

Bollmann-Zuberbühler, Brigitte; Strauss, Nina-Cathrin; Kunz, Patrick; Frischknecht-Tobler, Ursula  
**Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine explorative Studie zum Transfer in Schule und Unterricht**  
*Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 34 (2016) 3, S. 368-383*



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Bollmann-Zuberbühler, Brigitte; Strauss, Nina-Cathrin; Kunz, Patrick; Frischknecht-Tobler, Ursula:  
Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine explorative Studie  
zum Transfer in Schule und Unterricht - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 34 (2016) 3, S.  
368-383 - URN: urn:nbn:de:01111-pedocs-139328

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.bzl-online.ch>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.  
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### Kontakt / Contact:

peDOCS  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

## **Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung – Eine explorative Studie zum Transfer in Schule und Unterricht**

Brigitte Bollmann-Zuberbühler, Nina-Cathrin Strauss, Patrick Kunz und Ursula Frischknecht-Tobler

**Zusammenfassung** Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist im Schulfeld noch wenig verbreitet. Lehrpersonen weisen dem Systemdenken zwar eine hohe Bedeutung zu, haben aber selbst wenige inhaltliche und didaktische Kenntnisse zur Umsetzung im Unterricht. Diese explorative Studie ging der Frage nach, welche Merkmale 1) der Innovation, 2) der Lehrpersonen, 3) der Einzelschule und 4) der Transferunterstützung die Implementierung von Systemdenken im Unterricht der Volksschule fördern. Die teilnehmenden Lehrpersonen erhielten eine standardisierte Weiterbildung und wurden zu den vier Merkmalsbereichen befragt. Mit diesen Angaben liessen sich drei Gruppen von Lehrpersonen charakterisieren, die sich durch den Implementierungsgrad und den Grund für die Teilnahme an der Studie unterscheiden. Anhand der Ergebnisse werden gruppenspezifische sowie gruppenübergreifende Empfehlungen für die Weiterbildung und den Innovationstransfer hergeleitet.

**Schlagwörter** Weiterbildung – Innovationstransfer – Systemdenken – Bildung für nachhaltige Entwicklung

### **Systems Thinking as a Key Competence of Education for Sustainable Development – An Explorative Study on Innovation Transfer to School and Classrooms**

**Abstract** Systems thinking as a key competence of education for sustainable development has not been widely disseminated in schools so far. Though teachers consider systems thinking to be meaningful, they lack content knowledge and teaching skills for the implementation in class. This explorative study investigates the factors of innovation transfer that support the implementation of systems thinking in K-9 classrooms. The participating teachers attended a standardized professional development program. Data were collected about the characteristics of 1) the innovation «Systems Thinking», 2) the participating teachers, 3) their school, and 4) support elements. These data were used to distinguish three groups of participants which differ in the extent of implementation and in their motive for participation in the study. Based on the results, group-specific as well as overall recommendations for future training programs and for the transfer of innovations are made.

**Keywords** professional development – innovation transfer – systems thinking – education for sustainable development

## 1 Systemdenken als integraler Bestandteil einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) gehört als «inhaltliches und institutionelles Querschnittskonzept» (Bormann, 2013, S. 270) zu einem der «fächerübergreifenden Bildungsanliegen» an Schulen (Künzli, Bertschy & Di Giulio, 2010, S. 214) und wird auch im neuen Lehrplan 21 an prominenter Stelle im Grundlagenteil aufgeführt (D-EDK, 2015). Im Rahmen der abgelaufenen UN-Dekade «Bildung für nachhaltige Entwicklung» beschäftigte sich auch der deutsche Sprachraum intensiv mit didaktischen Grundlagen und Kompetenzen einer BNE (Bormann & de Haan, 2008; Kyburz-Graber, Nagel & Odermatt, 2010) sowie mit der Bereitstellung entsprechender Unterrichtsunterlagen (Kunz & Wilhelm, 2010; Muheim et al., 2014; [www.transfer-21.de](http://www.transfer-21.de); [www.umweltbildung.at](http://www.umweltbildung.at)). BNE orientiert sich am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung mit den Dimensionen «Ökologie», «Ökonomie» und «Soziales» in einem zeitlichen, globalen und generationenübergreifenden Kontext. BNE-Themen sind daher oft von hoher Komplexität und können nicht allein mit einer analytischen und linearen Herangehensweise durchdrungen werden. Systemisches bzw. vernetztes Denken wird daher in Studien zu den didaktischen Grundlagen einer BNE als grundlegend erachtet (z.B. Kyburz-Graber et al., 2010; Sleurs, 2007; Trempler, Schellenbach-Zell & Gräsel, 2012; Wiek, Withycombe & Redman, 2011).

Beim Systemdenken geht es im Wesentlichen darum, Zusammenhänge und Wechselwirkungen in komplexen Systemen wahrzunehmen und unter Berücksichtigung der Dynamik Voraussagen und Handlungsmöglichkeiten abzuleiten (Frischknecht-Tobler, Nagel & Seybold, 2008; Meadows & Wright, 2010; Mehren, Rempfler, Ulrich-Riedhammer, Buchholz & Hartig, 2015; Riess, Schuler & Hörsch, 2015). Studien belegen deutliche Defizite bei Jugendlichen und Erwachsenen hinsichtlich des Systemdenkens (z.B. Booth Sweeney & Sternman, 2007). Interventionsstudien zeigen allerdings, dass Systemdenken in verschiedenen Fächern durchaus erfolgreich unterrichtet werden kann und die Schülerinnen und Schüler dabei lernen, komplexe Sachverhalte besser zu verstehen (Bollmann-Zuberbühler, 2010; Ossimitz, 2000; Plate, 2010; Riess & Mischo, 2010). Dazu existieren im englisch- und deutschsprachigen Raum Lehrmittel und Unterrichtshilfen, die Lernenden einen stufengerechten Zugang zu Systemdenken ermöglichen (z.B. Bollmann-Zuberbühler, Frischknecht-Tobler, Kunz, Nagel & Wilhelm Hamiti, 2010; [www.clexchange.org](http://www.clexchange.org); [www.watersfoundation.org](http://www.watersfoundation.org)). Trotz dieser zuversichtlich stimmenden Entwicklung ist Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer BNE erst wenig verbreitet. Dies hat damit zu tun, dass Systemdenken in aktuellen Lehrplänen nur wenig bis gar nicht explizit erwähnt wird und – ähnlich wie zu Beginn der BNE-Dekade – Lehrpersonen zu wenig mit den Konzepten und Implementierungsmöglichkeiten von Systemdenken vertraut sind (BLK, 1998). Das Forschungsprojekt «Systemdenken fördern in der Volksschule» ging deshalb der Frage nach, welche Faktoren den Transfer von Systemdenken als überfachlicher Innovation und Schlüsselkompetenz einer BNE in den Unterricht massgeblich beeinflussen.

## 2 Transfer von extracurricularen und fächerübergreifenden Innovationen in den Unterricht

Die Frage nach einem gelingenden Transfer und der Verbreitung innovativer Konzepte im Schulfeld lässt sich nach Prenzel (2010) nach wie vor nicht abschliessend beantworten und mit der Suche nach dem «heiligen Gral» vergleichen. Denn Innovationen im Bildungssystem finden meist nur langsam Verbreitung (Gräsel, 2010). Coburn (2003) plädiert dafür, nebst der quantitativen Verbreitung einer Innovation auch die Veränderungen von Haltungen der Lehrpersonen, ihre Identifikation mit der Innovation und die langfristige Verankerung als Indikatoren für den Transfererfolg zu berücksichtigen. Für den Transfer von Innovationen in die Praxis spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die Gräsel (2010) zusammenfasst in Merkmale der Innovation, der Lehrperson, der Einzelschule und des Umfeldes sowie der Transferunterstützung. Im Folgenden werden Transfermerkmale erläutert, welche für Systemdenken als Schlüsselqualifikation einer BNE relevant sind und richtungweisend waren für die Entwicklung der Fragestellungen und Erhebungsinstrumente der vorzustellenden Studie.

Ein *Merkmal der Innovation* selbst ist die Wahrnehmung von Kohärenz mit bisherigen Innovationen an der Schule und bestehenden Werten und Überzeugungen der Lehrpersonen. Relevant im Rahmen der Implementierung von Systemdenken wäre beispielsweise, wie wichtig es Lehrpersonen ist, gesellschaftsbezogene Kompetenzen im Unterricht zu fördern. Auch die Wahrnehmung von Vorteilen gegenüber dem bisherigen Handeln und die Komplexität von Systemdenken sind wesentlich für den Transfer in Schulen (Gräsel, 2010; Pöhlmann, Pant, Frenzel, Roppelt & Köller, 2014; Rogers, 2003).

Zu den *Merkmale der Lehrpersonen* gehört das Ausmass an Bedeutsamkeit, das die Lehrpersonen der Innovation zuweisen (Gräsel, 2010). Diese Bedeutsamkeit wie auch Widerstände und Befürchtungen gegenüber Innovationen können sich individuell unterscheiden und verändern. Eine Rolle spielen dabei insbesondere die Vorkenntnisse der Lehrpersonen zu den Inhalten der Innovation (Rode, 2006). Zudem nehmen die motivationalen Selbstbestimmungsfaktoren, das Autonomie- und Kompetenzerleben sowie die soziale Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1993) Einfluss darauf, wie eine Lehrperson Systemdenken mit den Inhalten des laufenden Unterrichts verknüpfen kann und wie kompetent und unterstützt sie sich dabei fühlt. Einen Einfluss auf den Implementierungsgrad hat zudem die Tendenz zur Prokrastination (Rode, 2006; Schellenbach-Zell, 2009).

Auch *kontextbezogene Merkmale der Einzelschulen* können den Transfererfolg beeinflussen. Wichtig für die Implementierung sind das Arbeitsumfeld im Allgemeinen, beispielsweise von der Schulleitung bereitgestellte personelle, zeitliche und finanzielle Ressourcen für den Transfer der Innovation, aber auch die Aufgeschlossenheit des Kollegiums gegenüber BNE oder eine kooperative Arbeitskultur ganz allgemein (Gräsel, 2010; Michelsen & Rode, 2012).

Darüber hinaus gibt es weitere *transferunterstützende Merkmale* des Umfeldes (Gräsel, 2010) wie die Einbindung in schulübergreifende Netzwerke oder Beratungsangebote und stufenspezifische Unterrichtsmaterialien (Berkemeyer, Järvinen, Otto & Bos, 2011; Petsch, Gönnerwein & Nickolaus, 2012). Ein zentrales Unterstützungssystem stellen zudem Weiterbildungen dar, durch die Innovationen in die Schulen getragen werden. Deren Wirksamkeit in Bezug auf das Wissen und das Handeln der Lehrpersonen und die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist dabei abhängig von verschiedenen strukturellen sowie didaktischen bzw. prozessbezogenen Merkmalen wie der Dauer oder der Herstellung von Bezügen zum Lehrplan bzw. zum Unterrichtshandeln (Fussangel, Rürup & Gräsel, 2010; Lipowsky, 2009).

### **3 Fragestellung, Transferstrategie und methodisches Vorgehen**

Mit der Verankerung von BNE im Lehrplan 21 (D-EDK, 2015) muss auch geklärt werden, wie überfachliche Kompetenzen wie Systemdenken in den Unterricht einfließen. Basierend auf den Erkenntnissen zum Transfer von Innovationen wurde in der Studie «Förderung von Systemdenken in der Volksschule» explorativ untersucht, welche Transfermerkmale die Implementierung von Systemdenken in den Unterricht auf der Ebene der Lehrpersonen fördern bzw. hemmen. Für dieses Anliegen wurden Lehrpersonen entlang einer Weiterbildung und der individuellen Implementierungsphase wissenschaftlich begleitet, um weitere Massnahmen und Empfehlungen für die Implementierung überfachlicher Themen zu generieren.

Statistische Analysen zur Zusammensetzung der Gesamtstichprobe und Gruppenvergleiche unter den Teilnehmenden lieferten erste Hinweise darauf, dass nicht Vorkenntnisse zu Systemdenken massgebend für einen Transfer sind, sondern dass die wahrgenommene Bedeutsamkeit, die Zugänglichkeit von Unterrichtsmaterialien und motivationale Faktoren wie das Autonomie- und Kompetenzerleben eine zentrale Rolle spielen (Kunz, Frischknecht-Tobler, Bollmann-Zuberbühler & Grösser, 2015). Mit weiteren vertieften Analysen einer Teilstichprobe soll in diesem Beitrag nun der Frage nachgegangen werden, wie sich unterschiedliche Gruppen von Weiterbildungsteilnehmenden charakterisieren und welche Empfehlungen sich daraus für die Ausgestaltung von Weiterbildungsveranstaltungen ableiten lassen.

#### **3.1 Forschungsdesign**

Nach einer standardisierten eintägigen Weiterbildung zur Einführung in das Thema erhielten die Lehrpersonen das Lehrmittel «Systemdenken fördern» (Bollmann-Zuberbühler et al., 2010) mit Grundlagen zu Systemdenken und stufenspezifischen Unterrichtsmaterialien. In der Phase der Implementierung konnten sie zudem Beratung durch Fachpersonen einfordern. Für die Beantwortung der Fragestellungen wurde ein exploratives, entwicklungsorientiertes Vorgehen gewählt, da wenige bis keine systematischen Erkenntnisse zu Implementierungsprozessen von Systemdenken in Schulen

vorliegen. Das Forschungsvorhaben basierte auf einem «embedded mixed-method design» (Creswell & Plano Clark, 2011) mit drei quantitativen Datenerhebungen ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ) und einer komplementär durchgeführten Interviewstudie ( $t_3$ ; vgl. Abbildung 1).

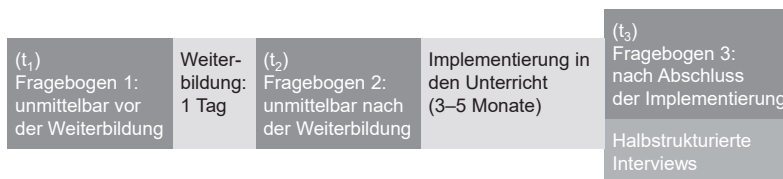


Abbildung 1: Übersicht über das Forschungsdesign.

### 3.2 Quantitative und qualitative Datengrundlage

Zur Erfassung ausgewählter Transfermerkmale (vgl. Abschnitt 2) wurden zu drei Zeitpunkten standardisiert Daten erhoben (vgl. Abbildung 1). Die drei Fragebögen setzten sich zusammen aus bestehenden, geprüften und neu generierten bzw. angepassten Skalen und einzelnen Fragen mit teilweise offenem Antwortformat (vgl. Tabelle 1). Abhängig von ihren Inhalten wurden sie je nach Messzeitpunkt variiert: So wurden z.B. vor der Weiterbildung die Kenntnisse und das bisherige Weiterbildungsverhalten der Teilnehmenden zu BNE und Systemdenken und im Nachhinein ( $t_3$ ) das Ausmass der Implementierung und die Kenntnis des Lehrmittels erhoben. Die offenen Antworten wurden anhand theoriebasierter Kriterien inhaltsanalytisch bewertet und quantifiziert. Komplementär zur standardisierten Erhebung wurden nach der Umsetzungsphase Lehrpersonen mündlich befragt. Die Gruppe der Befragten wurde heterogen zusammengesetzt anhand der Kriterien «Schulstufe», «Art der besuchten Weiterbildung zu Systemdenken» und «Ausmass der Umsetzung». Die Themen der halbstrukturierten Interviews (30 bis 60 Minuten) orientierten sich an der Fragestellung des Projekts (Motivation, Erwartungen, Beschreibung der Umsetzung, Ursachen für Nichtumsetzung, Beurteilung der Transferunterstützung, Veränderungen in der Bedeutsamkeit von BNE und Systemdenken, beobachtete Veränderungen bei den Schülerinnen und Schülern). Die Daten wurden inhaltsanalytisch strukturierend kategorisiert. Dabei wurden theoretisch hergeleitete mit induktiven Kategorien kombiniert (Kuckartz, 2012).

### 3.3 Beschreibung der Teilstichprobe und methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Studie fanden Weiterbildungen für insgesamt 143 Lehrpersonen der Klassenstufen 1 bis 9 aus unterschiedlichen Fachdisziplinen statt. Die Weiterbildungen auf der Basis des Lehrmittels «Systemdenken fördern» richteten sich an zwei unterschiedliche Zielgruppen: Es gab zum einen Kurse mit Lehrpersonen, welche sich aus eigenem Interesse dafür angemeldet hatten, und zum anderen schulinterne, für alle Lehrpersonen obligatorische Weiterbildungen, die vorwiegend von den Schulleitungen

## Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

Tabelle 1: Verwendete Skalen zu den Zeitpunkten  $t_1$ ,  $t_2$  oder  $t_3$  mit Cronbachs  $\alpha$

Name der Skala	Item-Zahl	$\alpha$	t	N	Beispielitem
Gesellschaftsbezogene Kompetenzen <sup>1</sup>	5	0.80	1	111	In welchem Ausmass fördern Sie in Ihrem Unterricht bei Ihren Schülerinnen und Schülern die Fähigkeiten, gesellschaftliche Probleme zu erkennen und zu verstehen.
Bedeutsamkeit <sup>2</sup>	4	0.72	3	68	Systemdenken ist relevant für meine Unterrichtstätigkeit.
Autonomieerleben <sup>2</sup>	5	0.82	3	59	Ich kann bei Systemdenken meine eigenen Vorstellungen zu den Unterrichtseinheiten und Materialien umsetzen.
Kompetenzerleben <sup>2</sup>	3	0.75	3	58	Ich fühle mich kompetent hinsichtlich meiner Arbeit mit Systemdenken.
Soziale Eingebundenheit <sup>2</sup>	4	0.86	3	48	Bei Problemen finde ich bei meinen Systemdenk-Kolleginnen-/Kollegen oder Expertinnen/Experten ein offenes Ohr.
Prokrastination <sup>2</sup>	5	0.73	3	57	Nach dem Weiterbildungskurs nahm ich mir Dinge zum Systemdenken vor, die ich dann doch nicht tat.
Arbeitsumfeld <sup>1</sup>	8	0.87	2	112	Ich finde, unsere Schule bemüht sich wenig um Erneuerung und Entwicklung [Item umgepolt].
Praxistauglichkeit des Lehrmittels <sup>3</sup>	11	0.90	3	31	Das Lehrmittel «Systemdenken fördern» ist für eine Umsetzung mit meiner Zielstufe geeignet.

Anmerkungen: Quellen: <sup>1</sup> Halbheer, Kunz & Maag-Merki (2005); <sup>2</sup> Schellenbach-Zell (2009); <sup>3</sup> Wirthensohn (2010). Die Items zu den Skalen von Schellenbach-Zell und Wirthensohn wurden im Wortlaut auf Systemdenken angepasst.

initiiert worden waren. Zum dritten Erhebungszeitpunkt haben die Lehrpersonen zudem die Implementierung von Systemdenken in ihrem Unterricht eingeschätzt: «Wenigimplementierende» haben isoliert Übungen und Aktivitäten zu Systemdenken umgesetzt, «Vielimplementierende» taten dies während mehrerer Lektionen bzw. Wochen. Weitere Lehrpersonen hatten zum Zeitpunkt der dritten Befragung (noch) keine Inhalte der Weiterbildung bzw. des Lehrmittels implementiert. Jede Lehrperson wählte dabei die für sie passenden Fächer für die Implementierung von Systemdenken aus.

In einem ersten Schritt wurden statistische Analysen zur Gesamtstichprobe und Gruppenvergleiche von «freiwillig» gegenüber «obligatorisch» Teilnehmenden sowie Vielimplementierenden gegenüber Wenigimplementierenden durchgeführt (Kunz et al., 2015). Für ein besseres Verständnis der Faktoren, die zur Implementierung von Systemdenken beitragen, wurde im Rahmen dieser Teilstudie eine Teilstichprobe derjenigen 51 Lehrpersonen vertieft analysiert, die Systemdenken nach der Weiterbildung in ihrem Unterricht umgesetzt und an der dritten Erhebung Angaben dazu gemacht hatten. Zur Charakterisierung der Teilstichprobe wurden im Sinne einer Typenbildung (Kuckartz, 2012) drei Gruppen hinsichtlich der Merkmale «Implementierungsgrad» (viel bzw. wenig) und «Art der Weiterbildung» (schulintern-obligatorisch bzw. individuell-freiwillig) in den Fokus genommen. Der quantitative Datensatz liess Stichpro-



benvergleiche (*t*-Test und nonparametrische Verfahren für unabhängige Stichproben) zwischen drei Gruppen zu (vgl. Tabelle 2), jedoch schränkten die kleinen Fallzahlen die Generalisierbarkeit der quantitativen Ergebnisse ein. Für ein vertieftes Verständnis der Teilstichprobe wurden daher 16 Interviews inhaltlich strukturierend analysiert und die Ergebnisse zur Typenbildung hinzugezogen.

Tabelle 2: Übersicht über die drei unterteilten Typen von Weiterbildungsteilnehmenden

Bezeichnung Gruppe	Anzahl Fragebogen	Anzahl Interviews
Vielimplementierende der freiwilligen Weiterbildung	13	7
Vielimplementierende der obligatorischen, schulinternen Weiterbildung	21	5
Wenigimplementierende der obligatorischen, schulinternen Weiterbildung	17	4

#### 4 Resultate zu den Transfermerkmalen

Für die hier bearbeitete Fragestellung werden relevante Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Auswertungen entlang der erläuterten Transfermerkmale beschrieben. Der Mittelwertvergleich in Abbildung 2 verdeutlicht zentrale Aspekte der Transfermerkmale in den drei untersuchten Gruppen (vgl. Tabelle 2); weitere statistische Kennwerte werden im Lauftext aufgeführt.

##### 4.1 Resultate zu Merkmalen der Innovation

Gesellschaftsbezogene Kompetenzen wurden bereits vor der Weiterbildung im Unterricht der viel implementierenden Lehrpersonen eher gefördert als in jenem der wenig implementierenden Lehrpersonen. Selbst innerhalb der obligatorischen Weiterbildung fand sich ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ( $T = -2.115$ ,  $df = 33$ ,  $p < 0.05$ ). Vielimplementierende der freiwilligen Weiterbildungen thematisierten zudem häufiger BNE-Themen im Unterricht als Vielimplementierende der obligatorischen Weiterbildung ( $U = 285$ ,  $p < 0.05$ ). Allerdings war die Streuung in allen Gruppen gross ( $0.81 < SD < 0.94$ ).

Die Interviewaussagen der freiwilligen Vielimplementierenden verdeutlichen, dass Systemdenken keine absolute Neuheit für sie darstellte, dass sie kaum Schwierigkeiten in der Umsetzung von Systemdenken innerhalb ihres Unterrichts sahen und dass sie bereits vorher ähnlich unterrichtet hatten. Sie verstehen Systemdenken nicht erst seit der Weiterbildung als ein «Instrument», um Inhalte unabhängig von einem spezifischen Fach zu thematisieren, wie die Antwort einer Lehrperson auf die Frage nach Schwierigkeiten bei der Implementierung zeigt:

*Ja eigentlich finde ich es nach wie vor ideal, wenn man Unterricht so gestaltet, weil der Nutzen ist einfach viel höher. Und der Lehrplan, der gibt uns ja Inhalte vor, aber er gibt ja nicht vor, wie wir das umsetzen, und ich denke, es ist für mich wie ein Rahmen, wie man Unterricht auch gestalten oder welchen Blickwinkel man einnehmen kann. (viel-freiwillig)*



## Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

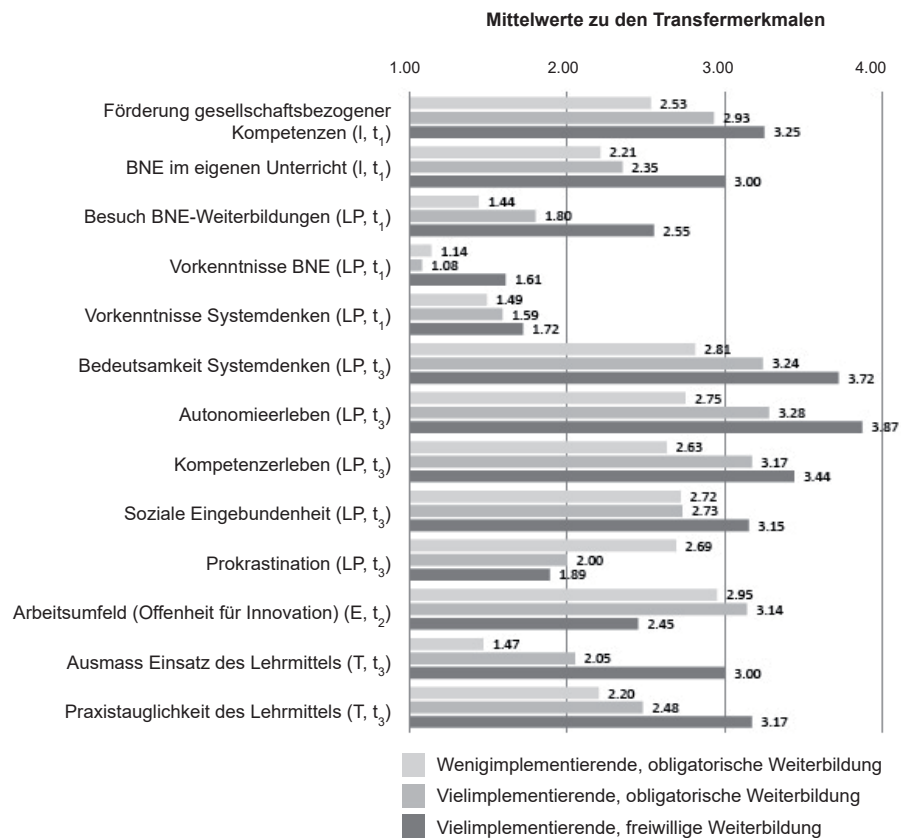


Abbildung 2: Mittelwertvergleich der Transfermerkmale in den Weiterbildungsgruppen (I = Merkmale der Innovation, LP = Merkmale der Lehrperson, E = Merkmale der Einzelschule, T = Merkmale der Transferunterstützung zu den Zeitpunkten t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> oder t<sub>3</sub>).

Zwar betonten auch einzelne Wenigimplementierende, dass sie Inhalte der BNE seit Längerem in ihrem Unterricht thematisieren würden. Dennoch empfanden sie es als schwierig, selbst mit der Komplexität von Systemdenken umzugehen oder es Schülerinnen und Schülern zu vermitteln.

### 4.2 Resultate zu Merkmalen der Lehrperson

An Weiterbildungen zum Thema «BNE» nahmen Vielimplementierende der freiwilligen Weiterbildungen eher teil als Vielimplementierende der obligatorischen Weiterbildungen ( $T = 3.394$ ,  $df = 29$ ,  $p < 0.01$ ). Sie hatten entsprechend bessere Vorkenntnisse zu BNE ( $T = 2.245$ ,  $df = 31$ ,  $p < 0.05$ ). Allerdings waren diese in allen drei Gruppen sehr bescheiden. Ebenso verfügten Lehrpersonen aller Gruppen vor der Weiterbildung über keine bis wenig differenzierte Vorkenntnisse zu Systemdenken (vgl. Abbildung 2).

In den Interviews erwähnten einige Vielimplementierende, dass sie sich bereits vor der Studienteilnahme mit Themen der BNE oder mit Systemdenken auseinandergesetzt hätten:

*Also ich habe so einige Gedanken gehabt, was Systemdenken heissen könnte, war mal an einer Weiterbildung von BNE, also der Nachhaltigkeit, habe auch dieses Lehrmittel noch nicht gross eingesetzt, aber hab' gedacht, das gehört so ein wenig zusammen, und deswegen habe ich die Weiterbildung besucht. (viel-freiwillig)*

Von den interviewten Wenigimplementierenden kannte hingegen niemand Systemdenken vor der Teilnahme.

Nach der Implementierung schätzten Lehrpersonen aller Gruppen Systemdenken für ihre Unterrichtstätigkeit und ihren Beruf als bedeutsam ein. Vielimplementierende der obligatorischen Weiterbildung wiesen Systemdenken insgesamt eine grössere Bedeutung zu als die Wenigimplementierenden ( $T = -2.61$ ,  $df = 34$ ,  $p < 0.05$ ), jedoch eine geringere Bedeutung als die freiwilligen Vielimplementierenden ( $U = 45.0$ ,  $p < 0.01$ ). In den Aussagen der Kursteilnehmenden, die viel umgesetzt haben, zeigen sich die hohe Bedeutsamkeit und die Relevanz, die sie Systemdenken zuschreiben:

*Also es war eine spannende Thematik, um den Kindern auch so ein bisschen zu zeigen, wir Menschen sind hier auf der Welt eigentlich schon sehr einflussstarke Wesen und können natürlich mit kleinen Ursachen ganz grosse Auswirkungen, die unter Umständen viele negative Aspekte haben für gewisse Bevölkerungskreise [...]. Die Kinder haben sehr gut darauf angesprochen, [...], haben wirklich viel gemerkt und Zusammenhänge analysiert. (viel-obligatorisch)*

Von den wenig umsetzenden Lehrpersonen wurde die Bedeutsamkeit von Systemdenken in den Interviews nicht explizit angesprochen.

Die freiwilligen Vielimplementierenden zeichneten sich durch ein ausgeprägtes Autonomie- und Kompetenzerleben bei der Umsetzung von Systemdenken in ihrem Unterricht aus (vgl. Abbildung 2). Die Vielimplementierenden der obligatorischen Weiterbildung erlebten sich ebenfalls als kompetent, waren aber etwas weniger autonom in der Umsetzung als die Freiwilligen ( $T = -3.276$ ,  $df = 30$ ,  $p < 0.01$ ). Die Wenigimplementierenden zeigten ein geringeres Autonomie- und Kompetenzerleben als die Vielimplementierenden der gleichen Schulen (Autonomie:  $T = -2.875$ ,  $df = 36$ ,  $p < 0.01$ ; Kompetenz:  $T = -2.843$ ,  $df = 34$ ,  $p < 0.01$ ) und eine grössere Tendenz zur Prokrastination ( $T = 3.650$ ,  $df = 35$ ,  $p < 0.01$ ). Hinsichtlich der wahrgenommenen sozialen Eingebundenheit zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Über alle Gruppen hinweg korrelierte die Prokrastination positiv mit der wahrgenommenen Einarbeitungszeit in die Thematik ( $r = 0.337$ ,  $p < 0.01$ ) und negativ mit dem Autonomie- und Kompetenzerleben (Autonomie:  $r = -0.430$ ,  $p < 0.01$ ; Kompetenz:  $r = -0.567$ ,  $p < 0.000$ ) und der Einschätzung der Bedeutsamkeit ( $r = -0.386$ ,  $p < 0.01$ ).

## Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

In den Interviews bestätigte sich, dass es unter den Lehrpersonen der obligatorischen Weiterbildung einigen gelungen war, Freiheitsgrade zu nutzen und sich an der Umsetzung zu versuchen, oft auch in Kooperation mit anderen Lehrpersonen:

*Ja es ist halt wirklich zusätzlich und daher, glaube ich, braucht es schon noch ein bisschen Überwindung dann von Lehrkräften, dass sie sagen: «Das ist mir jetzt so wichtig, dass ich bereit bin, einen Teil meiner anderen Inhalte zu streichen.» (viel-obligatorisch)*

Die Vielimplementierenden waren in erster Linie motiviert durch ihr Interesse an der eigenen Unterrichtsentwicklung und fühlten sich in der Umsetzung der Unterrichtseinheiten weitestgehend frei. Die Motivation der Wenigimplementierenden war eingeschränkt aufgrund von Schwierigkeiten mit der Komplexität und der fehlenden Passung mit ihrer Unterrichtsplanung. Auch fehlte einigen die kollegiale Unterstützung:

*Irgendwie hat es mir nicht ins Konzept gepasst. Und dann wollte ich das Ganze nach den Ferien, also zu Schuljahresbeginn haben wir das Thema «Wildtiere», da wollte ich das irgendwie dort einbringen und umsetzen und irgendwie hat's einfach nicht gepasst oder es war mir zu theoretisch im Moment. (wenig-obligatorisch)*

### 4.3 Resultate zu Merkmalen der Einzelschule

Lehrpersonen der obligatorischen Weiterbildungen schätzten ihr Arbeitsumfeld als eher unterstützend und offen für Innovationen ein. Die freiwilligen Vielimplementierenden hingegen erlebten ihr Umfeld als deutlich weniger unterstützend als die Vielimplementierenden der obligatorischen Weiterbildungen (vgl. Abbildung 2;  $T = -3.934$ ,  $df = 27$ ,  $p < 0.01$ ). Auch in den Interviews äusserten die freiwillig Teilnehmenden, dass sich ihr schulinternes Umfeld wenig für ihre Projekte interessiere und BNE wie auch Systemdenken keine Entwicklungsthemen der Schule seien, die von der Schulleitung gefördert werden, sodass sie neben verschiedenen anderen schulischen Zielen oder individuellen Interessen in den Hintergrund träten:

*Wir sind sehr individuell, also [der Schulleiter] hat gewusst, dass ich da mitmache, aber das hat ihn nicht gross interessiert. Im Team, den Kollegen – ich habe ja eigentlich nur den Mittelstufenlehrer, der noch ist – für ihn ist es eher Mehraufwand und dann sagt er, er nehme lieber die alten Sachen heraus. (viel-freiwillig)*

### 4.4 Resultate zu Merkmalen der Transferunterstützung

Die Weiterbildung mit stufengerechten Umsetzungsideen als transferunterstützendem Merkmal bewirkte bei den viel implementierenden, freiwillig Teilnehmenden, dass sie Systemdenken eine grössere Bedeutung zumassen und mit einem Gefühl der Machbarkeit in den Schulalltag zurückgingen. Sie waren als alleinige Umsetzende im Schulhaus verstärkt auf das Lehrmittel angewiesen. Im Vergleich zu den Vielimplementierenden der obligatorischen Weiterbildung setzten die Freiwilligen mehr Beispiele aus dem Lehrmittel direkt um ( $T = -2.723$ ,  $df = 31$ ,  $p < 0.05$ ), kannten das Lehrmittel entsprechend besser ( $T = -2.323$ ,  $df = 26$ ,  $p < 0.05$ ) und schätzten auch die Praxistauglichkeit des Lehrmittels höher ein ( $T = -2.74$ ,  $df = 28$ ,  $p < 0.05$ ).

In den Interviews bewerteten die Vielimplementierenden die Weiterbildung zu Systemdenken als unterstützend sowie das Lehrmittel mit seinen verschiedenen praktischen und theoretischen Teilen als unkompliziert einsetzbar. Durch die Weiterbildung hat sich bei den Vielimplementierenden das Bewusstsein für Systemdenken konkretisiert, sie haben praktische Ideen und Materialien erhalten, die direkt oder an eigene Bedürfnisse angepasst umsetzbar sind und ihnen die weitere Umsetzung in ihrem Unterricht erleichtern:

*Also ich habe das sehr gut gefunden. Ich habe das alles sehr schnell auch wiedergefunden. [...] Vom Konzept her überschaubar, man sieht alles, wie es geht. Das Ganze kann man sehr gut ausdrücken, also direkt gebrauchen. (viel-freiwillig)*

*Ich habe das Gefühl gehabt, dort habe ich wirklich einen Tag lang Sachen gesehen, die mir was bringen im Unterricht. (viel-freiwillig)*

Uneinigkeit herrschte auch nach der Weiterbildung noch bei den meisten Interviewten hinsichtlich der Frage des Lehrplanbezugs. Die Vielimplementierenden verstanden Systemdenken wie erwähnt bereits vor der Weiterbildung eher als integrales pädagogisches Bildungsziel, das sie den Schülerinnen und Schülern vermitteln, und nicht als komplexe Innovation. Allerdings verstanden die Teilnehmenden der obligatorischen Weiterbildung Systemdenken eher als Hindernis, weil sie es als etwas Zusätzliches zum Unterrichtsstoff betrachteten. Sie fürchteten, dass andere Inhalte zurückgestellt oder weggelassen würden:

*Und das ist die Schwierigkeit, dass man dem Thema mal Raum gewähren muss, damit man überhaupt Grundlagen schaffen kann, und dann fließt es später immer wieder ein und kann vielleicht genutzt werden. Oder man kann dann weiter noch mal darauf aufbauen in einer Einheit oder so, aber die Inhalte der Sequenzen sind natürlich schon nicht so, dass sie für uns gerade praktisch den Stoff ohnehin ergänzen würden, sondern es sind abgekapselte Teile. (viel-obligatorisch)*

Auch nach der Weiterbildung erkannten sie Bezüge zu Lehrplaninhalten bzw. ihren Fächern nicht bzw. stellten Bezüge nicht her:

*[Im Lehrplan] ist eigentlich nicht so sehr viel drin, würde ich einmal sagen. Es sind zwar die Kreisläufe drin, jegliche Art von Kreisläufen, Wirtschaftskreisläufe, Geldkreislauf, Wasserkreislauf und, und, und. Das kommt sicher vor, aber nicht konkret auf Systemdenken bezogen. (wenig-obligatorisch)*

## 5 Zusammenfassung der typenspezifischen Ergebnisse

Im Folgenden werden zusammengefasst die relevanten Transfermerkmale der drei Gruppen von Weiterbildungsteilnehmenden dargestellt.

### **5.1 Freiwillige Vielimplementierende: die Überzeugten**

Diese Lehrpersonen zeigen eine Affinität zu BNE und zur Förderung gesellschaftsbezogener Kompetenzen. Sie sind eigenständig unterwegs, erachten Systemdenken als eine bedeutsame Kompetenz, um die Komplexität von BNE-Themen besser zu verstehen und für den Unterricht aufzubereiten. Diese Lehrpersonen suchen gezielt nach Transferunterstützung im Sinne von Weiterbildungskursen und Lehrmitteln, die ihnen dabei helfen, ihren Unterricht weiterzuentwickeln. Sie sehen kein Hindernis in der Umsetzung von Systemdenken im Rahmen des Lehrplans und der Unterrichtsinhalte in ihren Fächern.

### **5.2 Vielimplementierende der obligatorischen Weiterbildungen: die Offenen und Anpackenden**

Lehrpersonen dieser Gruppe erachten Systemdenken ebenfalls als bedeutsam, obwohl sie anfangs eine geringere Affinität zu BNE aufweisen als die Freiwilligen. Bezüge zum bisherigen Unterrichtshandeln stellen sie erwartungsgemäss weniger her als die Überzeugten, sie sehen jedoch kaum Schwierigkeiten in der Umsetzung im Rahmen des Lehrplans und sind offen für Neues. Diese Gruppe von Lehrpersonen traut sich die Implementierung von Systemdenken in ihrem Unterricht zu, setzt sie in kooperativer Zusammenarbeit um und ist insofern kollegial eingebunden und unterstützt. Allerdings nutzen diese Lehrpersonen das Lehrmittel tendenziell weniger.

### **5.3 Wenigimplementierende der obligatorischen Weiterbildungen: die Unsicheren**

Diese Lehrpersonen haben weniger Bezug zu BNE sowie weniger Vorwissen und Erfahrungen als die Lehrpersonen der anderen Gruppen und erachten Systemdenken auch als weniger bedeutsam für ihren Unterricht. Sie sehen eher Schwierigkeiten in der Passung zu ihrem bisherigen Unterricht, ihrem Fach oder ihren geplanten Inhalten. Auch fühlen sich die Wenigimplementierenden weniger kompetent und/oder schieben die Umsetzung hinaus. Material und Zeitaufwand werden als Gründe angegeben, letztlich fehlt es jedoch in erster Linie an der Überzeugung für das Systemdenken.

## **6 Diskussion und Fazit**

Ziel der vorliegenden Ausführungen war es, Gruppen von Weiterbildungsteilnehmenden anhand quantitativer und qualitativer Daten zu charakterisieren, um daraus Hinweise für künftige Weiterbildungsangebote gruppenspezifisch abzuleiten. Das explorative Forschungsdesign der Gesamtstudie und die methodische Triangulation sowie die Vielfalt an untersuchten Konstrukten innerhalb der standardisierten Befragung ermöglichten es trotz kleiner Fallzahlen, typenspezifische Merkmale für drei Gruppen von Teilnehmenden der Weiterbildungsveranstaltungen herauszuarbeiten, auch wenn sich nur beschränkt generalisierende Aussagen treffen lassen. Die kleinen Gruppen ergeben sich aus der ersten Hürde des Projekts, Lehrpersonen und Schulleitungen für

die Teilnahme an einem Forschungsprojekt zu einem fächerübergreifenden Thema wie Systemdenken zu gewinnen. Auch war es in der vorliegenden Studie aufgrund des zu geringen Rücklaufs nicht möglich, Transfermerkmale für die Gruppen der wenig implementierenden freiwilligen Lehrpersonen und insbesondere der nicht implementierenden Lehrpersonen zusammenzutragen und daraus weitere Schlüsse zu ziehen.

Anhand der Ergebnisse wurde sichtbar, dass nicht alle Kursteilnehmenden die gleichen transferunterstützenden Massnahmen benötigen: Die *Überzeugten* sehen einen Sinn darin, BNE – und damit verbunden Systemdenken als Schlüsselkompetenz – in ihren Unterricht zu integrieren, und würden sich am ehesten auch für längere Weiterbildungen begeistern, die laut Lipowsky (2009) zu einer höheren Wirksamkeit führen könnten. Als «Einzelkämpferinnen» und «Einzelkämpfern» für ihre Sache fehlt es ihnen jedoch an einer organisationalen Einbindung. Sie sind nicht automatisch auch Disseminatorinnen und Disseminatoren, denn sie stossen im schulischen Umfeld auf zu wenig Unterstützung bzw. Interesse. Dennoch sollten sie mit entsprechenden Weiterbildungsangeboten unterstützt und gefördert werden, da sie als «early adopters» (Rogers, 2003) die neuen Ideen des Systemdenkens und der BNE im Unterricht innovativ umsetzen und so wertvolle Beispiele einer guten Praxis für Kolleginnen und Kollegen liefern. Die Gruppe der Überzeugten sollte unbedingt auch in schulinterne Transferbemühungen einbezogen werden, da diese Lehrpersonen aufgrund ihrer Erfahrungen ideale Voraussetzungen haben, um andere zu unterstützen.

Die *Offenen und Anpackenden* bilden die primären Adressatinnen und Adressaten von schulinternen obligatorischen Weiterbildungen, denn aus freien Stücken besuchen sie kaum ein entsprechendes Weiterbildungsangebot. Für sie ist es zentral, die Bedeutsamkeit des Themas und den Bezug zu ihrem Unterricht aufgezeigt zu bekommen. Begleitet werden müssen diese Weiterbildungsangebote von unterstützenden schulinternen Rahmenbedingungen wie beispielsweise Austauschgefässen für eine kooperative Zusammenarbeit (Michelsen & Rode, 2012).

Die *Unsicheren* sind eher schwierig zu motivieren für die Teilnahme an Weiterbildungen, insbesondere dann, wenn der Bezug zu ihrem spezifischen Fach nicht unmittelbar ersichtlich ist. Für diese Gruppe von Lehrpersonen muss die Einstiegsschwelle bezüglich Material und Zeitaufwand möglichst niedrig gehalten werden. Zentral ist ebenfalls, dass diese Lehrpersonen die Bedeutung von Systemdenken und für BNE erkennen, sowohl für sich persönlich als auch für ihren Bildungsauftrag (Lipowsky, 2009).

Die vorliegende Teilstudie hat gezeigt, dass einige, aber nicht alle implementierenden Lehrpersonen ein generelles Interesse an Systemdenken und BNE aufweisen. Insgesamt bestehen aber mangels Aus- und Weiterbildungen wenig fundierte Kenntnisse darüber, wie die Thematik im Unterricht umgesetzt werden kann. Systemdenken wird wie BNE als eine eher komplexe Innovation betrachtet, was eine Implementierung grund-

sätzlich erschwert (Gräsel, 2010; Pöhlmann et al., 2014; Rogers, 2003). Dies erfordert Unterstützung und Überzeugungsarbeit, indem Bezüge zum Lehrplan und zum Unterrichtsgeschehen aufgezeigt werden (Fussangel et al., 2010).

Die bescheidenen Vorkenntnisse der Lehrpersonen in BNE und Systemdenken weisen darauf hin, dass in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen mehr fachliches und fachdidaktisches Wissen aufgebaut werden sollte und Anwendungen in verschiedenen Fachbereichen aufgezeigt werden sollten (Riess et al., 2015; Rode, 2006). Denn im Einklang mit der Studie von Schellenbach-Zell (2009) zeigte sich, dass Lehrpersonen, welche die Bedeutsamkeit von Systemdenken für sich und ihren Unterricht erkennen und sich in der Materie als kompetent erleben, eine Implementierung motivierter anpacken und im Unterricht neue Wege gehen. Übereinstimmend mit anderen Studien erwiesen sich neben theoretischen Grundlagen konkrete stufenspezifische Umsetzungsbeispiele in der Weiterbildung oder Anregungen im Lehrmittel als förderlich, indem sie es den Lehrpersonen ermöglichten, an bestehende Handlungsrountinen anzuknüpfen (Fussangel et al., 2010; Lipowsky, 2009). Der Zeitfaktor erwies sich hingegen bei den Wenigimplementierenden – wie in der Studie von Michelsen und Rode (2012) zur Verbreitung von BNE – als ein Hindernis für die Umsetzung von Systemdenken.

Fächerübergreifende Bildungsanliegen wie Systemdenken und BNE sollten von den Schulen daher langfristig als Schulentwicklungsziele gesetzt werden. Nur so lässt sich die Bedeutsamkeit dieser Thematiken in der für einen Transfer notwendigen Tiefe verankern und in einem kooperativen Arbeitsklima umsetzen. Über das Ausmass und die konkreten Inhalte sollten Lehrpersonen jedoch möglichst autonom entscheiden und bei Bedarf auf Unterstützungsangebote wie Coachings durch externe Expertinnen und Experten oder interne professionelle Lerngemeinschaften zurückgreifen können.

Im Hinblick darauf, dass im Lehrplan 21 Aspekte und Themen einer BNE in diverse Fachbereichs- und Modullehrpläne durch Querverweise eingearbeitet wurden, ist es sinnvoll und wichtig, Lehrpersonen zur Umsetzung im Unterricht zu befähigen. Dazu sind Weiterbildungen zu überfachlichen Kompetenzen wie Systemdenken wichtig, reichen jedoch allein nicht aus. Für einen langfristig erfolgreichen Transfer ist es notwendig, eine Kombination von schulinternen, persönlichen und innovationsbezogenen Faktoren für unterschiedliche Gruppen von Weiterbildungsteilnehmenden zu berücksichtigen. Auch ist es lohnenswert, sich in Studien basierend auf grösseren Stichproben weiter mit überfachlichen Kompetenzen zu befassen. So wäre es beispielsweise wünschenswert, den Erfolg von Aus- und Weiterbildungsmassnahmen im Rahmen einer grösseren Längsschnitt- oder Interventionsstudie zu überprüfen, insbesondere auch hinsichtlich unterschiedlicher Gruppen von Kursteilnehmenden.



## Literatur

- Berkemeyer, N., Järvinen, H., Otto, J. & Bos, W.** (2011). Kooperation und Reflexion als Strategien der Professionalisierung in schulischen Netzwerken. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, Beiheft, 225–247.
- BLK.** (1998). *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Orientierungsrahmen* (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 69). Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.
- Bollmann-Zuberbühler, B.** (2010). *Systemisches Denken an der Sekundarstufe I. Eine Interventionsstudie* (unveröffentlichte Dissertation). Zürich: Zentralstelle der Studentenschaft der Universität Zürich.
- Bollmann-Zuberbühler, B., Frischknecht-Tobler, U., Kunz, P., Nagel U. & Wilhelm Hamiti, S.** (2010). *Systemdenken fördern. Systemtraining und Unterrichtsreihen zum vernetzten Denken*. Bern: Schulverlag.
- Booth Sweeney, L. & Sternman, J.** (2007). Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23 (2–3), 285–312.
- Bormann, I.** (2013). Bildung für nachhaltige Entwicklung als Praxis sozialer Innovation. In J. Rückert-John (Hrsg.), *Soziale Innovation und Nachhaltigkeit* (S. 269–288). Wiesbaden: Springer VS.
- Bormann, I. & de Haan, G.** (2008). *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Coburn, C.E.** (2003). Rethinking Scale: Moving Beyond Numbers to Deep and Lasting Change. *Educational Researcher*, 32 (6), 3–12.
- Creswell, J.W. & Plano Clark, V.L.** (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2<sup>nd</sup> edition). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M.** (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (2), 223–238.
- D-EDK.** (2015). *Lehrplan 21: Grundlagen*. Luzern: D-EDK.
- Frischknecht-Tobler, U., Nagel, U. & Seybold, H.** (Hrsg.). (2008). *Systemdenken. Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen*. Zürich: Verlag Pestalozzianum.
- Fussangel, K., Rürup, M. & Gräsel, C.** (2010). Lehrerfortbildung als Unterstützungssystem. In H. Altrichter & K. Maag Merki (Hrsg.), *Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem* (S. 327–354). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gräsel, C.** (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13 (1), 7–20.
- Halbheer, U., Kunz, A. & Maag Merki, K.** (2005). *Pädagogische Entwicklungsbilanzen an Zürcher Mittelschulen (PEB-ZH). Indikatoren zu Kontextmerkmalen gymnasialer Bildung. Perspektive der Lehrpersonen: Schul- und Unterrichtserfahrungen. Skalen- und Itemdokumentation*. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich.
- Kuckartz, U.** (2012). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Kunz, P., Frischknecht-Tobler, U., Bollmann-Zuberbühler, B. & Grösser, S.N.** (2015). Factors influencing the Adoption of Systems Thinking in Primary and Secondary Schools in Switzerland. *Systems Research and Behavioral Science*. Online verfügbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sres.2391/abstract> (18.12.2016).
- Kunz, P. & Wilhelm, M.** (2010). Impulse für den Unterricht: 18 Unterrichtseinheiten. In R. Kyburz-Graber, U. Nagel & F. Odermatt (Hrsg.), *Handeln statt hoffen. Materialien zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung für die Sekundarstufe I* (S. 36–120). Zug: Klett und Balmer.
- Künzli, D., Bertschy, F. & Di Giulio, A.** (2010). Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung im Vergleich mit Globalem Lernen und Umweltbildung. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 32 (2), 213–231.
- Kyburz-Graber, R., Nagel U. & Odermatt, F.** (Hrsg.). (2010). *Handeln statt hoffen. Materialien zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung für die Sekundarstufe I*. Zug: Klett und Balmer.
- Lipowsky, F.** (2009). Unterrichtsentwicklung durch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27 (3), 346–360.

## Systemdenken als Schlüsselkompetenz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

- Meadows, D.L. & Wright, D.** (2010). *Die Grenzen des Denkens*. München: oekom.
- Mehren, R., Rempfler, A., Ulrich-Riedhammer, E. M., Buchholz, J. & Hartig, J.** (2015). Wie lässt sich Systemdenken messen? Darstellung eines empirisch validierten Kompetenzmodells zur Erfassung geographischer Systemkompetenz. *Geographie aktuell & Schule*, 37 (215), 4–16.
- Michelsen, G. & Rode, H.** (2012). Die Verbreitung einer wegweisenden Idee: Der Beitrag der UN-Dekade für die Diffusion von Bildung für nachhaltige Entwicklung. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung – Beiträge der Bildungsforschung* (Bildungsforschung, Band 39) (S. 91–113). Berlin: BMBF.
- Muheim, V., Künzli David, C., Bertschy, F., Wüst, I., Buchs, C., Bänninger, C., Gysin, S. & Isler-Wirth, P.** (2014). *Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung vertiefen. Grundlagenband aus der Reihe «Querblicke»*. Herzogenbuchsee: Ingold.
- Ossimitz, G.** (2000). *Entwicklung systemischen Denkens. Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*. München: Profil.
- Petsch, C., Gönnenwein, A. & Nickolaus, R.** (2012). Effekte des Modellversuchsprogramms Transfer 21 – Ein Beitrag zur Transferforschung und zu Effekten von BNE. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung – Beiträge der Bildungsforschung* (Bildungsforschung, Band 39) (S. 43–69). Berlin: BMBF.
- Plate, R.** (2010). Assessing individuals' understanding of nonlinear causal structures in complex systems. *System Dynamics Review*, 26 (1), 19–33.
- Pöhlmann, C., Pant, H.A., Frenzel, J., Roppelt, A. & Köller, O.** (2014). Auswirkungen einer Intervention auf die Auseinandersetzung und Arbeit mit Bildungsstandards bei Mathematik-Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17 (1), 113–133.
- Prenzel, M.** (2010). Geheimnisvoller Transfer? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13 (1), 21–37.
- Riess W. & Mischo, Ch.** (2010). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education*, 32 (6), 705–725.
- Riess W., Schuler S. & Hörsch, C.** (2015). Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. *Geographie aktuell & Schule*, 37 (215), 16–29.
- Rode, H.** (2006). Gelingensbedingungen für Innovationen. Ausgewählte Ergebnisse aus dem BLK-Programm «21». In W. Riess & H. Apel (Hrsg.), *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Aktuelle Forschungsfelder und -ansätze* (S. 87–99). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rogers, E.M.** (2003). *The Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Schellenbach-Zell, J.** (2009). *Motivation und Volition von Lehrkräften in Schulinnovationsprojekten* (unveröffentlichte Dissertation). Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal.
- Sleurs, W.** (Hrsg.). (2007). *Competencies for ESD (Education for Sustainable Development) teachers. A framework to integrate ESD in the curriculum of teacher training institutes*. Brüssel: ENSI.
- Trempler, K., Schellenbach-Zell, J. & Gräsel, C.** (2012). Effekte des Transfermodellversuchsprogramms «Transfer21» auf Unterrichts- und Schulebene. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung – Beiträge der Bildungsforschung* (Bildungsforschung, Band 39) (S. 25–42). Berlin: BMBF.
- Wiek, A., Withycombe, L. & Redman C.L.** (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6 (2), 203–218.
- Wirthensohn, M.** (2010). *Levanto – Das Evaluationstool für Lehrmittel*. Rapperswil: ilz. Online verfügbar unter: <https://www.ilz.ch/cms/index.php/dienstleistungen/le> (02.12.2016).

## Autorinnen und Autor

**Brigitte Bollmann-Zuberbühler**, Dr. phil., Pädagogische Hochschule Zürich, [brigitte.bollmann@phzh.ch](mailto:brigitte.bollmann@phzh.ch)  
**Nina-Cathrin Strauss**, Dipl.-Päd., Pädagogische Hochschule Zürich, [nina-cathrin.strauss@phzh.ch](mailto:nina-cathrin.strauss@phzh.ch)  
**Patrick Kunz**, Dr., Pädagogische Hochschule St. Gallen, [patrick.kunz@phsg.ch](mailto:patrick.kunz@phsg.ch)  
**Ursula Frischknecht-Tobler**, dipl. phil. II und M.A.T., Pädagogische Hochschule St. Gallen, [ufrisch@rsnweb.ch](mailto:ufrisch@rsnweb.ch)