

Rudolf STRÄSSER, Gießen&Münster

## **Educational Interfaces between Mathematics and Industry (EIMI) - Bericht über eine ICMI-Studie**

Die Studie mit dem Titel “Educational Interfaces between Mathematics and Industry (EIMI)” war die erste ICMI-Studie, die gemeinsam von der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission (ICMI) und dem International Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) durchgeführt wurde. Im Jahr 2009 begann die EIMI-Studie - wie bei ICMI-Studien üblich - mit einem Discussion Document (vgl. Damlamian & Sträßer 2009), das von einem international besetzten Komitee formuliert worden war. Das Dokument geht von einem weiten Begriff von „Industrie“ aus, “... broadly interpreted as any activity of economic or social value, including the service industry, regardless of whether it is in the public or private sector” (OECD 2008, S. 4). In der Studie geht es also um die Beziehungen zwischen Industrie (im genannten weiten Sinne), Mathematik und Lernen und Lehren von Mathematik. Für die Studie bestand auch Einigkeit darüber, dass von einem weiten Begriff von Mathematik auszugehen ist. In diesem Verständnis findet Mathematik vielfältige Anwendungen in weiten Bereichen des täglichen wie beruflichen Lebens, wie für die Studie neben diesen Themen auch die akademische Behandlung dieser Disziplin (einschließlich der Statistik) gehört. Die Studie hat damit bewusst ein enges Verständnis von Mathematik vermieden, auch wenn so eine gewisse Zirkularität der Definition nicht zu umgehen ist.

Nachdem an der Studie interessierte Personen aus der ganzen Welt Texte zum Diskussionspapier eingereicht hatten, folgte im Oktober 2010 eine „Study Conference“ in Lissabon (für den vorher erschienenen Tagungsband vgl. Araújo et al. 2010), zu der rund 100 Personen aufgrund ihrer Beiträge eingeladen worden waren. Ein vorläufiges Ende hat die Studie in einem „Study Book“ gefunden, das kürzlich erschienen ist (vgl. Damlamian u. a. 2013). Das Buch beruht wesentlich auf den Arbeiten während der Konferenz in Lissabon. Im Folgenden soll über zentrale Themen und Ergebnisse der Studie berichtet werden.

### **Mathematik in Erziehung und Industrie**

Mathematik in Erziehung und Industrie haben einige Eigenschaften gemeinsam. Allerdings lassen sich auch deutliche Unterschiede festhalten. So ist Mathematik insbesondere in der Schule in der Regel eher elementar, muss aber von Schülerinnen und Schülern erst erlernt werden. Demgegen-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1179–1182). Münster: WTM-Verlag

über kann Mathematik besonders in der traditionell verstandenen Industrie durchaus sehr anspruchsvoll im Sinne der benutzten mathematischen Sachverhalte sein. Typisch ist etwa die Nutzung von Differentialgleichungen in mehreren Variablen in den Naturwissenschaften und in technischen Berufen. Zum Anderen kann man auf Anwendungen eher elementarer Mathematik im Finanz- und Rechnungswesen verweisen, bei denen elementare Rechenverfahren auf höchst komplexe Weise ineinander verschachtelt zur Anwendung kommen. Der größte Unterschied zwischen der Mathematik in der Industrie und der der Schule dürfte aber in der unterschiedlichen Bedeutung der Anwendungen von Mathematik liegen. In schulischen Kontexten liegt der Schwerpunkt eindeutig auf der Mathematik selbst, während in der Industrie gerade die Anwendungen der Mathematik auf außermathematische Problemstellungen im Vordergrund stehen.

### **Kommunikation zwischen Hochschule, Industrie und Schule**

Die EIMI-Studie musste nun diese Unterschiede und Gegensätze mindestens für die Dauer der Study-Konferenz überbrücken. Ein wesentliches Hindernis der Kommunikation zwischen (Hoch)Schule und Industrie ist dabei die Sprache, der unterschiedliche Jargon in den verschiedenen Institutionen. Auch in der Industrie selbst bedarf es manchmal einer längeren Zeit gemeinsamen Arbeitens, bis die Personen aus den verschiedenen Institutionen eine gemeinsame und für alle Beteiligten verständliche Sprache entwickelt haben. Faktisch enthält diese gemeinsame Sprache in der Regel Metaphern, die in den beteiligten Institutionen verstanden werden, ohne dass sie zum üblichen Sprachgebrauch etwa der Anwender und Anwenderinnen oder der Mathematikerinnen und Mathematiker gehören müssen.

### **Unterschiedliche Zeithorizonte, Ziele und Lernweisen**

Bei genauerem Hinsehen fallen weitere Unterschiede zwischen der Mathematik besonders der Schule und der gesellschaftlichen Verwendung von Mathematik auf. In der außerschulischen Verwendung von Mathematik geht es in der Regel um einen kurzfristig erfolgreichen Einsatz von meist bereits bekannter Mathematik. Demgegenüber geht es mindestens nach pädagogischem Verständnis in der Schule um einen langfristigen Aufbau mathematischer Strukturen bei den Lernenden. Dabei erscheint die Mathematik in der Schule oft als ein Gegenstand, der um seiner selbst willen betrieben wird. In der Industrie wird die Mathematik in der Regel mit dem Ziel benutzt, außermathematische Problemsituationen zu bewältigen. In der Schule wird dann auch ein begriffliches, verständnisvolles Lernen von Mathematik angestrebt, während es in der Industrie auf die Aneignung mathematischer Ideen und Verfahren zu deren effektiver Nutzung ankommt.

## **Modellbildung, Schwarze Kästen und “Boundary Objects”**

In beiden Institutionen, (Hoch)Schule wie Industrie, ist das Modellieren außermathematischer Situationen der übliche Weg, um sich mit dem “Rest der Welt” auseinander zu setzen (für diese Sichtweise vgl. schon Pollak 1979). Beim Modellieren haben immer schon Artefakte (im allgemeinen Sinne von Wartofsky 1979) eine große Rolle gespielt. Seit der rasanten Entwicklung der mathematisch fundierten Informationstechnologie mit ihren entwickelten Möglichkeiten auch numerischer Simulation gewinnt die Mathematik neue Rollen bei der Modellierung außermathematischer Situationen. Mathematikhaltige Technik dient nicht mehr nur der Bearbeitung der Situationen, sondern auch zunehmend der Simulation der Situationen zum Zwecke des Erlernens der Situationsbewältigung. Man denke nur an den Einsatz von Simulationen für das Erlernen einer Programmierung von CNC-Maschinen, der gleichzeitig eine Schonung der kostspieligen Produktionsmaschinen im engeren Sinne ermöglicht. Allerdings bedeutet diese Technisierung keineswegs automatisch eine bessere Durchschaubarkeit der Situation. In der Industrie kann die Entwicklung eines mathematischen Modells und seine Implementierung in einem undurchschauten Mechanismus gerade dazu benutzt werden, um etwa zur Sicherung gegen externe Konkurrenz ein Verfahren gegen Imitation durch Konkurrenten zu sichern. Mathematik wird so möglicherweise bewusst in „Schwarzen Kästen“ versteckt, bei denen ein detailliertes Verständnis ihrer Wirkungsweise ausdrücklich nicht erwünscht ist (vgl. Sträßer 1999).

Für die Kommunikation und Kooperation zwischen Industrie und (Hoch)Schule ergibt sich aus diesem Vorgehen das bekannte Phänomen, dass es schwer wird, die gesellschaftliche, speziell berufliche Verwendung von Mathematik zu identifizieren und zu erforschen. Die Forschungsgruppe um Celia Hoyles schlägt zur Bearbeitung dieses Problems die Analyse von “boundary objects” zwischen Industrie und (Hoch)Schule vor. Insbesondere technologisch anspruchsvolle Objekte auf der Grenze zwischen “Rest der Welt” und Mathematik („TeBOs“, vgl. Hoyles u. a. 2013) können dazu beitragen, schwarze Kästen ein wenig “grauer” und damit durchschaubarer und die dabei benutzte Mathematik sichtbar zu machen, wenn solche TEBOs nicht nur identifiziert, sondern dann auch einer genauen Analyse unterzogen werden bzw. in pädagogischer Absicht eingesetzt werden. Beispiele dazu finden sich wiederum in dem genannten Text von Hoyles u. a. 2013.

## Institutionen zwischen Schule, Hochschule und Industrie

Auf der Study-Konferenz wurde eine Vielfalt von Aktivitäten vorgestellt, die gegenwärtig genutzt werden, um Verbindungen von (Hoch)Schule und Industrie zu entwickeln und zu stärken. Hierzu gehören zum Beispiel “Modellierungswochen“ und Workshops in Industrie, Hochschule und Schule. Genauere Darstellungen hierzu finden sich wiederum in Damlamian u. a. 2013.

Dort wird allerdings abschließend darauf verwiesen, dass es keine Institution gibt, die sich auf das Zusammenwirken von Mathematik und Industrie zu Erziehungszwecken spezialisiert. Ausweislich des Buches von Damlamian u. a. 2013 gibt es zwar eine Vielzahl von Personen und schulischen wie industriellen Institutionen, die sich mit dieser Problematik beschäftigen. Nirgendwo wird sich jedoch kontinuierlich und hauptberuflich mit dieser Problematik beschäftigt, sodass die Gefahr groß ist, dass für eine Bearbeitung dieses Themas das Rad immer wieder neu erfunden wird und werden muss.

## Literatur

- Araújo, A. u. a. (Hrsg.) (2010) *Educational Interfaces between Mathematics and Industry. Proceedings of the EIMI 2010 conference*. Centro International de Matemática - Portugal (URL: [http://www.cim.pt/files/proceedings\\_eimi\\_2010.pdf](http://www.cim.pt/files/proceedings_eimi_2010.pdf)).
- Damlamian, A. u. a. (Hrsg., 2013). *Educational Interfaces between Mathematics and Industry (EIMI). Report on an ICMI-ICIAM Study*. Cham et al.: Springer.
- Damlamian, A., & Sträßer, R. (2009). ICMI Study 20: Educational Interfaces between Mathematic Interfaces between Mathematics and Industry. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 41(4), 525-533.
- Hoyles, C., u. a. (2013). Mathematics in the Workplace: Issues and Challenges. In A. Damlamian u. a. (Hrsg.), *Educational Interfaces between Mathematics and Industry. Report on an ICMI-ICIAM Study*. Cham u. a.: Springer, 43-50.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Global Science Forum (2008). *Report on Mathematics in Industry*. URL: <http://www.oecd.org/dataoecd/47/1/41019441.pdf>.
- Pollak, H. O. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) (Hrsg.), *New Trends in Mathematics Teaching* (Bd. 4, S. 232 - 248). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO).
- Sträßer, R. (1999). Über das allmähliche Verschwinden der Mathematik aus der gesellschaftlichen Wahrnehmung. In K.-P. Müller (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 1999* (S. 528-531). Hildesheim - Berlin: Franzbecker.
- Wartofsky, M. W. (1979). *Models. Representation and the Scientific Understanding* (Bd. 129). Dordrecht - Boston - London: Reidel Publishing Company.