

3 Unterrichtsmethoden und Medien

Wenn klar ist, wohin die Reise gehen soll (Planungskategorie 1), wo die Klasse steht und welche Lehr-Lernverläufe möglich sind (Planungskategorie 2), können die ersten Etappen konkret geplant werden. Für Lehr-Lernprozesse in der Schule bedeutet dies, Methoden, Medien und Aufgabenstellungen festzulegen. Anfängerinnen und Anfänger im Lehrberuf verfallen allerdings sehr oft der Versuchung, die Planung von Unterricht mit der Auswahl von Methoden und Medien zu beginnen. Wer unter Stress für den nächsten Tag eine Unterrichtsstunde zur Einführung in quadratische Gleichungen vorbereiten soll, wird zum Schulbuch greifen oder im Internet nach Unterrichtsmaterialien suchen. Man übersieht dann, dass es sich um eine komplexe Begrifflichkeit handelt und es ratsam wäre, erst einmal das Vorwissen zum Funktionsverständnis zu diagnostizieren und sich selbst Gedanken zu machen, welche Beispiele für die Einführung des Begriffs der quadratischen Funktion sinnvoll sein könnten. Wenn man im Internet oder in einer Materialsammlung ein nettes Arbeitsblatt zum Thema findet, macht man sich all diese Gedanken nicht mehr. Man landet sehr schnell bei einer methoden- bzw. mediengesteuerten Unterrichtsplanung ohne Blick für den Lernprozess einzelner Schülerinnen und Schüler. Methoden und Medien sollten deshalb immer vor dem Hintergrund des Lernziels und des Verlaufsmodells gewählt werden. Das Verlaufsmodell ist das Gerippe von Unterricht und die Methoden bzw. Medien sind die einzelnen Bausteine, mit denen man das Gerippe zum Leben erweckt. In diesem Kapitel sollen vier grundlegende Unterrichtsmethoden, mit denen man die vorgestellten Verlaufsmodelle allesamt füllen kann, vorgestellt werden. Zunächst einmal möchte ich jedoch eine Reihe von Klärungen vornehmen. Auch im Bereich der Medien und Unterrichtsmethoden tummeln sich zahlreiche pädagogische, didaktische und neurowissenschaftliche Mythen, die einem das Unterrichten schwer machen können. Um die Wirkung von Methoden und Medien verstehen zu können, sollte man sich mit den Möglichkeiten und vor allem mit den Grenzen unseres Gedächtnisses beschäftigen.

3.1 Grundlage: Gedächtnis

3.1.1 Neuromythos von der Steigerung unserer Gehirnkapazität

Im esoterischen Umfeld oder auch in modernen Lebens- oder Selbstmanagementtragebern findet man häufig folgende Behauptung: Im normalen Alltag und auch in der Schule nutzen wir nur 10% unseres Gehirns. Damit bleiben die meisten Men-

schen weit unter dem Leistungsniveau, das sie eigentlich erbringen könnten, um in allen möglichen Lebenslagen erfolgreich zu sein. Dann werden unterschiedlichste Techniken und Strategien vorgeschlagen, wie man die Gehirnleistung steigern kann. Zwischen 10% und 100%, so die Argumentation, ist viel Luft nach oben.

Grundsätzlich problematisch ist, dass dieser Argumentation die Vorstellung vom Gehirn als „Behälter“ zu Grunde liegt. Allerdings funktioniert das Gehirn nicht wie eine Festplatte. Das Gehirn verarbeitet Informationen nicht sequenziell und digital wie ein Computer. Wäre dies so, müsste man tatsächlich über die Geschwindigkeit unseres „Prozessors“ und die Kapazität unserer „Festplatte“ nachdenken. Im Gegensatz zu einem Computer verarbeitet unser Gehirn Informationen parallel und eher langsam. Wir können beispielsweise nicht annähernd so schnell rechnen wie ein Computer. Die Stärke im Vergleich zum Computer liegt allerdings an der gigantischen Vernetzung, die eine Verarbeitung von abertausenden Impulsen gleichzeitig erlaubt. Damit sind wir erst in der Lage, Situationen „auf einen Blick“ einzuschätzen. Wir sind beispielsweise in der Lage, zahlreiche Reize in einer Straßenverkehrssituation in Sekundenschnelle zu verarbeiten und zu bewerten. Diese Parallelverarbeitung von Reizen und Informationen ist möglich, weil bei höheren geistigen Aktivitäten viele Gehirnregionen gleichzeitig aktiv sein können. Wir nutzen damit automatisch unser Gehirn höchst effektiv.

Auch evolutionsbiologisch lässt sich argumentieren, dass es sehr ungünstig wäre, wenn ein Organismus sein Gehirn, ein sehr energieintensives Organ, nur zu 10% nutzen würde (OECD, 2002). Hinzu kommt, dass ein willentliches Gehirnjogging oder Gehirntaining aus neurophysiologischer Sicht eher kontraproduktiv wäre. Spitzer (2009) argumentiert beispielsweise, dass das Gehirn immer lernt, ja lernen möchte und nicht zum Lernen gezwungen werden muss. Wir müssen unserem Gehirn quasi nur erlauben, sich mit den Dingen zu beschäftigen, die es interessiert, d.h. die uns interessieren. Dazu sind keine Neurotricks notwendig. Es reicht schon, wenn man das natürliche Interesse der Kinder an bestimmten Themen unterstützt und ihnen die Möglichkeit gibt, sich mit dem zu beschäftigen, was sie interessiert bzw. sie zu motivieren, wenn sie sich aus schulischer Sicht für einen Lerngegenstand interessieren sollten. Das Gehirn ist so angelegt, dass Neues und Relevantes automatisch wahrgenommen und gespeichert wird.

3.1.2 Neuromythos von den Lerntypen

Der Mythos von den Lerntypen geht auf Frederick Vester zurück, der zwischen visuellen, auditiven, haptischen und intellektuellen Lerntypen unterscheidet und eine Berücksichtigung dieser Lerntypen im Unterricht fordert. Problematisch dabei ist bereits die inkonsistente Kategorisierung (Grewé, 2010). Die ersten drei Lerntypen beziehen sich auf sensorische Kanäle (Auge, Ohr, Tastsinn). Der vierte Lerntyp wird dagegen als intellektuell bezeichnet. Personen, die diesem Lerntyp zugeordnet werden, kommen entweder ohne die Sinneseindrücke aus oder haben keine

bestimmte sensorische Präferenz. Unabhängig von dieser logischen Inkonsistenz gibt es bisher keine neurowissenschaftlich haltbaren Hinweise für die Typisierung (OECD, 2002).

Es gibt zwar bestimmte „psychologische“ Präferenzen, die sich auch mit unserem Alltagswissen in Einklang bringen lassen. Es gibt beispielsweise die Schülerin, die nicht gerne liest, sondern eher geneigt ist, sich den Sachverhalt mündlich erklären zu lassen. Daraus auf einen grundlegenden Lerntyp zu schließen, der nicht über Texte, sondern lediglich über die Sprache angesprochen werden soll, ist wissenschaftlich höchst fragwürdig. Vielmehr wird es so sein, dass diese Schülerin Leseschwierigkeiten hat und damit das Medium Text eher meidet. Es wäre also didaktisch gerade falsch, diese Schülerin nur bildlich anzusprechen. Man müsste ihr vielmehr Unterstützung anbieten, um ihre Lesestrategien zu verbessern.

Hinzu kommt, dass schulisches Lernen, egal auf welcher Schulart, immer eine intellektuelle Herausforderung ist und sich Denken immer auf verschiedenste Sinneswahrnehmungen stützen muss. Es gibt schlichtweg keine höheren geistigen Leistungen ohne eine Verankerung in konkreten Bildern oder sinnlichen Erfahrungen. Welche Sinnesindrücke und basalen Erfahrungen zu welchen intellektuellen Leistungen führen ist zudem nicht beliebig. Sprachentwicklung basiert auf dem Hören mündlicher Sprache von Erwachsenen. Wie sollte ein haptischer Typ die Muttersprache erwerben? Mathematik basiert auf einer Verknüpfung von quantitativen Vorstellungen (Anzahl) mit räumlichen Vorstellungen (z.B. Zahlenstrahl). Ein rein auditiver Schüler wäre praktisch nicht in der Lage, Zahlvorstellungen aufzubauen. Es wäre ziemlich fahrlässig, ihm die räumliche Vorstellung der Mathematik vorzuenthalten. Auch Lesen ist ein Zusammenspiel von phonologischer und optischer Diskrimination sowie semantischen Verknüpfungen. Ohne die Schulung von Sinnesleistungen ist Lesen schlicht nicht möglich, egal welche Vorlieben oder Präferenzen eine Schülerin oder ein Schüler zeigt.

3.1.3 Cognitive Load Theorie

Im Unterricht und natürlich auch in der Hochschullehre werden die Schülerinnen und Schüler oft mit zu vielen Reizen überfordert. Lehrende erklären zu lange und zu kompliziert. Arbeitsmaterialien sind häufig mit Bildern, Texten und Grafiken überfüllt. Auf Präsentationsfolien blinkt es in allen Farben und Formen. Eine Überfülle an Informationen kann dazu führen, dass Lernende den Arbeitsauftrag nicht verstehen oder sich nicht auf das Wesentliche konzentrieren können. Aber auch eine Lernumgebung kann so gestaltet sein, dass auf die Schülerinnen und Schüler eine Flut an Sinnesreizen einströmt. Der lernpsychologische Grund für diese Problematik ist die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses (auch: Kurzzeitgedächtnis). Wir können mit unseren Sinnesorganen sehr viele Reize gleichzeitig aufnehmen. Allerdings müssen alle Reize durch das Nadelöhr unseres Arbeitsgedächtnisses und dieses kann lediglich ca. 5 bis 9 Wissenseinheiten gleichzeitig verarbeiten.

Der Beschränktheit unseres Arbeitsgedächtnisses steht eine fast unbegrenzte Aufnahmekapazität des Langzeitgedächtnisses gegenüber. Wissen wird – im Gegensatz zum Kurzzeitgedächtnis – in das Langzeitgedächtnis durch eine mehrfache Reizung von Neuronennetzwerken eingelagert. Gedächtnisinhalte liegen zunächst in einer sehr instabilen Form im Kurzzeitgedächtnis vor. Diese werden erst durch Konsolidierung längerfristig abgespeichert. Im Kurzzeitgedächtnis unterscheidet man noch einmal zwischen einem sensorischen Speicher mit einer Speicherzeit von 1 bis 2 s. In dieser kurzen Zeit finden Assoziationen mit anderen Reizen oder Gedächtnisinhalten statt. Das Kurzzeitgedächtnis hat eine Behaltensspanne von bis zu 30 s und eine begrenzte Speicherkapazität. Das Langzeitgedächtnis hat eine nahezu unbegrenzt große Speicherkapazität. Im Langzeitgedächtnis finden ständig Reorganisationsvorgänge statt, die mit der Datenkompression bei Computern vergleichbar sind.

Die Speichervorgänge zwischen Langzeit- und Kurzzeitgedächtnis unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der neurophysiologischen Vorgänge. Beim Kurzzeitgedächtnis gibt es eine frühe Langzeitpotenzierung. Ein kurzer, hochfrequenter Reiz führt zur Erregung der nachgeschalteten Neuronennetzwerke für wenige Minuten bis max. zwei Stunden, jedoch nicht zu einer anatomischen Veränderung der Netzwerke. Inhalte des Langzeitgedächtnisses entstehen durch eine späte Langzeitpotenzierung. Eine Nervenzelle im Hippocampus reizt mehrfach im Abstand von einigen Minuten einen Neuronenverband im Cortex. Dabei kommt es zu anatomischen Veränderungen in den nachgeschalteten Neuronenverbänden (neue Synapsen entstehen, vorhandene Synapsen werden eliminiert).

Um die Speicherung von Wissen im Langzeitgedächtnis zu fördern, gelten folgende „Regeln“ oder Hinweise für Übungsphasen als relativ gut bestätigt:

- Bedeutung von Schlafphasen nach intensiven Übungsphasen: In Leichtschlafphasen sind die Hirnregionen aktiv, die in den Übungsphasen aktiviert wurden.
- Prinzip des Überlernens: Auch wenn man eine Information behalten kann, steigert das nochmalige Wiederholen den Behaltenseffekt.
- Spacing-Effekt: Verteiltes Lernen ist besser als zeitlich gehäuftes Lernen. Wiederholungen in größeren Abständen sind wichtig.

Effekte von langjähriger Erfahrung und Übung lassen sich direkt an den Hirnstrukturen nachweisen. Bei Erwachsenen mit speziellen Fähigkeiten (Musiker oder Taxifahrer) sind die entsprechenden Gehirnregionen größer und vernetzter. Man kann sich diesen Effekt zunutze machen, indem man spezielle Gehirnregionen schult, die für Lernbeeinträchtigungen verantwortlich sind. Die ungeheure Plastizität des Gehirns kann auch noch bei Erwachsenen nachgewiesen werden.

Neben dem Aufbau von Wissen spielt jedoch auch das Vergessen eine zentrale Rolle für Lernprozesse. Inhalte des deklarativen Gedächtnisses werden in der Regel nicht gelöscht, sondern wir finden sie einfach nicht mehr bzw. der Wiederabruf ist extrem erschwert. Durch verschiedene Techniken des Erinnerns können wir diese Inhalte

wieder aktivieren. Je mehr Anknüpfungspunkte ein Inhalt hat, desto eher können wir ihn behalten. Beim prozeduralen Gedächtnis können Inhalte nicht schlagartig verschwinden. Man kann auch nach langer Zeit wieder auf ein Rad aufsteigen und losfahren. Fertigkeiten können höchstens abgeschwächt werden, wenn man sie sehr lange nicht mehr ausübt.

Eine in der Lehr-Lernforschung aber auch in der fachdidaktischen Forschung häufig genutzte Theorie ist die *cognitive load theory* (CLT) (Sweller, 1988; van Merriënboer & Sweller, 2010). Die CLT beschreibt drei Arten von Information, die beim Lernen im Gehirn verarbeitet werden müssen und die auf unterschiedliche Weise das Arbeitsgedächtnis belasten können:

1. *Intrinsic load* hängt von der Anzahl der mindestens zu verarbeitenden Elemente ab (*element interactivity*). Beim Lernen von Vokabeln gibt es eine geringe Anzahl zu verarbeitender Elemente, weil zwei Worte miteinander in Verbindung gebracht werden müssen. Diese beiden Worte können unabhängig von all den weiteren Worten einer Sprache miteinander verknüpft werden. Eine hohe Zahl an Elementen muss miteinander kombiniert werden, wenn man einen grammatikalisch korrekten Satz bilden möchte (Zeiten, Fälle, Endungen, Nebensatzstrukturen). Die einzige Möglichkeit, *intrinsic load* zu reduzieren, ist die Bildung von Schemata, d.h. das Zusammenfassen oder das Automatisieren von Einzelinformation.
2. *Extraneous load*: Im Gegensatz zu *intrinsic load* wird *extraneous load* durch die Aufgabenstellung erzeugt. Wenn ein Schüler beispielsweise ein Problem durch Versuch und Irrtum lösen soll und über keine adäquaten Lösungsstrategien verfügt, hat die Aufgabe einen hohen *extraneous load*. Der Schüler muss sich erst einmal eine Herangehensweise überlegen oder er macht Fehler und muss noch einmal von vorne beginnen. *Extraneous load* entsteht auch dann, wenn beispielsweise eine Schülerin verschiedene, weit auseinanderliegende Informationsquellen nutzen muss: In einem Lexikon nachschlagen, in einer Bibliothek recherchieren, abgelegte Ordner herauskramen und etwas nachlesen.
3. *Germane load* ist die Art von kognitiver Belastung, die im Arbeitsgedächtnis durch den eigentlichen Lernvorgang entsteht. Wenn beispielsweise eine Information in ein vorhandenes kognitives Schema integriert werden soll, muss dieses vorhandene Schema zunächst aktiviert werden. Der neue Begriff und der bereits im Langzeitgedächtnis abgespeicherte Begriff belasten gleichzeitig den Arbeitsspeicher. Diese Art von kognitiver Belastung ist allerdings nicht vermeidbar. Sie stellt vielmehr die eigentliche Lernbelastung dar und steigt mit der Anzahl der zu leistenden Verknüpfungen und Operationen an.

Vereinfacht könnte man sagen, dass *intrinsic load* und *germane load* notwendige Belastungen des Kurzzeitgedächtnisses sind. *Extraneous load* ist verzichtbar und entsteht durch unnötige Informationen oder Störungen beim Lernen. Bei der Gestaltung von Lehr-Lernprozessen wäre deshalb immer zu fragen, ob durch metho-

dische Arrangements tatsächlich der Lernprozess unterstützt wird (*germane load*) oder eher *extraneous load* erzeugt wird. Bisherige Forschungsarbeiten deuten dabei auf folgendes Verhältnis der drei Arten von *cognitive load* in Abhängigkeit der Lernaufgabe hin: Beim Lernen einfacher kognitiver Schema bzw. einfacher Elementverbindungen bringt die Reduktion von *extraneous load* keinen Lerngewinn, weil genug Arbeitsspeicher vorhanden ist, um mit der aufgabenspezifischen Belastung durch *intrinsic load* umzugehen. Beim Lösen komplexer Aufgaben bzw. beim Aufbau komplexer kognitiver Schemata ist die Reduktion von *extraneous load* entscheidend. Nur so bleibt genug Speicherkapazität für *germane load*, um den Lernprozess zu steuern.

Van Merriënboer und Sweller (2010) fassen eine Reihe von empirisch geprüften Strategien zusammen, die sich mit der CLT begründen lassen. Diese lassen sich teilweise sehr gut in Vorgaben zur Gestaltung von Lehr-Lernprozessen überführen. Eine Auswahl dieser Strategien soll skizziert und vor dem Hintergrund schulischer Lehr-Lernprozesse diskutiert werden. In der CLT wird zwischen Komplexität der Aufgabenstellung (des Lernziels) und Vorwissen des Lernenden (Novizen vs. Experten) unterschieden. Die CLT-Mechanismen wirken unterschiedlich in Abhängigkeit dieser beiden Dimensionen.

1. Prinzipien, um *extraneous load* zu reduzieren:

- *Worked example principle*: Ein für schulische Lehr-Lernprozesse wichtiger Anwendungsfall der CLT ist das Lernen mit Lösungsbeispielen (van Gog, Kester & Paas, 2011). Lösungsbeispiele sind das Gegenstück zum problemlösenden Lernen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten zunächst eine Aufgabenstellung mit einem ausgearbeiteten Lösungsbeispiel, das sie durcharbeiten sollen. Erst danach versuchen sie eine neue, aber ähnliche Problemstellung selbstständig zu lösen.
- *Completion principle*: Aufgaben mit Lücken reduzieren *extraneous load* auf eine ähnliche Art und Weise wie ausgearbeitete Lösungsbeispiele. Bei einem Lückentext oder einer Aufgabenstellung mit einzelnen Lücken ist ein Teil der Lösung bereits gegeben und die Lernenden können sich auf einen Ausschnitt konzentrieren.
- *Split attention principle*: Wenn die zur Bewältigung einer Aufgabe nötigen Informationen weit auseinanderliegen, erhöht dies *extraneous load*. Bei der Gestaltung von Arbeitsblättern, Aufgaben oder Grafiken sollte darauf geachtet werden, dass alle Informationen auf einen Blick erfasst werden können.
- *Modality principle*: Nicht zu viel Information sollte über einen sensorischen Kanal laufen. Es ist beispielsweise besser, wenn die visuelle Animation eines Sachverhalts von einem gesprochenen Text begleitet wird (Scheiter et al., 2014). Bei einem geschriebenen Text müssen die Lernenden ihre visuelle Aufmerksamkeit ständig zwischen Film und Text aufteilen. Beim gesprochenen Text werden zwei separate Sinneskanäle angesprochen.
- *Redundancy principle*: Eine Information sollte nur einmal präsentiert werden.

2. Eine Reduktion von *intrinsic load* würde eine Vereinfachung der Aufgabenstellung oder des Lernziels bedeuten. Aus diesem Grund wird in der CLT zunächst über Strategien der Organisation von *intrinsic load* nachgedacht:

- *Multiple step strategies*: Zunächst werden einzelne Teile der Aufgabe präsentiert und bearbeitet. Danach wird die Komplexität schrittweise erhöht und zum Schluss bringt man die komplexeste Form der Aufgabenstellung.
- *Low-to-high fidelity strategy*: Lehrkräfte sollten nicht gleich mit komplexen, realistischen Problemstellungen beginnen, sondern erst mit simulierten, in ihrer Komplexität reduzierten Problemen arbeiten. Erst gegen Ende der Lehr-Lernsequenz wird der komplexe, realitätsnahe Fall präsentiert und bearbeitet.

3. Eine weitere Strategie besteht darin, *germane load* zu optimieren, indem *intrinsic load*, d.h. die Aufgabenkomplexität schrittweise erhöht wird. Hierzu schlagen van Merriënboer und Sweller (2010) folgende Lehr-Lernprinzipien vor:

- *Variability of learning tasks*: Durch die häufige Variation der Aufgabenstellung entsteht schneller eine induktive Begriffsbildung. Der Lernende muss sich schneller damit auseinandersetzen, welches die immer wiederkehrenden Aspekte einer Problemlösung sind und welche nicht.
- *Contextual interference*: Die Interferenz mit dem Kontext ist hoch, wenn benachbarte Aufgaben unterschiedliche Schemata aktivieren. Die Interferenz ist niedrig, wenn benachbarte Aufgaben immer das gleiche Schema aktivieren (z.B. Päckchenrechnen in Mathematik). In Experimenten konnte gezeigt werden, dass hohe Interferenz mit dem Kontext *germane load* erhöht und damit zu besseren Lernergebnissen führt. Die Lernenden mussten genau überlegen, welches Schema zu aktivieren ist. Eine praktische Schlussfolgerung dieser Strategie ist, dass viele Schulbücher oder Schulstunden falsch aufgebaut sind, weil in der Regel ein Schema eingeführt und dann eine lange Zeit nur dieses Schema geübt wird.
- *Self-explanation effect*: Lösungsbeispiele sind dann effektiver, wenn sich die Lernenden die Lösung selbst noch einmal erklären.

Die hier skizzierten CLT-Designprinzipien unterliegen allerdings dem sog. *expertise reversal effect*. Sämtliche Effekte oder Prinzipien gelten nicht mehr oder verkehren sich ins Gegenteil, wenn Lernende mehr Wissen haben, d.h. mehr Schemata automatisiert anwenden können (Novizen vs. Experten). Beispielsweise verkehrt sich der Effekt von ausgearbeiteten Lösungsbeispielen (*worked examples effect*) ins Gegenteil bei Lernenden mit höherem Vorwissen. Zu viele Informationen sind dann redundant. Man muss demnach Unterrichtssequenzen so aufbauen, dass sie mit Lösungsbeispielen beginnen und dann langsam zur selbstständigen Problembearbeitung übergehen. Gleiches gilt für den *split-attention effect* und den *multi modality effect*. Je weiter der Fortschritt innerhalb einer Lehr-Lernsequenz bzw. je größer das Vorwissen und die Routine der Schülerinnen und Schüler, desto eher können sie auch die Informationen aus unterschiedlichen sensorischen Kanälen verarbeiten oder verstreut liegende Informationen richtig einordnen und integrieren.

3.2 Grundlage: Mythen im Reich der Unterrichtsmethoden und Medien

Die in diesem Teilkapitel angesprochenen Mythen haben sehr unterschiedliche Quellen. Einige Wurzeln dieser Mythen reichen weit zurück bis in die Reformpädagogik oder die Aufklärungszeit. Andere Mythen sind jüngeren Datums und entstanden rund um die Rezeption neurowissenschaftlicher Befunde in den letzten Jahrzehnten. Man hat den Eindruck, mit der Einleitung „Die Neurowissenschaft hat gezeigt ...“ kann man mittlerweile jeden Unsinn begründen. Es ist zu beobachten, dass Lehrkräfte und Eltern sehr an diesen vermeintlich gut fundierten, medizinisch anmutenden Ratschlägen für besseres und angenehmeres Lernen interessiert sind. Im Fahrwasser der technisch hochgerüsteten Neuroforschung tummeln sich dann auch zahlreiche pseudowissenschaftliche Neurodidaktiken. Dabei wird vor allem mit einer Reihe von sog. „Neuromythen“ operiert (siehe 3.1.1 und 3.1.2), die in Schulen leider auf fruchtbaren Boden fallen.

Tardif, Doudin und Meylan (2015) zeigten in einer Studie, dass beispielsweise über 80% der befragten Lehrkräfte von der Hemisphärendominanz und über 90% von modalitätsbedingten Lerntypen überzeugt sind. Purdy und Morrison (2009) kritisieren, dass man bei der Nordirischen Curriculumreform 2003 Befunde der Neurowissenschaften fehlerhaft und vereinfachend interpretierte, um damit fächerübergreifenden Unterricht zu begründen. Lernen kann neurobiologisch als das Verknüpfen von Nervenzellen zu komplexen Neuronenverbänden beschrieben werden. Die nordirischen Lehrplanreformerinnen und Lehrplanreformer leiteten daraus die Prämisse ab, möglichst viele Lerninhalte und Lernkontexte miteinander zu vernetzen. Auf Basis dieser Fehlinterpretation wurden fächerübergreifende Projekte und fächerübergreifender Unterricht eingeführt und begründet. Aus der empirischen Unterrichtsforschung gibt es allerdings keine tragfähigen Hinweise, dass fächerübergreifendes Lernen effektiv ist. Vielmehr kommt es zunächst darauf an, die Grundlagen eines Unterrichtsfaches gut zu verstehen.

Neuromythen sind entweder verzerrte oder falsche Aussagen über Lernen und Gehirn unter Berufung auf vermeintliche Ergebnisse der modernen Hirnforschung. Neuromythen sind vor allem in der didaktischen Ratgeberliteratur sehr beliebt, weil sie zur Begründung „einfacher“ Lernrezepte und damit auch einfacher Lehr-Lernverläufe beitragen. Mittlerweile müssen sich selbst die seriösen Neurowissenschaftler mit den aus ihrem Forschungsgebiet abgeleiteten Fehlschlüssen beschäftigen (z.B. OECD, 2007; Goswami, 2004; Grewe, 2010; Alferink & Farmer-Dougan, 2010). Alferink und Farmer-Dougan (2010) beispielsweise warnen vor einem naiven und missverständlichen Transfer neurowissenschaftlicher Erkenntnisse auf die sonderpädagogische Praxis. Die falsche Rezeption von Wissen über Lateralität, sensitive Perioden der Gehirnentwicklung oder Synapsenverbindungen führen nach Meinung dieser Autoren sogar zur Begründung von ineffektiven Unterrichtsmethoden in der Schulpraxis.

3.2.1 Mythos Handlungsorientierung

Das Prinzip „Handlungsorientierung“ wird sowohl neurowissenschaftlich als auch reformpädagogisch begründet. Handlungsorientierte Unterrichtsmethoden gehören seit jeher zum Repertoire der Didaktik. An dieser Stelle soll allerdings eine unkritische Übertreibung dieses Prinzips hinterfragt werden. Auf Präsentationsfolien oder in didaktischen Ratgeberpublikationen konnte ich schon sehr oft Abbildungen sehen, deren Inhalt sich ungefähr so zusammenfassen lässt:

Lernen durch Hören: 20% wird behalten

Lernen durch Sehen: 30% wird behalten

Lernen durch Hören und Sehen: 50% wird behalten

Lernen durch Sprechen, Hören und Sehen: 70% wird behalten

Lernen durch Handeln: 90% wird behalten

Über das Stichwort „Handlungsorientierung“ stolpert man praktisch in jedem Pädagogik- und Didaktikseminar, wirklich handlungsorientierte Unterrichtsmethoden sucht man in der Sekundarschule um die Ecke eher vergeblich. Woran liegt das? Was ist wahr an diesem Mythos und worin liegt die Übertreibung? Richtig ist, dass motorische Handlungen in der Kleinkindphase für die kognitive Entwicklung von Kindern entscheidend sind. Die Kinder krabbeln, laufen, fassen alles an und bauen mit den unmöglichsten Gegenständen. Damit erschließen sie sich „handelnd“ ihre Welt und bauen die Grundlagen des Denkens auf. Nach Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung spielen aber zunehmend mentale Denkopoperationen, d.h. innere Handlungen eine Rolle für die kognitive Entwicklung. Bereits in der Grundschule ist es wichtig, von realen Handlungen ausgehend, symbolische Repräsentationen und Denkopoperationen aufzubauen (vgl. 2.2.2).

In der Sekundarstufe sind die Schülerinnen und Schüler dann zunehmend in der Lage, Problemstellungen auch rein formal, ohne konkrete Anschauung und ohne konkretes Tun zu erfassen und zu lösen. Konkrete Handlungen oder Anschauungen sind natürlich bei vielen abstrakten Problemen immer noch ein wichtiger Einstieg oder eine wichtige Lernhilfe bei Verständnisproblemen. Ziel schulischen Lernens in der Sekundarstufe ist allerdings immer die Entwicklung von abstraktem Wissen. Und es gibt viele Hinweise aus der Lernpsychologie und empirischen Unterrichtsstudien, dass man Denken am besten lernt, indem man Lernende zum Denken anregt und nicht zum aktiven Tun (Renkl, 2015). Äußere Handlungen können je nach Lernziel den Lernprozess unterstützen, können aber auch kontraproduktiv sein. Von äußerlichen Aktivitäten kann man nicht direkt auf Lernprozesse schließen. Äußere Aktivität kann die Lernenden in Stress versetzen, sodass kognitive Lernprozesse beeinträchtigt werden. Es ist effektiver, zunächst einmal der Lehrkraft beim Lösen einer Beispielaufgabe passiv zuzusehen und in Ruhe die Lösung nachzuvollziehen als gleich aktiv an die Bearbeitung der Aufgabe zu gehen.

Dass Handlungsorientierung für Lernen ab der Sekundarstufe eher kontraproduktiv sein kann, wird an drei exemplarischen Studien etwas eingehender erläutert. Im

Rahmen einer Ergänzungsstudie zu PISA 2006 wurden deutsche Schülerinnen und Schüler per Fragebogen zu Merkmalen des naturwissenschaftlichen Unterrichts befragt (Prenzel et al., 2008). Anhand der Schülerangaben konnten drei verschiedene Typen von Biologie, Chemie- oder Physikunterricht beschrieben werden:

1. Globale Aktivität (ca. 13 % der Klassen): Die Schülerinnen und Schüler in diesen Klassen geben an, dass sie eigene Experimente entwickeln und durchführen dürfen. Sie sollen Schlüsse daraus ziehen und ihre Ideen erklären.
2. Kognitiv fokussierte Aktivität (55% der Klassen): Die Lernenden dieser Klassen geben an, dass sie kaum eigene Experimente durchführen dürfen. Dagegen sollen sie Schlussfolgerungen aus Demonstrationsexperimenten ziehen und eigene Ideen erklären.
3. Traditioneller Unterricht (32% der Klassen): In diesen Klassen ist die Häufigkeit von Experimenten insgesamt sehr gering und die Lernenden bekommen eher wenig Gelegenheit, eigene Ideen zu erklären und Schlussfolgerungen zu ziehen.

Anhand der PISA-Leistungstests in Naturwissenschaften konnte man die drei Gruppen im Hinblick auf ihre Leistung vergleichen. Dabei zeigte sich, dass die drei Unterrichtsmuster mit den Testleistungen in PISA systematisch zusammenhängen. Am leistungsstärksten sind die Klassen mit kognitiv fokussierter Aktivität im Unterricht. Danach folgen Klassen mit traditionellem Unterricht. Unterricht nach dem Muster der globalen Aktivität ist am wenigsten lernwirksam. Im Gegensatz zur Leistung sind Schülerinnen und Schüler in den Klassen mit globaler Aktivität allerdings am höchsten motiviert. Am geringsten motiviert sind die Klassen mit traditionellem Unterricht.

Diese Befunde stellen stark handlungsorientierte Vorstellungen von naturwissenschaftlichem Unterricht zunächst einmal grundlegend in Frage. Es kommt auf die kognitive Aktivierung an und nicht auf die handelnde Durchführung eigener Experimente. Prenzel et al. (2008, S. 20) interpretieren diesen Befund wie folgt: „Dass der naturwissenschaftliche Unterricht hier eine wichtige Rolle spielen kann, belegen die Analysen der Unterrichtsmuster: Ein traditioneller Unterricht mit wenigen Experimenten und wenigen Gelegenheiten, eigene Ideen einzubringen und umzusetzen, muss in den Leistungsergebnissen nicht schlecht sein, gefährdet aber die Motivation und das Interesse. Andererseits befördert ein Unterricht mit vielen Hands-on-Aktivitäten, Diskussionsphasen und Anwendungsbeispielen zwar die Motivation, gelangt aber in beschränkter Unterrichtszeit nicht zur kognitiven Durchdringung und Sicherung des Verständnisses. Es kommt also auf die Mischung und lernorientierte Fokussierung der Unterrichtsaktivitäten an, um Wissen und Interesse zu fördern.“

Dass Experimente auch am Computer simuliert werden können und nicht unbedingt real ausgeführt werden müssen, zeigt eine österreichische Studie in der 9. Jahrgangsstufe (Baumann, Simon, Wonisch & Guttenberger, 2013). Der Unterrichtsgegenstand waren Experimente zur Pflanzenphysiologie. Die Lernzeit sowie

die zur Verfügung gestellten Informationen, Protokollbögen und Experimentieraufträge waren für alle Schülerinnen und Schüler gleich. Lediglich die Art und Weise der Durchführung des biologischen Experiments wurde variiert. Eine Gruppe führte die pflanzenphysiologischen Experimente am Computer mit einer Simulationssoftware durch. Die zweite Gruppe führte die Experimente mit realen Pflanzen durch. Die Schülerinnen und Schüler in der Simulationsgruppe bewerteten den Unterricht insgesamt positiver als die Schülerinnen und Schüler in der Experimentiergruppe. In beiden Gruppen gab es deutliche Leistungszuwächse im Vergleich zu einem Einstufungstest. Während es bei den Mädchen keinen Unterschied gab, war der Wissenszuwachs bei den Jungen in der Simulationsgruppe deutlich höher und auch nachhaltiger als in der Experimentiergruppe. Bei der Simulation eines Sachverhalts können Hypothesen über die Eingabe von Daten sofort geprüft werden. Dies führt schneller zum Verständnis der Zusammenhänge als bei aufwändigen Experimenten.

Handlungsorientierte Methoden haben zudem das Potenzial, die Ungerechtigkeit im Bildungssystem zu verschärfen. Eisenkopf und Sulser (2016) fanden in einer experimentellen Unterrichtsstudie heraus, dass Lernexperimente im Wirtschaftskundeunterricht zwar zum gleichen Lernzuwachs führen wie herkömmlicher, lehrergelenkter Unterricht, leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler allerdings stärker davon profitieren. Die Studie wurde an 29 Gymnasien in der Schweiz mit 42 Klassen und 31 Lehrkräften durchgeführt. Thema waren sog. *common-pool resource problems* (CPR problems). Dabei geht es um die wirtschaftliche Nutzung gemeinschaftlicher Güter (z.B. Fischgründe, Kohlevorkommen). Die Klassen wurden zufällig einer Experimentgruppe, einer Standardgruppe und einer Kontrollgruppe zugewiesen. In der Experimentgruppe konnten die Schülerinnen und Schüler Zusammenhänge bei der wirtschaftlichen Nutzung gemeinschaftlicher Güter mit einem Computerspiel selbst erkunden. Danach wurden die Erkenntnisse aus dieser experimentellen Phase auf ein reales Problem übertragen (Überfischung von Ozeanen). In der Standardgruppe erläuterte die Lehrkraft die Zusammenhänge bei CPR-Problemen auf herkömmliche Weise, d.h. lehrergelenkt und ohne handlungsorientierte Methoden. Es folgte ebenfalls die Übertragung auf ein reales CPR-Problem. In der Kontrollgruppe fand kein Unterricht zu CPR-Problemen statt. Beim abschließenden Test zeigten sich sowohl in der Experimentgruppe als auch in der Standardgruppe substanzielle Lernzuwächse im Vergleich zur Kontrollgruppe. Es fanden sich allerdings keine Unterschiede zwischen der Standardgruppe und der Experimentgruppe. Allerdings profitierten die leistungsstärkeren Klassen in der Experimentgruppe deutlich mehr vom Schülerexperiment als die leistungsschwächeren Klassen. In der Standardgruppe gab es diesen Unterschied nicht.

3.2.2 Mythos Offenheit und Individualisierung

Eine sog. „Öffnung“ bzw. „Individualisierung“ von Unterricht wurde in den letzten Jahren vermehrt als Königsweg zum Umgang mit großer Heterogenität in den Schulklassen postuliert. Im bildungspolitischen Mainstream wird eine Sortierung der Lernenden nach kognitiver Leistungsfähigkeit zunehmend abgelehnt. Die Lehrkräfte vor Ort wehren sich zwar vehement gegen eine Auflösung der äußeren Differenzierung nach Schulformen, können dem gesellschaftlichen Trend nach Inklusion, Integration, Teilhabe und Vielfalt jedoch eher wenig entgegensetzen. Realschulen müssen sich damit anfreunden, ihre Schülerinnen und Schüler entweder zum Hauptschulabschluss oder zum Realschulabschluss zu führen. Gymnasien haben nicht mehr die üblichen Selektionsinstrumente (verbindliche Grundschulempfehlung, Abschlussschulung auf Realschule oder Hauptschule) zur Verfügung und müssen sich mit Lernenden auseinandersetzen, die vermutlich nie in ihrem Leben ein Studium abschließen werden.

Progressive Schulen, vorneweg die Gemeinschaftsschulen, versuchen durch eine radikale Öffnung und Individualisierung des Unterrichts das Problem der Heterogenität als Vorteil zu interpretieren. Der Preis dafür ist hoch und die empirische Unterrichtsforschung liefert praktisch keine Hinweise dafür, dass individualisierte, geöffnete Lernsettings zu besseren Lernergebnissen führen als Unterricht in traditionellen, leistungshomogenen Klassen (Zusammenfassungen: Hattie, 2009; Lipowsky und Lotz, 2015; Lipowsky, 2002). Giaconia und Hedges (1982) zeigten in einer Metaanalyse bereits vor Jahrzehnten, dass es zwar eine Überlegenheit des offenen Unterrichts hinsichtlich der nicht leistungsbezogenen Lernziele gibt, z.B. Einstellung gegenüber Schule, Kreativität, Neugierde, Selbständigkeit oder Kooperationsfähigkeit. Kognitive Lernziele werden im traditionellen Unterricht jedoch eher erreicht. Ebenso zeigten Studien, dass in geschlossenen Lernsettings die Schülerinnen und Schüler weniger Ängstlichkeit und höhere Leistungsmotivation berichten. Lipowsky (2002, S. 126) folgert aus diesen Befunden: „Offene Lernsituationen sind traditionellen von sich aus weder über- noch unterlegen. Die Qualität von Unterricht lässt sich nicht am Grad seiner Offenheit und Wahlfreiheit festmachen. (...) Neuere Forschungsergebnisse aus der Unterrichtsforschung lassen vermuten, dass für die Qualität (...) offener Lernsituationen sowohl in fachlichen Leistungsdimensionen als auch in nichtfachlichen Bereichen die konkreten Prozesse und Handlungsformen im Klassenzimmer, die Ebene der Interaktionen und das Lernniveau des Unterrichts verantwortlich sind. Damit sind in erster Linie Prozesse auf der Mikroebene des Unterrichts angesprochen.“

Was ist mit Mikroebene gemeint? Das bereits eingeführte Begriffspaar Sichtstrukturen (bzw. Oberflächenstrukturen) versus Tiefenstrukturen trifft diesen Sachverhalt sehr genau. Formen der Öffnung und Individualisierung von Unterricht sind zunächst einmal Sichtstrukturen. Schulen, die ein Individualisierungskonzept einführen, müssen sich eine ganze Weile mit überwiegend organisatorischen Fragen

beschäftigen: Wie werden die Räume umgestaltet? Welche Tische und Stühle benötigen wir für die Einzelarbeitsplätze der Schülerinnen und Schüler? Wie kann man dann die Tische und Stühle so umstellen, dass Sozialformen wie Gruppenarbeit oder Klassenunterricht möglich sind? Wie gestalten wir die zeitliche Struktur des Unterrichtstages, wenn es keine festen Unterrichtsstunden in festen Klassenverbänden mehr gibt? Wie werden Arbeitsmaterialien und Aufgabenblätter geordnet und organisiert? Wo legen die Schülerinnen und Schüler erledigte Aufgaben ab und wie erfolgt die Kontrolle und Rückmeldung durch Lehrkräfte? Wie sehen Zeugnisse aus? Wie informiert man die Eltern über die Leistungsbewertung?

Um Unterricht zu öffnen, müssen die Lehrkräfte an einer Schule in der Lage sein, eine gigantische didaktische Logistik zu bewältigen. Ohne Überstunden, bedingungslosen kollegialen Zusammenhalt und eine sehr gut arbeitende Schulleitung ist dies nicht möglich. Da alle drei Bedingungen an den wenigsten Schulen gleichzeitig erfüllt sind, werden Konzepte der Individualisierung von Unterricht eher suboptimal umgesetzt. Man bleibt an den organisatorischen Problemen hängen und kommt erst überhaupt nicht dazu, sich mit der Mikroebene eines geöffneten Unterrichts auseinanderzusetzen: Wie differenziere ich meine Aufgabenstellungen? Wie erkenne ich, wenn eine Schülerin oder ein Schüler etwas nicht verstanden hat und ich einen Sachverhalt noch einmal erklären muss? In welchen Phasen können die Kinder in Kleingruppen arbeiten, wann sollten sie Aufgaben alleine bewältigen können?

Die Problematik zeigt sich auch bei fachdidaktischen Ansätzen. In englischsprachigen Ländern gibt es eine lange währende Kontroverse zwischen einer expliziten (*spelling is taught*) und impliziten (*spelling is caught*) Vermittlung von Rechtschreibwissen. Implizite Methoden können in einem geöffneten und individualisierten Unterricht umgesetzt werden. Dabei wird angenommen, dass die Schülerinnen und Schüler eigenständig Rechtschreibwissen aufbauen, wenn sie Texte lesen und schreiben. Es genüge somit, die Lernenden immer wieder in praktische, anwendungsorientierte Lese- und Schreibsituationen zu versetzen. Wenn dann beim Lesen oder Schreiben von Texten Fragen der Rechtschreibung auftreten, wird dies zum Anlass genommen, Rechtschreibregeln zu klären. Dagegen wird bei der expliziten Vermittlung von Rechtschreibwissen auf folgende Aktivitäten Wert gelegt: Allen Schülerinnen und Schülern muss die Schreibung einzelner Wörter vermittelt werden. Rechtschreibregeln für unbekannte Wörter müssen gelernt und angewendet werden. Die Schreibung von Wörtern wird gezielt analysiert. Die Methoden der expliziten Rechtschreibvermittlung sind eher geschlossen und nicht individualisiert. Graham und Santangelo (2014) zeigen in einer Metaanalyse, dass eine explizite Vermittlung von Rechtschreibwissen effektiver ist als implizite Methoden. Dieser Befund zeigte sich für alle untersuchten Jahrgangsstufen von 1 bis 10. Eine explizite Vermittlung von Rechtschreibwissen führt nicht nur zu einer besseren und nachhaltigeren Rechtschreibleistung. Zudem wurden positive Effekte auf die Schreibkompetenz gefunden.

Ähnliche Fragen wären auch an alle Fächer zu stellen, in denen es auf die mündliche Diskussion und Besprechung von Themen ankommt: Lieder singen, ein Bild gemeinsam analysieren, Dialoge und kleine Rollenspiele im Fremdsprachunterricht, über verschiedene Lösungswege einer Mathematikaufgabe diskutieren, eine Pro- und Contra-Diskussion im Politikunterricht usw. All diese Unterrichtsmethoden sind geschlossen und nicht individualisiert. Leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler profitieren in geschlossenen Lernsettings viel eher von intelligenten Redebeiträgen oder kreativen Ideen. All das sind mögliche Erklärungen für die bisher noch ausstehenden Belege der Effektivität von individualisierten Lernsettings.

3.2.3 Mythos Frontalunterricht

Frontalunterricht ist keine Unterrichtsmethode, sondern ein Kampfbegriff. Wohl kaum ein Begriff der Didaktik ist derart emotional negativ besetzt. Als gut gilt, so wenig wie möglich Frontalunterricht zu praktizieren, weil die Schülerinnen und Schüler sich dabei langweilen, nichts lernen und die Freude an der Schule verlieren. Lehrkräfte, die Frontalunterricht praktizieren gelten als autoritär, konzentrieren sich nur auf die Vermittlung von möglichst viel Unterrichtsstoff und kümmern sich nicht um den Lernerfolg der Kinder. Alles was nicht Frontalunterricht ist, ist dagegen gut und innovativ. Bei allen anderen Unterrichtsmethoden sind die Schülerinnen und Schüler aktiv, können selbständig lernen, erarbeiten sich Inhalte selbständig und kooperieren miteinander. Diese Alternativen zum Frontalunterricht sollen sogar die Rolle von Lehrkräften verändern. Lehrerinnen und Lehrer werden zu Lernberatern, halten sich im Hintergrund, lassen die Schülerinnen und Schüler arbeiten und unterstützen nur, wenn nötig.

Allein schon der Begriff Frontalunterricht ist nicht präzise definiert. Man meint entweder eine bestimmte Art des lehrergelenkten Unterrichtsgesprächs oder die Anordnung der Tische in Reihen mit Ausrichtung zur Tafel. Oder man assoziiert mit Frontalunterricht ein autoritäres Auftreten der Lehrerin bzw. des Lehrers. Letztendlich wird auch der Gebrauch von bestimmten frontal ausgerichteten Medien zur Erklärung von Sachverhalten, wie z.B. die Tafel oder der Tageslichtprojektor, mit dem Begriff in Verbindung gebracht. Durch die Begriffsunschärfe kann jede und jeder das persönliche Zerrbild von Unterricht als Frontalunterricht bezeichnen. Wer Frontalunterricht kritisiert, sagt selten was genau kritisiert wird, kann sich aber der Zustimmung der Zuhörerschaft sicher sein, weil viele das Negative an Unterricht mit dem Begriff assoziieren.

Schule ist ein Bereich, in dem die Kluft zwischen vermeintlich guten Ansprüchen und der Realität häufig sehr groß ist, denn empirische Studien bestätigen, dass es wohl kaum eine häufiger praktizierte Unterrichtsmethode gibt als Frontalunterricht. Hage et al. (1985) fanden in einer Beobachtungsstudie folgende prozentuale Verteilungen von Sozialformen in Schularten mit Sekundarstufe:

- Klassenunterricht: 76,9% (Hauptschulen 75,3%; Gymnasien 85,4% und Gesamtschulen 69,4%).
- Klassenkooperation: 2,6%.
- Gruppenarbeit: 7,4% (10,9% an Hauptschulen, 3,4% an Gymnasien und 8,2% an Gesamtschulen).
- Partnerarbeit: 2,9%
- Einzelarbeit: 10,2%

Die überwiegende Mehrheit der Unterrichtsstunden findet somit in einer Sozialform statt, die dem entspricht, was mit Frontalunterricht assoziiert wird. Götz, Lohrmann und Ganser (2005) kommen bei einer Befragung von 720 Lehrkräften verschiedener Schularten zu folgendem zeitlichen Anteil von Sozialformen am gesamten Unterricht:

- Frontalunterricht: 47% (GS: 39%, RS: 55%, Gymn: 57%)
- Gruppenarbeit: 13%
- Partnerarbeit: 15%
- Einzelarbeit: 18%
- Projektunterricht: 7%

Da es sich bei dieser Studie um eine Befragung handelt, muss man Antwortverzerrungen zugunsten sozial erwünschter Sozialformen wie Gruppenarbeit oder Projektunterricht berücksichtigen. Der Anteil des Frontalunterrichts dürfte somit höher sein. Die Fächer unterscheiden sich nicht im Hinblick auf Frontalunterricht und Partnerarbeit. In Mathematik und Fremdsprachen wird weniger in Gruppenarbeit unterrichtet als in sozialwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Fächern sowie Deutsch.

Man kann sich jetzt fragen, ob all diese Lehrkräfte irren und sich nicht eines Besseren belehren lassen wollen. Es gibt unzählige Bücher und Publikationen, in denen seit Jahrzehnten der Schule eine Reformresistenz vorgeworfen wird. Bereits seit der Reformpädagogik zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird die Paukerei, der Frontalunterricht von damals, heftig kritisiert und angeprangert. Warum ändert sich nichts? Vielleicht müsste man einmal folgendem Gedanken nachgehen: Wenn sich eine bestimmte Unterrichtsmethode seit „Jahrhunderten“ hält, hat sie sich dann vielleicht bewährt? Vielleicht ist gerade diese Unterrichtsmethode hoch effektiv?

Um den Mythos vom negativen Frontalunterricht ein wenig zu entzaubern, benötigen wir zunächst saubere Begrifflichkeiten. Ein mit Frontalunterricht assoziiertes Merkmal von Lehr-Lernprozessen ist die starke Lenkung durch die Lehrerin bzw. den Lehrer. Zu fragen wäre deshalb, ob es Hinweise gibt, welche Art von lehrer gelenktem Unterricht mit positiven Lernerfolgen zusammenhängt. Hierfür muss man nicht lange suchen. Die empirische Unterrichtsforschung zeigt praktisch auf Schritt und Tritt, dass Schülerinnen und Schüler dann besonders viel lernen und auch motiviert sind, wenn es der Lehrerin oder dem Lehrer gelingt, sie auf intelligente Weise Schritt für Schritt durch den Unterricht zu lenken.

Ein Beispiel hierfür ist Mathematikunterricht in Japan, dem Siegerland in der TIMS-Studie von 1995 (*Third International Mathematics and Science Study*). Dieser wurde u.a. in der ersten TIMSS-Video studie sehr genau dokumentiert (Stigler et al., 1999). Die TIMSS-Video Studien können als erste länderübergreifende, quasi-experimentelle Studien in der Unterrichtsforschung bezeichnet werden. Die erste TIMSS-Video studie (1995) ist für die deutschsprachige Unterrichtsforschung deshalb von hoher Relevanz, weil hier Deutschland erstmals an einer großen, internationalen, empirischen Unterrichtsstudie teilnahm. Die Forschungsfrage der Studie ergab sich aus der TIMS-Studie. Diese erste internationale Schulleistungsstudie im Bereich Naturwissenschaften und Mathematik führte zu ernüchternden Befunden für Deutschland, aber auch den USA. Schülerinnen und Schüler aus ostasiatischen Ländern (v.a. Japan) erzielten weitaus bessere Leistungen. In einer Videostudie wollte man nun der Frage nachgehen, ob diese deutlichen Leistungsunterschiede am Unterricht liegen oder eher auf die kulturellen Differenzen (Leistungsorientierung, Hausaufgabenbetreuung etc.) zurückgeführt werden können (Stigler & Hiebert, 1997; Baumert & Lehmann, 1997).

In den USA, Japan und Deutschland wurden deshalb jeweils 50 bis 100 Unterrichtsstunden in Mathematik in den Jahrgangsstufen 7/8 videografiert. Die Aufnahmen der insgesamt 231 Klassen wurden systematisch nach den methodisch-didaktischen Strategien der Lehrer ausgewertet. Dabei gelang es, Besonderheiten des japanischen Mathematikunterrichts im Vergleich zum deutschen bzw. amerikanischen Mathematikunterricht für die Leistungsunterschiede verantwortlich zu machen. Der Unterricht in Japan ist sehr gut strukturiert, durchweg lehrergelenkt, hat jedoch immer die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler im Blick. Kurze Lehrervorträge und Demonstrationen mit speziell angefertigten Veranschaulichungen spielen im Unterricht eine wichtige Rolle. Es gibt einen vorab geplanten und strukturierten Tafelanschrieb, der bis zum Ende der Stunde sichtbar bleibt. Die Lehrkraft benutzt die Demo-Materialien entweder allein oder zusammen mit den Schülerinnen und Schülern. Es kommt nie vor, dass Schülerinnen oder Schüler allein mit Veranschaulichungen etwas erklären müssen. In den kurzen Lehrervorträgen fallen immer wieder Hinweise auf inhaltliche Querverbindungen. Auch die zu bearbeitenden Aufgaben werden von den Lehrkräften ausführlich eingeführt und besprochen. Danach folgen kurze Phasen der Aufgabenbearbeitung. Anschließend präsentieren die Schülerinnen und Schüler ihre Lösungen an der Tafel. Eine Aufgabensituation (z.B. die Grenze zwischen zwei Grundstücken gerecht verändern) wird für mehrere Fragen genutzt, um eine kognitive Überforderung zu vermeiden und die gedanklichen Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler ganz auf die mathematische Fragestellung zu lenken. Mit den Aufgaben werden zudem möglichst alle Lernzielniveaus realisiert. Man übt Rechenroutinen, wendet mathematische Konzepte an und kann auch eigene Lösungswege selbst entdecken. Die starke Lehrerinnen- und Lehrerlenkung führt zudem dazu, dass es praktisch keine

Unterbrechungen durch Störungen gibt. Das Erläutern und Besprechen von Hausaufgaben nimmt wenig Unterrichtszeit in Anspruch. Die Schülerinnen und Schüler dürfen die Hausaufgaben nicht bereits im Unterricht erledigen. Die gesamte Unterrichtszeit steht für die Erarbeitung von Wissen zur Verfügung.

Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass Lernerfolg sehr viel mit der kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler im Unterricht zu tun hat (Seidel & Shavelson, 2007; Pauli et al., 2008; Weißeno & Landwehr, 2015). Die kognitive Aktivierung gelingt vor allem über anspruchsvolle Aufgabenstellungen (Tiefenstruktur des Unterrichts). Bei der Bearbeitung von anspruchsvollen Aufgabenstellungen darf man die Schülerinnen und Schüler jedoch nicht lange allein lassen. Phasen der Diskussion von Aufgaben bzw. Aufgabenlösungen und Phasen der selbständigen Arbeit müssen eng miteinander verzahnt werden. Dies gelingt nur in einem stark strukturierten und gelenkten Unterricht.

3.2.4 Mythos Methoden- und Medienvielfalt

Auf dem Markt der didaktischen Möglichkeiten gibt es ein riesiges Angebot an Unterrichtsmethoden. Die meisten davon benötigt man nicht. Wenn man in Google das Stichwort „Unterrichtsmethoden“ eingibt, stößt man auf verschiedene Links, die zu Auflistungen oder Sammlungen von Unterrichtsmethoden führen. Alternativ dazu kann man auch im Methodenlexikon von Peterßen (2008) blättern. Die Fülle an Unterrichtsmethoden ist unglaublich: Blitzlicht, Fantasiereise, Open Space, Postkorbmethode, Tagebuchmethode, Wochenplan, szenisches Spiel, zirkuläres Fragen, subjektives Kartografieren, Rollenspiele, situiertes Lernen, Werkstattunterricht, programmierter Unterricht, Projektunterricht, Wandzeitung und so weiter. Ich bin sehr viel an Schulen unterwegs und besuche Praktikantinnen und Praktikanten. Allerdings habe ich bestimmt 95% der aufgelisteten Unterrichtsmethoden noch nie zu Gesicht bekommen. Meines Erachtens gibt es auch hier wieder eine große Diskrepanz zwischen der Fantasie innovativer Pädagoginnen und Pädagogen und der Realität an Schulen.

Bei den endlos langen Listen mit Unterrichtsmethoden fällt auf, dass sehr viel Unterschiedliches in einen Topf geworfen wird. Eine Wandzeitung ist eigentlich keine Unterrichtsmethode, sondern ein Medium, das von den Schülerinnen und Schülern gestaltet werden kann oder das die Lehrkraft zur Veranschaulichung einsetzen kann. Auch der Werkstattunterricht ist keine Unterrichtsmethode, sondern eine übergreifende Form der Organisation von Lehr-Lernprozessen. In den Listen findet man auch lernpsychologische Prinzipien wie „Lernen am Modell“ oder „Feedback“, die auf unterschiedlichste Methoden und Verlaufsmodelle anwendbar sind. Derart unsystematische und unstrukturierte Methodenlisten sind ein Zeichen für mangelndes Theorieverständnis im Bereich Lehren und Lernen.

Das größte Problem ist jedoch, dass man Lehramtsstudierende durch ein übergroßes Angebot an Unterrichtsmethoden im Studium zunächst beeindruckt kann,

sie im Praktikum dann aber überfordert. Ein Blick in die Unterrichtspraxis zeigt, dass Lehrkräfte mit einem kleinen Set an Methoden ihren Unterricht recht effektiv gestalten können. Dennoch wird unermüdlich behauptet, dass Methodenvielfalt ein wichtiges Qualitätskriterium für Unterricht ist. Gibt es hierfür tatsächlich empirische Belege? Und wenn ja, welche Art von Methoden soll wie variiert werden? Methoden- bzw. Medienvielfalt wird unter anderem mit dem Ansprechen verschiedener Sinneskanäle begründet. Es wird argumentiert, dass der Mensch mit allen Sinnen lernt (siehe Handlungsorientierung) und je mehr Sinne für die Vermittlung genutzt werden, desto eher wird Wissen behalten. Demnach sollte man einen Unterrichtsinhalt mit möglichst vielen Medien darstellen und erfahrbar machen. Eine weitere Begründungslinie bezieht sich auf einen häufigen Wechsel der Sozialformen. Man baut in jede Schautunde mindestens eine Gruppenarbeit, eine Partnerarbeit und einen Stuhlkreis vor der Tafel ein. Methodenwechsel bedeutet hier, dass sich die Schülerinnen und Schüler möglichst oft durchs Klassenzimmer bewegen sollen und möglichst oft den Interaktionspartner wechseln sollen. Man möchte damit auf die geringen Aufmerksamkeitszeitspannen der Schülerinnen und Schüler reagieren.

Empirische Befunde zeigen jedoch, dass eine ganz andere Art von Methodenwechsel effektiv sein könnte. In der bereits oben erwähnten TIMSS-Videostudie (Stigler et al., 1999) fand man im japanischen Mathematikunterricht einen häufigen Wechsel zwischen kurzen Lehrerpräsentationen und längeren Einzel- bzw. Gruppenarbeitsphasen, vor allem beim Erarbeiten komplexer Konzepte. Ebenso konnte man einen häufigen Wechsel zwischen verschiedenen Phasen des Verlaufsmodells beobachten: Aufgaben erläutern, Aufgaben bearbeiten, Lösungen diskutieren.

Auch vom PISA-Primus Shanghai kann man lernen, welche Art von „Methodenwechsel“ effektiv ist (Lim, 2007). Bereits bei den TIMS-Studien zeichnete sich ab, dass ostasiatische Schulsysteme in Mathematik und Naturwissenschaften in einer anderen Liga spielen als viele europäische Schulsysteme. Bei TIMSS und in den ersten PISA-Studien waren dies vor allem Japan, Korea und die chinesischen Provinzen Hong Kong und Taiwan. Seitdem die chinesische Provinz Shanghai an PISA teilnimmt, gibt es einen neuen Star in dieser Liga. Shanghai hat in den PISA-Studien 2009 und 2012 selbst auf die ostasiatischen Länder einen deutlichen Vorsprung in allen Kompetenzbereichen. Lim (2007) führte eine qualitative Studie an Primar- und Sekundarschulen in Shanghai durch, um herauszufinden, welche Unterrichtsmerkmale für den nachhaltigen und deutlichen Erfolg chinesischer Schülerinnen und Schüler bei internationalen Leistungsvergleichen verantwortlich sein könnten. Es zeigte sich unter anderem, dass die Lehrkräfte auf eine ganz bestimmte Art und Weise variantenreich unterrichteten. Die Lehrkräfte erläuterten mathematische Begriffe mit verschieden schwierigen Beispielen (vgl. 3.1.3). Pro Begriff wurden mindestens drei Beispiele präsentiert. Die Lehrkraft zeigte beispielsweise verschiedene Gleichungen und die Schülerinnen mussten entscheiden, ob es

sich um eine Funktion handelt oder nicht. Auch beim Erlernen von Fertigkeiten und Prozeduren wurde von den Mathematiklehrkräften in Shanghai stark variiert. Bei bestimmten Problemstellungen wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten erprobt und besprochen. Die Schülerinnen und Schüler bekamen immer wieder variantenreiche Übungsaufgaben. Diese Aufgaben wurden von der Lehrkraft auch zu diagnostischen Zwecken herangezogen, um zu sehen, ob die zu übenden Fertigkeiten beherrscht werden oder nicht.

Die Forderung nach Methoden- und Medienvielfalt kann auch dazu führen, dass man verstärkt auf Methoden zurückgreift, die nett, bunt und trendig wirken, jedoch weniger effektiv sind als einfache und vielleicht langweilig anmutende Unterrichtsmethoden. Dies zeigt sehr schön eine Studie von Jones et al. (2016), die in einer Serie von Experimenten die Effektivität von zwei 10-minütigen Rechtschreibübungen untersucht haben. Die eher grau daher kommende Methode war *retrieval practice*. Von der Lehrkraft wurde eine Liste mit 10 Wörtern diktiert. Danach erfolgt die gemeinsame Korrektur der Wörter. Anschließend wird die Wörterliste erneut diktiert. Verglichen wurde diese Methode mit dem sog. *rainbow-writing*, einer in englischsprachigen Ländern sehr beliebten Wörterschreibmethode. Die Schülerinnen und Schüler nehmen mehrere farbige Stifte in den Regenbogenfarben und schreiben jedes Wort von der Liste mehrmals in den verschiedenen Farben, sodass ein Regenbogenbild entsteht. In den Studien zeigte sich eine deutliche Überlegenheit der Methode *retrieval practice*. Die bunten Stifte haben keinen Lerneffekt. Vielmehr ist entscheidend, dass falsch geschriebene Wörter durch die Wiederholung sofort richtig geschrieben werden können (vgl. 2.1.1).

3.2.5 Neuromythos von der Hirnhälftendominanz

An dieser Stelle muss abschließend noch auf einen weiteren Neuromythos hingewiesen werden, der u.a. auch zur Forderung nach mehr Medien- und Methodenvielfalt führt. Sehr beliebt ist die Vorstellung, Menschen würden entweder eher mit der linken oder eher mit der rechten Hirnhälfte denken und lernen. Eher mathematisch begabte Kinder können ihre linke Hirnhälfte besser aktivieren. Eher kreative, sprachlich und ganzheitlich orientierte Kinder setzen dagegen ihre rechte Hirnhälfte ein. Durch methodische Vielfalt soll der Unterricht deshalb entweder auf diese Hemisphärendominanz abgestimmt werden oder es solle versucht werden, die jeweils andere Hirnhälfte durch geeignete Übungen zu aktivieren. Diese Überlegungen sind wissenschaftlich nicht haltbar. Mittlerweile weiß man sehr viel über die funktionelle Architektur des Gehirns. Man kann relativ genau sagen, welche Gehirnareale für welche geistigen Funktionen zuständig sind. Vor allem die sensorischen und motorischen Rindenfelder sind jeweils den gegenüberliegenden Körperhälften zugeordnet. Die Verarbeitung der sensorischen Impulse der linken Hand wird beispielsweise im sensorischen Speicher der rechten Gehirnhälfte repräsentiert. Für mentale Funktionen ist eine Hemisphärendominanz schon deswegen

nicht möglich, weil die Funktionen jeweils symmetrisch von beiden Hirnhälften übernommen werden.

Ebenfalls nachgewiesen sind aber auch asymmetrisch verteilte Funktionen. Beispielsweise findet man in der linken Hemisphäre Bereiche, die überwiegend für das Sprechen oder das begrifflich-analytische Denken zuständig sind. Die rechte Hemisphäre in der Großhirnrinde ist dagegen eher bei Musik, Bild- und Mustererkennung oder räumlichem Denken aktiv. Es wäre aber falsch anzunehmen, die jeweilige Hirnhälfte sei ausschließlich für diese Funktionen zuständig. Detaillierte Studien zu einzelnen Prozessen der Verarbeitung von Zahlen zeigen beispielsweise, dass immer beide Hirnhälften mit Subprozessen beteiligt sind. Bei räumlichen Verarbeitungsprozessen finden räumliche Kategorisierungen (rechts, links, oben, unten) in der linken Hemisphäre statt, während Längenabschätzungen rechts enkodiert sind. Höhere geistige Leistungen wie Sprache oder Zahlverständnis sind immer nur mit beiden Gehirnhälften möglich.

Die Verbindung der beiden Hemisphären muss auch nicht extra geübt werden. Die Verknüpfung ist durch den sog. Balken (*corpus callosum*) bereits anatomisch angelegt. Das *corpus callosum* ist eine aus mehreren Millionen Nervenzellen bestehende Datenautobahn, die rechte und linke Hirnhälfte von Geburt an verbindet. Man kann diese Verbindung durch Übungen weder verbessern noch verschlechtern. Problematisch wird es lediglich, wenn der Balken durchtrennt wird, beispielsweise bei Verletzungen, Hirnschlägen oder auch als letztes Mittel bei starker Epilepsie. Versuche mit entsprechenden Patienten zeigen, dass massive Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprobleme auftreten. Versuche zeigen aber auch in diesen Fällen, dass die jeweils andere Gehirnhälfte Funktionen übernehmen kann. Auch bei anatomischen Eingriffen zeigt das Gehirn, dass es sich aufgrund seiner Plastizität selbst helfen kann. Vor diesem Hintergrund sind Überkreuzübungen im Klassenzimmer eine naive Spielerei, die sicherlich nicht schadet, weil man sich dabei bewegt und somit das Gehirn mit mehr Sauerstoff versorgt wird. Die Kinder auf dem Pausenhof spielen zu lassen, hätte allerdings den gleichen Effekt.

3.3 Unterrichtsmethoden

Lehramtsstudierende sollten sich mit wenigen grundlegenden Unterrichtsmethoden beschäftigen und diese dann im Praktikum gut üben. Ein sehr guter Beitrag hierfür ist beispielsweise der Herausgeberband von Wiechmann und Wildhirt (2016), in dem zwölf Unterrichtsmethoden ausführlich vorgestellt werden. In diesem Abschnitt möchte ich die Auswahl noch weiter unterbieten und stelle vier grundlegende Unterrichtsmethoden, die in sehr vielen Fächern eingesetzt werden können, vor. Als Auswahlkriterium dient mir der Begriff der Aktionsformen des Lehrens und Lernens (z.B. v. Martial, 1996; Glöckel, 1996). Glöckel (1996) un-

terscheidet darbietende, zusammenwirkende und aufgebende Aktionsformen. Beispiele für darbietende Aktionsformen sind erzählen, vortragen, erklären und vormachen. Die Hauptaktivität liegt bei der Lehrerin und dem Lehrer. Schülertätigkeiten sind zuhören, zuschauen und mitdenken. Zusammenwirkende Aktionsformen sind Unterrichtsgespräche, Diskussionen aber auch das gemeinsame Singen, Musizieren oder Spielen. Aufgebende Aktionsformen sind alle Arten von Aufgabenstellungen, die von den Schülerinnen und Schülern überwiegend selbständig zu bearbeiten sind, beispielsweise einen Aufsatz schreiben, ein Bild malen oder ein Werkstück anfertigen. Meine Auswahl an grundlegenden Unterrichtsmethoden deckt die drei Aktionsformen ab und ist an eigenen Erfahrungswerten orientiert. Egal welches Fach und welche Jahrgangsstufe, mindestens eine dieser vier Unterrichtsmethoden habe ich bei allen meinen Unterrichtsbesuchen zu Gesicht bekommen.

3.3.1 Einen Sachverhalt erklären oder eine Tätigkeit vormachen

Um Wissen direkt zu vermitteln, müssen Lehrkräfte in der Lage sein, deklaratives Wissen zu erklären und prozedurales Wissen (Handlungen, Tätigkeiten) vorzumachen. Das Erklären und das Vormachen spielen in vielen Lehr-Lernmodellen eine wichtige Rolle. Im Rahmen des Schreibunterrichts demonstriert die Lehrerin an einem selbst geschriebenen Beispielaufsatz, wie sie den eigenen Text noch einmal durchliest und dabei Korrekturen vornimmt (vgl. 2.3.4). Oder der Biologielehrer erklärt am Beispiel des Spechts was man unter Merkmalen der Anpasstheit an den Lebensraum versteht und wie man sich die Entstehung dieser Merkmale mit Hilfe der Evolutionstheorie vorstellen kann (vgl. 2.3.2).

Was sollte man beim Erklären und Vormachen berücksichtigen? Welche Handlungsschritte sind für diese Unterrichtsmethode wichtig?

1. Ob man etwas erklärt oder vormacht hängt von der Wissensart ab (siehe Lernziele). Deklaratives Wissen (Sachverhalte, Begriffe, Zusammenhänge, Regeln) wird erklärt, prozedurales Wissen (Tätigkeiten, Handlungsrouninen, Abläufe, Handgriffe) wird vorgemacht oder demonstriert. Des Weiteren spielt die Komplexität des Wissens eine wesentliche Rolle bei Erklärungen oder Vorführungen (siehe Lernziele).
2. Um sich auf eine Erklärung oder eine Demonstration im Unterricht vorzubereiten, muss sich eine Lehrerin, ein Lehrer sehr genau mit dem zu erklärenden deklarativen Wissen bzw. dem vorzumachenden prozeduralen Wissen auseinandersetzen. Das ist doch logisch, denken Sie jetzt. Ja, aber diese Trivialität kann gerade bei Anfängerinnen und Anfängern im Lehrberuf nicht genug betont werden. Schülerinnen und Schüler werden nur dann aufmerksam und mit Interesse einer Erklärung zuhören und der Demonstration einer Tätigkeit folgen, wenn sie intuitiv spüren, dass die Lehrkraft ihre Sache sehr gut kann und sehr gut versteht und dabei auch die Begeisterung für eine Sache zum Ausdruck kommt.

3. Die Erklärung oder die Demonstration der Tätigkeit sollte angekündigt und zeitlich eingegrenzt werden. Den Schülerinnen und Schülern sollte klar sein, dass sie jetzt 5 min genau zuhören und beobachten müssen und der zu erklärende Sachverhalte bzw. die vorgeführte Tätigkeit für den weiteren Lernverlauf relevant ist. Eventuell schreiben Sie den Begriff oder die Bezeichnung der Tätigkeit an die Tafel oder heften eine vorbereitete Karte an die Pinnwand. Signalisieren Sie der Klasse auch ganz deutlich das Ende der Erklärung oder der Vorführung. Sie erwarten ab jetzt, dass die Schülerinnen und Schüler den Sachverhalt verstanden haben bzw. die Prozedur nachvollzogen haben und das Wissen in den nachfolgenden Unterrichtsschritten anwenden können.
4. Alle Schülerinnen und Schüler sollten aufmerksam zuhören und beobachten können. Die Sicht auf die Tafel, den Tageslichtprojektor oder die Lehrkraft sollte frei sein, alle nicht benötigten Lernmaterialien werden aus den Händen gelegt oder weggeräumt. Gegebenenfalls wird ein Sitzkreis gebildet oder die Schülerinnen und Schüler stellen sich um die Lehrkraft, wenn die vorgeführte Tätigkeit von größerer Distanz nur schlecht zu beobachten ist (z.B. Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht).
5. Überlegen Sie sich bereits im Vorfeld wie Sie mit Rückfragen umgehen möchten. Sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst die Erklärung vollständig anhören oder sind bereits während ihres Vortrags bzw. während ihrer Demonstration Rückfragen möglich?
6. Welche Medien bzw. welche Sinneskanäle möchten Sie für die Erklärung oder für die Vorführung nutzen? Bei der Erklärung eines Sachverhaltes (deklaratives Wissen) ist die sprachliche Darstellung die Grundlage. Zusätzlich können visuelle Darstellungen (Schaubilder, Grafiken, Tafelaufschrieb) genutzt werden. Die Demonstration einer Tätigkeit kann durch Versprachlichung der Gedanken, die ihre Tätigkeit begleiten, ergänzt werden. Wenn die Lösungsprozedur für ein Rechenproblem demonstriert wird, kommentiert die Lehrkraft die einzelnen Schritte und macht damit den Schülerinnen und Schülern den eigenen Gedankengang sichtbar (vgl. 2.3.4). Bei der Vorbereitung der Veranschaulichung sollte man unbedingt die Cognitive Load Theorie ernst nehmen. Zu viele Inputs und zu viele Sinneskanäle gleichzeitig überfordern die Schülerinnen und Schüler. Weniger ist oft mehr. Wählen Sie nur die Veranschaulichungen, die für das Verständnis des Sachverhaltes oder für die Nachvollziehbarkeit der Tätigkeit unbedingt notwendig sind.
7. Eine gute Erklärung ist wie ein Weg durch ein komplexes Wissensnetzwerk (vgl. 2.3.4). Erklären Sie einen Sachverhalt vollständig bzw. führen Sie eine Tätigkeit vollständig und detailliert vor. Bei einer Erklärung müssen sich die einzelnen Aussagen logisch aneinanderreihen lassen. Beispiele, Vergleiche, Metaphern und Analogien können hilfreich sein (z.B. der Stromkreis wird mit einem Wasserkreislauf verglichen), müssen allerdings gut zum erklärenden Wis-

sen passen und sollten nicht allzu stark ablenken. Bei einer Tätigkeit sollten die Schülerinnen und Schüler genau nachvollziehen können, welche Schritte aufeinander folgen. Eine Erklärung ist im Grunde nichts anderes wie das Erzählen einer Geschichte.

8. Redundanzen (Wiederholungen) sind gut, sollten aber maßvoll eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler sind in der Regel dankbar, wenn etwas wiederholt wird, was sie schon ein wenig verstanden haben, vielleicht aber noch nicht ganz. Bei einer wiederholten Erklärung kann man leicht variieren.
9. Vergewissern Sie sich bereits während der Erklärung bzw. während der Demonstration, ob die Schülerinnen und Schüler ihnen folgen können. Deuten Sie die Blicke und die Körperhaltung ihrer Schülerinnen und Schüler. Können Sie große Fragezeichen in den Gesichtern erkennen? Sind die Blicke auf Sie und ihre Medien gerichtet oder schauen schon die ersten Schülerinnen und Schüler auf die Uhr? Deuten Sie die ersten Rückfragen und Kommentare. Beziehen sich diese auf den Sachverhalt oder haben die Schülerinnen und Schüler erst einmal ganz andere Fragen? Planen Sie Feedback und kleine diagnostische Elemente in ihren Vortrag oder in ihre Demonstration ein: Kurze Kontrollfragen, Beispiele ergänzen lassen, fragen was als nächstes kommt usw. Man sollte allerdings darauf achten, dass der Charakter des erklärenden Vortrags bzw. der Demonstration durch die Lehrkraft erhalten bleibt und der Unterricht nicht in ein Gespräch mit einzelnen Schülerinnen und Schülern abgleitet. Dies irritiert diejenigen, die sich auf die Erklärung bzw. die Demonstration einlassen und eine abgeschlossene Erklärung bzw. eine vollständige Demonstration einer Tätigkeit erwarten.
10. Planen Sie bereits im Vorfeld, was sich die Schülerinnen und Schüler notieren sollen und wann der Heftaufschrieb am sinnvollsten ist. Wenn während der Erklärung ein Tafelaufschrieb entsteht, sollte klar sein, wann dieser ins Heft zu übertragen ist: Bereits während des Vortrags oder erst ganz zum Schluss der Erklärung. Auch hier ist wieder eine kognitive Überforderung durch zwei parallele Tätigkeiten (abschreiben, zuhören) zu vermeiden.

3.3.2 Ein Unterrichtsgespräch führen

An einem Unterrichtsgespräch sind die Lehrkraft sowie alle Schülerinnen und Schüler einer Klasse beteiligt. Im Zentrum des Gesprächs steht ein Thema oder eine bestimmte Fragestellung. In der didaktischen Literatur findet man eine Fülle unterschiedlichster Methoden für Unterrichtsgespräche. Vor allem das Ausmaß der Lehrerlenkung entscheidet über den Charakter der verschiedenen Gesprächsmethoden. Bei sehr offenen Gesprächsformen gibt die Lehrkraft letztendlich nur einen Anfangsimpuls und moderiert den weiteren Gang des Gesprächs, ohne dabei inhaltlich einzugreifen. Der genetisch-sokratische Dialog (auch: fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch) ist dagegen eine stark von der Lehrperson gelenkte Form

des Unterrichtsgesprächs. Eine Lehrerin beispielsweise stellt ganz gezielte Fragen, erwartet bestimmte Antworten und stellt daraufhin die nächste Frage. Bereits im Vorfeld können Gesprächswege geplant werden. Bei einem intelligent geführten genetisch-sokratischen Unterrichtsgespräch werden die Schülerinnen und Schüler Schritt für Schritt zu neuen Erkenntnissen geleitet. Der griechische Philosoph Platon lässt in seinen Schriften seinen Lehrmeister Sokrates zu Wort kommen. Sokrates verwickelt seine Gesprächspartner in ein gut durchdachtes und strukturiertes Frage-Antwort-Gespräch. Sokrates stellt eine Frage und der Schüler antwortet. Auf Basis der Antwort wird die nächste Frage gestellt. Problematisch wird die Lehrerlenkung nur dann, wenn sie dazu führt, dass gar kein Dialog zustande kommt. Dies ist dann der Fall, wenn die Lehrkraft lediglich ganz bestimmte Stichworte hören möchte und so lange fragt, bis diese fallen. Der genetisch-sokratische Dialog gelingt dann, wenn sowohl die Fragen als auch die Antworten aufeinander aufbauen und zu tieferen Erkenntnissen führen. Man könnte es auch so formulieren: Analog zu einer guten Erklärung ist ein gutes Unterrichtsgespräch eine Erzählung, bei der die einzelnen Episoden und Aussagen logisch aufeinander aufbauen. Der Unterschied zur Erklärung ist, dass im Unterrichtsgespräch Lehrkräfte und Schülerinnen bzw. Schüler gemeinsam erzählen.

Der Erfolg dieser antiken Gesprächstechnik wird auch durch aktuelle Studien bestätigt. Smart und Marshall (2013) betonen in ihrer Studie, dass das Niveau und die Komplexität der Fragen wichtige Faktoren für kognitiv aktivierende Unterrichtsgespräche im naturwissenschaftlichen Unterricht sind. Je anspruchsvoller die in Unterrichtsgesprächen diskutierten Fragen sind (z.B. Problemlösestrategien diskutieren, eigene Denkwege verbalisieren, alternative Lösungen vorstellen, Hypothesen zu einem Phänomen diskutieren), desto höher ist auch die kognitive Aktivierung aller Schülerinnen und Schüler im nachfolgenden Unterricht. Anspruchsvolle Fragestellungen im Unterrichtsgespräch haben einen hohen diagnostischen Wert. Sie erlauben der Lehrkraft Einblicke in die Denkwege der Schülerinnen und Schüler und erfüllen damit die Funktion einer formativen Leistungsdiagnostik. Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler immer wieder aufgefordert werden, Sachverhalte im Unterrichtsgespräch zu erklären bzw. ihre Überlegungen zu verbalisieren. Die Lehrkraft greift Schüleräußerungen konstruktiv auf und leitet das Gespräch so, dass an Schülerideen weitergearbeitet wird. Die Schülerinnen und Schüler werden immer wieder dazu ermutigt, auf Lösungsvorschläge oder Ideen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler zu reagieren.

Auch im Fremdsprachunterricht spielen Unterrichtsgespräche eine große Rolle. In der sog. DESI-Videostudie (Deutsch-Englisch-Studie International) konnten Zusammenhängen zwischen Merkmalen der Unterrichtsgespräche und den Hörverstehensleistungen der Schülerinnen und Schüler festgestellt werden (Klieme et al., 2006). Die Hörverstehensleistungen sind dann hoch, wenn die Lernenden in Unterrichtsgesprächen häufig zum Sprechen kommen, die Lehrerinnen und Lehrer

mindestens 3 Sekunden auf Schülerantworten warten, bei Unterrichtsgesprächen auch Englisch die überwiegende Unterrichtssprache ist, Fehler selbst korrigiert werden können und wenige „Ein-Wort-Sätze“ vorkommen.

Was sollte man bei der Planung eines Unterrichtsgesprächs bedenken? Welche Schritte sind zu beachten?

1. Um welches Wissen soll es im Unterrichtsgespräch gehen und was bezwecken Sie mit dem Gespräch? Möchten Sie mit dem Unterrichtsgespräch bei den Schülerinnen und Schülern eine Fragehaltung gegenüber einem naturwissenschaftlichen Begriff erzeugen? Soll es beispielsweise Ziel des Gesprächs sein, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Vorstellungen von Evolution kritisch hinterfragen? Ein anderes Ziel von Unterrichtsgesprächen wäre die Vertiefung oder Wiederholung eines bereits eingeführten Konzeptes, beispielsweise wenn man im Unterrichtsgespräch Beispiele für den Einfluss der EU auf das Alltagsleben sammelt und analysiert. Ein Unterrichtsgespräch könnte jedoch auch dazu dienen, eine Menge von Faktenwissen zu wiederholen oder zu ergänzen, z.B. möglichst viele Wörter zu einem Wortfeld finden, die Hauptstädte Europas auflisten usw.
2. Kündigen Sie das Unterrichtsgespräch an und klären Sie den zeitlichen Rahmen, die Sitzordnung und die Gesprächsregeln. Grundlegende Gesprächsregeln sollten ohnehin in jeder Klasse gelten und bekannt sein. Je nach Gesprächsmethode könnten jedoch weitere Absprachen notwendig werden, z.B. man einigt sich darauf, Vorschläge erst einmal zu sammeln und nicht zu bewerten. Des Weiteren sollten Sie für sich folgende Fragen klären: Müssen sich die Schülerinnen und Schüler melden? Wie lange warten Sie auf Antworten? Wie reagieren Sie, wenn sich anfänglich nur wenige Lernende am Unterrichtsgespräch beteiligen? Wie reagieren Sie auf störende, provokative Äußerungen? Können Sie störende, provokative Beiträge durch geschickte Rückfragen umdeuten, für das Gespräch nutzbar machen, die betreffenden Schülerinnen oder Schüler einbinden?
3. Das Gespräch wird mit einem Impuls oder eine Fragestellung eröffnet. Die Gesprächseröffnung sollte anregend sein und zum Nachdenken über eigene Gesprächsbeiträge anregen. Eventuell nutzt man ein Bild als stummen Impuls oder man führt ein naturwissenschaftliches Phänomen vor und regt zum Austausch über mögliche Erklärungshypothesen an. Im Politikunterricht kann man eine aktuelle Schlagzeile aus der Tageszeitung aufgreifen und im Mathematikunterricht kann man eine Aufgabe oder auch die Lösung einer Aufgabe zur Diskussion stellen.
4. Je nach Gesprächsinhalt (Art und Komplexität des zu besprechenden Wissens) sollten die weiteren Fragestellungen eher offen oder eher geschlossen formuliert werden (siehe Kategorie Offenheit bei der Aufgabenanalyse). Offene Fragen oder Impulse ermöglichen vielfältige korrekte Antworten. Bei geschlossenen Fragestellungen wird deutlich signalisiert, dass man eine ganz bestimmte, korrekte Antwort hören möchte.

5. Bei komplexen Lernzielen kommt es auf die Gesprächstiefe an. Lim (2007) beobachtete bei Mathematiklehrkräften an Schulen in Shanghai, dass diese auf logisches Denken und Begründungen Wert legen. Beim Begriff Funktionen mussten die Schülerinnen und Schüler erläutern, warum sie denken, dass es sich bei dem Beispiel um eine Funktion handelt oder nicht. Bei Regeln und Lösungswegen wurde gefragt, wie man diesen Weg oder diese Regel entdeckt hat. Gespräche zwischen Lehrkraft und Lernenden sowie zwischen den Schülerinnen und Schülern waren von diesen Fragestellungen geprägt. Schülerinnen und Schüler müssen ebenso ihre gefundenen Lösungen und Antworten immer wieder vor der Klasse präsentieren.
6. Die wohl größte Herausforderung bei einem Unterrichtsgespräch ist die Beteiligung. Wie schafft man es, die ganze Klasse zum Mitdenken und Mitreden anzuspornen? Fatal wäre, wenn die Lehrkraft nur mit der ersten Reihe ein Privatgespräch führt. Durch die Körperhaltung und den Blickkontakt sollte die Lehrkraft jederzeit und deutlich signalisieren, dass alle Schülerinnen und Schüler im Raum angesprochen sind. Um Schülerinnen und Schüler zu Gesprächsbeiträgen zu ermutigen, können non-direktive Gesprächstechniken sinnvoll sein (z.B. Flanders, 1970): Lob und Ermutigung nach einem Schülerbeitrag, die Gefühle eines Schülers oder einer Schülerin spiegeln, die Gesprächsbeiträge aufgreifen und weiterführen, scharfe und entmutigende Kritik an Gesprächsbeiträgen vermeiden.
7. Unterrichtsgespräche sind eine hervorragende Gelegenheit um die Fachsprache zu pflegen. Gespräche bieten die Möglichkeit, Fachbegriffe richtig auszusprechen und an der richtigen Stelle einzusetzen. Mathematiklehrkräfte in Shanghai (Lim, 2007) drängen immer wieder auf eine präzise und elegante mathematische Sprache. Definitionen sollen beispielsweise mit möglichst wenigen Worten wiederholt werden. Bei Beweisen oder Lösungswegen sollen die Schülerinnen und Schüler jeden Schritt genau beschreiben.
8. Rechnen Sie mit unterschiedlichsten Gesprächsverläufen. Die Schülerinnen und Schüler gehen mit ihren Ideen und Vorschlägen vielleicht zunächst in eine andere Richtung. Irrwege oder Umwege können jedoch sehr hilfreich sein, einen Sachverhalt richtig zu verstehen. Welche Gesprächsverläufe sind denkbar? Wie können Sie jeweils mit gezielten Rückfragen oder Impulsen darauf reagieren?
9. Werden Gedanken oder Zwischenergebnisse an der Tafel oder auf einem Flipchart notiert? Es sollte geklärt werden ob, wann und in welcher Form die Schülerinnen und Schüler Stichworte in ihr Heft übertragen sollen. Während eines Unterrichtsgesprächs sollten nicht zu viele weitere, kognitiv fordernde Tätigkeiten parallel laufen. Allerdings kann man von älteren Schülerinnen und Schülern durchaus verlangen, dass Sie sich während eines Unterrichtsgesprächs Stichworte notieren.

10. Wie und wann beenden Sie das Unterrichtsgespräch? Wie wird der Übergang vom Unterrichtsgespräch zur folgenden Unterrichtsphase gestaltet? Es bietet sich an, die wichtigsten Ergebnisse noch einmal mündlich zusammenzufassen oder auf die an der Tafel notierten Stichworte zu verweisen.

3.3.3 Aufgaben in Einzelarbeit bearbeiten

Die Bearbeitung von Aufgabenstellungen in Einzelarbeit ist wohl eines der am häufigsten eingesetzten methodischen Elemente im Unterricht. In sämtlichen Verlaufsmodellen spielen Lern- oder Leistungsaufgaben eine wichtige Rolle (vgl. Maier, 2016 a und b). Mit diagnostischen Aufgabenstellungen kann man etwas über das Vorwissen der Lernenden herausfinden. Aufgaben dienen dazu, das neu erlernte konzeptuelle Wissen zu festigen. Mit Aufgaben kann man erlernte Routinen und Fertigkeiten bis zur Automatisierung üben. Wiederholungsaufgaben sind der Schlüssel für nachhaltiges Lernen. Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler nicht sofort wissen wie sie zu lösen sind, leiten das Verlaufsmodell des entdeckenden Lernens ein. Mit Test- oder Leistungsaufgaben werden Lernerfolge geprüft. Nicht zuletzt sind Aufgaben der einzig sinnvolle Ansatzpunkt zur Differenzierung von Unterricht.

Die TIMSS-Videostudie (Stigler et al., 1999) hat erstmals die Bedeutung anspruchsvoller Aufgabenstellungen empirisch untermauert. Ein großer Unterschied zwischen den erfolgreichen japanischen Lehrkräften und den weniger erfolgreichen deutschen bzw. amerikanischen Lehrkräften war das angestrebte Lernzielniveau und die kognitive Aktivierung durch komplexe Aufgabenstellungen. Im japanischen Mathematikunterricht wurden eher anspruchsvolle Lernziele verfolgt, beispielsweise mathematisches Verständnis. Im deutschen Unterricht arbeitete man dagegen überwiegend an der Automatisierung von Fertigkeiten, beispielsweise dem mechanischen Lösen von Gleichungen. Zudem gab es in Japan mehr Lehrerinnen und Lehrer als in Deutschland oder den USA, die Wert darauf legten, dass ihre Schülerinnen und Schüler sich nicht mit einer Aufgabenlösung zufrieden geben, sondern über verschiedene Lösungsmöglichkeiten nachdenken. Auch in Übungs- und Anwendungsphasen wurden Aufgaben gestellt, die zu erneutem Nachdenken zwingen, weil die Komplexität der zu lösenden Aufgaben im Unterrichtsverlauf zunimmt. In der an PISA angedockten COACTIV-Studie (Kunter et al., 2005) wurde die Bedeutung kognitiv aktivierender Aufgabenstellungen für den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler bestätigt.

In Deutschland gab es daraufhin eine Debatte über die Aufgabenkultur an Schulen. Zunächst wurde darüber nachgedacht, wie man für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht das Niveau von Lern- und Übungsaufgaben steigern könnte (z.B. Häußler & Lind, 1998). Daraufhin wurde unter anderem das SI-

NUS-Projekt¹ (Steigerung der Effizienz im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht) gestartet, bei dem umfangreiche Datenbanken mit anspruchsvollen Aufgabenstellungen in vielen Projektschulen erprobt wurden. Mit einer gewissen Verzögerung wurde auch in anderen Fachdidaktiken über das Niveau von Aufgaben nachgedacht (Deutsch: Köster, 2004; Senn, 2009; Informatikunterricht: Schlüter, 2009; Geographie: Hieber, Lenz & Stengelin, 2011; Geschichte: Waldis, Hodel & Fink, 2012). Ein wichtiges Ergebnis all dieser Studien ist, dass die Bearbeitung von Aufgaben das entscheidende Element der Tiefenstruktur von Unterricht ist. Dies gilt umso mehr, wenn Unterricht sehr stark differenziert ist. Bei hoch individualisierten Lernsettings (z.B. Arbeit nach individuellen Monatsplänen) ist der Lernerfolg direkt von der Passung und der Qualität der ausgewählten Aufgabenstellungen abhängig. Hierzu arbeite ich bereits seit einigen Jahren mit einer Reihe von Kolleginnen und Kollegen zusammen (Kleinknecht et al., 2013; Maier et al., 2014; Bohl et al., 2015). Wir haben ein System zur Abschätzung der kognitiven Komplexität von Lern- und Leistungsaufgaben entwickelt, das sich u.a. auf Kategorien der Wissensanalyse (vgl. 1.1) bezieht und auf zahlreiche Aufgabenstellungen unterschiedlicher Fächer angewendet werden kann.

Bei der Planung der Unterrichtsmethode „Aufgaben in Einzelarbeit bearbeiten“ sollte man deshalb auf folgende Punkte achten:

1. Wie bereits oben angedeutet, können Aufgabenstellungen innerhalb eines Lehr-Lernmodells verschiedene Funktionen übernehmen. Es ist somit zu fragen, aus welchem Grund die Aufgaben bearbeitet werden sollen. Geht es um die Anwendung eines bereits erlernten konzeptuellen Wissens oder sollen die Lernenden vor ein Problem gestellt werden, für das sie zunächst noch keine Lösung parat haben? Soll Wissen im Rahmen einer Klassenarbeit geprüft werden oder sollen die Schülerinnen und Schüler Fertigkeiten einüben?
2. Je nach Stellung im Lehr-Lernmodell und Lernziel können Aufgaben unterschiedlich komplex sein: Wissensart, Wissenseinheiten und die durch die Aufgabe ausgelösten kognitiven Prozesse sind zu bedenken. Bei den gelenkten Übungen (Phase 3) im Verlaufsmodell der direkten Instruktion wird man eher weniger komplexe Aufgaben mit wenigen Wissenseinheiten (wenige Teilschritte, einzelne Fakten) stellen, um den Schülerinnen und Schülern sofort Rückmeldung geben zu können. Bei der Anwendung von konzeptuellem Wissen (Phase 4 im Verlaufsmodell Konzepterwerb) kann das Anspruchsniveau höher sein. Man kann zu Aufgaben mit mehreren Lösungsschritten übergehen.
3. Aufgaben in fast allen Fächern lassen sich hinsichtlich ihres Aufbaus formal analysieren. Sie bestehen aus einem Informationsteil, einer Aufgabenstellung und einem Lösungsteil. In der Aufgabenstellung wird formuliert, was zu tun ist (Stelle die angegebenen Werte grafisch in einem Koordinatensystem dar!

¹ <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/materialien/materialdatenbank.html> (abgerufen am 9.2.2017)

Schreibe eine Inhaltszusammenfassung über ...). Der Informationsteil beinhaltet die Informationen, die für die Bearbeitung der Aufgabe benötigt werden. Er kann je nach Aufgabenstellung ganz unterschiedlich ausfallen, beispielsweise ein Text, eine Tabelle oder eine Abbildung enthalten. Es kann natürlich auch auf weitere Quellen, die man für die Bearbeitung nutzen soll, verwiesen werden (Schulbuch, Internet). Der Lösungsteil ist der für die Bearbeitung der Aufgabe vorgesehene Platz. Entweder sollen die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe im Heft bearbeiten oder es gibt einen entsprechenden Raum für die Lösung auf einem Arbeitsblatt oder in einem Übungsheft. Bei geschlossenen Aufgaben besteht der Lösungsteil aus den vorgegebenen Antwortalternativen, die angekreuzt werden können. Oder es müssen bestimmte Begriffe in eine Reihenfolge gebracht werden. Bei der Gestaltung des Informations- und Lösungsteils sollten die Befunde der Cognitive Load Theorie beachtet werden. Schwierig wird es, wenn Informationen zur Bearbeitung der Aufgabe sehr weit verstreut sind. Dies erhöht den *extraneous load*.

4. Um das kognitive Anspruchsniveau einer Aufgabe zu variieren, kann man sie entweder eher offen oder eher geschlossen formulieren. Die Öffnung kann sich sowohl auf die Fragestellung, den Lösungsweg oder die Lösung beziehen. Bei offenen Aufgaben müssen die Schülerinnen und Schüler selbst eine Fragestellung formulieren oder es ergeben sich verschiedenste Lösungswege und Lösungen (z.B. Greefrath, 2004). Bei geschlossenen Aufgaben sind Fragestellung, Lösungsweg und Lösung genau festgelegt. Häufig versteht man darunter auch Aufgaben zum Ankreuzen (sog. Single-Choice-Aufgaben oder Multiple-Choice-Aufgaben). Wie bereits im Abschnitt 3.2.2 diskutiert, ist die Öffnung von Unterricht ein zweischneidiges Schwert. Offene Aufgabenstellungen sind eine Möglichkeit, eine Öffnung des Unterrichts in der Tiefenstruktur zu erzielen. Eine Lerntheke ist lediglich eine oberflächliche Öffnung des Unterrichts. Allerdings sollte man die Konsequenzen und die Funktion offener Aufgaben innerhalb des Unterrichtsverlaufs gut bedenken. Offene Aufgabenstellungen sind anspruchsvoll und erfordern Strategien des selbstständigen Lernens. Auch dies kann den *extraneous load* einer Aufgabe erhöhen und leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler eventuell stark verunsichern.
5. Auch bei Aufgaben stehen Medienentscheidungen an (vgl. 3.4). Welche Repräsentationsformen sollen eingesetzt werden? Eignet sich eine bildliche Veranschaulichung? Müssen die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe grafisch lösen oder einen Text schreiben? Wenn man in einer Repräsentationsform arbeiten kann, vereinfacht dies die Aufgabe. Man hat beispielsweise eine geometrische Figur in einem Koordinatensystem und soll sie an einer Achse spiegeln. Sowohl die Aufgabeninformation als auch die Aufgabenlösungen liegen in Form von visuell repräsentiertem Wissen vor. Wenn die Schülerinnen und Schüler ein Dreieck mit vorgegebenen Seitenlängen konstruieren und die Konstruktion

schriftlich dokumentieren sollen, müssen sie das Wissen sowohl visuell als auch semantisch darstellen, was das Anspruchsniveau deutlich steigert.

6. Wie erfolgt die Zuteilung von Aufgaben bei einem stark differenzierten Unterricht? Dürfen sich die Lernenden die Aufgabenstellungen je nach Niveau selbst aussuchen oder werden feste Aufgabenblöcke zugeteilt? Je nach Selbstkonzept kann es bei einer freien Aufgabenauswahl zu Über- oder Unterforderungen kommen.
7. Wie kann man für die Phase der Aufgabenbearbeitung Hilfestellungen organisieren? Hierzu gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Man könnte zusätzliche Erklärungen und Tipps auf gesonderten Blättern auslegen (z.B. Tepner et al., 2010). Man kann verschiedene Hilfsmittel (Lexika, Landkarten, Internet, Taschenrechner usw.) erlauben und zur Verfügung stellen. Ebenso könnte man organisieren, dass sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig helfen (*peer tutoring*). Diese Form der Hilfestellung muss allerdings gut organisiert sein und sollte nicht dazu führen, dass gutmütige Schülerinnen und Schüler die eigenen Aufgaben nur unzureichend beantworten können. Am effektivsten sind langfristig angelegte Helfersysteme, in denen festgelegt ist, welche Schülerinnen und Schüler wann um Hilfe gebeten werden können.
8. Wenn man mit Aufgaben differenzieren möchte und die Phasen der Aufgabenbearbeitung einen längeren Zeitraum einnehmen, sind Möglichkeiten der Selbstkontrolle unerlässlich. Rückmeldungen sind ein ganz wichtiges lernpsychologisches Prinzip. Gerade bei einfachen Routineaufgaben, die in der Regel jede Übungsphase dominieren, sind sehr schnelle Rückmeldungen unerlässlich. Es gibt eine Reihe methodischer Möglichkeiten, Selbstkontrolle zu organisieren. Man kann Lösungsblätter auslegen. Damit verhindert man, dass die Schülerinnen und Schüler verführt werden, mit einem schnellen Blick auf das Lösungsblatt die richtige Lösung abzuschreiben. Sie müssen zumindest einen Gang durchs Klassenzimmer in Kauf nehmen, um die Lösungen zu kontrollieren. In vielen Schulbüchern und Lernmaterialien gibt es mittlerweile Aufgaben mit einer Selbstkontrolle durch Lösungswörter. Weitere Möglichkeiten sind die Partnerkontrolle oder die Nutzung digitaler Lernmaterialien mit automatischer Rückmeldung.
9. Für längere Phasen der Aufgabenbearbeitung spielt die räumliche und zeitliche Organisation eine ganz entscheidende Rolle, um als Lehrkraft den Überblick zu behalten. Egal wie homogen oder heterogen eine Klasse ist, man wird immer sehr unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Bearbeitung von Aufgaben erleben. Welche zusätzlichen Aufgaben werden von den schnelleren Schülerinnen und Schülern bearbeitet? Steigert man das Niveau? Stellt man sie vor eine offene Problemlöseaufgabe? Oder dürfen sie bereits die Hausaufgaben bearbeiten, was sicherlich die schlechteste Alternative ist, weil man damit die langsam arbeitenden Schülerinnen und Schüler noch weiter benachteiligt. Für

Differenzierungs- und Übungsaufgaben sind feste und mit anderen Kolleginnen und Kollegen abgesprochene, raum-zeitliche Organisationskonzepte ideal. Man einigt sich beispielsweise auf feste Blöcke für Selbstlernzeiten. In diesen Zeitblöcken können die Schülerinnen und Schülern an ihren Wochen- und Monatsplänen arbeiten und Differenzierungsaufgaben aus dem Unterricht erledigen. Um digitale Lernmaterialien nutzen zu können, sollten in diesen Zeitblöcken auch PC-Räume zur Verfügung stehen. Die Lehrkräfte können sich die Aufsicht bzw. Betreuung in diesen Selbstlernzeiten teilen.

10. Hausaufgaben sind nichts anderes als die Ausdehnung der Methode „Aufgaben in Einzelarbeit bearbeiten“ auf die außerunterrichtliche Zeit. Hausaufgaben werden in der Didaktik sehr kontrovers diskutiert (Kohler, 2011). Für Hausaufgaben spricht, dass die knappe Unterrichtszeit besser für Erklärungen genutzt werden kann und Übungsaufgaben auch alleine zuhause bearbeitet werden können. Allerdings sollte es den Schülerinnen und Schülern dann auch möglich sein, diese selbstständig zu bearbeiten (Selbstkontrollmöglichkeiten, Zeitmanagement lernen). Hausaufgaben sollten Teil des Differenzierungskonzeptes sein (Kohler, 2013). Hausaufgaben werden von Lehrkräften allerdings häufig nicht als Chance für die Förderung von selbstreguliertem Lernen gesehen (Trautwein & Lüdtke, 2014). Dies ist für Kritikerinnen und Kritiker ein Argument, die Abschaffung von Hausaufgaben zu fordern.

Befeuert wird diese Kritik auch durch Studien. Dettmers, Trautwein und Lüdtke (2009) gehen anhand der PISA 2003-Daten der Frage nach, welche Zusammenhänge zwischen Hausaufgabenzeit und Mathematikleistung bestehen. Dabei zeigte sich, dass es in fast allen Ländern einen positiven Zusammenhang auf der Schulebene gibt. Auf der Individualebene ist der Zusammenhang weniger eindeutig. Ebenso reduziert sich der positive Zusammenhang zwischen Hausaufgabenzeit und Mathematikleistung, wenn konfundierende Variablen, wie sozio-ökonomischer Hintergrund und Schularten mitberücksichtigt werden. Eine mögliche Erklärung dieser Befunde ist, dass Lehrkräfte in Schulen mit privilegierter und leistungsfähiger Schülerschaft mehr Hausaufgaben geben. Die geringen Zusammenhänge zwischen Hausaufgabenzeit und Leistung auf der Individualebene deuten darauf hin, dass ein mehr an Hausaufgabenzeit den leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern nicht unbedingt hilft.

Hausaufgaben sind auch häufig ein Streitthema zwischen Lehrkräften und Eltern. Wenn die Lernenden nicht in der Lage sind, Hausaufgaben eigenständig zu bearbeiten, delegieren die Lehrkräfte ihren Job an die Eltern. Eigentlich bezahlen aber die Eltern mit ihren Steuern die Gehälter der Lehrkräfte, um diesen Job in der Unterrichtszeit zu erledigen. Ein Ausweg aus diesem Dilemma ist eine gut organisierte Hausaufgabenbetreuung im Rahmen der Ganztageschule.

3.3.4 Kooperatives Lernen organisieren

Es gibt wohl kaum eine so gut erforschte Unterrichtsmethode wie kooperatives Lernen (vgl. Hattie, 2009; Slavin, 1993, 2014). Bowman-Perrott et al. (2013) gingen in einer Metaanalyse über Einzelfallstudien der Lerneffektivität von *peer tutoring* nach. *Peer tutoring* zeigte sich dabei als eine effektive Unterrichtsmethode, sowohl in der Primar- als auch in der Sekundarstufe. Hohe Lerneffekte finden sich in verschiedenen Lerndomänen (Lesen, Rechnen, Sprachen). Erklärungen für die hohe Lernwirksamkeit sind die hohe tatsächliche Lernzeit durch eine intensive 1:1-Kommunikation sowie die Möglichkeit sofort Rückfragen zu stellen und Feedback zu erhalten.

Cole (2014) unterscheidet in einer Metaanalyse drei Formen von *peer-mediated learning* im Fremdsprachunterricht: *Cooperative learning* bezeichnet Formen strukturierter Gruppenarbeit. Die Schülerinnen und Schüler haben fest definierte Rollen und Arbeitsaufträge in der Gruppe. Jedes Gruppenmitglied ist für einen bestimmten Themenbereich selbst verantwortlich, niemand kann sich hinter der Gruppenleistung verstecken. Ein klassisches Beispiel hierfür ist das Gruppenpuzzle (*jigsaw activity*), das weiter unten vorgestellt wird. Unter *collaborative learning* versteht Cole (2014) eine eher unstrukturierte, stark von den Lernenden selbst gesteuerte Kooperation, um an komplexen Aufgabenstellungen oder Projekten zu arbeiten. Die Lehrkraft strukturiert die Kooperation kaum und hält sich mit Instruktionen zurück, ist eher beratend tätig. Beim *peer tutoring* werden ältere oder leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler eingesetzt, um jüngere oder leistungsschwächere Schülerinnen oder Schüler in einer 1:1-Situation individuell zu unterstützen, sowohl innerhalb einer Jahrgangsstufe als auch über Jahrgangsstufen hinweg. Die drei Ansätze unterscheiden sich in ihrer Lerneffektivität deutlich. Die höchsten mittleren Effektstärken fand Cole (2014) für *cooperative learning*. Es gab allerdings einen deutlichen Effekt der Jahrgangsstufe. Kooperative Lernformen im Fremdsprachunterricht sind vor allem in der Primarstufe und in der Oberstufe (*high school*) effektiv. Studien mit Schülerinnen und Schülern in der Mittelstufe führten zu keinen signifikanten Effekten. Erklärt wird dieser Befund mit der sehr heterogenen Struktur der Schülerschaft in den *middle schools* der USA.

Die Lernwirksamkeit gut strukturierter Gruppenarbeitsmethoden wurde am Beispiel des Gruppenpuzzles auch in deutschsprachigen, experimentellen Unterrichtsstudien nachgewiesen (z.B. Jürgen-Lohmann, Borsch & Giesen, 2002). Tepner, Roeder und Melle (2009) prüften die Effektivität des Gruppenpuzzles im Chemieunterricht beim Thema „Seifen“. In den Interventionsklassen wurde nach der Methode des Gruppenpuzzles unterrichtet, das sich in folgende Phasen gliederte:

1. Erarbeitung eines Themas mit Hilfe von vorstrukturierten Lernmaterialien in der Stammgruppe (3 bis max. 5 Lernende). Für folgende Teilthemen wurden strukturierte Lernmaterialien entwickelt: Aufbau und Löslichkeit von Seifen, Herabsetzung der Oberflächenspannung durch Seife, Was ist die Seife und Nachteile.

2. In den Expertengruppen werden offene Fragen zum Thema geklärt. Ebenso erarbeiten die Experten einen Vortrag, mit dem sie ihr Thema anschließend in den Stammgruppen vermitteln können.
3. Abschließend erfolgt die Vermittlungsphase in der Stammgruppe. Die Schülerinnen und Schüler vermitteln sich gegenseitig ihr Expertenwissen.

In einer quasi-experimentellen Evaluationsstudie konnten die Autoren zeigen, dass die mit dem Gruppenpuzzle unterrichteten Schülerinnen und Schüler einen höheren Lernzuwachs hatten als Schülerinnen und Schüler in einem zeitlich und inhaltlich vergleichbaren Unterricht, in dem die Lehrkraft die Inhalte direkt vermittelte. Die Befunde lassen sich auf folgende Formel reduzieren: Kooperatives Lernen kann zu guten Lernergebnissen führen, wenn man es richtig organisiert. Auch hier ist die Unterscheidung zwischen Oberflächen- und Tiefenstrukturen von großer Bedeutung. Oberflächlich betrachtet sieht man beispielsweise, dass in einem Klassenzimmer Gruppentische gestellt sind und die Lernenden miteinander interagieren. Ob Gruppenarbeit lernwirksam ist, hängt jedoch von den Aufgabenstellungen ab, die in der Gruppe zu bearbeiten sind, und von der Organisation der Kommunikation innerhalb der Gruppe. Deshalb werden nachfolgend, wesentliche Punkte, auf die man achten sollte, aufgelistet:

1. Formen des kooperativen Lernens müssen in ein übergreifendes Lehr-Lernkonzept integriert werden. Kooperative Lernmethoden müssen mit dem Verlaufsmodell abgestimmt sein. Dabei kommt es auf das Lernziel an. Wenn es darum geht, eine konkrete Handlungsabfolge (Turnübung) oder eine kognitive Prozedur (Rechenalgorithmus) einzuüben und zu automatisieren, ist Einzelarbeit angesagt. Auch die Kontrolle und Rückmeldung sollte hier nicht an die Lernenden delegiert werden. Anders könnte es aussehen, wenn kreative Ideen für die Lösung eines mathematischen Problems entwickelt werden sollen. Hier könnte die soziale Interaktion in der Klein- oder Partnergruppe unter Umständen sehr anregend sein.
2. Es muss ein gemeinsames Gruppenziel geben, das sich konkret überprüfen lässt. Es entsteht ein gemeinsamer Text, ein Sachverhalt wird auf einem Plakat grafisch dargestellt und anschließend von den Gruppenmitgliedern erläutert oder im Fremdsprachunterricht wird eine Szene eingeübt, vorgespielt und mit dem Tablet gefilmt.
3. Ein weiterer Aspekt erfolgreicher Gruppenarbeit ist die soziale Kohäsion. Die Aufgabenstellung muss Interdependenzen zwischen den Gruppenmitgliedern erzeugen. Dies gelingt, wenn sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig helfen und unterstützen müssen. Jeder und jede muss zum Lernerfolg der ganzen Gruppe beitragen.
4. Gruppenarbeit macht immer dann Sinn, wenn kooperative Anreizstrukturen vorhanden sind. Dies bedeutet, dass die Lernenden eigene Ziele, beispielsweise eine gute Note, nur zusammen mit der Gruppe erreichen können. Hierfür

muss prüfbar sein, welchen Beitrag jedes Gruppenmitglied geleistet hat, um das Gruppenziel zu erreichen.

5. Im Vorfeld einer Gruppenarbeit sollten Kommunikations- und Problemlösefähigkeiten der Schülerinnen und Schüler geschult werden. Wie organisiert man die Diskussion in der Gruppe? Wie geht man mit Konflikten um? Wer übernimmt in der Gruppe die Rolle des Moderators? Auf welche Gesprächstechniken sollte man achten (den anderen ausreden lassen, beim Brainstorming Ideen nicht bewerten)? Effektive Gruppenarbeit funktioniert nur dann, wenn die Rollen innerhalb der Gruppe verteilt bzw. geklärt sind.
6. Schülerinnen und Schüler profitieren dann von kooperativem Lernen, wenn durch die Zusammenarbeit mit fähigeren Altersgenossen Lernschritte möglich sind. Die Gruppenzusammensetzung sollte jedoch nicht zu heterogen sein. Wenn sich die Gruppenmitglieder in sehr unterschiedlichen intellektuellen Sphären bewegen, wird kaum eine fruchtbare Kommunikation zustande kommen.
7. Gruppenarbeit sollte eine kognitive Elaboration ermöglichen. Bereits erworbenes Wissen wird in der Gruppenarbeit weiter vertieft und ausgebaut, indem Anwendungs- oder Transferaufgaben zu bearbeiten sind. Ein weiteres Beispiel für kognitive Elaborationen sind Schreibkonferenzen im Aufsatzunterricht. Durch das gemeinsame Besprechen und Bearbeiten von Texten erweitern sich die Möglichkeiten der Textanalyse und Textbearbeitung.
8. Strukturierende Elemente sind vor allem bei größeren Lerngruppen und komplexeren Aufgabenstellungen wichtig. Pai, Sears und Maeda (2015) zeigten entgegen den Befunden von Cole (2014), dass kooperatives Lernen auch ohne strukturierende Elemente wie spezifische Rollen, Skripte (z.B. beim Gruppenpuzzle) oder Belohnungen lernförderlich sein kann. Dies hängt allerdings von der Gruppengröße und der Komplexität der Gruppenarbeitsaufgabe ab. Je größer die Lerngruppe und je komplexer die Aufgabenstellung, desto eher sind strukturierende Elemente hilfreich.
9. Wie werden leistungsschwächere Gruppen unterstützt? Webb und Mastergeorge (2003) beschreiben effektive Unterstützungsmethoden für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeitsphasen. Die Lernenden sollten gezielt mit detaillierten Erklärungen versorgt werden. Ihnen sollte die Möglichkeit geben werden, diese Erklärungen und Hilfen sofort anzuwenden. Die Lehrkraft sollte zudem kontrollieren, ob die Erklärungen verstanden wurden. Leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler müssen lernen, präzise Rückfragen zu stellen, Hilfe und Unterstützung einzufordern und die gegebene Unterstützung bzw. Erklärung sofort anzuwenden.
10. Nicht zuletzt stellt sich auch bei Gruppenarbeiten die Frage nach den Medien. Dabei sollte zwischen den Medien, die für die Bearbeitung der Aufgabe notwendig sind, und den Kommunikationsmedien unterschieden werden. Aufga-

benmedien wären beispielsweise die zur Verfügung gestellten Texte oder eine Overheadfolie, auf der die Ergebnisse der Gruppenarbeit notiert werden sollen. Man kann sich aber auch über Medien zur Unterstützung der Gruppeninteraktion Gedanken machen. In den meisten Fällen ist dies der direkte mündliche Austausch. Eine weitere Möglichkeit zur Strukturierung der Kommunikation wäre ein großes Stück Papier, das auf dem Gruppentisch liegt und auf dem in der Brainstormingphase Ideen notiert werden können. Aber man kann kooperatives Lernen mittlerweile auch mit digitalen Medien sehr gut unterstützen. Roschelle et al. (2010) beschäftigten sich in einer Studie beispielsweise mit der Frage, ob man mit Tablet PCs das Lösen von Bruchrechenaufgaben in Kleingruppen unterstützen und strukturieren kann. Hierfür entwickelten sie das System *TechPALS* (*Technology-mediated, Peer-Assisted Learning*), das auf einem Tablet PC betrieben werden kann. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an Bruchrechenaufgaben und erhalten über den Tablet PC Hinweise, Hilfestellungen und können die Lösung kontrollieren. Das Programm entscheidet jeden Tag per Zufallsgenerator, welche Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen zusammenarbeiten. In diesen Kleingruppen werden die Aufgaben bearbeitet und die Lösungen gemeinsam über die Tablets kontrolliert. In einer quasi-experimentellen Studie an drei Grundschulen in Kalifornien zeigt sich, dass die Kleingruppenarbeit mit TechPALS zu besseren Lernergebnissen führt als ein herkömmliches Lernprogramm zum Bruchrechnen, bei dem die Schülerinnen und Schüler einzeln an PCs arbeiten.

3.4 Medien und Digitalisierung

Vielleicht ist ihnen bereits bei der Lektüre der vorangehenden Abschnitte aufgefallen, dass Medienentscheidungen den Methodenentscheidungen untergeordnet sind. Ich muss mir erst überlegen, ob ich den Schülerinnen und Schülern einen Sachverhalt erkläre oder ob ich den Sachverhalt im Unterrichtsgespräch erarbeite. Erst wenn ich mich für die Methode der Erklärung entschieden habe, kann ich mir überlegen, welche Medien (Bilder, Filmsequenzen, Grafiken) meine Erklärung unterstützen könnten. Und erst danach sollte ich mir Gedanken über die Medientechnik machen. Zeige ich die Grafik mit dem Tageslichtprojektor, dem Beamer oder male ich selbst eine Grafik an die Tafel?

Angesichts des aktuellen Hypes um Smartboards in Klassenzimmern hoffe ich, dass Medientechnikentscheidungen bei der Unterrichtsplanung nicht allzu dominant werden. Ich rate Studierenden ohnehin, im Praktikum erst einmal mit Tafel und Kreide zu arbeiten, sofern diese Medientechniken noch vorgefunden werden. Wenn wir auf einem Stück Papier mit Stiften oder auf einer Tafel mit Kreide etwas zeichnen oder schreiben, sind sich Medien und Denkprozesse sehr nahe. Wer an der

Tafel schreibt oder zeichnet, entwickelt seine Gedanken in einem für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbaren Tempo. Wenn ein Tafelanschrieb langsam entsteht, können die Schülerinnen und Schüler mitschreiben und gleichzeitig mitdenken. Wenn man ein Buch liest, bewegt man sich mit den Gedanken des Autors oder der Autorin zusammen durch eine Geschichte oder durch einen komplexen Sachverhalt.

Alle weiteren Medien und Medientechniken sollten gezielt und nicht überdosiert eingesetzt werden. Zeigt man einen Film, weil für die Unterrichtsvorbereitung keine Zeit war oder wird eine Filmsequenz gezielt eingesetzt, um etwas zu verdeutlichen, was nicht auf andere Weise darstellbar ist? Kopiert man ein Bild mit auf das Arbeitsblatt, um es ein wenig aufzulockern und nett erscheinen zu lassen, oder benötigt man das Bild für die Lösung einer Aufgabenstellung? Der größte Unfug der digitalen Medientechnik sind allerdings Powerpointfolien. Im Grunde genommen müsste man sie aus den Schulen und Hochschulen verbannen. Sie zwingen sowohl den Vortragenden als auch die Zuhörenden in ein lineares Denkschema. Powerpointfolien führen dazu, dass man dem Vortragenden nicht mehr richtig zuhört (Wecker, 2012). Der Lerneffekt ist im Vergleich zu einem rein mündlichen Vortrag nicht höher (Buchko, Buchko & Meyer, 2012). In Vorträgen werden Handys gezückt und Folien abfotografiert. Man denkt nicht mehr über Zusammenhänge nach, sondern lernt Stichworte auswendig. Worthington und Levasseur (2015) zeigten in einer Studie, dass Studierende, denen die Powerpointfolien ausgeteilt wurden, in den abschließenden Klausuren schlechter abschneiden als Studierende, die während einer Vorlesung mitschreiben mussten.

Ich möchte vor einem unsinnigen Einsatz von Medien und digitalen Techniken warnen, jedoch nicht bei einer rein kulturpessimistischen Sichtweise stehenbleiben. Aus diesem Grund werden in den nachfolgenden Abschnitten 10 Aspekte angesprochen, die bei der Planung und Begründung des Einsatzes von Medien bedeutsam sein könnten:

1. Medien sind Träger der Kommunikation zwischen Lernenden und Lernumgebung bzw. auch Träger des Denkprozesses selbst, d.h. der innerpsychischen Kommunikation des Lernenden. Das gängigste Medium im Unterricht ist die gesprochene Sprache. Gedanken werden zu hörbaren Wörtern und Sätzen transformiert, über Schallwellen an das Ohr des Empfängers getragen und dort im Gehirn wieder decodiert, d.h. zu bedeutungshaltigen Gedanken transformiert. Ein weiteres Medium ist die Schrift. Filme, Bilder, Grafiken oder Formeln sind weitere Medien des schulischen Lernens. Medien können sehr viele neue und zielführende Lernmöglichkeiten eröffnen. Beim Fremdsprachenlernen ist das häufige Hören von *native speakers* ein wichtiger methodischer Baustein. Mittlerweile stehen entsprechend geeignete Tondokumente in einer großen Fülle zur Verfügung.

2. Medien sind auf unterschiedliche Techniken der Übertragung bzw. Speicherung angewiesen. Am einfachsten ist dies bei der gesprochenen Sprache. Hier reicht die Luft zwischen zwei Interaktionspartnern aus. Schrift kann auf Papier, auf einer Tafel oder auch in digitaler Form übertragen werden. Bilder können in einem Schulbuch, am Tageslichtprojektor, am Laptop oder mit dem Smartphone betrachtet werden. Medien und Informationstechnik interagieren, weil sich bestimmte Informationstechniken für manche Medien in besonderem Maße eignen, z.B. kann man dynamische Geometrie nur am Computer realisieren. Die Skizze eines Textentwurfs kann man allerdings auch mit Bleistift auf Papier bringen.
3. Die grundlegende Frage für die Auswahl der richtigen Medien lautet deshalb: Welche medialen Darstellungsformen sind für einen bestimmten Wissensbereich am günstigsten? Aebli (2003) beispielsweise thematisiert in seiner psychologischen Didaktik fünf Medien, in denen gelernt wird: Erzählen und referieren, vorzeigen und nachmachen, anschauen und beobachten, lesen oder Texte verfassen. Für jedes Medium arbeitet er die lernpsychologischen Grundlagen auf und leitet didaktische Konsequenzen ab. Für die Gestaltung von Aufgaben in Lehr-Lernprozessen ist jedoch auch die Verknüpfung verschiedener Medien von Interesse. Im Sportunterricht wird man eine bestimmte Bodenturnübung zunächst einmal als Lehrkraft vorführen oder vorführen lassen. Das Medium wäre hier die direkte Beobachtung einer real ausgeführten Handlung. Man könnte diese Vorführung allerdings durch eine schematische Darstellung des Bewegungsablaufs in Form von Grafiken ergänzen. Gleichzeitig werden sowohl die reale Vorführung als auch die grafische Darstellung des Bewegungsablaufs von der Lehrkraft kommentiert. Es wird somit eine intelligente Kombination verschiedener Medien gewählt, um bei den Schülerinnen und Schülern ein bestimmtes Wissen aufzubauen.
4. Für die Auswahl bzw. Kombination von Medien gibt es keine allgemeingültigen Regeln oder Vorgaben. Hilfreich ist allein die genaue Ziel- bzw. Wissensanalyse. Welche Modalitäten der Gedächtnisrepräsentation spielen bei welchen Kompetenzen bzw. Begriffen welche Rolle (vgl. 1.1.3)? Der Begriff der Verwitterung lässt sich mit Sicherheit nur dann gut im Gedächtnis verankern, wenn verschiedenste Verwitterungsbeispiele konkret mit Bildern, kleinen Filmanimationen oder Grafiken veranschaulicht wurden. Rechenstrategien lassen sich dann besser verankern und abrufen, wenn sie mit Pfeildarstellungen am Zahlenstrahl grafisch symbolisiert werden.
5. Ein weiterer Aspekt der Auswahl bzw. Bewertung von Medien ist deren Abstraktheit. Hierfür würde sich die aus der Mediendidaktik stammende Abstraktionspyramide eignen. Abstrakt ist ein Medium dann, wenn es von der Realität sehr viel abstrahiert, d.h. weglässt. Sehr abstrakte Medien sind Sprache oder mathematische Symbole. Medien auf einem mittleren Abstraktionsniveau

sind Grafiken oder Zeichnungen. Danach folgen Medien, die bereits sehr viele Merkmale der konkreten Realität abbilden: Bilder, Fotos oder Filme. Am Fuß der Pyramide befinden sich konkrete Handlungen oder Objekte, die im Unterricht ebenfalls als Medien verstanden werden sollten. Wie lässt sich diese Einteilung für die Auswahl und Bewertung von Medien nutzen? Mit Sicherheit wäre ein Unterricht, der über einen langen Zeitraum nur abstrakte Medien nutzt, problematisch. Die Verankerung von Schülervorstellungen in konkreten Beispielen oder Bildern gelingt dabei vermutlich nicht. Andererseits sollte Unterricht auch eine gewisse mediale Abstraktionshöhe erreichen. Wenn man in den Wald geht, um dort Tiere und Pflanzen zu erkunden, muss man bereits während der Exkursion und im folgenden Unterricht über diese realen Erfahrungen sprechen, über sie schreiben, sie in Form von Bildern und Grafiken abstrahieren (vgl. 2.1.3.1).

6. Unterschiedliche Kodierungen bzw. Repräsentationen von Wissen können auch auf unterschiedliche Weise zur Lösung von Problemen bzw. Aufgaben beitragen. Vor allem die Transformation von Wissen von einer Repräsentationsform in eine andere gilt als wichtige Voraussetzung für die Bearbeitung komplexer Problemstellungen und generell als Anreiz für die kognitive Entwicklung. Die Folge dieser Transferleistungen sind multiple Wissensrepräsentationen, die zu einer größeren Behaltensleistung und einer flexibleren Anwendung von Wissen führen. Andererseits wird die Komplexität von Aufgaben enorm gesteigert, wenn Wissen in einer nicht üblichen Form dargestellt wird und darüber hinaus in eine neue Repräsentationsformen transformiert werden soll. Beispiele hierfür sind mathematische Gleichungen, die durch eine grafische Darstellung gelöst werden können.
7. Eine nicht zu vernachlässigende Frage bei der Auswahl und Analyse von Medien ist die der Reizüberflutung. Medien dürfen die kognitiven Prozesse beim Wissenserwerb nicht unnötig belasten (vgl. *cognitive load theory*). Rechenwege können beispielsweise symbolisch (Zahlen und Rechensymbole) aber auch grafisch (Hundertertafel, Zahlenstrahl) bzw. in Mischformen dargestellt werden. Ebenfalls können Rechenwege verbalisiert werden. Die immer wieder vorgetragene Idee, beim Lernen möglichst viele Sinneskanäle zu nutzen, ist weder lernpsychologisch fundiert, noch unterrichtspraktisch sinnvoll. Es kommt darauf an, einen für den Lerninhalt adäquaten Sinneskanal zu nutzen. Wenn man einen Rechenalgorithmus erklären muss, kann die grafische Darstellung anhand des Zahlenstrahls sehr nützlich sein (z.B. bei +29 erst einmal 30 addieren und dann einen Schritt zurückgehen). Wenn eine Schülerin die einzelnen Rechenstrategien bereits beherrscht und sie die flexible Anwendung üben soll, können umständliche grafische Darstellungen verschiedener Strategien eher irritierend sein.

8. Der Einsatz von Medien hängt natürlich von der an einer Schule zur Verfügung stehenden Medientechnik ab und sollte gut geplant, vorbereitet und vor dem Unterricht erprobt werden. Kann man problemlos auf einen Beamer zurückgreifen? Stehen Whiteboards parat? Haben die Schülerinnen und Schüler eventuell schon einen Klassensatz Tablet-PCs zur Verfügung? Man muss Auswüchse und Irrwege digitaler Medien klar benennen, man sollte sich aber auch mit den Möglichkeiten auseinandersetzen. Digitales Lernen wird in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Gerade deshalb muss es sinnvoll organisiert und genutzt werden. Dies ist an vielen Schulen aufgrund mangelnder Ausstattung eher noch nicht möglich. Selbst Jahrzehnte nach der massenhaften Verbreitung von PCs im Arbeitsleben oder in Wohn- und Kinderzimmern sieht die Realität an Schulen oft so aus, dass allenfalls ein PC-Pool in einem separaten Raum zur Verfügung steht und nur nach Absprache genutzt werden kann. Neue Formen des Lernens via Internet lassen sich damit kaum praktikabel realisieren. Schon etwas einfacher ist die Nutzung von elektronischen Medien, wenn in einem Klassenraum zumindest einzelne PCs zur Verfügung stehen. Eine optimale Nutzung von elektronischen Informations- und Kommunikationstechniken im Unterricht ist jedoch erst dann möglich, wenn alle Schülerinnen und Schüler ein eigenes Endgerät mit entsprechenden Möglichkeiten und individuellen Einstellungen zur Verfügung haben.
9. Eine weiterer Aspekt ist die Nutzung elektronischer Lernangebote über Lernplattformen oder das Internet. Man spricht in diesen Fällen von *blended learning*. Man wird sich auch hier Aufgabe für Aufgabe die Frage stellen, welche Inhalte bzw. Aufgabenstellungen können in einem elektronischen Format von den Lernenden bearbeitet werden und wo muss man selbst als Lehrkraft etwas erklären, abfragen oder erzählen? Ein Vorteil ist die Ortsunabhängigkeit von Lernplattformen. Die Schülerinnen und Schüler können Aufgabenstellungen im Internet auch von zuhause aus bearbeiten oder setzen sich mit ihrem Tablet-PC in die Schulbibliothek, um dort Aufgabenstellungen in einer Lernplattform zu lösen. Auch hier stellen sich für Lehrkräfte neue Fragen der methodischen Organisation von Lehr-Lernprozessen: Was müssen wir zusammen in einem Klassenzimmer besprechen und erläutern? Wo können die Schülerinnen und Schüler individuell und auch ortsungebunden Aufgaben am PC bearbeiten?
10. Wenn man Lernprogramme oder Lernplattformen in einem größeren Umfang einsetzen möchte, d.h. wenn ganze Lehr-Lernsequenzen digital gesteuert ablaufen sollen, sollten digitale Lernformate, die zu vermittelnden Lernziele und die erwünschten Lernprozesse aufeinander abgestimmt sein:
 - Es gibt Software bzw. elektronische Medien, die einen behavioristisch orientierten Lehr-Lernprozess unterstützen können. Ein Beispiel hierfür ist Lernsoftware zum Training von einfachen Fertigkeiten und Faktenwissen (z.B. Rechentrainings für die Grundschule, Vokabellernprogramme im In-

ternet). Diese Lernprogramme ermöglichen eine sofortige Kontrolle der Lösungen. In Lernplattformen wie Moodle sind beispielsweise Aufgaben zur Überprüfung von Faktenwissen oder einfachen Rechenfertigkeiten bzw. grammatikalischen Fertigkeiten sehr einfach zu programmieren (Maier, Ramsteck & Hoffmann, 2016).

- Auch aus einer kognitivistischen Perspektive bieten sich viele elektronische Medien und Techniken an, um Begriffswissen bzw. komplex vernetztes Weltwissen aufzubauen. Bereits Single- oder Multiple-Choice Aufgaben können so konstruiert werden, dass anspruchsvolles konzeptuelles Wissen abgefragt wird. Die Lernplattform Moodle ermöglicht zudem die Programmierung von adaptiven Rückmeldungen. Beim Anklicken einer fehlerhaften Antwortalternative erhält man eine Rückmeldung, die Hinweise auf den Fehler oder die richtige Antwort enthält. Aber auch Filme, Animationen oder grafische Darstellungen aus dem Internet eignen sich zum Aufbau von begrifflichem Wissen. Stelmess, Linckel und Meinel (2010) erprobten beispielsweise den Umgang mit Youtube-Videos im Unterricht. Eine wertvolle Fundgrube gerade für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind die zum Teil hervorragend aufbereiteten Wissenssendungen im Kinderfernsehen. Kröckel et al. (2010) berichten von einem Projekt, das diese Wissenssendungen für den schulischen Unterricht zugänglich macht.
- Die neuesten didaktischen Entwicklungen im Internet propagieren die Unterstützung eines konstruktivistisch orientierten Lernens. Lehrkräfte sollten allerdings genau hinsehen und kritisch zwischen praktikablen Lernangeboten und Versprechungen unterscheiden. Web 2.0-Techniken wird beispielsweise ein hohes Potenzial zur Unterstützung von selbstgesteuertem Lernen zugesprochen. Man erprobt Wikis oder Blogs als Plattformen für internetgestützte Gruppenarbeiten und zur Veröffentlichung von Projektergebnissen. Lernplattformen wie Moodle sind einem konstruktivistisch orientierten Unterricht verpflichtet und bieten eine Integration unterschiedlicher Aufgaben- und Lernformate (Petko, 2010; Höbarth, 2010; Ifenthaler & Seel, 2010 a und b). Auch Webquests sind komplexe Aufgabenstellungen im Internet, um das selbstgesteuerte Lernen zu unterstützen. Die Lernenden erhalten eine Einführung in die Thematik mittels Text, Bildern oder Videosequenzen (VideoClipQuests: Blessing & Schmid, 2009). Es folgen ein konkreter Arbeitsauftrag und eine Materialsammlung mit Links und sonstigen Quellen. Webquests bieten darüber hinaus oft prozessbegleitende Handlungshilfen und eine Anregung zur Reflexion des eigenen Lernprozesses bzw. Möglichkeiten zur Präsentation der Ergebnisse. Mittlerweile liegen Webquests für unterschiedlichste Lernziele vor (z.B. Förderung der Sprachhandlungskompetenz durch Webquests bei Scherf, 2010; für den Unterricht in Geschichte: Wagner & König, 2007)

Diese Beispiele sollen verdeutlichen, dass der Einsatz von elektronischen Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht unglaublich wertvoll aber auch vollkommen deplatziert sein kann. Die Entscheidung darüber sollte nicht von oberflächlichen Überlegungen abhängig gemacht werden. Entscheidend ist die Frage, mit welchen technischen Möglichkeiten und Medien kann ich den Wissenserwerb gut unterstützen?

