

# STS

## Alternative zum Physikunterricht?

Helga Behrendt

### Was ist STS?

STS steht für Science, Technology and Society, also Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft. Die Entstehung der STS-Bewegung ist als eine Antwort auf die seit langem diskutierten Defizite des herkömmlichen Unterrichts zu verstehen. Die STS-Erziehung reagiert auf aktuelle und für die Zukunft wichtige gesellschaftliche Fragestellungen, die weder mit dem disziplinären naturwissenschaftlichen Unterricht noch mit den integrierten Curricula der 70er Jahre zu bewältigen waren, indem sie einen handlungs- und schülerorientierten Unterricht anstrebt. Diesen Ansatz verfolgt auch das deutsche Curriculum "Praxis integrierter naturwissenschaftlichen Grundbildung (PING)".

Die Entwicklung von STS geht zwar einher mit dem Einfluss des Konstruktivismus in den letzten 20 Jahren, doch ist STS keine Folge dieser Lerntheorie. Die STS-Bewegung hat eine eigenständige pragmatische Entwicklung genommen, indem sie die Idee des eigenverantwortlichen Lernens von Schülerinnen und Schülern vertritt, bei dem die Rolle des Lehrers in den Hintergrund rückt. Der Konstruktivismus basiert auf der Idee, dass der Lernende der Konstrukteur seines eigenen Wissens ist und kein anderer dies für ihn tun kann. Insofern sind Bezüge zwischen der an der Praxis orientierten STS-Erziehung und der Theorie des Konstruktivismus zu sehen.

In den 80er Jahren entwickelte sich insbesondere in den englischsprachigen Ländern eine Curriculumsdiskussion unter dem Schlagwort "Science for All" (Naturwissenschaft für alle). Weltweite Umweltprobleme trugen dazu bei, dass der mündige, kritische und verantwortungsbewusste Bürger immer mehr gefordert war. Während in den 50er und 60er Jahren der fachwissenschaftlich ausgerichtete Unterricht - ausgelöst durch den "Sputnikschock" - im Vordergrund stand, erkannte man nun, dass nur ein geringer Anteil der Schüler das Fachwissen für einen späteren Beruf verwendete und dass vielmehr naturwissenschaftlich gebildete Bürger gefragt waren.

Die STS-Bewegung, die sich "scientific literacy" als Ziel gesetzt hat, umfasst das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften im Kontext menschlicher Erfahrungen. So stehen nicht naturwissenschaftliche Konzepte und Prozesse im Vordergrund, sondern die Erfahrungen der Lernenden aus ihrer Alltagswelt. Die Bezeichnung "scientific (and technological) literacy" ist in Amerika gebräuchlich, während sich in Großbritannien "Public Understanding of Science" eingebürgert hat. Im deutschen Sprachgebrauch kann "scientific literacy" als grundlegendes, angemessenes Verständnis von Wissenschaft und Technik verstanden werden. "Literacy citizen" ist somit der in grundlegenden Dingen wissenschaftlich gebildete Bürger, jedoch nicht der Spezialist.

### STS im Unterricht

STS-Unterricht kann in den fächerverbindenden, fächerergänzenden oder integrierten Unterricht eingeordnet werden, wo-

bei die Differenzierung im fachlichen Bereich stattfindet, die Integration eher auf der Ebene der technischen und gesellschaftlichen Fragestellungen verwirklicht wird.

STS-Unterricht ist stark beeinflusst vom kulturellen Kontext, in den der Unterricht eingebunden ist. Folglich haben STS-Projekte in Entwicklungsländern einen anderen Charakter als solche in Industrieländern. Die ersten STS-Projekte in den Industrieländern richteten sich an die Zielgruppe 16- bis 18-jährige Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II. Man vermutete, dass jüngere Schülerinnen und Schüler noch nicht von den Vorteilen eines STS-Unterrichts profitieren könnten. Erfahrungen aus den 80er Jahren zeigten dann aber, dass sowohl Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I als auch der Primarstufe Vorteile von STS-Unterricht haben.

Viele Themen des STS-Unterrichts haben Fragen der Umwelt, der knapper werdenden Ressourcen, der möglichen Zerstörung unserer Umwelt durch neue Technologien, der weltweiten Energieversorgung u. ä. zum Inhalt. Der konkrete Unterricht geht im Allgemeinen von lokalen Gegebenheiten aus, um dann aber auch den Blick für globale Probleme zu öffnen. STS strebt ein allgemeines Verständnis für Industrieländer und Entwicklungsländer an.

Seit Mitte der 70er Jahre hat die Industrie viel zur Entwicklung von STS-Material beigetragen. Dies war erforderlich, weil die Lehrerinnen und Lehrer aus Mangel an beruflicher Erfahrung nicht genügend in der Lage waren, wirtschaftliche Aspekte und Belange der Industrie mit in den Unterricht einzubringen.

Fensham (1991) beschreibt zwei unterschiedliche Wege zur Entwicklung von STS-Curricula: Der "add-on way", auch "cautious approach", bezeichnet Unterrichtseinheiten, die dem üblichen Unterricht hinzugefügt werden. Sie bestehen meist in zwei- bis dreistündigen Einheiten, die aktuelle Themen aufgreifen und den Unterricht lebensnah gestalten. Beim "central way" - auch "wholehearted way" - ersetzt STS-Material den üblichen Unterricht. Die Unterrichtseinheiten umfassen mehrere Unterrichtsstunden, die sowohl den fachwissenschaftlichen Bereich als auch soziale Aspekte beinhalten.

Aikenhead (1994 a, S. 57) hat den typischen Verlauf einer STS-Einheit dargestellt: Der Unterricht beginnt mit einer gesellschaftlichen Fragestellung (issue) im Zusammenhang mit technischen Produkten oder neuen Technologien. Dieser Bezug zur Alltagswelt motiviert zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen und zur Aneignung entsprechender Fähigkeiten. Aktivitäten zur Lösung des Problems werden in Gang gesetzt. Damit ist die Verbindung von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft geknüpft.

Ziman (1994) sieht die fundamentale Schwäche der Naturwissenschaft, wie sie in den Schulen üblicherweise gelehrt wird, nicht in dem, was sie über die Welt aussagt, sondern in dem, was sie nicht aussagt. Diese Lücke muss STS ausfüllen. Laut Ziman liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen traditionellem und STS-Unterricht darin, dass der traditionelle Unterricht überall in der Welt gleich ist, während STS-Unterricht überall unterschiedlich ist. Diese Unterschiedlichkeit zeigt sich in den verschiedenen Zugängen zu STS wie etwa berufsbezogen, historisch, philosophisch, soziologisch.

Jeder einzelne Zugang hat Stärken und Schwächen, seine Grenzen, seine Vor- und Nachteile. Es gibt keinen Königsweg. STS-Erziehung ist zu komplex und mannigfaltig, um als eine

Helga Behrendt, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Abt. Physik und ihre Didaktik

in sich geschlossene konsistente Disziplin angesehen werden zu können. Der Lehrer sollte aus der Vielfalt der angebotenen Möglichkeiten die für seinen Unterricht geeigneten wählen.

### Ein Beispiel für ein STS-Projekt: SATIS

Die englische Regierung legte 1986 fest, dass sich in Prüfungen für GCSE (General Certificate of Secondary Education, entsprechend unserem Realschulabschluss) 15 % der Prüfungsfragen mit technologischen und gesellschaftlichen Problemen der Naturwissenschaft zu befassen haben. Die Association for Science Education (ASE) suchte daraufhin nach einem Weg, den Lehrerinnen und Lehrern Kurse in STS anzubieten. Das Ergebnis war SATIS (Science and Technology in Society). Das Entwicklungsteam aus erfahrenen Lehrern entwickelte einfache kurze Unterrichtseinheiten, die die Lehrkräfte leicht in den Unterricht einflechten konnten. Diese Unterrichtseinheiten, die überwiegend für den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt wurden, sind auf die Themen der Prüfungen zugeschnitten. Die Einheiten wurden in Schulen erprobt und von Fachleuten begutachtet. Da die Materialien als Ergänzung des normalen Unterrichts gedacht sind, werden sie auch als "Science first"-Ansatz bezeichnet. SATIS gewann schnell Einfluss auf den gesamten Unterricht. Auch der zweite Teil für 16- bis 19-jährige Schüler verbreitete sich sehr rasch. Zusätzlich ergänzten informative Bücher wie "What is Science?", "What is Technology?", "How shall we live?" und "The Retrial of Galileo" das Programm.

SATIS hat sich nach Holman (1986) eine Reihe von Zielen gesetzt: Der SATIS-Unterricht soll den Lernenden zeigen, dass Naturwissenschaft nicht nur im Labor stattfindet, sondern auch in ihrer Umgebung. Durch den lokalen Bezug soll Interesse geweckt werden für die Verknüpfungen von Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft. Die Anwendung der Naturwissenschaft in technischen Produkten hat positive und negative Seiten. Den Schülerinnen und Schülern soll ein Verständnis vermittelt werden, dass Entscheidungen für neue Technologien meist auf Kompromissen beruhen und dass es nicht immer eine richtige Antwort gibt. SATIS möchte die Schülerinnen und Schüler ermutigen, auf der Grundlage von Fakten zu argumentieren und anderen zuzuhören; der Unterricht soll ihnen die Möglichkeit geben, diese Fähigkeiten zu erlernen. Besonderes Gewicht wird darauf gelegt, dass die Lernenden ihre Ideen in einem naturwissenschaftlichen Kontext mit anderen diskutieren. Ein wesentliches Anliegen von SATIS ist die Erziehung zu umweltbewusstem Handeln. Durch Kenntnisse über Beeinflussungen unserer Umwelt durch den technischen Fortschritt soll Verständnis für einen sorgfältigen Umgang mit Ressourcen entwickelt werden.

Jede Unterrichtseinheit enthält Hinweise für Lehrer und kopierbare Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler. Die Einheiten sind so konzipiert, dass sie in Verbindung mit dem normalen Unterricht eingesetzt werden können und nicht als Ersatz für diesen dienen. Die Einheiten sind für etwa 75 Minuten geplant und können von Lehrerinnen und Lehrern flexibel nach Bedarf eingebracht werden. Der Unterricht ist durch Eigentätigkeit der Lernenden gekennzeichnet. Der Lehrer gibt seine dominierende Position zugunsten eines neutralen Beraters auf. Er soll auf ein harmonisches Klassenklima achten und zurückhaltende Schüler zur Mitarbeit ermutigen. Dabei muss er sensibel auf Gefühle, Glauben und kulturelle Unterschiede seiner Schüler reagieren. Für den SATIS-Unterricht erweist

sich das Arbeiten in kleinen Gruppen als sinnvoll; das Sitzen in einem Kreis erleichtert die Diskussion. Der Unterricht sollte mit einfachen, konkreten Dingen beginnen und diese später ausweiten und vertiefen. In Rollenspielen versetzen sich die Schülerinnen und Schüler in die Welt des erwachsenen Bürgers, der sich mit politischen und wirtschaftlichen Fragen auseinander zu setzen hat. Außer dem bereitgestellten SATIS-Material können auch andere Anregungen z. B. Zeitungsartikel, Bilder, Fernsehprogramme u. ä. eingesetzt werden.

### Forschungsergebnisse zu STS-Projekten

Allgemein wird das Fehlen von Untersuchungen über die Wirkung von STS beklagt. Da die Ziele von STS-Lernen sehr vielfältig sind, ist es problematisch, konkrete Ergebnisse zu erhalten. Die pragmatische Sichtweise der STS-Befürworter führt dazu, eher neue Curricula zu entwickeln, als diese dann zu evaluieren.

Solomon (1994) gibt zu bedenken, dass es viel schwieriger sei, die Wirkungen von STS-Unterricht als die von traditionellem naturwissenschaftlichem Unterricht zu prüfen, denn STS bedeute nicht nur neue Inhalte, sondern auch andere Methoden wie Gruppenarbeit, Diskussionen, Rollenspiele, Simulationen und Problemlösen. Dass sich Untersuchungen zu STS so schwierig gestalten, liegt mit daran, dass kaum geeignete Forschungsinstrumente zur Verfügung stehen.

Zusammenfassend bestätigen sich laut Aikenhead (1994 b) bei allen Untersuchungen zum Thema STS folgende positiven Wirkungen des Unterrichts:

- Naturwissenschaftliche Bildung zum mündigen Bürger
- Interesse und positive Einstellung zu Naturwissenschaft und Technik
- Wissen über die Verknüpfungen von Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft
- Entwicklung von kritischem Denken, logischem Schlussfolgern, kreativem Problemlösen und Entscheidungsfähigkeit

"Thirty years of research in science education leads to the conclusion that students can benefit consistently from STS instruction compared with their counterparts in traditional science classrooms" (Aikenhead, 1994 a, S. 13).

Forschungsergebnisse der 60er Jahre zeigen, dass der Einfluss der Lehrkraft weitaus größer ist als Curricula, Unterrichtsmaterialien oder Lehrmethoden. So variieren auch die Ergebnisse des STS-Unterrichts von Lehrer zu Lehrer. Es hat sich gezeigt, dass Lehrer der mittleren Klassenstufen gern STS-Material in den Unterricht einbringen, während Lehrer der Oberstufe nicht immer positiv gegenüber STS eingestellt sind. Sie haben Bedenken, dass die Schüler nicht genügend befähigt seien, ein naturwissenschaftliches Studium aufzunehmen. Alle bisherigen Untersuchungen widerlegen jedoch diese Einwendungen.

Da die Einstellung (attitude) der Schülerinnen und Schüler ein sehr zentrales Merkmal von STS darstellt, befassen sich auch alle Studien mit diesem Bereich. Solomon (1994) gibt zu bedenken, dass es erstens schwierig sei festzulegen, welche Einstellung wünschenswert sei, und dass es zweitens kaum möglich sei, die Einstellung von Schülerinnen und Schülern zu "messen" und zu beurteilen. Die Einstellung der Schülerinnen und Schüler kann nur mit Hilfe einer Vergleichsgruppe, die keinen STS-Unterricht hat, ermittelt werden. Das höchste Ziel der STS-Erziehung ist nach Ansicht Solomons, dass die Schülerinnen und Schüler verantwortungsbewusste Bürger werden

und dass sie fähig und willens sind, ihre Umwelt zu erhalten. Naturwissenschaftliches Wissen und Einstellungen, die in der Schule gezeigt werden, sind aber noch keine Gewissheit dafür, dass diese in der Realität auch wirklich eingesetzt werden und dass danach gehandelt wird.

### Ergebnisse einer Studie der Universität Kiel

Mitte der 90er Jahre haben wir eine Untersuchung in 9. Klassen eine Realschule in Schleswig-Holstein durchgeführt, die unter anderem zum Ziel hatte, das Wissen der Schülerinnen und Schüler nach einer Unterrichtsphase mit STS-Unterricht und traditionellem Unterricht zu erfassen. Unter traditionellem Unterricht wird der herkömmliche Physikunterricht verstanden. Für unsere Untersuchung mit den Bereichen Energieumsatz und Energieversorgung haben wir einen gesellschaftlich und physikalisch bedeutsamen Ausschnitt gewählt.

Ein Ziel dieser Untersuchung war es, unterschiedliche Unterrichtsansätze zu vergleichen, indem wir Wissenszuwachs bzw. Veränderungen des Wissens durch Unterricht feststellen wollten. Es handelte sich also um Faktenwissen in einem begrenzten Bereich. Hierfür bietet sich die Darstellung des deklarativen Wissens in einem semantischen Netzwerk an. Als bewährteste Methode für die Darstellung von Netzwerken gilt die Struktur-lege-Technik, auch als "Concept Mapping" geläufig. Sie stützt sich auf theoretische Grundlagen in kognitionspsychologischen Ansätzen, die Wissen als vernetztes System von Konzepten ansehen. Wir gehen davon aus, dass die Bedeutung eines Begriffs durch seine Verflechtung in einem Beziehungsgefüge viel sicherer zu erkennen ist als etwa durch eine Definition oder Umschreibung. Gerade in der Physik sind viele Begriffe nur im Rahmen der zugehörigen Theorie zu erklären.

Erstmals konnte mit dieser Studie gezeigt werden, dass ein STS-Unterricht einem eher fachlich orientierten Unterricht im Bereich des erzielten Wissens ebenbürtig ist. Die STS-unterrichtete Klasse weist in ihren Wissensnetzen in einigen Merkmalen wie Größe, Richtigkeit und Dichte sogar einen größeren Zuwachs auf als die traditionell unterrichtete Klasse; selbst in der Anwendung von Begriffen aus der Fachsprache zeigt der STS-Unterricht bessere Ergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler verwendeten nach dem Unterricht die neu gelernten Begriffe in ihren Begriffsnetzen. Skeptiker von STS-Unterricht bemängeln, dass dieser Unterricht zu wenig Fachwissen vermittelt und nur die Einstellung der Lernenden zur Naturwissenschaft beeinflusst. Frühere Forschungsergebnisse konnten überwiegend nur die positivere Haltung - bewirkt durch STS-Unterricht - von Lehrenden und Lernenden nachweisen. Dies war auch nur in qualitativen Untersuchungen möglich. Diese Studie liefert einen Beitrag zur STS-Forschung, weil sie mit Hilfe des neu entwickelten Instrumentariums in der Lage ist, jetzt auch quantitativ abgesicherte Ergebnisse zu liefern. (Die ausführliche Beschreibung der Untersuchung und alle Ergebnisse sind auf einer CD-ROM bei der Autorin zu erhalten.)

Im Rahmen dieser Studie konnte gezeigt werden, dass unterschiedliche Unterrichtsansätze zu unterschiedlichem propositional dargestellten Wissen führten. Die Untersuchung bezieht sich auf drei Klassen des neunten Jahrgangs einer Realschule und ist auf einen Themenbereich eingegrenzt. Sie hat somit Beispielcharakter, trotzdem sind wir der Meinung, dass es Anzeichen gibt, die eine Verallgemeinerung rechtfertigen. Diese Annahme wird gestützt durch die Ergebnisse der Vergleichsstudie Estland/Deutschland (Reiska, 1999).

### Einsatz von STS im deutschsprachigen Raum

STS-Unterricht hat sich überwiegend in englischsprachigen Ländern etabliert. Alle Untersuchungen belegen Vorteile von STS-Unterricht verglichen mit sonst üblichem Naturwissenschaftsunterricht. Es stellt sich die Frage, ob solcher Unterricht im deutschsprachigen Raum eingesetzt werden kann?

Einerseits kann man Unterrichtseinheiten in England bestellen und als Anregung für den eigenen Unterricht nutzen. Direkte Übersetzungen haben sich nicht bewährt, das Unterrichtsmaterial muss an die jeweilige Lernumgebung angepasst werden. Information gibt es unter folgenden Adressen:

- The Science Education Group (Hrsg.): *Salter's Science Course*. Department of Chemistry, University of York, Heslington, Großbritannien
- The Association for Science Education (Hrsg.): *SATIS*. Hatfield 1986 Großbritannien
- ASE Booksales, College Lane, Hatfield, Herts, AL10 9AA, Tel.: Hatfield 267411, Fax: 1707/266532

Eine weitere Möglichkeit bietet PING (Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung), das in Deutschland (IPN an der Universität Kiel) konzipiert wurde, aber auch in Österreich eingesetzt wird. PING-Unterrichtseinheiten zählen zu den wenigen Ansätzen in Deutschland, die der STS-Bewegung zugeordnet werden können. Die Unterrichtseinheiten sind für einen integrierten, fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht konzipiert und erfüllen damit Merkmale, die auch ein STS-Unterricht anstrebt.

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den eigenen Unterricht mit den in diesem Aufsatz genannten Merkmalen eines STS-Unterrichts zu versehen.

### Literatur

- Aikenhead, G. S (1994 a): *A review of research into outcomes of STS teaching*. In: Boersma, K. u. a. (Hrsg.): 7th Symposium. *Science and Technology Education in a Demanding Society*. Enschede: National Institute for Curriculum Development
- Aikenhead, G. S (1994 b): *Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective*. In: Solomon, J., Aikenhead, G. (Hrsg.): *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York, London: Columbia University, Teachers College
- Aikenhead, G. S (1994 c): *What is Science Teaching?* In: Solomon, J., Aikenhead, G. (Hrsg.): *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York, London: Columbia University, Teachers College
- Fensham, P. J. (1991): *Science and Technology Education. A Review of Curriculum in these Fields*. In: American Education Research Association (Hrsg.): *Handbook of Curriculum*
- Holman, J. (1986): *Science and Technology in Society. General Guide for Teachers*. The Association for Science Education (Hrsg.): College Lane. Hatfield: Herts
- Reiska, P. (1999): *Physiklernen und Handeln von Schülern in Estland und Deutschland - Eine empirische Untersuchung zu zwei unterschiedlichen Unterrichtskonzepten im Bereich von Energie und Energieversorgung mit den Methoden Concept Mapping und Computersimulation*. Dissertation. Universität Kiel. Verlag Peter Lang
- Solomon, J. (1994): *Knowledge, Values and the Public Choice of Science Knowledge*. In: Solomon, J., Aikenhead, G. (Hrsg.): *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York, London: Columbia University, Teachers College
- Ziman, J. (1994): *The Rationale of STS Education is in the Approach*. In: Solomon, J., Aikenhead, G. (Hrsg.): *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York, London: Columbia University, Teachers College