

Neben der Vermittlung einer Vielzahl von (fachlich-mathematischen) Kompetenzen stellt der Vorgang des Wissenserwerbs der Schüler/innen und dessen Dokumentation einen nicht zu vernachlässigbaren Bestandteil der Wissensvermittlung dar. Um das Gelernte besser verinnerlichen zu können, sollte eine zusätzlich zu einer Überprüfung ergebnisorientierter Sachverhalte (Eintragen von Daten in eine Tabelle, Ausfüllen von Lückentexten oder Einzeichnen von Punkte in einem Koordinatensystem) eine ausführliche Dokumentation des Lernverhaltens und Lernfortschritts von Schüler/innen selbst durchgeführt werden.

Zur Festigung des Erlernten ist eine Verschriftlichung bestimmter vorgegebener Inhalte oder Arbeitsaufträge unbedingt erforderlich. Diese kann digital oder handschriftlich erfolgen. Von der Anfertigung *klassischer Merksätze* ins Heft bis zu einer Erstellung eines *E-Portfolios* mit multimedialen Inhalten kann der Bereich dieser notwendigen Verschriftlichung reichen. Dies soll durch gezielte Aufforderung zur Mitschrift in den Lernpfaden („*Notiere!*“ oder „*Schreibe auf!*“) erfolgen.

Wünschenswert ist eine Dokumentation des Prozesses des Wissenserwerbs durch die Schüler/innen. Dies ist aber nur durch bestimmte Lernmethoden oder durch eine prozessorientierte Fragestellung möglich, die parallel zu einer ergebnisorientierten Abfrage von Fachwissen und Können erfolgen muss. Dadurch soll ein Metaebene im Lehr- und Lernprozess eröffnet werden, die Schüler/innen werden angeregt, über ihren Lernvorgang und ihren Lernerfolg zu reflektieren. Lehrer/innen werden durch die Dokumentation des Lernprozesses durch die Schüler/innen auf problematische Lerninhalte und Verständnisprobleme aufmerksam gemacht und können diese neu bearbeiten und weitere Lernhilfen geben. Diese den Lernverlauf begleitende Fragen sollen ebenfalls inhaltsorientiert sein und nicht nur das Befinden der Schüler/innen oder deren Einstellung zum gerade Bearbeiteten dokumentieren. Die Schüler/innen sollen nicht die Beschaffenheit des Inhalts und deren persönliche Einstellung beschreiben, sondern Auskunft über die Herangehensweise an die Sachverhalte und damit verbundene Denkprozesse geben.

Um Dokumentation und das Reflektieren über den Lernstoff zu ermöglichen, gibt es eine Reihe von unterschiedlichen didaktischen Möglichkeiten, um dies wirkungsvoll zu erreichen. Diese Methoden sind zum Teil in die Lernpfade eingearbeitet, können aber weggelassen werden, ohne dass die Verständlichkeit der Lernpfade darunter leidet. Diese prozessbegleitenden Methoden/Fragen scheinen auf den jeweiligen Arbeitsblätter auf und sind mit einem speziellen Text/Zeichen versehen. Diese Methoden/Fragen dienen dazu, den Lernverlauf der Schüler/innen zu dokumentieren. Sie sollen so gestaltet sein, dass die Schüler/innen *gezwungen* werden, über bearbeitete Sachverhalte nachzudenken und sich deren bewusst zu werden; die Methoden/Fragen sollen so gestaltet sein, dass eine formalisierte Antwort oder eine stereotypische Bearbeitung nicht möglich ist. Diese Methoden/Fragen sollen nur bearbeitet werden können, wenn der *Rote Faden* des zugrundeliegenden Lernpfades verstanden und bewusst verarbeitet wurde.



Als Methoden/Fragen schlagen wir im Allgemeinen jene vor, die alle oder mehrere der folgende Eigenschaften besitzen:

- Es kommt zu einer Verschriftlichung, die von den Schüler/innen selbstständig durchgeführt werden muss.
- Es gibt keine für alle Schüler/innen vorgegebene Lösung beziehungsweise ist eine schablonenhafte Bearbeitung durch die Schüler/innen nicht möglich.
- Es ist nicht sofort für Schüler/innen ersichtlich, ob eine getätigte Aussage ihrerseits richtig oder falsch ist, beziehungsweise es gibt eine offene Fragestellung, die keine richtig/falsch-Aussagen zulässt.
- Die Methoden/Fragen geben Auskunft über den Denkprozess und -verlauf der Schüler/innen während der Wissensaneignung.
- Die Methoden/Fragen überstreichen den gesamten Lernbereich und führen durch das Thema des Lernpfades; diese Methoden/Fragen werden *Rote-Faden-Methoden/Fragen* genannt.
- Sie sollen eine Abwechslung zu herkömmlichen Methoden/Fragen darstellen, um das Umdenken von Ergebnisorientierung zu Prozessorientierung zu unterstreichen.

Wir empfehlen folgende Methoden/Fragen:

- **Doppelkreis** – Schüler/innen erklären als Experten/innen mathematische Sachverhalte, siehe Datei [01_doppelkreis.pdf](#) (56 kB) von *Dimensionen – Mathematik 6, Verlag E. DORNER, Wien, 2010*.
- **Fehlertext** – Ein mit Fehlern versehener Text soll von den Schüler/innen korrigiert und richtig gestellt werden. Bei dieser Methode müssen die Schüler/innen inkorrekte Sachverhalte erkennen, verbessern und diese Richtigstellung eigenständig formulieren können. Weder ist den Schüler/innen klar wie viele Fehler sich in diesem Text befinden, noch sie durch bloßes Rasterdenken diese Fehler erkennen.
- **Interview** – Simulation eines Interviews zu denen im Lernpfad erarbeiteten Themen, entweder Schüler/innen untereinander oder durch den/die Lehrer/in. Durch das Verbalisieren der Lerninhalte beschäftigen sich die Schüler/innen mit den mathematischen Inhalten und müssen auf konkret gestellte Fragen eingehen können. Durch das eigenständige Erläutern und Beantworten der Fragen ist eine Sicherung und Festigung des Lernstoffes gegeben.
- **Lerntagebuch** – siehe <http://home.arcor.de/biologie-fachseminar/methodenmedien/portfolio/Die%20Arbeit%20mit%20dem%20Lerntagebuch%20-%20eine%20Information.pdf> (01 10 10) und <http://www.maiss.de/news/Lerntagebuch.pdf> (01 10 10)
- **Mindmap** – Gedankengänge und Zusammenhänge werden grafisch aufbereitet. Siehe Datei [08_mindmap.pdf](#) (235 kB) von *Dimensionen – Mathematik 6, Verlag E. DORNER, Wien, 2010*. Siehe auch <http://www.mindmeister.com> (01 10 10) für digital erstellbare Mindmaps.
- **(Podiums)Diskussion** – Das wiederholende Wiedergeben von Inhalten, sowie das Argumentieren und Reflektieren über dieselben führt zu einer kritischen und tiefgehenden Auseinandersetzung mit den Fachinhalten. Das Eingehen und

Beurteilen von Aussagen, sowie das Formulieren eigener Gedanken fördert das Verstehen und Nachdenken über die Inhalte.

- **Rote-Faden-Fragen** – Am Ende eines jeden Kapitels, um den Verlauf des Wissenserwerbs rekapitulierend zu dokumentieren.
- **Texterstellung mittels Fachbegriffen** – Die Schüler/innen sollen mittels einiger vorgegebener Fachtermini den zu erlernenden Sachverhalt in eigener Sprache und in selbst formulierten Texten wiedergeben. Dieses eigenständige Verbalisieren von mathematischen Inhalten spiegelt das eingehende Beschäftigen der Schüler/innen mit den Inhalten wider.

Folgende Beispiele sollen als Beispiel für Rote-Faden-Fragen, Fehlertexte und Texterstellung mittels Fachbegriffen dienen:

- Fehlertext: siehe http://wikis.zum.de/medienvielfalt/index.php/Sek2Uni/Pool_2#Text_korrigieren:_Integral (01 10 10) für einen Fehlertext zum Thema Integralrechnung
- Rote-Faden-Fragen:
 - Schreibe einen kurzen Text, in welchem der *rote Faden* des vorliegenden Themas deutlich wird.
 - Erstelle eine Mindmap (wahlweise auch eine Conceptmap (siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Concept-Map> [01 10 10]), in der alle wichtigen Begriffe enthalten und in eine sinnvolle Ordnung gebracht worden sind.Alternativ bieten sich die Methoden *Netzwerk* bzw. *Moderiertes Netzwerk* oder *Strukturlegetechnik* an (vgl. z.B. D. Wahl: Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbronn 2006).
- Texterstellung mittels Fachbegriffen: *Formuliere Dir bekannte Zusammenhänge in der Vektorrechnung und verwende dabei folgende Begriffe: **Betrag, Komponenten, Parameter, Orientierung, skalare Multiplikation, skalares Produkt, Vektorprodukt***

Folgende Links führen zur Beschreibung weiterer sinnvoller Methoden:

- <http://paedpsych.jk.un-linz.ac.at/INTERNET/arbeitsblaetterord/UNTERRICHTSFORMORD/SchueleraktiveMethoden.html> (01 10 10)
- <http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/ARBEITSBLAETTERORD/UNTERRICHTSFORMORD/Unterrichtsforn.html> (01 10 10)
- http://books.google.com/books?id=JmwpArFiZm8C&pg=PA132&lpg=PA132&dq=prozessorientiert+lehmethoden&source=bl&ots=lcVT15fA_v&sig=omzT959rzLUqU_mDrPpbBeT0jw4&hl=de&ei=UMmlTObGHseKswa2qpSsCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CCMQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false (01 10 10)

