

## Aspekte einer zukünftigen Lehrerbildung

**Prof. Dr. Eckhard Klieme**

Sehr geehrte Damen und Herren,

ganz herzlichen Dank für die Einladung zu dieser beachtlichen Veranstaltung. Ich glaube, ich habe noch nie vor einem so großen Publikum über Fragen der Lehrerbildung und der Unterrichtsforschung gesprochen. Dies zeigt, dass hier in Baden-Württemberg einiges in Bewegung kommt. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg mit dieser Tagung.

Mir ist das Thema „Aspekte einer zukunftsfähigen Lehrerbildung“ vorgegeben worden. Im Gegensatz zu Herrn Terhart, den Sie gestern gehört haben, muss ich gestehen, dass ich selbst nicht Experte für Lehrerbildung bin. Ich arbeite in der empirischen Bildungsforschung mit dem Fokus auf Schulqualität und Unterrichtsqualität, und daneben habe ich mich auch eine ganze Weile mit Bildungsstandards beschäftigt, über Bildungsstandards geschrieben und auch Empfehlungen dazu abgegeben.

Als ich mir überlegt habe, was ich Ihnen als Impuls für die Zukunft der Lehrerbildung mit auf den Weg geben kann, habe ich mir als Ziel vorgenommen, die zentralen Ergebnisse meiner Forschung zur Unterrichtsqualität für Sie nochmals aufzuarbeiten und diese Ergebnisse möglichst konkret darzustellen. Lehrerbildung wird nämlich dann zukunftsfähig, wenn sie beim aktuellen Stand der Unterrichtsforschung ansetzt und die Herausforderungen, die durch neue Ergebnisse der Unterrichtsforschung entstanden sind, auch aufgreift.

Ich möchte Ihnen heute, basierend auf eigenen Forschungen in einem videogestützten Unterrichtsforschungsprojekt, darüber berichten, was ich unter „*Grunddimensionen von Unterrichtsqualität*“ verstehe. Ich möchte dabei möglichst detailliert auf das Konzept der kognitiven Aktivierung eingehen, das einen Kern dieser Grunddimensionen bildet, einen Kern, von dem ich auf der Grundlage vieler Erfahrungen und Diskussionen annehme, dass er bis jetzt in der Lehrerbildung kaum oder viel zu wenig auftaucht. Kognitive Aktivierung kann nämlich leicht verwechselt werden, z. B. mit Schüleraktivierung im allgemeinen Sinne. Im Hinblick auf eine zukunftsfähige Lehrerbildung werde ich dann fünf Thesen formulieren, in denen ich versuche, einige Vorschläge und Anregungen dafür zu geben, wie eine zukünftige Lehrerbildung aussehen müsste, um die Herausforderung der Unterrichtstheorie anzunehmen, und das unabhängig davon, ob es sich um eine erste, zweite oder dritte Phase handelt.

### **Projekt Pythagoras: Anlage der Studie**

Ich beginne mit einigen Ergebnissen aus einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsprojekt, das über sechs Jahre lang Teil des Schwerpunktprogramms „*Bildungsqualität von Schule*“ war<sup>1</sup>, und

---

1 Prenzel, M./Allolio-Näcke, L. (Hg.) (2006). Untersuchungen zur Bildungsqualität von

das ich gemeinsam mit Kollegen und einigen Mitarbeitern der Universität Zürich durchgeführt habe. Irgendwann haben wir ihm den schönen Namen „Projekt Pythagoras“ gegeben, weil wir über ein Schuljahr hinweg Mathematikunterricht untersucht haben: Mit Befragungen und Tests, in denen wir das Vorwissen am Anfang des Schuljahres und die Leistung am Ende des Schuljahres, aber auch die Interessenentwicklung und Hintergrundvariablen, wie z. B. soziale Herkunft, erhoben haben.

Das Besondere dieser Studie war, dass im Laufe des Schuljahres in jeder der 40 beteiligten Klassen zwei Unterrichtseinheiten mit jeweils zwei bis drei Stunden zum Thema „Einführung in die Satzgruppe des Pythagoras“ videographiert wurden. Wir haben die Lehrkräfte gebeten, uns genau dann zu rufen, wenn sie mit dieser Satzgruppe anfangen, weil wir wissen, dass die Satzgruppe des Pythagoras ein neuralgischer, aber auch ein besonders interessanter Punkt aus der Schulmathematik ist, sowohl vom fachlichen als auch vom fachdidaktischen Standpunkt aus gesehen. Es ist der Punkt, an dem sich Algebra und Geometrie am Deutlichsten verknüpfen, und deshalb braucht man sowohl algebraische als auch geometrische Voraussetzungen. Es ist der Punkt, an dem dann typischerweise auch ein Beweis geführt wird, wenn er nicht schon vorher z. B. beim Basiswinkelsatz eingeführt wurde. Spätestens beim „Pythagoras“ muss man an Gymnasien und Realschulen einen Beweis bringen. Und genau das wollten wir auch sehen. Wir haben die Lehrerinnen und Lehrer

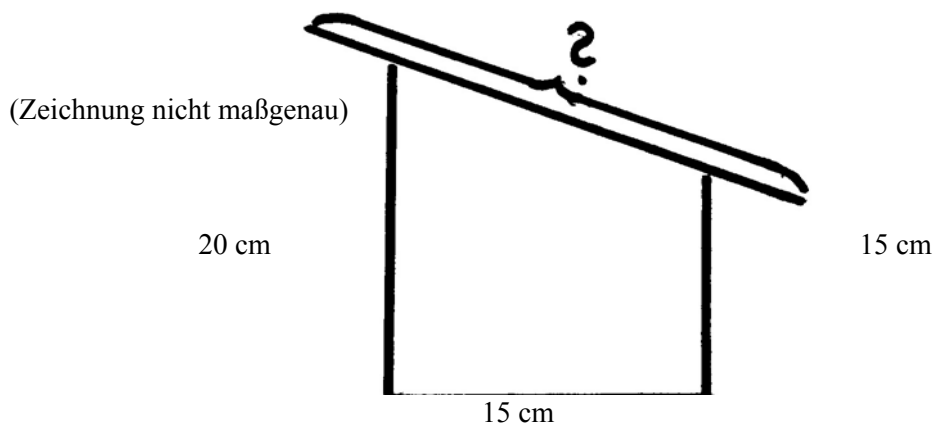
gebeten, in ihren zwei bis drei Unterrichtsstunden mindestens einen Beweis unterzubringen. Dadurch haben wir eine Vergleichschance, die man in anderen Videostudien nicht hat; in anderen Videostudien wurde mehr oder weniger Zufälliges aufgenommen wurde, so etwa bei TIMSS.

Unsere *Stichprobe* bestand aus 20 deutschen Klassen und 20 Schweizer Klassen unterschiedlicher Jahrgänge (8. und 9. Klassen). Uns war wichtig, dass die Themen auch im Curriculum auftauchten; wir kontrollierten stets etwaige Unterschiede zwischen den Ländern, achteten aber auch darauf, dass die analysierten Situationen vergleichbar waren.

Worauf zielen wir ab, wenn wir die Vermittlung des Pythagoras untersuchen? Wir zielen nicht auf mathematische Kompetenz generell ab, sondern wir versuchen, diese Kompetenz etwas feiner zu erfassen. Einer der Vorteile der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz ist, dass sie nicht von mathematischer Leistung insgesamt sprechen, also nicht einen eher schlichten Standardbegriff haben, der sich ausschließlich an Testleistungen orientiert, wie beispielsweise in den USA. Die Publikation der Kultusministerkonferenz geht anders vor: Sie verankert Standards in etwas, das sie „Kompetenzmodell“ nennt. D. h. hinter den Bildungsstandards steht idealer Weise eine komplexere Vorstellung davon, was denn eigentlich die Teilkomponenten von – in diesem Fall – mathematischer Kompetenz sind und wie die Graduierungsstufen zu beschreiben sind.

Im Bezug auf Pythagoras haben wir zwei zentrale Teilkomponenten unterschieden. Herausforderung. Die eine Allein diese auch psychometrisch sauber *Teilkomponente* nenne ich zu unterscheiden, war schon eine „Anwendungsfähigkeiten“.

5. Anna baut aus Holz ein Vogelhaus. Sie hat einen Plan gezeichnet, auf dem die Dicke des Holzes vernachlässigt ist. Der Plan sieht so aus:



Das Dach soll auf beiden Seiten 5 cm über die Wände hinausragen. Anna will nun ausrechnen, wie lang das Holzbrett für das Dach sein muss. Wie würdest Du vorgehen?

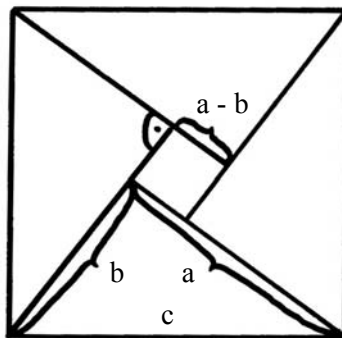
Hier sehen Sie eine typische Textaufgabe, eine Anwendungsaufgabe, wie sie mit dem Satz des Pythagoras verbunden ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen berechnen, wie lang die Schräge des Daches mindestens sein muss. In irgendeiner Weise muss man hier den Satz des Pythagoras anwenden, um die

Aufgabe zu lösen. Das ist die klassische mathematische Kompetenz, die typisch für den deutschen Mathematikunterricht ist. Das ist jedoch noch nicht das, was die PISA-Kollegen „modellieren“ nennen, sondern es ist „anwenden“, anwenden in einem Alltagskontext.

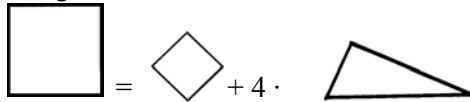
8. Silvia, Jens und Frank haben versucht, den Satz des Pythagoras zu beweisen. Wie beurteilst Du die Lösungen der vier Schüler?

Satz des Pythagoras: Im rechtwinkligen Dreieck mit den Katheten  $a$  und  $b$  und der Hypothenuse  $c$  gilt:  $a^2 + b^2 = c^2$ .

Silvias Antwort:



Aussage:



Begründung:

Das große Quadrat hat die Fläche  $c^2$ . Es setzt sich aus dem kleinen Quadrat mit der Fläche  $(a - b)^2$  und den 4 Dreiecken zusammen.

$$(1) \quad c^2 = (a - b)^2 + 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2}$$

Jedes der Dreiecke hat die Fläche  $\frac{a \cdot b}{2}$

$$(2) \quad c^2 = a^2 - 2ab + b^2 + 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2}$$

Nach binomischer Formel ist  $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

$$(3) \quad c^2 = a^2 - 2ab + b^2 + 2ab$$

Umformung von (2)

$$(4) \quad c^2 = a^2 + b^2$$

$$- 2ab + 2ab = 0$$

Die Behauptung ist also wahr!

Beurteilung von Silvias Lösung:

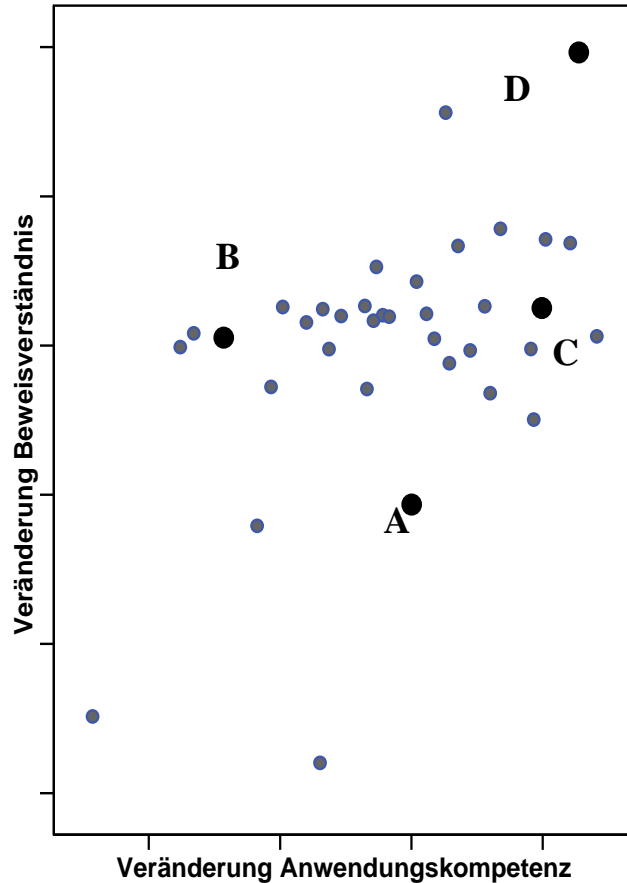
Silvias Lösung ...	ja	nein
... enthält einen Fehler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... zeigt, dass die Behauptung für alle rechtwinkligen Dreiecke gilt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... zeigt, dass die Behauptung für bestimmte rechtwinklige Dreiecke gilt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ist geeignet, um die Behauptung jemandem aus der Klasse zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie Sie der zweiten Aufgabe entnehmen können, haben wir im Kontrast zu den Anwendungsfähigkeiten das „*Beweisverständnis*“ untersucht, weil wir denken, dass hierin ein wesentliches Ziel mathematischer Bildung besteht. Darin sehen Sie auch einen Bildungsanspruch, der über das bloße Anwenden von Mathematik hinausgeht. Ein Bildungsziel des Mathematikunterrichts müsste es sein, das Beweisverständnis der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Das heißt sehr viel: zum Beispiel überhaupt die Motivation für einen Beweis zu erkennen. Warum muss ich denn in der Mathematik eigentlich etwas beweisen? Warum reicht es nicht, wenn ich 50 passende Beispiele gesehen habe?

Diese Fragen haben wir mit einer Aufgabe geprüft, die ich zusammen mit Frau Reiss, einer Mathematikdidaktikerin, aus einer englischen Studie adaptiert habe. Die Idee ist die folgende: Es werden drei unterschiedliche Beweise vorgestellt, die eher formal oder narrativ aufgebaut sein können und die richtig oder falsch sein können. Die Schüler müssen diese Beweise beurteilen. Wir sehen dabei, dass Schülerinnen und Schüler Beweise oft schlichtweg danach beurteilen, ob sie in formaler Hinsicht schön aufgebaut sind. Das heißt: Wenn es so aussieht, als sei alles Schritt für Schritt sauber aufgeschrieben, dann finden die Schülerinnen und Schüler, dass ein guter

Beweis vorliegt, mit dem sie auch argumentieren könnten. Dass dieser Beweis vielleicht tautologisch ist, erkennen sie gar nicht. So etwas zu überprüfen, zeichnet unseren Test zum Beweisverständnis aus.

Wir haben 40 Klassen im *Längsschnitt* untersucht. So können wir jede Klasse danach einordnen, wie stark sie im Verlauf der Unterrichtseinheit auf diesen Leistungsdimensionen die Kompetenz erweitert hat.



Auf der X-Achse dieser Abbildung ist die Veränderung in der Anwendungscompetenz dargestellt, d. h., wie stark im Verlauf dieser Unterrichtseinheit zur Satzgruppe des Pythagoras die generelle, unterrichtstypische Fähigkeit angestiegen ist, diesen Satz in verschiedenen Kontexten anzuwenden. Auf der vertikalen Achse, der Y-Achse, ist

abgetragen, wie sich das Beweisverständnis verändert. Sie sehen, hier gibt es eine ziemliche Streuung. Wir haben links unten eine Schulklasse, die in beiderlei Hinsicht ziemlich schlecht abscheidet. Die Ursachen sind vielfältig: Das ist z. B. eine Lerngruppe, die unter äußerst schwierigen Bedingungen in einer Metropole mit hohem Migrationsanteil arbeitet. Die Streuung tritt auf, obwohl es

sich nur um Gymnasial- und Realschulklassen handelt, es ist keine Hauptschulklasse dabei. Rechts oben haben wir ein Beispiel, bei dem es in exzellenter Weise gelingt, in beiden Dimensionen sehr gute Leistungsfortschritte zu erbringen.

### Untersuchungsergebnisse

Unser Ziel war es, erklären zu können, welches die *Bedingungsgrößen* dafür sind, dass Leistungszuwächse entstehen und die Leistungsstufen in den beiden Dimensionen unterschiedlich sein können. Wir haben beispielsweise festgestellt, dass die Schweizer Klassen im Beweisverständnis etwas besser sind und die Deutschen relativ gesehen in der Anwendungskompetenz. Das ist eine interessante Aussage über diese beiden Unterrichtskulturen.

Als wir uns die Videoaufnahmen angeschaut haben, haben wir etwas herausgefunden, das für Sie besonders interessant sein könnte. Es gab unter den teilnehmenden Klassen vier (A, B, C und D), in denen die Lehrerinnen und Lehrer eine Unterrichtseinheit verwendet haben, die genau zum Zeitpunkt der Studie in einer fachdidaktischen Zeitschrift als Unterrichtsvorschlag veröffentlicht wurde. Wir hatten somit die Chance, in einer quasiexperimentellen Situation vier Mal denselben Unterrichtsplan umgesetzt zu sehen, mit exakt denselben Materialien und auch denselben Sozialformen: Unterrichtsgespräch, Gruppenarbeit, Bericht aus der Gruppe, Reflexion in der Klasse. Die Frage war nun: *Wie wird dieser eine Unterrichtsplan umgesetzt?* Das ist eine Frage, die natürlich den Kern der Lehrerausbildung trifft. Lehrerausbildung besteht klassischer

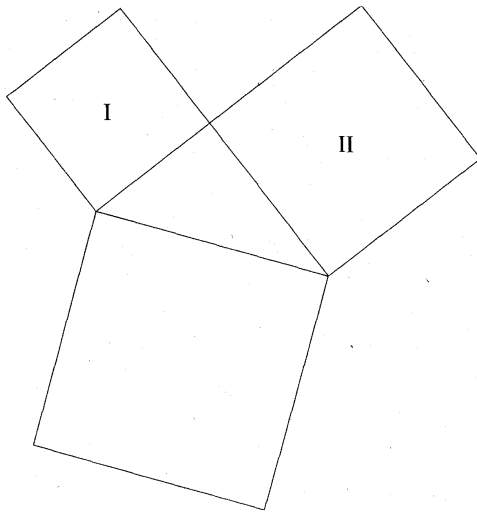
Weise darin, dass man Unterricht plant und sich Methoden dafür erarbeitet, wie Unterricht geplant werden kann. Dieser Plan wird dann umgesetzt und in Hospitationen und Beobachtungen bewertet. Nun haben wir hier sozusagen eine ähnliche, aber empirisch kontrollierte Situation: Der Plan ist vorgegeben worden, vier Lehrerinnen und Lehrer haben ihn umgesetzt.

Alles, was ich ihnen jetzt zeige, darf nicht unmittelbar kausal interpretiert werden. Ich glaube nicht, dass die verschiedenen Arten, wie dieser Plan hier innerhalb einer einzigen Schulstunde umgesetzt worden ist, ursächlich verantwortlich sind für die Lernprofile, die wir sehen. Aber wenn wir einen Vergleich ziehen, sehen wir doch Indikatoren für verschiedene Unterrichts-„Kulturen“. „Kulturen“ habe ich in Anführungszeichen geschrieben, weil ich glaube, dass es problematisch ist, vom „*Konzept einer Unterrichtskultur*“ zu sprechen. Eine durchgehende Unterrichtskultur gibt es nicht, aber es gibt doch Unterrichtsmerkmale, die typisch sind für einen Lehrer, und die auch eine gewisse Konsistenz haben; diese Unterrichtsmerkmale können wir hier identifizieren und vergleichen.

Der *Unterrichtsplan*, wie er von Karin Wagenführ in der Zeitschrift „*Mathematik lehren*“ veröffentlicht wurde,<sup>2</sup> sah nun folgendermaßen aus:

---

2 Wagenführ, K. (2001). Gebietsreform in Feldhausen. Eine Einführung in den Satz des Pythagoras. In: *Mathematik lehren*, 2001 (109), 10-13.



Bauer Piepenbrink hat zwei Felder, I und II, angeordnet wie hier dargestellt. Im Zuge einer Flurbereinigung bietet ihm die Gemeinde an, die Felder durch das große Quadrat zu ersetzen. Abends in der Kneipe erzählt er das seinen beiden Kollegen Plattfuß (bei dem liegen die beiden Felder I und II etwas anders) und Großmaul (bei dem liegen die Felder wieder anders). Die beiden haben jetzt die Idee, sie möchten das Gleiche machen. Sie lassen sich alle drei durch ihre schlaunen Kinder beraten, die in der Schule solche Dinge lernen. Jetzt wird überlegt, bei wem dieser Tausch funktioniert und bei wem nicht.

Karin Wagenführ schlägt vor, zu diesen drei Fällen zunächst ein Unterrichtsgespräch zu führen. Es werden Folien aufgelegt. Die Schüler sollen die Flächen ausmessen und dann beurteilen, wer bei diesem Tauschgeschäft Gewinn und Verlust macht, oder bei wem es genau gleich ausgeht. Dann wird die Frage gestellt, und das ist klassisch sokratisches Vorgehen: „Woran liegt es, dass in den drei verschiedenen Fällen die untere Quadratfläche unterschiedlich groß ist?“ Es werden Vermutungen formuliert, es wird dann im Unterrichtsgespräch ein Satz erarbeitet, der etwa wie folgt lautet: „Im rechtwinkligen Dreieck ist die Summe der Quadrate an den Katheten genauso groß wie das Quadrat an der Hypotenuse.“ Da haben sie den „Pythagoras“. Und dann sollen weitere Beispiele bearbeitet werden mit der Idee, dass daraus eine Beweismotivierung entsteht und dann der eigentliche Beweis. Das ist der Unterrichtsplan. So etwas würden Sie, wenn sie Fachleiter am Studienseminar sind, vielleicht auch gerne sehen: Das ist anwendungsbezogen, motivierend; da gibt es einen Alltagsbezug, es ist exploratives Arbeiten möglich. Es ist kein schlechtes Szenarium.

*Was passiert jetzt aber tatsächlich in den vier Versuchsklassen?*

	<i>Klasse A</i>	<i>Klasse B</i>	<i>Klasse C</i>	<i>Klasse D</i>
Einführung	3 Fälle 9 Minuten	1 Fall 11 Minuten	Frage 5 Minuten	Frage 3 Minuten
Instruktion	1 Minute	1 Minute	7 Minuten	2 Minuten
Gruppenarbeit	Vermutung 8 Minuten	2 Fälle 5 Minuten	3 Fälle 18 Minuten	3 Fälle 5 Minuten
Bericht aus den Gruppen	---	3 Minuten	7 Minuten	6 Minuten
Fragend-entwickelndes Gespräch	4 Minuten	3 Minuten	7 Minuten	17 Minuten
Gesamtdauer	22 Minuten	23 Minuten	44 Minuten	33 Minuten



In *Klasse A* und in *Klasse B* halten sich die Lehrkräfte relativ genau an den Plan, mit gewissen Unterschieden. In der *Klasse A* werden tatsächlich die drei Fälle im Unterrichtsgespräch bearbeitet; es wird genauso verfahren wie vorgeschlagen. Im Unterrichtsgespräch wird gemessen, verglichen und bewertet. Dann geht der Unterricht aber in eine Gruppenarbeit über.

Dabei ist interessant, dass alle vier Lehrkräfte Gruppenarbeit gemacht haben. Das waren hoch motivierte, auch fachdidaktisch engagierte Lehrkräfte, die sich für die Studie freiwillig gemeldet hatten. Sie hatten alle die Idee, hier müsste Gruppenarbeit durchgeführt, die Vermutung in Gruppen erarbeitet werden. Im weiteren Verlauf des Unterrichts der *Klasse A* stellte sich aber heraus, dass die Gruppen in den zur Verfügung stehenden acht Minuten noch gar keine Vermutung formulieren konnten, weil es sie überfordert hat, die damit verbundene mathematische Verallgemeinerung zu formulieren. Deshalb geschah das in *Klasse A* dann im Unterrichtsgespräch, es dauert vier Minuten, und dann war der Satz da.

Im *Klasse B* dauerte es 23 Minuten, und es lief sehr ähnlich ab, außer dass hier in der Gruppenarbeit noch die beiden anderen Fälle, also Plattfuß und Großmaul, behandelt wurden. (Der erste Fall wurde im Plenum besprochen.) In *Klasse B* war also der Arbeitsauftrag an die Gruppen einfacher, was vielleicht auch etwas sinnvoller ist.

In *Klasse C* unterrichtete eine Lehrerin, die nach dem Urteil ihrer Schüler generell auf kooperative Lernprozesse sehr viel Wert legt. Sie ließ sich sieben Minuten Zeit, um die Gruppenarbeit vorzubereiten, d. h., die Gruppen einzuteilen, Instruktionen zu geben und

nachzufragen, ob die Instruktionen verstanden worden sind. Wie sie mit den Gruppen umgeht, ist lehrbuchmäßig. Sie lässt den Gruppen sehr viel Zeit: 18 Minuten. Die gesamte Fallarbeit wird in den Gruppen bearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler gehen arbeitsteilig vor: Jede Gruppe bekommt einen dieser drei Fälle. Anschließend wird sieben Minuten lang berichtet. Die Schüler kommen nach vorne, treten auf, erfahren Wertschätzung, erfahren Kommentar von anderen. Die Unterrichtsstunde wird ausgeschöpft; 44 Minuten dauert das Ganze, und zum Schluss wird es sogar ein bisschen eng. Aber in dem abschließenden Unterrichtsgespräch steht dann irgendwann auch der Satz des Pythagoras da.

*Lehrer D*, der in seiner Klasse insgesamt sehr erfolgreich ist (Sie erinnern sich an die Grafik: Das ist der rechts oben!) geht noch anders vor. Er ist sehr schnell bei den beiden ersten Teilen. Er braucht nur drei Minuten für die Einführung, auch nur ganz wenig Zeit für die Instruktion; die Gruppen arbeiten ebenfalls arbeitsteilig an den Fällen. Wofür er sich aber extrem viel Zeit lässt, das ist das Unterrichtsgespräch zur Ausarbeitung der Vermutungen, die dann schließlich zum Satz des Pythagoras führen. Das ist der entscheidende Punkt: Er ist ein Lehrer, der wenig Zeit in die Organisation von sozialen und kooperativen Prozessen investiert, der aber sehr viel Zeit in die mathematische Argumentation investiert.

### Ergebnisse der Unterrichtsstunden

Wie lauten nun die *Ergebnisse der Unterrichtsstunden*? Alle vier Klassen formulieren den Satz des Pythagoras. In *Klasse A* sagt der Lehrer irgendwann: „Tauschen kann man nur in dem Fall,

wenn das Dreieck rechtwinklig ist.“ Das Anwendungssituation.  
ist die Formulierung, sehr nah an der

Klasse A	<i>Tauschen kann man nur in dem Fall, wenn das Dreieck rechtwinklig ist.</i>	mündlich vom Lehrer
Klasse B	<i>Wenn das Dreieck einen rechten Winkel hat, dann ist die Summe der oberen Felder genauso groß wie das große Feld.</i>	mündlich vom Lehrer
Klasse C	<i>In einem rechtwinkligen Dreieck ist die Summe der Flächeninhalte über den kleinen Seiten genauso groß wie die Fläche der großen Seite.</i>	schriftlich von der Lehrerin
Klasse D	<i>In einem rechtwinkligen Dreieck sind die Flächen der Quadrate an den Katheten zusammen gleich groß wie die Fläche des Quadrats an der Hypotenuse.</i>	schriftlich Schüler und Lehrer im Gespräch

In Klasse B wird schon eine wenn-dann-Struktur formuliert. Dies ist also schon etwas mathematisiert, aber es ist immer noch von „Feldern“ die Rede: „Wenn das Dreieck einen rechten Winkel hat, dann ist die Summe der oberen Felder genauso groß wie das große Feld.“ Das ist ein bisschen unglücklich formuliert, weil mit der „Summe der Felder“ natürlich die „Fläche der Felder“ gemeint ist.

In Klasse C ist schon von der Summe der Flächeninhalte die Rede. Dann steht aber an der Tafel, sehr vereinfacht und mathematisch unkorrekt: „... genauso groß wie die Fläche der großen Seite“ – was natürlich nicht stimmt.

In Klasse D, die 18 Minuten in diesen Prozess investiert hat, entwickeln die Schüler die Dinge schrittweise, und zum Schluss steht der mathematisch korrekt formulierte Satz an der Tafel. Eine einfache Betrachtungsweise wäre zu sagen, das sind Lehrer, die sind gut und strikt in Mathematik. Wir haben mit den Lehrern leider keinen Test zu ihrem mathematischen Wissen gemacht. Ich habe die starke Vermutung, dass wir große Unterschiede finden würden und dass die Lehrer A und B deutlich weniger mathematisches Fachwissen haben als die Lehrer C und vor allem Lehrer D. In der

Art, wie sie diese Unterrichtseinheit umsetzen, offenbart sich das mathematische Fachwissen und vermutlich auch ein unterschiedliches Verständnis von mathematischer Stringenz.

Insgesamt sehen Sie, dass C und D in der allgemeinen Unterrichtsqualität durchaus vergleichbar sind. C ist eine Lehrerin, die sehr klar organisierten Unterricht macht, die sich mit Gruppenunterricht auskennt, eine vorbildliche Lehrerin. Was ihr im Unterschied zu D fehlt, ist das Mehr an mathematischer Argumentation, an mathematischer Diskursivität und Klarheit. Lehrerin C investiert in Kooperation, Lehrer D investiert in mathematische Argumente. Die beiden Lehrkräfte A und B können offenbar weder in das Eine noch in das Andere so richtig investieren, was mit folgendem Hintergrund zu tun hat: B ist die Klasse, die von den vier Klassen die geringsten Voraussetzungen an kognitiven Grundfähigkeiten hat, auch die Anstrengungsbereitschaft der Schüler/innen ist weniger groß als in den anderen Klassen. A ist eine Klasse, in der die Schüler/innen von einem hohen Leistungsdruck aus dem Elternhaus

berichten, und sie berichten von vielen negativen Emotionen, die mit Lernen verbunden sind, von Angst, von Leistungsdruck. Und es gibt auch weitere Kontextfaktoren, die hierbei eine Rolle spielen. Deshalb kann man das nicht kausal interpretieren.

### Theoretische Einsichten

Was ist nun die *wissenschaftliche Erkenntnis*? Zunächst ist interessant, dass man die Unterschiede zwischen den vier Klassen, insbesondere auch zwischen C und D, mit bestimmten Dimensionen von Unterrichtsqualität beschreiben kann, die wir in der Forschung durch Skalen und Beobachtungsratings erfassen. Und zu diesen wichtigen Merkmalen gehört das Vorkommen kooperativer Arbeitsformen eben nicht. Das ist eine allgemeine Erkenntnis der Unterrichtsforschung, die zurückgeht auf den alten Diskurs über das Verhältnis von Didaktik und Methodik. Es sind nicht die Unterrichtsmethoden, es sind nicht die Sozialformen, die den Unterschied zwischen gutem und schlechtem Unterricht ausmachen.

Deshalb irritiert es mich zutiefst, wenn ich von Lehrkräften höre – nicht aus Baden-Württemberg, sondern aus einem anderen Bundesland –, dass die Schulinspektion in den Unterricht kommt und darauf achtet, dass etwa gleich viel Zeit für Unterrichtsgespräch, Einzelarbeit und Gruppenarbeit aufgewandt wird. Dies ist Unsinn, weil man die Häufigkeit oder die Verteilung von Sozialformen zum Kriterium von Unterrichtsqualität macht. Natürlich ist es wichtig, dass man mit den Arbeitsformen variiert, insbesondere um bei den Schülerinnen und Schülern die Aufmerksamkeit zu erhalten, sie zu motivieren. Das ist ein altes didaktisches Prinzip. Aber die Frage: „Was bringt hinterher die Lernqualität, die

Verstehensleistung?“ hat damit zunächst mal nichts zu tun, sondern da kommt es auf die Tiefenmerkmale an.

Dabei handelt es sich um *zwei klassische Tiefenmerkmale*, die die insgesamt erfolgreichereren Klassen C und D von A und B unterscheiden:

Das ist zum einen die *Effizienz der Klassenführung*, d. h.: Wird schnell mit dem Thema begonnen? Werden Störungen vermieden? Wird auf Störungen schnell reagiert? Ist der Unterricht klar und strukturiert?

Und zweitens: Wie ist die *Qualität der Lehrer-Schüler-Beziehung*? Die Schüler wurden befragt: „Wie geht es dir mit dem Lehrer? Fühlst du dich unterstützt? Fühlst du dich akzeptiert, anerkannt? Wirst du bewertet nach dem, was du selbst leisten kannst, also nach deiner eigenen Veränderung, oder wird einfach die soziale Bezugsnorm auf dich angewandt?“

Diesen letzten Aspekt kann man mit der Theorie der Motivationspsychologen Edward Deci und Richard Ryan<sup>3</sup> untermauern, die besagt: Schüler und Schülerinnen oder generell Menschen fühlen sich motiviert, sind interessiert an einer Sache, wenn sie die Gelegenheit haben, drei Dinge zu erleben: 1. Ich bin kompetent, 2. Ich bin autonom, ich habe also Handlungsfreiheit, und 3. Ich bin sozial eingebunden, ich werde akzeptiert, und ich bin in einer Gruppe, in der ich gemeinsam lernen kann. Das sind die drei Kernelemente von Motivationsunterstützung in der Schule,

---

3 Vgl. z. B. Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). Self-Determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *American Psychologist*, 55 (1), 68-78.

die sich in vielen Studien bestätigt haben. Und Kompetenz erleben, Autonomie erleben, soziale Einbettung sind die Kernfaktoren für Motivation, die auch leistungsrelevant ist.

Übrigens haben Deci und Ryan im Experiment gezeigt, dass diese Motivation untergraben werden kann, wenn zu viele externe Standards eine zu starke Rolle spielen. Sie haben Unterrichtsexperimente gemacht und einer Gruppe von Lehrern vorgegeben: „Arbeite nach einem Standard (in diesem Fall einem Leistungsstandard): Test X wird angewandt. Du musst hier ein bestimmtes Durchschnittsniveau erreichen!“ Den anderen Lehrern wurde gesagt: „Fördere deine Schüler optimal!“ In den Dimensionen Autonomie, Kompetenz und soziale Einbettung gab es bei der Standardorientierung einen Rückschritt.

Nun noch einige weitere Punkte, die den Lehrer D von Lehrerin C unterscheiden: Er ist klarer, er hat höhere Denkanforderungen. Dies wurde von geschulten Beobachtern eingeschätzt. Und er geht anders mit Hausaufgaben um. Das ist eine Information, die wir von Schülern bekommen haben. Wir haben mit einer Fragebogenskala die kognitive Aktivierung am Beispiel der Hausaufgaben erfasst. Die Schüler sollten sagen, in wie weit ihr Lehrer, ihre Lehrerin auf Fehler eingeht, sich dafür interessiert, wie sie die Hausaufgaben gelöst haben, ob er/sie es toll findet, wenn sie neue Lösungswege gefunden haben, ob er/sie auch solche Aufgaben stellt, bei denen man etwas Neues finden kann und bei denen man nachdenken muss und ob ihr Lehrer auch bereit ist, eine individuelle Bezugsnorm bei der Bewertung zu akzeptieren, d. h., ob er es

wertschätzt, dass jeder Einzelne sich persönlich anstrengt.

Das nenne ich *kognitive Aktivierung*: Die Aktivierung des Lehrers D geht über die allgemeine Schüleraktivierung hinaus, die die Lehrerin C auch sehr gut macht. Sie aktiviert die Schüler, indem sie sie in Gruppen arbeiten lässt, indem sie sie interagieren lässt, indem sie viele Fragen stellt, aber sie ist nicht kognitiv herausfordernd. Ihre Aussagen bewegen sich auf einem einfacheren mathematischen Niveau. Sie zwingt die Schüler nicht, aufeinander Bezug zu nehmen und wechselseitig Hypothesen zu testen. Das kann man an der Art, mit Hausaufgaben umzugehen, ablesen. Auf der Skala, auf die ich gerade hingewiesen habe, ist Lehrer D deutlich besser. Er gibt Hausaufgaben, und er nutzt sie in seinem Unterricht als Gelegenheit, mit den Schülerinnen und Schülern über mathematisches Denken ins Gespräch zu kommen: „Wer findet welche Lösungen? Gibt es andere Lösungen?“ Das ist mathematisches Denken, umgesetzt in Argumentationsprozesse, während Lehrerin C genau in dieser Dimension auf einer niedrigeren Stufe stehen bleibt.

Für diese kognitive Aktivierung, die ich ihnen beschrieben habe, für diese Art, Unterricht zu implementieren und für die von mir beschriebene Art der Hausaufgabenumsetzung – dafür möchte ich gerne werben!

Die *Unterrichtstheorie*, die wir in dem Projekt entwickelt haben und die auf gemeinsamen Vorarbeiten mit Jürgen Baumert u. a. in der TIMSS-Videostudie am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung aufbaut, besagt, anders als Sie das in vielen Publikationen oder in Lehrbüchern immer noch nachlesen können: Es ist nicht beliebig,

wie Unterricht aussieht. Es gibt in manchen Publikationen immer noch die Botschaft: „Wenn man sich Profile von erfolgreichen Mathematiklehrern oder Mathematikklassen anschaut, finden wir ganz wirre Profilunterschiede. Wir wissen gar nicht richtig, was wirklich zählt.“ Wir wissen schon, was zählt, aber wir müssen berücksichtigen, dass die Grunddimensionen für Unterrichtsqualität unterschiedliche Wirkungen haben.

Wenn wir das berücksichtigen, müssen wir die *Bedingungen und deren Wirkungen auf Motivation einerseits und auf kognitives Verstehen andererseits* unterscheiden. Dann sehen wir: Es gibt zwei spezifische Unterrichtsmerkmale, die realisiert sein müssen, damit Motivation einerseits, konzeptionelles Verständnis andererseits erreicht wird.

Für Motivation ist das ein „unterstützendes Unterrichtsklima“. Die Schüler müssen das Klima auch in ihrem Lernprozess für sich nutzen, so dass es zu einem Erleben von Kompetenz, Autonomie und sozialer Einbettung führt und damit ihre Motivation steigert.

Für das kognitive Verstehen kommt es auf kognitive Aktivierung in den beschriebenen Facetten an: Mehr argumentieren, mehr auf die Vielfalt von Möglichkeiten eingehen, mit Fehlern umgehen. Darüber setzen manche das Label „sokratisches Unterrichten“. Jemand, der so unterrichtet, sorgt dafür, dass die Schüler den Gegenstand tiefer durchdringen. Das ist ein psychologisches Konzept der Verarbeitungstiefe, das hier immer noch angewandt werden kann und damit auch bessere Leistungen ermöglicht, insbesondere besseres konzeptionelles Verständnis.

Wenn es um Phänomene wie Beweisverständnis geht, die ein

konzeptionelles Verstehen voraussetzen und nicht nur ein anwendungsbezogenes Verstehen, zählt sich kognitive Aktivierung aus. Im Kern steht aber interessanterweise die gute alte Klassenführung, die in der Unterrichtstheorie und auch in der Unterrichtspraxis viel zu sehr in Vergessenheit geraten ist. Schuld daran ist in gewisser Weise das immer noch sehr gute Buch von *Jakob Kounin*, eine empirische Studie über Unterrichtsführung, die Ende der 60-er Jahre erschienen ist und gerade neu herausgegeben worden ist.<sup>4</sup> Diese Studie ist auf Deutsch erschienen mit dem Titel „Techniken der Klassenführung“. Dies ist ein völliger Fehlgriff in der Übersetzung. Kounin zeigt nämlich gerade, dass man mit Techniken die Klassen nicht führen kann. Er hatte damals als Behaviorist begonnen und wollte herausbekommen, welche Tricks Lehrer verwenden, um auf problematische Schüler zu reagieren. Er wollte nachweisen, wenn ich Trick X oder Y verwende, wenn ich z. B. in 60% der Fälle positiv rückmelde, dann komme ich mit problematischen Schülern gut zurecht. Und er hat festgestellt: So geht es nicht. Es gibt diese Tricks nicht, sondern es gibt viel tiefer liegende Merkmale, es gibt Tiefenstrukturen. Er hat das z. B. beschrieben mit dem Begriff der „Allgegenwärtigkeit“, ein weiterer unglücklicher Ausdruck. Ein Lehrer kann nicht allgegenwärtig sein. Aber die Idee ist, dass eine effiziente Klassenführung primär darin besteht, dass ich mich proaktiv auf potenzielle Störungen einstelle, schnell reagiere und

---

4 Kounin, J. S. (2006). Techniken der Klassenführung. Standardwerke aus Psychologie und Pädagogik – Reprints, Band 3. Münster: Waxmann.

aufmerksam dafür bin. Das hat Kounin „Allgegenwärtigkeit“ genannt, und er hat es auch empirisch erfassen können. Das ist das, was ich mit *Klassenführung* meine. Klassenführung ist nicht „Techniken anwenden“, sondern Klassenführung ist etwas sehr tief Liegendes. Das kann man schon bei Jakob Kounin nachlesen. Dazu gehören auch Phänomene wie Regelklarheit und gute Strukturierung. Das wäre Unterrichtsqualität, wie sie in der Lehrerbildung umzusetzen ist. Und damit komme ich zu meinen *fünf Thesen*.

**These 1:** *Unterricht muss die drei Grunddimensionen (Kognitive Aktivierung – Klassenführung – unterstützendes Unterrichtsklima) in balancierter, ausgewogener Form realisieren.*

Wir finden empirisch Unterschiede, in Deutschland etwa im Hinblick auf Schulformen. In Hauptschulen finden wir mehr von einem fördernden, aktivierenden Unterrichtsklima, was auch richtig und notwendig ist, weil es sich um Lerngruppen handelt, in denen es notwendig ist, erst einmal ein bestimmtes Motivationsniveau zu erreichen und zu halten. Deshalb müssen Lehrerinnen und Lehrer, die in problematischen Klassen unterrichten, mehr als andere auf den Faktor unterstützendes Sozialklima im Unterricht wert legen. Das ist das, was man klassischerweise auch als „schülerorientiertes Unterrichten“ beschreibt: Eingehen auf die Interessen und Bedürfnisse der Schüler, Wertschätzung, Akzeptanz. Das ist die Dimension „unterstützendes Unterrichtsklima“. Diese Dimension ist wichtig, wenn wir gerade in problematischen Klassen ein Minimum an Motivation sichern wollen.

Wenn wir aber darüber hinaus kognitives Verstehen ins Zentrum stellen wollen, dann müssen wir auch in Richtung kognitiver Aktivierung gehen, und das kann man auch in Hauptschulklassen machen. Dafür gibt es schöne Beispiele, z. B. auch PISA-Aufgaben, von denen man sich ein bisschen anregen lassen kann, weil sie das, was die Kollegen dort „Modellierung“ nennen, mathematische Modellierung, in einer Weise umsetzen, die man auch auf unteren Leistungsniveaus einsetzen kann.

Ich denke, dass die klassischen Unterrichtslehren eher die Dimension Klassenführung, Strukturierung betonen, während die Reformpädagogen eher auf unterstützendes Sozialklima abzielen. Diese Dimensionen haben alle ihre Berechtigung: Ohne effiziente Klassenführung geht es nicht, das ist eine Grundbedingung. Insbesondere in den Problemklassen braucht man ein unterstützendes Sozialklima, aber das reicht eben auch nicht aus.

**These 2:** *Besonders schwierig zu realisieren (weil für die herkömmliche Didaktik neu, und weil darin auch immer viel von der Fachspezifik steckt) ist kognitive Aktivierung, die aber andererseits für Verstehensprozesse besonders wichtig ist.*

Für die Fachspezifik möchte ich ihnen ein Beispiel nennen aus der so genannten DESI-Studie, dies steht für „Deutsch-Englisch Schülerleistung International“.<sup>5</sup> Andreas Helmke hat eine Videostudie für den Englischunterricht durchgeführt. Er

<sup>5</sup> Beck, B./Klieme, E. (Hg.) (2007). Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie. Weinheim/Basel: Beltz.



hat sehr aussagestarke Erklärungsmodelle für den Leistungszuwachs der Englischleistung herausgefunden, konkretisiert am Hörverstehen. Die Aussagestärke war größer als wir sie oft in der Mathematik oder in den Naturwissenschaften finden.

Es gibt Merkmale, die man aus der Videoanalyse identifizieren konnte, nämlich z. B. wie häufig Schüler Gelegenheit haben, ihre Fehler selbst zu korrigieren. Helmke hat nachgewiesen, dass dies extrem selten vorkommt. Fehler kommen im Englischunterricht häufiger vor: Aussprachefehler, grammatikalische Fehler. Nur zu einem Teil, etwa 50%, werden sie überhaupt zur Kenntnis genommen und kommentiert. Die Schüler selbst oder ihre Mitschüler erhalten wiederum nur in einem Minimum der Fälle Gelegenheit, auf diesen Fehler irgendwie zu rekurrieren, ihn zu korrigieren. Das Ausmaß, in dem das vorkommt, ist ein starker Indikator für den Leistungszuwachs im Hörverstehen.

Gleiches gilt für die Verwendung der englischen Sprache (und nicht des Deutschen) im Unterrichtsgespräch: hohe Sprechanteile für Schüler, nicht für den Lehrer. Ein hoher Sprechanteil der Lehrkraft hat übrigens auch in der Mathematik oder in den Naturwissenschaften keinen positiven Effekt. Aber wir beobachten in allen Fächern drei Viertel Sprachanteil von Lehrkräften.

Wichtig ist weiter die Wartezeit nach Lehrerfragen: Wie lange wartet der Lehrer, bis die Schüler sich äußern können? Lässt er einen Dialog über mehrere Stationen zu, in dem vielleicht auch längere Sätze geäußert werden können? Das sind alles grundlegende Merkmale, die kognitive Aktivierung im

kommunikativen

Fremdsprachenunterricht beschreiben.

Warum beschreiben sie kognitive Aktivierung? Weil ein Schüler, der permanent Englisch reden muss, in seiner ganzen komplexen Sprachkompetenz herausgefordert ist, egal ob er auf einen Gegenstand, auf das Buch, auf die Tafel, auf die Unterrichtsorganisation oder sonst etwas Bezug nimmt. Er muss seine Sprachkompetenz nutzen, und damit entwickelt er sie weiter. Auch die Fehlerkorrektur – das hatten wir schon in der Mathematik – ist ein gutes Kennzeichen für einen kognitiv aktiven, reflektierten Umgang mit Sprachkompetenz. Diese Dinge sind relevant für kognitive Aktivierung, wenn es um Kommunikationsprozesse etwa im Hören des Englischen geht.

Diese Faktoren sind jedoch z. B. nicht relevant für Mathematik. Umgekehrt haben wir gefunden, dass das Merkmal Strukturierung, das für einen erfolgreichen Mathematikunterricht ungeheuer wichtig ist, für den Englischunterricht überhaupt keine Prädiktionskraft hat. Strukturierungsmerkmale stellen z. B. im Mathematikunterricht in einem ganz anderen Maße als im Englischunterricht eine Voraussetzung für kognitive Aktivierung dar: Dass der Inhalt klar gegliedert ist, dass ein Ziel vorgegeben wird, dass der Lehrer einen Schnitt macht und sagt: „Jetzt haben wir den Satz des Pythagoras festgestellt. Jetzt schauen wir uns mal an, wie man ihn beweist“.

Dieses Ergebnis hat uns sehr überrascht, weil wir davon ausgegangen waren, diese Kriterien müssten generell gelten. Das ist aber nicht der Fall. Sie sehen also: Unterrichtsqualität ist fachspezifisch, insbesondere die kognitive Aktivierung ist fachspezifisch. Die Klassenführung –

das sehen wir auch in der DESI-Studie – und das soziale Klima, das sind die Basics, die überall gelten. Kognitive Aktivierung muss man jedoch fachspezifisch durchdeklinieren. Dazu braucht man die Fachdidaktik, dazu braucht man eine gute fachdidaktische Ausbildung.

**These 3:** *Die Fähigkeit, kognitiv aktivierend zu unterrichten, hängt zusammen mit fachlichem Wissen der Lehrkräfte, mit fachdidaktischem Wissen und auch mit professionellen Überzeugungen.*

Was ist damit gemeint? Ich stütze mich hier auf eine sehr wichtige Studie von Jürgen Baumert u. a., die begleitend zu PISA 2003 erarbeitet wurde. Untersucht wurde die pädagogische Kompetenz und das Wissen von Lehrkräften im Fach Mathematik.<sup>6</sup> PISA 2003 war, wie Sie vielleicht wissen, auch in Deutschland als Längsschnittuntersuchung angelegt. Letzten November wurden die Ergebnisse präsentiert. Leider wurde sie in der Presse nur rezipiert mit der Botschaft: Ein großer Prozentsatz der deutschen Schüler lernt im 9. und 10. Schuljahr nichts hinzu,

was erstens als Aussage so nicht haltbar ist und zweitens auch nicht sonderlich interessant ist. Interessant sind Befunde, wie sie in den begleitenden Studien erhoben wurden, und genau deshalb hat man überhaupt die Längsschnittstudie bei PISA gemacht. Man wollte nicht irgendwie einen mittleren Leistungsgewinn beschreiben, sondern man hat die Studie durchgeführt, um erklären zu können, unter welchen Bedingungen man bessere, positivere Lernentwicklung verzeichnet. Dazu hat man insbesondere das fachdidaktische Wissen, das Fachwissen von Lehrkräften als einen wichtigen Prädiktor für die Leistungsentwicklung der Klasse untersucht.

In dieser Studie haben die Kollegen sich das getraut, was wir uns damals in unserer Untersuchung nicht getraut haben: Sie haben nämlich den Lehrern 13 handfeste Mathematikitems vorgelegt und sie die Lösung raten lassen, z. B.: „Ist  $2^{1024} - 1$  eine Primzahl?“ Ich bin neulich selbst daran gescheitert. Aber man kann die Aufgabe mit einem kleinen Trick, mit elementarem Schulwissen lösen.

Den Kern des fachdidaktischen Wissens in der Studie von Baumert u. a. bildet

1. das Wissen darüber, wie ich etwas erkläre und repräsentiere. Wie repräsentiert man Mathematik in verschiedenen Formaten?
2. Wissen über Schülerkognition, d. h.: Was sind typische Missverständnisse von Schülerinnen und Schülern, und wie entwickeln sich diese Missverständnisse? Wie kommen Schüler von einem Fehlverständnis zu einem korrekten Wissen (conceptional change)? und
3. Wissen über Aufgaben: Was sind eigentlich gute Aufgaben? Jedenfalls in der Mathematik ist das ein Kernpunkt, und die Kollegen haben diese Frage

<sup>6</sup> Kunter, M./Dubberke, T. & Baumert, J. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In: Deutsches PISA-Konsortium: PISA 2003 (161-194). Münster: Waxmann; Brunner, M. u.a. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In: Prenzel, M. & Allolio-Näcke, L. (Hg.) (2006). Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms, 54-82. Münster: Waxmann.



fokussiert auf multiple Lösbarkeit. Sie haben das Stellen von Hausaufgaben, die mehrere Lösungsmöglichkeiten haben, als Beispiel kennen gelernt. Auch die Wertschätzung dieser verschiedenen Lösungsmöglichkeiten ist empirisch nachweisbar und ein wichtiger Indikator für kognitive Aktivierung und deshalb ein wichtiger Prädiktor für Verstehensleistungen von Schülern. Deshalb haben Baumert u. a. untersucht, ob Lehrkräfte überhaupt den Unterschied verstehen zwischen *einer* Lösung und *mehreren* Lösungen. Sie haben herausgefunden, dass gerade die kognitive Aktivierung vom fachdidaktischen Wissen abhängt.

Das ist komplementär zu unserer Studie. Wir haben in Videosettings nachgewiesen, wie wichtig eine fachdidaktisch und fachwissenschaftlich anspruchsvolle Umsetzung ist. Das haben Sie an dem Beispiel des Lehrers D gesehen. Die Studie von Baumert u. a. ergänzt das, indem sie sagt: „Damit man so unterrichten kann, braucht man fachdidaktisches Wissen und Fachwissen.“

Die Folgerung liegt nahe: *Das* muss man in der Lehrerbildung lernen. Dazu kommen – das ist ein Ergebnis aus unserer Studie, in der wir auch Lehrer befragt haben – Überzeugungen, etwa: Wie verstehe ich Mathematik? Ist Mathematik ein Satz von allzeit gegebenen Aussagen, ewig gültigen Wahrheiten, die ich nur staunend zur Kenntnis nehmen muss und in meiner kleinen Welt immer wieder anwenden kann? Oder ist Mathematik ein Prozess, in dem sich Menschen denkend Wirklichkeit erschließen, abstrakte Formen und Gegenstände erfinden?

Ein solches Verständnis von Mathematik als Prozess erleichtert es, kognitiv

aktivierend zu unterrichten, weil man dann eine Idee davon hat, was mathematisches Denken ist und wie es entsteht. Weil man nicht nur die Idee hat: Ich habe den Satz des Pythagoras  $a^2 + b^2 = c^2$ , und den wende ich in 50 Fällen an. Ich plädiere für Konstruktivismus als Überzeugung. Das heißt: Gehe ich davon aus, dass sich Schüler ihr Wissen selbst konstruieren oder wird das Wissen in sie hineingestopft? Habe ich überhaupt zum Ziel, die Schüler kognitiv zu aktivieren, oder – jetzt sage ich mal etwas Gefährliches – kommt es mir hauptsächlich darauf an, dass der Standard eingehalten wird? Im positiven Fall ist der Standard die kognitive Aktivierung. Sehe ich mich überhaupt als Verursacher des Prozesses? Bin ich überhaupt verantwortlich oder ist es das Elternhaus oder die Faulheit der Schüler oder das Schulbuch oder wer auch immer? Wir haben gesagt, es gibt eine dynamische Sicht von Mathematik, von Mathematikunterricht, und diese dynamische Sicht hängt damit zusammen, dass die Leute mit diesen Überzeugungen die Mathematik als Prozess sehen, sie gehen von Lernen als konstruktivem Prozess aus, wollen aktivierend unterrichten und dafür die Verantwortung übernehmen. Diese Lehrkräfte unterrichten tatsächlich anders. In Verbindung mit der Untersuchung von Baumert u. a. kann man sagen, dass sie genau das machen, was wir als kognitive Aktivierung bezeichnen.

**These 4:** *Unterrichtsbezogene Lehrerbildung kann nicht allein nach dem Modell „Planen und Hospitieren“ erfolgen. Sie benötigt: Videogestützte Praxisreflexion, fallbasiertes Lernen, Feedback zur eigenen Praxis, gemeinsames Handeln (lesson studies).*

Ich gehe davon aus, dass bei der Lehrerbildung Unterricht im Zentrum stehen muss, weil Unterricht das Kerngeschäft von Lehrern ist. Es gibt sehr viel mehr, was Lehrerinnen und Lehrer tun müssen, aber das ist der Kern. Ich denke und hoffe, es ist in meinem Vortrag deutlich geworden, dass unterrichtsorientierte Lehrerbildung nicht nach dem Modell „Planen“ oder „Hospitieren“ allein funktionieren kann. Planen als solches sagt wenig darüber, wie die Tiefendimension von Unterrichtsqualität aussieht. Ich bin nicht Lehrerbildner, ich weiß nicht, welche Rolle heute Unterrichtsplanung spielt, ob das Schema von Heimann, Otto, Schulz in der Lehrerbildung wirklich noch eine so wichtige Rolle spielt, wie es früher der Fall war. Wenn das so wäre, würde ich sagen: „Vorsicht!“ Denn wir sehen: Das Planen von Unterrichtsabläufen alleine erklärt sehr wenig. Hospitieren und Bewerten sind auch wichtig, aber in welcher Weise? Es wäre wichtig, auf die Tiefendimensionen von Unterricht zu achten und die drei Grunddimensionen, die ich ihnen vorgestellt habe (Kognitive Aktivierung – Klassenführung – unterstützendes Unterrichtsklima), in der Lehrerbildung zum Gegenstand von Unterrichtsreflexion zu machen, auch in der Praxis.

Es stellt sich die Frage: Können das z. B. Schulinspektoren? Sollen Schulinspektoren nach diesen Grunddimensionen arbeiten? Ich habe darüber schon viele und sehr kontroverse Debatten mit Experten geführt, weil die Frage ist: Machen die das dann auch? Können die z. B. den Unterschied zwischen allgemeiner schülerorientierter Aktivierung und kognitiver Aktivierung erkennen? Können die das erkennen, wenn sie einmal für ein paar Minuten in

den Unterricht kommen? Das ist eine wichtige und sehr schwierige Frage.

Unterrichtsbezogene Lehrerbildung erfordert aber auch videogestützte Praxisreflexion, fallbasiertes Lernen. Also etwa anhand der vier diskutierten Mathematikstunden, die leider noch nicht freigegeben sind. Ich werde die Lehrkräfte im Nachhinein darum bitten, dass sie das Material freigegeben. Mein Ziel wäre, von vier Stunden eine CD zu erstellen und an diesem Beispiel zu zeigen, wie man eine Unterrichtseinheit implementieren kann. Es gibt aber auch viele andere interessante Videos, mit denen man arbeiten kann. Wir arbeiten daran, so etwas auch über das Internet verfügbar zu machen.

Man braucht schließlich auch Feedback zu eigener Praxis, deshalb sind die Japaner wirklich gut beraten gewesen, so etwas wie „lesson studies“ zu machen. Das bedeutet: Gruppen von Lehrern entwickeln ein gemeinsames Unterrichtsmodell, implementieren dies und beobachten sich dann gegenseitig oder nehmen sich auf Video auf.

**These 5:** *Lehrkräfte müssen lernen, sich in die Organisation „Schule“ einzubringen und deren Ressourcen zu nutzen.*

Eine unterrichtsbezogene Lehrerbildung, die fallbasiertes Lernen und die Reflexion eigener Praxis als notwendig erkennt, kann ich nicht mehr als Einzelgänger machen, auch nicht, indem ich einmal für zwei Tage auf ein Seminar gehe, sondern das bedeutet Organisationsentwicklung. Dazu gehört wesentlich mehr als nur der Unterricht, nämlich z. B. auch das Arbeiten im Team.

## Fazit

Mein Fazit bildet eine Art Programm für zukunftsfähiges Unterrichten und daraufhin orientierte Lehrerbildung. Die genannten Grunddimensionen müssen ausbalanciert werden, kognitive Aktivierung muss stärker in den Blick kommen als üblich. Dazu ist es erforderlich, fachliches Wissen, fachdidaktisches Wissen und professionelle Überzeugungen zu fördern. Das ist der Kernauftrag der Seminare. Videogestütztes Arbeiten muss zur Routine werden, unter anderem weil die Klassenführung als entscheidendes Thema nicht anders erarbeitet werden kann. Effiziente Klassenführung kann ich nicht aus dem Buch lernen, die muss ich trainieren und üben. Wir brauchen aber auch Reflexionen über Werte und Normen. Dazu gehört, sich klar zu machen: Was bedeutet mir denn Schülerorientierung? Was will ich? Warum muss ich z. B. für Disziplin sorgen? Warum muss ich Schüler unterstützen? Reicht es mir schon, wenn ich Schüler unterstütze und sie glücklich sind, oder möchte ich auch im kognitiven Bereich etwas bei ihnen erreichen? In diesem Zusammenhang sind auch Bildungsstandards hilfreich. Und das Ganze muss eingebettet werden in eine schulische Organisation, die ein kohärentes Zusammenarbeiten im Kollegium ermöglicht.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.