

Wissenspsychologie und der Satz des Pythagoras

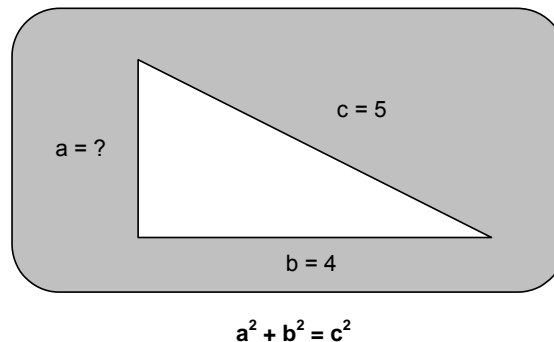
Auszug aus: Kaiser, H. (2005). **Wirksames Wissen aufbauen - ein integrierendes Modell des Lernens**. Bern, h.e.p. verlag. (im wesentlichen S. 169 – 174)

1 Die Fragestellung

Was denkt sich eigentlich jemand, der eine Aufgabe löst? Woher kommen die Ideen, wie die Aufgabe anzupacken wäre? Wann wird welches Wissen beigezogen? Was leitet den konkreten Ablauf bei der Bearbeitung der Aufgabe?

Die allgemeinste Antwort ist naheliegend: Wissen irgendwelcher Art. Die Person weiss etwas und dieses Wissen kommt in dieser Situation zum Tragen. Nur eben: Welche Form hat dieses Wissen und wie wird es wirksam?

Im Folgenden soll versucht werden, dies anhand einer konkreten Aufgabe zu illustrieren. Um das Ganze überschaubar zu halten, dienen als Illustrationsobjekte Aufgaben, bei denen es darum geht, Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks mit Hilfe des Satzes von Pythagoras zu berechnen (vgl. Figur 1).



Figur 1: Seitenberechnung im rechtwinkligen Dreieck mit Hilfe des Satzes von Pythagoras

Zu diesem Zweck ist es notwendig, zuerst eine allgemeine Übersicht über unterschiedliche Arten des Wissens zu geben und zu beschreiben, wann dieses Wissen wie wirksam wird. Dann wird es möglich sein, diese allgemeinen Konzepte auf das konkrete Beispiel anzuwenden.

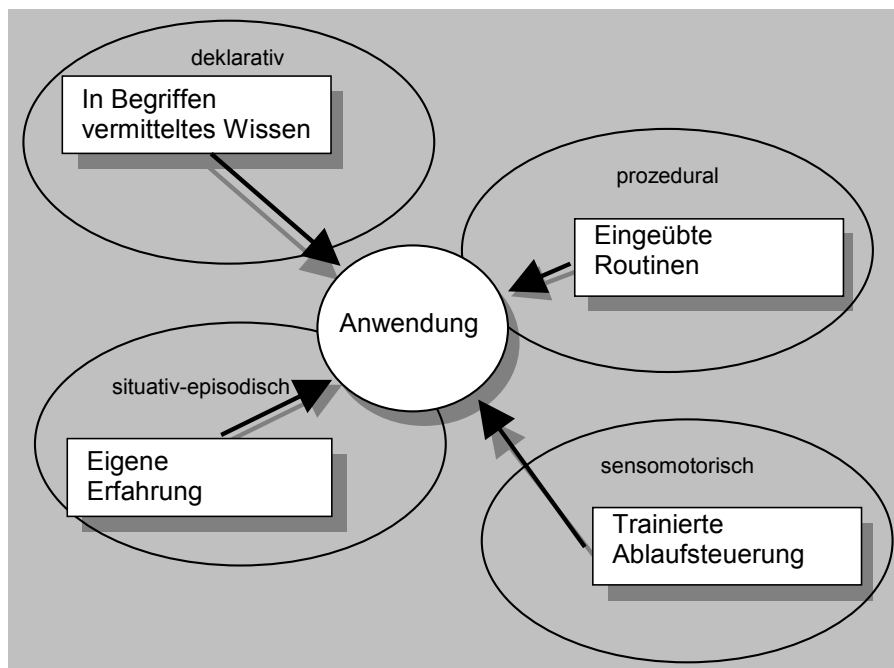
2 Arten des Wissens

Die folgende Darstellung ist das Resultat eines Versuches, die verschiedenen Strömungen der modernen lernpsychologischen Forschung zu einem Gesamtbild zu vereinen. Jede dieser Strömungen hat ihre Stärken und Schwächen. Jede ist in der Lage, bestimmte Phänomene besser zu erklären, als alle anderen. Traditionell stehen sich diese Strömungen aber trotzdem eher ablehnend bis feindlich gegenüber. Jede beansprucht für ihre Sicht, dass sie als einzige die Lernprozesse richtig beschreibt und dass es nur eine Frage der Zeit ist, bis die Phänomene, welche die Konkurrenz besser erklärt, auf diese einzig richtige Beschreibung zurückgeführt werden können.

Seit einigen Jahren ist es nun aber auch möglich geworden mit hybriden Modellen zu arbeiten, d.h. mit Modellen, in denen verschiedene Mechanismen nebeneinander existieren, die sonst als konkurrierende Erklärungen auftreten (z. B. Gutknecht, 1992; Harvey & Anderson, 1996; Ohlsson, 1994; Reimann, 1997; Kintsch 1998). Nach meiner Erfahrung erweist sich dieses Vorgehen vor allem beim Versuch, Resultate der Grundlagenforschung praktisch nutzbar zu machen, als äusserst fruchtbar. Im Folgenden werden also verschiedene Mechanismen als koexistent dargestellt, von denen ihre "Erfinder" eine solche Koexistenz oft bestreiten würden.

Lernen bedeutet den Aufbau von Wissen. Will man sich mit Lernen befassen, muss man sich folglich auch mit der Form des Wissens beschäftigen, das damit aufgebaut wird. Grob lassen sich für unsere Zwecke hier vier Arten von Wissen unterscheiden (vgl. Figur 2):

- **Situativ-episodisches** Wissen: Wissen, das als erlebte Situationen erinnert wird. Wissen dieser Form tritt als Erzählungen oder Erinnerungen auf.
- **Deklaratives** Wissen: Wissen, das in Form von Begriffe festgehalten wird. Wir treffen es als Beschreibungen von Rezepten, Konzepten oder Theorien an.
- **Prozedurales** Wissen: Wissen, das die Form von handlungssteuernden Wenn-Dann-Regeln hat, die Schritt für Schritt aneinandergelagert werden können. Wir erledigen damit Aufgaben wie z.B. schriftliches Addieren.
- **Sensomotorisches** Wissen: Wissen, das die Form von Regelkreisen hat. Wir steuern damit Handlungen wie etwa das Ergreifen einer Türklinke, das Gehen eines vertrauten Weges, die routinemässige Begrüssung von Klienten, etc.



Figur 2: Arten des Wissens

Jede dieser Wissensformen, hat ihre ganz spezifischen Eigenarten. Und je nachdem, welcher Form wir uns gerade bedienen, denken wir auch anders, gehen wir beim Lösen von Problemen anders vor.

2.1 Situativ-episodisches Wissen

Dies ist die Ebene der konkreten, facettenreichen, emotionsverbundenen Situationen, die Ebene des Erlebens. Wissen dieser Art besteht aus einer Vielzahl ganz konkreter

Situationen, an die wir uns erinnern können. Diese Situationen sind in einem dichten Netz miteinander verwoben. Denken wir an eine, so kommen uns sogleich andere, ähnliche oder verwandte, in den Sinn.

Wenn wir auf der situativ-episodischen Ebene Probleme lösen, dann geht das so vor sich: Wir stehen einer konkreten Situation gegenüber, in der wir etwas tun sollten. Sogleich kommt uns eine andere, verwandte Situation in den Sinn, an die wir uns erinnern. Und dies löst weitere Erinnerungen an Situationen aus, in denen wir ähnliche Aufgaben zu bewältigen hatten. Aus dem, was wir in all diesen erinnerten Situationen jeweils getan haben und daraus, was sich davon als sinnvoll und was als weniger gut erwiesen hat, ergibt sich dann die Lösung für die aktuelle Situation. Wir machen - nach Bedarf etwas abgewandelt - das, was sich in ähnlichen Situationen schon bewährt hat. Dabei versuchen wir, Probleme zu vermeiden, die bei früheren, verwandten Situationen aufgetreten sind.

2.2 Deklaratives Wissen

Dies ist die Ebene der begrifflichen Vorstellungen über die Dinge der Welt und die Beziehungen zwischen ihnen. Wissen dieser Form besteht aus Regeln und Definitionen, die zueinander in vielerlei Beziehungen stehen können.

Problemlösen auf dieser Ebene kann man sich etwa so vorstellen: Typischerweise sind eine Ausgangssituation und ein Ziel gegeben. Als erstes analysieren wir die Ausgangssituation, d.h. beschreiben sie begrifflich als Istzustand, und stellen das Ziel in einer vergleichbaren Art als Sollzustand dar. Dann planen wir unter Anwendung von Regeln und Definitionen ein Schritt-für-Schritt Vorgehen, das dazu befähigen sollte, den Istzustand in den Sollzustand überzuführen.

Dieser Prozess läuft immer sehr bewusst ab, ist meist anstrengend und die gefundene Lösung lässt sich anhand der eingesetzten Regeln und Definitionen begründen. Er wird manchmal als "rationale Planung" bezeichnet.

2.3 Prozedurales Wissen

Dies ist die Ebene der routinierten Handlungsabläufe. Wissen dieser Form besteht aus einer Vielzahl von Wenn-Dann-Regeln, die, auf die momentane Situation angewendet, den nächsten Schritt eines Routineablaufs bewältigen. Diese Regeln sind nicht direkt bewusst zugänglich, sondern steuern einfach unser Handeln in gut geübten Routineaufgaben wie z.B. beim schriftlichen Addieren.

Problemlösen auf dieser Ebene kann man sich als einen zyklischen Ablauf vorstellen:

- a) Die aktuelle Situation wird darauf hin überprüft, bei welchen Regeln die Bedingungen des Wenn-Teils erfüllt sind.
- b) Sind mehrere Regeln anwendbar, wird eine für die Anwendung ausgewählt.
- c) Der Dann-Teil dieser Regel wird ausgeführt.
- d) Dadurch wird die Situation verändert und der Zyklus beginnt von vorne.

2.4 Sensomotorisches Wissen

Auch sensomotorisches Wissen steuert gut beherrschte Abläufe. Allerdings nicht mittels Wenn-Dann-Regeln, sondern über Rückkopplungsmechanismen, die den Handelnden und die Umwelt zu einem System zusammenschliessen.

"Problemlösen" auf dieser Ebene geschieht wie folgt: Für gut trainierte Abläufe existiert je eine Art "Programm", das diesen Ablauf (z.B. das Ergreifen eines Wasserglases) steuern kann. Diese Programme werden zentral ausgelöst ("Jetzt Glas ergreifen!") und dabei mit Steuergrößen versehen (Information dazu, wo das Glas steht). Dann laufen sie autonom

und ohne zentrale Kontrolle ab. (Wir können z.B., nachdem die Bewegung begonnen hat, die Augen schliessen und ergreifen das Glas genauso präzise wie mit offenen Augen.) Geschieht etwas Unvorhergesehenes (z.B. jemand zieht das Glas weg), dann kann das Programm aufgrund der zentralen Rückmeldung (sehen, dass das Glas weggenommen wird) nicht beeinflusst, sondern nur gestoppt werden.

2.5 Typische Einsatzgebiete der vier Wissensarten

Welche Art des Wissens bei der Bewältigung einer konkreten Aufgabe hauptsächlich zum Einsatz kommt, hängt von der Aufgabe (z.B. Lösen eines mathematischen Problems versus Putzen der Zähne) und vom aktuellen Wissensstand ab (hat uns gerade erst jemand zum ersten Mal erzählt, wie wir vorgehen sollten, oder haben wir schon viele Erfahrungen gemacht?).

Situativ-episodisches Wissen ist das Wissen der erfahrenen Praktikerin, die auf einen grossen Schatz von erinnerten Situationen zurückgreifen kann. Situativ-episodisches Wissen ist die dominante Form des Wissens, d.h. sofern situativ-episodisches Wissen vorhanden ist, drängt sich dieses in den Vordergrund. Reichhaltiges situativ-episodisches Wissen ist ausserordentlich flexibel und kann als einziges komplexe Situationen bewältigen helfen.

Der Problemlöseprozess läuft auf dieser Ebene meist mühelos und unbewusst ab. Man spricht deshalb oft von "Intuition". Gutes, situativ-episodisches Wissen ist sicher das Endziel jeder Ausbildung.

Prozedurales Wissen ist immer dann die Wissensform der Wahl, wenn sich eher komplizierte Aufgaben durch einen beschränkten Satz von Regeln ausnahmslos bewältigen lassen. Z. B. lassen sich Rechnungen der Art

$$\begin{array}{r} 1'111 \\ + 1'111 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 2'347 \\ + 4'811 \\ \hline \end{array}$$

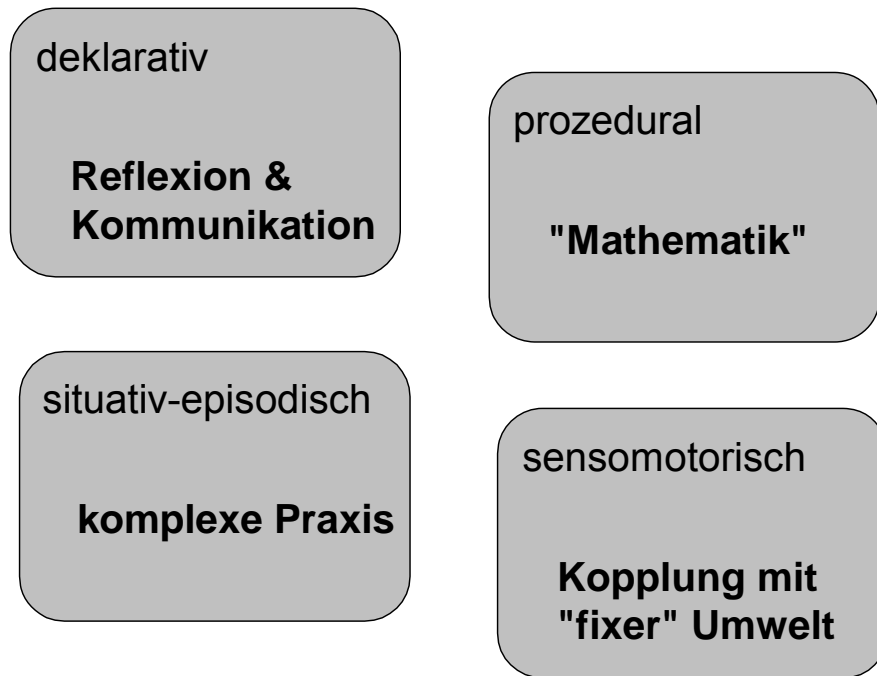
höchstens in Einzelfällen situativ-episodisch bewältigen, indem man sich an ähnliche Rechnungen erinnert (linkes Beispiel). Beherrscht man hingegen die Regeln des schriftlichen Addierens, kann man problemlos jede solche Aufgabe (also auch das rechte Beispiel) bewältigen.

Problemlösungen laufen auf dieser Ebene rasch und ohne grossen Aufwand ab, solange sich alles in dem Normalbereich abspielt, der durch die beherrschten Regeln abgedeckt werden kann. Wissen dieser Art eignet sich also gut zum Bewältigen von Standardsituationen, führt aber schnell zu Problemen, sobald auch nur kleine, nicht vorhergesehene Abweichungen auftreten.

Die **deklarative** Ebene ist die Ebene der "Theoretiker". Problemlöseprozesse auf dieser Ebene sind aufwendig und anstrengend, die Lösungen sind meist etwas schematisch. Sie sind deshalb für das rasche, situationsgerechte Handeln in der Praxis nicht geeignet. Sie haben aber den Vorteil, dass sie bewusst ablaufen und sich die gefundenen Lösungen anhand der verwendeten Regeln und Definitionen begründen lassen. Deklaratives Wissen eignet sich deshalb hervorragend, um über das situativ-episodische Handeln in der Praxis zu reflektieren.

Dies ist notwendig, denn die Qualität des Handelns auf der situativ-episodischen Ebene hängt stark davon ab, ob die erinnerten, handlungsleitenden Situationen auch wirklich vorbildliche Lösungen beinhalten. Sonst besteht die Gefahr, dass nur alten, schlechten Gewohnheiten nachgelebt wird.

Da wir beim Sprechen unser Wissen notwendigerweise in eine deklarative Form bringen, ist die deklarative Ebene zudem die Ebene der (verbalen, bzw. symbolbasierten) Kommunikation.



Figur 3: Einsatzbereiche der vier Wissensarten

Sensomotorisches Wissen ist dann optimal, wenn es darum geht, meist einfache und weitgehend starre Abläufe in enger Kopplung mit der Umwelt "durchzuziehen". Sensomotorisches Wissen setzt eine in bestimmten Aspekten unveränderliche Umwelt voraus. Der blinde Griff ins Arzneimittelkästchen funktioniert z. B. nur so lange, wie alle Fläschchen an ihrem Ort stehen. Es kann aber auf andere Aspekte des Systems Handelnder/Umwelt ausserordentlich flexibel reagieren. Z. B. ist es beim erwähnten Griff nicht notwendig, dass ich jedes Mal exakt an derselben Stelle vor dem Kästchen stehe, dass jedes Mal die Hand in derselben Grundposition ist, dass jedes Mal alle beteiligten Muskeln denselben Tonus haben, etc.

Natürlich kommen beim Problemlösen so gut wie immer Elemente aller vier Wissensformen gleichzeitig zum Zuge. Manchmal steht aber die eine oder andere Form deutlich im Vordergrund, so dass man von *deklarativen*, *prozeduralen*, *sensomotorischen* oder *situativ-episodischen* Problemlösungen sprechen kann.

3 Seitenberechnungen im rechtwinkligen Dreieck

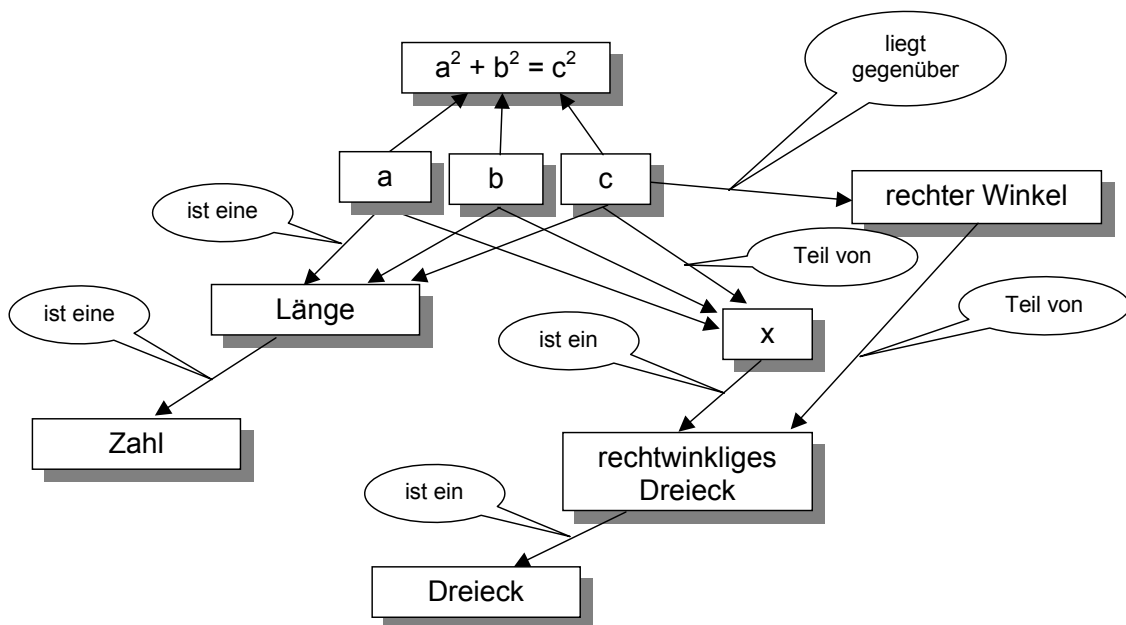
Soviel allgemeine Theorie. Wie treten nun diese verschiedenen Arten des Wissens bei Aufgaben in Aktion, bei denen es um die Berechnung von Seitenlängen in einem rechtwinkligen Dreieck geht.

3.1 Deklaratives Wissen

Selbstverständlich gibt es da einmal den Satz von Pythagoras, den alle instruiert bekommen, die solche Aufgaben lösen sollen. Als deklaratives Wissensstück verfügen sie also über die Formel

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Diese Formel allein genügt aber nicht, sondern dazu gehören weitere Wissensstücke wie "a, b und c stehen für die Längen von Seiten in einem Dreieck", "das Dreieck muss rechtwinklig sein" oder "c ist die Länge der Seite, die dem rechten Winkel gegenüber liegt". Vorstellen kann man sich dieses Wissen als ein Netz von deklarativen Wissensstücken mit Verbindungen dazwischen (vgl. Figur 4; z. B. Bobrow & Collins, 1975).



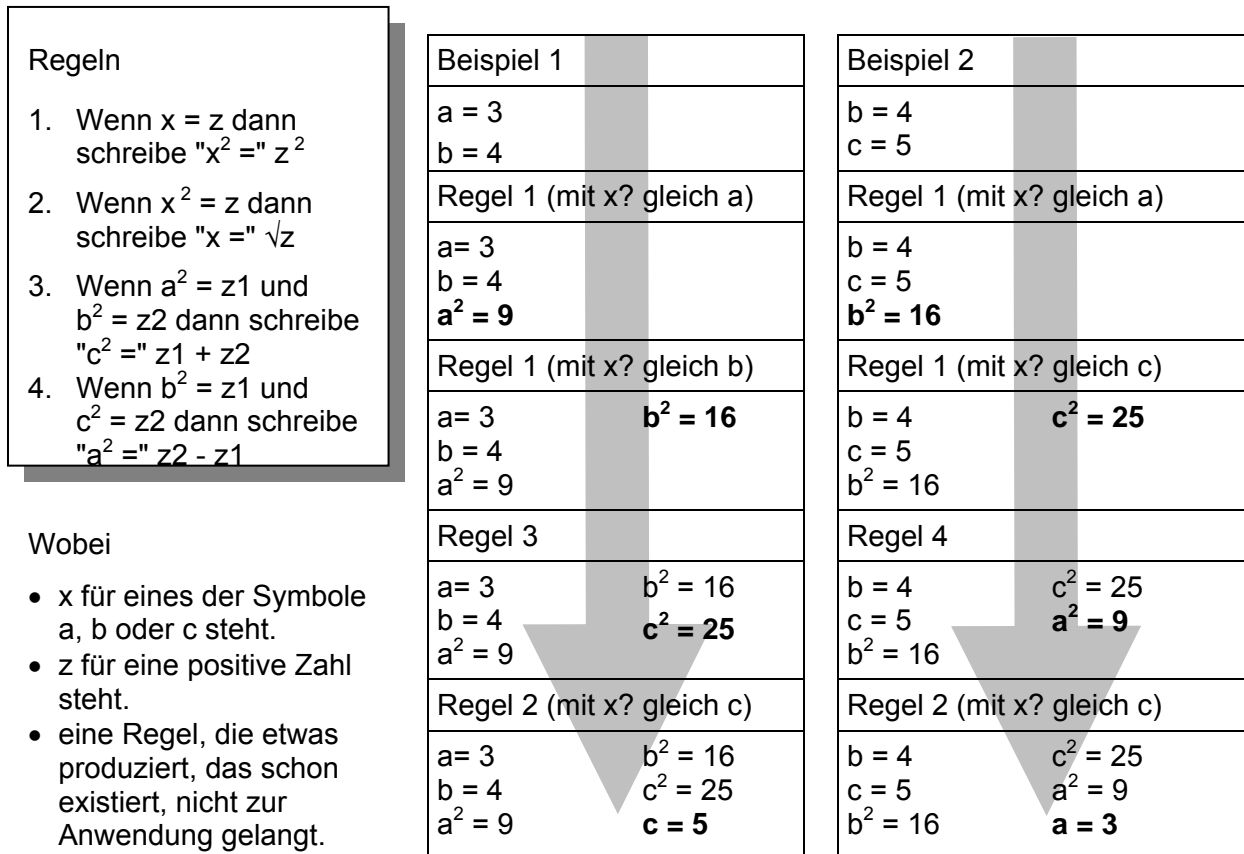
Figur 4: Ein Netz deklarativer Wissensstücke

Versucht nun eine Person, die über dieses Wissen verfügt, die Aufgabe aus Figur 1 zu lösen, dann beginnt sie mittels allgemeiner Problemlöseheuristiken ("Was ist gegeben; was ist gesucht?" etc., vgl. etwa Polya, 1949), gewisser mathematischer Kenntnisse und Wissen über Berechnungsverfahren einen Plan zu machen und diesen Schritt für Schritt abzuarbeiten (z. B. Schaefer, 1985). Dieses "Steuerungswissen", mit dessen Hilfe die Person den rein beschreibenden Satz von Pythagoras zur Steuerung ihres Vorgehens nutzbar macht, liegt seinerseits wieder in situativ-episodischer, prozeduraler oder - im ungünstigsten Fall - deklarativer Form vor. Sein genau Natur braucht uns hier nicht zu beschäftigen. Wichtig ist nur, dass das deklarative Wissen mit seiner Hilfe interpretiert wird.

Dieser Vorgang ist, wie schon gesagt, aufwendig, anstrengend und langsam. Oft ist nicht so leicht ersichtlich, wie die einzelnen deklarativen Wissensstücke zur Problemlösung genutzt werden können. Das Arbeitsgedächtnis wird durch die vielen Überlegungen und Ableitungen, die gemacht werden müssen, leicht überlastet. Und es schleichen sich schnell Fehler ein, da das Überlegen und Planen aufgrund deklarativer Wissensstücke nicht gerade die Stärke des menschlichen Denkapparates ist (Cosmides, 1989). Nur Anfänger, die noch keine grosse Übung haben, Seitenberechnungen mit Hilfe des Satzes von Pythagoras vorzunehmen, lösen die Aufgabe so.

3.2 Prozedurales Wissen

Mit der Übung entstehen so etwas wie ausgetretene Problemlösepfade - Wege, die beim Bearbeiten der Aufgaben immer und immer wieder gegangen werden. Teilstücke aus diesen Wegen werden prozeduralisiert, d.h. als Regel der Form "Wenn das und das der Fall ist, dann mache jenes" abgelegt (z. B. Anderson, 1983). Regeln, die so entstehen, könnten z. B. sein "Wenn a gegeben ist, dann berechne a^2 ", "Wenn b gesucht ist, dann berechne $c^2 - a^2$ " oder "Wenn c gesucht ist und c^2 gegeben ist, dann berechne die Wurzel aus c^2 ". Die Bearbeitung der Aufgabe geschieht dann so, dass wie in Abschnitt 2.3 kurz beschrieben, immer wieder geprüft wird, welche Regeln auf die aktuellen Daten anwendbar sind und eine davon angewendet wird. Aussehen könnte das etwa wie in Figur 5.



Figur 5: Prozedurale Regeln und Beispiele für ihren Einsatz

Die Bearbeitung der Aufgabe geschieht im Gegensatz zum deklarativen Fall ohne eigentliche Planung. Es wird einfach Schritt um Schritt ausgehend von der jeweils vorliegenden Konstellation weitergearbeitet. Dadurch verändert sich die Konstellation und ein neuer Schritt wird möglich. Die angewendeten Regeln sind nicht bewusst und können auch nicht so einfach bewusst gemacht werden. Soll jemand, der eine Aufgabe auf diese Art löst, erklären, wie er vorgeht, muss er ein konkretes Beispiel durcharbeiten und dann (deklarativ!) beschreiben, was er macht.

Das Bearbeiten von Aufgaben auf diese Art geht leicht von der Hand und belastet das Arbeitsgedächtnis verhältnismässig wenig. Zum Abarbeiten von Aufgaben, die sich durch einen Algorithmus restlos erledigen lassen, ist dies die geeignetste Art von Wissen.

3.3 Situativ-episodisches Wissen

Reine Berechnungsaufgaben, wie wir sie bis jetzt betrachtet haben, treten nur in speziellen Übungssituationen auf. Typischerweise sind Berechnungen aber Teil einer komplexeren Aufgabe innerhalb derer die Berechnung nur ein untergeordnetes Teilziel ist. Eine solche umfassendere Aufgabe könnte zum Beispiel der Bau eines Seilbahnchens vom Fusse eines Baumes zu einem Fenster im zweiten Stock eines Hauses sein. Ist bekannt, dass der Baum 11 Meter vom Haus entfernt ist und sich das Fenster 7 Meter über Boden befindet, lässt sich berechnen, wie lange die Schnur für das Seilbahnchen sein muss.

Verfügt die Person über situativ-episodisches Wissen, das sie bei der Bewältigung dieser Aufgabe nutzen kann, heisst das, dass sie bereits mindestens eine Aufgabe bewältigt hat, die sie als ähnlich erkennt. Nehmen wir an, dass sie schon einmal aus einem Brett eine kleine Rutschbahn basteln wollte. Diese Rutschbahn sollte von einer 1.20 Meter hohen Mauer bis zu einem fest im Boden verankerten Stein als Stütze führen. Der Stein war 2.40 Meter von der Mauer weg. Voller Begeisterung berechnete die Person damals mittels Pythagoras, dass das ein 2.68 Meter langes Brett genügen müsste und sägte sich ein solches zurecht. Leider erwies sich als nicht so optimal, denn das Brett reichte nur genau bis zu Kante der Mauer. Es war zu kurz, als dass man es sicher oben auf der Mauer hätte abstützen können. Ein zweites, etwas längeres Brett musste her.

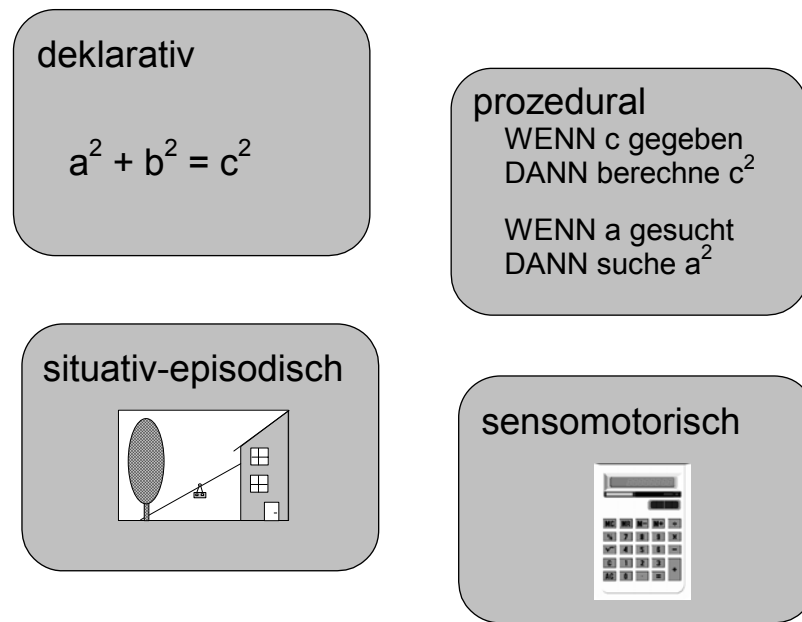
Beim der Aufgabe mit dem Seilbahnchen kommt der Person nun die Erfahrung mit der Rutschbahn in den Sinn. Dieses Wissen hilft in zweierlei Hinsicht. Einmal gibt es die Sicherheit, dass der Pythagoras in dieser Situation hilfreich ist. Zum zweiten führt die Erinnerung an die schmerzliche Erfahrung mit dem zu kurzen Brett aber auch dazu, dass die Person kurz überlegt, ob hier etwas ähnliches geschehen könnte und zum Schluss kommt, dass das tatsächlich der Fall sein dürfte, da das Seil ja nicht nur bis aussen ans Fenster, sondern bis zum Umlenkrolle im Innern des Zimmers reichen muss.

Wie schon beschreiben wirkt also situativ-episodisches Wissen als Erinnerung an ganz konkrete Erfahrungen. Es erlaubt es, sofern genügend solche Erfahrungen vorhanden sind, mit all den speziellen Gegebenheiten realer Situationen fertig zu werden, die nie durch ein abstraktes Konzept erfasst werden können. Das Bearbeiten von Aufgaben mittels situativ-episodischem Wissen geschieht in Analogie zu schon gemachten Erfahrungen.

3.4 Sensomotorisches Wissen

Sensomotorisches Wissen kommt typischerweise ins Spiel, wenn beim Bearbeiten einer Aufgabe direkt mit der Umwelt interagiert wird. Dies kann hier z. B. der Fall sein, wenn für die Berechnungen ein Taschenrechner beigezogen wird. Ist dies immer derselbe Rechner und werden wirklich sehr häufig solche Berechnungen durchgeführt, entsteht mit der Zeit ein Motorprogramm, das steuert, welche Tasten in welcher Reihenfolge gedrückt werden. Dies kann auch in einzelne Subprogramme zerfallen, die z. B. steuern, wann und wie ein Zwischenresultat in den Speicher verschoben oder dort wieder hervorgeholt wird.

Wie bei den prozeduralen Regeln, ist ein solches Programm nicht bewusst zugänglich. Will man jemanden erklären, was man macht, muss man es durchführen und beschreiben. Zusätzlich hängt das Programm aber auch stark davon ab, dass immer derselbe Rechner benutzt wird. Muss man einmal einen anderen Rechner verwenden, bei dem nur schon die Tasten anders angeordnet sind, bricht das Programm zusammen.



Figur 6: Wissensarten am Beispiel des Satzes von Pythagoras

3.5 Das Zusammenspiel der verschiedenen Wissensarten

Man kann sich nun unschwer vorstellen, wie die verschiedenen Wissensarten zusammen spielen. Nehmen wir an, jemand kennen den Satz von Pythagoras, habe die Berechnung von Seiten im rechtwinkligen Dreieck gut prozeduralisiert, habe einige Erfahrungen gemacht mit Aufgaben, bei denen der Pythagoras nützlich war und verfüge über eine gewisse Routine bei Einsatz seines Lieblingstaschenrechners bei solchen Berechnungen. Dann wird ihn eine neue Aufgabe zuerst einmal an die bisher bewältigten Situationen erinnern und er wird aufgrund dieser (situativ-episodischen) Erfahrungen die Teilaufgabe, eine bestimmte Länge zu berechnen, isolieren. Diese Berechnung läuft dann prozedural gesteuert ab, wobei die faktische Ausführung der Rechenoperationen auf dem Taschenrechner durch sensomotorische Programme gesteuert werden. Nach durchgeführter Berechnung, die einfach so ohne grosses Nachdenken abgelaufen ist, legt er dann vielleicht eine kurze Besinnungspause ein und kontrolliert, ob das, was er getan hat, auf Grund seines (deklarativen) Wissens über den Satz vom Pythagoras sinnvoll und korrekt war.

4 Wissensarten und Gedächtnisorganisation

Wir haben vier Arten des Wissens unterschieden, da diese vier Arten aus unterschiedlichen "Einheiten" bestehen und bei der Bewältigung von Aufgaben unterschiedlich wirksam werden. Das heisst nun aber nicht, das Wissen verschiedener Art auch unterschiedlich im Gedächtnis abgelegt ist und unterschiedlich abgerufen wird.

Im Gegenteil, es ist vielmehr anzunehmen, dass das ganze Gedächtnis "situativ" organisiert ist, d.h. dass eine neue Aufgabe immer eine Erinnerung an eine bereits bewältigte Situation hervorrufen muss, so dass das relevante Wissen zugänglich wird. Das Wissen, das sich als erstes vordrängt ist also immer situativ-episodischer Natur, wie z. B. die Erinnerung an die letzte Mathematikstunde, während der der Satz vom Pythagoras eingeführt wurde. Damit verbunden sind dann aber gegebenenfalls deklarative, prozedurale und sensomotorische Wissenstücke.

Idealerweise sind alle Erinnerungen an Situationen und die damit verknüpften weiteren Wissensstücke so miteinander verbunden, dass mühelos bei der Bewältigung einer bestimmten Aufgabe auch alle relevanten Wissenstücke mobilisiert werden können. Dies ist aber keineswegs immer der Fall. So mag die Aufgabe mit dem Seilbähnchen durchaus an die Situation mit der Rutschbahn erinnern. Ist der Satz vom Pythagoras aber nur mit der Erinnerung an Schulstunden verbunden, wird er nicht als mögliches Instrument in den Sinn kommen.

5 Literatur

5.1 Schwerpunkt *deklaratives Wissen*

Bobrow, D. G. and A. Collins, (eds.) (1975) **Representation and understanding, studies in Cognitive Science**. 1975, New York: Academic Press --- Viele wichtige Arbeiten zur Struktur des deklarativen Wissens.

Newell, A. and H. A. Simon (1972) **Human problem solving**. 1972, Englewood Cliffs N. J. --
- Der Klassiker zum Thema bewusstes Problemlösen aufgrund allgemeiner Methoden.

Polya, G. (1949) Die Schule des Denkens." *Bern, Francke*. -- Viele Anregungen zu allgemeinen Problemlöseheuristiken bei mathematischen Aufgaben.

Schaefer, R. E. (1985) **Denken**. Springer, Berlin. --- Eine zusammenfassende Darstellung deklarativer Ansätze; im Zentrum stehen die Arbeiten von Newell und Simon.

Simon, H. A. (1979) **Models of thought**. New Haven, Yale University Press. --- Eine Sammlung der wichtigsten Arbeiten von Simon.

5.2 Schwerpunkt *prozedurales Wissen*

Anderson, J. R. (1983) **The architecture of cognition**. Cambridge, MA, Harvard University Press. --- Der Klassiker zur Frage des Aufbaus von prozeduralem Wissen.

Anderson, J. R. (1987) **Skill acquisition: compilation of weak-method problem solutions**. *Psychological Review*, 94; 192-210. --- Eine Weiterentwicklung und Verfeinerung der Ideen von 1983

VanLehn, K. (1990) **Mind Bugs: The origins of procedural misconceptions**. Cambridge, Mass., MIT Press. --- Eine Alternative zu Andersons Arbeiten; zeigt auf, dass ganze Klassen von Aufgaben anders bearbeitet werden, als sich das Anderson vorstellt.

5.3 Schwerpunkt *situativ-episodisches Wissen*

Brown, J. S., A. Collins, et al. (1989) **Situated cognition and the culture of learning**. *Educational Researcher*, 18 (1); 32-42. -- Der Klassiker zu Fragen des situativen Lernens.

Cosmides, L. (1989). **The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task**. *Cognition*, 31, 187-276. -
- Argumentiert, dass unser Denken durch die lange Geschichte der Evolution, und nicht durch die kurze der Kultur geprägt ist. Zeigt in viele Experimente, dass entsprechend situativ eingebettet Aufgaben "nicht logische" Denkmuster provozieren.

Dreyfus, H. L. and S. E. Dreyfus (1987) **Künstliche Intelligenz, von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition**. Reinbeck bei Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Verlag. --- Entwickeln anhand einer Kritik der Künstlichen Intelligenz (deklaratives Wissen) das Bild des situativ-episodisch arbeitenden Experten.

Nehls, N. (1995) **Narrative Pedagogy: Rethinking Nursing Education**. *Journal of Nursing Education*, 34 (5); 204-210. --- Narrative Pädagogik: Lehrer und Lernerinnen lernen gegenseitig über das Erzählen und Bearbeiten von Geschichten. Verschiedene Beispiele.

Suchman, L. A. (1987) **Plans and situated actions**. Cambridge, UK, Cambridge University Press. --- Hat den Begriff "situativ" populär gemacht.

5.4 Schwerpunkt **sensomotorisches Wissen**

Adams, J. A. (1987) **Historical Review and Appraisal of Research on Learning, Retention, and Transfer of Human Motor Skills**. *Psychological Bulletin*, 101 (1); 41-47 --- Knapper Abriss der wesentlichsten Konzepte und ihrer Entstehungsgeschichte.

Holding, D. H., Ed. (1989) **Human Skills**. *Wiley Series on Studies in Human Performance*. Chichester, John Wiley & Sons. --- Gute Übersicht über die wesentlichen Aspekte.

Maturana, H. R. (1982) **Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit**. Braunschweig, Vieweg. --- Aus der Biologie heraus gewachsene philosophische Überlegungen zur Interaktion Organismus/Umwelt als Kopplung zweier Systeme.

5.5 Koexistenz von Wissensarten

Benner, P. (1994). **Stufen zur Pflegekompetenz. From Novice to Expert**. Bern, Huber. --- Konkretisierung der Vorstellungen der Gebrüder Dreyfus für die Pflege.

Eck, C. D. (1997) **Wissen - ein neues Paradigma des Managements**. *Die Unternehmung*, 51 (3); 155-179. --- Diverse Schemata zu unterschiedlichen Wissensarten und ihr Bezug zueinander.

Gutknecht, M. (1992). **Adaptive hybrid artefacts: three perspectives on designing artificial systems**. *Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich*. -- Beschreibt ein Computerprogramm, das Probleme zuerst "prozedural" löst und dann Problemsituation und Lösung über ein neuronales Netz verknüpft, so dass es in Zukunft bei ähnlichen Problemen "situativ" reagieren kann.

Haapasalo, L. & Kadijevich, D. (2000). Two Types of Mathematical Knowledge and Their Relation. *Journal für Mathematikdidaktik* 21(2): 139-157. -- Unterscheiden zuerst prozedurales und konzeptionelles (deklaratives) Wissen im selben Sinn wie hier verwendet. Setzen dies dann aber nicht ganz konsequent um.

Harvey, L. and J. Anderson (1996) **Transfer of declarative knowledge in complex information-processing domains**. *Human Computer Interaction*, 11 (1); 69-96. --- Beim Wechsel der Aufgabe lässt sich zwar deklaratives Wissen transferieren, prozedurales muss aber neu aufgebaut werden.

Kintsch, W. (1998) **Comprehension : A Paradigm for Cognition**. Cambridge: Cambridge University Press. -- Stellt zu Beginn des Buches ein Schichtenmodell unterschiedlicher Wissensarten vor.

Mérö, L. (1990) **Ways of thinking**. 1990, Singapore: World Scientific. --- Interessantes Buch, das Versucht Resultate aus verschiedenen Bereichen der Wissensforschung zueinander in Bezug zu bringen.

- Ohlsson, S. (1994) **Declarative and procedural knowledge**. In: T. H. T. Neville-Postlethwaite: *The international encyclopaedia of education* (Vol. 3, 2nd ed., pp. 1432-1434. *London, UK, Pergamon Press*. --- Lexikonartikel zur Unterscheidung von deklarativem und prozeduralem Wissen.
- Ohlsson, S. (1994) **From general methods to task-specific knowledge: A mythical advance in the theory of intelligence**. *Tech. Rep. No. KUL-94-1 Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh, LRDC*. --- Argumente dafür, dass man auch das deklarative Wissen nicht vergessen sollte.
- Reimann, P. (1997) **Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen**. *Bern, Huber*. --- Modelle und Untersuchungen, die explizit von verschiedenen, parallel existierenden Wissensformen ausgehen.