

## Zwei(t)sprachiges Lernen im bilingualen Chemieunterricht: Entwicklung von Testinstrumenten zur Erfassung des Konzeptverständnisses

### Ausgangslage und theoretischer Hintergrund

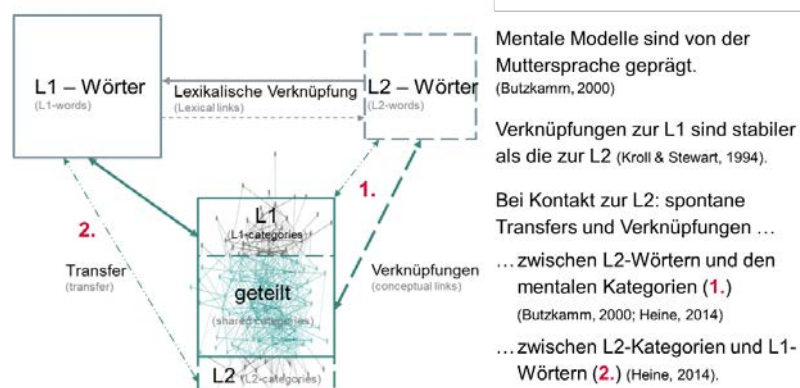
Der fremdsprachige Sachfachunterricht (Content and Language Integrated Learning CLIL) erfreut sich seit seiner Einführung in den 1960er Jahren stetig wachsender Beliebtheit und mittlerweile sind in der Schweiz für 70 % der Gymnasien bilinguale Lehrangebote registriert (EDK, 2013). Das Ziel dieser Unterrichtsform ist das parallele Lernen der Fachinhalte und der gewählten Fremdsprache.

Während die Wirksamkeit von CLIL-Programmen in Bezug auf das Sprachenlernen relativ gut beforscht ist und positive Effekte robust gezeigt werden konnten (Lo & Lo, 2014; Nold, Hartig, Hinz, & Rossa, 2008), beschäftigten sich deutlich weniger Studien mit dem Lernen im Sachfach und kamen zu heterogenen Befunden (z.B. Jäppinen, 2005; Piesche, Jonkmann, Fiege, & Kessler, 2016). In diesen Studien zeigt sich unter anderem, dass das selbstevidente Merkmal beim Lernen in einer Zweitsprache, nämlich, dass Lernende zwei Sprachen zum Lernen zur Verfügung haben und nicht nur eine, nicht beachtet wurde. Dies hatte Kern (1994) schon für Verstehensprozesse beim Lesen in der L2 beobachtet:

*«It [research] has not fully addressed one of the fundamental, self-evident differences between L1 and L2 comprehension: that the L2 reader has two languages at his or her disposal rather than just one.»<sup>1</sup>*

Studien zur Integration der Erstsprache in den fachlichen Lernprozess stellen eine absolute Ausnahme dar (Diehr, 2012). Die Verwendung der Erstsprache in Verbindung mit der Lernwirksamkeit wurde im deutschsprachigen Raum bis jetzt erst einmal, für das Fach Geschichte im Rahmen einer Dissertation, betrachtet (Dallinger, 2015). Da Lehrpersonen aber Unsicherheit genau in diesem Bereich auch für die Naturwissenschaften äußerten (eigene Erhebung, 2018), soll in diesem Projekt näher untersucht werden, welchen Einfluss die Verwendung der Erstsprache (Deutsch, L1) für das Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht auf Englisch (L2) hat.

Das sprachtheoretische Modell, das dem Projekt zugrunde liegt, ist das in Abbildung 1 dargestellte modifizierte hierarchische Modell des *bilingual mind* (nach Pavlenko, 2009).



**Abb. 1:** Modifiziertes hierarchisches Modell des bilingual mind (übersetzt nach Pavlenko 2009)

<sup>1</sup> hier L2 = Französisch, L1 = Englisch

Die bestehenden Modelle zum bilingualen Lexikon gehen von der Annahme aus, dass in ihm lexikalischen Repräsentationen (*Wörter* in Abb. 1) an mentale Repräsentationen (*Kategorien* in Abb. 1) geknüpft sind und dass beim Erlernen einer zweiten Sprache die Wörter an bestehende mentale Kategorien geknüpft werden (Kroll & Stewart, 1994). Pavlenko (2009) hat diese Annahme erweitert und aus Theorie und Empirie das modifizierte hierarchische Modell (Abb. 1) abgeleitet. Sie geht davon aus, dass beim Kontakt mit einer anderen Sprache, diese nicht nur auf bestehende Konzepte abgebildet wird, sondern dass das mentale Modell einem *conceptual restructuring*, einer konzeptuellen Restrukturierung, unterzogen wird. Dabei werden die bestehenden Konzepte (*Wörter + Kategorien*) um zielsprachliche Bedeutungsdetails erweitert und verfeinert. Aus diesen theoretischen Überlegungen wird die dem Projekt zugrundeliegende Annahme abgeleitet: Durch eine gezielte Anregung zur Verwendung der deutschen Sprache (L1) während des Lernprozesses können konzeptuelle Verknüpfungen zwischen den beiden Wörter-Ebenen und zu den Kategorien gefördert und verstärkt werden. Daraus resultieren eine Vergrößerung des gemeinsamen Raumes der mentalen Kategorien und stärkere Verknüpfungen (Kroll & Stewart, 1994). Dies schlägt sich in größerem Lernfortschritt bezüglich konzeptuellen Wissens nieder.

### Fragestellung und Design

Vor diesem Hintergrund soll im Projekte die Frage beantwortet werden, inwiefern das Konzeptverständnis beim englischsprachigen (L2) Chemielernen mithilfe der Verwendung der Erstsprache Deutsch (L1) gefördert werden kann. Dabei ist auch von Interesse, inwiefern die Testleistung von der Testsprache abhängig ist.

Diese Fragen werden in einer Interventionsstudie mit vier Experimentalgruppen (EG) und einer Kontrollgruppe (KG) überprüft. Die Stichprobe stellen Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe dar (angestrebt  $N = 250$ ), die in bilinguaem Chemieunterricht geübt sind. In einem Prä-Post-Design lernen die Schülerinnen und Schüler über drei Zeitstunden zum Thema *Radioaktivität und Strahlung* in den verschiedenen Versuchsbedingungen (EG: Lernsprache *L2only* vs. Lernsprache *L2 + L1*; KG: *L1*). Im Anschluss findet ein einstündiger Test unter den verschiedenen Testbedingungen statt (Testsprache *L2* vs. Testsprache *L1*).

	<i>L2only</i>	<i>L2+L1</i>	<i>L1</i>
Test <i>L2</i>	EG 1	EG 2	
Test <i>L1</i>	EG 3	EG 4	KG

### Methode zur Entwicklung der Testinstrumente

Zur Erfassung des Konzeptverständnisses wurden zwei Testformate gewählt, die explizit Konzept- und nicht nur Faktenwissen erfassen können. Zum einen wurde hierfür der Triadentest nach Neuroth (2002) ausgewählt, zum anderen Two-Tier-Multiple-Choice Aufgaben nach Peterson, Treagust und Garnett (1986). Die Testentwicklungsschritte sind in Abbildung 2 dargestellt: Nachdem der Lerngegenstand *Radioaktivität und Strahlung* nach Analyse des Lehrplans und Gesprächen mit Lehrpersonen festgelegt worden war, wurden zunächst in einem Expertendiskursverfahren zwingend nötige Fachaussagen (Propositionen, vgl. Treagust, 1988) zum Thema festgelegt. Hierbei handelt es sich noch nicht um Kausalzusammenhänge im Bereich Radioaktivität und Strahlung, sondern schlicht um Faktenaussagen, die das Thema möglichst umfassend und auf dem angestrebten Schulniveau beschreiben. Es ergaben sich nach mehreren Korrekturrunden mit Naturwissenschaftlerinnen und Fachlehrpersonen 42 Propositionen. Parallel zu dieser Form der Sachanalyse wurden die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern in Bezug auf Radioaktivität und Strahlung zusammengetragen (z.B. Eijkelhof, Klaassen, Lijnse, & Scholte, 1990; Prather, 2005) und geordnet. Im weiteren Verlauf wurden die Propositionen und die alternativen Vorstellungen abgeglichen und dienen als Grundlage für die Entwicklung des Materials und der Instrumente.

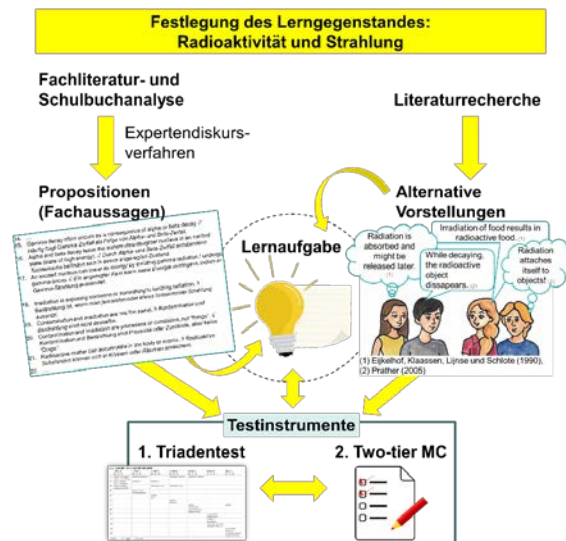


Abb. 2: Vorgehen zur Entwicklung der Testinstrumente

### Testinstrumente

#### Two-Tier-Multiple-Choice Aufgaben

Dieser Aufgabentyp verlangt von Schülerinnen und Schülern nicht nur die Auswahl der korrekten Faktenantwort, sondern auch eine Begründung für diese Antwort. In den Begründungen werden korrekte Erklärungen und die gängigen alternativen Vorstellungen aufgeführt. (Beispiel in Abb. 3).

#### Triadentest

Beim Triadentest (Neuroth, 2002) erhalten die Schülerinnen und Schüler drei Begriffe (eine Triade), die sie schriftlich in einen Zusammenhang bringen müssen. Die Begriffe zwischen einzelnen Triaden überschneiden sich zum Teil, so dass die Schülerinnen und Schüler gezwungen sind, einen Begriff in verschiedene Kontexte einzuordnen. Die Verknüpfungsgrade der Begriffe und wie elaboriert fachliche Zusammenhänge dargestellt werden, lassen Rückschlüsse auf das Konzeptverständnis der Schülerinnen und Schüler zu. So kann vernetztes Wissen angefragt werden.

Beispiel für eine Triade: Radioaktiver Zerfall – radioaktive Strahlung – Stabilität

Mögliche Antwort: «Wenn ein Atomkern keine Stabilität aufweist, findet radioaktiver Zerfall statt. Bei diesem radioaktiven Zerfall wird radioaktive Strahlung ausgesandt. Das Aussenden radioaktiver Strahlung kann zur Erhöhung der Stabilität des Atomkerns führen.»

### Ausblick

Aktuell werden die Testinstrumente vorpilotiert und angepasst. Im Anschluss findet eine Pilotierung der Instrumente zusammen mit den Lernmaterialien statt, bevor die Hauptstudie umgesetzt wird.

Beispiel	Item solution: 1c
<b>Item</b>	
A sample of a radioactive material has a mass of 1g. How much does the sample weigh after half of the radioactive nuclei underwent decay?	
1) roughly the same 2) roughly 0,5g	
Because:	
a) the parent nucleus, which has decayed, disappears from the sample b) the transmuted daughter nuclei leave the sample c) the transmuted daughter nuclei stay part of the sample d) some daughter nuclei can be radioactive, too, and decay further	

Abb. 3: Beispiel Two-Tier-MC-Aufgabe

## Literatur

- Butzkamm, W. (2000). *Über die planvolle Mitbenutzung der Muttersprache im bilingualen Sachfachunterricht*. Paper presented at the Kolloquium Fremdsprachenunterricht: Bilingualer Unterricht, Frankfurt aM.
- Dallinger, S. (2015). *Die Wirksamkeit bilingualen Sachfachunterrichts: Selektionseffekte, Leistungsentwicklung und die Rolle der Sprachen im deutsch-englischen Geschichtsunterricht*.
- Diehr, B. (2012). What's in a name? Terminologische, typologische und programmatische Überlegung zum Verständnis der Sprache im Bilingualen Unterricht. In B. Diehr & L. Schmelter (Eds.), *Bilingualen Unterricht weiterdenken: Programme, Positionen, Perspektiven* (pp. 17 - 36): Peter Lang, Internationaler Verlag der Wissenschaften.
- EDK. (2013). *Sprachenstrategie Sekundarstufe II*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Eijkelhof, H., Klaassen, C., Lijnse, P., & Scholte, R. (1990). Perceived incidence and importance of lay-ideas on ionizing radiation: Results of a Delphi-study among radiation-experts. *Science education*.
- Heine, L. (2014). Models of the bilingual lexicon and their theoretical implications for CLIL. *The Language Learning Journal*, 42(2), 225-237. doi:10.1080/09571736.2014.889973
- Jäppinen, A.-K. (2005). Thinking and content learning of mathematics and science as cognitional development in content and language integrated learning (CLIL): Teaching through a foreign language in Finland. *Language and Education*, 19(2), 147-168.
- Kern, R. G. (1994). The role of mental translation in second language reading. *Studies in Second Language Acquisition*, 16(4), 441-461.
- Kroll, J. F., & Stewart, E. (1994). Category Interference in Translation and Picture Naming: Evidence for Asymmetric Connections Between Bilingual Memory Representations. *Journal of Memory and Language*, 33(2), 149-174. doi:<https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1008>
- Lo, Y. Y., & Lo, E. S. C. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of English-medium education in Hong Kong. *Review of Educational Research*, 84(1), 47-73.
- Neuroth, J. (2002). *Triaden-Test als Methode zur Ermittlung des Verknüpfungsgrads des Schülerwissens - Eine Verfahrensmodifikation zum V erknüpfungstest*. (1. Staatsexamen Schriftliche Hausarbeit zum 1. Staatsexamen ), Essen, Essen.
- Nold, G., Hartig, J., Hinz, S., & Rossa, H. (2008). 35 Klassen mit bilingualem Sachfachunterricht: Englisch als Arbeitssprache. In *Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie* (pp. 451-459). Beltz Verlag Weinheim und Basel: Klieme, Eckhard.
- Pavlenko, A. (2009). Conceptual representation in the bilingual lexicon and second language vocabulary learning. *The bilingual mental lexicon: Interdisciplinary approaches*, 125-160.
- Peterson, R., Treagust, D., & Garnett, P. (1986). Identification of secondary students' misconceptions of covalent bonding and structure concepts using a diagnostic instrument. *Research in Science Education*, 16(1), 40-48.
- Piesche, N., Jonkmann, K., Fiege, C., & Kessler, J. U. (2016). CLIL for all? A randomised controlled field experiment with sixth-grade students on the effects of content and language integrated science learning. *Learning and Instruction*, 44, 108-116. doi:10.1016/j.learninstruc.2016.04.001
- Prather, E. (2005). Students' Beliefs About the Role of Atoms in Radioactive Decay and Half-life. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 345-354. doi:10.5408/1089-9995-53.4.345
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.