

JANA HEINZ, KATRIN LIPOWSKI UND TINA SEIDEL

## **Firing up Science Education in Europe – Kurzdarstellung des EU-Projekts S-TEAM**

### **Firing up Science Education in Europe – A Brief Outline of the EU-Project S-TEAM**

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Das EU-Projekt S-TEAM (Science-Teacher Advanced Methods) zielt auf die Verbreitung reformorientierter Unterrichtsmethoden wie forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa. Durch die verstärkte Nutzung innovativer Lehr- und Lernmethoden im naturwissenschaftlichen Unterricht wird angestrebt, das Interesse der Jugendlichen am naturwissenschaftlichen Unterricht und an naturwissenschaftlichen Themen zu erhöhen. Insgesamt sind 25 Organisationen in 15 Ländern an S-TEAM beteiligt, so dass nationales Expertenwissen über naturwissenschaftlichen Unterricht und nationale Bildungskontexte gebündelt werden kann. Die Lehrkräfte werden als die wichtigste Personengruppe angesehen, um Lehrmethoden wie forschendes Lernen im Unterricht zu implementieren. S-TEAM erarbeitet eine Vielzahl an Materialien und initiiert Aktivitäten, um Lehrkräfte in der Nutzung und Umsetzung des Ansatzes zu unterstützen. Um die Projektziele zu erreichen, arbeitet S-TEAM mit Personengruppen auf drei Handlungsebenen zusammen: Politik (I), Lehreraus- und fortbildung (II) sowie mit Lehrerinnen und Lehrern an Schulen (III).

**Schlüsselwörter:** Forschendes und entdeckendes Lernen, Naturwissenschaftliche Bildung, Lehrerprofessionalisierung

#### **ABSTRACT**

The EU-Project S-TEAM (Science-Teacher Advanced Methods) aims at disseminating inquiry based science teaching (IBST) in science education in Europe. It thereby contributes to improving motivation, learning and pupil attitudes in European science education. S-TEAM involves 25 institutions in 15 countries and thereby combines national competence in science education, pedagogy and practice. Teachers are regarded as key-players in implementing these goals. They are supported by a broad variety of resources, activities and stakeholders. S-TEAM addresses persons at three levels to disseminate IBST widest possible: policy level (I), teacher education and professional development level (II) and teacher action level (III).

**Keywords:** Inquiry based science teaching, science education, teacher professional development

## 1 Einleitung

International vergleichende Schulleistungsstudien wie TIMSS oder PISA verweisen auf deutliche länderspezifische Unterschiede in der naturwissenschaftlichen Grundbildung europäischer Schülerinnen und Schüler. Im Hinblick auf Deutschland zeigten TIMSS 1995, PISA 2000 und 2003 zunächst, dass die Jugendlichen im Bereich des mathematischen und naturwissenschaftlichen Wissens im internationalen Vergleich signifikant schlechter abschnitten (Baumert et al., 2001, Baumert & Köller, 2000, Prenzel et al., 2004). TIMSS 1995 machte insbesondere Schwächen in anspruchsvollen Bereichen des mathematischen Denkens (z. B. konzeptuelles Wissen und qualitatives Verständnis) deutlich (Baumert, Bos & Watermann, 2000). Im Unterrichtsfach Physik zeigten sich Schwächen in der Überwindung typischer Fehlvorstellungen (ebd.). Schüler am Ende der Grundstufe hatten vor allem Schwierigkeiten in der Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens in neuen Kontexten. Weiterhin zeigten Videostudien eine methodisch einseitige Gestaltung des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. Die TIMSS Videostudie 1995 etwa analysierte typische Unterrichtssituationen im Mathematikunterricht in Japan, den USA und Deutschland (Stigler & Hiebert, 1997). Im Ergebnis konnten landesspezifische Unterrichtsmuster herausgearbeitet werden. Für Deutschland zeigte sich das Bild eines überwiegend kleinschrittig, fragend-entwickelnden Unterrichts, in dem Aufgaben dazu eingesetzt werden, Routinen

und Prozeduren zu üben (Stigler, Gonzales, Kawanaka, Knoll & Serrano, 1999). Die Dominanz dieses Interaktionsmusters zwischen Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern wurde auch im Ergebnis der IPN-Videostudie deutlich (Prenzel et al., 2002, Seidel & Prenzel, 2004). In dieser wurden Lehr- und Lernprozesse im Physikunterricht untersucht. Die Analysen der Klassengespräche im Physikunterricht zeigten erneut das Vorherrschen des fragend-entwickelnden Unterrichts und hohe Anteile, in denen die Schüler vorrangig als Stichwortgeber und Ergänzung zur Lehrkraft fungieren (Seidel & Prenzel, 2004). Diese Art der Unterrichtsgestaltung fordert von den Lernenden nur wenig kognitive Aktivierung (Baumert 1998, Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997: 40). Weiterhin schneiden diese Unterrichtsmuster im Vergleich mit einer Unterrichtsgestaltung, die eigenen Experimenten, dem Ziehen von Schlussfolgerungen, dem Entwickeln von Ideen und dem Herstellen von Bezügen zum Alltag viel Platz einräumen, schlechter im Hinblick auf die Förderung des Interesses der Jugendlichen am naturwissenschaftlichen Unterricht ab (Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt, 2007, Prenzel, Schütte & Walter, 2007). Ebenso wird die Präsentation naturwissenschaftlichen Wissens in Form von Formeln und Gleichungen von den Jugendlichen als wenig motivierend wahrgenommen, wohingegen das situationale Interesse dadurch gestärkt werden kann, dass der Unterrichtsstoff an Alltagserfahrungen der Jugendlichen anknüpft (Duit, 1997, Krapp & Prenzel, 2001). Allerdings

ist eine Einbettung schulischen Lernens in die Lebenswelt der Jugendlichen sehr voraussetzungsvoll. So stellen z. B. die Autoren der Bund-Länderkommission (BLK) für Bildungsplanung und Forschungsförderung dar, dass Schule als Institution ihrer eigenen pädagogisch-didaktischen Funktionslogik folgt und dadurch nur begrenzt in der Lage ist, systemexterne Forderungen aufzunehmen. Demnach besteht die Stärke von Schule darin, im Rahmen formalisierter Bildungsprozesse systematische und kumulative Lernprozesse anzuregen (BLK, 1997, 40). Nichtsdestotrotz fordern die Autoren eine verbesserte Verschränkung systematischen und situierten Lernens sowie einen stärkeren Bezug von Fachwissen zu den Erfahrungen der Jugendlichen, um ihr Interesse an den Naturwissenschaften zu erhöhen.

In Reaktion auf die Ergebnisse der international vergleichenden Schulleistungsstudien entstanden vielfältige Initiativen zur Verbesserung der sichtbar gewordenen Defizite (DeBoer, 2001). In Deutschland etwa wurden auf verschiedenen Ebenen des Bildungssystems Reforminitiativen umgesetzt. Diese reichen von der Einführung nationaler Bildungsstandards in den Kernfächern oder Vergleichsarbeiten auf der Ebene der Bildungsadministration- und politik (Klieme, 2004) bis hin zur Implementation von Modellprogrammen, wie z. B. dem Unterrichtsentwicklungsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (SINUS) (Ostermeier, Prenzel & Duit, 2010). PISA 2006 zeigt, dass es seit PISA 2000 in Deutschland signifikante Verbesserungen in den

Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften gegeben hat (Carstensen, Prenzel & Baumert, 2008). Diese Ergebnisse haben sich in PISA 2009 stabilisiert und geringfügig weiterentwickelt (Rönnebeck et al., 2010).

## 2 S-TEAM – Ziele und Struktur

Die Verbesserung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Jugendlichen und die Erhöhung des Anteils an Schulabgängern, die sich für einen naturwissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Beruf entscheiden ist ein Schwerpunkt der europäischen Leitlinien und Arbeitsprogramme, die in Folge der Lissabon-Strategie beschlossen wurden (EU, 2009, 7, EU, 2010, 11, WZB, 2010). Um sowohl die Einstellungen der Jugendlichen zu den Naturwissenschaften als auch die Schülerleistungen zu verbessern, wird explizit die Verwendung forschenden Lernens<sup>1</sup> empfohlen (EU, 2010, 12).

Untersuchungsergebnisse zu den Effekten forschenden Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht zeigen, dass diese im Vergleich zu lehrerzentrierten Unterrichtsmethoden die Motivation der Jugendlichen für naturwissenschaftliche Themen erhöhen und das konzeptuelle und epistemische Wissen fördern (Eysink et al. 2009, Furtak, Seidel, Iverson

<sup>1</sup> Wir verwenden als Übersetzung für Inquiry based science learning den Begriff „forschendes Lernen“ und knüpfen damit an Untersuchungen der empirischen Unterrichtsforschung zu diesem Lehr- und Lernansatz an (Bell, 2006, Kollar, 2006, Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt, 2007).

& Briggs, 2009, Minner, Levy & Century, 2010, Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Lee, 2007). Generell jedoch besteht in der empirischen fachdidaktischen Unterrichtsforschung ein breiter Konsens darüber, dass der Einsatz eines bestimmten Lehr- und Lernansatzes nicht automatisch zu Lernerfolg führt (Baumert & Köller, 2000, Brunner et al., 2006, Kunter et al., 2007). Unterrichtsmethoden werden vielmehr als ein Instrument wahrgenommen, das an schulische Lernziele sowie Vorkenntnisse und individuelle Merkmale der Lernenden adaptiert werden muss. Studien über generelle Bedingungen, die Unterricht wirksam machen, verweisen entsprechend nicht auf bestimmte Lehrmethoden, sondern auf unterrichtswirksame Bedingungen wie Zielorientierung, Unterrichtsbegleitung und Herstellung eines positiven Lernklimas durch die Lehrkräfte (Seidel, 2008, Seidel & Shavelson, 2007) und Klassenführung (Helmke, 2009, 174f., OECD, 2010, 19). Speziell im Hinblick auf schülerzentrierte Unterrichtsmethoden, zu denen forschendes Lernen gehört, kristallisierte sich die Unterstützung der Schülerinnen und Schüler im Prozess forschenden Lernens als notwendige Bedingung für Lernerfolg heraus (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Dieses Wissen spricht jedoch nicht gegen den Einsatz forschenden Lernens, da diese Unterrichtsmethode nicht per se mit einer fehlender Struktur und Unterstützung durch die Lehrkräfte gleichgesetzt werden kann (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007). Im Hinblick auf den Umfang der Unterstützung durch die Lehrkräfte bei Unterrichtsschritten wie Finden

der Fragestellung, Methode und Lösungsansatz bestehen graduelle Unterschiede. Das Spektrum der Lehrerunterstützung reicht von Unterrichtsgestaltungen, in denen Fragestellung, Methode und Lösungsweg weitestgehend von der Lehrkraft vorgegeben werden („confirmation inquiry“) bis hin zu Ausprägungen, in denen die Schülerinnen und Schüler diese Schritte selbst bestimmen („open inquiry“) (Bell, Smetana & Binns, 2005, National Research Council, 2000). Unabhängig vom Grad der Unterstützung der Lernenden durch die Lehrkraft zeichnet sich forschendes Lernen durch eine starke Betonung selbstregulierten Lernens und den Einsatz argumentativer Sequenzen aus. Durch die Arbeitsschritte, wie z. B. Probleme formulieren, Informationen suchen, Hypothesen aufstellen, Experimentieren, Ergebnisse auswerten, diskutieren und präsentieren wird zudem die Arbeitsweise naturwissenschaftlichen Arbeitens nachvollzogen. Insgesamt weisen diese Elemente forschenden Lernens starke Bezüge zu den 2005 verabschiedeten Bildungsstandards sowie den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung auf (Bell, 2006). So zeigen die Vereinbarungen über Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) in den Fächern Biologie, Chemie, Physik (KMK, 2004a, 2004b, 2004c), dass neben Fachwissen (Inhaltsdimension) auch die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (Handlungsdimension) den Grundstein der naturwissenschaftlichen Grundbildung bilden. Gerade da forschendes Lernen an den Fragen der

Schülerinnen und Schüler ansetzt, kooperatives und gemeinschaftliches Lernen einschließt und evidenzbasierte Argumentation übt (Kollar, Fischer & Slotta, 2007, Naylor, Keogh & Downing, 2007, Ravenscroft, 2007, Sadler, Barab & Scott, 2007), schafft es Lernumgebungen, die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, diese Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu erwerben.

## 2.1 Ziele des Projekts

Das Projekt S-TEAM verfolgt drei Ziele (S-TEAM, 2009, 7). Das erste ist die Erhöhung des Interesses der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichen Unterricht. Dadurch wird angestrebt, die naturwissenschaftliche Grundbildung (scientific literacy) der Schülerinnen und Schüler in Europa zu verbessern sowie den Anteil der Schulabgänger zu erhöhen, die sich für einen Beruf in den Naturwissenschaften entscheiden (I). Entsprechend sollen Lehrkräfte befähigt und ermutigt werden, Lehransätze wie forschendes Lernen im Unterricht einzusetzen (II). Damit einher geht das dritte Ziel: die Bereitstellung von Weiterbildungsangeboten und der Zugang zu forschungsbasiertem Wissen sowie innovativen Lehr- und Lernansätzen (III).

## 2.2 Aufbau des Projekts

S-TEAM gliedert sich in zehn primäre Arbeitsgruppen (work packages). Diese bearbeiten spezifische Zielstellungen im Projekt,

wobei einige mit zusätzlichen, untergeordneten Arbeitsgruppen (sub workpackages) kooperieren. Insgesamt sind 26 Organisationen in 15 europäischen Ländern in S-TEAM eingebunden. Die spezifischen Aufgaben der einzelnen Arbeitsgruppen sind in Abbildung 1 beschrieben.

Flankiert werden diese Arbeitsgruppen durch zwei weitere Gruppen, die mit einem Blick „von außen“ die Ergebnisse des S-TEAM Projektes bewerten: 1) die externen Begutachter und 2) die Referenzgruppe. Die Referenzgruppe besteht aus Lehrkräften. Diese begutachten die von S-TEAM entwickelten Unterrichtsmaterialien im Hinblick auf deren Eignung im Schulalltag in kulturell divergierenden Bildungssystemen.

## 3 Verbreitungsstrategien des Projektes

Die Arbeitsgruppen 2 (Politikfokussierung), 5 (Lehrerbildung) und 6 (Lehrerfortbildung) richten den Fokus ihrer Arbeit auf Akteure unterschiedlicher Ebenen der Bildungssysteme. Diese Struktur folgt dem S-TEAM spezifischen Verbreitungsansatz, der darauf zielt, eine möglichst große Anzahl an Personen für die methodische Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu gewinnen. Wie empirische Forschungsergebnisse über notwendige Bedingungen einer nachhaltigen Implementation von Reforminitiativen zeigen, müssen schulische Innovationen auch schulextern verankert werden (Fullan, 2010, Swanson & Stevenson, 2002, Ostermeier et al., 2010).

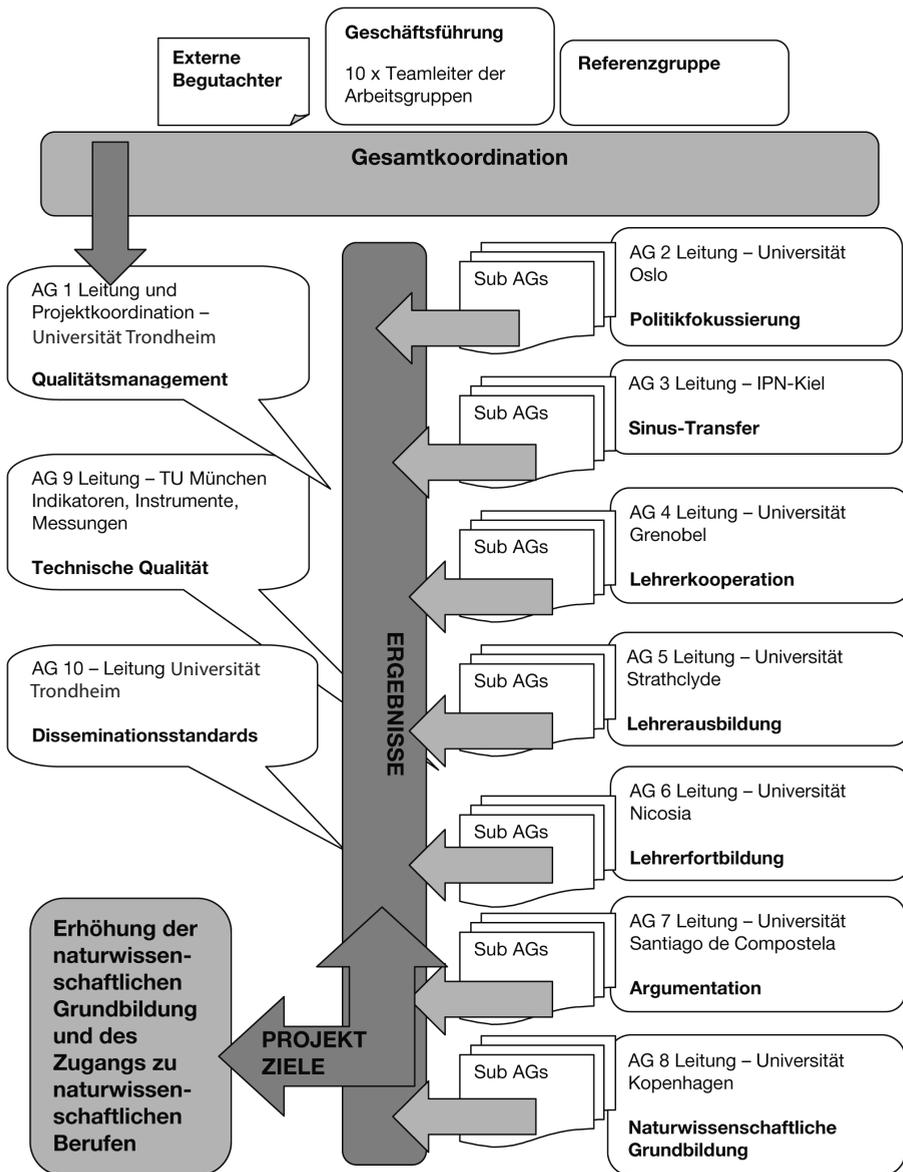


Abb. 1: Arbeitsgruppen in S-TEAM (S-TEAM, 2010, 13, Übersetzung J.H.).

In Übereinstimmung mit diesen Forschungsergebnissen werden nicht nur die Lehrkräfte und Schulleiter angesprochen, sondern darüber hinaus Personen der gesamten schulischen Infrastruktur.

Es lassen sich drei Ebenen zusammenfassen, auf denen S-TEAM mit verschiedenen Akteuren zusammenarbeitet, um forschendes Lernen in den Bildungssystemen zu implementieren:

- I Politik
- II Lehreraus- und Fortbildung
- III Lehrerinnen und Lehrer an den Schulen.

S-TEAM adressiert wichtige Akteure dieser drei Ebenen mit Aktivitäten und Materialien, die auf deren Funktionslogik zugeschnitten sind.

#### 4 Beispiele für die Verbreitungsstrategien des Projektes

Um die Strategien für die Verbreitung forschenden Lernens in S-TEAM zu verdeutlichen, werden im Folgenden beispielhaft für jede dieser drei Ebenen Aktivitäten vorgestellt.

##### I Politik

Die Umsetzung der Projektziele hängt nicht zuletzt davon ab, in welchem Umfang forschendes Lernen in den Klassenzimmern und in der schulischen Infrastruktur bereits implementiert ist (IAP, 2006). Um Kenntnisse darüber zu gewinnen, fanden in allen am Projekt beteiligten Ländern nationale Workshops statt. Diese zeichneten sich durch ihre Fokussierung auf die Akteure in der Bildungspolitik aus. Zu den Teilnehmern gehörten z. B. Vertreter der Bildungsministerien, der Organisationen von Lehrkräften und Naturwissenschaftlern, der Gewerkschaften oder der Elternverbände. Weiterhin wurde in den nationalen Workshops das SINUS-Modellprogramm (Ostermeier et al., 2010, Prenzel, Stadler, Friedrich,

Knickmeier & Ostermeier, 2009) vorgestellt, das europaweit als ein erfolgreicher Ansatz in der Lehrerprofessionalisierung bewertet wird. Es wurden Diskussionen initiiert, ob Teile dieses Modells für die Lehrerfortbildung auch auf andere Bildungssysteme übertragen werden können und welche Bedingungen in den einzelnen Ländern dafür gegeben sein müssen (Jorde, Moberg, Prenzel, Rönnebeck & Stadler, 2010).

Durch diese Aktivitäten konnten Besonderheiten der nationalen Bildungskontexte im Hinblick auf forschendes Lernen herausgearbeitet und ein Netzwerk an Vertretern aus Politik und den Bildungsadministrationen aufgebaut werden.

##### II Lehreraus- und Fortbildung

S-TEAM erarbeitet Vorschläge, wie forschendes Lernen in die Lehrerbildung integriert werden kann. Dabei steht die Anwendung von Gruppenarbeit, dialogisches Lernen und der Umgang mit Unsicherheit im Vordergrund (S-TEAM, 2010a, 2010b, 2010c). Weiterhin werden Vorschläge für die Struktur erfolgreicher Fortbildungen in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht (S-TEAM, 2010d).

Für die Lehreraus- und Fortbildung werden zudem realistische Unterrichtssituationen sowie Best-practice Beispiele in der Anwendung forschenden Lernens dargestellt. Diese sind in länderspezifischen Internetportalen für eine größtmögliche Anzahl an Lehrkräften zugänglich. (<https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/SCIENCE-TEACHER+EDUCATION+ADVANCED+METHODS>)

### III Lehrerinnen und Lehrer an den Schulen

Auf der Unterrichtsebene wird vor allem untersucht, wie Lehrerhandeln durch die Verwendung innovativer Lehrmethoden beeinflusst wird. Dabei steht z. B. die Offenlegung von Barrieren in der Anwendung forschenden Lernens im Vordergrund (Gray, 2010). Darüber hinaus veranstalten alle Arbeitsgruppen Workshops und Seminare und nehmen an nationalen und internationalen Tagungen teil, um eine größtmögliche Anzahl an Lehrkräften und Schülern über S-TEAM und forschendes Lernen zu informieren: ESERA (European Science Education Research Association), EERA (European Educational Research Association), ATEE (Association for Teacher Education in Europe) und EUN (European Schoolnet).

## 5 Formative Evaluation als Bestandteil der Umsetzung von S-TEAM

In den vorhergehenden Abschnitten wurde gezeigt, wie einzelne Arbeitsgruppen des Projektes spezifische Ebenen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung im Kontext forschenden Lernens fokussieren. Abschließend wird die Arbeitsgruppe 9 (Indikatoren, Instrumente, Messungen) vorgestellt. Deren Schwerpunkt liegt in der Bereitstellung von Indikatoren und Instrumenten im Kontext forschenden Lernens für alle drei Akteursebenen. Im Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche wurden Indikatoren und Instrumente

für die naturwissenschaftliche Grundbildung erfasst. Weiterhin fanden Indikatoren und Instrumente Eingang in diese Zusammenstellung, die – in Entsprechung des S-TEAM spezifischen Verbreitungsansatzes – in den Bereichen von Bildungspolitik sowie Lehreraus- und Fortbildung die Einstellungen, Motivationen, Strategien und das Wissen dieser Akteure abbilden (Heinz, Lipowski, Gröschner & Seidel, 2012). Dadurch wurde es möglich, Indikatoren und Instrumente vereinzelter Untersuchungen im Kontext forschenden Lernens systematisch zu bündeln und diese für die Nutzung innerhalb der S-TEAM Arbeitsgruppen bereit zu stellen.

Ein weiterer Fokus dieser Arbeitsgruppe liegt in der formativen Evaluation der Projektaktivitäten. Seit dem Start von S-TEAM werden hierzu quantitative Daten über die Art der Aktivitäten, die Zusammensetzung der Teilnehmer und Adressatengruppen sowie die Zufriedenheit mit den Veranstaltungen erfasst. Während sich diese Erhebungen über den gesamten Projektzeitraum erstrecken, wurden qualitative Daten zu zwei Zeitpunkten erhoben. Im Abstand eines Jahres (2010 und 2011) wurden leitfadengestützte Interviews mit den Verantwortlichen der zehn Arbeitsgruppen und den externen Begutachtern durchgeführt. Die Fragestellungen der Interviews richten sich auf die Arbeitsziele der einzelnen Arbeitsgruppen, die dabei verwendeten Verbreitungsstrategien, die Zielgruppen und die zum jeweiligen Zeitpunkt erreichten Ergebnisse.

## 6 Zusammenfassung

Aus den unterschiedlichen Perspektiven der Arbeitswelt, der Unterrichtsforschung, der Wirtschaft und der Politik werden Veränderungen in den Anforderungen an naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern beschrieben. Viele Studien stimmen in der Forderung überein, im naturwissenschaftlichen Unterricht anschlussfähiges Wissen zu vermitteln und stärker als bisher systematisches und situationales Lernen zu verschränken. Forschendes Lernen wird als besonders effektiv erachtet, um die Lerneinstellungen der Jugendlichen zu verbessern und somit ihre naturwissenschaftliche Kompetenz zu erhöhen. Das EU Projekt S-TEAM zielt auf die weitestmögliche Verbreitung forschenden Lernens im europäischen Raum und möchte insbesondere Lehrkräfte dabei unterstützen, diesen Lehr- und Lernansatz im Unterricht anzuwenden. S-TEAM stellt hierfür vielfältige Materialien für den Unterricht und die Lehrerprofessionalisierung zur Verfügung und initiiert Netzwerke, um nicht nur Lehrkräfte sondern auch Akteure auf den Ebenen von Politik und Lehrerprofessionalisierung zu erreichen.

## Literatur

- Baumert, J. (1998). Fachbezogenes-fachübergreifendes Lernen/Erweiterte Lern- und Denkstrategien. In Bayerisches Staatsministerium für Unterricht Kultus Wissenschaft und Kunst (Hrsg.), *Wissen und Werte für die Welt von morgen. Dokumentation zum Bildungskongress des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst* (S. 213–231). München.
- Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R. (2000). Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung im internationalen Vergleich. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn (Band 1)* (S. 135–197). Leverkusen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U. & Schneider, W. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn* (S. 271–315). Opladen: Leske + Budrich.
- Bell, T. (2006). Forschendes Lernen. *PIKO-Brief*, 6, 1–6. Zugriff am 27.05.2011 unter [http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko\\_Brief\\_06\\_ForschendesLernen.pdf](http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko_Brief_06_ForschendesLernen.pdf)
- Bell, L. R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teaching*, 72(7), 30–33.

- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W. & et al. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projektes. In M. Prenzel & N. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Das DFG-Schwerpunktprogramm Bildungsqualität von Schule – ein Überblick* (S. 54–82). Münster.
- Bund-Länder-Kommission (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts", Heft 60*. Bonn.
- Carstensen, C.H., Prenzel, M. & Baumert, J. (2008). Trendanalysen: Wie haben sich die Kompetenzen in Deutschland zwischen PISA 2000 und PISA 2006 entwickelt? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 10*, 11–34.
- DeBoer, G. E. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567–591.
- Duit, R. (1997). Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht – Anspruch und Realität. *PLUS LUCIS*, 1, 3–13.
- Europäische Kommission. (2007). *Naturwissenschaftliche Erziehung JETZT: Eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas*. EUR22845, Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.
- European Commission. (2004). *Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Europäische Union. (2010). Schlussfolgerungen des Rates zur Anhebung des Niveaus der Grundkompetenzen im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit „Schulen für das 21. Jahrhundert. *Amtsblatt der Europäischen Union*. Dokument 2010/C 323/04. Zugriff am 30.11.2011 unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:323:FULL:DE:PDF>
- Europäische Union. (2009). Schlussfolgerungen des Rates vom 12. Mai 2009 zu einem strategischen Rahmen für die europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der allgemeinen und beruflichen Bildung (ET 2020). *Amtsblatt der Europäischen Union*. Dokument 2009/C 119. Zugriff am 02. 28.5.2009 unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2009:119:0002:0010:DE:PDF>
- Eysink, T. H. S., de Jong, T., Berthold, K., Kolloffel, B., Opfermann, M. & Wouters, P. (2009). Learner Performance in Multimedia Learning Arrangements: An Analysis Across Instructional Approaches. *American Educational Research Journal*, 46(4), 1107–1149.
- Fullan, M. (2010). The Role of the District in Tri Level Reform. In E. B. & B. M. Penelope Peterson (Ed.), *International Encyclopedia of Education* (6th ed., pp. 295–302). Oxford: Elsevier.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, M. (2009, 26.08.). *Recent Experimental Studies of Inquiry-Based Teaching: A meta-analysis and review*. Paper presented at the EARLI conference, Amsterdam, Netherlands.
- Gray, P. (Ed.) (2010). *Inquiry and Initial Teacher Education*. Scotland: University of Strathclyde.
- Heinz, J., Lipowski, K., Gröschner, A. & Seidel, T. (2012). *Indicators and Instruments in the Context of Inquiry-Based Science Education*. Münster, New York, München & Berlin: Waxmann Verlag.
- Helmke, A. (2010). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts; Franz Emanuel Weinert gewidmet* (3rd ed.). *Unterricht verbessern – Schule entwickeln*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- InterAcademics Panel (2006). *Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science (IBSE) Programs*. Santiago, Chile: Fundacion para Estudios Biomedicos Avanzados de la Facultad de Medicina.

- Jorde, D., Moberg, A. O., Prenzel, M., Rönnebeck, S. & Stadler, M. (2010). *S-TEAM Preliminary Report: Work packages 2 & 3*. Trondheim: NTNU.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based experiential and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Klieme, E. (2004). Begründung, Implementation und Wirkung von Bildungsstandards: Aktuelle Diskussionslinien und empirische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 625–634.
- KMK (2005a). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Zugriff am 17.11.2011 unter [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf)
- KMK (2005b). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Zugriff am 17.11.2011 unter [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf)
- KMK (2005c). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Zugriff am 17.11.2011 unter [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf)
- Kollar, I. (2006). *Webbasiertes Forschendes Lernen in der Biologie: Effekte internaler und externaler Kooperationsskripts auf Prozesse und Ergebnisse des gemeinsamen Argumentierens*. Berlin: Logos Verlag.
- Kollar, I., Fischer, F. & Slotta, J. D. (2007). Internal and external scripts in computer-supported collaborative inquiry learning. *Learning and Instruction*, 17, 708–721.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33, 1-27.
- Kunter, M., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M. & Jordan, A. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, (Hrsg.), *PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres* (S. 277-306). Münster: Waxmann.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: The National Academy Press.
- Naylor, S., Keogh, B., & Downing, B. (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37, 17–39.
- OECD (2011). *Education at a Glance 2010 OECD indicators*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2010). *PISA 2009 Ergebnisse: Zusammenfassung*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.
- Ostermeier, C., Prenzel, M. & Duit, R. (2010). Improving Science and Mathematics instruction – The SINUS-Project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 32(3), 303–327.
- Prenzel, M., Stadler, M., Friedrich, A. Knickmeier, K. & Ostermeier C. (2009). *Increasing the efficiency of Mathematics and Science Instruction (SINUS): a large scale teacher professional development programme in Germany*. Kiel: Leibniz-Institute for Science Education (IPN).
- Prenzel, M., Schütte, K. & Walter, O. (2007). Interesse an den Naturwissenschaften. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA-Konsortium Deutschland. PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 107–124). Münster: Waxmann.

- Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2004). *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmel, R., Duit, R. & Euler, M. (2002). Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft, 139–156.
- Ravenscroft, A. (2007). Promoting thinking and conceptual change with digital dialogue games. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 453–465.
- Reyer, T., Trendel, G. & Fischer, H. E. (2004). Was kommt beim Schüler an? – Lehrerintention und Schülerlernen im Physikunterricht. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Studien zur Verbesserung der Bildungsqualität von Schule, Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung* (S. 195–211). Münster: Waxmann,
- Roth, W.-M. & Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11(1), 33–56.
- Rönnebeck, S., Schöps, K., Prenzel, M., Mildner, D. & Hochweber, J. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 177–198). Münster: Waxmann.
- Sadler, T. D., Barab, S. B. & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371–391.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436–1460.
- Seidel, T. (2008). Stichwort: Schuleffektivitätskriterien in der internationalen empirischen Forschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, (3), 348–367.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J. & Schwindt, K. (2007). Unterricht in den Naturwissenschaften. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA-Konsortium Deutschland. PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 147–180). Münster: Waxmann.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2006). Stability of teaching patterns in physics instruction: Findings from a video study. *Learning and Instruction*, 16(3), 228–240.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2004). Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 177–194). Münster: Waxmann.
- S-TEAM (Science Teacher Education Advanced Methods). (2010a). *Report on Argumentation and Teacher Education in Europe*. Trondheim: S-TEAM/NTNU.
- S-TEAM (Science-Teacher Education Advanced Methods). (2010 b). *Argumentative Competence: How to develop it?* Trondheim: S-TEAM/NTNU.
- S-TEAM (Science-Teacher Education Advanced Methods) (2010 c). *Developing Scientific Thinking in the Classroom through Inquiry*. Trondheim: S-TEAM/NTNU.
- S-TEAM (Science-Teacher Education Advanced Methods) (2010 d). *Teacher Professional Programmes*. Trondheim: S-TEAM/NTNU.
- S-TEAM (Science Teacher Education Advanced Methods). (2009). *Technical Annex 1*. Trondheim: S-TEAM/NTNU.
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S. & Serrano, A. (1999). *The TIMSS Videotape Classroom Study. Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.

- Stigler, J.W. & Hiebert, J. (1997). Understanding and Improving classroom mathematics instruction-an overview on the TIMSS Video-study. *Phi, Delta, Kappan* 79(1), 14–21.
- Swanson, C. B. & Stevenson, D. L. (2002). Standards-Based Reform in Practice: Evidence on State Policy and Classroom Instruction from the NAEP State Assessments. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24(1), 1–27.
- Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. (Sept. 2010). *WZB Brief Bildung*, 13. Berlin: WZB.

### KONTAKT

*Jana Heinz*

Technische Universität München,  
TUM School of Education  
Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhl für  
Unterrichts- und Hochschulforschung  
Schellingstraße 33, 80799 München  
[jana.heinz\(at\)tum.de](mailto:jana.heinz(at)tum.de)

*Katrin Lipowski*

Technische Universität München,  
TUM School of Education  
Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhl für  
Unterrichts- und Hochschulforschung  
Schellingstraße 33, 80799 München  
[katrin.lipowski\(at\)tum.de](mailto:katrin.lipowski(at)tum.de)

*Tina Seidel*

Technische Universität München,  
TUM School of Education  
Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhl für  
Unterrichts- und Hochschulforschung  
Schellingstraße 33, 80799 München  
[tina.seidel\(at\)tum.de](mailto:tina.seidel(at)tum.de)

### AUTORENINFORMATION

*Jana Heinz, Dr. phil.*; wissenschaftliche Mitarbeiterin am Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhl für Unterrichts- und Hochschulforschung an der TUM School of Education, Technische Universität München im Projekt S-TEAM. Arbeitsschwerpunkte: Analyse von Indika-

toren und Instrumenten im Kontext untersuchenden Lernens und Methoden der formativen Evaluation.

*Katrin Lipowski, M.A.*; wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhl für Unterrichts- und Hochschulforschung an der TUM School of Education, Technische Universität München im EU Projekt S-Team. Forschungsschwerpunkte: Lehrerprofessionalisierung in einer europäisch vergleichenden Perspektive sowie Nutzung und Verbreitung problembasierter Lehr- und Lernmethoden (Inquiry Based Teaching and Learning /IBST) in der naturwissenschaftlichen Bildung in Europa.

*Tina Seidel, Prof. Dr.*; seit 1. Januar 2010 Inhaberin des Friedl Schöller-Stiftungslehrstuhls für Unterrichts- und Hochschulforschung an der TUM School of Education, Technische Universität München, Leitung der Arbeitsgruppe 9 im EU-Projekt S-TEAM. Forschungsschwerpunkte: Videobasierte Unterrichtsforschung, Lehrerforschung, Entwicklung medienbasierter Tools.

