

Konzeptaufbau hinführend oder rückführend? Wirkung unterschiedlich strukturierter Verknüpfungen des Vorwissens

Wenn eine Lehrkraft einen neuen Fachinhalte im Unterricht behandelt, dann sollte sie dabei eine Verknüpfung mit dem Vorwissen der Schüler*innen ermöglichen. Dies ist im Sinn einer konstruktivistischen Sichtweise auf Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht lernförderlich (Duit, 1995). Lehrkräfte können diese Verknüpfung in Form einer Herleitung realisieren. Trendel, Wackermann & Fischer (2008, S.27) beschreiben eine Herleitung als kleinschrittige, forschend-entwickelnde Erarbeitung entlang Elementen des Vorwissens. Sie beobachteten 80 Unterrichtseinheiten von 18 Lehrkräften und berichten, dass in konzeptbildenden Unterrichtseinheiten 59% der Unterrichtszeit mit dieser Art Herleitung verbracht wird. Geller (2015) beobachtete im Zuge der TIMSS Studie verschiedene lernaktive Phasen¹ und deren Anteil am Physikunterricht an Schulen im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz). Sie verglich diese Anteile mit beobachteten Anteilen an finnischen Schulen. An den beobachteten deutschen Schulen wurden 24% aller lernaktiven Phasen mit einer Erarbeitung an Kontexten verbracht (im Vergleich Finnland: 13%). An den beobachteten finnischen Schulen bestanden 43% der lernaktiven Phasen aus aktivem Umgang mit neuen Konzepten (im Vergleich Deutschland: 17%). Geller (2015) vermutet, dass der Schwerpunkt finnischen Physikunterrichts auf Phasen der Verallgemeinerung und des Umgangs mit neuen Konzepten einen Beitrag zum besseren Abschneiden finnischer Schüler*innen in den PISA-Tests (2000-2010) leisten könnte. Auch Trendel, Wackermann & Fischer (2008) berichten von einer ernüchternd geringen Wirkung erarbeitender Herleitungen auf den Lernerfolg der Schüler*innen. Wackermann & Krabbe (2017) fordern als Konsequenz eine zeitlich straffere Strukturierung von Herleitungen bei der Konzeptbildung im Unterricht zugunsten einer ausgeprägteren Übungs- und Vernetzungsphase: *Physikalische Konzepte sollten zügig eingeführt, deduktiv bedeutsam gemacht und ausgiebig geübt werden. Sie sind die Grundlage für und nicht das Ergebnis von Problemlösungen* (Wackermann & Krabbe, 2017, S.126).

In meinem Projekt vergleiche ich zwei Möglichkeiten, Herleitungen zeitlich straffer im Unterricht zu strukturieren. Bei einer *Hinführung* wird der neue Fachinhalt zügig und knapp, aber immer noch schrittweise ausgehend vom Vorwissen aus aufgebaut. Eine *Rückführung* beginnt mit der Vorstellung des neuen Fachinhalts und schließt themenrelevante Vorwissenselemente an (Unger & Rincke, 2023). Die Rückführung kann als logische Umkehrung der Hinführung gesehen werden (Unger & Rincke, 2022). Für beide Verknüpfungsarten wurden Unterrichtseinheiten orientiert an der Basismodelltheorie nach Oser & Baeriswyl (2001) (Modell Konzeptaufbau) strukturiert. Die Basismodelltheorie kann zur Unterrichtsplanung eingesetzt werden. Die für den naturwissenschaftlichen Unterricht gängigen Basismodelle bestehen jeweils aus vier oder fünf Stufen (vgl. Reyer, 2001). Für meine Studie gestalte ich Stufe 2 (Durcharbeiten eines prototypischen Musters) für die eine Gruppe *hinführend*, für die andere *rückführend*. Die anderen Stufen werden gleich strukturiert. Es soll untersucht werden, ob sich bei den Lernenden Unterschiede im Wissensstand nach der Unterrichtseinheit, in der wahrgenommenen Zielorientierung² der Herleitung, in der kognitiven Ladung und im Interesse

¹ Aktivierung des Vorwissens; Erarbeitung an Kontexten; Planung / Durchführung eigener Handlungen; aktiver Umgang mit neuen Konzepten; Verallgemeinerung des Fachinhalts.

² Zielorientierung wird hier als Merkmal der Unterrichtsgestaltung aufgefasst und nicht als Merkmal der Motivation der Lernenden. Letzteres vgl. z.B. Schöne (2007).

zeigen. Hierzu wurden drei Fragebögen eingesetzt: Direkt zu Beginn der Unterrichtseinheit wurden Vorwissen (Unger & Rincke, 2023), individuelles Interesse (Fechner, 2009 nach Habig, 2017), Schulart und Geschlecht abgefragt. Unmittelbar nach der Hin-/ Rückführung (Stufe 2 im Basismodell) wurden die wahrgenommene Zielorientierung (Trepke, Seidel & Dalehefte, 2003 nach Maurer, 2016) und die kognitive Ladung (Leppink et al., 2013 und Klepsch, Schmitz & Seufert, 2017 nach Thees et al., 2021) erhoben. Für die Messung der kognitiven Ladung (Cognitive Load, CL) wurden Jeweils 3 Items zur intrinsischen (ICL), extrinsischen (ECL) und lernbezogenen kogn. Ladung (*germain*, GCL) verwendet³. Unmittelbar nach der Unterrichtseinheit wurden situationales Interesse⁴ (Fechner, 2009 nach Habig, 2017) und der Wissensstand der Lernenden (Unger & Rincke, 2023) zum behandelten Thema abgefragt.

Ergebnisse und Interpretation

Über erste Ergebnisse und die Beschreibung der Stichprobe berichteten wir im vorhergehenden Tagungsband (Unger & Rincke, 2024). Unterschiede zeigten sich insbesondere erst nach weiterer Unterteilung der beiden Gruppen Hin- und Rückführung *nach Vorwissen (hoch/niedrig)*. Lernende mit hohem Vorwissen profitierten von einer Rückführung hinsichtlich des Wissensstandes und ihrer kognitiven Ladung. Gleichzeitig zeigten sich keine Unterschiede zwischen Hin- und Rückführung für Lernende mit niedrigem Vorwissen.

Lernende mit hohem Vorwissen profitieren von einer Rückführung:

In Abb. 1 bis 3 sind Streudiagramme abgebildet. Die Datenpunkte für die Gruppe Hinführung (orange/hell) und Rückführung (blau/dunkel) werden mit Regressionsgerade und 95%-Konfidenzintervall abgebildet. In der linken Grafik von Abb. 1 erkennen wir einen Einfluss des Vorwissens⁵ auf den Wissensstand der Lernenden. Die unterschiedlichen Steigungen der Regressionsgeraden in beiden Grafiken in Abb. 1 deuten wir als unterschiedlich starken Einfluss des Vorwissens auf den Wissensstand und die Zielorientierung je nach Gruppe (Hin- und Rückführung). Besonders markant

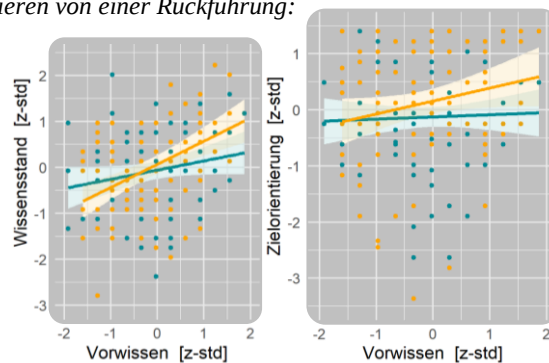


Abb. 1: Streudiagramme zu Wissensstand und Zielorientierung über Vorwissen. Z-standardisierte Werte. 95% Konfidenzintervall um die lin. Regression (heller Bereich um die Geraden). Blau: Hinführung. Orange: Rückführung.

zeigt sich dies in der rechten Abbildung: Die wahrgenommene Zielorientierung zeigt sich in der Gruppe Hinführung (blau/dunkel) als nahezu konstant (= keine Korrelation), während in der Gruppe Rückführung (orange/hell) eine Steigung deutlich zu erkennen ist. Der Verdacht auf einen moderierenden Effekt (Field, Miles & Field, 2012) des Vorwissens konnte statistisch

³ Für eine genauere Definition der ICL, ECL und GCL siehe z.B. Sweller, van Merriënboer & Paas (2019).

⁴ Hierzu sei auf Berger (2000) und Hidi & Renninger (2006) verwiesen. Stichwörter: Person-Gegenstands-Konzeption; 4-Phasen-Modell; wertbezogene und emotionale Valenz.

⁵ Es sei daran erinnert, dass aus den Korrelationswerten allein keine Schlussfolgerung auf Kausalität gezogen werden darf. Die getroffenen Folgerungen passen zur Ausgangssituation einer Einführungsstunde zum Fachinhalt Transformator: Dass das Vorwissen Einfluss auf den Wissensstand hat, stimmt mit einer moderat konstruktivistischen Sichtweise des Lernens überein (vgl. Duit, 1995). Das Vorwissen ist eine rel. stabile Merkmalsausprägung und wird im Zuge einer Unterrichtseinheit nicht stark verändert. Es bleibt damit schlüssig, dass in dieser Studie das Vorwissen auch auf die Zielorientierung (Abb. 1) und kognitive Ladung (Abb. 2) einwirkte und nicht andersherum.

bekräftigt werden: Ausgehend von der Gruppenzugehörigkeit (Hin- oder Rückführung) moderiert das Vorwissen der Lernenden deren Wissensstand ($p = .009$ hoch sign.) und andeutsungsweise die Wahrnehmung der Zielorientierung des Unterrichtes ($p = .09$ marginal sign.).

Hinführend strukturierter Unterricht wird als ablenkender und komplexer wahrgenommen:

In Abb. 2 sind Scatterplots mit Regressionsgeraden für die ECL und ICL über dem Vorwissen dargestellt. Im linken Bild sind für beide Geraden nahezu gleiche, negative Steigungen erkennbar.

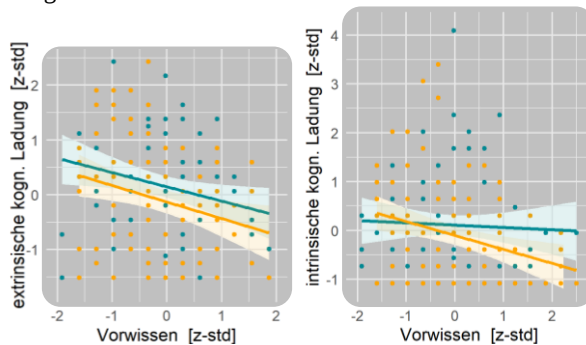


Abb. 2: Extrinsische und intrinsische kogn. Ladung über Vorwissen. Z-standardisierte Werte. 95% Konfidenzintervall um die lin. Regression (heller Bereich um die Geraden). Blau: Hinführung. Orange: Rückführung.

Im rechten Bild ähnelt die blaue/dunkle Gerade (Gruppe Hinführung) einer Konstanten (= keine Korrelation), während die orange/helle Gerade (Gruppe Rückführung) eine deutliche negative Steigung aufweist. Wir interpretieren, dass das Vorwissen der Lernenden in beiden Gruppen deren wahrgenommene ECL beeinflusst (Abb. 2 links). Interessant ist, dass das Vorwissen der Schüler*innen in der Gruppe Hinführung (blau/dunkel) kaum Einfluss auf deren wahrgenommene ICL zeigt, während solches in der Gruppe Rückführung (orange/hell) durch die negative Steigung angedeutet wird (Abb. 2 rechts). Diese Unterschiedlichkeit motivierte uns zu testen, ob das Vorwissen eine moderierende Wirkung auf den Effekt zeigt, den die Gruppenzugehörigkeit (Hin- oder Rückführung) auf die ICL hat (vgl. Unger & Rincke, 2024). Ein solcher Moderatoreffekt konnte statistisch nicht signifikant bekräftigt werden ($p = .10$). Es deutet sich somit lediglich eine Tendenz zur Moderation durch das Vorwissen an. In Abb. 2 liegen in beiden Graphiken die blauen/dunklen Geraden im Bereich des Mittelwerts (Nullpunkt) ± 1 Standardabweichung über den orangen/hellen Geraden. Das bedeutet: Lernende der Gruppe Hinführung schätzen ihre ECL und ICL abhängig vom Vorwissen höher ein als diejenigen der Gruppe Rückführung (vgl. t-Test-Vergleiche in Unger & Rincke, 2024).

Hin- und Rückführung beeinflussen das Interesse nicht direkt:

Der in Abb. 3 dargestellte Scatterplot stellt eine kleine Kuriosität dar, die wir im Tagungsbandformat nicht vorenthalten wollten: Einer Empfehlung von Frau Sumfleth folgend untersuchten wir einen möglichen Einfluss der ICL auf das situationale Interesse der Lernenden⁶. Wir erkennen einen deutlichen Unterschied in den Steigungen beider Regressionsgeraden und vermuten über die Richtung der Korrelation folgendes: Die wahrgenommene Komplexität beeinflusst in der Rückführung das situationale Interesse stärker als in der Hinführung. Interessant ist dabei, dass sich für sonst keine Variable Unterschiede im Zusammenhang mit dem situationalem Interesse zwischen den Gruppen Hin- und Rückführung zeigten. Wir konnten einen höchst sign. ($p < .001$) Moderatoreffekt der ICL bestimmen.

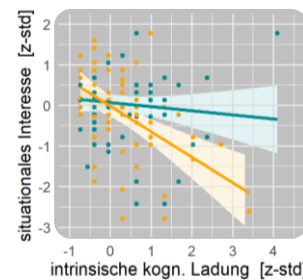


Abb. 3: Situationales Interesse über ICL. Z-standardisierte Werte. 95% Konfidenzintervall um die lin. Regression (heller Bereich um die Geraden). Blau: Hinführung. Orange: Rückführung.

⁶ Kontext: GDCP Schwerpunkttagung Interesse (2024).

Literatur

- Berger, R. (2000). Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht. Logos.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. Zeitschrift für Pädagogik, 41(6), 905–923. <https://doi.org/10.25656/01:10536>
- Fechner, S. (2009). Effects of context-oriented learning on student interest and achievement in chemistry education. Logos.
- Field, A. P., Miles, J., & Field, Zoë. (2012). Discovering statistics using R. Sage.
- Geller, C. (2015). Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb: Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz. Logos.
- Habig, S. (2017). Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren. Logos.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. Educational Psychologist, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. Frontiers in Psychology, 8, 1997.
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P. M., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. Behavior Research Methods, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Maurer, C. (2016). Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen. Logos.
- Oser, F., K., & Baeriswyl, F., J. (2001). Choreographies of teaching: Bridging instruction on learning. Handbook of Research on Teaching, 1031–1065.
- Reyer, T. (2004). Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht: Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe. Logos.
- Schöne, C. (2007). Zielorientierung und Bezugsnormpräferenz in Lern- und Leistungssituationen. Justus-Liebig-Universität.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. Educational Psychology Review, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Thees, M., Kapp, S., Altmeyer, K., Malone, S., Brünken, R., & Kuhn, J. (2021). Comparing Two Subjective Rating Scales Assessing Cognitive Load During Technology-Enhanced STEM Laboratory Courses. Frontiers in Education, 6, 705551. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.705551>
- Trendel, G., Wackermann, R., & Fischer, H. E. (2008). Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. Zeitschrift für Pädagogik, 54(3), 322–340.
- Trepke, C., Seidel, T., & Dalehefte, I. M. (2003). Zielorientierung im Physikunterricht. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit, & M. Lehrke (Hrsg.), Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“ (S. 201–228). IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Unger, P., & Rincke, K. (2022). Vergleich analysierender und erarbeitender Strukturierungen im Physikunterricht. Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen, 736–739.
- Unger, P., & Rincke, K. (2023). Vergleich hinführender und rückführender Strukturierungen mit dem Vorwissen. GDGP Tagungsband: Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt, 718–721.
- Unger, P., & Rincke, K. (2024). Vergleich hinführender und rückführender Verknüpfung des Vorwissens. GDGP Tagungsband: Frühe naturwissenschaftliche Bildung, 542–545.
- Wackermann, R., & Krabbe, H. (2017). Die Basismodelle des Lehrens und Lernens. Ein Analysewerkzeug zur Aus- und Fortbildung von Physiklehrkräften. MNU Journal, 70, 122–130.

Die verwendeten Abbildungen wurden in R-Statistics mit dem Packet ggplot2 selbst erstellt.