

## **Der Einfluss von Feedback auf kognitive und motivationale Schüler:innenmerkmale**

### **Theoretischer Hintergrund**

Schüler:innen zeigen in Experimentiersituationen, insbesondere bei der Anwendung der Variablenkontrollstrategie (VKS), Lernschwierigkeiten, welche angepasste Lernprozesse erfordern (Schwichow et al., 2016). In vorangegangenen Studien hat sich Feedback zu einer Experimentplanung als effektive Lernunterstützung erwiesen (Hild et al., 2020; Scheuermann, 2017; Wollenschläger et al., 2011). In den Diskussionen klingt an, dass kognitive Konstrukte, wie der wahrgenommene Cognitive Load, sowie motivationale Merkmale beim Lernen mit Feedback eine wichtige Rolle für den Lernerfolg spielen (Ryan & Deci, 2000; Sweller, 1988). Für die Entwicklung von Feedback im Sinne eines Lernunterstützungsmaterials kann die Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML; Mayer, 2001) als Grundlage genutzt werden. Hiernach steht ein Kanal für visuell/non-verbal (z.B. Bilder) und ein Kanal für auditiv/verbal (z.B. geschriebener Text) präsentierte Informationen zur Verfügung, denn das Arbeitsgedächtnis hat voneinander unabhängige visuelle und auditive Komponenten zur kurzfristigen Speicherung (Paivio, 1986). Diese Arbeitsgedächtnisspeicher haben jedoch eine begrenzte Kapazität (Chandler & Sweller, 1991). Um diese Kapazität nicht auszulasten, kann Lernmaterial aus einer Kombination von Texten und Bildern gestaltet werden. Bei der Gestaltung sollte darauf geachtet werden, dass Bilder räumlich nah und zeitlich simultan zum korrespondierenden Text dargestellt werden. Die Informationsverarbeitung kann unterstützt werden, indem die Aufmerksamkeit der Lernenden auf zentrale Text- und Bildelemente gelenkt wird. Bei der Auswahl der Bilder sollte darauf geachtet werden, dass es sich hierbei um sinnvoll gewählte Bilder handelt, welche nicht als seductive detail eingeordnet werden. Seductive details wiederum werden von den Schüler:innen als interessant empfunden, aber sind für den Lernerfolg irrelevant (Schnotz, 2009). Zudem lernen Schüler:innen effektiver, wenn der Text im Gesprächsstil präsentiert wird (Mayer, 2009). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine Feedbackversion gestaltet, die aus einer Kombination von Text und Bild (TB) besteht. Diese wird mit Feedbackversionen verglichen, die Informationen nur in Textform (NT) oder nur in Bildform (NB) präsentieren.

### **Ziel und Forschungsfragen**

Zentrales Ziel des Vorhabens ist das Untersuchen des Einflusses verschiedener Feedbackversionen beim Planen eines Experiments unter Anwendung der VKS auf kognitive und affektive Schüler:innenmerkmale. Eine Feedbackversion wurde nach den Gestaltungsprinzipien der CTML entwickelt.

Forschungsfrage: Welche Auswirkung hat Nur-Text (NT), Nur-Bild (NB) und Text-Bild (TB) Feedback auf den wahrgenommenen Cognitive Load, die Motivation und die Kompetenzunterstützung von Schüler:innen beim Planen von Experimenten unter Anwendung der VKS?

### **Methodisches Vorgehen**

Um die Forschungsfrage zu beantworten, wurde im Sommer 2023 eine Querschnitterhebung durchgeführt, an der  $N = 290$  Schüler:innen aus 9. Klassen nordrhein-westfälischer Gymnasien teilgenommen haben. Die Proband:innen wurden zur Beantwortung der Forschungsfrage vier Bedingungen randomisiert zugeordnet: Feedback nur in Textform ( $n_{NT} = 74$ ), Feedback nur in Bildform ( $n_{NB} = 75$ ), Feedback als Text-Bild-Kombination ( $n_{TB} = 74$ ) und Feedback, das ausschließlich Informationen enthält, welche die anderen drei Versionen enthalten und als Kontrollgruppen-Feedback bezeichnet wird ( $n_{KG} = 67$ ). Die Schüler:innen lesen in allen vier Bedingungen zunächst eine vorgeschriebene Experimentplanung, welche nicht alle Charakteristika der VKS beinhaltet. Diese Planung wurde basierend auf realen Schülerantworten aus einer vorherigen Studie erstellt. Anschließend sollen die Schüler:innen mit Hilfe des Feedbacks eine Experimentplanung neu schreiben. Da das Feedback Bezug zu der vorgeschriebenen Experimentplanung nimmt, welche für alle Gruppen gleich ist und nicht auf eine individuelle Schülerantwort fokussiert, kann dieses als simuliertes Feedback bezeichnet werden. Anschließend sollen die Schüler:innen ihren wahrgenommenen Cognitive Load (Kalyuga et al., 1999; Paas, 1992) und die Motivation (Hauerstein, 2019) bei der Arbeit mit dem Feedback sowie die Kompetenzunterstützung (Bürgermeister et al., 2011) durch das Feedback einschätzen. Außerdem wurden im Sinne von Kontrollvariablen das Fachwissen (van Vorst, unveröffentlicht), die kognitiven Fähigkeiten (Heller & Perleth, 2000) und das Wissen über die VKS (Nehring, 2014) erhoben.

### **Ergebnisse**

Um die Vergleichbarkeit der drei Gruppen (NT, NB, TB) und der Kontrollgruppe (KG) sicherzustellen, wurde mittels ANOVA überprüft, ob sich diese Gruppen hinsichtlich der Kontrollvariablen signifikant unterscheiden. Die Ergebnisse der ANOVA zeigen, dass sich die Gruppen nicht signifikant unterscheiden und damit in weiteren Analysen vergleichbar sind (Fachwissen:  $F(3,283) = .397$ ,  $p = .755$ ,  $\eta^2 = .004$ , Kognitive Fähigkeiten:  $F(3,283) = .931$ ,  $p = .426$ ,  $\eta^2 = .009$ , Wissen über VKS:  $F(3,280) = .943$ ,  $p = .420$ ,  $\eta^2 = .009$ ).

Die drei Feedbackversionen sollten einen Einfluss auf den wahrgenommenen Cognitive Load, die Motivation und die Kompetenzunterstützung der Schüler:innen haben. Um dies zu überprüfen, wurde eine MANOVA berechnet.

Es gibt einen signifikanten Haupteffekt zwischen der eingesetzten Feedbackversion und dem wahrgenommenen Cognitive Load, der Motivation und der Kompetenzunterstützung der Schüler:innen ( $F(12,749) = 3.312$ ,  $p < .001$ , partielles  $\eta^2 = .045$ , Wilk's  $\Lambda = .872$ ). Post-hoc wurden univariate ANOVAs für jede Variable berechnet. Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Motivation und Kompetenzunterstützung der Schüler:innen zwischen den Feedbackversionen (Motivation:  $F(3,286) = 0.511$ ,  $p = .675$ , partielles  $\eta^2 = .005$ , Kompetenzunterstützung:  $F(3,286) = 0.418$ ,  $p = .741$ , partielles  $\eta^2 = .004$ ).

Jedoch gibt es einen signifikanten Unterschied im wahrgenommenen Cognitive Load der Schüler:innen zwischen den Feedbackversionen ( $F(3,286) = 10.774$ ,  $p < .001$ , partielles  $\eta^2 = .102$ ). Nachfolgend sind die Ergebnisse zum Item der investierten Denkanstrengung (Paas, 1992) dargestellt. Für das Item zur wahrgenommenen Aufgabenschwierigkeit (Kalyuga et al., 1999) ist ein identischer Trend zu erkennen. Außerdem korrelieren diese Items stark miteinander,  $r = .644$ ,  $p < .001$ .

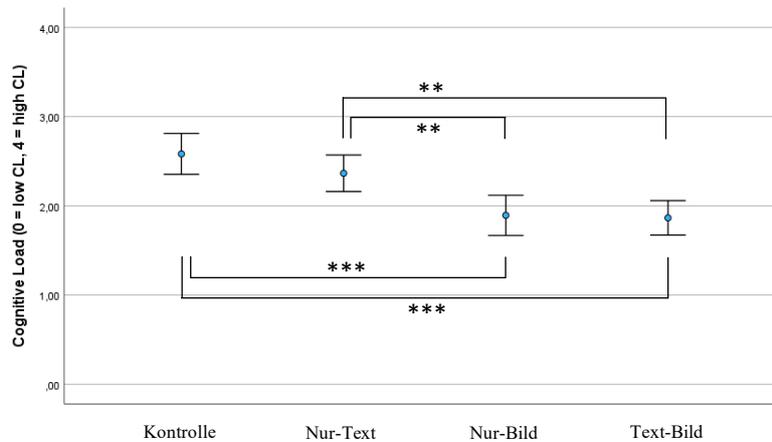


Abb. 1: Fehlerbalkendiagramm der Mittelwerte des Items zur investierten Denkanstrengung

Die Schüler:innen, die mit dem Nur-Bild- bzw. dem Text-Bild-Feedback gearbeitet haben, nehmen einen signifikant niedrigeren Cognitive Load wahr verglichen mit den Schüler:innen, die mit dem Nur-Text-Feedback oder dem Feedback der Kontrollgruppe gearbeitet haben.

Des Weiteren wurde mittels ANOVA überprüft, ob die Feedbackversionen einen Einfluss auf die Qualität der geschriebenen Experimentplanung haben. Es gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der verwendeten Feedbackversion und der erreichten Punktzahl in der neu geschriebenen Experimentplanung ( $F(3,286) = 49,627$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .521$ ). Die Schüler:innen, die mit dem Text-Bild-Feedback gearbeitet haben, erreichen signifikant mehr Punkte und schreiben somit qualitativ hochwertigere Experimentplanungen im Vergleich zu den Schüler:innen, die mit dem Nur-Text-, Nur-Bild- oder mit dem Feedback der Kontrollgruppe gearbeitet haben.

### Diskussion und Limitation

Mit Blick auf die Forschungsfrage kann festgehalten werden, dass das Text-Bild-Feedback verglichen mit den drei anderen Feedbackversionen zum geringsten wahrgenommenen Cognitive Load führt. Die Gestaltungsprinzipien der CTML stellen somit einen effektiven Ansatz für das Ausstellen von Feedback dar. Die vier Feedbackversionen haben keinen unterschiedlichen Einfluss auf die Motivation der Schüler:innen. Eine Erklärung ist, dass die genutzten Bilder als instruktionale Bilder fungieren, welche zwar lernförderlich aber wenig motivierend sind (Schnotz, 2009). Zudem ist es aufgrund des methodischen Vorgehens fraglich, inwieweit Kompetenz, Autonomie und soziale Eingebundenheit erlebt werden (Ryan & Deci, 2000). Auch haben die drei Feedbackversionen keinen unterschiedlichen Einfluss auf die wahrgenommene Kompetenzunterstützung. Eine Erklärung dafür ist, dass alle vier Feedbackversionen als elaboriertes Unterstützungsmaterial gesehen werden können. Die wahrgenommene Kompetenzunterstützung ist daher in allen Bedingungen durchschnittlich bis eher hoch. Außerdem wurde nur einmal mit Feedback gearbeitet, was entgegen der Annahme des Aufbaus einer Unterrichtskultur nach den Prinzipien des formativen Assessments spricht, um eine Routine im Geben und Erhalten von Feedback aufzubauen (Black & Wiliam, 1998).

## Literatur

- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–75.
- Bürgermeister, A., Kampa, M., Rakoczy, K., Harks, B., Besser, M., Klieme, E., Blum, W. & Leiß, D. (2011). *Dokumentation der Befragungsinstrumente des Laborexperimentes im Projekt "Conditions and Consequences of Classroom Assessment" (Co<sup>2</sup>CA)*. Frankfurt am Main: DIPF. <https://doi.org/10.25656/01:3528>
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2)
- Hauerstein, M.-T. (2019). *Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I: Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter. Studien zum Physik- und Chemielernen*. Logos Verlag. [http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783832588427](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783832588427)
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision*. Beltz Test GmbH.
- Hild, P., Buff, A., Gut, C. & Parchmann, I. (2020). Adaptive kompetenzbezogenes Feedback beim selbstständigen praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26(1), 19–35. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00109-8>
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13(4), 351–371. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199908\)13:4<351::AID-ACP589>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199908)13:4<351::AID-ACP589>3.0.CO;2-6)
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/multimedia-learning/7A62F072A71289E1E262980CB026A3F9> <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Nehring, A. (2014). *Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie: Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung. Studien zum Physik- und Chemielernen*. Logos Verlag.
- Paas, F. G. W. C. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford University Press.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Scheuermann, H. (2017). *Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten*. Logos Verlag.
- Schnotz, W. (2009). *Pädagogische Psychologie kompakt*. Beltz PVU.
- Schwichow, M. G., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. N. & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63. <https://doi.org/10.25656/01:12696>
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Wollenschläger, M., Möller, J. & Harms, U. (2011). Effekte kompetenzieller Rückmeldung beim wissenschaftlichen Denken. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 25(3), 197–202. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000040>