

KLEx[®] – Eine Experimentiertechnik zur Förderung kreativer Problemlösekompetenzen im naturwissenschaftlichen Unterricht

1. Einleitung

Der nachfolgende Beitrag stellt ein Unterrichtskonzept für den naturwissenschaftlichen Unterricht dar, das auf die Förderung der kreativen Problemlösekompetenzen der Schüler_innen abzielt. Der erste Teil des Beitrags befasst sich mit der universellen Bedeutung von Problemlösekompetenzen. Anschließend wird der Bezug zwischen Problemlösen und Kreativität hergestellt und es werden mögliche Ansätze zur Förderung dieser Kompetenzen diskutiert. Im letzten Teil wird das Unterrichtskonzept vorgestellt sowie auf erste Ergebnisse des Forschungsprojektes, das die Wirksamkeit dieses Unterrichts untersucht, eingegangen.

2. Problemaufriss

Die Kernaufgabe der Schule muss darin liegen, junge Menschen in ihrer Entwicklung zu unterstützen, auf das Leben mit anderen vorzubereiten, sie zum Schutz unserer natürlichen Ressourcen zu erziehen und ihnen das Rüstzeug für eine nachhaltige Teilnahme an der Wissensgesellschaft zu vermitteln (Eder & Hofmann, 2012).

Diese Forderung lässt sich aber nur verwirklichen, wenn Menschen lernen, gegenwärtige Problemlagen zu erkennen und entsprechende Problemlösestrategien zu entwickeln. Deshalb wird es eine wesentliche Aufgabe im Bildungsprozess sein, Methoden zu entwickeln, die zu einer großen geistigen Flexibilität führen, die Lernende zur erfolgreichen Lösung einer noch unbekanntem Problemsituationen befähigen (Schmidkunz & Lindemann, 2003).

Im österreichischen Schulsystem wird Problemlösen den überfachlichen Kompetenzen zugeordnet und ist in den allgemeinen Bildungszielen der Lehrpläne sowie in den darin formulierten didaktischen Prinzipien explizit verankert. Im Detail wird im Lehrplan der Sekundarstufe-I darauf hingewiesen, dass es Aufgabe der Schule ist, „die Schülerinnen und Schüler auf Situationen vorzubereiten, zu deren Bewältigung abrufbares Wissen und erworbene Erfahrungen allein nicht ausreichen, sondern in denen Lösungswege aktuell entwickelt werden müssen“ (BGBl. II, Nr. 133/2000 und Nr. 134/2000).

Die PISA-Studie legt neben der Erhebung der fachlichen Kompetenzen (d.h. fachspezifisches Problemlösen) 2003 und 2012 einen Schwerpunkt auf Problemlösen als überfachliche Kompetenz (OECD, 2013, S. 119ff.). Im Fokus stehen Problemstellungen, die weitgehend losgelöst von fachspezifischem Wissen sind. Bei PISA 2003 lie-

in eine aktive und selbst gesteuerte Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt bringen. Welchen Beitrag können nun naturwissenschaftliche Fächer zur Vermittlung und Förderung von Problemlösekompetenzen leisten?

In Hinblick auf das neue österreichische Kompetenzmodell für Naturwissenschaften (BIFIE, 2011), in dem das Experiment eine zentrale Stellung als Handlungskompetenz einnimmt, wäre dieses bestens geeignet, Strategien des Problemlösens zu fördern und zu trainieren. Somit scheinen die naturwissenschaftlichen Fächer prädestiniert zu sein, als Trägerfächer für die Vermittlung und Förderung von Problemlösekompetenzen zu fungieren.

Trotzdem wird die überfachliche Kompetenz „Problemlösen“ im österreichischen Schulsystem nur am Rande behandelt (Eder & Hofmann, 2012, S. 76). Vermutlich auch deshalb, da nach Pfeifer, Lutz & Bader (2002, S. 126) die Fähigkeit des problemlösenden Denkens und Handelns in der Hierarchie der Lernleistung die höchste und somit schwierigste Stufe darstellt.

4. Vorstellung eines neuen Unterrichtskonzepts

Im Folgenden wird ein Unterrichtsverfahren vorgestellt, das seit 2006 von den Autoren entwickelt wurde und seit 2011 an der Pädagogischen Hochschule Oberösterreich beforscht wird (Haim, 2013). Mit der Bezeichnung *divergent-problemlösungsorientiertes Unterrichtsverfahren* (DIPLO) zielt es sowohl auf das Fördern divergenter Denkstrategien als auch auf den Erwerb kreativer experimenteller Problemlösungskompetenzen ab. Der Unterricht gliedert sich in eine *Qualifizierungsphase*, in der Grundkompetenzen sowie divergente Denkstrategien vermittelt werden und in eine *kreative Phase*, die mit einem hohen elaborativen Anteil Förderung der Problemlösekompetenzen dient (Abb. 1).

In der Qualifizierungsphase liegt der Schwerpunkt in der Vermittlung von Wissen, Basiskonzepten sowie von grundlegenden experimentellen Fertigkeiten, die über Basisexperimente erworben werden können. Als Basisexperimente werden hier traditionell bekannte Experimente verstanden, die auf reproduzierendem, stark angeleitetem Handeln basieren.

Den innovativen Teil dieser Qualifizierungsphase stellt das Aufzeigen und Trainieren divergenter Denkstrategien dar. Damit Jugendliche auf divergente Denkstrukturen effizient zugreifen können, wurde ein spezielles Übungsprogramm mit der Bezeichnung „Der kreative FOKUS“ entwickelt fünf Denkstrategien und vereint flexibles, originales, konzentriertes, unbewusstes und strategisches Denken. Mit speziellen ca. fünfminütigen Übungsphasen werden Aspekte trainiert, die für das effiziente Problemlösen eine wesentliche Rolle spielen. Auf das nähere Eingehen auf *fokusCreative* wird hier verzichtet, da es einerseits den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde und andererseits nicht im hier präsentierten Datensatz eingesetzt wurde.

Daran anknüpfend folgt in der kreativen Phase das KLEx-Experiment, das stets den Abschluss eines Lernabschnittes darstellt. Diese Phase beruht auf individualisierter Sicherung von Handlungskompetenzen und ist stark auf Problemlösungsorientierung ausgerichtet, da der Erkenntnisgewinn schon in der Qualifizierungsphase stattgefunden hat. In KLEx, das für kreatives lösungsorientiertes Experimentieren steht, müssen

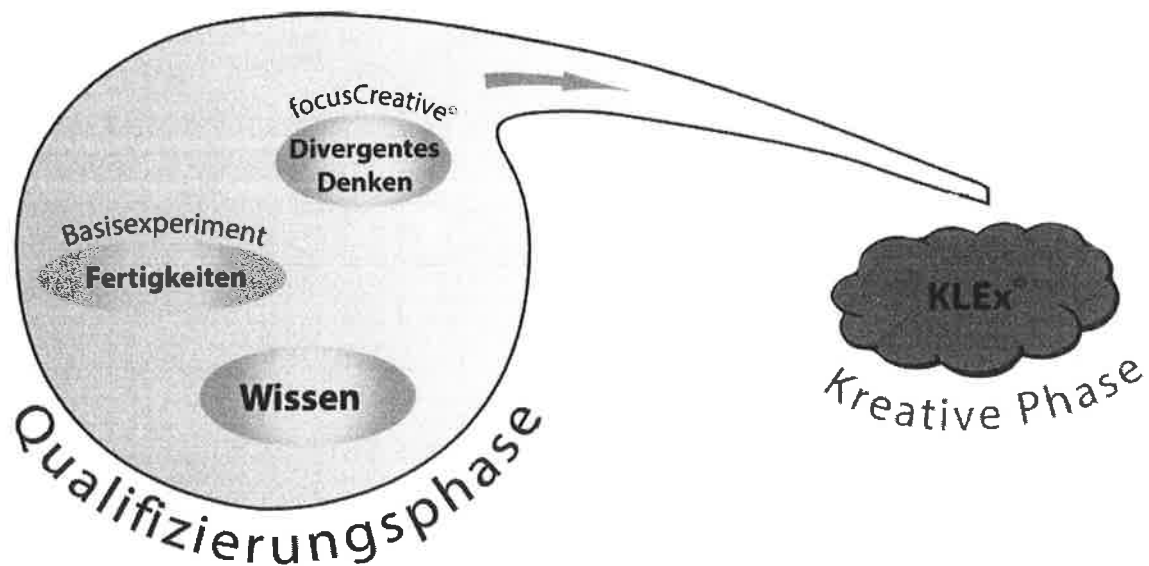


Abbildung 1: Phasenschema des divergent-lösungsorientierten Unterrichtsverfahrens

Schüler_innen ihr erworbenes Wissen sowie ihre experimentellen Fertigkeiten anwenden, um unbekannte Probleme zu lösen. Im Wesentlichen geht es darum, Bekanntes neu zu vernetzen.

KLEx kann als offene Experimentiereinheit verstanden werden, wobei auch geschlossene Elemente enthalten sind. Die nachfolgende Zuordnung bezieht sich zum Teil auf eine Arbeit von Priemer (2011), der den Grad der Offenheit mit sechs Dimensionen anzugeben versucht. So bestimmt der Fachinhalt, die Strategie, die Methode, die Lösungen, die Lösungswege sowie die einzelnen Phasen den Grad der Offenheit von Experimentieraufgaben. Während in KLEx-Einheiten der Fachinhalt und die Experimentierphasen geschlossene Dimensionen darstellen, können die zur Lösung der Aufgabe notwendigen Methoden und Lösungswege als offen bezeichnet werden. Der Grad der Offenheit wird durch die Anzahl der möglichen Lösungen bestimmt, die für die Problemlösung gefunden werden können.

4.1 Vier Phasen im KLEx

Anders als bei den Basisexperimenten, die vor allem reproduzierendes Handeln abverlangen, gliedern sich KLEx-Experimente in vier Phasen. Diese zeigen Ähnlichkeiten mit dem forschend-entwickelnden Unterrichtsverfahren nach Schmidkunz & Lindemann (2003) – mit dem Unterschied, dass hier die Problemlösung nicht zum Erschließen von neuen Inhalten, sondern zur Anwendung des Gelernten auf neue Situationen dient.

4.1.1 Kreative Denkphase

Nachdem die Problemstellung von der Lehrkraft formuliert wird, sind die Schüler_innen im Sinne von Brainstorming angewiesen, in Einzelarbeit so viele Lösungsstra-

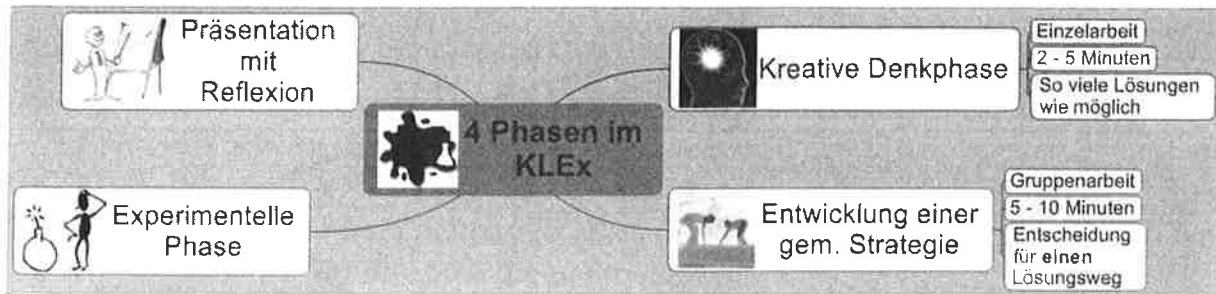


Abbildung 2: Die vier Phasen beim kreativ-lösungsorientierten Experimentieren

tegien zu formulieren, wie ihnen in den Sinn kommen. Die dabei zur Verfügung stehende Zeit soll nicht mehr als zwei bis vier Minuten betragen. Diese Einzelarbeit gibt den Schülerinnen und Schülern Feedback darüber, wie effektiv sie in der Generierung von Ideen sind bzw. wie hoch ihre divergente Denkleistung ist.

Da sich das Potential naturwissenschaftlicher Kreativität über die Fluidität, Flexibilität und Originalität von Ideen messen lässt, wird die Problemstellung so formuliert, dass erstens mehrere Lösungen entwickelt werden können (Fluidität), die zweitens auch unterschiedlichen Kategorien (Flexibilität) zugeordnet werden können. Durch speziell gewählte Rahmenbedingungen sowie angebotene Materialien kann dies gezielt gesteuert werden.

4.1.2 Phase der Gruppenstrategie

Nach der kurzen kreativen Denkphase finden sich die Schüler_innen in kleineren Gruppen von drei bis fünf Jugendlichen zusammen. Hier tauschen sie ihre Ideen aus, formulieren auch neue Ansätze und entscheiden sich für eine gemeinsame Strategie. Nachdem die Gruppe in einer Zeit von fünf bis zehn Minuten einen Lösungsweg ausgewählt hat, präsentieren sie diesen ihrer Lehrkraft, ohne dass die übrigen Gruppen davon erfahren. Erst wenn alle Gruppen ihre Ansätze der Lehrkraft vorgestellt haben, beginnt die experimentelle Umsetzung. Durch die Bekanntgabe wird verhindert, dass Gruppen ihre Vorgehensweise von anderen kopieren, wodurch die Wahrscheinlichkeit für unterschiedliche Lösungsansätze steigt und das Ausmaß der Divergenz sichtbar wird.

4.1.3 Experimentelle Phase

Für die Umsetzung der Ideen in der Experimentierphase soll zeitlich der größte Anteil reserviert werden. Für das erfolgreiche Lösen einer unbekanntem Problemstellung muss auch Misserfolg einkalkuliert werden. Bei Misserfolg kann die Gruppe die Strategie ändern, verfeinern oder überdenken. War die Gruppe erfolgreich und hat sie ihr Zeitpensum noch nicht ausgeschöpft, können bzw. sollen noch zusätzliche Varianten realisiert werden. Somit gewährleistet diese Phase die Berücksichtigung individueller Fähigkeiten und Fertigkeiten.



Abbildung 3: Schülerinnen in der experimentellen Phase

4.1.4 Präsentation und Reflexionsphase

Am Ende der Experimentierphase müssen die Gruppen ihren eingeschlagenen Weg sowie ihre Ergebnisse auf Papier oder Tafel kurz zusammenfassen. Die Lehrkraft wählt nun bestimmte Gruppen aus und lässt diese kurz vor der Klasse präsentieren. Hier sollen jedoch nicht nur jene Gruppen zum Zug kommen, die das Problem erfolgreich gelöst haben, sondern auch jene, denen es nicht gelungen ist. So wie in der realen Wissenschaft können auch jene Vorgehensweisen, die nicht zum Erfolg geführt haben, interessante Erkenntnisse liefern.

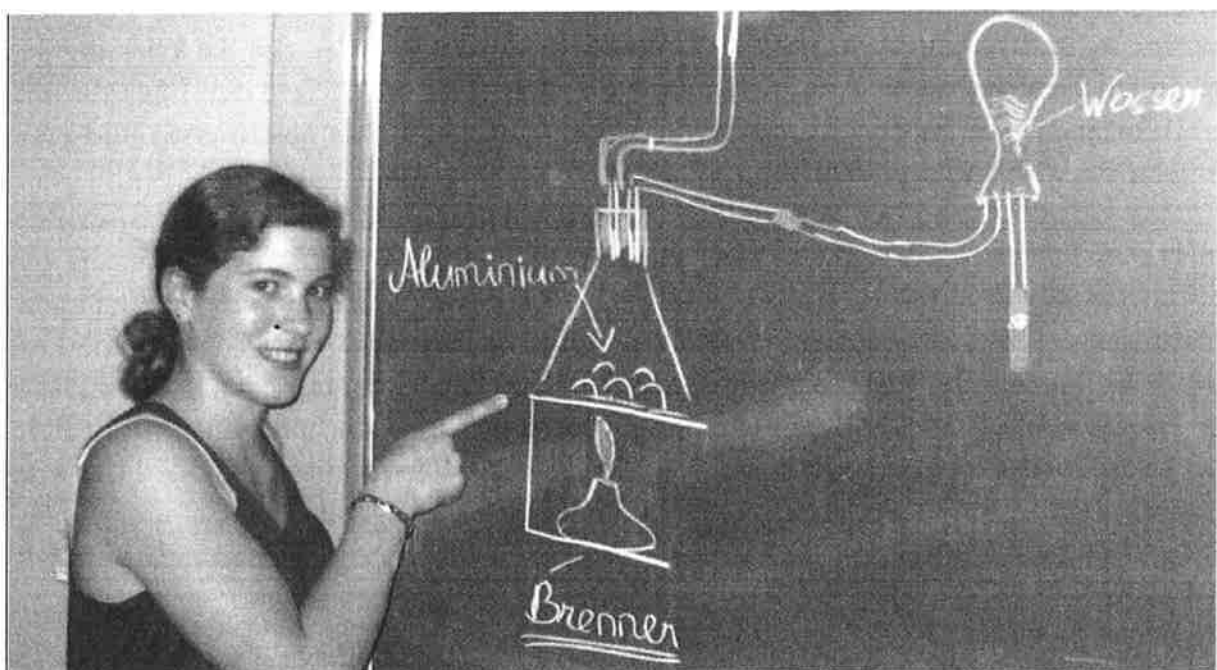


Abbildung 4: Schülerin bei der Präsentation an der Tafel

4.2 Fehlerkultur im KLEx

Um eine neue Idee auszuprobieren, die vorher noch nie erprobt wurde, ist vor allem Mut zum Risiko und eine passende Fehlerkultur notwendig. Dieser Mut zum Risiko kann von den Schülerinnen und Schülern nur dann verlangt werden, wenn sie in der experimentellen Phase nicht dem Druck einer Leistungsfeststellung ausgesetzt sind. Ein misslungenes Experiment oder ein fehlgeschlagener Weg darf in der Experimentierphase keine negativen Folgen in der Mitarbeit mit sich bringen. So muss den Schülerinnen und Schülern von Anfang an bewusst gemacht werden, dass auch misslungene Versuche ihren „wissenschaftlichen“ und vor allem didaktischen Wert haben. Nur in diesem Klima trauen sich die Schüler zu, quer zu denken und aus ihrem Denkmuster auszubrechen.

Um die Lösungsstrategien nachhaltig in den Köpfen der Schüler_innen zu verankern, wird am Ende der Experimentierphase ein Blatt mit dem Titel „Lösungsvorschläge“ ausgeteilt, in dem alle erdenklichen Lösungsvorschläge samt Begründungen aufgelistet sind. Mit dieser Zusammenfassung lernen die Schüler_innen somit auch an konkreten Lösungsbeispielen.

5. Die Beforschung des Unterrichtskonzepts

Seit dem Wintersemester 2011 wird an der PH OÖ die Wirksamkeit des Unterrichtskonzepts beforscht. Dabei stand bisher die Frage nach den Effekten der KLEx-Methode auf die divergenten Problemlösekompetenzen von Schüler_innen im Vordergrund. Nach einer Pilotierungsstudie im Schuljahr 2011/12, die der Entwicklung entsprechender Messinstrumente (u.a. divergentes Problemlösen, Chemiekompetenzen) diente, wurde im Schuljahr 2012/13 eine erste Studie zur Wirkung des Unterrichtsverfahrens im Fach Chemie (Sekundarstufe I) durchgeführt. Dabei stand das kreativ-lösungsorientierte Experimentieren (KLEx) im Zentrum des Interesses. Im Wintersemester 2013/2014 wurde ein weiteres Forschungsprojekt gestartet, das die Wirkung des gesamten Unterrichtskonzepts (KLEx und „Der kreative FOKUS“) in den Blick nimmt. Nachfolgend wird das Projekt zur Wirkung der KLEx-Methode beschrieben und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Zur Untersuchung der Wirkung der Unterrichtsmethode wurde ein quasi-experimentelles Forschungsdesign mit zwei Messzeitpunkten gewählt. Zur Minimierung des Einflusses der Lehrkräfte (u.a. Persönlichkeit, Unterrichtsstil) auf die Studienergebnisse war vorgesehen, dass Lehrkräfte jeweils mit mindestens zwei Klassen am Projekt teilnehmen.² Die Klassen wurden per Zufall als Experimental- bzw. Kontrollklasse gewählt, um auch den Einfluss der Schüler_innenmerkmale zu kontrollieren. Im Rahmen von Fortbildungsveranstaltungen an der PH OÖ, bei der die KLEx-Methode vorgestellt wurde, wurden sechs Lehrkräfte (13 Klassen mit insgesamt 270 Schüler_innen) aus unterschiedlichen Schultypen (3 AHS, 2 NMS, 1 HS) für die Teilnahme am Projekt gewonnen.

2 Eine Lehrkraft nahm mit 3 Klassen teil.

Für die Kontrollklassen war vorgesehen, dass entsprechende Basisexperimente zu acht Themenbereichen durchgeführt werden. In den Experimentalklassen sollte neben den Basisexperimenten für jeden Themenbereich auch ein KLEx-Experiment durchgeführt werden. Um eine möglichst hohe Standardisierung des Unterrichts zu erlangen, bekamen die Lehrkräfte entsprechende Unterlagen zu den acht Themengebieten.

Die erste Messung fand im Dezember 2012³ statt. Die zweite Erhebung erfolgte Ende Juni 2013. Da die Untersuchung auf die Wirksamkeit der Methode in der Sekundarstufe I fokussierte, war es nicht möglich, bereits zum ersten Erhebungszeitpunkt wesentliche Zielvariablen zu messen. Im Regelfall wird Chemie das erste Mal in der 8. Schulstufe unterrichtet. Somit wurde etwa auf die Erhebung der Chemiekompetenzen bzw. fachspezifischen divergenten Problemlösekompetenzen zum Zeitpunkt der ersten Messung verzichtet. Um dennoch mögliche Unterschiede zwischen Schüler_innen der KLEx- und Kontrollklassen vor der Durchführung der Experimente feststellen zu können, wurden zum Zeitpunkt der ersten Messung Merkmale wie die „Freude am Fach Chemie“ und „die fachspezifische Leistungseinschätzung“ erhoben. Ein Überblick über das Forschungsdesign der Studie ist in Abb. 5 dargestellt.

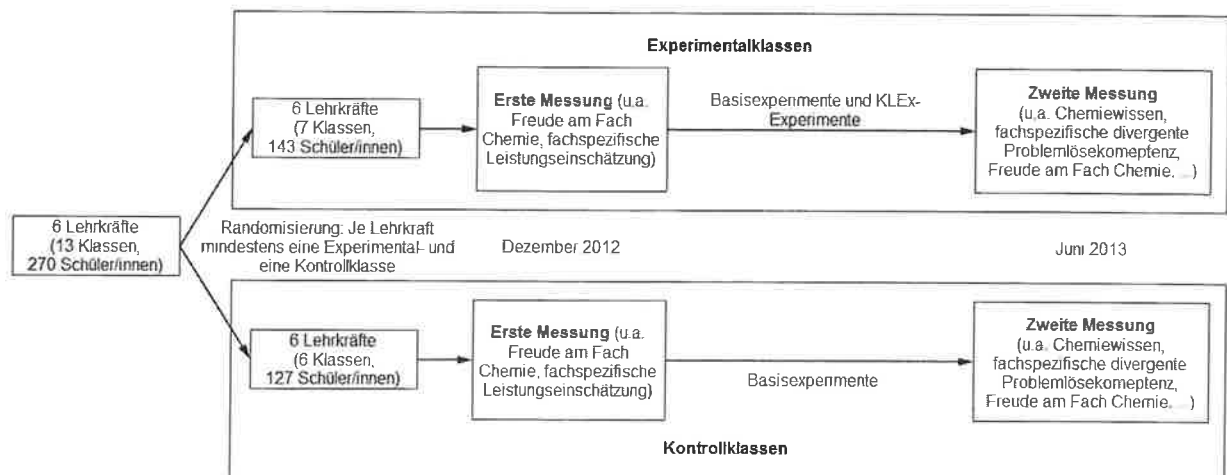


Abbildung 5: Forschungsdesign im Überblick

Analysen der ersten Messung zeigen, dass zum Teil Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern der Experimental- und Kontrollklassen bestehen, was auf die begrenzten Möglichkeiten der Randomisierung zurückzuführen ist. So äußern etwa Schüler_innen der Kontrollklassen eine höhere Freude am Fach Chemie ($d = 0,27$; $p = 0,04$; $n = 244$).⁴

- 3 Der Beginn der Studie mit Dezember 2012 wurde gewählt, damit Schüler_innen, die in der Regel das erste Mal in ihrer Schullaufbahn das Fach Chemie hatten, einen gewissen Einblick in die Thematik erlangen können und somit eine Einstellung zum Fach entwickeln können. Dies wurde als nötig erachtet, da die Studie neben den harten Erfolgsindikatoren (Kompetenzen) auch weiche Kriterien wie die „Freude am Fach“ oder die „fachspezifische Leistungseinschätzung“ berücksichtigt.
- 4 Alle Vergleiche zwischen Klassen bzw. zwischen erster und zweiter Messung basieren auf T-Tests.

Nach der ersten Befragung begannen die Lehrkräfte mit dem vorgesehenen Unterricht. Während in den Kontrollklassen nur Basisexperimente durchgeführt wurden, erhielten die Experimentalklassen sowohl Basis- als auch KLEx-Experimente.

Im Verlauf des Projekts wurden organisatorische Probleme sichtbar, da durch das vorgegebene Design (erste Erhebung erst im Dezember) die zeitlichen Möglichkeiten zur Durchführung aller acht Experimente beschnitten wurden. Durch das enge Zeitkorsett von sechs Monaten konnten schon geringe Unterrichtsausfälle die Umsetzung aller acht Experimente erschweren. So konnte keine Lehrkraft alle KLEx-Experimente durchführen. Vier Lehrkräfte konnten sieben und jeweils eine Lehrkraft konnte fünf bzw. sechs KLEx-Experimente realisieren. Anschließende Projekte sollten darauf achten, dass ein größerer zeitlicher Spielraum für die Experimente gegeben ist, damit schon zu Schulbeginn die Basis- und KLEx-Experimente in den Unterricht implementiert werden können.

Am Ende des Sommersemesters 2013 wurden die Lehrkräfte mit ihren Schulklassen an die PH OÖ eingeladen. Einen halben Tag lang wurden unterschiedliche Erhebungen und Testungen (u.a. Fachwissen in Chemie⁵) durchgeführt, wobei ein Test zur Bestimmung der fachspezifischen divergenten Problemlösekompetenz im Zentrum des Interesses stand.⁶ Für die Erhebung der divergenten Problemlösekompetenz wurden die Schüler_innen mit folgender Problemstellung konfrontiert:

„Vor dir stehen zwei Becher mit Wasser. In einem Becher befindet sich destilliertes Wasser, im anderen Becher konzentriertes Salzwasser. Finde möglichst viele Wege, um das destillierte Wasser vom Salzwasser unterscheiden zu können! Dazu stehen dir auch folgende Materialien zur Verfügung. Notiere auch, welches Ergebnis du für Salzwasser erwartest!“

Tabelle 1: Übersicht über die angegebenen Materialien

6 Teelichter	2 Spritzen (10 ml)
2 Kunststoffbecher	2 Campinggasbrenner
Kunststoffwanne + Eiswürfel	2 mal Zündhölzer
Taschenlampe (mit 4,5V) + Glühbirne	1 Ei
Bleistiftminen + Papier	1 Wäscheklammer
4 Drähte	Waage
Messlöffel	1 Magnesiastäbchen
2 Salzstreuer	

Alle Schüler_innen haben im Unterricht über die Basisexperimente viele Methoden kennengelernt, die für die Lösung obiger Problemstellung geeignet wären. So erlernten die Schüler_innen über die Basisexperimente Grundtechniken wie Filtration, Destillation und Abwägen sowie Messung der Leitfähigkeit, Flammenfärbung, Herstellung von Kältemischung und Dichtebestimmung.

Als echte Problemstellung erweist sich die Aufgabe deshalb, weil hier die ausgewählten Materialien, die eher einen Bezug zum Alltag als zu einem Chemielabor her-

5 Bei der Testzusammenstellung wurde darauf geachtet, dass nur solche Themenbereiche berücksichtigt werden, die auch von allen Lehrkräften im Unterricht durchgemacht wurden.

6 Die Klassen konnten aufgrund von Krankheitsfällen unter den Schüler_innen nicht vollständig getestet werden.

stellen, eine Lösungsbarriere darstellen. Bezüglich Problemklassifikation handelt es sich hier um eine typische Interpolationsbarriere, da die Operatoren zur Überwindung der Barriere bekannt sind bzw. sein sollten, nicht aber deren spezifische Kombination. Insgesamt können 13 mögliche Kategorien von Lösungen unterschieden werden, die u.a. die Untersuchung der Leitfähigkeit bzw. der Flammenfärbung oder auch die Bestimmung des Siedepunkts umfassen. Tabelle 2 zeigt einen Auszug über mögliche Lösungskategorien und es werden auch konkrete Lösungsbeispiele von Schülerinnen und Schülern angeführt.

Tabelle 2: Auszug möglicher Lösungen nach Kategorie

Kategorie	Idee (Beispiel)	Erwartetes Ergebnis (Beispiel)	Lösung (Beispiel)
Leitfähigkeit	Überprüfen, ob die Lösung leitet.	Salzwasser leitet den Strom	Die Drähte an der Batterie der Taschenlampe anschließen, dann den Strom durch das Wasser fließen lassen.
Eindampfen	Verdampfen	Das Wasser verdampft, Salz bleibt im Glas zurück.	Gläser über den Gasbrenner halten.
Siedepunkt	Kochen	Salzwasser siedet später	Ich koche beide Lösungen und beobachte, welche später siedet.

Die Fluidität des Denkens ergibt sich aus der Anzahl der genannten Lösungen der einzelnen Schüler_innen. Die Flexibilität wird durch die Anzahl der genannten Lösungskategorien abgebildet. Die Originalität ergibt sich aus der Anzahl der statistisch seltenen (< 5%) Lösungen. Bei der verwendeten Fragestellung stellt jede Lösung eine Kategorie dar, wodurch die Fluidität gleich der Flexibilität ist. Tabelle 3 stellt exemplarisch die Berechnung von Flexibilität und Originalität für zwei hypothetische Schüler_innen dar.

Tabelle 3: Beispiele für die Berechnung von Flexibilität (Summe der genannten Lösungen) und Originalität (Zahl der Lösungen mit einer Häufigkeit < 5%). Die Zahlen in Klammern sind die relativen Häufigkeiten der Lösungskategorien.

Lösungen		Flexibilität	Originalität
Schüler_in A	- Gefrierpunkt (17%) - Geschmack (72%) - Verdunstung, Eindampfen, Destillation (75%)	3	0
Schüler_in B	- Löslichkeitsvermögen von Salz (4%) - Siedepunkt (3%)	2	2

Die Ergebnisse der 2. Messung am Schuljahrende zeigen, dass sich Experimental- und Kontrollklassen hinsichtlich des Wissens in Chemie nicht unterscheiden ($d = 0,05$; $p = 0,76$; $n = 234$). Ebenso zeigen sich keine Unterschiede in der Originalität der Lösungen zwischen KLEx- und Kontrollklassen ($d = 0,14$; $p = 0,26$; $n = 238$).

Inhaltlich substanzielle Unterschiede ergeben sich jedoch im Ausmaß der divergenten Problemlösefähigkeiten ($d = 0,29$; $p = 0,02$; $n = 238$). Die Schüler_innen der Experimentalklasse finden im Schnitt rund 2,7 korrekte Lösungen für die Problemstellung (Salzwasser und destilliertes Wasser unterscheiden), während die Schüler_innen

der Kontrollklasse rund 2,2 Lösungen generieren können. Schüler_innenmerkmale, die zum Zeitpunkt der ersten Messung erhoben wurden (Freude am Fach, fachspezifische Leistungseinschätzung) haben statistisch keinen Einfluss auf die Ergebnisse.⁷ Bei gleichem Wissen finden Schüler_innen der Experimentalklassen mehr Lösungen als Schüler_innen der Kontrollklassen ($d = 0,32$; $p = 0,01$; $n = 234$). Dieser Befund lässt den Schluss zu, dass die KLEx-Experimente die Anwendbarkeit von Wissen fördern und zur Entwicklung von fachspezifischen divergenten Problemlösekompetenzen beitragen.

6. Fazit und Ausblick

Der Beitrag folgt der Annahme, dass Problemlösen als überfachliche Kompetenz im Schulkontext nur in Verbindung mit fachlichen Inhalten gelernt werden kann (Eder & Hofmann, 2012). Es wurde ein Unterrichtskonzept für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgestellt (Haim, 2013), das speziell die Förderung von divergenten Problemlösekompetenzen in den Fokus nimmt. Erste Forschungsergebnisse für das Fach Chemie der Sekundarstufe I weisen darauf hin, dass die beschriebenen KLEx-Experimente die intendierte Wirkung aufweisen. In der weiteren Folge gilt es, weitere Fragen in den Blick zu nehmen. So konnten etwa Effekte der Methode auf die chemiespezifischen Problemlösekompetenzen gezeigt werden. Es bleibt jedoch die Frage offen, ob KLEx-Experimente auch in der Lage sind, Problemlösen als überfachliche Kompetenz (OECD, 2013) fördern zu können. Darüber hinaus werden die Ergebnisse eines derzeit laufenden Forschungsprojektes zeigen, ob das gesamte Unterrichtskonzept (KLEx und „Der kreative FOKUS“) stärkere Effekte bringt. Abschließend ist darauf zu verweisen, dass sich die bisherigen Studien ausschließlich auf das Fach Chemie fokussieren. In diesem Zusammenhang gilt es in Zukunft die Wirkung der Methode in anderen naturwissenschaftlichen Fächern (vor allem Physik) zu untersuchen. Die Entwicklung eines entsprechenden Unterrichtskonzepts für Physik ist derzeit bereits im Laufen. Ebenso wird es in Zukunft von Interesse sein, die Wirkung der Methode in der Lehrer_innenausbildung zu analysieren.

Literatur

- BIFIE (2011). *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe*. Verfügbar unter: <https://www.bifie.at/node/1472> [14.10.2013].
- Dörner, D. (1979). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer
- Eder, F. & Hofmann, F. (2012). Überfachliche Kompetenzen in der österreichischen Schule: Bestandsaufnahme, Implikationen, Entwicklungsperspektiven. In B. Herzog-Punzenberger (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2012. Band 2. Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (S. 71–110). Graz: Leykam.
- Guilford, J. P. (1971). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill
- Guilford, J. P. (1968). *Creativity, intelligence and their educational implications*. San Diego: Robert Knapp.

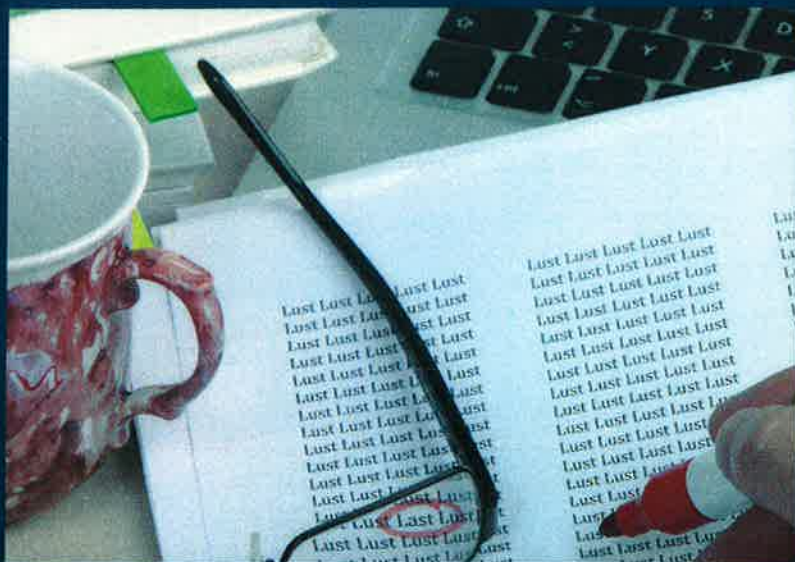
⁷ Hier wurde eine OLS-Regression gerechnet, bei der entsprechende Kovariaten berücksichtigt wurden.

- Haim, K. (2013): Kreatives Lösungsorientiertes Experimentieren – KLEx. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 4/62, 34–37.
- Hernandez-Serrano, J. & Jonassen, D. (2003). The effects of case libraries on problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 103–114.
- Hussy, W. (1998). *Denken und Problemlösen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Klieme, E., Funke, J., Leutner, D., Reimann, P. & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungstudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47 (2), 179–200.
- Lang, B. (2004). Problemlöse-Kompetenz im internationalen Vergleich. In G. Haider & C. Reiter (Hrsg.), *PISA 2003 – Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Nationaler Bericht* (S. 90–95). Graz: Leykam.
- Leisen, J. (2011). Kompetenzorientiert unterrichten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 123/124, 4–10.
- Meador, K.S. (1997). *Creative thinking and problem solving for young learners*. Englewood: Teacher Ideas Press.
- Mourtos, N. J., Okamoto, N. D. & Rhee, J. (2004). Defining, teaching, and assessing problem solving skills. In *Proceedings of the 7th UICEE Annual Conference on Engineering Education* (S. 9–13).
- OECD (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing.
- Pfeifer, P., Lutz, B. & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg Verlag.
- Priemer, B. (2011). Was ist das Offene beim offenen Experimentieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 315–337.
- Runco, M. A. & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24 (1), 66–75.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (2003). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht* (6. Auflage). Hohenwarsleben: WESTARP Wissenschaften.
- Schwantner, U. & Schreiner, C. (2010). *PISA 2009. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse Mathematik, Lesen, Naturwissenschaften*. Graz: Leykam.
- Scott, G., Leritz, L. E. & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal*, 16 (4), 361–388.
- Torrance, E. P. (1994). *Creativity. Just wanting to know*. Pretoria, South Africa: Benedict Books.

Ewald Feyerer, Katharina Hirschenhauser,
Katharina Soukup-Altrichter (Hrsg.)

Last oder Lust?

Forschung und Lehrer_innenbildung



O F E B

ÖSTERREICHISCHE
GESELLSCHAFT
FÜR FORSCHUNG
UND ENTWICKLUNG
IM BILDUNGSWESEN

Band 1

Beiträge zur
Bildungsforschung

WAXMANN