

Methoden-Sammlung

Fachdidaktik Physik I und II, Praktikum

ETHZ, 2015

C. Wagner, M. Mohr

Inhalt

A	Methoden zur Strukturierung des Unterrichts	
A1	<i>Advance Organizer</i>	3
A2	<i>Concept Map</i>	4
B	Kleine Einschübe in eine Sandwichstruktur	
B1	<i>Vergewisserungsphase</i>	6
B2	<i>Partnerinterview</i>	7
B3	<i>Lerntempoduett</i>	8
C	Assessment-Methoden	
C1	<i>Sortieraufgabe</i>	9
C2	<i>Clicker-Session</i>	10
C3	<i>Think-Pair-Share</i>	12
D	Methoden für Aufbau von Verständnis, Wissensvertiefung und Transfer	
D1	<i>Lernaufgabe</i>	13
D2	<i>Hands-on Experimente</i>	15
D3	<i>Partner-/Gruppenpuzzle</i>	16
D4	<i>Werkstattunterricht</i>	17
D5	<i>Applets</i>	18
D6	<i>Predict-Observe-Explain-Experimente</i>	19
D7	<i>Produktives Üben</i>	21
D8	<i>White board</i>	24

A1 Advance Organizer

Ein Advance Organizer stellt eine Expertenstruktur dar, die zu Beginn eines Lehr-Lernprozesses wesentliche Grundgedanken in ihrem Zusammenhang darstellt. Dadurch soll zwischen den individuellen Vorkenntnissen und dem neuen Wissen eine Brücke geschlagen werden. Im Unterschied zum Concept-Map kann der Advance Organizer nicht von den Schülern sondern nur von einem Experten erstellt werden. Der Advance Organizer wird mündlich präsentiert und durch eine geeignete Visualisierung unterstützt. Die Wirksamkeit der Technik wird mit dem „Matthäus-Prinzip“ begründet: Anheben des Vorwissens führt zu leichter Aufnahme neuen Wissens (Matthäus-Prinzip, "wer hat, dem wird gegeben")

Ziel:

Ein Advance Organizer soll das Vorwissen der Lernenden anheben und so den Einstieg in ein komplexes Thema erleichtern.

Konstruktionsprinzipien

- häufig *zwischen 15 und 20 zentrale Begriffe*
 - Zurechtlegen einer *Expertenstruktur* – hohe Verdichtung bzw. Integration der Informationen
 - Einstieg durch eine *spannende Problemstellung*, die die Aufmerksamkeit auf sich zieht
 - *Mehrfachcodierung* mit Worten, Grafiken, Bildern, Beispielen, Episoden
 - *entwickelndes Präsentieren* der Expertenstruktur
 - *optimale Länge* abhängig von den Inhalten, mehr als 15 Minuten ist in der Regel zu lang, eine Vorstrukturierung eines komplexen Themas innerhalb einer Lektion kann aber auch in 5' gelingen.
 - eine *Visualisierung* verwenden, die die zentralen Elemente enthält.
- *Nach der Präsentation des AO* kann eine Vergewisserungsphase (Murmelphase, kurzes Plenum o.ä.) eingebaut werden.

Literatur:

1. Wahl, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
2. Mannes, S.M. und Kintsch, W. (1987): Knowledge Organization and text organization. Cognition an Instruction, Vol 4, No. 2, 91-115

A2 Concept Map

Eine Concept Map ist ein Instrument, welches die wichtigsten Konzepte eines Gebietes und deren Zusammenhänge graphisch darstellt. Sie eignet sich besonders zum Aufbau einer Wissensstruktur bei den Schülerinnen und Schülern.

Ziel: Die SuS sollen einen Überblick über ein Gebiet erhalten und Zusammenhänge erkennen.

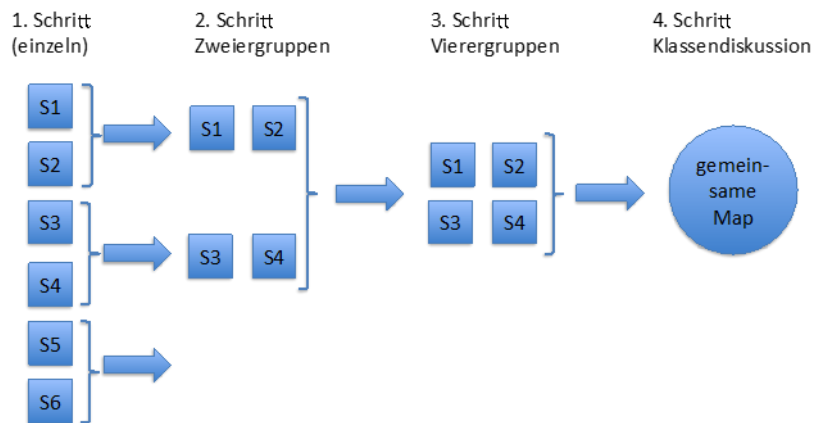
Allgemeines Vorgehen:

1. Inhaltsgebiet festlegen
2. Liste aller Konzepte oder Schlüsselbegriffe zum Thema auf separates Blatt (Liste kann nach der Wichtigkeit der Begriffe sortiert werden -> Hierarchiestufen)
3. Thema auf leeres Blatt (oben oder zentral) (-> Knoten)
4. Wählen Sie den umfassendsten Begriff aus der Liste und schreiben Sie diesen in einen neuen Knoten.
5. Überlegen Sie sich, wie die beiden Begriffe miteinander in Beziehung stehen. Beschriften Sie die Verbindungslinie zwischen den beiden Begriffen mit einem Wort, welcher die Beziehung verdeutlicht.
6. Wählen Sie einen weiteren Schlüsselbegriff aus der Liste (wenn möglich, dieselbe Hierarchiestufe). Prüfen Sie, mit welchen der bereits vorhandenen Begriffen dieses Schlüsselwort in Beziehung steht, um Zusammengehörendes zu gruppieren (überkreuzende Verbindungen vermeiden). Schreiben Sie den Begriff in einen neuen Knoten.
7. Beschriften Sie die Verbindungen mit denen der neue Begriff, zu den bereits vorhandenen, in Beziehung steht.
8. Wiederholen von 5., 6., 7. bis alle Begriffe in die Concept Map integriert sind.
9. Überprüfung (wichtigste Elemente und Zusammenhänge, Redundanzen, Lücken, Struktur). Können Sie jeden Knoten erklären und Beispiele geben?

Durchführung:

Idee: Konsensbildung

- Phase 1: Jeder SuS erstellt die Concept Map zuerst in Einzelarbeit.
- Phase 2: Je zwei SuS vergleichen ihre Concept Map und versuchen eine gemeinsame Map zu erstellen.
- Phase 3: Je zwei Paare bilden eine Vierergruppe und vergleichen ihre Concept Map. Wiederum wird eine konsolidierte Concept Map der Vierergruppe erstellt.
- Phase 4: Eine Gruppe stellt ihre Concept Map vor. Die andern Gruppen ergänzen. Zuletzt wird eine gemeinsame Map der Klasse erstellt.



Hilfestellung:

- Struktur vorgeben: SuS erhalten ein Blatt mit Kästchen und Verbindungs Pfeilen, welche die Struktur der Concept Map darstellt.
- Konzepte vorgeben: SuS erhalten die Konzepte und Schlüsselbegriffe in Form einer Liste. Sie müssen zuerst die Begriffe nach ihrer Wichtigkeit in ca. 3 Kategorien einteilen.
- Hierarchiestufen vorgeben: Schlüsselbegriffe sind bereits nach Hierarchiestufen sortiert.
- Kombinationen

Bemerkungen: Den SuS fällt es oft schwer, eigenständig eine Concept Map zu erstellen. Es lohnt sich deshalb, zu Beginn eine gewisse Hilfestellung zu leisten.

Einsatzmöglichkeit:

Die Concept Map kann am Anfang eines Themas eingesetzt werden, um das Vorwissen zu aktivieren (Beispiel: Kreisbewegung vor dem Thema Schwingungen). Genauso eignet sich der Einsatz einer Concept Map auch gegen Ende eines Themas, um den SuS einen Überblick zu verschaffen und die Zusammenhänge aufzuzeigen.

Mit einer Concept Map kann auch ein Text analysiert werden. So können Sie zum Abschluss eines Gebiets eine Zusammenfassung schreiben und die SuS aus diesem Text die Schlüsselwörter identifizieren lassen. Die Schlüsselwörter sollten nach ihrer Wichtigkeit sortiert werden. Danach können die SuS die Concept Map zum Beispiel nach obigem Schema erstellen.

Literatur:

1. M. Nückles, J. Gurlitt, T. Pabst & A. Renkl (2004) Mind Maps & Concept Maps, dtv München.

B1 Vergewisserungsphase

Viele Lektionen enthalten zu lange kollektive Lernphasen, in denen alle Lernenden "im Gleichschritt" unterrichtet werden. Die Aktivität der Lernenden in diesen Phasen beschränkt sich dann oft auf mitverfolgen, zuhören, notieren, gelegentlich Zwischenfragen beantworten. Sie sind eher rezeptiv als aktiv. Wenn die Lehrperson Fragen stellt, bleiben oft nur wenige Sekunden Zeit, sich die Antwort zu überlegen – viele Lernende werden dann auch unterbrochen, wenn sie noch am Nachdenken sind, während jemand bereits die Antwort im Plenum nennt. Mit der Vergewisserungsphase wird im kollektiven Unterricht eine kleine "Insel" geschaffen, auf der alle Lernenden gleichzeitig etwas länger als üblich Gelegenheit erhalten, sich subjektiv oder interaktiv in Kleingruppen mit der Thematik auseinanderzusetzen. Die Methode erfordert nur geringen Vorbereitungsaufwand und kann in praktisch jeder Lernsituation eingesetzt werden. Sie hat einen grossen Auflockerungswert und kann die Aufmerksamkeit deutlich erhöhen. In der Literatur findet man auch die Bezeichnungen "Murmelfase" oder "Buzz-Groups" (von buzzing = Summen eines Bienenschwarms)

Ziel:

Die Lernenden erhalten für wenige Minuten innerhalb einer Plenumsphase Zeit, sich allein oder in Kleingruppen mit einem Sachverhalt auseinanderzusetzen.

Ablauf:

Anlass für eine Vergewisserungsphase kann eine Frage, ein Problem, ein Fallbeispiel, ein Bild, Videoausschnitt o.ä. sein.

Bevor das Thema im Plenum besprochen wird, erhalten die Teilnehmer die Gelegenheit, sich eine oder mehrere Minuten Gedanken zu machen. Dies geschieht meist spontan zu zweit, wodurch im Raum der Geräuschpegel deutlich steigt – ein Gemurmel entsteht, das aber die Lernenden i.d.R. nicht stört. Die Lernenden können in dieser Zeit auch Hilfsmittel wie Bücher etc. benutzen, um sich ihre Meinung zu bilden.

Alternativ kann zu Einzelarbeit aufgefordert werden. Jeder Einzelne vergewissert sich, ob er die Aufgabe versteht etc.

Im Anschluss an diese Phase folgt ein Plenum, in dem einzelne Beiträge vorgestellt werden. Die Qualität dieser Beiträge ist erwiesenermassen höher, auch steigt die Bereitschaft der Teilnehmer, sich im Plenum zu äussern.

Literatur:

1. Langer, I.; Schulz v. Thun, F.; Tausch, R. (1973): Förderung leistungsschwacher Schüler durch kurzzeitige Kleingruppendiskussion im Anschluss an das Lesen eines Lehrtextes. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 20. Jg., S. 156 – 162.
2. Wahl, D. (2006): *Lernumgebungen erfolgreich gestalten*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

B2 Partnerinterview

Beim Partnerinterview handelt es sich um eine Methode des wechselseitigen Lehrens und Lernens. Die Lernenden machen sich zu Experten in einem Teilgebiet und stellen dann einander in Paaren abwechselnd Fragen bzw. Aufgaben. Die Aneignung des Wissens in der 1. Phase erfolgt mit hoher Motivation, weil das Expertenwissen sofort anschliessend gefragt ist. Der Lernprozess ist symmetrisch in Zweiergruppen mit hohem Aktivitätsanteil.

Ziel:

Aneignung oder Vertiefung neuen Wissens im Wechsel von Experten- und Novizenrolle.

Ablauf:

1. Aufgabenstellung: Die eine Hälfte der Klasse, z.B. die linke Seite, erhält die ungeraden Fragen/Aufgaben, die andere Hälfte die geraden. Der Ablauf der ganzen Sequenz wird erläutert.
2. Einzelarbeit: Aneignungsphase, in der die einzelnen Lernenden ihre Aufgaben/Texte bearbeiten. Sie machen sich dadurch zu Experten im betreffenden Thema. Als Thema eignen sich z.B. Wiederholungsaufgaben oder Fragen zu einem aktuellen Unterrichtsinhalt. Um sicherzustellen, dass die Lernenden das Richtige erarbeiten, können Musterlösungen bereitgestellt oder Hilfen durch die Lehrperson angeboten werden.
3. Paarbildung: Lernende mit unterschiedlichen Aufgabestellungen bilden Paare, am einfachsten durch Verwendung verschiedener Farben für die ausgeteilten Blätter.
4. Austauschphase zu zweit: Lernende in Expertenrolle stellen ihre soeben intensiv studierte Aufgabe/Frage den Partnern (in Novizenrolle). Die Novizen lösen dann die Aufgabe bzw. versuchen die Fragen zu beantworten, die Experten überwachen diesen Prozess, helfen und unterstützen den Lernprozess. Nach jeder Aufgabe wechseln die Rollen. Anders als beim Puzzle übernehmen hier die Experten nicht die Rolle des Instructors sondern schauen zu und helfen bei der Arbeit, die der Novize ausführt.
5. Abschluss (Plenum): Hier können die Inhalte nochmals zusammengefasst oder inhaltliche Fragen geklärt werden.

Literatur:

1. Huber, A. A. (2004): Kooperatives Lernen – kein Problem! Effektive Methoden der Partner- und Gruppenarbeit. Leipzig: Klett.

B3 Lerntempoduett

Eine Methode des wechselseitigen Lehrens und Lernens. Von der Anlage her ist die Methode verwandt mit dem Partnerpuzzle – die Unterschiede bestehen darin, dass die Aneignung in Einzelarbeit erfolgt und die Austausch-Paare nicht alle gleichzeitig gebildet werden. Es lässt sich gut einsetzen, wo eine grosse Anzahl Übungen in verschiedenen Schwierigkeitsgraden zur Verfügung steht, von denen nicht alle von allen bearbeitet werden müssen.

Ziel:

Die Lernenden lernen in ihrem eigenen unterschiedlichen Tempo, wobei zwei ähnlich schnelle Lernende kooperieren.

Ablauf:

1. *Einzelarbeit.* Die Lernenden setzen sich in ihrem je eigenen Tempo mit einem Sachverhalt auseinander. Das kann die Bearbeitung von einer oder mehreren Übungsaufgaben sein, die Durchführung eines Experiments, das Studieren eines Textes. Am einfachsten wird die zu bearbeitende Aufgabenmenge in zwei gleichwertige Hälften aufgeteilt. Es können aber auch alle lernenden mit der gleichen Aufgabe befasst sein.

2. *Bildung der Paare.* Wer mit der Bearbeitung seiner Aufgabe fertig ist, sucht sich einen Partner, der ebenfalls fertig ist. Das Abschliessen der Aufgabe kann durch ein vereinbartes Signal angezeigt werden.

3. *Partnerarbeit.* Die Paare stellen sich gegenseitig ihre Lösungen vor, erklären sich wechselseitig den Text, überwachen beim anderen den Lösungsweg, vergleichen ihre Ergebnisse etc.

4. *Vertiefungsphase.* Die Lernenden bleiben als Paar zusammen und bearbeiten weitere vertiefende Aufgaben.

Literatur:

1. Huber, A. A. (2004): Kooperatives Lernen – kein Problem! Effektive Methoden der Partner- und Gruppenarbeit. Leipzig: Klett.

C1 Sortieraufgabe

Die Sortieraufgabe ist ein einfaches Verfahren, um durch eine Selbsteinschätzung herauszufinden, was man weiss bzw. nicht weiss, welchen Aussagen/Meinungen man zustimmt und welchen nicht, welche Hypothesen man für eher wahrscheinlich hält und welche man eher ausschliesst.

Ablauf:

1. Vorbereitung. Auf einem Arbeitsblatt sind Begriffe, Aussagen, Meinungen oder Hypothesen notiert. Beispiele für Begriffe sind: Elektrische Ladung, Ampère, Volt etc.; Beispiele für Aussagen/Meinungen/Hypothesen: 2 Widerstände ergeben zusammenschaltet immer einen grösseren Widerstand, wenn die Geschwindigkeit eines Gegenstandes Null ist, kann die Beschleunigung nicht grösser Null sein etc.

2. Einzelarbeit. Jede Person beurteilt durch Ankreuzen auf dem Arbeitsblatt, ob sie die Begriffe versteht oder eher nicht, ob sie die Aussage richtig oder falsch findet etc. ("sortieren").

3. Partnerarbeit. Die Lernenden tauschen paarweise Informationen aus, helfen sich gegenseitig beim Schliessen von Wissenslücken, diskutieren Hypothesen, vertreten Meinungen etc. Sie können in dieser Phase auch ihre Notizen, Bücher etc. verwenden.

4. Plenum. Die Lehrperson fragt den Kenntnisstand pauschal ab (wer hat bei Frage a) nicht gewusst, wie es geht, etc.) oder sie gibt im Plenum Gelegenheit zu Rückfragen. Oft ist es einer Klasse am liebsten, wenn man einfach alle Punkte kurz (!) durchgeht, damit sie sich vergewissern können, ob alles richtig ist. Alternativ kann eine Musterlösung auf Folie gezeigt werden, woraus sich Fragen aus der Klasse ergeben.

Einsatzort:

Am Anfang eines Themas zur Erfassung von Vorkenntnissen, aber auch nach einem Lernprozess als formative Lernkontrolle. Der Vorteil der Methode liegt in einer hohen Aktivierung der Lernenden, sie liefert einen Sprech Anlass, in dem sich alle einbringen können. Die Auswertung der Aufgabe kann dazu beitragen, dass nicht alle Inhalte im Plenum besprochen werden müssen.

Literatur:

1. Wahl, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

C2 Clicker Session

Eine Clicker Session besteht aus einer Sequenz von Multiple Choice Fragen. Jede Frage folgt einem genau definierten Schema: Frage präsentieren – Einzelantwort – Histogramm der Antworten – Gruppendiskussion und Antwort – Histogramm der Antworten – Klassendiskussion. Die SuS können ihre Antworten über ein Class Response System abgeben. Wenn es geht, sollte die Befragung der SuS anonym durchgeführt werden, sodass die Lernenden ihr Konzeptverständnis ausprobieren können ohne Konsequenzen befürchten zu müssen. Es ist deshalb sinnvoll, immer mehrere Fragen zum gleichen Konzept, aber in einem anderen Kontext, zu stellen. Das Anzeigen von Antwort-Statistiken soll SuS dazu bringen, ihre eigene Antwort nochmals zu überdenken. Zudem liefert sie für die Lehrperson ein ausgezeichnetes Feedback, mit dem sie feststellen kann, wie gut die Konzepte, die Sie vermittelt hat, bei den SuS angekommen sind. Entsprechend kann und soll aufgrund einer Clicker Session der Unterricht angepasst werden.

Ziel:

Das Vermitteln und die Vertiefung von Konzeptwissen. SuS sollen ausprobieren können, ob sie ein Konzept richtig verstanden haben. Die Lehrperson erhält ein Feedback, wie gut die physikalischen Konzepte vermittelt wurden. Peer Diskussionen stellen ein zentrales Element dar.

Ablauf:

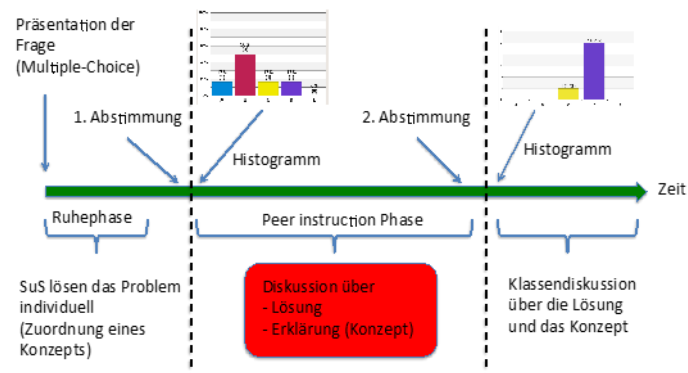
1. *Vorbereitung.* Für eine Clicker Frage sollten Sie ungefähr 4 - 5min einrechnen, so dass den SuS auch genügend Zeit bleibt, die Aufgabe zu diskutieren. Eine Session mit 6 Aufgaben dauert also ungefähr 25- 30min.

Die Aufgaben müssen vorgängig in Power Point erstellt werden. Zudem wird den SuS eine Liste von Konzepten abgegeben mit denen die Aufgaben gelöst werden können. Anschliessend muss ein Class Response System ausgewählt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten.

- Turning Point
- Socrative (Web-basiert, SuS benötigen ein Smartphone; Nachteil: ein wenig kompliziert in der Anwendung)
- Flashcards (Antwortmöglichkeiten z. B. A, B, C und D werden auf ein Blatt Papier geschrieben; SuS halten ihre Antwort hoch. Nachteil: Histogramm und Anonymität fehlen)

2. *Ablauf.* Zuerst wird eine Clicker Frage per Beamer präsentiert. Die SuS beantworten die Frage individuell. Anschliessend wird das Histogramm der Antworten gezeigt. Danach diskutieren die SuS die Aufgabe und ihre Lösungen in der Gruppe (üblicherweise 3er-Gruppen). Sie sollten auch das Konzept identifizieren mit dem die Aufgabe gelöst werden kann. Die SuS geben nach der Gruppendiskussion ein weiteres Mal ihre Stimme ab. Wiederum wird ein Histogramm der Antworten eingeblendet. In der letzten Phase organisiert die Lehrperson eine Klassendiskussion, indem dass er/sie zuerst eine Gruppe die Aufgabe beantworten lässt und anschliessend weitere geschickte Fragen stellt, weshalb die eine oder andere Antwort falsch ist. Genauso wichtig wie die korrekte Antwort ist die Zuordnung eines Konzeptes.

Ablauf Clicker Frage



3. Schwierigkeit: Die Schwierigkeit bei Clicker-Fragen liegt darin, dass sie so gestellt sein müssen, dass die SuS auch darüber diskutieren können. Trivialfragen oder Fragen nach Formeln sind deshalb zu vermeiden.

Einsatzmöglichkeit:

1. Clicker-Session am Anfang eines Themas: Aktivierung des Vorwissens
2. Clicker-Session während eines Themas: wie gut wurden bisher vermittelte Konzepte verstanden? Feedback für die Lehrperson nutzen, um entsprechende Korrekturen im Unterrichtsverlauf vorzunehmen. Sinnvoll ist zum Beispiel, der Clicker Session eine reflektive Lektion folgen zu lassen, bei der die SuS an ihren Defiziten arbeiten können.
3. Clicker-Session am Ende eines Themas: Haben die SuS alle wichtigen Konzepte des Themas verstanden? Die SuS können zur Beantwortung der Fragen durchaus ihr Concept Map benutzen.

Literatur:

1. Derek Bruff (2009) „Teaching with Classroom Response System“ Jossey-Bass, San Francisco.
2. Eric Mazur (1997). Peer Instruction: A User's Manual Series in Educational Innovation. Prentice Hall, New Jersey.

C3 Think-Pair-Share

Viele Lektionen enthalten zu lange kollektive Lernphasen, in denen alle Lernenden "im Gleichschritt" unterrichtet werden. Die Aktivität der Lernenden in diesen Phasen beschränkt sich dann oft auf mitverfolgen, zuhören, notieren, gelegentlich Zwischenfragen beantworten. Sie sind eher rezeptiv als aktiv. Wenn die Lehrperson Fragen stellt, bleiben oft nur wenige Sekunden Zeit, sich die Antwort zu überlegen – viele Lernende werden dann auch unterbrochen, wenn sie noch am Nachdenken sind, während jemand bereits die Antwort im Plenum nennt. Mit der Methode Think-Pair-Share wird den Lernenden intensiveres Nachdenken und höheres Kompetenzerleben ermöglicht. Sie unterstützt wirksam den Prozess der subjektiven Auseinandersetzung mit dem Thema. Die Ähnlichkeit zur Vergewisserungsphase ist hoch. Think-Pair-Share-Sequenzen können aber deutlich länger sein als Vergewisserungsphasen

Ziel:

Die Lernenden erhalten für wenige Minuten innerhalb einer Plenumsphase Zeit, sich zuerst allein und dann zu zweit mit einem Sachverhalt auseinanderzusetzen.

Ablauf:

- 1) Think = Einzelarbeit: Eine Frage, ein Problem, eine Aufgabe wird zunächst von jeder Person alleine bearbeitet. Ziel ist, dass sich alle Lernenden mit der Thematik auseinandersetzen.
- 2) Pair = Partnerarbeit: Austausch der Arbeitsergebnisse in Form einer Vergewisserungsphase mit einer anderen Person. Ziele sind die Verbalisierung der jeweils eigenen Überlegungen sowie der Austausch von Informationen und Perspektiven. Von manchen Autoren wird angeregt, sich nach der Partnerarbeit nochmals in Gruppen auszutauschen, um zusätzliche Anregungen zu erhalten.
- 3) Share = Plenum: Die Ergebnisse werden im Plenum präsentiert und diskutiert. Ziel ist es, die Angemessenheit der Überlegungen zu bewerten. Manche Autoren schlagen vor, jene Personen per Zufall auszuwählen, die das Ergebnis im Plenum präsentieren sollen. Grundlage ist die Überlegung, dass sich aus Furcht, zufällig für die Plenumspräsentation ausgewählt zu werden, alle Lernenden in der Think- wie in der Pair-Phase möglichst intensiv mit der Thematik beschäftigen. Bei lernunwilligen Personen ist dies möglicherweise eine zielführende Strategie, bei intrinsisch motivierten Lernenden ist dies kritisch zu sehen, weil dadurch das Autonomie-Erleben untergraben wird.

Literatur:

1. Wahl, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

D1 Lernaufgabe

Eine Lernaufgabe ist eine schriftlich formulierte Aufgabe, in der die Lernenden sich durch einen sorgfältig gestalteten Auftrag und Lehrtext, der alle nötigen Informationen enthält, neue Wissens Elemente selbständig aneignen oder vorhandenes Wissen auf einen weitgehend unbekanntem Kontext übertragen. Es handelt sich nicht um eine Übungsaufgabe. Die Schwierigkeit bei der Entwicklung von Lernaufgaben besteht darin, die Zone der nächsten Entwicklung möglichst genau zu treffen und genügend, aber nicht zu viele, Hilfen in den Aufgabentext einzubauen.

Ziel:

Selbständige Aneignung oder Transfer von neuem Wissen mit schriftlicher Anleitung.

Aufbau einer Lernaufgabe:

Die folgende Checkliste lehnt sich an an die umfassende Beschreibung von Frey (2004).

1. Halbneu

Der Schüler lernt während der Bearbeitung der Lernaufgabe etwas Neues; und zwar neuen "Stoff". Die Lernaufgabe ist keine Repetitionsübung und keine Anwendung. Sie ist keine Anleitung zum Automatisieren und Festigen; keine Übung in einem neuen Kontext.

2. Schriftlich abgefasste Aufgabe, Problemstellung oder Arbeitsanleitung

Die Aufgabenstellung ist auf jeden Fall schriftlich abzugeben, damit eine individuelle Bearbeitung möglich ist.

3. Ohne Lehrerhilfe

Alle Grundlageninformationen und Hilfsmittel werden mit der Aufgabenstellung zur Verfügung gestellt. Die Lenkung der Schüler wird mit der Frage gegeben. Während der Bearbeitung hilft der Lehrer in der Regel nicht.

4. Hinweise zum Vorgehen

Wichtig ist, dass Tipps zum Einstieg, Hinweise zur Benutzung der Hilfsmittel gegeben werden und neue Gedankengänge oder Techniken im Text vorgeführt werden. Es geht nicht um offenen Entdeckenden Unterricht, in dem Schüler ein allgemeines Suchschema entwickeln und tastend mit neuen Gebieten umgehen lernen.

5. Rahmenbedingungen

Idealerweise enthalten die Arbeitsunterlagen Informationen zu Rahmenbedingungen wie Zeitrahmen, Arbeitsform, Aufenthaltsorte der Lernenden. Eine mündliche Mitteilung ist ebenfalls möglich, häufig werden solche Informationen aber z.T. wieder vergessen.

6. Massstab

Es ist den Schülern mitzuteilen, was erwartet wird – ob die gesamte Aufgabe oder nur ein Teil in der vorgegebenen Zeit zu lösen ist. Günstig ist es, wenn Zusatzaufgaben für schnellere Schüler in der Aufgabe enthalten sind.

7. Kontext von Lernaufgaben

Es ist sinnvoll, die Lernenden über den Zusammenhang, den Kontext oder Zweck der Lernaufgabe aufzuklären. Das erlaubt bereits eine erste Verknüpfung mit vorhandenem Wissen im Langzeitgedächtnis.

Mastery Check

Erfahrungsgemäss tendiert man bei neuen Lernaufgaben eher dazu, den Schwierigkeitsgrad zu hoch zu wählen. Überforderung senkt aber die Motivation erheblich. Konstruieren Sie die Lernaufgabe so, dass mindestens 80% aller Anwesenden die Lernaufgabe erfolgreich bearbeiten. 20% sollten mindestens einen Teilerfolg melden können.

Literatur:

1. Frey, K.; Frey, A. (2010): Ausgewählte Methoden der Didaktik. Zürich: vdf Hochschulverlag
2. Grell, J., Grell, M. (1991): Unterrichtsrezepte. Weinheim: Beltz

D2 Hands-on-Experiment

Hands-on Experimente stellen eine Verbindung dar zwischen dem Alltag der SuS und dem Physikunterricht. Die Grundidee ist es, den SuS aufzuzeigen, dass Physik überall „vorkommt“. Deshalb wählt man Alltagsgegenstände, um mit ihnen physikalische Experimente durchzuführen. So eignen sich insbesondere auch Spielzeuge für Hands-on Experimente.

Ziel: Transfer von physikalischen Konzepten auf Alltagsgegenstände oder Alltagsphänomene.

Ablauf:

1. *Vorbereitung.* Die Schülerunterlagen (Schüler-Dossiers) bestehen aus einer Einleitung mit einer kurzen Beschreibung des Ziels und einem Aufgabenteil, welcher das Experiment beschreibt und wo die SuS ihre Beobachtungen festhalten. Anschliessend wird den SuS anhand von Konzepten, Diagrammen, Bildern oder gezielten Hinweisen die Möglichkeit gegeben, selbstständig eine Erklärung für das Phänomen zu finden. Zuletzt wird den SuS mitgeteilt, was abgegeben werden muss und wie die Aufgabe bewertet wird.
2. *Partnerarbeit.* Meist erfordert die Durchführung des Experiments Zweiergruppen (ist jedoch nicht zwingend!). SuS erhalten das Dossier und die Gegenstände für das Experiment. Die SuS führen die Experimente durch und füllen das Dossier aus.
3. *Plenum.* Eine Gruppe gibt ihre Erklärungen zu den Experimenten ab. Die andern Gruppen korrigieren oder ergänzen. Die Lehrperson leitet die Diskussion und greift, wo nötig, klärend ein.

Einsatzmöglichkeit:

Hands-on Experimente eignen sich besonders zur Vertiefung von Konzepten.

Literatur:

1. Clemens Berthold, Daniela Christ, Gunther Braam, Jürgen Haubrich, Markus Herfert, Helmut Hilscher, Jürgen Kraus, Christian Möller (2006) Physikalische Freihand Experimente, Band 1 & 2, Aulis-Verlag.
2. Christian Ucke und H. Joachim Schlichting (2011) Spiel, Physik und Spass, Physik zum Mitdenken und Nachmachen, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.

D3 Partner-/Gruppenpuzzle

Die bekannteste Methode des wechselseitigen Lehrens und Lernens (WELL) ist das Gruppenpuzzle. Hierbei werden die zu unterrichtenden Inhalte in 3, 4 oder 5 gleichwertige Teile aufgeteilt. Das Gruppenpuzzle ist eine störungsanfällige Methode – einfacher zu planen und durchzuführen ist das wesentlich robustere Partnerpuzzle (nur 2 gleichwertige Teile).

Ziel:

Die Lernenden lernen in ihrem eigenen unterschiedlichen Tempo, wobei Expertenphasen und Gruppenphasen in unterschiedlichen Gruppenzusammensetzungen ablaufen.

Ablauf:

1. Aneignungsphase, auch Expertenphase. Die Lernenden eignen sich einen Teil der Inhalte an. Das können Texte, Diagramme, Regeln, Experimente, Techniken, Methoden o.ä. sein. Partner- und Gruppenpuzzles sind keineswegs nur auf Textarbeiten beschränkt. Die Aneignung erfolgt in Expertenpaaren (bzw. beim Gruppenpuzzle in Expertengruppen). Der Arbeitsprozess sollte mit Lernstrategien unterstützt werden. Lernziel und konkrete Aufgaben müssen klar formuliert sein. Am Ende der Aneignungsphase bereiten die "Experten" ihre Präsentation vor.

2. Organisatorische Bildung der Puzzle-Paare oder Puzzle-Gruppen. Geht beim Partnerpuzzle einfach durch farbliche Zuordnung, beim Gruppenpuzzle durch Durchnummerieren der Expertengruppen (u.U. müssen bei einzelnen Themen zwei Experten gemeinsam in eine Puzzle-Gruppe eingeteilt werden).

3. Austauschphase. In den Puzzle-Paaren (bzw. Puzzle-Gruppen) präsentieren die "Experten" in einer sinnstiftenden Reihenfolge die gerade erarbeiteten Inhalte.

4. Vertiefungsphase. Der eigene inhaltliche Teil ist in der Regel gut verstanden. Der oder die anderen Teile sind lediglich vorgestellt worden. Es hat aber noch keine intensive Auseinandersetzung damit stattgefunden. Deshalb werden dem Paar/der Gruppe Aufgaben gestellt, die dazu beitragen, die inhaltlichen Teile untereinander zu vernetzen, die Inhalte zu wiederholen, zu üben, zu übertragen etc.

Literatur:

1. Wahl, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn: Klinkhardt

D4 Werkstattunterricht

Beim Werkstattunterricht oder Stationenlernen handelt es sich um ein Angebot von unterschiedlichen Aufgaben an verschiedenen Arbeitsplätzen, die von den Lernenden meist in frei gewählter Reihenfolge bearbeitet werden.

Merkmale:

- die Schüler/innen gehen von Station zu Station, allein oder in Gruppen. Sie organisieren sich selber und nutzen die Angebote nach ihrem Interesse
- das individuelle Arbeiten an Werkstattposten ist ein Gewinn an Freiheit für die Lernenden
- die Lehrperson steuert die Aktivitäten, Schüler können aber eigene Schwerpunkte setzen
- es besteht die Möglichkeit zum handelnden, problemlösenden, frei gewählten, aber auch vertiefenden, selbstkontrollierten, individualisierten und sozialen Lernen
- verschiedene didaktische Funktionen können betont werden:
 - o Erfahrungswerkstatt: Schwerpunkt Erleben, Problemlösen, Entdecken, Erkennen von Prinzipien und Gesetzen
 - o Übungswerkstatt: Einüben, Vertiefen, Durcharbeiten, Anwenden, Lernkontrollen
- je nach didaktischer Funktion kann die Werkstatt in verschiedenen Phasen einer längeren Lerneinheit stehen (Anfang, Mitte, Schluss).

Einsatzmöglichkeiten:

- Werkstattunterricht ist auf horizontale Verknüpfung von Wissen ausgerichtet, sie empfiehlt sich daher
 - o Für ein flüchtiges erstes Kennenlernen eines Gegenstandes. Die vermittelten Informationen müssen aber im Rahmen eines lehrergeleiteten Unterrichts sorgfältig nachbereitet und strukturiert werden.
 - o Für eine Vertiefung von Kenntnissen, die zuvor vom Lehrer gemeinsam mit den Schülern erarbeitet und strukturiert worden sind. Nach der Werkstatt kann dann nochmals das Wesentliche zusammengefasst, Hausaufgaben gegeben werden etc.
- Nicht immer sind viele Einzelposten nötig, oft reichen auch z.B. 5 Einzelposten in je 2- bis 3-facher Ausführung
- Einzelne Posten können auch als „paper-pencil-Aufträge“ formuliert sein

Literatur:

1. Aeschlimann Ueli (1997): Werkstattunterricht zum Thema "Spiegel" in: Unterricht Physik 8 (1997) Nr. 37, S.15 ff.)
2. Niggli, A. (2000): Lernarrangements erfolgreich planen. Didaktische Anregungen zur Gestaltung offener Unterrichtsformen. Aarau.
3. Wellenreuther, M. (2009): Forschungsbasierte Schulpädagogik. Schneider Verlag Hohengehren. Baltmannsweiler.

D5 Applets

Ein Applet eignet sich zur Visualisierung von Abläufen, die nicht direkt beobachtet werden können. So ist es zum Beispiel sehr einfach zu zeigen, was bei der Influenz mit den Ladungen im Festkörper geschieht. Im Experiment kann man dies nur indirekt feststellen. Auch eignen sich Applets bei Experimenten, die schwierig durchzuführen sind. Insbesondere können Abhängigkeiten von Parametern relativ einfach untersucht werden.

Ziel: Den SuS soll eine Vorstellung von „inneren“ (nicht direkt sichtbaren) physikalischen Abläufen vermittelt werden.

Ablauf:

1. *Vorbereitung.* Sie erstellen ein Schüler-Dossier mit einer Einleitung und der Definition der Ziele. Anschliessend werden die Aufgaben beschrieben, die durchgeführt werden sollen. Definieren Sie auch, was am Ende der Unterrichtseinheit abgegeben werden muss.
2. *Durchführung:* Alle SuS erhalten ein Dossier und müssen einen Computer mit Internetzugang zur Verfügung haben. Die SuS arbeiten einzeln und können so ihr eigenes Lerntempo wählen.

Einsatzmöglichkeit:

Applets können eigentlich immer eingesetzt werden. Das spielen mit Applets bringt jedoch nichts. Es ist essentiell, dass sich die Lehrperson gute und interessante Aufgaben überlegt!

Internet Ressourcen:

1. <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

Unter Teaching Resources findet man Unterrichtsmaterial, das bereits andere Lehrpersonen ausprobiert haben.

2. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>

Interessante Applets (auch für die QM) für das gehobene Niveau.

3. <http://www.walter-fendt.de/ph14d/>

Standard Applets.

4. <http://www.leifiphysik.de>

Unter dem Reiter Versuche findet man die Applets. Die Seiten enthalten noch zusätzliches Material zur Theorie mit Aufgaben.

5. <http://www.physicsclassroom.com/shwave>

Enthält bereits sogenannte Activity sheets mit guten Aufgaben, die noch auf eigene Standards angepasst werden können.

D6 Predict-Observe-Explain

Predict-Observe-Explain Experimente sind Demonstrationsexperimente, welche einer bestimmten Struktur unterliegen und dadurch die SuS aktiv in die Durchführung miteinbeziehen. In der **Predict Phase** wird die Ausgangssituation des Experiments beschrieben. Die SuS erhalten dann die Gelegenheit aufzuschreiben, welchen Ausgang des Experiments sie erwarten. Zusätzlich sollten Sie kurz begründen worauf ihre Erwartung basiert (Alleiniges Raten ist nicht sinnvoll). Während der **Observe Phase** wird das Experiment vorgeführt. Die **Explain Phase** dient dazu, die Predict- und die Observe Phase mit physikalischen Erklärungen in Einklang zu bringen.

Ziel:

Bei den SuS soll durch diese Experimente das Konzeptwissen gefördert werden. Als Lehrperson erhalten Sie Informationen wie und was SuS denken und wie gut sie den Stoff verstanden haben.

Ablauf:

- Vorbereitung.* Sie erstellen ein Schüler-Dossier, welches die wichtigsten Prinzipien kurz zusammenfasst. Es kann auch eine Concept Map über das Thema enthalten, anhand dessen die Experimente erklärt werden können.
Für jedes Experiment erstellen Sie ein Arbeitsblatt mit
 - Kurzbeschreibung des Experiments
 - Vorhersage
 - Beobachtung
 - Erklärung
- Durchführung des Experiments:* Die SuS arbeiten einzeln. Alle SuS erhalten zuerst ein Dossier.
Phase 1: Die Lehrperson beschreibt das Experiment und führt es soweit vor, bis man eine Vorhersage für den Ausgang machen kann. Die SuS schreiben ihre Vorhersage auf. Es können auch mehrere Vorhersagen sein, wenn sich ein SoS nicht entscheiden kann. Wichtig ist, dass zur Vorhersage auch eine Erklärung gehört, die sich die SuS aus der Concept Map herauslesen können.
Phase 2: Anschliessend führt die Lehrperson das Experiment vor. Die SuS schreiben ihre Beobachtungen auf.
Phase 3: Die SuS schreiben ihre Erklärung des Experiments auf und kommentieren, wenn vorhanden, die Differenz zu ihrer Vorhersage.
- Plenum.* SuS geben ihre Erklärung zum Experiment ab. Die Lehrperson leitet die Diskussion und ergänzt gegebenenfalls. Es ist vorteilhaft, wenn sich die Lehrperson ein Zusatzexperiment ausdenkt, das er/sie bei Unklarheiten allenfalls zeigen kann.

Einsatzmöglichkeit:

POE Experimente eignen sich besonders zur Vertiefung von Konzepten.

Literatur:

1. Hilary J.S. (2015) The Use of Predict-Observe-Explain-Explore (POEE) as a New Teaching Strategy in General Chemistry-Laboratory, *International Journal of Education and Research*, 3 (2) 37 – 48.
2. Liew, C., & Treagust, D.F. (1995). A Predict-Observe-Explain Teaching Sequence for Learning about Students' Understanding of Heat and Expansion of Liquids. *Australian Science Teachers' Journal*, 41, 6871.

D7 Produktives Üben

Produktives Üben soll den SuS die Möglichkeit geben, **Entdeckungen** zu machen. Wir möchten den SuS damit zeigen, wie spannend es ist, in der Physik Aufgaben zu lösen. Produktives Üben hat jedoch noch mehr Vorzüge. Die Aufgaben sind durch ihre Konstruktion **differenzierend** und **reflexiv**. Das heisst, dass gute SuS weiter kommen als weniger gute und dass über die Resultate automatisch nachgedacht wird. Die Resultate stehen in einem bestimmten Zusammenhang, sodass falsche einfach entdeckt werden können. Durch die klare Zielsetzung werden sie **sinnstiftend**. Die SuS wissen genau, was mit dieser Aufgabe geübt werden soll und was sie anhand dieser Aufgabe besser verstehen sollen.

Intelligentes Üben ist	
sinnstiftend	Dem Übenden wird möglichst transparent gemacht, wozu die Übung dient: „Was kann man durch die Übung besser verstehen? Wozu kann man die Fähigkeit anwenden?“
entdeckungsoffen	Das Üben ist nicht auf das lineare Abarbeiten von vorgezeichneten Tätigkeiten beschränkt. Die Aufgaben regen an, schon beim Üben mathematisch tätig zu sein, eigene Wege zu gehen, Entdeckungen zu machen, die über das enge Übeziel hinausgehen.
selbstdifferenzierend	Die Aufgabenstellungen sind so formuliert, dass starke und schwache Schüler mit ihnen arbeiten können. Jeder Schüler kann auf seinem Niveau Nutzen aus den Übungen ziehen.
reflexiv	Die Aufgaben regen immer auch zum Nachdenken über den Gegenstand der Übung oder über seine Übungstätigkeit an.

Ziel: Die Lehrperson schafft sich die Möglichkeit, interessante Aufgaben selbst zu entwerfen. Für die SuS sind diese Aufgaben spannend, weil es für sie etwas zu entdecken gibt.

Literatur:

https://home.ph-freiburg.de/leudersfr/preprint/2009_leuders_intelligent_ueben_mathemagische_momente.pdf

Leuders, T. (2005): Intelligentes Üben selbst gestalten! – Erfahrungen aus dem Mathematikunterricht. Pädagogik, 11/05, S. 29–32.

Leuders, T./Wittmann, G. (2006): Fit in Form – Produktives Üben in der Geometrie. Praxis der Mathematik in der Schule 12.

Lieberherr M., Vaterlaus A. und Wagner C. Zähmen der Unendlichkeit (2013) Bulletin VSMP 122, 15-18.

Konstruktion:

Aufgabentyp:			
Probleme lösen	Fragetyp		Aufgabenbeispiele
Operatives Durcharbeiten von Umkehraufgaben/Aufgaben mit Parametern	Umkehrfrage	Wann kommt ... heraus?	<ul style="list-style-type: none"> Gib fünf Zahlen an, deren Durchschnitt 5 ist. Gib zwei weitere Beispiele an. Wie oft muss man noch die Zahl 5 zu den Zahlen 1, 2, 3, 4 hinzunehmen, damit der Durchschnitt 4 ist?
	Optimierung	Wann ist ... am größten/kleinsten/besten?	<ul style="list-style-type: none"> Du hast die drei Datenreihen: 1, 1, 8 3, 3 1, 2, 3, 4, 5 Bei welcher der drei erhöht sich der Durchschnitt am meisten, wenn man noch eine 6 hinzunimmt? Warum?
	Funktionale Abhängigkeit	Was passiert wenn ...?	<ul style="list-style-type: none"> Was ändert sich am Durchschnitt der folgenden Zahlenreihe 6, 10, 12, 16, wenn man <ol style="list-style-type: none"> alle Werte halbiert? alle Werte um 1 erhöht? den Durchschnittswert noch hinzufügt.
	Kombinatorische Ausschöpfung	Wie viele Möglichkeiten gibt es, ...? Wie lauten alle Möglichkeiten, ...?	<ul style="list-style-type: none"> Wie viele verschiedene Durchschnitte kannst du errechnen, wenn du nur die Zahlen 1, 2, 3, 4 und 5 zur Verfügung hast? <ol style="list-style-type: none"> Du darfst jede Zahl höchstens einmal nehmen. Du darfst jede Zahl auch mehrfach nehmen. Was ist jetzt der größte und kleinste Wert, den du bekommst?
Spielerisches Auseinandersetzen mit Spielsituationen	Übungsspiel	Spielt miteinander.	<ul style="list-style-type: none"> Jeder Mitspieler wirft einen Würfel. Alle werfen zudem noch zusammen 2 Würfel. Nun muss jeder mit Würfeln aus der Mitte sein eigenes Würfelergbnis als Durchschnitt legen.
	Spielanalyse	Findet eine gute Strategie.	<ul style="list-style-type: none"> Mit welchen Strategien kann man beim vorigen Spiel einfache Lösungen finden? Wie findet man weniger nahe liegende Lösungen?
Eigene Aufgaben erarbeiten mit Musteraufgaben	Variieren	Verändere die Aufgaben (Welche kannst du noch ebenso bearbeiten, welche nicht? Warum?)	<ul style="list-style-type: none"> „Wie kann man mit zehn Würfelergbnissen den Durchschnitt 4, 5 erhalten?“ – Löse die Aufgabe, verändere sie und untersuche, welche Varianten noch lösbar sind.

Aufgabentyp:			
Anwendungen erkunden	Fragetyp		Aufgabenbeispiele
Anwenden auf Beispielsituationen/Sachsituationen	an Beispielen anwenden	Wende ... bei der Bearbeitung folgender Situationen an.	<ul style="list-style-type: none"> Michaela ist beim Weitsprung 2,30 m und 2,45 m gesprungen. Wie möchte auf einen Durchschnitt von 2,40 m in drei Sprüngen kommen.
	Anwendbarkeit reflektieren	Kann man ... hier anwenden. Warum (nicht)?	<ul style="list-style-type: none"> Welche Durchschnitte von zwei Personen kann man nicht bilden, auch wenn man alle Daten kennt? Warum? <ol style="list-style-type: none"> die Körpergröße die Augenfarbe das Taschengeld das Geburtsdatum
	Anwendungen erfinden	Erfinde weitere Situationen, in denen du ... anwenden kannst.	<ul style="list-style-type: none"> Setzt euch zu viert zusammen und sammelt Daten, die ihr von euch allen vierten kennt. Bildet alle möglichen Durchschnitte.
Vernetzen mit verwandten Begriffen/Situationen	Verbindungen erfassen	Wie passt das zu ...?	<ul style="list-style-type: none"> Kann man vergleichen, wie gut zwei Länder im Durchschnitt bei den Olympischen Spielen abschneiden? Mache Vorschläge.
	Verbindungen suchen	Wo hast du ... schon einmal gesehen/gemacht?	<ul style="list-style-type: none"> Suche eine Woche lang in der Zeitung, wo Durchschnitte gebildet werden. Erkläre deine Beispiele.
	Übertragen	Wie lässt sich ... auf ... übertragen.	<ul style="list-style-type: none"> Wie würdest du deine Durchschnittsgröße oder dein Durchschnittsalter in diesem Kalenderjahr berechnen?

Aufgabentyp:			
Strukturen reflektieren	Fragetyp		Aufgabenbeispiele
Muster erkennen und erzeugen in strukturierten Aufgabenserien	Muster suchen	Welche Muster kannst du entdecken?	<ul style="list-style-type: none"> Bilde die Durchschnitte der folgenden Datenreihen: 10, 11, 12, 13, 14 1, 12, 13, 14, 15 Welche Besonderheiten oder Zusammenhänge kannst du erkennen? Kannst du deine Beobachtungen begründen?
	Muster fortsetzen	Wie lässt sich das Muster fortsetzen?	<ul style="list-style-type: none"> Bilde die Durchschnitte der folgenden Datenreihen: 1, 3 1, 3, 5 1, 3, 5, 7 a) Setze die Reihe und berechne die Durchschnitte. b) Erfinde eigene, ähnliche Reihen und berechne sie.
	Analogisieren	Wie lauten ähnliche Aufgaben? (Warum sind sie ähnlich?)	<ul style="list-style-type: none"> Bilde die Durchschnitte der folgenden Datenreihen: 3, 4, 7, 8 5, 6, 10, 11 12, 13, 21, 22 Was haben die Aufgaben gemeinsam? Bilde eigene weitere.
Strukturieren von unstrukturierten Aufgabengruppen	Sortieren/Klassifizieren	Bilde Gruppen ... je nach Lösbarkeit/Typ/...	<ul style="list-style-type: none"> Sortiere die folgenden Aufgaben erst in ähnliche Gruppen, bevor du die Durchschnitte berechnest: a) 1, 2, 7 b) 10, 50, 80 c) 31, 33, 37 d) 110, 150, 180 e) 100, 200, 700
	Passung prüfen	Welches Beispiel passt nicht? Warum?	<ul style="list-style-type: none"> Welcher Datenreihe passt nicht zu den anderen? Was bedeutet das für den Durchschnitt? a) 5, 10, 15 b) 1, 10, 100 c) 200, 220, 240 d) 5, 8, 11
	Bewerten	Suche die schwierigsten/leichtesten/ungewöhnlichen heraus	<ul style="list-style-type: none"> Suche zunächst die Durchschnitte heraus, die du ohne zu rechnen bestimmen kannst: a) 4, 5, 5, 5, 5, 6 b) 8, 10, 12, 14 c) 4, 6, 10 d) 10, 5, 5, 5, 10 e) 1, 3, 5, 6 f) 11, 12, 14, 15
Argumentieren an gestellten/gelösten Aufgaben	Muster begründen	Wieso kommt dieses Muster heraus?	<ul style="list-style-type: none"> Wie ändert sich der Durchschnitt von Datenreihe zu Datenreihe? Warum? 5, 8, 10, 12 6, 9, 11, 13 7, 10, 12, 14
	Darstellen	Wie kann man die Situation anders darstellen? (grafisch, rechnerisch, ...)	<ul style="list-style-type: none"> Berechne den Durchschnitt und begründe das Ergebnis am Zahlenstrahl: 1, 3, 5, 10, 12, 14
	Richtigkeit/Gültigkeit	Welche Aufgabe ist unmöglich/sinnvoll? Stimmt die Behauptung? Warum?	<ul style="list-style-type: none"> „Bei vier Zahlen liegt der Durchschnitt immer zwischen den mittleren beiden“ – Stimmt das? Begründe oder widerlege.
	Fehler finden	Was ist hier falsch? Warum? Wie kann man es besser machen?	<ul style="list-style-type: none"> „Der Durchschnitt von 1, 2, 3, 4, 5 ist 3. Wenn jetzt noch eine 5 dazukommt, wird der Durchschnitt um 1 größer.“ Prüfe und begründe.

D8 White Board

Ein White Board ist ein weisses Brett, worauf SuS Aufgaben lösen. Der Einsatz von White Boards eignet sich dort, wo man zum Beispiel zeichnerisch etwas ausprobieren muss. Bei einem Fehler ist alles schnell weggewischt und man kann einen neuen Versuch starten. Aufgaben am White Board werden üblicherweise in 3er Gruppen gelöst. Ein SuS löst die Aufgabe, der zweite korrigiert, falls nötig, und der dritte schreibt das Protokoll. Die Rollen der SuS ändern sich bei der nächsten Aufgabe zyklisch. Da es für die Lehrperson gut sichtbar ist, wie die SuS die Aufgaben lösen, kann sie, wenn nötig, auch direkt eingreifen oder auf Fehler aufmerksam machen.

Ziel: SuS zeigen sich gegenseitig, wie sie Aufgaben angehen und welche Lösungsstrategien sie verwenden.

Ablauf:

1. *Vorbereitung.* Sie erstellen ein Schüler-Dossier mit den Aufgaben und einem vorbereiteten Protokoll.
2. *Durchführung:* Klasse in 3er Gruppen einteilen, Material (White Board, Stifte, Reiniger) zur Verfügung stellen. Dossier austeilen. SuS lösen die Aufgaben.
3. *Klasse.* Einsammeln der Protokolle. Auswertung benutzen, um den eigenen Unterricht zu verbessern. Feedback an SuS.

Einsatzmöglichkeit:

Der Einsatz von White Boards eignet sich dort, wo viel skizziert werden muss, oder wo man etwas einüben möchte.

Literatur:

1. Dan MacIsaac and Kathleen Falconer (2002) Reforming Physics Instruction Via RTOP, The Physics Teacher 40, 479.
2. Molly Johnson (2001) Facilitating high quality student practice in introductory physics, American Journal of Physics 69, S2