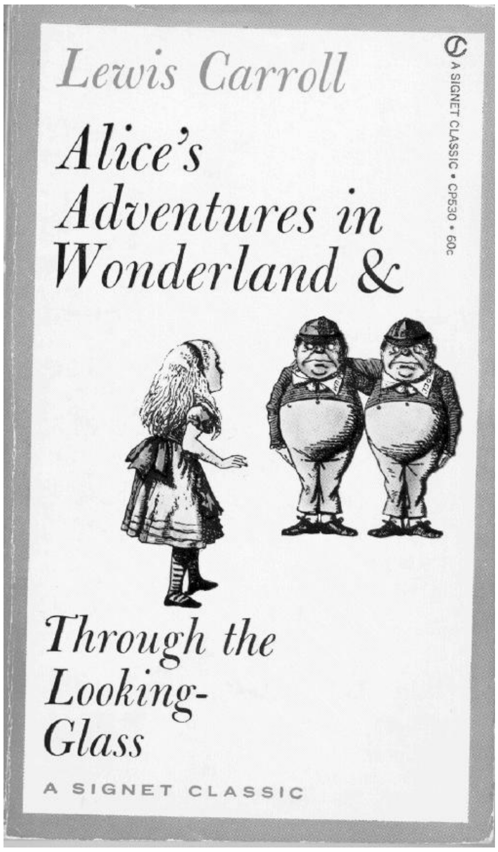
Veränderungen beim Lehren und Lernen

Große Popularität erlangte im viktorianischen England der Autor Lewis CARROLL. Kinder jeden Alters lasen begeistert seine grotesk-phantasiereichen Romane *Alices Abenteuer im Wunderland* und *Alice hinter den Spiegeln*. Auch heute noch werden diese Bücher gern gelesen, sie wurden mehrfach verfilmt, vor wenigen Jahren brachten die *Kammerspiele* in München eine Bühnenfassung heraus. Weniger bekannt ist vielleicht, dass sich hinter dem Künstlernamen Lewis Carrol der Mathematiker Charles Lutwidge DODGSON (1832 - 1898) verbirgt, Dozent am Christ Church College in Oxford.
Wir blättern in dem Roman *Alices Abenteuer im Wunderland* [2] und treffen die ratlose Alice, die sich nicht mehr zurecht findet. Etwas stockend fragt sie die in einem Baum sitzende Grinsekatze: "Würdest du mir bitte sagen, wie ich von hier aus weitergehen soll?" Die Katze antwortet: "Das hängt zum großen Teil davon ab, wohin du möchtest."



Übertragen wir die geschilderte Situation auf die Schule, dann müssen wir fragen:

- Wohin möchten wir im Unterricht?
- Welche Ziele streben wir mit unseren Schülern an?

Blick in die Schule – Unterrichtsalltag

Das Lehren und Lernen läuft zwischen zwei Extrempositionen ab. Wir unterscheiden grob zwischen dem

- traditionellen Lehr-Lern-Modell
  (Stichwort: Instruktion)

und dem

- konstruktivistischen Lehr-Lern-Modell
  (Stichwort: Eigenständige Konstruktion).

Das traditionelle Lehr-Lern-Modell lässt sich in Anlehnung an Heinrich Winter [6] durch folgende Merkmale charakterisieren:

- Lehrer gibt das Lernziel möglichst eng im Stoffkontext an.
- Lehrer erarbeitet den neuen Stoff durch Darbietung oder gelenktes Unterrichtsgespräch.
- Lehrer gibt Hilfen als Hilfen zur Produktion der gewünschten Antwort.
- Lehrer setzt auf Methoden der Vermittlung.
- Lehrer neigt dazu, allein die Verantwortung zu tragen.
- Lehrer sortiert den Stoff in kleine Lernschritte vor und betont eher Separationen und Isolationen der Inhalte voneinander.

Hier erfolgt Lernen im Wesentlichen durch *Belehrung*. Der Unterricht ist geprägt von der Dominanz der Lehrperson, die sich nahezu alles und den Schülern nahezu nichts zutraut. Bei dieser Einstellung erstaunt es nicht, dass sich viele Lehrer überlastet fühlen. Mit der kurzsichtigen Argumentation, "Wir müssen unseren Stoff durchbringen", werden jedoch fast alle sinnvollen Änderungen an dem von vielen beklagten Unterrichtskonzept abgeblockt.

Besonders kritisch wird die Situation, wenn wir uns vor Augen führen, nach welchem Kriterium die Güte dieses Unterrichts beurteilt wird? Wie stellt man in der Regel den Erfolg bzw. die Qualität des Mathematikunterrichts fest?

Wird von einer hinreichend großen Zahl von Schülern eine ausreichende Anzahl von Aufgaben bekannten Typs richtig gelöst, so gilt der Unterricht als erfolgreich.

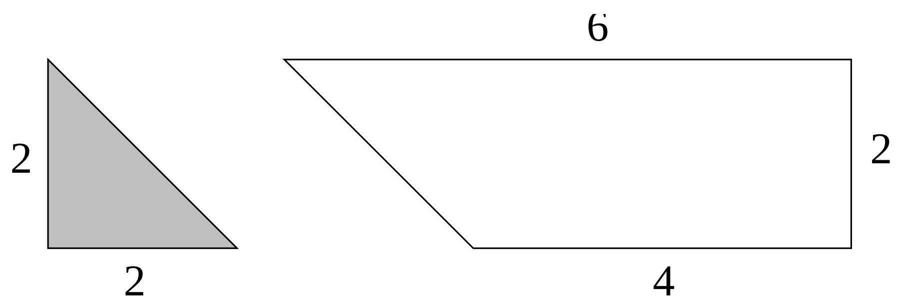
Mit dieser Art des Unterrichtens können wir wirklich nicht zufrieden sein. Denn es zeigt sich, dass die Schüler bestenfalls sog. *träges Wissen* erwerben. Sie sind selten in der Lage, ihr Wissen selbst in geringfügig veränderten Problemstellungen anzuwenden.

Dies lässt sich an simplen Beispielen aus der TIMS-II-Studie deutlich machen:

In welchem Verhältnis steht bei einem Quadrat die Länge einer Seite zur Länge des Umfangs?

a) $\frac{1}{1}$ b) $\frac{1}{2}$ c) $\frac{1}{3}$ d) $\frac{1}{4}$

In wie viele Dreiecke, die die Größe und die



Form des schattierten Dreiecks haben, kann das Trapez zerlegt werden?

Antwortvorschläge: Drei / Vier / Fünf / Sechs

Christian hat versucht, drei aufeinander folgende natürliche Zahlen zu finden, deren Summe 81 ist. Er hat folgende Gleichung aufgeschrieben:

$$(n-1)+n+(n+1)=81$$

Wofür steht das n?

a) Für die kleinste der drei natürlichen Zahlen.

b) Für die mittlere der drei natürlichen Zahlen.

c) Für die größte der drei natürlichen Zahlen.

d) Für die Differenz zwischen der kleinsten und der größten der drei natürlichen Zahlen.

Was lässt sich aus deutscher Sicht zu diesen Aufgaben sagen? Im ersten Beispiel war die Betrachtung von Umfang und Seitenlänge eines Quadrats als Verhältnis für unsere Schülern ungewohnt, sie lernen meist nur den funktionalen Zusammenhang kennen. Ein mangelhaftes Visualisierungsvermögen und eine Scheu vor naivem Probieren deckte Beispiel 2 auf. Die Schüler trauen sich zu wenig in die Skizze hineinzuzeichnen. Unnötige Zeit wurde beim dritten Beispiel darauf verwendet, die Zahl n auszurechnen. Dies war zur Lösung überhaupt nicht erforderlich.

Nicht nur die TIMS-Studie dokumentiert Schwächen des deutschen Unterrichtskonzepts. Umfangreiche Schulleistungsstudien unter der Federführung von Franz E. Weinert, Max-Planck-Institut für pyschologische Forschung, belegen ([5]):

- Der Unterricht ist üblicherweise zu inhaltszentriert und zu wenig verständnisorientiert.
- Der Unterricht ist paradoxerweise zu oft leistungszentriert und zu selten lernorientiert.
- Der Unterricht ist im Durchschnitt zu stoffabhängig und zu wenig begabungsdifferenzierend.
- Der Unterricht ist in der Regel didaktisch zu wenig variabel.

Eindeutig dominiert im deutschen Schulalltag der fragend-entwickelnde Unterricht, wobei oftmals ein relativ hohes fachliches Anspruchsniveau auszumachen ist. Soweit klingt alles noch positiv. Doch jetzt kommt der kritische Punkt. Die spezielle Ausprägung dieses Unterrichtsstils in Deutschland ist gekennzeichnet:

- durch eine enge, kleinschrittige konvergente Gesprächsführung,
- durch die Reduktion komplexer Aufgabenstellungen auf bloße Wahrnehmungs- und Erinnerungsleistungen und auf elementare Schlussfolgerungen.

Ein produktives Unterrichtsgespräch, das diesen Namen tatsächlich verdient, sowie aktiv-entdeckendes Lernen finden höchstens ansatzweise statt. Video-Studien des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung (Berlin) belegen, dass offene, problemorientierte und selbstorganisierte Lernformen immer wieder in ein enges Frage-Antwort-Spiel zwischen Lehrer und Schüler umkippen.

Im Verlauf dieses Frage-Antwort-Spiels werden Fragen gestellt, die die Schüler nie stellen würden und die sie oft auch nicht verstehen. Formeln und Algorithmen sind Lösungsmuster, die die Schüler nur z.T. durchschauen und lediglich schematisch anwenden. Die Lösungen schließlich sind Antworten, die die Schüler nicht interessieren.

Symptomatisch ist auch die Rat- und Mutlosigkeit der Schüler bei nicht vertrauten Problemstellungen. Die vorwurfsvolle Feststellung, “Das haben wir noch nicht gehabt!”, be- bzw. verhindert jegliches Nachdenken.

Eine Folge dieses Mathematikunterrichts ist auch eine allseits wahrnehmbare *Mathematikschädigung* unserer Gesellschaft. Dieses Phänomen erkennt man u.a.

- am Kokettieren mit schlechten schulischen Mathematikleistungen in der Öffentlichkeit,
- am Verhalten der Geschädigten, die angesichts eines mathematischen Problems geradezu instinktiv fragen: “Welche Formel muss ich nehmen?”

Hier gilt es anzusetzen. Wir brauchen dringend Veränderungen beim Lehren und Lernen. Unser Nahziel muss ein unverkrampfter, ein natürlicher Umgang mit der Mathematik sein.

Was müssen wir verändern?

Bei Veränderungen im Lehren und Lernen denkt man vordergründig zunächst daran, neue Inhalte in die Schule hineinzutragen. Solche Wünsche, die gelegentlich von Verbänden und Fachvertretern geäußert werden, verkennen allerdings die eigentliche Problemlage unseres Unterrichts.

Die Diskussion um neue Stoffinhalte muss auch geführt werden, sie ist m.E. aber zweitrangig. Wer ein bestimmtes Fachwissen benötigt, kann sich dieses zu gegebener Zeit aneignen, falls – und dies ist der entscheidende Punkt – die Schulausbildung dafür gesorgt hat, dass ein solides, anwendbares und anschlussfähiges Basiswissen und eine gewisse geistige Beweglichkeit vorhanden sind.

Entscheidender als neue Inhalte sind Veränderungen beim Lehren und Lernen, und zwar Veränderungen, die den Schülern zu mehr Eigenständigkeit verhelfen. Dazu brauchen wir keine neuen Lehrpläne, bereits kleine Veränderungen in der täglichen Unterrichtspraxis können die gewünschten Ergebnisse anbahnen. Die Devise muss heißen:

> Weniger Kalkül-Orientierung,
> mehr Verständnis-Orientierung.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wir u.a. fragen bzw. überprüfen:

- Wie gut haben die Schüler das neu erworbene Wissen tatsächlich verstanden bzw. verarbeitet?
- Wie souverän können die Schüler mit den neu erlernten Methoden, Begriffen, Regeln umgehen?
- Wie flexibel können die Schüler das Gelernte bei für sie ungewohnten Problemstellungen nutzen?

Wie lässt sich nun Unterricht beschreiben, der Schülern mehr Eigenständigkeit vermittelt? Ein Unterricht also, bei dem eine Mathematikschädigung gar nicht aufkommen kann. Heinrich Winter zeigt uns den richtigen Weg. Der Deutlichkeit halber führen wir nochmals die Charakteristika des *Lernens durch Belehrung* an, unser Augenmerk richtet sich jetzt aber auf die danebenstehenden Merkmale des *Lernens durch gelenkte Entdeckung*.

Lernen durch Belehrung	**Lernen durch gelenkte Entdeckung**
Lehrer gibt das Lernziel möglichst eng im Stoffkontext an.	Lehrer bietet herausfordernde, lebensnahe und reich strukturierte Situationen an.
Lehrer erarbeitet den neuen Stoff durch Darbietung oder gelenktes Unterrichtsgespräch.	Lehrer ermuntert die Schüler zum Beobachten, Erkunden, Probieren, Vermuten, Fragen.
Lehrer gibt Hilfen als Hilfen zur Produktion der gewünschten Antwort.	Lehrer gibt Hilfen als Hilfen zum Selbstfinden.
Lehrer setzt auf Methoden der Vermittlung.	Lehrer setzt auf die Neugier und den Wissensdrang der Schüler.
Lehrer neigt dazu, allein die Verantwortung zu tragen.	Lehrer betrachtet die Schüler als Mitverantwortliche im Lernprozess.
Lehrer sortiert den Stoff in kleine Lernschritte vor und betont eher Separationen und Isolationen der Inhalte voneinander.	Lehrer versucht dem Beziehungsreichtum mathematischer Sachverhalte Rechnung zu tragen.

Diese Vorschläge sind nicht neu, sie sind längst bekannt. Aber meist leider nur auf dem Papier, seltener in der Unterrichtspraxis. Das Verwirklichen effizienterer Unterrichtsformen ist somit weniger ein Erkenntnisproblem als vielmehr ein *Umsetzungsproblem*. Dabei sollte man sich beim Nachdenken über Unterricht und dann beim Unterrichten selbst immer wieder folgende Grundprinzipien bewusst machen (in Anlehnung an Erich WITTMANN):

- Schülerinnen und Schüler:
  Weniger Objekte der Belehrung, sondern mehr Subjekte des Lernens.

- Lehrerinnen und Lehrer:
  Weniger Vermittler von Wissen, sondern mehr Initiatoren und Moderatoren von

Lernprozessen.

- Fach:
  Weniger vorgefertigte Inhalte, sondern mehr Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb vorgegebener Rahmen.

- Ziele:
  Weniger Reproduktion von Wissen, sondern mehr Gelegenheiten zur Entwicklung von Ideen und aktiv-entdeckendem Lernen.

Vermitteln anwendbaren Wissens – Problemorientierung

Als viel versprechender Kompromiss zwischen Instruktion und Konstruktion steht die Konzeption des *problemorientierten* Lehrens und Lernens. Ein Eingangsproblem soll die Schüler dazu motivieren, sich das relevante Wissen zu erarbeiten. Das Einbetten des Lernprozesses in das Lösen möglichst bedeutungshaltiger, authentischer Probleme erlaubt es, Wissen von Anfang an unter Anwendungsgesichtspunkten zu erwerben anstatt in abstrakter Form. Nur so lässt sich die Kompetenz der *Wissensanwendung* fördern.

Eine persönliche Begegnung mit Mathematik können Schüler bei Aufgaben folgender Art erleben (vgl. [3]):

Dieses Denkmal steht am Bundeskanzlerplatz in Bonn. Es zeigt den Kopf von Konrad ADENAUER (1876 - 1967), der von 1949 bis 1963 erster Bundeskanzler der Bundesrepublik Deutschland war. Die Schüler werden lediglich mit folgender Frage konfrontiert:

> Wie groß müsste wohl ein entsprechendes Denkmal sein, wenn es Adenauer "von Kopf bis Fuß" in demselben Maßstab darstellen soll?

In dieser Aufgabe steckt einiges an traditioneller Schulmathematik, aber nicht "mundgerecht" aufbereitet. Gleichzeitig gilt es – für unsere Schüler ungewohnt – Daten zu sammeln bzw. zu ermitteln. Hierzu muss auch intensiv diskutiert und argumentiert werden, *kooperatives Arbeiten* ist angesagt. Soweit die mathematische Seite der Aufgabe. Die Person Konrad Adenauer, die Freiheitsstatue, die Städte Bonn und New York, Proportionen der Körperteile zueinander bieten sich zudem an für fachübergreifende Exkursionen.

Ein problemorientiertes Vorgehen bedeutet keinesfalls ein Abarbeiten von Aufgabenplantagen. Letztgenannte Vorgehensweise bringt keinen anhaltenden Lernerfolg. Wie oft im Leben, so gilt auch hier: Weniger ist mehr. Das heißt für den Unterricht: Wenige, aber aussagekräftige und repräsentative Beispiele ausführlich behandeln und diskutieren.

Trotzdem darf das Üben von Rechenfertigkeiten und das Anwenden von Algorithmen nicht vernachlässigt werden. Beim problemorientierten Unterrichten lässt sich Üben ohne weiteres integrieren. Wie sieht die Vorgehensweise aus? Das Stichwort heißt *systematisches Probieren*. Diese Methode muss im Unterricht verstärkt Berücksichtigung finden. Dazu ein Beispiel:

> Die Europäische Zentralbank plant, Drei-Euro- und Fünf-Euro-Münzen zu prägen. Lässt sich mit diesen beiden Münzsorten jeder ganzzahlige Betrag größer als sieben Euro bezahlen?

Den Unterrichtsablauf kann man sich folgendermaßen vorstellen:

- Zunächst ein unsystematisches Probieren, um mit der Aufgabe vertraut zu werden.

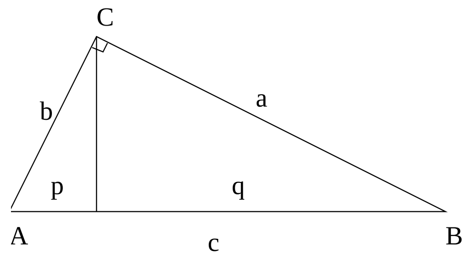
- Systematisches Probieren schließt sich an. Spätestens nach diesen ausführlichen Rechenübungen verdichtet sich die Vermutung: Es ist möglich!

- Die weitere Vorgehensweise ist bestimmt durch die Strategie: *Reduktion der Bedingungen*. D.h. hier: Nur eine der beiden Münzsorten steht zur Verfügung. Erneutes Rechnen, u.zw. Division mit Rest. Wir fragen: Welche Zahlen sind als Rest möglich?
- Die endgültige Lösung erfolgt durch geeignetes Aufteilen.

Weitere Gesprächspunkte zu dieser Aufgabe:

- Welche Münzwerte gibt es bei uns?
- Vergleich mit anderen Währungen (z.B. Schweiz, USA).
- Mögliche Kriterien für die Auswahl der zu prägenden Münzsorten.

Auf eine lange Tradition im Schulunterricht blickt der *Lehrsatz des Pythagoras* zurück. Heutzutage behandelt man dieses "Scheffel Gold" (zitiert nach Johannes Kepler (1571 - 1630)) im Rahmen der Ähnlichkeitsgeometrie. Nach der Strategie *Wähle eine geeignete Hilfslinie* wird das rechtwinklige Ausgangsdreieck mit Hilfe der Höhe in rechtwinklige Teildreiecke unterteilt.



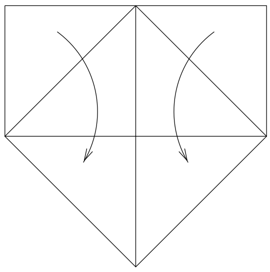
Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke folgt die Gleichheit der Verhältnisse entsprechender Seiten:

$$\left.\begin{aligned} \frac{p}{b} &= \frac{b}{c} \Rightarrow b^2 = p \cdot c \\ \frac{q}{a} &= \frac{a}{c} \Rightarrow a^2 = q \cdot c \end{aligned}\right\} \Rightarrow a^2 + b^2 = c(p+q) = c^2\,.$$

Die skizzierte Vorgehensweise verschleiert allerdings die Tatsache, dass der Lehrsatz des Pythagoras eigentlich ein *Flächensatz* ist. Deshalb wählen wir einen anderen Zugang. Das Problem lautet:

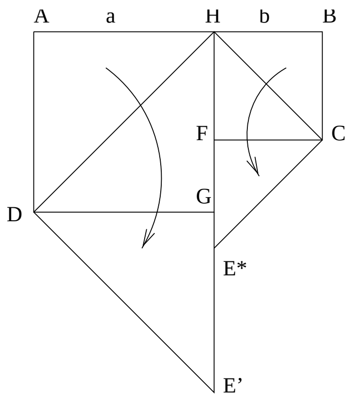
> Aus zwei gegebenen Quadraten soll ein einziges flächengleiches Quadrat erzeugt werden.

Wir gehen vor nach der Strategie: *Betrachte zunächst einen Spezialfall*:



Zwei gleich große Quadrate sind gegeben. Diese werden durch je eine Diagonale in flächengleiche Dreiecke zerlegt. Geeignet zusammengesetzt ergeben diese Dreiecke ein Quadrat.
Auf dieser Stufe wird rein anschaulich gearbeitet, ohne strengen Beweis.

Wir wenden uns dem *allgemeinen Fall* zu, d.h. es sind zwei unterschiedlich große Quadrate mit den Seitenlängen a, b ($a > b$) gegeben. Lässt sich die Vorgehensweise vom Spezialfall übernehmen? Wir versuchen es. Folgt man direkt dem “Geist” der verwendeten Methode, so erhält man eine Figur, die sich nicht schließt. Wir müssen also unsere Strategie modifizieren.

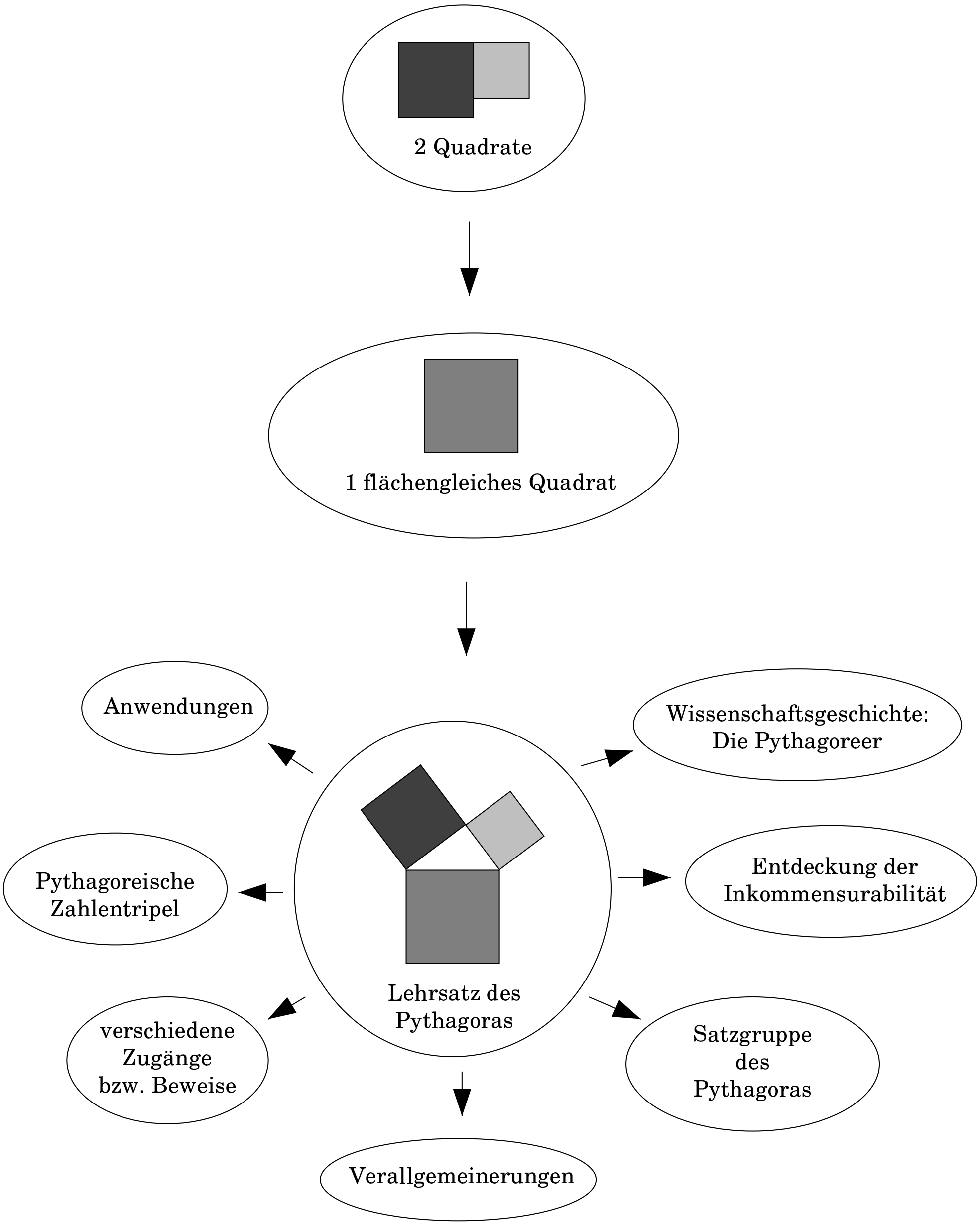


Um eine geschlossene Figur analog zum Spezialfall der kongruenten Ausgangsquadrate zu erhalten, muss man versuchen, auf $[AB]$ einen Punkt H so zu finden, dass sich die Dreiecke DHA bzw. HCB bei Drehung um 90° um D bzw. C (im bzw. entgegen dem Uhrzeigersinn) auf der Verlängerung der gemeinsamen Quadratseite in einer “Spitze” $E = E^* = E'$ berühren.

Der weitere Lösungsweg und die Ergebnisfindung bleiben dem interessierten Leser überlassen. Zum Vergleich mit den eigenen Überlegungen lohnt sich ein Blick in das entsprechende Kapitel des Buches *Pythagoras - und kein Ende?* ([1]). Der geschilderte Zugang zum Lehrsatz des Pythagoras verlangt geradezu nach experimenteller Mathematik, nach dynamischer Geometrie mit dem Softwarepaket GEONET. Falls Sie auf den Geschmack kommen wollen: Kostproben zu multimedialen Lernumgebungen mit der kostenlosen Software GEONET finden sich im WWW unter der Adresse `http://did.mat.uni-bayreuth.de/geonet`. Eine GEONET - Einführung in Buchform (einschließlich CD) ist soeben erschienen([4]). Gerade die multimediale Gestaltung einer

Thematik zeigt auf, wie sich lehrerzentrierter Unterricht verändern kann, nämlich hin zu einem experimentellen Unterricht, in dem die Schüler eigene Entdeckungen machen sowie eigenständig Erfahrungen sammeln können.

Mit dem skizzierten Zugang zum Pythagoras soll auch eine prinzipielle Arbeitsweise demonstriert werden. Das problemorientierte Vorgehen führt zur Entdeckung von Lehrsätzen. Diese Lehrsätze selbst können dann als Instrumente für die Lösung weiterer Probleme dienen. So entwickelt sich schrittweise eine vernetzte Wissensbasis, die fachliche und historische Zusammenhänge aufzeigt, sowie typische Denk- und Arbeitsweisen verdeutlicht.



Dieses Pythagoras-Beispiel macht weiter deutlich, dass mathematische Lehrsätze und Algorithmen ihren Ursprung in mathematischen bzw. mathematisch fassbaren Problemstellungen haben. Solche Probleme treten in der Forschung und in der Praxis niemals isoliert auf, sondern immer in Problemkontexten, d.h. in komplexeren Situationen.

Das bedeutet, dass wir uns auch im Mathematikunterricht auf Problemkontexte beziehen sollten. Dadurch wird ein thematischer Sinnzusammenhang gestiftet, der das Verständnis erleichtert und ein heuristisches Vorgehen ermöglicht. Innerhalb des vorgegebenen Kontextes lassen sich eine Vielzahl verschiedener Teilaufgaben bzw. Fragestellungen formulieren und ihrem Schwierigkeitsgrad nach in Angriff nehmen, wobei die jeweils gelösten Probleme als Schrittmacher für noch zu lösende Probleme dienen können.

Ausblick

Weniger Kalkül-Orientierung, mehr Verständnis-Orientierung bedeutet einen veränderten Umgang mit Aufgaben. Gleichzeitig mit den Inhaltszielen muss auch auf die zugrundeliegenden Lernprozesse aufmerksam gemacht werden. An die Stelle des bloßen Lösens tritt ein Beschäftigen mit den Aufgaben. Im Unterricht sollten folgende Phasen unterschieden werden, wobei zwischen den einzelnen Phasen eine starke Wechselwirkung besteht.

- Orientierungsphase:
  Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung: Ziel ist es, die Aufgabe zu verstehen. Überprüfen, ob alle notwendigen Daten gegeben sind.
- Kreative Bearbeitungsphase:
  Eventuell fehlende Daten besorgen. Verwandte Aufgabenstellungen betrachten. Leitideen erkennen, Strategien herausarbeiten. Eine Lösungsidee entwickeln.
- Eigentliche Lösungsphase:
  Umsetzen der Lösungsidee. Ergebnisfindung.
- Auswertungsphase:
  Lösungsprozess und Lösung überdenken. Welche neuen Erkenntnisses hat die Aufgabe gebracht? War die Strategie bekannt? Weitere Lösungswege?
- Erweiterungs- und Vernetzungsphase:
  Vernetzen mit bisherigem Wissen und bekannten Aufgaben, Verallgemeinerungen, Variationen der Aufgabenstellung.

Im Zusammenhang mit den letzten beiden Phasen sollen die Schüler auch angeleitet werden, über den Wert bzw. die Bedeutung des Gelernten nachzudenken und sich in eigenen Worten dazu zu äußern. Dieser Prozess kommt natürlich nicht von selbst zustande. Hier muss der Lehrer anstoßen, indem er geeignete Fragen stellt.

Wir können mit unseren Bemühungen um eine veränderte Auffassung von Lehren und Lernen nur dann Erfolg haben, wenn es gelingt, unsere Ideen und Vorschläge systematisch in den Unterricht einzubeziehen. Einzelaktionen von einzelnen Lehrern in einzelnen Jahrgängen sind aus verschiedensten Gründen zum Scheitern verurteilt.

Wir brauchen auch eine veränderte Einstellung der Schulaufsichtsbehörden und der Öffentlichkeit zu Schulunterricht und schulischer Leistung. Lernen muss Spaß machen, wird oft gefordert. Diese Forderung möchte ich bejahen, aber gleichzeitig vor einem Missverständnis warnen. Spaß darf hier **nicht** im Sinn von Unterhaltung und Oberflächlichkeit verstanden werden, sondern im Sinn von Freude am Wissenserwerb, am Erwerb von Fähigkeiten, auch Freude am intellektuellen Wettstreit im Unterrichtsgespräch. Spaß am Lernen heißt nicht spielerisches Lernen wie von selbst. Lernen ohne Anstrengung ist und bleibt eine Utopie.

Literatur

[1] Baptist, P.: Pythagoras - und kein Ende? Klett, Leipzig-Stuttgart-Düsseldorf 1997

[2] Carroll, L.: Alice im Wunderland. Insel TB, Frankfurt/Main 1973

[3] Herget, W./Jahnke, T./Kroll, W.: Produktive Aufgaben für den Mathematikunterricht in der S I. Cornelsen, Berlin 1999

[4] Neidhardt, W./Oetterer, T.: GEONET - und die Geometrie lebt! C.C.Buchners, Bamberg 2000

[5] Weinert, F.E.: Die fünf Irrtümer der Schulreformer. In: Psychologie heute, Juli 1999

[6] Winter, H.: Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. Vieweg, Braunschweig 1991²