

Vermittlung der Variablenkontrollstrategie: Wege für die Schulpraxis

Hintergrund

Die explizite Förderung von experimentellen Kompetenzen ist elementarer Bestandteil der Bildungspläne (vgl. KMK, 2024). Zu diesen Kompetenzen gehört die Variablenkontrollstrategie (VKS). In Vorarbeiten sind vier teilfähigkeitsspezifische Arbeitsblattvorlagen zur Vermittlung der VKS entwickelt worden (vgl. Winkens et al., 2024; Winkens & Heinke, im Druck). Die Vorlagen stützen sich einerseits auf die in der Theorie bekannten vier Teilfähigkeiten der VKS zur Identifizierung kontrollierter Experimente (ID), zur Interpretation der Befunde kontrollierter Experimente (IN), zur Planung kontrollierter Experimente (PL) sowie zum Verständnis der fehlenden Aussagekraft konfundierter Experimente (UN) (vgl. Schwichow et al., 2016; Chen & Klahr, 1999; Schwichow & Nehring, 2018). Andererseits wurden sie auf Grundlage von erprobten und lernwirksamen Lernzirkelstationen zur VKS (vgl. Goertz, 2022) konzipiert. Dass die Teilfähigkeiten unterschiedliche Schwierigkeitsgrade besitzen, kann zur Konzeption differenzierter Unterrichtsmaterialien zur VKS genutzt werden: Diese Materialien greifen in dem vorgestellten schulpraxistauglichen Ansatz auf das gleiche experimentelle Setting zu. Dabei können die Lehrkräfte auch schuleigene Experimente verwenden und in die Arbeitsblattvorlagen implementieren.

Evaluation zur Implementation von Experimenten in Arbeitsblattvorlagen zur VKS

Die teilfähigkeitsspezifischen Vorlagen wurden in einer Evaluation mit Lehrkräften (N=39) im Rahmen einer Fortbildung untersucht. Ziel dieser Studie war auch, die praktische Unterrichtserfahrung der Lehrkräfte in die (Weiter-)Entwicklung der Arbeitsblattvorlagen einfließen zu lassen. Zum Vergleich der dabei erhobenen Daten werden die Daten einer ersten, vorangegangenen Untersuchung mit Lehramtsstudierenden (N=13) herangezogen (vgl. Winkens & Heinke, im Druck). Der Ablauf der Evaluation ist ähnlich zum Design der Untersuchung mit Studierenden und dauerte bei den Lehrkräften ungefähr 75 Minuten (bei den Studierenden 90 Minuten). Sie bestand aus einer 10-minütigen Einführung zur VKS, zum Prinzip der Arbeitsblattvorlagen und der Präsentation des Arbeitsauftrags, den die Lehrkräfte für die anschließende ca. 50-minütige Implementation eines Experiments (Widerstand eines Drahtes) in die Arbeitsblattvorlagen erhielten. Die Proband:innen wurden in vier ähnlich große Teilgruppen aufgeteilt, welche die teilfähigkeitsspezifischen Vorlagen bearbeiteten (11x ID, 10x IN, 10x PL, 8x UN). Im Anschluss an die Bearbeitung wurde den Lehrkräften ein Fragebogen zum Ausfüllen bereitgestellt, der neben personenspezifischen Teilen aus elf geschlossenen Items und sechs offenen Fragen zur Bewertung und zum möglichen Einsatz der Vorlagen im Unterricht bestand. Zusätzlich wurde von den Proband:innen die benötigte Dauer für die Implementation eines ersten Experiments angegeben. Beim mittleren Zeitaufwand sind keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Kohorten der Studierenden ($t_{N=10} = (39 \pm 10)$ min) und der Lehrkräfte ($t_{N=25} = (38 \pm 8)$ min) zu konstatieren. Allerdings haben 9 der 39 Lehrkräfte angegeben, in der vorgegebenen Zeit nicht fertig geworden zu sein, sodass der mittlere Aufwand leicht höher ausfallen kann. Die Bewertung der Arbeitsblattvorlagen mit

Hilfe der geschlossenen Items zeigt im Rahmen der statistischen Schwankungen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Kohorten der Lehramtsstudierenden und der Lehrkräfte, weshalb diesbezüglich auf die Darstellung der Ergebnisse der Evaluation mit den Studierenden verwiesen wird (vgl. Winkens & Heinke, im Druck).

Die Antworten auf die sechs offenen Fragen wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz durch induktive Bildung von Kategorien ausgewertet (vgl. Kuckartz, 2018). Da beide Probandengruppen die gleichen offenen Fragen beantwortet haben und bei der Auswertung keine spezifischen Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Gruppen zu identifizieren waren, beziehen sich die folgenden Ausführungen auf zusammenfassende Ergebnisse für beide Gruppen (N=52). Dabei werden Ergebnisse nur für Kategorien mit mindestens drei Nennungen in der Diskussion erörtert und andernfalls in die Kategorie *Sonstiges* eingeordnet.

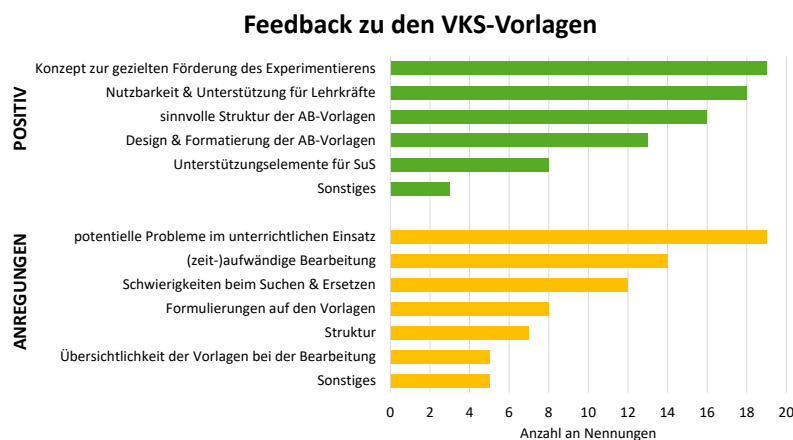


Abb. 1: Kategorisierte Antworten des offenen Feedbacks zu den VKS-Arbeitsblattvorlagen mit ihrer jeweiligen Anzahl an Nennungen für N=52 Proband:innen.

Feedback zu den VKS-Vorlagen

Konkretes Feedback zu den Arbeitsblattvorlagen wurde mithilfe zweier offener Fragen eingeholt. Aufgeteilt in die beiden Oberkategorien *positive Rückmeldungen* (in Abb. 1 in grün gekennzeichnet) sowie *Anregungen zu den Vorlagen* (in Abb. 1 orange gekennzeichnet), die in einer Iterationsschleife zur Weiterentwicklung der Vorlagen aufgegriffen werden können, sind die kategorisierten Antworten in Abb. 1 dargestellt.

Zu den meistgenannten Aspekten zählt die Bewertung, dass das Konzept der Vorlagen zur gezielten Förderung experimenteller Kompetenzen bzw. hier konkret zur VKS als sehr gewinnbringend eingeschätzt wurde. Ein möglicher Grund könnte darin liegen, dass herkömmliche Unterrichtsmaterialien vielfach auf inhaltliche Aspekte fokussieren. Ebenfalls positiv hervorgehoben wurde, dass die Vorlagen sich durch eine gute Nutzbarkeit und Bearbeitung auszeichnen sowie zudem Unterstützungselemente für Lehrkräfte für die Implementation von Experimenten enthalten. Dazu zählen unter anderem farbliche Hervorhebungen der zu bearbeitenden Stellen und die leichte Handhabung bei Anpassungen. Aus inhaltlicher Perspektive wurde eine sinnvolle Strukturierung innerhalb der verschiedenen teilfähigkeitsspezifischen Arbeitsblattvorlagen hervorgehoben, die sich durch einen systematischen Aufbau und vordisponierten Bearbeitungsprozess auszeichnet. Zudem wurden äußerliche Aspekte wie ein übersichtliches und fertiges Design und eine gute Formatierung der Arbeitsblattvorlagen als angenehm bewertet.

Es wurden auch Anregungen formuliert, die in einer Iterationsschleife in den Vorlagen noch angepasst werden können. In der Kategorie zu potentiellen Problemen im unterrichtlichen Einsatz umfasst ein Teilaspekt der Kategorie die tendenziell eher geschlossene Aufgabenstellung in den Vorlagen, bei der Lehrkräfte die Gefahr einer starken Lenkung durch die Arbeitsblätter sehen. Von den Proband:innen wurde zudem rückgemeldet, dass die Implementation eines Experiments zeitaufwändig ist. Konkret empfinden sie, dass das Einarbeiten in das Konzept aufwändig ist und am Ende trotz der Vorformulierungen auf den Vorlagen grammatikalische Anpassungen vorgenommen werden müssen. Das Problem der zeitaufwändigen Bearbeitung wird sich vermutlich bei mehrfacher Nutzung der Arbeitsblattvorlagen erübrigen, da Proband:innen, die (in Einzelfällen) das gleiche Experiment in einer weiteren Vorlage implementiert haben, hierfür deutlich kürzere Bearbeitungszeiten benötigten. Als Gründe dafür wurde angeführt, dass Grafiken und Skizzen oder Fotos zum Experiment wiederverwendet werden konnten und die Einarbeitung in das Konzept der Vorlagen entfällt. Zudem wurden wenige formale Anpassungen wie eine einheitliche Benennung der Variablenplatzhalter vorgeschlagen.

Einblick in weitere Ergebnisse

Die weiteren offenen Fragen zielten auf Motive bezüglich der Nutzung der Vorlagen sowie auf die konkreten Unterstützungselemente bei der Implementation ab. Hinsichtlich der Motive, die für eine Nutzung der Arbeitsblattvorlagen sprechen, beziehen sich die Proband:innen zum Teil auf bereits erwähnte Aspekte und nennen die potentielle Entlastung, das gute Konzept zur Förderung des Experimentierens sowie die gute Passung zum Unterrichtsalltag als Nutzungsmotive. Als Argument dagegen überwiegt die Sorge um einen hohen Zeitaufwand, der jedoch bei mehrfacher Nutzung vermutlich reduziert werden kann. Als besonders hilfreiche Elemente zur Unterstützung bei der Implementation eines Experiments in Arbeitsblattvorlagen werden vor allem die Struktur mit vorgefertigten Elementen und Aufgabentypen sowie die Handreichung inklusive einer beispielhaften Implementation genannt. Als zusätzliche Unterstützungselemente hätten sich die Proband:innen eine noch ausführlichere Anleitung sowie Auswahlmöglichkeiten für Bilder bzw. Skizzen zu verschiedenen Experimenten gewünscht.

Zusammenfassung und Ausblick

Zur schulpraktischen Vermittlung der VKS dienen vier teilfähigkeitsspezifische Arbeitsblattvorlagen zur Implementation von Experimenten, deren Evaluation in diesem Artikel vorgestellt wird. Dazu haben Lehrkräfte (N=39) im Rahmen einer Fortbildung diese Vorlagen getestet, indem sie ein Experiment in mindestens eine Vorlage implementierten. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse einer ersten Evaluation mit Lehramtsstudierenden (N=13) herangezogen (vgl. Winkens & Heinke, im Druck). Die Lehrkräfte gaben positives Feedback zur Struktur und Nutzbarkeit der Vorlagen. Der festgestellte Zeitaufwand von ca. 40 min bei der ersten Anwendung wird sich bei mehrfacher Nutzung vermutlich reduzieren. Wie stark diese Verringerung des Zeitaufwands bei mehrfacher Nutzung der Arbeitsblattvorlagen ausfällt, soll zukünftig konkret untersucht werden. Es wurden hilfreiche Elemente wie farbliche Hervorhebungen und vorstrukturierte Aufgaben sowie einige Verbesserungsvorschläge zu formalen Aspekten der Arbeitsblattvorlagen benannt. Zur Validierung der Ergebnisse sollte die Kategorisierung der offenen Antworten mittels eines Interratings abgesichert werden. Die Ergebnisse lassen erwarten, dass es aufbauend auf den vier teilfähigkeitsspezifischen Arbeitsblattvorlagen gelingt, einen Materialpool mit differenzierten Arbeitsblättern zu Experimenten zur gezielten Schulung der VKS mit wenig Materialaufwand aufzubauen und weiterzuentwickeln.

Literatur

- Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Goertz, S. (2022). Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis – Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie. Berlin: Logos Verlag.
- KMK; Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2024). Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA) https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Physik_MSA.pdf. Zuletzt abgerufen am: 24.10.2024.
- Kuckartz, U. (2018). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung (4. Aufl.). Weinheim Basel: Beltz Juventa.
- Schwichow, M., Christoph, S., Boone, W. J. & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students' skills with regard to the control-of variables strategy. *International Journal of Science Education*, 38 (2), 216–237.
- Schwichow, M. & Nehring, A. (2018). Variablenkontrolle beim Experimentieren in Biologie, Chemie und Physik: Höhere Kompetenzausprägungen bei der Anwendung der Variablenkontrollstrategie durch höheres Fachwissen? Empirische Belege aus zwei Studien. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24, 217–233.
- Winkens, T., Atahan, S. & Heinke, H. (2024). Variablenkontrollstrategie: Individuelle Förderung hoch 2. In von H. van Vorst (Hrsg.), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hamburg 2023, 362–365.
- Winkens, T. & Heinke, H. (im Druck). Arbeitsblattvorlagen als Mittel zur differenzierten Förderung der Variablenkontrollstrategie. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Greifswald 2024*.
- Winkens, T. & Heinke, H. (2023). Diagnose von Kompetenzfacetten zur Variablenkontrollstrategie. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Hannover 2023*, 177-183.