

INHALT:

1. Problemaufbau

- 1.1 Definition eines Problems (n. Duncker)
- 1.2 Grundstruktur eines Problems (n. Tücke)
- 1.3 Prozeß des Problemlösens (n. Wessels)

2. Problemtypen und Denkopoperationen

- 2.1 Problemtypen
 - 2.1.1 Fixationsprobleme
 - 2.1.2 Anordnungsprobleme
 - 2.1.3 Weitere Differenzierungsmöglichkeit von Problemen
- 2.2 Denkopoperationen
 - 2.2.1 Konvergentes Denken
 - 2.2.2 Divergentes Denken

3. Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösen

4. Problemlösestrategien

- 4.1 Systematische Variation
- 4.2 Anregung von unten („Materialanalyse“)
- 4.3 Anregung von oben („Zielanalyse“)
- 4.4 Lösungsstammbäume
- 4.5 Analogiebildung
- 4.6 Automatisierung

5. Problemlösehemmnisse

- 5.1 Funktionale Gebundenheit
- 5.2 Situative Gebundenheit

6. Begriffe und Begriffsbildung

- 6.1 Scharf definierte Begriffe: Kategorien gemeinsamer Merkmale
- 6.2 Schwach definierte Begriffe: Prototypen

7. Förderung von Begriffsbildungen und Problemlösungen im Unterricht

- 7.1 Grundregeln für die effektive Vermittlung von Problemlösekompetenz
- 7.2 Einige Hinweise zur Erleichterung der Begriffsbildung

8. Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz? Anmerkungen zur PISA-Studie

9. Literatur

Jennifer Mir

1. Problemaufbau

1.1 Definition eines Problems (Duncker)

Bevor ich zur Grundstruktur eines Problems komme, möchte ich zuerst eine geläufige Definition des Begriffs des Problems von Duncker geben. Duncker hat 1935 ein Problem wie folgt definiert:

„Ein „Problem“ entsteht z.B. dann, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht „weiß“, wie es dieses Ziel erreichen soll.

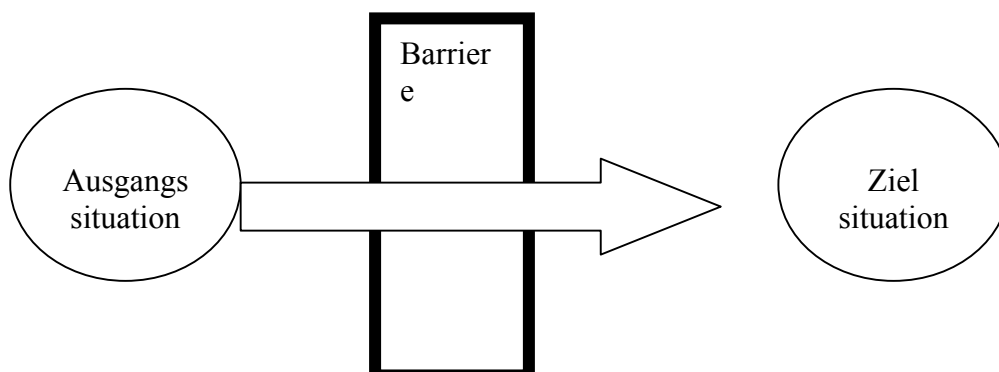
Wo immer der gegebene Zustand sich nicht durch bloßes Handeln (Ausführung selbstverständlicher Operationen) in den erstrebten Zustand überführen lässt, wird das Denken auf den Plan gerufen...

Die „Lösung“ eines solchen praktischen Problems hat somit zwei Forderungen zu genügen: ihre Verwirklichung muss erstens die Verwirklichung des erstrebten Zustandes zur Folge haben und zweitens vom gegebenen Zustand aus durch „bloßes Handeln“ erreichbar sein.“ (Duncker, 1935)

Selbstverständliche Operationen wären z.B.: die Benutzung von Besteck beim Essen. Das ist so ein einfaches Problem, dass man es automatisch lösen kann. Schwierigere Probleme erfordern allerdings das Nachdenken über Lösungswege.

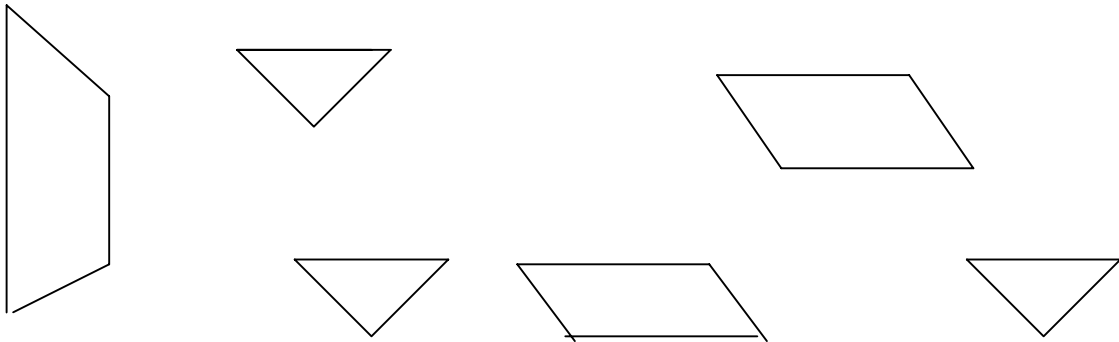
1.2 Grundstruktur eines Problems (Tücker)

Die Grundstruktur eines Problems nach Tücker setzt sich wie folgt zusammen.



(nach Tücke, S. 111)

Um die Grundstruktur nach Tücke zu verdeutlichen, ist hier ein Beispiel:



Die hier angedeuteten Schnipsel sind ein zerschnittenes T und die Aufgabe bzw. das Problem ist es, die Einzelteile wieder so zusammen zu legen, dass es wieder so aussieht wie ein normales T.

Nun zu der Grundstruktur:

Die **Ausgangssituation** sind also die Schnipsel. Diese Situation ist nicht befriedigend, weil das T noch in Einzelteilen daliegt, und soll geändert werden.

Die **Zielsituation** ist hier sehr klar definiert, nämlich das zusammengelegte T, wie man es kennt. Die Zielsituation eines Problems ist oft mit freudigen Emotionen oder Erleichterung verbunden.

In diesem Fall hat man eine mentale **Barriere**. Man braucht nämlich eine Idee, wie man das T zusammenlegen kann, um diese Barriere zu überwinden und somit eine Lösung zu finden. Barrieren eines Problems können auch physischer Art sein.

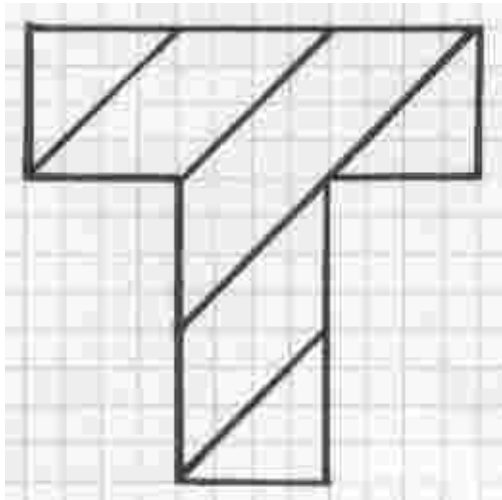
1.3 Prozeß des Problemlösens (Wessels)

Nach Wessels gibt es 4 Schritte des Problemlösens:

1. **Definition des Problems:** Genaue Anfangs- und Endbeschreibung. Die haben wir bei unserem T schon gemacht.
2. **Aufstellen einer Strategie,** einer Methode, eines Plans. Es gibt viele unterschiedliche Strategien: von der einfachsten Versuch und Irrtum oder auch Trial and Error - Strategie, die meistens Tiere benutzen, bis hin zu ausgeklügelten, wissenschaftlichen Methoden, wie z.B. das Analogieverfahren.
3. **Exekution der Strategie:** Bei einem gut definiertem Problem und gut definiertem Ziel kann die Ausführung der Strategie sehr trivial sein. Bei komplexen oder schlecht definierten Problemen ist die Ausführung einer Strategie, wie gut sie auch sein mag, schon mal sehr kompliziert.

4. **Evaluierung einer Strategie:** Man bewertet ob man sich dem Ziel genähert hat oder ob es sogar schon gelöst wurde. Man überprüft auch ob man die richtige Strategie gewählt hat.
- ✓ Diese 4 Schritte kann man nicht getrennt voneinander betrachten, sondern sie stehen in enger Interaktion.

Bei dem T-Problem versuchen viele Versuchspersonen mit den Schnipseln stetig rechte Winkel zu bilden. Diese Tatsache wäre hier eine mentale Barriere, die es zu überwinden gilt. Zur Lösung kommt man nämlich nur, wenn man die Schnipsel konsequent diagonal anordnet. Das Ergebnis sieht so aus:



2. Problemtypen und Denkopoperationen

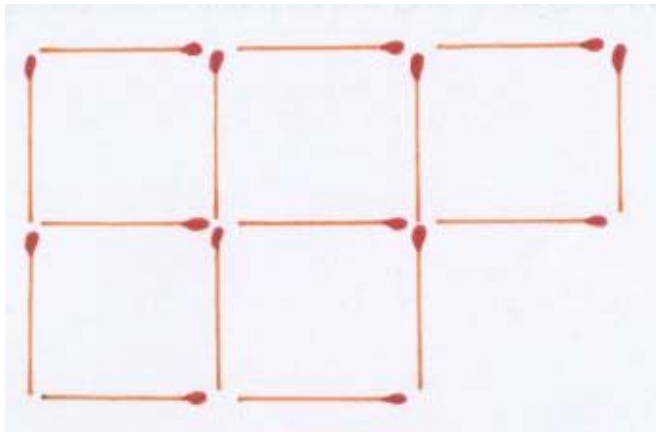
Nach Gediga, Schöttke und Tücke gibt es zwei zentrale Problemtypen, die Fixationsprobleme und die Anordnungsprobleme.

2.1 Problemtypen

2.1.1 Fixationsprobleme

Um zur Lösung eines Fixationsproblems zu kommen muss man meist gewisse Voreinstellungen überwinden. Es gibt meist nur eine richtige Lösung, die man mit einem sogenannten „Aha-„ Effekt erreicht. Diese Art von Problemen sind meist schwerer, da man in einem einzigen Schritt zur Lösung kommt.

Zur Verdeutlichung ist hier ein Streichholzproblem:



Die Aufgabe/ das Problem ist es, drei Quadrate zu bilden, indem man drei Streichhölzer wegnimmt. Und es dürfen dann natürlich auch keine Streichhölzer mehr übrig bleiben.

Dies ist eindeutig ein Fixationsproblem, weil man den Lösungsweg nicht in mehrere Schritte aufteilen kann. Es gibt nur eine richtige Lösung (soweit ich weiß). Und wenn man die Lösung erfährt, hat man sozusagen einen „Aha“-Effekt.

Die drei wegzunehmenden Streichhölzer sind das zweite in der ersten Zeile, das zweite in der ersten Spalte und das erste in der dritten Zeile.

2.1.2 Anordnungsprobleme

Anordnungsprobleme werden gelöst, indem man sich im Gegensatz zu Fixationsproblemen sukzessiv (schrittweise) der Lösung nähert. Man verändert also die Problemzustände, indem man Subziele erreicht. Anordnungsprobleme sind im Allgemeinen einfacher als Fixationsprobleme, weil man den Lösungsweg in Teilziele aufteilen kann.

Ein Beispiel für Anordnungsprobleme ist der Turm von Hanoi.

Die Aufgabe bzw. das Problem hierbei ist es, den Turm auf den linken Stab zu bringen. Man darf immer nur eine Scheibe bewegen und es darf niemals eine Größere auf einer Kleineren liegen.

Bei drei Scheiben braucht man sieben Schritte und bei vier Scheiben schon 16. Der Lösungsweg mit drei Scheiben ist hier in einer Excel-Tabelle dargestellt.

Turm von Hanoi mit 3
Scheiben

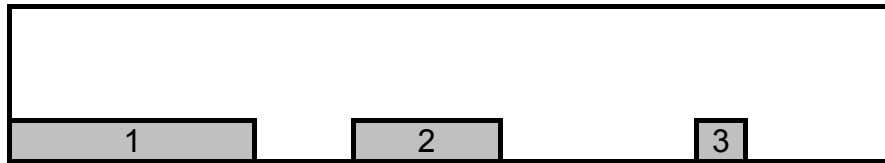




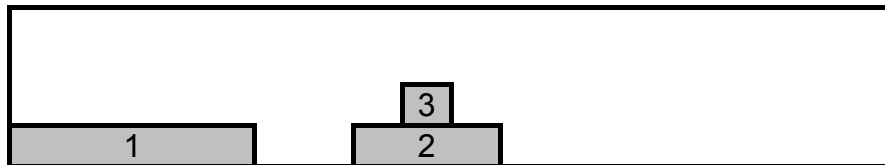
2.)



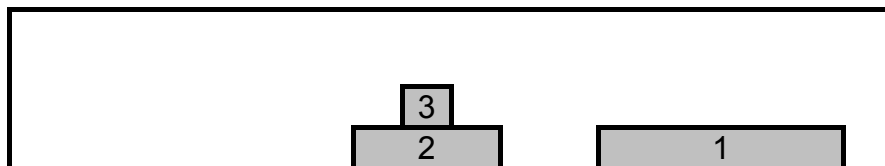
3.)



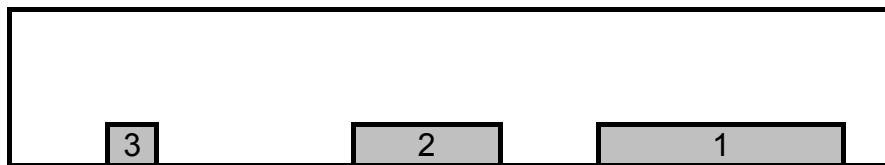
4.)



5.)



6.)



7.)



8.)



2.1.3 Weitere Differenzierungsmöglichkeit von Problemen

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit der Probleme ergibt sich, wenn man in Betracht zieht, dass jedes Problem eine

- 1) mehr oder weniger vollständig definierte Ausgangssituation
- 2) mehr oder weniger vollständig definierte Zielsituation
- 3) und mehr oder weniger gut bekannte Lösungsheuristiken (Verhaltensweisen zur Überwindung der Barriere)

hat.

Wessels unterscheidet an dieser Stelle noch zwischen **Algorithmen und Heuristiken**. Als Algorithmus versteht er eine Lösungsmethode, die nur für einen ganz bestimmten Problemtyp genutzt wird, z.B. die Formel zur Berechnung der Fläche eines Rechtecks $A=xy$. Heuristiken vergleicht er mit einer Daumenregel, die keine Lösung garantiert. Beim Schach z. B. ist es eine gute Heuristik das Mittelfeld zu kontrollieren. Diese Methode führt allerdings nicht zwangsläufig zum Erfolg.

Aus der Kombination der oben genannten drei Möglichkeiten ergeben sich 8 Problemtypen, von einem Problem mit vollständig definierter Ausgangs- und Zielsituation und bekannten Lösungsheuristiken bis hin zu einem Problem mit schlecht definierter Ausgangs- und Zielsituation und mit unbekanntem Lösungsheuristiken.

	Ausgangssituation	<u>Lösungsheuristiken</u>	<u>Zielsituation</u>	<u>Problemtyp</u>
1.	vollständig definiert	bekannt	unvollständig definiert	Fixationsprobleme
2.	vollständig definiert	nicht bekannt		
3.	unvollständig definiert	bekannt		
4.	unvollständig definiert	nicht bekannt		
5.	vollständig definiert	bekannt	vollständig definiert	Anordnungsprobleme
6.	vollständig definiert	nicht bekannt		
7.	unvollständig definiert	bekannt		
8.	unvollständig definiert	nicht bekannt		

Ein Beispiel für die vierte Situation wäre, ein Künstler, der auf seinen Wanderungen verschiedene Materialien sammelt, um aus manchen nachher ein Kunstwerk zu erstellen, von dem er selbst noch nicht weiß, was es werden soll.

Wie kann man das Streichholzbeispiel und den Turm von Hanoi mit den Punkten 1) bis 3) beschreiben? Also, wo kann man die in dem Schema einordnen?

a) Streichholz: Ausgangssituation vollständig definiert, Lösungsheuristiken bekannt, Zielsituation unvollständig definiert. → 1.)

b) Turm von Hanoi: Ausgangssituation vollständig definiert, Lösungsheuristiken bekannt, Zielsituation vollständig definiert. → 5.)

Das Streichholzproblem ist ein Fixationsproblem. Bei diesem Problemtyp ist die Zielsituation immer unvollständig definiert.

Bei Anordnungsproblemen, wie z.B. der Turm von Hanoi ist die Zielsituation immer vollständig definiert.

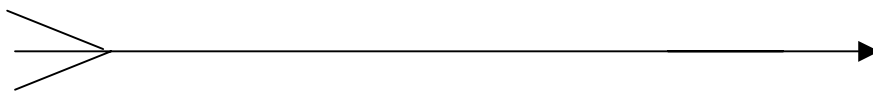
2.2 Denkoperationen

Nach Guilford (1967) gibt es zwei große Gruppen von Denkoperationen.

2.2.1 Konvergentes Denken

Konvergentes Denken sind Denkoperationen, mit denen man unter Zuhilfenahme von Lösungsheuristiken eine vollständig definierte/ vorgegebene Lösung erreichen kann. Die Denkprozesse „konvergieren“ sozusagen auf die Lösung zu. Unmittelbar im Zusammenhang mit dem Konvergentem Denken steht das Konzept der Intelligenz. Konvergentes Denken wird zum Lösen von Anordnungsproblemen benötigt. Bei dem Turm von Hanoi gibt es nur eine Lösung, auf die das Denken „hinkonvergieren“ muss.

Konvergentes Denken

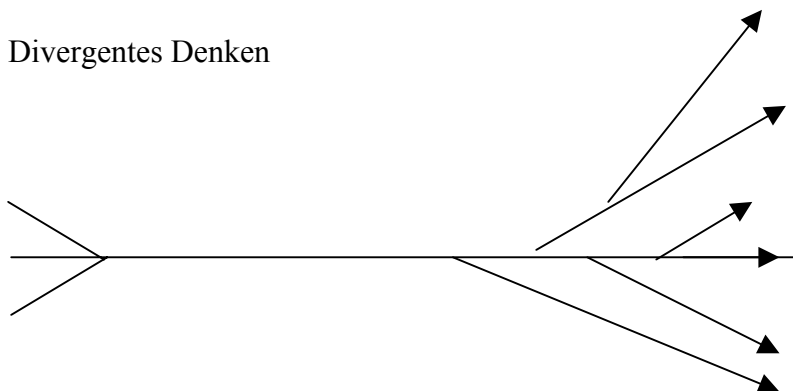


Im Gegensatz dazu steht:

2.2.2 Divergentes Denken

Hier muss eine neue, unbekannte Lösung entwickelt werden. Man probiert mögliche Lösungen aus. Das Denken verzweigt sich/ divergiert. Zu dieser Denkoperation steht die Kreativität im engen Zusammenhang. Divergentes Denken wird zum Lösen von Fixationsproblemen benötigt. Beim Streichholzproblem kann man mehrere Möglichkeiten ausprobieren.

Divergentes Denken



3. Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösen

In der Wissenschaft wird die Frage, ob und inwieweit Intelligenz und Problemlösefähigkeit zusammenhängen, kontrovers diskutiert.

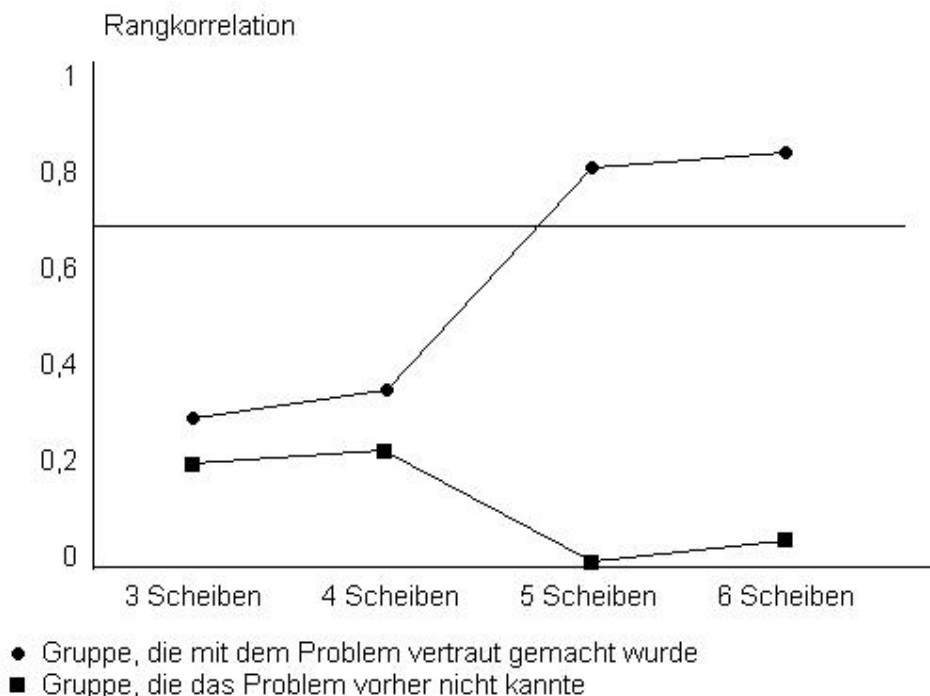
Dörner und Putz-Osterloh & Lürer z.B. vertreten den Standpunkt, dass Intelligenz und Problemlösefähigkeit unabhängig voneinander seien. Das heißt, dass ein Intelligenztest nichts darüber aussagt, wie gut die Person mit Problemen umgehen kann.

Hussy und Süß dagegen behaupten, dass methodische Probleme, wie zu große Schwierigkeit der zu lösenden Probleme oder mangelnde Zuverlässigkeit der Problemaufgaben, dazu führen würden, dass manchmal ein Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösefähigkeit zu erkennen ist und manchmal nicht.

Um dieser Frage auf den Grund zu gehen haben Gediga und Schöttke (1986) einen Intelligenztest und als Problem den Turm von Hanoi mit 32 Studenten durchgeführt.

Die Fragestellung lautete: Gibt es einen Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösefähigkeit?

Die Untersuchung wurde in zwei Tests unterteilt, ein Intelligenztest und der Turm von Hanoi als Problemaufgabe mit 3, 4, 5 und 6 Scheiben. 32 Studenten wurden getestet. 16 davon wurden vorher mit dem Turm bekannt gemacht und durften üben. Die andere Hälfte kannte das Problem vorher nicht.



Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösen (nach Gediga & Schöttke, 1986)

(aus: Tücke, S. 116)

In dieser Grafik sind die Ergebnisse des Tests festgehalten. Man erkennt, dass nur bei der Gruppe, die mit dem Problem vertraut war, bei schwierigeren Problemen mit 5 oder 6 Scheiben ein Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösefähigkeit besteht, da der Korrelationswert hier über 0,7 liegt.

Insgesamt kann man also festhalten, dass nur bei komplizierten, alltagsnahen Problemen ein Zusammenhang zwischen Intelligenz und Problemlösefähigkeit festzustellen ist.

4. Problemlösestrategien

Tücke unterscheidet eine Reihe von Problemlösestrategien.

4.1 Systematische Variation

Systematische Variation bedeutet das Systematische Durchprobieren aller Lösungen. Wenn ein Problem sehr komplex ist, ist diese Strategie eine denkbar Ungünstige, da sie sehr unökonomisch ist.

Allerdings verwenden wir diese Strategie alle, z.B. wenn wir bei einem Puzzle-Spiel ein Teilchen, an die richtige Stelle setzen, es aber noch nicht in der richtigen Position haben.

4.2 Anregung von unten („Materialanalyse“)

Bei der Anregung von unten, analysiert man die Ausgangssituation und die Materialien, die zur Verfügung stehen, sehr genau um einen Lösungsweg zu finden. Die Anregung von unten benutzt man hauptsächlich bei Fixationsproblemen.

Ein Beispiel dafür wäre das Streichholzsachtel-Problem:

Aus gegebenen Materialien soll man einen Kerzenhalter erstellen und den an einer Holztür befestigen. Als Materialien bekommt man eine Streichholzsachtel mit Heftzwecken und einem Faden darin und eine Kerze.

Man fragt sich nun: „Wofür kann ich die gegebenen Materialien verwenden und wie kann ich sie einsetzen, um die Ausgangssituation zu verändern?“

Dieses Beispiel verdeutlicht noch mal einen wichtigen Aspekt der Fixationsprobleme auf: die notwendige Überwindung der Voreinstellung. Die hier darin bestehen könnte, dass man sich von dem Gedanken löst, dass die Streichholzsachtel nur als Behälter für die anderen Utensilien dient. Sie kann nämlich eine Funktion als Halterung übernehmen. Mit dieser Überwindung hätte man dann auch schon die Lösung, nämlich die Kerze auf die Streichholzsachtel zu stellen und diese wiederum an der Tür mit den Heftzwecken zu befestigen. Der Faden war nur zur Irritation und hatte keinen Nutzen

4.3 Anregung von oben („Zielanalyse“)

Bei der Anregung von oben muss die Zielsituation bekannt sein. Dies ist bei den Anordnungsproblemen der Fall. Man analysiert die Zielsituation genau, um Elemente zu erkennen, die man in der Ausgangssituation ändern muss.

Hierzu gibt es das Beispiel des 2-Seile-Problems:
(aus: *Tücke*, S. 118)

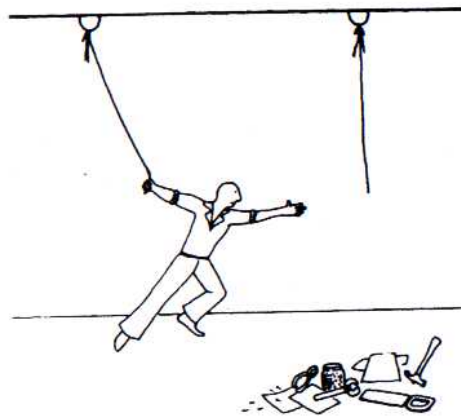


Abbildung 44: Das 2-Seile-Problem (Maier, 1931)

Eine Person steht in einem Raum, von dessen Decke zwei Seile hängen, die sie allerdings nicht beide gleichzeitig fassen kann. Die Aufgabe/das Problem ist nun, beide Seile in die Hände zu nehmen. Es steht Werkzeug zur Verfügung.

Man analysiert die Zielsituation um Lösungswege zu entdecken.

Eine mögliche Lösung wäre ein Werkzeug an einem Seil zu befestigen und es zum Pendeln zu bringen. So könnte die Person beide Seile in die Hände nehmen.

4.4 Lösungsstammbäume

Lösungsstammbäume sind formalisierte mögliche Lösungswege. Ein Lösungsbaum ist eine Kombination aus der Anregung von unten und der Anregung von oben. Diese Lösungsstrategie ist besonders nützlich, wenn man verschiedene Lösungen vergleichen möchte und eine „beste“ Lösung finden möchte.

Diese Strategie ist nützlich bei komplizierten Problemen.

Hier ist ein Beispiel für ein Lösungsbaum.

Das Problem ist, dass man einen Magentumor mit einer Strahlen-Therapie behandeln möchte und dabei möglichst wenig umliegendes Gewebe zerstören will. Dafür werden verschiedene Möglichkeiten gesucht und die wiederum in verschiedene Zielrichtungen ausgebaut, so dass man sich in der unteren Reihe am Schluß für die beste Lösung entscheiden kann.

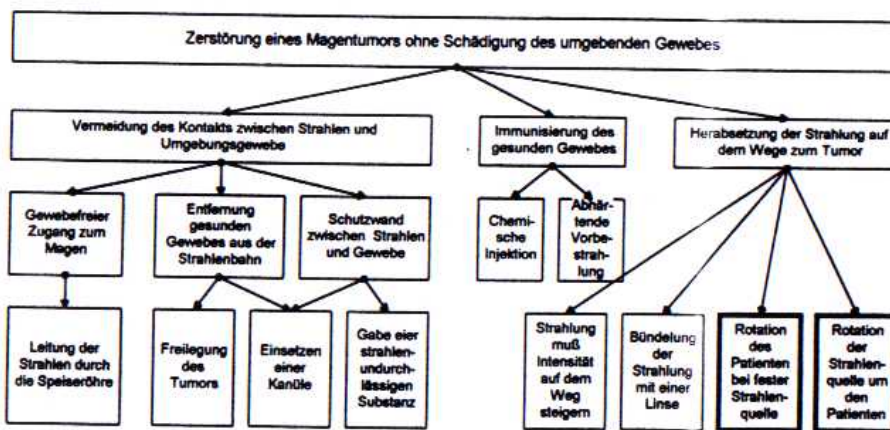


Abbildung 45: Lösungsstammbaum der Duncker'schen Strahlenaufgabe (Die heute wirklich angewendeten Methoden sind stärker umrandet.)

(aus: Tücke, S. 119)

4.5 Analogiebildung

Bei der Analogiebildung löst man ein Problem, indem man die neue, bekannte Situation mit einer alten, vertrauten vergleicht.

Ein Beispiel dafür findet sich bei Reither:

Ein Ingenieur versucht Flugzeuge so zu bauen, dass bei einem Unfall nicht sofort Schädelbrüche bei den Passagieren entstehen. Er spielt vorher mit rohen Eiern anstatt mit Schädeln die möglichen Situationen durch.

Die Analogie besteht hier also in dem ähnlichen Aufbau von rohen Eiern und Schädeln. Diese Strategie ist sehr effektiv beim Problemlösen, allerdings nur wenn man richtige Analogien wählt.

4.6 Automatisierung

Bei der Automatisierung hat man ein ähnliches oder gleiches Problem schon öfter mit einer bestimmten Strategie bearbeitet und gelöst. Der Lösungsweg wird bei neuen ähnlichen Problemen dann automatisch wieder benutzt. Allerdings verhindert diese Verhaltensweise das Auffinden neuer, effektiverer Lösungsmöglichkeiten. Ein Beispiel hierfür wäre, die Benutzung der Maus, obwohl Tastenkombinationen viel schneller und effektiver wären. Man hat sich nur zu sehr an die Mausbedienung gewöhnt und möchte seine Gewohnheiten nicht ändern. Je stärker die Automatisierung ist, desto schwerer fällt die Umgewöhnung.

Stephan Mosel

5. Problemlösehemmnisse

5.1 Funktionale Gebundenheit:

Unter funktionaler Gebundenheit wird die Schwierigkeit verstanden, ein Objekt anders einzusetzen als man es bislang gewohnt ist. Dies kann dazu führen, dass aufgrund eben dieser funktionalen Gebundenheit die man einem Objekt (Gegenstand) gegenüber besitzt eine Problemlösung erschwert wird oder in weite Ferne rückt.

Beispiele:

- a) Das Streichholzschachtel-Problem: Die Streichholzschachtel wird aufgrund ihrer das Denken definierenden Begriffsdefinition meist als Behälter für Streichhölzer angesehen und deswegen wird oft nicht erkannt dass sie als „Ständer“ für die Kerze dienen kann (Duncker, 1945).

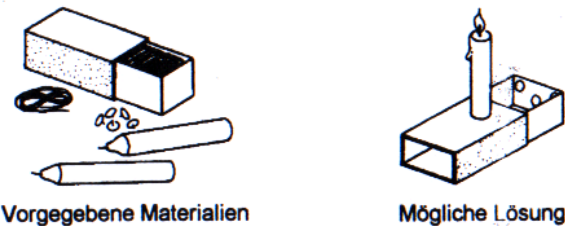


Abbildung 43: Das Streichholzschachtel-Problem (Duncker, 1945)

(aus: Tüecke, S. 117)

- b) *Birch & Rabinowitz*: Das Zwei-Seile-Problem:
 Die Aufgabe beim *Zwei-Seile-Problem* wurde bereits in 4.3 erläutert, in der hier relevanten Anordnung wurden jedoch die Vorerfahrungen zu den den Versuchspersonen (Vpn) angebotenen Gewichten variiert. Die Vpn sollen das Problem bearbeiten, nachdem sie unterschiedliche Vorerfahrung mit den Gewichten gemacht hatten: Hierzu wurden die Vpn in drei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe musste in einer dem Zwei-Seile-Problem vorhergehenden Aufgabe eine elektrische Schaltung mittels eines *Relais* vervollständigen. Die Zweite Gruppe bekam die Aufgabe, eine elektrische Schaltung mittels eines *Schalters* zu vervollständigen. Eine dritte Gruppe (Kontrollgruppe) sammelte keine bestimmten Vorerfahrungen. In der darauf folgenden Aufgabe mit dem Zwei-Seile-Problem wurde von den Vpn dann überwiegend das Objekt als Gewicht eingesetzt, zu dem es keine anderen bisherigen Vorerfahrungen gab.

Gruppe	N	Relais als Gewicht	Schalter als Gewicht
Vorerfahrung mit Relais	10	0	10
Vorerfahrung mit Schalter	9	7	2
Kontrollgruppe (keine Vorerfahrung)	6	3	3

Tabelle 27: Gewählte Gewichte beim Maier'schen Seilproblem in Abhängigkeit von der Vorerfahrung (nach Birch & Rabinowitz, 1951)

(aus: Tüecke, S. 121)

Während diejenigen Vpn, die in der vorherigen Aufgabe Vorerfahrungen mit einem Relais gesammelt hatten ausschliesslich einen Schalter als Gewicht benutzten, benutzten die Vpn, die Vorerfahrungen mit einem Schalter hatten vorwiegend ein Relais als Gewicht. Bei der Kontrollgruppe zeigten sich keine besonderen Präferenzen.

Aus diesem Ergebniss lässt sich schliessen, dass die Vpn jeweils den Gegenstand bevorzugt als Gewicht benutzten mitdem sie keine Vorerfahrungen hatten, da der andere Gegenstand aufgrund ihrer Vorerfahrung bereits *funktional definiert* war. Sie kamen quasi nicht auf den Gedanken, ihn auch als Gewicht einsetzen zu können.

Ein weiteres Beispiel im Alltag könnte auch die Verhinderung konstruktiver Veränderungen in schwerfälligen Bürokratien („Das haben wir schon immer so gemacht!“) sein.

5.2. Situative Gebundenheit:

Situative Gebundenheit ist die Schwierigkeit, eine bereits erfolgreiche Lösung auf ein neues Problem zu übertragen; zB weil Analogien nicht entdeckt werden oder Problemsituationen aufgrund unterschiedlicher Vorerfahrungen unterschiedlich interpretiert werden.

Hypothetische Beispiele die Tücke hierfür nennt sind unter anderem ein Student, der zwar stets pünktlich zu seinem Nebenjob erscheint, aber meist unpünktlich in seinen Lehrveranstaltungen ist, oder ein Professor, der zwar seine Uni-Unterlagen hervorragend ordnen, diese Ordnung aber nicht in die Papiere für seine Einkommenssteuererklärung bringen kann.

6. Begriffe und Begriffsbildung

Bei schwierigen Problemen neigt man dazu, Selbstgespräche zu führen. Diese Technik des „Verbalisierens“ kann die Lösung unbekannter, schwieriger Probleme erleichtern (Bsp.: Lautes Lesen hilft uns dabei, das Wort „beinhalten“ richtig zu entziffern).

Problemlösen und Sprechen sind eng miteinander verflochten, und das Bindeglied zwischen beiden bilden die sog. *Begriffe*. Um uns in einer komplizierten Alltagswelt zurecht zu finden, sind wir gezwungen, die von uns erlebten und erfahrenen Tatbestände (i.e. Resultate unserer Handlungen) zu kategorisieren und zu vereinfachen. Die Begriffe sind hierbei eine Art Reservoir der Denkformeln, das uns die Sprache zur Verfügung stellt. Ein Grossteil unseres Denkens bedient sich sprachhafter Repräsentationen welche durch Übung weitestgehend automatisiert sind, dies sind die mehr oder weniger scharf umrissenen Begriffe.

Untereinander verknüpfte Begriffe bilden das Gerüst unseres Wissens, mit dem wir Vorgänge in unserer Umwelt wahrnehmen, verstehen und bewerten. Sie sind sozusagen die Konstruktionseinheiten unserer mentalen Welt, Denken und Bewusstsein werden also nachhaltig durch sprachliche Repräsentationen geprägt.

Das Wesen von Begriffen kann man am einfachsten an Alltagsbeispielen verdeutlichen:

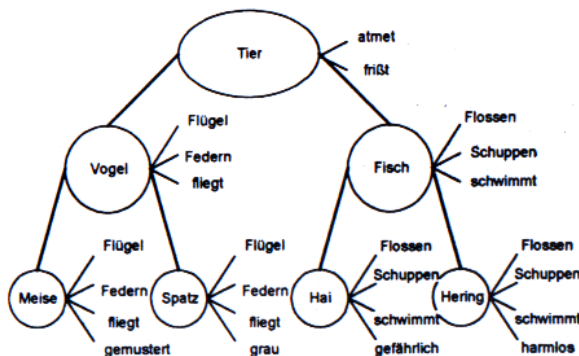


Abbildung 47: Ein Beispiel für Begriffe (nach Crider, Goethals, Kavanaugh & Solomon, 1989, S. 287)

(aus: *Tücke*, S. 124)

Begriffe aktivieren im Gebrauch recht unterschiedliche Einzelmerkmale, diese lassen sich untergliedern in *denotative*, *konnotative* und *individuelle* Bedeutungen:

- *Denotative Bedeutungen* sind Merkmale, die einen Begriff zentral charakterisieren. So erwarten wir zB von einem Fisch, dass er schwimmt und von einem Vogel, dass er fliegt.
- *Konnotative Bedeutungen* sind Merkmale, die nicht explizit zur Begriffsbestimmung gehören, seiner Verwendung aber eine ganz bestimmte Note geben und durch den Zeitgeist sowie sozio-kulturellen Rahmen determiniert sind. (Bsp: Für den Autor hat – im Gegensatz zu Jugendlichen – das Wort „geil“ eine sexuelle Konnotation).
- Ausserdem gibt es noch *individuelle Bedeutungen* die von der individuellen Erfahrung eines einzelnen Menschen abhängen, z.B. ob man Fleisch aufgrund des Wissens um BSE plötzlich nicht mehr „lecker“ findet oder welche Bedeutung man mit dem Wort „Vordiplomsprüfung“ verbindet.

Begriffe können entscheidend zur Bewältigung von Problemen beitragen, oder eben auch diese Verhindern, falls zB durch die einem Gegenstand entgegengebrachte begriffliche Definition andere Lösungen verhindert (Bsp: Die Deklaration der Streichholzschachtel beim Streichholzschachtel-Problem als „Behälter“ lenkt von anderen Verwendungsmöglichkeiten ab).

Gerade Kinder können hier oft neue, unkonventionelle Lösungen generieren, da sie weit weniger „festgefahrene“ Begriffe verwenden als Erwachsene. (Denkanreiz: Sollte Schule hier mehr darauf eingehen anstatt auf „altbekannte“ Verfahren zu bestehen, beispielsweise im Matheunterricht? Siehe auch *funktionale Gebundenheit*).

Besonders hilfreich können Begriffe auch beim kognitiven Transfer sein, wenn Analogien entdeckt werden, d.h. wenn eine Übertragung einer erfolgreichen Lösungsstrategie auf eine analoge Situation gegeben ist, zB kann es für einen Lehramtsstudenten hilfreich sein, wenn er erkennt, dass Lehrerlob so etwas wie eine positive Verstärkung beim operanten Lernen sein kann und sich entsprechend verhält.

Kognitiver Transfer kann aber auch zu Fehlannahmen führen, wenn Analogien unterstellt werden oder aber die verwendeten Begriffe nicht scharf genug definiert sind. Beispiele hierfür sind meist in fehlgeleiteten Klassifikationen als Grundannahmen zu finden: So werden Wale oft den Fischen zugerechnet (sie sind zwar Säugetiere, schwimmen aber und haben somit überwiegend „fischige“ Merkmale“) oder Pinguine werden nicht als Vögel angesehen da sie nicht fliegen können, oder aber man übersieht bei der Übertragung seiner Erfahrungen mit einem Computerprogramm auf ein neues, ähnliches Programm wesentliche neue Feinheiten in der Bedienung und kann somit die neuen Möglichkeiten gar nicht nutzen (Beispielsweise im Falle von Internetbrowsern oder Textverarbeitungsprogrammen).

6. 1. Scharf definierte Begriffe: Kategorien gemeinsamer Merkmale

Scharf definierte Begriffe sind diejenigen Begriffe, die aufgrund genügend gemeinsamer Merkmale Begriffskategorien bilden

Viele Begriffe im Alltagsleben sollten eindeutig sein und wurden deshalb formell und dementsprechend unmissverständlich definiert. Ähnlich wird dieses Verfahren auch bei wissenschaftlichen Konzepten verwendet um verbindlich zu definieren, was unter einem bestimmten Begriff zu verstehen ist (z.B. Konstruktoperationalisierung des Begriffs „Aggression“ in einer psychologischen Studie).

Die Vorgehensweise bei der Begriffsbildung besteht meist darin, verbindlich festzuschreiben was unter einem jeweiligen Begriff zu verstehen ist. Dabei geht man meist so vor, dass man angibt welche Merkmale zu einem Begriff gehören und welche nicht. Begriffe dieser Art bilden dann die Kategorien gemeinsamer Merkmale.

Beispiele:

Jura: Das *Jugendgerichtsgesetz zur strafrechtlichen Behandlung Jugendlicher* legt fest, dass als „Jugendlicher“ zu behandeln ist, wer zur Tatzeit 14 aber noch nicht 18 Jahre alt ist; als Heranwachsender gilt, wer zur Tatzeit 18 aber noch nicht 21 ist; und wer das 21. Lebensjahr vollendet hat gilt allgemein als „erwachsenen“.

Physik: Arbeit wird definiert als Produkt aus „Kraft“ und „Weg“; Leistung ist Arbeit pro Zeit.

(Dies sind allerdings reduktionistische, quantitative Modelle wie sie für Naturwissenschaften oft typisch sind.)

Solche expliziten Begriffe sind also meist recht eindeutig, ihre Festlegung jedoch ist für den Alltagsbereich ausserhalb der exakten Naturwissenschaften mühsam. Weiterhin steht dem Vorteil ihrer Eindeutigkeit oft der Nachteil des Umgangs mit Ausnahmen gegenüber (wurden bereits erwähnt, weiterhin z.B. Stühle mit mehr oder weniger als 4 Stuhlbeinen etc).

6.2. Schwach definierte Begriffe: Prototypen

Meistens sind die im Alltag verwendeten Begriffe nicht eindeutig definiert. Die Übergänge sind fließend, und manchmal hängt es von subjektiven Vorlieben ab, welchem Begriff etwas denn nun zugeordnet wird. Beispiel: Einen Barhocker mit einer kleinen Lehne könnte man als Hocker, aber auch als Stuhl (wegen der Lehne) bezeichnen. Oder es werden Fledermäuse eben als Vögel bezeichnet weil sie fliegen, obwohl wir wissen dass sie diesen nicht zuzurechnen sind. Ebenso bei Inlineskates: Diese galten anfangs als Fahrzeuge und ihre Verwendung war auf dem Bürgersteig daher untersagt (nun genau umgekehrt: Sie gelten trotz ihrer hohen Geschwindigkeit als Spielzeug und werden den Fussgängern zugerechnet). Nach Rosch (1975) werden derartige „natürliche“ Begriffe die wir im Alltag verwenden nicht dadurch gebildet, dass die sie konstituierenden Merkmale beachtet werden, sondern sie werden mit einer für das jeweilige Konzept möglichst typischen Repräsentation verglichen. Diese typische Reaktion nennt sie (Rosch) *Prototyp*. Wenn die Ähnlichkeit mit dem jeweiligen Prototyp gross ist wird das entsprechende Objekt, die Situation oder das Verhalten dem Begriff zugeordnet, für den der Prototyp steht. Diese Prototypen können inter- und intraindividuell verschieden sein und ausserdem kontextabhängig. Somit sind sie nicht leicht definierbar.

Prototypen sind einfache, eindeutige Repräsentationen eines Begriffs. So ist „Obst“ etwas durch Äpfel, Bananen etc repräsentiert, ein Stuhl durch das entsprechende Teil mit meist 4 Beinen, usw.

Dies dient einer ersten Strukturierung und Orientierung in unserer Umwelt. Die Prototypen lassen sich von Ausnahmen nur schwer aus dem Gleichgewicht bringen und geben Sicherheit in vielen unsicheren Situationen. Eindeutige, differenzierte Interaktionen mit unserer Umwelt können sie jedoch meist nicht leisten.

7. Förderung von Begriffsbildungen und Problemlösungen im Unterricht

In den vorherigen Abschnitten wurde versucht, aufzuzeigen dass Problemlösen und Begriffsbildungen sprachlich vermittelt und eng miteinander verknüpft sind. Ein solides Gerüst von Begriffen kann die Bewältigung von alltäglichen Problemen erleichtern, und die erfolgreiche Bewältigung von Problemen hat dann ihrerseits wieder reziproken Einfluss auf das Netz von Begriffen. Strukturiert sind diese Problemlösungen meist durch Sprache bzw. sprachliches Denken.

Dahingehend wurde (nicht nur in der Schulforschung) ein neues Forschungsfeld erschlossen, nämlich der Bereich der *kognitiven Erziehung*. Dies soll neue Impulse für die Unterrichtsgestaltung im Bezug auf Problemlösungen, Begriffsbildungen und deren Übertragung auf neue Anforderungen setzen. Dahingehend hat der Autor (Tücke) praktische Leitlinien (um nicht zu sagen normative Handlungsanweisungen) formuliert, welche zur Vermittlung von Problemlösekompetenz und Begriffsbildung im Unterricht beitragen sollen. Die empirische Herleitung / Fundierung dieser Aussagen (falls es denn eine gibt) wird im Text leider nicht weiter expliziert, jedoch sind sie mit zahlreichen Beispielen und Veranschaulichungen versehen. Daher beschränke ich mich hier darauf, die *Grundregeln für die effektive Vermittlung von Problemlösekompetenz* sowie die Leitsätze zu den *Hinweisen zur Erleichterung der Begriffsbildung* lediglich zu zitieren.

7.1. Grundregeln für die effektive Vermittlung von Problemlösekompetenz

Die in diesem und im folgenden Abschnitt vorgestellten Regeln sind (laut Autor) lediglich grobe Anhaltspunkte ohne Anspruch auf Vollständigkeit. (Zitat:)

1. Präsentieren Sie das Problem und seine Struktur klar und deutlich, frei von Nebensächlichkeiten, Sonderfällen und Abschweifungen. So ist es wenig sinnvoll, etwa bei der Behandlung der sexuellen Fortpflanzung im Biologieunterricht auch die Schnecken oder Jungfernzeugung zu erwähnen – das verwirrt.
2. Versuchen Sie, für jedes Problem die Ausgangssituation und das angestrebte Ziel offenzulegen. Die Struktur klar dargestellter Probleme ist für die Schüler leichter zu erkennen. Dabei muss man u.U. auf Feinheiten verzichten, auf die man in einer späteren Unterrichtsphase noch eingehen kann. Probleme mit bekannter Zielsituation (Anordnungsprobleme) sind meist leichter zu bearbeiten als solche mit unklarer Zieldefinition (Fixationsprobleme).
3. Unterstützen Sie die Schüler bei der Materialanalyse (Anregung von unten) und der Zielanalyse (Anregung von oben). Dabei müssen auch gezielte Hinweise auf erfolgsversprechende Lösungswege, Verweise auf bereits im Unterricht Behandeltes oder die Bereitstellung sinnvoller Hilfsmittel nicht tabu sein.
4. Erlauben sie den Schülern in vertretbarem Rahmen auch die Beschäftigung mit nicht erfolgreichen Problemlösestrategien. Schon der Volksmund meint, dass man durch Schaden klug werde. (Aber natürlich hört man dort auch, dass wer den Schaden habe, für den Spott nicht zu sorgen braucht...)
5. Versuchen Sie bei der Einführung eines neuen Problems an das alltägliche Vorwissen der Schüler und ihrer Interessen anzuknüpfen. Das ist eigentlich so banal, dass ich mich fast scheue, das hier aufzuschreiben, aber es erleichtert eine Lösungsfindung ganz ungemein.
6. Schliessen Sie an jede Problembearbeitung eine Automatisierungs- bzw Übungsphase an. Das muss nicht unbedingt stupide Wiederholung sein,

sondern kann eine Anwendung auf neue Situationen, eine Modifikation der Bearbeitungsstrategie oder eine Kontextänderung sein. Aber auch mechanische Einübung ist unerlässlich – einen Aufschlag im Tennis beherrscht man schliesslich auch noch nicht, wenn man einmal den Ball erfolgreich übers Netz gebracht hat.

7. Vermeiden Sie, dass Ihre Schueler in die Fallen der Problemlösehemmnisse (funktionale bzw. situative Gebundenheit) fallen. Als Lehrer hat man (hoffentlich) ein grösseres Fachwissen und einen entsprechend besseren Überblick über erfolgreiche Problembewältigung. Wenn offensichtlich ist, dass sich ein Schüler hoffnungslos in eine Sackgasse verrannt hat (z.B. bei der Konstruktion eines Dreiecks im Geometrieunterricht) sollten gezielte Hilfen, die ihm den richtigen Lösungsweg zeigen, selbstverständlich sein. Es ist einfach unfair, die Schüler in solchen Situationen – aus welchen Gründen auch immer – im eigenen Saft schmoren zu lassen.
8. Präsentieren Sie keine Lösungen, sondern Anregungen zum Problemlösen. Die Vermittlung fertiger Konzepte (analog den hier aufgeführten Regeln, die Kochrezepten gleichen) entmündigt die Schüler, hemmt ihren Entdeckungsseifer und ist für die Entwicklung zu selbstständigen Persönlichkeiten wenig hilfreich. Es geht allerdings schnell, und manche Leute freuen sich sogar über solche Handreichungen. Das nennt man manchmal „Tips fuer die Praxis“.

(Tücke, S. 130)

7.2. Einige Hinweise zur Erleichterung der Begriffsbildung

Auch die hier aufgeführten Hinweise sind keineswegs vollständig. Sie basieren auf den Annahmen, dass unsere Alltagsbegriffe als Prototypen organisiert sind, und dass wir erst bei intensiverer Beschäftigung mit ihnen auf die sie konstituierenden Merkmale zugreifen. Beispiel: Wenn man sich mit dem Thema „Gewalt in der Schule“ befasst könnte man zunächst von einer Alltagsdefinition von Gewalt ausgehen, die im wesentlichen direkte physische Gewalt gegen Schüler umfasst. Bei intensiverer Beschäftigung mit diesem Phänomen (z.B. wenn man empirische Untersuchungen dazu vergleicht oder wenn man selber eine Erhebung dazu plant) wird man dann eine exaktere Definition benutzen oder erarbeiten, die z.B. psychische Gewalt, Gewalt gegen Lehrer oder strukturelle Gewalt einbezieht oder eben nicht.

Beim Lehren von Begriffen scheint es erfolgversprechend, zunächst von gängigen, aber eher unscharfen Konzepten auszugehen und erst dann, wenn diese Konzepte bereits gefestigt sind, exaktere und auf Einzelmerkmalen basierende Analysen vorzunehmen.

Hierzu fomuliert Tücke folgende Leitsätze: (Zitat)

1. Führen Sie einen neuen Begriff zunächst durch prägnante positive Beispiele ein, die - wo immer möglich – an das Vorwissen der Schüler anknüpfen sollten. Das kann z.B. durch ein prägnantes Tafelbild (Geometrie, Mathematik, Grammatik), ein gutes Beispiel (z.B. ein Gleichnis in Religion oder Ethik) oder die Sammlung von Schülererfahrungen (Gewalt in der Schule, Drogen) und deren Systematisierung geschehen.
2. Leiten Sie aus dem so eingeführten Prototyp eine erste, prägnante Definition ab, die die wichtigsten Merkmale des Begriffs berücksichtigt. So könnte eine Definition von „Gewalt in der Schule“ etwa lauten: „Unter Gewalt in der Schule verstehe ich direkte (physische) oder indirekte (verbale) Angriffe von Schülern gegen Mitschüler.“

3. Festigen Sie diesen Begriff durch weitere positive Beispiele. In dieser Phase sollte vor allem auf weitere Merkmale abgestellt werden, die für den Begriff wichtig sind. Bei „Gewalt in der Schule“ könnten das z.B. die Intentionalität der Schädigung oder Aspekte der instrumentellen Gewalt sein (also solchen Arten von Gewalt, die der planvollen Durchsetzung eigener Interessen dienen).
4. Erst jetzt sollten Ausnahmen und Negativbeispiele diskutiert werden. Kräftemessen, spielerische Balgereien werden im allgemeinen nicht der Gewalt in der Schule zugerechnet. Ebenso wenig Neckereien, soweit sie nicht das übliche Maß überschreiten und damit zu „Mobbing“ werden.
5. Spezifizieren Sie die Definition (Schritt 2) und formulieren Sie Regeln, die fuer den Begriff einschlägig sind. Beispiel: „Unter „Gewalt in der Schule verstehe ich direkte (physische) oder indirekte (verbale) Angriffe von Schülern gegen Mitschüler, sofern diese Angriffe wiederholt, systematisch, und willentlich durchgeführt werden. Nicht einbezogen werden soll die Gewalt gegen Sachen (Vandalismus)“.
6. Beim Lehren von Begriffen ist eine permanente Rückmeldung sehr wichtig. Diese Rückmeldung dient der Kontrolle, ob sich den Schülern nicht irrelevante oder gar falsche Merkmale eines Begriffs eingeprägt haben. Wenn man das feststellt, kann man oft durch zusätzliche geeignete Beispiele für Abhilfe sorgen.
7. Ordnen Sie den neuen Begriff explizit in das Vorwissen der Schüler ein. Beispiel: Bei der Behandlung von Drogen im Unterricht werden die meisten Schüler über Erfahrungen mit Alkohol (bei sich selbst oder bei ihren Eltern) berichten können. Von der Wirkung her ist Alkohol selbstverständlich den Drogen zuzurechnen, aber kulturell und juristisch zählt er zu den „Genussmitteln“ – was an seiner Schädlichkeit zwar nichts ändert, aber an der Behandlung Abhängiger.

(Tücke, S. 131)

8. Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz? Anmerkungen zur PISA-Studie

Abschliessend einige Bemerkungen zur Pisa-Studie im Hinblick auf die fächerübergreifende Kompetenz des Problemlösens (aus *Klieme, E. et al.*: Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Zeitschrift für Pädagogik, 47. Jg. 2001, Nr. 2, S. 179-200):

- Die PISA-Studie ist nicht mehr ausschliesslich orientiert an curricularen Leistungsbereichen, sondern auch an fächerübergreifenden Kompetenzen (*Cross-curricular Competencies*) wie z.B. Problemlösefähigkeit sowie einer (normativen?) Vorstellung von jeweils fachlicher Allgemeinbildung.
- Pisa-Definition *naturwissenschaftlicher Kompetenz*:
 „... die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (*Klieme, E. et al, S.XXX*).

- Arbeitsdefinition „Kompetenz“ (Weinert 1999, in Klieme, E. et al, S.XXX):
 “Kompetenzen sind Systeme aus spezifischen, prinzipiell erlernbaren Fertigkeiten, Kenntnissen und metakognitivem Wissen, die es erlauben, eine Klasse von Anforderungen in bestimmten Alltags-, Schul- oder Arbeitsumgebungen zu bewältigen. Diese Arbeitsdefinition zeichnet sich vor allem durch vier Merkmale aus:
 - a) Kompetenzen sind funktional definiert, d.h. Indikator einer Kompetenz ist die Bewältigung bestimmter Anforderungen.
 - b) Der Begriff „Kompetenz“ wird für kognitive Fähigkeiten, Fertigkeiten usw. reserviert. Motivationale Orientierungen werden getrennt davon erfasst.
 - c) Kompetenzen sind prinzipiell bereichsspezifisch, d.h. auf einen begrenzten Sektor von Kontexten und Situationen bezogen.
 - d) Kompetenzen sind gleichwohl als – begrenzt – verallgemeinerbare gedacht, d.h. als Dispositionen. Die Zuschreibung einer Kompetenz geht über die Feststellung einzelner konkreter Leistungen („Performanz“) hinaus.“

- Die Auswahl und Konzeptionalisierung fächerübergreifender Kompetenzen in der deutschen PISA-Studie umfasste folgende Kompetenzen:
 - Selbstreguliertes Lernen
 - Soziale Kompetenz
 - Problemlösekompetenz

- Erkenntnisse zur Bereichsspezifität von Problemlöseleistungen:
 - Anspruchsvolle Problemlöseleistungen können nicht ohne einen Vorrat von Wissen im jeweiligen Wissensgebiet erbracht werden.
 - Es war nicht möglich, so etwas wie eine allgemeine, bereichsunabhängige Kompetenz zur Steuerung dynamischer Systeme („operative Intelligenz“) zu bestimmen; die Leistungen im Umgang mit einem System sind nur bedingt auf andere Systeme übertragbar.
 - Problemlösen setzt Wissen über Konzepte und Sachverhalte (deklaratives Wissen) sowie Wissen über Regeln und Strategien (prozedurales Wissen) im jeweiligen Gegenstandsbereich voraus.
 - Die zentrale kognitive Kompetenz die den unterschiedlichsten Problemlöseleistungen zugrunde liegt ist die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken („Reasoning“).
 - Der Erfolg einzelner Problemlöseleistungen ist dann durch das Zusammenspiel von bereichsspezifischem Wissen und Reasoning erklärbar.

- **Ergebnisse:** Problemlösekompetenz ist kein einheitliches Konstrukt, sondern besteht aus mehreren Teilkompetenzen die unterschiedliche Nähe zu kognitiven Grundfähigkeiten besitzen und prinzipiell von bereichsspezifischen Kompetenzen abgegrenzt werden können. Weitere Analysen müssen die genauere Struktur von Kompetenzen berücksichtigen.
 Fazit: Kompetenzen die unterrichtsnah (d.h. durch Curricula beeinflusst) sind, sind zu großen Teilen durch Schuleffekte erklärbar. Problemlösekompetenzen sind hingegen vermutlich durch außerschulische Faktoren determiniert.
 Problemlösekompetenz ist nicht als eindimensionales Konstrukt identifizierbar. Teilkonstrukte hingegen sind nicht von kognitiven Grundfähigkeiten („Reasoning“) abgrenzbar.
 Abschliessend stellt sich für mich die Frage, ob allgemeine Problemlösekompetenz in Schulen verstärkt vermittelt werden sollte, und ob und wie eine pädagogische Didaktik den Transfer von allgemeiner Problemlösekompetenz unabhängig von einem (Lern-)

Kontext, sowie eine exakte empirische Bestimmung eben dieser Kompetenz überhaupt leisten kann.

9. Literatur

Tücke, M.: Psychologie in der Schule – Psychologie für die Schule, Münster: LIT, 1998, 2. durchges. Aufl.

Wessels, M. G.: Kognitive Psychologie, München, Basel: E. Reinhardt, 1994, 3. verb. Aufl.

Klieme, E. et al.: Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Zeitschrift für Pädagogik, 47. Jg. 2001, Nr. 2, S. 179-200.