristen, selbst wenn Sie die Posen vor dem Spiegel geübt haben.

Woran Sie gute Videos erkennen

Woran erkennen Sie nun bei der Vorbereitung des Unterrichts gute Videos? Die Form der Darstellung, ob Slidecast, Tafelanschrieb, Legetechnik oder professionell produzierter Unterrichtsfilm, sagt über die Qualität nichts aus. Die folgende Liste mag helfen, ein paar zentrale Kriterien herauszustellen:

- Die Grundvoraussetzung ist: Die Inhalte müssen korrekt sein, vom Anspruchsniveau zielgruppenadäquat aufbereitet und von der Länge her zu Ihren Zeitkontingenten passend.
- Schon im Titel muss klar sein, worum es geht.
- Weniger ist mehr. Achten Sie auf klar gestaltete Folien oder einen aufgeräumten Bildschirm. Gute Casts sind so übersichtlich gestaltet, dass keine überflüssigen Elemente die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich ziehen. Das gilt sowohl für die Elemente, die Informationen tragen, als auch für Hintergründe etc.
- Bei Filmaufnahmen müssen die wichtigen Elemente im Vordergrund stehen, damit wenig von den Kerninformationen ablenkt.
- Je fokussierter und klarer die Sprache ist, desto besser ist die Informationsaufnahme. Je langsamer gesprochen wird, desto besser.
- Musik ist für den Einstieg nett, aber nicht notwendig. Die oft im Radio angewandte Technik, z.B. Verkehrsnachrichten auf einen musikalischen Hintergrund zu sprechen, ist aus Sicht der Informationsaufnahme ungünstig, da die Musik ablenkt.
- Sehr wichtig ist, dass verbale und grafische Information synchron laufen. Wenn Inhalte erklärt werden, die erst nach zwei oder drei weiteren Schritten demonstriert werden, müssen diese Inhalte die ganze Zeit im Gedächtnis behalten werden. Das ist anstrengend und fehleranfällig. Noch ungünstiger ist der umgekehrte Fall: Erst demonstrieren, später erklären. In diesem Fall würden die Zuschauer vermutlich versuchen, die Lücke zu füllen. Das führt dazu, dass weitere Informationen nicht gut oder gar nicht aufgenommen werden.

Wie Sie überfrachtetes Material entschlacken

Wenn Sie die Wissensvermittlung über Text und Bild optimieren möchten, lohnt es sich, einen Blick auf die Informationsverarbeitung im Gehirn zu werfen. Der Psychologe Allan Paivio hat in den 1970er Jahren eine hier hilfreiche Theorie (die Theorie der dualen Codierung) entwickelt. Paivio geht davon aus, dass Sprache und Abbildungen im Gehirn auf getrennten Kanälen aufgenommen und verarbeitet werden.⁵⁶

Alle Arten von Abbildungen werden zunächst über die Augen wahrgenommen. Die Informationen werden ins Sinnesgedächtnis geleitet. Dieser Teil des Gedächtnisses hält die Sinneseindrücke erst einmal ungefiltert fest, allerdings nur für wenige Zehntelsekunden. Hier geschieht eine Vorauswahl der Inhalte. Nur die wichtig erscheinenden Inhalte schickt dieser Teil des Gehirns zur Weiterverarbeitung ins Arbeitsgedächtnis.⁵⁷

Im Arbeitsgedächtnis werden die Inhalte komplex verarbeitet: Die herausgefilterten Bilder werden mit bekanntem Wissen aus dem Langzeitgedächtnis abgeglichen. Nochmals werden zentrale Inhalte ausgewählt, ggf. mit dem Vorwissen verbunden und nun als neue grafische Repräsentation gespeichert (Abb. 18). Eine grafische Repräsentation ist nicht genau das betrachtete Bild, sondern eher eine abstrahierte Fassung: Ihre grafische Repräsentation z. B. eines Autos ist so allgemein, dass Sie vom verniedlichten Spielzeugauto bis hin zum achtradrigen Kranwagen alles als »Auto« benennen können.

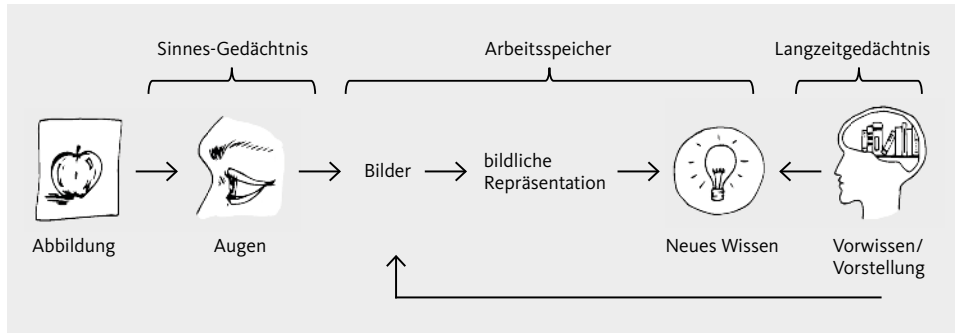


Abb. 18: Lernvorgang bei bildlichen Informationen

Verbale Informationen werden, wenn der oder die Lernende sie hört, zunächst über die Ohren wahrgenommen. Auch diese Informationen werden ins sensorische Gedächtnis geleitet. Auch hier geschieht eine Vorauswahl derjenigen Inhalte, welche zur Weiterverarbeitung ins Arbeitsgedächtnis überspielt werden. Dort werden die Worte mit dem Vorwissen abgeglichen, es entstehen neue verbale Repräsentationen (Abb. 19).

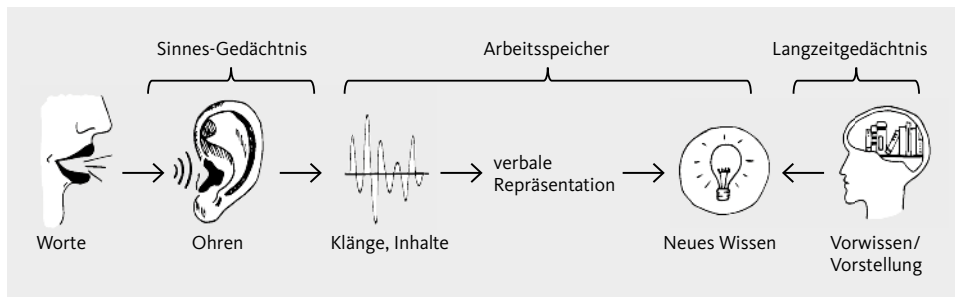


Abb. 19: Lernvorgang bei akustischen Informationen

Lesen ist nach diesem Modell eine komplexe Angelegenheit: Zunächst werden zwar die Buchstaben bzw. die Wörter als Grafiken verarbeitet. Bei der Verarbeitung im Gehirn wird allerdings auch die phonetische Ebene eingeschaltet, als ob wir quasi im Gehirn laut lesen. Lesen passiert also auf dem grafischen und akustischen Kanal gleichzeitig, auch wenn still gelesen wird.

Jeder dieser beiden Kanäle kann durch zu viele Informationen überlastet sein. Unübersichtlich wird die Lage dadurch, dass beim multimedialen Lernen auditive und grafische Informationen gleichzeitig auf die Schülerinnen und Schüler einprasseln. Die gleichzeitige Verarbeitung ergibt folgendes Gesamtbild (Abb. 20):

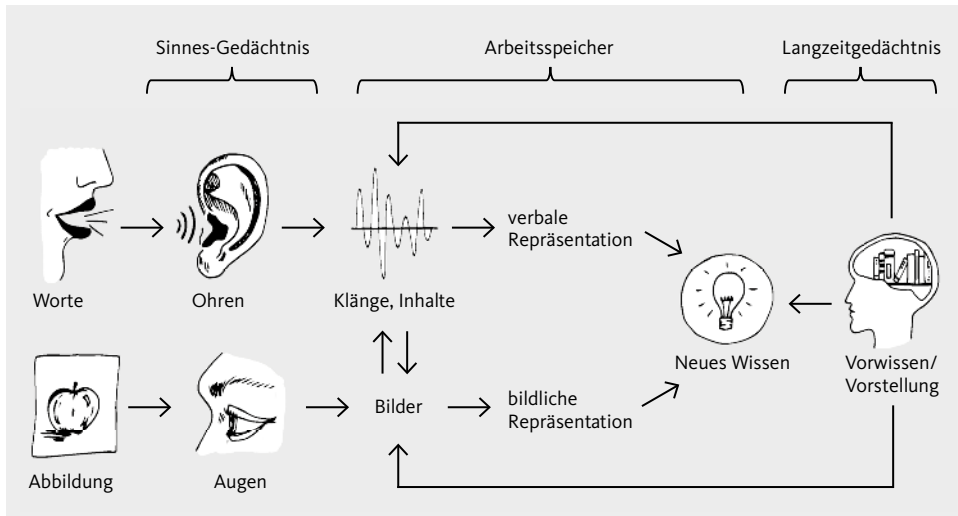


Abb. 20: Gleichzeitige Verarbeitung von verbaler und bildlicher Information

Während die *Menge* des Wissens, welches im Langzeitgedächtnis gespeichert werden kann, nahezu unendlich ist, ist die *Verarbeitungskapazität* der beiden Eingangskanäle schnell erreicht. Eine solche Überlastung wird als *cognitive overload* bezeichnet. Cognitive overload in einer Erklärsituation ist fatal: Die Aufmerksamkeit bricht ein, es macht sich Unruhe breit. Solange Ihre Lernenden nur gegen das Material rebellieren, haben Sie noch Chancen, etwas zu retten. Haben die Lernenden allerdings das Gefühl, Sie würden sie dauerhaft überfordern, wird es schwer sein, weiterhin die Motivation aufrechtzuerhalten.

Wie können Sie beim Erklären vermeiden, dass die Eingangskanäle Ihrer Lernenden überlastet werden? Oder: Wie können Sie hier Probleme antizipieren und dementsprechend das Material für Ihre Zielgruppe bearbeiten oder Alternativen auswählen? Im Folgenden erhalten Sie praktisches Handwerkszeug, um ungünstig gestaltetes Arbeitsmaterial zu entschlacken.

Zu viel Text oder zu viele Abbildungen

Eine typische Situation, die oft bei der Verwendung von ungünstig gestalteten Schulbüchern oder ähnlichen Arbeitsmaterialien auftritt: Die Lernenden müssen viel und

inhaltsdichten Text lesen. Dazu gibt es Abbildungen, die ihrerseits nicht intuitiv zu verstehen sind, wie z. B. Diagramme mit mehreren Graphen oder Skizzen mit zahlreichen Beschriftungen.

Das Problem: Der optische Eingangskanal ist mit dem Dechiffrieren der Abbildungen und der Texte überlastet.

Lösung 1: In so einem Fall lässt sich leicht der Text in den auditiven Kanal auslagern. Im einfachsten Fall können Sie den Text vorlesen lassen und nur das Bild zeigen. Achten Sie dann allerdings darauf, dass die Schülerinnen und Schüler dabei wirklich nur die Abbildung betrachten, indem Sie notfalls den Rest zudecken.

Den Schülerinnen und Schülern den Text vorzulesen und sie parallel selbst lesen zu lassen ist zwar beliebt, erweist sich aber als kontraproduktiv: Hier kommt es bei der Verarbeitung der Informationen zwischen auditivem und optischem Kanal zu ungünstigen Interferenzen.

Besonders effektiv ist das Auslagern der Textinformation dann, wenn Sie das Arbeitsblatt so gestalten, dass z. B. oben der Text und unten die Abbildungen sind. Die Lernenden falten das Blatt in der Mitte, sodass entweder Text oder Abbildungen zu sehen sind. Wenn Sie multimediale Lernumgebungen im Computer realisieren, können Sie den Text auch leicht als Audiobeitrag einbetten. Dies ist bei langsamer Lesegeschwindigkeit effizienter als eine rein grafische Text-Bild-Kombination.

Lösung 2: Alternativ können Sie die Kombination von Text und Bildern in Abschnitte zerlegen. Das geht praktisch durch Kopieren, Ausschneiden und Neuzusammenkleben. Oder digital, indem Sie die Buchseite einscannen und einige Teile in der Bildverarbeitung ausradieren oder in der Textverarbeitung weiße Kästen darüberlegen.

Identifizieren Sie zunächst Stellen im Text, bei denen sich sinnvoll Brüche einfügen lassen. Nehmen wir an, Sie würden den Text in drei Abschnitte verteilen, kopieren Sie die Seite drei Mal. Schneiden Sie den ersten Abschnitt sowie zugehörige Abbildungen heraus und kleben Sie Text und Abbildungen auf ein leeres Blatt. Gehen Sie für den zweiten und dritten Abschnitt genauso vor. Nun können Sie

- die Abschnitte nacheinander auf einem Arbeitsblatt anbieten
- oder dazu Zwischenüberschriften finden lassen
- oder nach jedem Abschnitt kleine Aufgaben einfügen
- oder den ersten Abschnitt ausgeben und den zweiten Abschnitt erst nach kleiner Lernstandskontrolle ausgeben und so prüfen, ob die Inhalte des ersten Abschnitts auch wirklich verstanden wurden.

Beide Eingangskanäle sind überlastet

Bei vielen neueren Lehrfilmen fällt auf, dass oft tief in der visuellen Trickkiste gewählt wird, um die Themen schülergerecht darzustellen. Dabei ist gleichzeitig die Textdichte recht hoch. Leider nehmen die Lernenden aus diesen Filmen oft erstaunlich wenige Informationen mit.

Das Problem: Bei Filmen werden Informationen synchron auf beiden Eingangskanälen dargeboten. Wenn die Lernenden gleichzeitig viel Text und viele Bilder aufnehmen und verarbeiten müssen, sind beide Kanäle verstopft.

Lösung 1: Relativ einfach lässt sich das Material auf einen größeren Zeitraum strecken. Filme und Animationen können Sie z. B. anhalten, damit die Lernenden Notizen machen können oder Zwischenfragen stellen können. Allerdings seien Sie vorgewarnt: Gerade jüngere Lernende sind das hohe Tempo aus Filmen und Videospielen gewohnt. Beim künstlichen Abbremsen müssen Sie also mit Protesten rechnen. Vielleicht finden Sie auch ältere Filme. Beim Betrachten werden Sie erstaunt sein, wie langsam das neue Wissen dargeboten wird. Dabei hat die archaisch anmutende Grafik einiger alter Lehrfilme ein hohes Instruktionspotenzial, da Text, Bild und Geschwindigkeit sehr sorgfältig aufeinander abgestimmt sind. Mit etwas Erfahrung werden Sie hier das richtige Maß aus Tempo, Inhalt und Entschleunigung finden.

Lösung 2: Akzeptieren Sie das hohe Tempo eines Films, sollten Sie Ihre Schülerinnen und Schüler kognitiv vorentlasten. Lassen Sie vor Betrachten des Films noch einmal im Unterrichtsgespräch die wichtigsten notwendigen Fakten rekapitulieren. Lassen Sie eine Mindmap zum Thema erstellen, um Zusammenhänge zwischen Themengebieten darzustellen, welche im Film angesprochen werden. Wenn der Film viele Fachbegriffe enthält, kann eine Wörterliste oder ein Glossar helfen. Wenn es nur wenige komplexe Begriffe sind, können Sie diese auch vorher erläutern oder in Textform erarbeiten lassen.

Zusatzinformationen stören die Verarbeitung

In vielen Filmen oder Büchern finden sich zusätzliche Informationen und Abbildungen, welche vom eigentlichen Inhalt ablenken. Insbesondere bieten Abbildungen, auf denen Jugendliche zu sehen sind, immer wieder Diskussionsanlässe über Kleidung, Frisur und Attraktivitätsgrad, aber auch überflüssige Cliparts auf Arbeitsblätter können schnell ablenken. Ebenfalls finden sich in Texten oft Informationen, die eigentlich gar nicht benötigt werden, wie historische Exkurse, biografische Details oder Anekdoten am Rande.

Das Problem: Ein Eingangskanal ist mit dem Ausfiltern der überflüssigen Informationen überfordert. Oder: Inhaltsfremdes Bildmaterial bietet so viel ablenkenden Diskussionsstoff, dass die eigentliche Information in den Hintergrund gerät.

Lösung 1: Streichen Sie einfach Informationen. Auch das geht wieder mit Kopierer, Schere und Klebstoff oder mit Scanner und Textverarbeitung.

Lösung 2: Sie können auch aus der Not eine Tugend machen und differenzierendes Material anbieten. Die schwerere Fassung ist die originale mit Zusatzinformationen, die leichtere ist die, die Sie nach den Ideen oben entschlackt haben.

Lösung 3: Stellen Sie das Wichtige z. B. durch Unterstreichen, Fettdruck oder durch Markierungen am Seitenrand heraus.

Lösung 4: Nutzen Sie das Material, um mit den Schülern die Frage zu diskutieren, was denn eigentlich das Wichtige ist. (Sie kennen sicher auch den Schülertypus, der gleich drei Textmarker neben sich liegen hat und Arbeitsblätter kurzerhand ganz einfärbt, angefangen bei der Überschrift.) Wichtige Informationen herauszufiltern ist eine hochkomplexe Aufgabe, welche Schülerinnen und Schüler immer wieder üben müssen. Und da die Frage nach der Relevanz stark fachabhängig ist, müssen Sie es in jedem Fach üben.

Die Informationen sind verstreut und schwer aufeinander zu beziehen

In einigen Büchern finden sich Seiten, auf denen eigentlich zusammengehörige Informationen über die ganze Seite verstreut sind, dazwischen Abschnitte mit Herleitungen, Exkursen, Anwendungen etc. Oft sind auch Grafiken abgebildet, die teils neben Textabschnitten stehen, welche schon ganz andere Themen behandeln.

Das Problem: Es geht viel Kapazität dafür verloren, Informationen zu suchen und in Zusammenhang zu bringen.

Lösung 1: Wenn das Problem hauptsächlich der Text ist, werden Sie wahrscheinlich nicht umhinkommen, einen neuen Text zu verfassen. Textblöcke können Sie nicht ausschneiden und neu zusammenkleben, ohne die Übergänge neu anzupassen.

Lösung 2: Wenn das Problem eher die schlechte Passung von Text und Abbildungen ist, liegt ein lösbares Layoutproblem vor, welches Sie auch mit einer Schere lösen können. In manchen Fällen bietet es sich sogar an, eine Grafik in die Mitte einer Seite zu stellen und die ausgeschnittenen Textblöcke wie eine Legende darum herum zu drapieren und ggf. mit Linien zur Grafik zu verbinden. So entstehen sehr instruktive Arrangements.

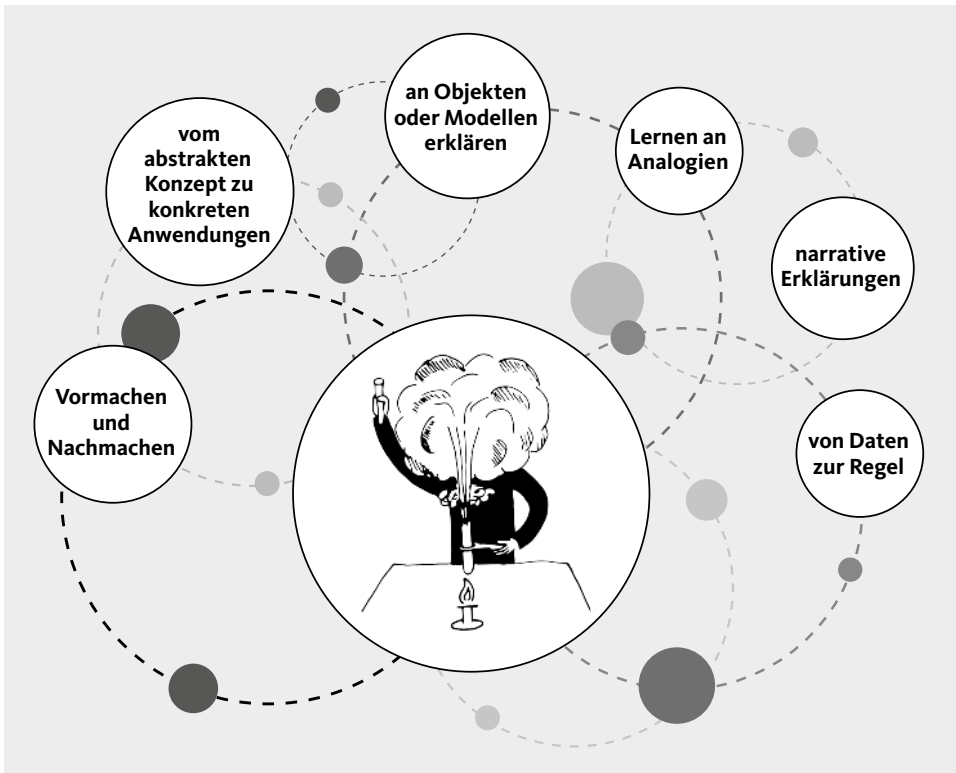
Lösung 3: Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler solche Grafiken selbst erstellen. Der Lernwert ist hoch, da Ihre Schülerinnen und Schüler das Thema wirklich durchdringen müssen – und dann das Erfolgserlebnis haben, ein komplexes Thema grafisch »zu knacken«.

Lösung 4: Sehr unübersichtliche Grafiken lassen sich mit einer Legende versehen. Am einfachsten zu verstehen ist es, wenn die Begriffe am Rand stehen und mit Linien in der Zeichnung markiert sind.⁵⁸

Text, Film und Multimedia

- ▶ Multimediales Lernen funktioniert besonders gut, wenn Text oder Sprache und Bilder gleichzeitig und nah beieinander präsentiert werden.
- ▶ Inhalte gleichzeitig lesen und vorlesen zu lassen, senkt die Behaltensleistung.
- ▶ Gestalten Sie Texte gut lesbar durch eher kürzere Zeilen und vergrößerte Zeilenabstände.
- ▶ Nutzen Sie Formatvorlagen, um ohne Aufwand zielführend zu formatieren.
- ▶ Entschlacken Sie unübersichtliches Arbeitsmaterial, indem Sie Texte oder Abbildungen vereinfachen, Zusatzinformationen entfernen oder verstreute Informationen zueinander gruppieren.

Kapitel 6: Sechs Strategien für erfolgreiche Erklärer



In diesem letzten Kapitel erfahren Sie Erklärstrategien für unterschiedliche Anlässe. Das Erlernen einer Figur beim Bodenturnen benötigt andere Erklärungen als die Anwendung einer Gleichung im Physikunterricht. Die Anleitung für eine Figur beim Bodenturnen und das gemeinsame Üben beim Musizieren mit einer Klasse weisen hingegen eine Menge Gemeinsamkeiten beim Erklären auf.

Dieses Kapitel behandelt sechs Formen des Erklärens nach steigendem Abstraktionsgrad: Am konkretesten ist *Vormachen und Nachmachen*. Hier zeigen Sie als Lehrkraft einen Handlungsablauf, den die Lernenden in gleicher Weise beherrschen sollen, sei es in der Musik, beim Versuchen in den Naturwissenschaften, bei handwerklichen Aufgaben im Kunst- oder Werkunterricht etc.

Etwas abstrakter ist die Strategie *Konzept und Anwendungen*. Hier geht es um abstrakte Vorgaben (grammatische Regeln, mathematische Anweisungen wie z. B. die

pq-Formel oder Ableitungen etc.), welche die Lernenden konkret – also an Beispielen – anwenden sollen.

Ganz andere Anforderungen setzt es, anhand von *Objekten oder Modellen zu erklären*. Die Anschauung leitet nicht zur Tätigkeit, sondern zu geistigen Kategorien. Hier erfahren Sie unterschiedliche Möglichkeiten, wie Sie die Arbeit mit Modellen und Realgegenständen strukturieren können.

Viele Bereiche der Wissenschaften sind den Sinnen nicht direkt zugänglich. Die Wärme bei einer chemischen Reaktion können wir spüren, die Energieumsätze hingegen verhandeln wir hochgradig abstrakt. Hier hilft das *Lernen an Analogien*. Sie lernen hier, was gute Analogien ausmacht und wie Sie diese erklärungsdienlich einsetzen können.

Alle bisher behandelten Ansätze beinhalteten ein mehr oder weniger regelhaftes Wissen. In der Geschichte oder in den Literaturwissenschaften sind hingegen oft Inhalte zu vermitteln, die *einmalig* waren und damit nicht fixen Regeln unterliegen. Solche Inhalte benötigen *narrative Erklärungen*.

Für Schülerinnen und Schüler ist es oft besonders schwierig, *von Daten zur Regel* zu gelangen. Im letzten Abschnitt erfahren Sie, wie Sie diese Abstraktionsleistung in fassbare Formen gießen.

Strategie 1: Vormachen und Nachmachen

Vormachen und Nachmachen ist wahrscheinlich die grundlegendste Form des Lernens überhaupt: Bei Kindern geschieht das Sprachlernen durch Imitation der Erwachsenen. In der Gestik und Mimik von Kindern erkennt man oft ihre Eltern wieder. Und von den großen Geschwistern lernen Kinder Spiele, Sozialverhalten und die Tricks, wie man auch an die höchstgelegenen Schokoladenverstecke kommt.

Im Bereich der institutionellen Bildung gibt es zahlreiche Anlässe für das Lernen durch Nachmachen. Ein guter Sportlehrer demonstriert die Figuren beim Bodenturnen genauso wie die Lehrkräfte im Werkunterricht und in der Verbraucherbildung die notwendigen Handgriffe. Im Musikunterricht werden Lieder gelernt durch Vor- und Nachsingen. Und auch in den Naturwissenschaften gibt es viele kleine Handgriffe und Abläufe zu lernen.⁵⁹

Vorüberlegungen zum Handlungslernen

Der Lernpsychologe Jerome Bruner teilt die Gesamtheit des Wissens in drei Kategorien ein: Wissen kann im Gehirn symbolisch, ikonisch oder enaktiv repräsentiert sein. Bei der *symbolischen* Repräsentation ist das Wissen in abstrakte Zeichen gegossen. Dies sind typischerweise gesprochene Sprache, Texte oder Formeln. Eine *ikonische* Repräsentation bedeutet, dass das Wissen in konkreten Abbildungen dargestellt ist. Dabei

geht es nicht um symbolische Darstellungen wie Diagramme, sondern um Abbildungen eines Gegenstandes. Im Gehirn sind also Bilder der Gegenstände gespeichert. Die *enaktive* Repräsentation ist im Körpergedächtnis niedergelegt: Hier sind Bewegungen gespeichert.⁶⁰ Die drei Repräsentationsformen sind nicht austauschbar: Das Bild eines Sonnenuntergangs zu beschreiben ist kaum möglich (zumindest wird auch der beste Text niemals das echte Bild ersetzen), und der Versuch, Fahrradfahren theoretisch zu beschreiben, ist definitiv zum Scheitern verurteilt.

Vormachen und Nachmachen vermittelt vorwiegend *enaktive* Wissensbestände. Damit unterscheidet sich diese Form des Erklärens grundlegend von den anderen. Der zentrale Aspekt ist nämlich, dass die vorgezeigten Tätigkeiten in das *Körpergedächtnis* der Lernenden übergehen müssen: Das Ziel ist also die Selbsttätigkeit der Lernenden.

Nicht zu unterschätzen ist dabei die *mentale* Selbsttätigkeit der Lernenden. Das klingt zunächst seltsam, geht es doch um *Bewegungsabläufe*. Schaut man sich allerdings die Trainingsmethoden z.B. von Skispringern oder auch Musikern an, wird deutlich, dass allein das körperliche Training nicht in der Lage ist, die teils sehr komplexen Bewegungsabläufe zu internalisieren. Erst durch das mentale Durchdenken der Abläufe, das Sich-Hineinfühlen in die Prozesse werden signifikante Leistungssteigerungen erreicht. Zusätzlich kommt gerade im Leistungssport das Problem hinzu, dass z.B. ein Skisprung nicht beliebig oft hintereinander wiederholbar ist.

Diese Techniken des Trainings fasst man unter dem Begriff *mentales Training* zusammen. Mentales Training ist äußerst effektiv: Vom Pianisten Arthur Rubinstein wird berichtet, er habe auf einer Busfahrt ein Stück vorbereitet. Mit den Noten in der Hand hat er die Musik und ihre Interpretation erfasst, Fingersätze vorbereitet, sich die Klänge vergegenwärtigt und damit den ganzen Prozess des Spielens soweit internalisiert, dass er sich danach an ein Klavier setzen konnte und das Stück auswendig und fehlerfrei spielte.⁶¹

Ablauf des Handlungslernens

Zielklarheit: Grundlage jedes Erklärens durch Vormachen ist, die Problem- oder Aufgabenstellung zu verdeutlichen. Den Lernenden muss klar sein, welchen Sinn ihre Handlungen haben. Nur wenn das Ziel der Handlungen klar ist, können die einzelnen Schritte im Zusammenhang gedacht werden. Weiterhin müssen im Sport, aber auch in Werken (Werkzeuggebrauch!), Verbraucherbildung oder in den Naturwissenschaften deutliche Hinweise zu potenziellen Gefahren und deren Vermeidung gegeben werden.

Demonstrieren: Beginnen Sie dann mit der eigentlichen Demonstration. Zeigen Sie zunächst den Prozess als Ganzes: Singen Sie das Lied komplett vor, damit die Lernenden einen Eindruck vom Stück erhalten. Zeigen Sie, wie man ein Brett glattholt. Wichtig ist: Sie müssen das Prozedere selbst beherrschen. Niemand wird es Ihnen übelnehmen, wenn Sie beim Lied einen Texthänger haben, aber wenn Sie selbst das

Lied als Ganzes nicht beherrschen oder mehrfach den Hobel verkanten, werden Ihre Lernenden nicht glauben, dass sie die Prozesse von Ihnen erlernen können. Arbeiten Sie ruhig, sauber, konzentriert und mit flüssigen Bewegungen – auch schon bei der Arbeitshaltung sind Sie Vorbild.

Unterbrechen Sie bei der ersten Demonstration nicht durch Erläuterungen. Sie würden vom eigentlichen Fokus ablenken.

Nun folgt die zweite Demonstration: Zerlegen Sie die Arbeit in einzelne Schritte. Benennen Sie diese. Geben Sie kurze und knappe Erläuterungen, in denen Sie die Aufmerksamkeit fokussieren. Achten Sie auf verständliche Sprache. Die wenigen Dinge, die Sie hier sagen, sollen wichtige Fachbegriffe enthalten, die Dinge und Prozesse benennen und erläutern. Planen Sie also vorher, welche Teilabläufe und Fachbegriffe Sie darstellen möchten.

Mentales Durcharbeiten: Das Erklären durch Vormachen ist nur der Anfang der Arbeit: Nun müssen die Lernenden darin angeleitet werden, die Abläufe erneut mental durcharbeiten. Hierzu empfiehlt es sich, den Lernenden zunächst die Bedeutung des mentalen Trainings zu erläutern – zu schnell versuchen die Lernenden, die Abläufe zu *imitieren*, ohne ihren Sinn *verstanden* zu haben. Dabei ergibt sich das Problem, dass wichtige Details leicht übersehen werden. Lassen Sie dann die Lernenden in kleinen Gruppen oder einzeln die Handlung demonstrieren. Halten Sie die Lernenden dazu an, die Phasen zu benennen und deren Sinn und Besonderheiten zu erläutern.

Übergang zur Eigenaktivität: Erst jetzt gehen Sie zur Eigenaktivität der Lernenden über. Beobachten Sie dabei noch ausreichend lange, um Nachlässigkeiten und Fehlerquellen zu vermeiden. Dies gilt insbesondere in den nächsten Unterrichtsstunden, wenn ein paar essenzielle Details wieder in Vergessenheit geraten sind. Bei Ski-Klassenfahrten gibt es die Regel, am dritten Tag etwas anderes zu tun, als Ski zu fahren: Am fehleranfälligsten ist im Lernprozess die Phase, in der die Lernenden schon glauben, die Handlungen zu beherrschen, entsprechend weniger vorsichtig agieren, aber dennoch noch keine wirkliche Routine und Sicherheit haben.

Strategie 2: Konzept und Anwendungen

In diesem Abschnitt lernen Sie, wie Sie bekannte abstrakte Inhalte auf konkreter Ebene nutzbar machen. Typische Beispiele hierfür sind:

- Anhand der Formeln für Flächen- oder Volumenberechnung konkrete Aufgaben lösen
- Grammatische Regeln für Satzkonstruktionen anwenden
- Reaktionsgleichungen anhand eines vorgegebenen Schemas erstellen
- Rechenregeln anwenden
- Regelhafte Abläufe in anderen Kontexten erkennen
- Eine perspektivische Zeichnung konstruieren ...

Dieses Arbeiten nach »Strickmuster« wirft aber häufig größere Probleme auf, als man zunächst vermuten sollte. Aus der PISA-Videostudie gibt es hierzu eine erstaunliche Erkenntnis. Das Arbeiten mit abstrakten Größen stellt die Lernenden oft vor unüberwindliche Hürden. Stellt man hingegen einer Schülerin oder einem Schüler, der hier scheitert, die gleiche Rechenoperation als Aufgabe aus dem Alltag, fallen ihr oder ihm die Berechnungen viel leichter.⁶² Betrachten Sie zunächst folgende Aufgabe:

Berechnen Sie die Fläche von 4,0 m Länge und 3,1 m Höhe, aus der ein 2,0 x 0,8 m großes Stück ausgeschnitten wurde.

Vergleichen Sie diese Aufgabenstellung nun mit der folgenden:

Ein Maler soll eine 4 Meter lange und 3,1 m hohe Wand streichen. In der Wand befindet sich eine Tür, die 2 Meter hoch und 0,8 m breit ist. Wie groß ist die Fläche, die der Maler streichen muss?

Gerade schwächere Lernende lösen die zweite Aufgabe deutlich leichter und schneller als die erste. Dennoch ist die eigentlich geistige Operation* dahinter die gleiche: *Multipliziere für beide Flächen die Länge mit der Breite. Ziehe dann die kleinere Fläche von der größeren ab.* Wenn also die Operation hinter den beiden Aufgaben identisch sind, dann liegt das Lernhindernis nicht darin, dass die Operation für die Lernenden zu schwierig wäre: Das Hindernis liegt beim dargestellten Fall im Weg der Vermittlung – das Ergebnis ist für den Schüler gleichwohl erreichbar.

Dem Umgang mit diesen Schwierigkeiten liegt eine Eigenheit unseres Schul- und Ausbildungssystems zugrunde: Die Arbeit mit abstrakten Konzepten wird als höherstehend bewertet als das Arbeiten mit konkreten Anwendungen. Es scheint, als stehe das *abstrakte Konzept* im Zentrum des schulischen Arbeitens. Wir lernen und lehren die Formeln für die Flächenberechnung, die Formel für die Elektronenschalenbesetzung der Atome, Regeln für ein formvollendetes Sonett, die Formel für die Geschwindigkeit, den freien Fall, den gebremsten Fall, den schiefen Wurf ... Aus der reinen Idee, aus der unbefleckten Sphäre des Geistigen leiten wir dann die Leitlinien für die schmutzigen Niederungen der Praxis ab. Bei Formeln werden Werte eingesetzt und berechnet (die dann, zumindest was den naturwissenschaftlichen Unterricht angeht, mit einiger Vorsicht zu betrachten sind). Regeln für literarische Formen werden mit vorliegenden Werken verglichen (die dann meist auch nicht so genau den Regeln entsprechen, wie man es gern hätte).

* Zum Begriff der Operation mehr im Abschnitt »von Daten zur Regel«.

Diese Beobachtung wirft die Frage auf, ob sich Alternativen finden lassen, in denen die zu erreichenden Kompetenzen effizienter erreicht werden. Daher möchte ich Ihnen im folgenden Abschnitt zwei Ideen vorstellen: Das Modell der *Cognitive Apprenticeship* zeigt Wege auf, wie die Anwendung einer Regel strukturiert vermittelt wird. Auf dem Weg von der Regel zur Anwendung erfahren die Lernenden zunächst viel Hilfe, bevor sie Schritt für Schritt in die Selbstständigkeit entlassen werden. Die *Arbeit mit Archetypen* zäumt das Pferd von hinten auf: Statt den Weg von der abstrakten Formel hin zur praktischen Anwendung zu gehen, werden typische Fälle diskutiert, welche dann das Schema für neue Herausforderungen bieten.

Cognitive Apprenticeship als Arbeitsstrategie

Cognitive Apprenticeship (»kognitive Lehre«) überträgt die Idee der Handwerksausbildung auf das Erlernen von theoretischen Inhalten. In einer Handwerksausbildung zeigt der Meister dem Lehrling sorgfältig die zu erlernenden Handgriffe. Dabei weiß der Lehrling genau, welches Endprodukt herauskommen soll, und kann die einzelnen Schritte im Kontext des Arbeitsprozesses verorten. Anschließend übt der Lehrling die Handgriffe selbst und wird dabei vom Meister unterstützt, wobei die Unterstützung mit steigender Erfahrung des Lehrlings immer weiter zurückgefahren wird. Erst wenn er sich in seinem Tun wirklich sicher ist, arbeitet der Lehrling eigenständig weiter.

Ganz genauso gehen Sie innerhalb einer Vermittlungssequenz nach dem Modell der *Cognitive Apprenticeship* vor. Der Arbeitsprozess wird dabei in vier Phasen unterteilt:

- (1) *Modeling*: Vorführen,
- (2) *Scaffolding*: unterstützte Eigentätigkeit,
- (3) *Fading*: Nachlassen der Unterstützung durch den Lehrer bei steigender Kompetenz der Lerner und zuletzt
- (4) *Coaching*: Beobachten und Betreuen.

Betrachten wir die Schritte im Einzelnen:

Phase 1: Modeling. Sie beginnen mit dem konkreten Darstellen der Handlung. Achten Sie dabei darauf, das Ziel Ihres Unterrichts zu erläutern: »Heute möchte ich euch zeigen, wie ihr die Fläche eines Dreiecks berechnet.« Nur wenn der Sinn der Schritte klar ist, sind die Lerner in der Lage, die einzelnen Teile im Gesamtprozess zu verorten. Dieser Teil des Vermittlungsprozesses ist essenziell: Wenn hier Verständnislücken auftreten, werden alle weiteren Abläufe schwierig.

Überlegen Sie bei der Konzeption dieses Teils, ob Ihren Lernenden alle notwendigen Bestandteile bekannt sind. Konkret: Kennen sie die Werte- und Größenbezeichnungen, beherrschen sie ggf. auftretende Umrechnungen, sind sie mit den zu nutzenden Tempusformen vertraut, kennen sie die harmonischen Grundlagen der folgenden

Werkanalyse? Sollten Sie sich als Lehrkraft unsicher sein, bieten Sie schon hier Hilfestellungen an. Entweder Sie benennen die Bestandteile noch einmal deutlich oder beschriften Formeln oder Modelle an der Tafel oder in der Präsentation.*

Die Darstellung sollte kurz und zielgerichtet sein. Bedenken Sie dabei die Regeln zur verständlichen Sprache aus Kapitel 3. Besonders hilfreich ist hier eine einheitliche Benennung der Teile: Auch wenn es stilistisch eleganter sein könnte, bei einer Wand zunächst von der *Länge* zu sprechen und im nächsten Satz die passende *Strecke* messen, ist dies gerade für Lernende mit Sprachschwierigkeiten verwirrend.

Phase 2: Scaffolding. »Scaffold« bedeutet so viel wie »Gerüst«. Sie haben Ihren Lernenden den grundsätzlichen Ablauf gezeigt, nun geht es darum, ihnen für das weitere Arbeiten ein Gerüst zu bieten, in welches sie die neuen Inhalte einsortieren können und das ihren Wissensaufbau stützt. Hier können Sie mit unterschiedlichen methodischen Tricks arbeiten.

- Unterstützen Sie durch persönliche Hilfestellung.
- Bitten Sie schnelle Schüler, den etwas langsameren zu helfen. Oft haben Schüler ein gutes Auge und Ohr für Verständnisschwierigkeiten und sind schnell darin, diese auf unkonventionelle Art auszuräumen.
- Bieten Sie Hilfe in Form von Hilfekärtchen.
- Auch ein Arbeitsblatt kann Hilfen enthalten, die von den Lernenden einfach umgeklappt und nur bei Bedarf genutzt werden. Keine Angst: Die Herausforderung, die Aufgabe selbst zu schaffen, ist mächtig! Wer die Hilfe nicht braucht, wird sie wahrscheinlich auch nicht in Anspruch nehmen.
- Sollten Sie durch Inklusionsmaßnahmen oder Referendare bzw. Ausbilder eine zweite Lehrkraft im Raum haben, sollten Sie diese Chance nutzen: Zwei Lehrkräfte können viel effizienter und ruhiger Hilfestellung geben als Sie als Einzelkämpfer.

Phase 3: Fading. Wenn Sie Ihre Lernenden während der Scaffolding-Phase beobachten, werden Sie feststellen, dass sie zunehmend sicherer im Arbeiten werden – der eine schneller, der andere langsamer. Damit wird die Hilfe weniger, die Sie bieten müssen: Sie fahren die Hilfestellung nun langsam zurück. Auch wenn viele Lernende von alleine anfangen, selbstständig zu arbeiten, ist dies ein aktiver Prozess, den Sie steuern müssen: Sie riskieren ansonsten, lange Zeit in der Phase der Hilfestellung steckenzubleiben. Das wäre für das Erfolgserleben der Schüler problematisch – und für Sie sehr anstrengend.

Phase 4: Coaching. Nun gehen Sie in die Phase des betreuten Beobachtens über: Die Lernenden arbeiten selbstständig, Sie sind allerdings als Lehrkraft stets bei Problemen oder Fragen ansprechbar.

* Als Praxistipp: Ich habe für solche Fälle leere einlaminierter Sprechblasen in der Tasche. Die kann man leicht mit einem nassen Schwamm an die Tafel kleben und mit abwaschbarem Edding beschriften. So fängt die Formel an »zu sprechen«.

Arbeiten mit Prototypen

Wie Sie oben gesehen haben, stellt das Arbeiten mit abstrakten Konzepten die Lernenden oft vor größere Hindernisse. Dennoch ist es möglich, zu einem Großteil der gleichen Kompetenzen zu kommen wie mit den Lehrformen, die wie oben dargestellt von der Regel ausgehen. Hierzu schlage ich vor, statt mit Abstraktionen mit *Prototypen* zu arbeiten: Die Inhalte werden anhand von typischen Beispielen erarbeitet, die dann auf andere ähnliche und zunehmend komplexe Beispiele übertragen werden. Im Beispiel der Flächenberechnung würden die Lernenden zunächst erfahren, wie man die Fläche einer Wand berechnet (Breite mal Höhe), und diese »Arbeitsanleitung« zunächst an weiteren Beispielen üben. Danach wird dann dieses Wissen auf andere Beispiele (Wand mit Tür, Würfel etc.) übertragen.

Im Bereich des Sprachenlernens könnte ein Vorgehen so aussehen, dass z.B. Konditionalsätze an einigen Beispielen eingeführt werden und die Lernenden die Sätze auswendig lernen. Dann wird die grammatische Struktur diskutiert (welche Zeitformen müssen wo eingesetzt werden) und dieses Ankerbeispiel auf andere, unbekannte Beispiele übertragen.

Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass Sie den Abstraktionsschritt umgehen. Das neue Wissen leitet sich nun nicht mehr aus einer Regel her. Stattdessen wird das neue Wissen strukturiert durch Vergleiche zu einem Satz von typischen Beispielen, den Prototypen.

Dieses Lernen scheint zunächst aufwändiger zu sein, da verschiedenste Typen gelernt werden müssen. Allerdings ist diese Form des Lernens häufig anzutreffen: Beobachten Sie einmal, wie kleine Kinder das Sprechen lernen: Immer wieder hören sie die Sprache, leiten intuitiv Regeln ab, probieren die Regeln aus, modifizieren, erlernen langsam die Ausnahmen ...

Strategie 3: Narrative Erklärungen

Eine narrative Erklärung bietet eine Antwort auf die Frage: »Wie ist es dazu gekommen?« Fragen, die eine solche Antwort erfordern, finden wir in verschiedensten Gebieten: Wie kam es zum Fall der Berliner Mauer? Warum haben Giraffen so einen langen Hals? Welche Entwicklungen durchlebte die Barockmusik zwischen Monteverdi und Bach?

Eine narrative Erklärung versucht, Gründe für eine Entwicklung nachvollziehen. Sie macht retrospektiv Einflussfaktoren ausfindig, beschreibt ihren Einfluss und verbindet verschiedene Ereignisse oder Sachlagen zu Beziehungsgefügen. Dabei ist das letztendlich betrachtete Ereignis oftmals sehr unwahrscheinlich oder sogar einmalig, tritt aber (wie der Fall der Berliner Mauer) dennoch ein.

Die meisten narrativen Erklärungen betrachten Ereignisse in der Vergangenheit. Das muss allerdings nicht notwendigerweise so sein: Auch eine Prognose über gesellschaftliche Entwicklungen enthält ein Narrativ.

Um einem Missverständnis vorzubeugen: Eine narrative Erklärung muss nicht notwendigerweise im Gewand einer Erzählung daherkommen. Auch ein Interview oder eine kommentierte Quellensammlung enthalten letztendlich Narrative. Der Begriff Narrativ bezieht sich also eher auf die geistige Struktur einer Darlegung (das »Was«) als auf deren Aufmachung (das »Wie«).^{*} Auch wenn in der Forschung umstritten ist, was ein Narrativ eigentlich ist, lässt es sich auf eine sehr kurze Formel bringen: Jemand berichtet, dass etwas passiert ist. Dieser Bericht kann aber verschiedene Formen annehmen und als Erzählung, als Sammlung von Quellen, von Daten, als Comic oder Cartoon oder als Sachtext daherkommen. Und genau hier versteckt sich eine der Seltsamkeiten der narrativen Erklärung: Auch hinter einem noch so um Objektivität bemühten Sachtext (beispielsweise über den Fall der Berliner Mauer) verbirgt sich eine Person, die ihre wohlbegründete, aber letztendlich doch subjektive Darstellung der Abläufe darstellt. Denn: Eine »objektive« Geschichte gibt es nicht.

Merkmale einer narrativen Erklärung

Aus dieser Kurzdefinition leiten sich einige typische Merkmale eines Narrativs ab, welche später für das Erklären wichtig sind.⁶³

- In einer narrativen Erklärung gibt es ein handelndes oder dem Handeln anderer unterworfenen Subjekt. Meist sind dies Menschen, im Biologieunterricht auch oft Tiere oder Pflanzen. (Denken Sie an Themen wie Tiere im Winter.) In der Chemiedidaktik versuchen einige Autoren auch Narrative zu konstruieren, in denen das Subjekt ein Stoff oder ein Molekül ist – ob dieser Ansatz am Ende zu konstruiert erscheint, muss man im Einzelfall abwägen.
- Ein Narrativ hat einen Autor. Wie versteckt er auch agieren mag und wie sehr er sich hinter unpersönlichen Passivkonstruktionen verbirgt: Ein Narrativ ist eine subjektive und zielgerichtete Konstruktion.
- Eine narrative Erklärung weist eine *zeitliche Struktur* auf. Die Zeit ordnet die verschiedenen Ereignisse, sodass es zwischen ihnen Vorher-nachher-Relationen gibt.
- Den Unterschied zwischen einer zusammenhanglosen Auflistung von Ereignissen und einem Narrativ macht der Wille zum Erklären aus. In einem Narrativ versucht der Autor oder der Erzähler, Zusammenhänge zu konstruieren, wie und warum es zu einem bestimmten Ereignis gekommen ist. Dieses Ereignis kann sehr unwahrscheinlich sein oder sogar einmalig. Mit dieser Ausrichtung auf einzelne Ereignisse unterscheidet es sich von den Erklärungsmustern, die auf Regeln oder zumindest statistischen Wahrscheinlichkeiten basieren.

* In der Literaturwissenschaft werden diese Ebenen als *discours* und *histoire* bezeichnet. *Discourse* beschreibt, was passiert, *histoire* beschreibt, was der Autor aus dem Stoff macht, welche Stilmittel, welche literarischen Verfahrensweisen er einsetzt etc.

- In einer narrativen Erklärung werden nicht Datenreihen oder Regeln als Grundlage einer Sinnkonstruktion genutzt. Vielmehr werden *einzelne Ereignisse als Gründe für andere Ereignisse* herangezogen. Damit werden zwischen Ereignissen oder Strukturen Sinnzusammenhänge oder Wirkungsgefüge konstruiert.
- Während ein physikalisches Gesetz Voraussagen über noch anstehende Ereignisse erlaubt, hat ein Narrativ keinen zwingend prädiktiven Charakter.* Alle dargestellten Zusammenhänge sind *konstruierte Beziehungen*. Die Beteiligten des Sturmes auf die Bastille ahnten sicher, dass ihr Tun Folgen haben würde. Welche Folgen sich genau daraus ergaben, können Historiker in der Rückschau deuten, im Moment des Geschehens ist die Zukunft nicht vorhersagbar.

Ein Narrativ darbieten 1: Erzählen

Wie gehen Sie nun konkret mit narrativen Erklärungen im Unterricht um? Ein Narrativ kann unterschiedlichste Formen annehmen: Sie können es als Beziehungsgefüge in einer Mindmap darstellen, als eher trockenen Sachtext, Sie können es aber auch als Geschichte erzählen. Zunächst sei gesagt, dass die Forschungslage zum *Erzählen* im Unterricht recht gut ist, zu den narrativen Erklärungen allerdings noch sehr dünn. Insbesondere in der Naturwissenschaftsdidaktik gab es ein paar Ansätze, die versuchten, naturwissenschaftliche Inhalte stärker in ihren geistesgeschichtlichen Kontext einzubinden, wie z. B. das historisch-problemorientierte Verfahren im Chemieunterricht oder der historisch-genetische Physikunterricht.⁶⁴ Auch wenn diese Verfahren in Reinform heute als nicht mehr angemessen gelten, finden sich dennoch einige nutzbare Hinweise.

Erzählen Sie! Das Erzählen ist etwas aus der Mode gekommen. Und das ist schade. Denn die Freude von Kindern (und auch Jugendlichen) an Geschichten ist immer noch ungebrochen, trotz aller medialer Überformung des Wissenserwerbs. Erzählen ist immer noch die reichste Form der Kommunikation, da sie gleichzeitig Inhalte, Kontexte und Wertungen vermittelt.⁶⁵

Sie erklären *Inhalte*, indem Sie erläutern, wie es zu wissenschaftlichen Entdeckungen kam, warum sich historische Ereignisse so zugetragen haben, wie es passiert ist, auf welche Weise Kunstwerke entstanden sind ... Damit bieten Sie neben den reinen Sachinformationen *Kontexte*: Nicht nur das Was und Warum sind entscheidend, sondern auch die Bedingungsfaktoren, die eigentlichen Fragestellungen, denen ein Forscher nachging, der wissenschaftliche Diskurs zur damaligen Zeit, die Charaktere der

* Um Missverständnisse zu vermeiden: Ein Narrativ kann auch Ereignisse in der Zukunft betreffen. Aber eine solche Vorhersage hat nie den zwingenden Charakter, den eine Vorhersage anhand eines Naturgesetzes hätte.

zentralen Gestalten des öffentlichen Lebens usw. Indem Sie dies als Erzählung darlegen, flechten Sie *Wertungen* ein.

Erklären Sie transparent. Seien Sie transparent bei der Zielsetzung des Narrativs. Betrachten Sie die Berichterstattungen zur Wende in Ostdeutschland. Hier lassen sich unterschiedliche Narrative ausmachen: War der Fall der Mauer ein Sieg des Volkes über einen unterdrückenden Staatsapparat? Oder stand der Zusammenbruch des Staates sowieso bevor, da einer greisen Führungsriege die Kontrolle über eine hochverschuldete und marode Volkswirtschaft entglitten war? Oder war es am Ende eher der Erfolg von langen, zähen Verhandlungen im Hintergrund? Decken Sie auf, welche alternativen Narrative es gäbe. In allen Geistes- und Sozialwissenschaften (und auch in den Naturwissenschaften!) gibt es oft mehrere gleichwertige Narrative, die alle ihre unterschiedlichen Perspektiven haben und damit verschiedenste Zielsetzungen verfolgen.

Greifen Sie Schülervorstellungen auf. Narrative Erklärungen, die Sie als Erzählung verpacken, sind eine wundervolle Möglichkeit, um Schülervorstellungen aufzugreifen. Denn zwischen historischen Ideen und Schülervorstellungen gibt es manchmal Parallelen, die sich im Unterricht nutzbar machen lassen.

Die grundlegende Schwierigkeit beim Umgang mit Schülervorstellungen ist ja oft, dass Lernende ihre Vorstellungen nicht oder nur in sehr unklarer Weise kommunizieren. Einerseits braucht es dafür die entsprechenden Anlässe, die Vorstellungen ausreichend klar werden lassen. Diese Anlässe müssen flankiert werden von einem Unterrichtsklima, das den Lernenden die Sicherheit bietet, sich zu öffnen. Zuletzt braucht es ausreichende kommunikative Kompetenzen der Lernenden, damit auch Ihnen als Lehrkraft klar wird, welche Vorstellungen sich der Lernende vom Lerngegenstand macht.

Um konkret zu werden finden Sie einen kleinen Einblick in nutzbare Schülervorstellungen in der Tabelle unten. Wenn Sie solche Ideen von Forschern darstellen und anschließend erläutern, wie sie teils fruchtbar waren, teils aber auch widerlegt wurden, erarbeiten Sie sich wichtige Möglichkeiten: Sie können nun Schülervorstellungen im Unterricht diskutieren, ohne dass einzelne Lernende sich »outen« müssen. Weiterhin kommen Sie ohne aufwändige Diagnose aus (siehe Kapitel 2).

Sie erhalten noch einen wichtigen Vorteil: Sie können gewissermaßen *en passant* erzählen, wie Naturwissenschaften funktionieren: durch Beobachtung, Hypothesenbildung und deren Be- oder Widerlegung.⁶⁶ Für die nicht-naturwissenschaftlichen Fächer sind solche Parallelen meines Wissens noch nicht so klar herausgestellt, hier ist noch Forschungsbedarf.

Schülervorstellung	Historische Vorstellung
Schülerinnen und Schüler (SuS) haben Schwierigkeiten, sich den atomaren Aufbau der Materien vorzustellen.	Auch ab dem Zeitalter der Experimentalchemie-Geschichte brauchte der Atomismus Jahrzehnte, bis er sich als anerkannte Theorie durchsetzte.
SuS vermuten oft, dass Stoffe hart werden, weil ihnen etwas Hartes zugesetzt wird, dass Pigmente farbig sind, weil ihnen Farbstoffe zugesetzt sind etc.	Ähnliche Vorstellungen hatten die Alchemisten, die z. B. versuchten, die Eigenschaften von Stoffen aufzutrennen.
Befragt man jüngere SuS nach ihren Teilchenvorstellungen, zeichnen sie oft lückenlos aneinanderliegende Würfel.	Im 18. Jahrhundert waren solche Theorien noch sehr verbreitet, da sich mit ihnen die Spaltbarkeit von Kristallen gut erklären lässt.
SuS vermuten, Pflanzen »essen« den Boden, in dem sich wachsen.	Der berühmte Versuch von van Helmont zum Pflanzenwachstum versuchte, genau diese Frage zu klären.
SuS haben oft recht unklare Vorstellungen zum Kreislauf.	Antike Autoren wie z. B. Vituv und andere beschreiben ähnliche Ideen.
Beobachten SuS Dinge, die sich bewegen und irgendwann stehen bleiben, vermuten sie, Dinge bewegen sich, bis der Schwung nicht mehr ausreicht.	Frühe Physiker beschrieben diese Idee als »Impetus«. Eine Vorstellung von potenziell unendlicher Bewegung, die durch Reibung gebremst wird, ist damals noch nicht verbreitet. ⁶⁷
Man sieht Dinge durch Sehstrahlen, die vom Auge aus die Dinge abtasten.	Mittelalterliche Gelehrte stellten sich den Sehvorgang ähnlich vor.

Eine Erzählung vorbereiten und darbringen. Gutes Geschichtenerzählen braucht etwas Übung. Allerdings ist es keine Kunst, für die man schauspielerische oder rhetorische Qualitäten bräuchte. Zunächst sollten Sie überlegen, ob die Unterrichtsstunde für eine solche Form geeignet ist. Sie kennen Ihre Klassen und werden einschätzen können, ob Sie eine ruhige und konzentrierte Atmosphäre herstellen können. Nichts ist schlimmer, als gegen dauernde Unruhe arbeiten zu müssen. Klären Sie auch vorher für sich, ob Sie selbst glauben, dass es sich um eine gute Geschichte handelt. Wenn Sie selbst überzeugt sind, werden Sie sicher auch Ihre Lernenden überzeugen.

Konzipieren Sie nun die Geschichte in Stichworten, sodass Sie den Handlungsverlauf, den Spannungsbogen, die wichtigsten Charakteristika der Protagonisten und eventuell wichtige Fachbegriffe notieren. Gehen Sie dann die Geschichte im Kopf so lange durch, bis Sie dieses Gerüst auswendig können.

Im Unterricht leiten Sie dann kurz in die Erzählung ein. Die Lernenden dürfen sich gern zurücklehnen und die Augen schließen – auf jeden Fall muss ihnen klar sein, dass nun kein Unterrichtsgespräch folgt, in dem sie sich melden sollen. (Einige Lernende haben Schwierigkeiten, sich darauf einzulassen.) Dann sollten Sie die Geschichte frei vortragen. Eine vorgelesene Geschichte mag stilistisch ausgefeilter sein, aber nur der

freie Vortrag ermöglicht die Intensität, die Sie brauchen, um Ihre Lernenden mitzureißen.

Daher müssen Sie Augenkontakt halten: Sehen Sie kleine Anzeichen von Langeweile? Dann erhöhen Sie das Tempo etwas. Sehen Sie, dass alle Augen auf Sie gebannt sind und den Fortgang der Geschichte erwarten? Spannen Sie die Schüler ein wenig auf die Folter, indem Sie das Tempo etwas verlangsamen, einige Details genüsslich ausschmücken oder ein paar dramatische Pausen einfügen.

Wenn es spannend wird, senken Sie Ihre Stimme, um dann an den dramatischsten Momenten Lautstärke und Sprechtempo zu steigern, fallen Sie dann nach den überstandenen Abenteuern wieder in einen entspannten Plauderton zurück, lassen Sie sich von Ihrer eigenen Erzählung mitreißen, zeigen Sie Empathie, Ergriffenheit, Freude, Trauer ... All dies geht nur, wenn Sie die Reaktionen Ihres Publikums permanent im Blick haben.

Ein Narrativ darbieten 2: Mysteries

Mysteries sind eine weitere elegante Möglichkeit, um Narrative im Unterricht darzustellen. Bei dieser Methode erhalten die Schülerinnen und Schüler eine stimulierende, meist etwas rätselhafte Ausgangsfrage, viele kleine Informationen, welche sie ausschneiden können, sowie ein großes Blatt Papier. Die Lernenden haben nun die Aufgabe, die vielen Informationsbausteine zu einer in sich logischen Erklärung zusammenzusetzen. Dabei kann es viele verschiedene plausible Wege geben.

Der Vorteil diese Methode ist, dass das Zusammensetzen der Informationen zum Narrativ ganz plastisch und praktisch geschieht. Ebenfalls wird deutlich, wie sehr ein vermeintlich eindeutiger Zusammenhang unterschiedlich gedeutet werden kann – eventuell hat schon die Gruppe vom Nebentisch die Informationen in ganz andere Zusammenhänge gebracht.⁶⁸ Hier können Sie also das konstruierte Moment eines Narrativs den Lernenden deutlich vor Augen führen.

Eine narrative Erklärung sichern

Um eine narrative Erklärung zu sichern, bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an:

- Wenn die Ereignisse sehr vernetzt sind, stellen Sie Ereignisse und Folgen als Concept-Map dar. (Bei Mysteries ist diese Sicherung das Lernprodukt.)
- Wenn es sich um wenige Ereignisse handelt, reicht eine Ereigniskette. Ein bloßer Zeitstrahl bringt wenig: Er sichert Zahlenwissen – das Narrativ entsteht aber zwischen den Ereignissen.
- Lassen Sie Texte schreiben.
- Nutzen Sie die Möglichkeiten von Podcasts und anderen medialen Formen, die nicht so sehr auf Schriftlichkeit angewiesen sind.

Strategie 4: An Objekten oder Modellen erklären

Der Blick in die Fachräume einer Schule wird Ihnen eine erstaunliche Vielfalt an Modellen vor Augen führen: Da gibt es Modelle der Pflanzenzelle, Atommodelle, Modelle des Automotors und viele mehr. Dann gibt es in Büchern theoretische Modelle: Abbildungen mit Klimamodellen, Schemata von Regelkreisen, Texte über Rollenmodelle und vieles mehr. Hinzu kommen die Realgegenstände, an und mit denen gearbeitet wird: Zellen unter dem Mikroskop, Pflanzen, Tiere, Gegenstände aller Art, die Sie als Impulse mitbringen.

In einer Unterrichtsstunde hatte ich als erste Begegnung mit dem Feinbau der Zelle ein recht detailliertes Zellmodell vorn auf den Tisch gestellt und die Schülerinnen und Schüler darum gruppiert.

»Ich habe euch das Modell einer Zelle mitgebracht. Beschreibt einmal genau, was ihr seht.«
Schweigen. Dann irgendwann:

»Äh ... nen Kreis.«

»Beschreibe den Kreis bitte genauer.«

»Der ist blau. Und hat Löcher.«

Man könnte denken, dass die Arbeit mit Modellen oder Realgegenständen recht einfach ist: Es ist ja alles zu sehen! Wie das Beispiel verdeutlicht, ist die Arbeit mit Modellen oft an erstaunlichen Stellen herausfordernd. Das hat zwei Gründe: Der erste ist das Modell an sich, da es immer interpretationsbedürftig ist. Der zweite Grund ist die notwendige Anleitung zum sorgfältigen Betrachten. Beides sollten Sie beim Erklären beachten.

Ein wenig Modelltheorie

Was haben die vielen Modelle gemein, dass sie als *Modelle* bezeichnet werden? Betrachten wir zunächst die verschiedenen Modelle genauer.

Ein *Zellmodell* ist ein Gegenstand aus Kunststoff, welcher dazu dient, die grundlegenden Strukturen von Zellen in ihrer Lage zueinander zu demonstrieren. Die Strukturen sind dabei vereinfacht und stark vergrößert. Ein *Atommodell* (und sei es nur eine Ansammlung von Kunststoffkugeln) ist eher eine Übertragung von etwas unvorstellbar Kleinem in die Sphäre des Darstellbaren. Die Realität des Atoms* als Ansammlung von dreidimensionalen, stehenden Wellen ist unseren Kategorien der Weltwahrnehmung nicht zugänglich, also werden einige Aspekte in plastische Strukturen übertragen.

* Lassen Sie uns den Streit darüber, ob Atome etwas Reales sind oder nicht, den Wissenschaftsphilosophen überlassen. Für die Zwecke hier sollte diese Betrachtung reichen.

Ein *Klimamodell* ist hingegen nichts Plastisches: Es ist ein letztendlich mathematisches Modell, welches zur Vorhersage von Klimaereignissen dient. Bei der basalen Struktur handelt es sich um eine Matrix, quasi eine große Tabelle, in der in jeder Zelle Daten über Luftdruck, Luftfeuchte, Strahlung, Temperatur etc. in regelhaften Verhältnissen mit den Nachbarzellen interagieren. Ein Klimamodell dient der Prognose. Im Gegensatz zum Zellmodell bringt es in ihrer Größe kaum darstellbare Strukturen in eine fassbare Form.

Etwas Ähnliches ist der *Regelkreis*: Hier wird ein Zusammenhang dargestellt, der sich erst aus dem Zusammenspiel verschiedener Komponenten ergibt. Ein Regelkreis ist ein Modell, aber eines von einer Struktur, die es eigentlich nicht gibt: Ein Kühlschrank enthält einen Kompressor, eine Schalteinheit und ein Thermometer – einen Regelkreis hingegen nicht. Allerdings können wir die gemeinsame Funktion der Komponenten als Regelkreis beschreiben.

Was sind die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede zwischen diesen Modellen? Und was folgt daraus für die Vermittlung? Gemeinsam sind ihnen drei Merkmale, die für Modelle allgemein gelten:⁶⁹

- Das *Abbildungsmerkmal*: Jedes Modell stellt etwas eigentlich ganz anderes dar – ein Atommodell ist meist eine Ansammlung von Styroporkugeln, aber kein Atom.
- Mit der Modellerstellung geht das *Verkürzungsmerkmal* einher: Das Modell stellt nur bestimmte Teile dar, andere werden weggelassen. Ein Modell einer Zelle kann eben nur die wichtigsten Organellen und Strukturen darstellen, die wirkliche Komplexität wird nicht deutlich.
- Welche Teile des Originals ausgewählt und dargestellt werden, ist eine subjektive Auswahl. Das *Subjektivierungsmerkmal* beschreibt also, dass Modelle für einen bestimmten Zweck erstellt werden.

Modelle und reale Gegenstände betrachten lernen

Die große Herausforderung beim Arbeiten mit Modellen oder realen Gegenständen ist, die Schülerinnen und Schüler zum *Betrachten* anzuleiten, denn die Beobachtung ist bei diesem Typus des Erklärens die Grundlage für alles, was Sie später erklären. Aber: Für diese Herausforderung habe ich in den letzten Jahren meiner Tätigkeit als Lehrer kein Patentrezept gefunden. Erstens ist Betrachten ein Lernprozess: Einen komplexen Gegenstand wahrzunehmen und aus den vielen Eindrücken ausgerechnet die Eigenschaften herauszufiltern, auf die es ankommt, ist eine Herausforderung, die nur mit viel Übung bewerkstelligt werden kann. Denken Sie nur einmal daran, wie unübersichtlich ein Ultraschallbild oder eine Computertomographie für Sie als Lehrkraft aussieht, während der Arzt mit einem Blick erkennt, wo es zwick.

Zweitens vermute ich, sind die Schülerinnen und Schüler durch Snapchat, Youtube und Co. auf sehr schnelle Informationsfolgen geeicht. Das erschwert uns als Lehrkräften oft die Arbeit, wenn es im Unterricht darauf ankommt, nicht nur einmal kurz

hinzuschauen, sondern auch zwei- oder dreimal – und dann sehr genau. Meine Tipps wären:

- Thematisieren Sie, dass Sie das Beobachten üben wollen. Machen Sie klar, was für eine wichtige Fähigkeit das ist. Illustrieren Sie das anhand von Forschern, welche Jahre und Jahrzehnte am Mikroskop, am Versuchstisch oder im Freiland verbracht haben, um Ihr Auge zu schulen.
- Sprechen Sie über Beobachtungen. Das ist zunächst ungewohnt, weil es den Schülerinnen und Schülern trivial vorkommt. Verdeutlichen Sie auch hier den Sinn der Übung.
- Schulen Sie mit der folgenden kleinen Übung die Kommunikation über Beobachtungen: Die Schülerinnen und Schüler bilden Paare. Einer erhält eine Abbildung, die er oder sie beschreibt, der oder die andere sieht die Abbildung nicht und skizziert, was er oder sie verbal dargestellt bekommt. Auf diese Weise lernen Schülerinnen und Schüler schnell, genauer hinzuschauen und sich präziser auszudrücken.
- Geben Sie Zeit. Vielfach sind die Lehrpläne zu voll, als dass Sie auch in der Mittelstufe mikroskopieren oder aufwändige Versuche machen könnten. Sparen Sie dann lieber Zeit und Frust und arbeiten Sie mit Abbildungen. Oder streichen Sie anderes, um Zeit für das Beobachten zu gewinnen.
- Betreiben Sie Scaffolding: Geben Sie zunächst reale Abbildungen und idealisierte Zeichnungen und thematisieren Sie die Unterschiede. Leiten Sie dann schrittweise zum eigenständigen Beobachten über.

An einem Modell oder Realgegenstand erklären

Letztendlich gelten für das Erklären eines Modells oder Realgegenstandes genau die gleichen Grundlagen wie für alle anderen Erklärungen. Mehr als bei anderen Erklärungen aber stellt sich die Frage nach einer sinnvollen Reihenfolge der Bestandteile. Wahrscheinlich haben Sie auch als Nicht-Biologe den Torso aus dem Bioraum vor Augen, aus dem man die unterschiedlichen inneren Organe entnehmen kann. Um die Überlegungen konkreter zu machen, stelle ich Ihnen zwei Varianten vor, wie Sie anhand eines solchen Torsos einen ersten Überblick zum Thema Aufbau und Funktion des menschlichen Körpers geben könnten – denkbar in Klasse 5 oder 6. Diese Überlegungen lassen sich analog auf Abbildungen von Klimamodellen, von Versuchsaufbauten etc. übertragen.

Strukturidee 1: Das Wichtigste zuerst. Aus einem funktionierenden System einzelne Teile geistig herauszulösen und als wichtiger als andere zu deklarieren ist problematisch, da es fast immer falsch ist. Dennoch ist es vertretbar, weil zielführend, die Organe herauszugreifen, die für den schulischen Kontext im Moment im Fokus stehen. Und damit stehen Sie vor der Aufgabe, dass Sie eigentlich *nicht* entscheiden, was (objektiv) wichtig ist, sondern was Sie für Ihre Schülerinnen und Schüler als wichtig erachten. In der Unterstufe könnten Sie z. B. mit dem Herz und der Lunge beginnen und kurz er-

klären, welche Bedeutung sie haben. Anschließend machen Sie mit Magen und Darm weiter. Danach kämen Leber und Niere sowie Bauchspeicheldrüse, Gallenblase und Milz.

Dieses Vorgehen hat Vorteile: Die ganz wichtigen Dinge kommen zuerst, Schülerinnen und Schüler, die danach den Faden verlieren, sollten im folgenden Unterricht immer noch mitkommen. (Denken Sie an die harte Nachricht, siehe Kapitel 3) Der Nachteil ist, dass die Auswahl recht subjektiv ist und Sie in der räumlichen Anordnung springen.

Strukturidee 2: Räumlich gliedern. Um die Lage der Organe zueinander zu verdeutlichen, können Sie Brust- und Bauchraum getrennt voneinander erklären. Dies setzt einen anderen, mehr auf die Lagebeziehungen als auf die Funktionen zielenden Fokus. Dieses Vorgehen kann dann vorteilhaft sein, wenn Sie planen, die Organe danach noch einzeln zu behandeln.

Strukturidee 3: Eine Geschichte erfinden. Eine mögliche Geschichte, welche Sie durch den Körper leiten könnte, wäre der Weg eines Blutstropfens durch die Organe. Sie begännen beispielsweise im Herzen. Der Blutstropfen wird zunächst in die Lunge gepumpt, in der er Sauerstoff speichert. Dann gelangt er zurück zum Herzen und wird mit höherem Druck in den Körperkreislauf gedrückt. Hier durchläuft er erst die Gefäße rund um den Dünndarm und nimmt Nährstoffe auf. Durch die Pfortader gelangt er dann in die Leber, wo die Nährstoffe verwertet werden. Das nährstoffreiche Blut gibt zwischendrin seinen Sauerstoff und seine Nährstoffe ab und gelangt dann wieder an den Ausgangspunkt.

Dieses Vorgehen bringt die Organe in eine *funktionale* Reihenfolge. Die Bedeutung der einzelnen Organe wird deutlich, ebenso der systemische Zusammenhang. Die räumliche Struktur wird allerdings weniger prominent dargestellt, auch wenn Sie dies nebenher am Modell zeigen.

Das Modell Modell sein lassen

Je abstrakter die Lerngegenstände werden, desto wichtiger ist es, dann und wann den Modellcharakter zu thematisieren. Der Weg vom echten Körper zum Torso ist nicht sehr weit und der Modellcharakter schnell einsichtig. Bei Atommodellen, sozialen Rollenmodellen, Klimamodellen oder Ähnlichem passiert es allerdings schnell, dass Eigenschaften des Modells die Realität überlagern. Auch wenn es in Chemiebaukästen so aussieht, sind Kohlenstoffatome nicht schwarz, und das Klima ist eben komplexer als es auch die detaillierteste Abbildung von Einflussparametern darstellen kann, und soziale Rollenmodelle müssen in jeder Beziehung neu verhandelt werden. Lassen Sie also dann und wann in Ihre Erklärungen einfließen, an welchen Stellen Eigenschaften der Realität verkürzt und für den Vermittlungszweck angepasst dargestellt wurden.

Strategie 5: Lernen an Analogien

Komplexe Sachverhalte werden oft anhand von Analogien erklärt. Einen elektrischen Stromkreis kann man mit strömendem Wasser vergleichen, und für das recht komplexe chemische Gleichgewicht ist gleich ein ganzer Schwarm von Analogien erfunden worden, von Menschen, welche Kaufhäuser betreten und verlassen, bis hin zu Nachbarn, welche sich gegenseitig schlechte Äpfel über den Zaun werfen.

Was ist eigentlich eine Analogie? Eine Analogie (von griech. Verhältnis) bezeichnet eine Übereinstimmung von Gegenständen hinsichtlich ausgewählter Merkmale. Beim chemischen Gleichgewicht verbinden sich beispielsweise pro Sekunde genauso viele Moleküle wie Verbindungen wieder zerfallen. Die Menge der Verbindungen bleibt also konstant. Beim Kaufhaus treten pro Minute ähnlich viele Kunden ein wie es auch verlassen. Auch hier bleibt also im Schnitt die Menge der Kunden konstant.⁷⁰

Analogien können Sie im Unterricht in zwei Arten einsetzen, wobei sich diese Arten überschneiden: Analogien können die Wissens*speicherung* erleichtern: Beim Ellenbogengelenk dient Ihren Schülerinnen und Schülern die Analogie zum Türscharnier als Merkhilfe oder Vereinfachung, auch wenn sie das Original oder ein zumindest ziemlich originalgetreues Modell anschauen können. Analogien können für Ihre Schülerinnen und Schüler aber auch *Werkzeug der Erkenntnis* sein: Wenn Sie z.B. beim Kaufhaus die Personen auf den Rolltreppen pro Zeiteinheit zählen lassen und Sie so das Gleichgewicht charakterisieren können, dann ist eine analoge Beschreibung des chemischen Gleichgewichts auch möglich. Hier dient die Analogie also als Trick, um komplexes und abstraktes Wissen an einem konkreten Beispiel zu erarbeiten.⁷¹ Beide Formen sind beim Erklären allerdings annähernd gleich zu behandeln.

Lassen Sie uns betrachten, welche Chancen das Lernen an Analogien bietet, welche Risiken und Nebenwirkungen auftreten können und daraus dann Folgerungen für ein sinnvolles Erklären mit Analogien entwickeln.

Leichter lernen durch Analogien

Warum sind Analogien im Unterricht so beliebt? Analogien erleichtern das Lernen ungemein. Da das neue Wissen mit schon vorhandenem Wissen abgeglichen und zusammengeführt wird, sinkt die Menge des neu zu lernenden Stoffes drastisch, im Gegenzug steigt die Anschaulichkeit. Lernpsychologen würden sagen, dass Sie hier schon vorhandene mentale Repräsentationen und deren Vernetzungen nutzen und erweitern. Wenn Sie Analogien als Erkenntniswerkzeug einsetzen, ermöglichen Sie Ihren Schülerinnen und Schülern mehr Kreativität bei der Lösung von Aufgaben, da sie im Kopf mit bekannten Strukturen agieren können – Sie reduzieren also den *cognitive load*, die Arbeitsleistung im Kopf kann für die Aufgabe an sich eingesetzt werden.

Was Sie beim Einsatz von Analogien bedenken müssen

Wenn Sie anhand einer Analogie erklären möchten, sollten Sie bei der Planung des Unterrichts mögliche Lernhindernisse antizipieren. Diese entstehen im *Unterschied* zwischen Analogie und Realität. Die Chemiedidaktikerin Katrin Sommer hatte hierzu ein einleuchtendes Experiment durchgeführt: Um Schülerinnen und Schülern zu verdeutlichen, dass Stoffe umso leichter entzündlich sind, je feiner sie zerkleinert sind (Chemiker nennen das den Zerteilungsgrad), findet sich in vielen Schulbüchern das Beispiel einer Mühle, die in den 1970er Jahren durch eine Mehlstaubexplosion spektakulär zerstört wurde. Die Schülerinnen und Schüler bekamen einen solchen Text zu lesen. Weiterhin führte sie den Siebtklässlern ein Modellexperiment vor, bei dem sie in einer Kiste einmal Weizenmehl (wie im Original), Maismehl oder Toner aus Laserdruckern zur Explosion brachte. Die Ergebnisse waren zunächst nicht erstaunlich: Je größer der Unterschied zwischen Original (Mühle) und Analogie (Modellexperiment) war, desto schwieriger wurde es für die Lernenden, die inhaltlichen Bezüge zwischen Original und Analogie zu finden. In dem Fall, dass Weizenmehl als Modells substanz verwendet wird, ist dies noch recht einfach: in beiden Fällen wird das gleiche Mehr zur Explosion gebracht. Verwendeten die Forscher den Toner, war der Transfer weiter, da der geistige Weg von Mühle mit Weizenmehl zu einem Pappkarton mit schwarzem Toner doch recht weit ist. Das abstrakte Konzept (Zerteilungsgrad) lässt sich allerdings bei größerem Abstand leichter vermitteln, da die Schülerinnen und Schüler weniger am Original »kleben«. ⁷²

Was können Sie aus diesem Experiment lernen? Zunächst: Erklären mit Analogien ist nicht trivial. Weder ist es für Ihre Lernenden einfach, den Zusammenhang zwischen Analogie und Realität zu finden (wobei das gerade bei dem oben dargestellten Experiment noch recht deutlich ist, verglichen mit der Analogie zwischen chemischem Gleichgewicht und Kaufhaus). Ebenfalls ist es nicht trivial, aus Analogie und Realität ein abstraktes Konzept zu extrahieren. Wichtig für das Lernen an Analogien sind also drei Aspekte:

- Die Aspekte der Realität, welche Sie vermitteln möchten,
- die zu Vermittlung wichtigen Aspekte der Analogie und schlussendlich
- die entsprechenden Passungen zwischen Realität und Analogie, aus denen Sie die zu lernenden Konzepte abzuleiten.

Wie Sie mit einer Analogie erklären

Das folgende Schema ist rein handwerklich – eine forschungsbasierte Quelle gibt es hierfür meines Wissens noch nicht.

- (1) Stellen Sie das Thema der Stunde vor. Gegebenenfalls gibt es ein Experiment oder eine Beobachtung, welche Sie hierfür als Einstieg nutzen.
- (2) Dann kommt es darauf an, den Realgegenstand in Bezug auf das Unterrichtsthema so genau wie möglich zu beschreiben – zumindest so weit, wie Sie es für das Ver-

ständnis der Analogie brauchen. Dies können gern die Schülerinnen und Schüler übernehmen. Wenn Sie versuchen, an dieser Stelle Zeit zu sparen, da Sie sehr auf die Analogie fokussieren, laufen Sie Gefahr, dass später die »Anschlussstelle« zwischen Realität und Analogie wackelig wird, da hier wichtige Daten und Fakten fehlen.

- (3) Leiten Sie dann mit wenigen Worten zur Analogie über. Machen Sie klar, welchem Zweck diese Analogie dient: als Veranschaulichung, zur Vereinfachung, als Erkenntniswerkzeug etc.
- (4) Erklären Sie dann die Analogie.
- (5) Nun können Sie entweder die Schülerinnen und Schüler die Übereinstimmungen zur Realität selbst suchen lassen oder ggf. selbst thematisieren. Hangeln Sie sich dabei eng an den Aspekten entlang, welche Sie bei Nr. 2 entwickelt haben. Sollte dies im Unterrichtsgespräch geschehen sein, kommt es hier auf Ihr Gedächtnis an: Ein Satz wie »hier in der Analogie finden wir den Aspekt wieder, den Michel vorhin genannt hat ...« schafft drei Bezüge gleichzeitig: zwischen der Realität, der Analogie und der Lerngruppe. Versäumen Sie an dieser Stelle nicht, auch die Grenzen der Analogie herauszustellen.
- (6) Nun können Sie zu weiteren Aufgaben übergehen oder beginnen, die Analogie als Erkenntniswerkzeug zu nutzen.
- (7) Die Ergebnisse aus dieser Phase müssen Sie dann auch wieder auf die Realität zurückbeziehen.

Strategie 6: Von Beobachtungen zur Regel

Messwerte zu einer quantitativen Beziehung zusammenführen, aus Daten Regeln ableiten, mithin: aus Datenmaterial mit Hilfe im weitesten Sinne mathematischer Beziehungen neues, regelhaftes Wissen ableiten – das ist eine der komplexesten Aufgaben, vor die sich Schülerinnen und Schüler gestellt sehen. Und genau das ist eine Aufgabe, die in allen Naturwissenschaften regelmäßig auftritt. Und so sehr bei der Datenaufnahme und -bearbeitung Schüleraktivität möglich ist: Das »Erfinden« einer Regel ist ein kreativer Akt, der meist nur wenigen starken Schülerinnen und Schülern gelingt. Für die anderen werden Sie als Lehrkraft erklärend vermitteln müssen. Das folgende Kapitel wird Mathematikdidaktiker nicht zufriedenstellen, bietet aber einen handwerklichen Zugang, solche Erkläraufgaben in den Griff zu bekommen.

Als Illustration ist hier eine recht komplexe, aber realistische Aufgabe aus dem Chemieunterricht der 9. Klassen:

1. Zeichne die Lewis-Formeln* von Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff und Iodwasserstoff auf.

* Genau, das sind die mit den Strichen zwischen C und H oder O!

2. Bestimme die Differenzen zwischen den Elektronegativitäten der beiden Bindungspartner in allen Molekülen.
3. Recherchiere die Siedetemperaturen der Stoffe.
4. Fertige eine Grafik an, in der du auf der x-Achse die Differenz der Elektronegativitäten, auf der y-Achse die Siedetemperaturen aufträgst.
5. Deute die Grafik.

Vom Handeln zur Theorie

Lassen Sie uns, bevor Sie konkrete Abläufe erlernen, zunächst einige theoretische Grundbegriffe kennenlernen. Nach Überlegungen des Schweizer Psychologen Jean Piaget gehen alle noch so abstrakten mathematischen Überlegungen immer auf konkrete, reale Handlungen zurück. Eine Addition ($3 + 4$) bedeutet letztendlich, einmal eine Menge von 3 Objekten (z.B. Äpfeln) und eine Menge von 4 Objekten einzeln durchzuzählen, sie dann zusammenzuführen und anschließend gemeinsam zu zählen. Die Verknüpfung solcher Elemente durch Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren etc. nennt Piaget *Operationen*. Solche Operationen können symbolisch dargestellt werden. $3 + 4$ ist eigentlich nur eine Abkürzung für das oben dargestellte konkrete Zählen.

Wenn ein Schüler oder eine Schülerin zwei Mengen von Äpfeln zusammenlegt, so dass 7 Äpfel auf dem Tisch liegen, *kann* er oder sie eine solche Operation dabei mitdenken – er *muss* es aber nicht zwangsläufig: Vielleicht bewegt er auch nur Äpfel und denkt dabei gar nicht oder an ganz andere Dinge. Eine Operation ist dem Handeln also *immanent*: Sie ist quasi darin enthalten, muss aber durch Denken freigelegt werden. Die Operationen mitzudenken, unterscheidet bewusstes von unbewusstem Handeln.

Je komplexer die Operationen werden (denken Sie nur ans schriftliche Dividieren oder gar an eine Kurvendiskussion!), desto mehr untergeordnete Operationen enthalten sie, desto weiter entfernt sich also das Denken von den konkreten Handlungen, die den Operationen einmal zu Grunde gelegen haben.

Der Begriff der Operation lässt sich aber noch weiter fassen: Ähnlich dürften auch die gedanklichen Abläufe bei der Bildung anderer wissenschaftlicher Verallgemeinerungen sein: *Je mehr Hasen es gibt, desto mehr Füchse gibt es. Je mehr Füchse es gibt, desto weniger Hasen gibt es* – dies ließe sich auch als Operation verstehen, mit deren Hilfe aus der Beobachtung eine Räuber-Beute-Beziehung konstruiert wird.

Die Idee der Mathematisierung, die ich Ihnen hier modifiziert darstelle, ist im Wesentlichen die des Schweizer Lernpsychologen Hans Aebli.⁷³ Die Kernidee Aebli's ist: Zunächst erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler durch eigenes Messen, Zählen, Wiegen, Beobachten oder auch durch Anschauung die Datengrundlage des folgenden Unterrichts. In einem zweiten Schritt werden die Operationen zwischen den Daten transparent gemacht. Die Operationen werden zunächst verinnerlicht und automatisiert. Daraus kann dann im dritten Schritt eine regelhafte Fassung der erarbeiteten Zusammenhänge in abstrakter Form dargestellt werden. »Regelhaft« kann dabei eine

mathematische Fassung sein, genauso aber auch eine halbquantitative Betrachtung im Sinne von je-desto-Beziehungen etc.

Betrachten wir diese noch abstrakte Überlegung an einem Beispiel: Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie die Fläche eines Rechtecks berechnet wird. Zunächst erhalten sie auf Papier Rechtecke sowie ein Quadrat der Größe 1 x 1 cm. In der ersten konkreten Stufe beginnen die Lernenden nun, die Fläche mit dem kleinen Quadrat quasi abzuzählen. Bei einem Rechteck von 6 cm Länge und 4 cm Breite kämen Sie auf 24 kleine Quadrate, also auf 24 cm². Dies ist die *konkrete* Stufe der Mathematisierung. Diese Übung sollten die Lernenden zunächst mehrmals an unterschiedlichen Quadraten durchführen.

Das reine Abzählen lässt sich aber einfacher gestalten: Genauso ist denkbar, das Rechteck geistig in vier Streifen mit je sechs Quadraten aufzuteilen, sodass man auf $6 + 6 + 6 + 6 = 24$ Quadrate kommt. Hier wurde die vorher schon angelegte Mathematisierung verdeutlicht, Aebli spricht hier von der *figuralen* Stufe. Auch dieser Schritt sollte mehrfach durchlaufen werden, bevor Sie die nächste Stufe ansteuern. Von dieser Überlegung ausgehend ist es ein kleiner Schritt, die Berechnung auf $4 \times 6 = 24$ zu abstrahieren. Damit ist die Berechnung auf die *symbolische* Stufe gehoben. Wichtig dabei ist, dass jede Stufe erst im Gehirn verankert ist, bevor Sie weitergehen.

Der Weg der Abstraktion durchläuft also drei Stufen:

- Die *konkrete* Stufe des praktischen Handels bzw. der direkten Anschauung,
- die *figurale* Stufe, in der die Überlegungen internalisiert und mit Operationen angereichert werden, und zuletzt die
- *symbolische* Stufe, in der die Operationen mit Hilfe abstrakter Zeichen »abgekürzt« dargestellt werden.

Worauf Sie achten müssen

Bei dieser Konzeption des Weges von Daten zur Regel gibt es zwei Fallstricke, auf die Sie beim Erklären Acht geben müssen. Der erste, der gerade bei komplexeren Aufgaben auftritt, ist, dass Basisoperationen noch nicht fest im Gedächtnis verschaltet sind. Der zweite Fallstrick sind unreflektierte Automatisierungen: Hier werden Routinen »abgespult«, ohne dass der Sinn und die Anwendbarkeit von Fall zu Fall überprüft werden.

Das Problem der nicht fest verankerten Routinen kann Ihnen im Unterricht vielfältig begegnen: Betrachten wir die Beispielaufgabe zu den chemischen Formeln vom Anfang dieses Kapitels: Schon die erste Teilaufgabe birgt Problempotenzial. Wenn Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben, die Lewis-Formel zu schreiben, kann das verschiedene Gründe haben. Es kann sein, dass ihnen der Begriff entfallen ist. Vielleicht ist ihnen nicht mehr klar, welche Atome wie viele Bindungen erhalten. Um die Anzahl der Bindungen zu verstehen, müssen sie wissen, wie viele zusätzliche Elektronen die beteiligten Atome brauchen, um die Edelgaskonfiguration zu errei-

chen. Um dies nachvollziehen zu können, müssen sie den Begriff der Edelgaskonfiguration parat haben und wissen, wie sich die Elektronen eines Atoms auf die Schalen verteilen ... Kurz: Hinter der Aufforderung »Zeichne die Lewis-Formel« verbirgt sich ein ganzer Katalog von interdependenten Operationen, die schwächere Schülerinnen und Schüler oft mitdenken müssen. Gute Schüler hingegen sind in der Lage, blitzartig zwischen den verschiedenen Ebenen eines Begriffes und der Subroutinen hin- und herzuschalten.

Für das Erklären bedeutet das, dass Sie eine Gratwanderung vollbringen müssen zwischen Erinnerungen und Tipps für die eher schwachen Schüler und der Notwendigkeit, irgendwann die basalen Operationen zu übergeordneten Konzepten, Anwendungen oder Operationen zusammenzufassen. Oder praktischer ausgedrückt: Nur Sie als Lehrkraft können einschätzen, wann Sie eine Erinnerung an die Lewis-Formeln einstreuen müssen oder ab wann Sie die Formeln und ihre »Grammatik« als bekannt voraussetzen können. Sie können schließlich nicht bei jeder Überlegung metaphorisch gesprochen bei Adam und Eva anfangen.

Um bei der Formelschreibweise zu bleiben: Wenn Sie zu früh darauf verzichten, die Subroutinen mitdenken zu lassen, kann genau das Gegenteil entstehen: Ihre Schülerinnen und Schüler denken nur, sie hätten es verstanden – das bleibt aber »gefühltes Wissen« ohne echtes Verständnis. Das können Sie dann erleben, wenn Ihre Schülerinnen und Schüler recht engagiert beginnen, zwischen alle denkbaren Buchstaben Striche zu ziehen, aber auf die Frage, was diese Striche denn bedeuten, keine Antwort wissen. Hier ist dann ein unreflektierter Automatismus eingezogen, den es mühsam wieder mit Wissen zu füllen gilt.

Eine Regelbildung erklären

Ihr Part mit dem Erklären setzt nach der Datenaufnahme und -bearbeitung ein, welche Ihre Schülerinnen und Schüler vorzugsweise selbst durchgeführt haben.

- (1) Wiederholen Sie kurz die grundlegenden Fragestellungen, die bisherigen Überlegungen und die wichtigsten Beobachtungen der Datenaufnahme.
- (2) Erläutern Sie die ganz zentralen Operationen noch einmal – nur ganz kurz, in Stichworten, um auch schwächere Schülerinnen und Schüler nicht abzuhängen. Machen Sie dabei ggf. deutlich, dass dies nur eine Erinnerung ist, und verweisen Sie zum Nacharbeiten auf das Schulbuch.
- (3) Visualisieren Sie die Zusammenhänge wenn möglich als Concept-Map. Diese Form der Visualisierung hat den Vorteil, dass Sie schon durch die Beschriftung der Pfeile (je mehr, desto ... je größer desto ...) halbquantitative Beziehungen darstellen können.
- (4) Fassen Sie die Ergebnisse ggf. als Merksatz oder Ähnliches zusammen. Achten Sie dabei darauf, die konkrete, die figurale und die symbolische Ebene der Erklärung einzubinden.

Wenn Sie Wert darauf legen, die Zusammenhänge in mathematisierter Form darzustellen, können Sie die schon erarbeitete halbquantitative Form schrittweise durch eine quantitative Form ersetzen.

Auch wenn das zweimalige schrittweise Durchlaufen der drei Ebenen (einmal auf dem Hin- und einmal auf dem Rückweg) zeitaufwändig erscheint, können Sie so recht sichergehen, dass die schlimmsten Fallstricke bei der Operationalisierung umgangen sind: Sie wiederholen die wichtigsten Inhalte, gleichzeitig verlieren Sie nicht die Verbindung zwischen konkreter und symbolischer Ebene.

Am Ende ein Dank ...

... an die vielen Menschen, die geholfen haben, dieses Buch zu erstellen:

Ganz am Anfang an die vielen Schülerinnen und Schüler, Referendarinnen und Referendare und Seminarteilnehmer, mit denen ich Material und Ideen ausprobieren und diskutieren durfte.

Konkretere Entwürfe haben Dr. Jochim Lichtenberger, Jasmin Colakoglu, Birgit Lehfeld und Laura Kleinhenz gelesen und viele hilfreiche Anregungen geliefert.

Weitere Ideen, die ich teils gar nicht einbauen konnte, kamen von Dr. Anja Centano Garcia, Prof. Dr. Andrea Becher und Prof. Dr. Andreas Lutter.

Karla Rosenplänter hat die Abbildungen beigesteuert und die Abschnitte über Layout und Lesetypografie für gut befunden.

Ute und Thomas Scheffel und Julia Anrecht haben die letzten Fassungen liebevoll auf Rechtschreibung und Stilistik geprüft.

Schlussendlich möchte ich dem Beltz-Verlag danken, insbesondere Frank Engelhardt für die Bereitschaft, das Buch zu veröffentlichen und die erste Phase der Entwicklung zu begleiten, und Miriam Frank für die Betreuung in der Schlussphase sowie das umsichtige Lektorat.

Weiterführende Literatur

- 1 Krapp, A., Weidenmann, B.: Pädagogische Psychologie. Beltz, Weinheim 2013.
- 2 Barthelborth, A.: Erklären. DeGruyter, Berlin 2007.
- 3 Hattie, J.: Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen. Schneider Verlag, Hohengehren 2017.
- 4 Stello, B. (Hrsg.): Geschichte entdecken – Schleswig Holstein. Geschichte für die Sekundarstufe I. © C. C. Buchner, Bamberg, 2017, S. 16.
- 5 Sauer, M. (Hrsg.): Geschichte und Geschichten 2. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 2009, S. 49.
- 6 Auerbach, S. und Bils, W. (Hrsg.): Biosphäre 2 Baden Württemberg. Cornelsen Verlag, Berlin 2012, S. 78.
- 7 Bickel, H. et al.: Natura – Biologie für Gymnasien 7–10. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 2002, S. 194.
- 8 Meyer, B. E.: Rhetorik für Lehrerinnen und Lehrer. Beltz, Weinheim 2014.
- 9 Scheffel, L.: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (Diss.). Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg, Oldenburg 2009.
- 10 Greeno, J. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53, 5–26.
- 11 Demuth, R. (Hrsg.): Chemie im Kontext. Cornelsen, Berlin 2006.
- 12 Demuth, R., Ralle, B., Parchmann, I.: Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *ChemKon* 12 (2005) Nr. 2.
- 13 Lehner, M.: Didaktische Reduktion. HauptUTB, Berne 2012, S. 136.
- 14 Barke, H. D.: Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Springer, Heidelberg 2016.
- 15 Lehner (2012), S. 54
- 16 Lakoff, G., Johnson, M.: *Philosophy in the Flesh*. Basic Books, Cambridge 1999. Eine zugänglichere Quelle ist: Schramm, S., Wüstenhagen, C.: *Das Alphabet des Denkens*. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 2015.
- 17 Ruppert, M.: Wege der Analogiebildung (Diss.). Universität München, 2017. Ebenfalls hilfreich: Metz, W., Schuster, M.: *Lernen zu lernen*. Springer Heidelberg 2000.
- 18 Spoerl, H.: *Gesammelte Werke*. Piper, München 1965, S. 65.
- 19 Starauschek, E.: Der Einfluss von Textkohäsion und gegenständlichen externen piktoralen Repräsentationen auf die Verständlichkeit von Texten zum Physiklernen. *ZfDN* 12 (2006), S. 127 f.
- 20 Parsons, P.: *Wissenschaftliche Theorien in 30 Sekunden*. Libero, Kerkdriel 2017.
- 21 Wellenreuther, M.: *Lehren und Lernen – aber wie?* Schneider Verlag, Baltmannsweiler 2015.
- 22 <http://www.sciencealert.com/watch-richard-feynman-on-why-he-can-t-tell-you-how-magnets-work> (Zugriff am 8. März 2017).
- 23 Barke (2006); Hamann, M., Asshoff, R.: Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten. Klett, Stuttgart 2013.
- 24 Kattmann, U., Gropengießer, H.: Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. *ZfDN* 3 (1997) S. 3–18.
- 25 Nordensvärd, J.: A Bottom-up approach to citizenship education (Diss.). Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg, Oldenburg 2010.
- 26 Posner, G. et al.: Accomodation of a Scientific Conception: Towards a Theory of Conceptual Change. *Science Education* 66 (1982) Nr. 2.
- 27 Groebner, V.: *Wissenschaftssprache. Eine Gebrauchsanweisung*. Konstanz University Press, Konstanz 2012.
- 28 Wittmann, M.: *Unter Wasser*. Carlsen, Hamburg 2013, ohne Seitennummerierung.
- 29 Wellenreuther (2015).
- 30 Starauschek 2006, S. 134.
- 31 Sumfleth, E., Schüttler, S.: Linguistische Textverständlichkeitskriterien: Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte? *ZfDN* 1(1995).
- 32 Groeben, N.: *Leserpsychologie. Textverständnis – Textverständlichkeit*. Aschendorff, Münster 1982.
- 33 Treetzen, U.: Sprachbildung in allen Fächern. In: Hawighorst, B.: *Durchgängige Sprachbildung an der Realschule* Friedrichsgabe. <https://faecher.lernnetz.de/faecherportal/index.php?DownloadID=6986>

- (Zugriff am 2. Nov. 2018.). Auch: Heltgen-Pacher, M., Langer, E.: Sachfächer sprachbewusst unterrichten. *Pädagogik* 6/17 (2017) S. 17 f.
- 34 Toulmin, S. E.: *The Uses of Argument*. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- 35 Bickel, H. et al.: *Natura Biologie für Gymnasien*. Klett Verlag, Stuttgart 2006, S. 11.
- 36 Grimm, S. et al.: *Biosphäre 2* Ausgabe A. Cornelsen Verlag, Berlin 2017, S. 12.
- 37 Meyer (2014).
- 38 Aebli, H.: *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Klett-Cotta, Stuttgart 2011.
- 39 Meyer, H.: *Unterrichtsmethoden*. Cornelsen Scriptor, Berlin 1987.
- 40 Gudjohns, H.: *Frontalunterricht neu entdeckt*. Klinkhardt UTB, Stuttgart 2013.
- 41 Plath, M.: »Spielend« unterrichten und Kommunikation gestalten: Mit schauspielerischen Mitteln für Unterricht begeistern. Beltz, Weinheim 2010.
- 42 Gudjohns (2013).
- 43 Meyer (2014).
- 44 Allen, D. W., Ryan, K. A.: *Microteaching*. Beltz Verlag, Weinheim 1972. Trautmann, M., Sacher, J. (Hrsg.): *Unterrichtsentwicklung durch Videofeedback*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2010.
- 45 <https://de.wikipedia.org/wiki/Multimedia>, Zugriff am 4. November 2018.
- 46 Groeben, N. (1982).
- 47 Lebek, S. (2006): *Text-Bild-Beziehungen in Printmedien und Internet*.
- 48 Clark, R. C., Mayer, R. E.: *E-learning and the science of instruction*. Pfeiffer, San Francisco 2003.
- 49 Forssmann, W.: *Erste Hilfe in Typographie*. Herrman Schmidt, Mainz 1999.
- 50 Forssmann (1999), S. 76.
- 51 <https://www.opendyslexic.org/>
- 52 <https://alphaprof.de/2018/09/lrs-texte-lesefreundlicher-gestalten/>, Zugriff am 16. September 2018.
- 53 Korthaus, C.: *Grundkurs Typographie und Layout*. Rheinwerk, Bonn 2016.
- 54 Schierl, T.: *Text und Bild in der Werbung*. Halem, Köln 2001.
- 55 <https://de.wikipedia.org/wiki/Podcast>, Zugriff am 4. Juni 2018.
- 56 Schnotz, W., Bannert, M.: Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction* 12 (2002), S. 141–156.
- 57 Wellenreuther (2015).
- 58 Meyer, R. E., Moreno, R.: Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist* 38 (2003) Nr. 1, S. 43–52.
- 59 Aebli (2011).
- 60 Aebli (2011).
- 61 Klöppel, R.: *Mentales Training*. Gustav Bosse Verlag Kassel, 4. Aufl. 2007.
- 62 Neubrand J., Neubrand M.: Innere Strukturen mathematischer Leistung im PISA-2000-Test. In: Neubrand M. (Hrsg.): *Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2004.
- 63 Norris, S. et al.: A Theoretical Framework for Narrative Explanation in Science. *Science Education* 89 (2005), S. 535–563.
- 64 Matuschek, C., Jansen, W.: *Chemieunterricht und Geschichte der Chemie*. *Praxis der Chemie der Naturwissenschaften Chemie* 24 (1985), S. 3–5. Pukies, J.: *Das Verstehen der Naturwissenschaften*. Westermann, Braunschweig 1979.
- 65 Kubli, F.: *Mit Geschichten und Erzählungen motivieren*. Aulis Verlag Deubner, München 2005.
- 66 Nercessian, N.: Conceptual Change in Science and in Science Education. *Synthesis* 80 (1989) S. 163–183.
- 67 Barke (2016); Hamann (2013).
- 68 Kaufhold, A.: *Mysterien im Geschichtsunterricht*. Auer, Augsburg 2018.
- 69 Stachowiak, H.: *Allgemeine Modelltheorie*. Springer, Wien 1973.
- 70 Barke (2006).
- 71 Wuketits, F. M.: *Biologische Erkenntnis: Grundlagen und Probleme*. Stuttgart – New York 1983. Auch: Krause, E.: *Analogien im Physikunterricht*. Tagungsband der Tagung der Physikdidaktik, Frankfurt 2014.
- 72 Julia Weiler in Rubin 26 Nr. 2.
- 73 Aebli (2011), S. 214 ff.