

Dörner, D. (im Druck). Sprache und Denken. In J. Funke (Ed.), *Denken und Problemlösen (=Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band 8)*. Göttingen: Hogrefe.

## **Sprache und Denken**

Dietrich Dörner

Institut für Theoretische Psychologie

Otto-Friedrich-Universität

Bamberg

### **Sprechen ist Denken!**

Sprache und Denken, wie geht das zusammen? Das ist einfach zu beantworten. Denken ist Sprechen, ist das "innere Gespräch der Seele mit sich selbst", wie es Platon (Sophistes 263e) formulierte. Oder an anderer Stelle: "Mir nämlich stellt sich die Sache so dar als ob die Seele, wenn sie denkt, nichts anderes tut als daß sie redet, indem sie selbst sich fragt und die Frage beantwortet und bejaht und verneint. Wenn sie aber sei es langsamer, sei es schneller vorgehend, zur Klarheit gelangt ist und, mit sich einig geworden, in ihren Behauptungen nicht mehr schwankt, dann ist sie, wie wir dies nennen, im Besitze einer Meinung. Ich nenne also das Meinen ein Reden und die Meinung ein ausgesprochenes Urteil, nur nicht gegen andere und nicht laut, sondern leise zu sich selbst." (Platon: Theaiteth 190a).

Ganz ähnlich Aristoteles, der Denken als Fähigkeit ansah, die nur diejenigen "Systeme" aufweisen, die über Sprache verfügen und sich somit "mit sich selbst beraten können" (Über die Seele, III. Buch). – Dass Denken und Sprechen dasselbe sind, können wir leicht nachvollziehen. Wenn wir über irgend etwas nachdenken, z.B. darüber, wohin wir im nächsten Urlaub verreisen sollten, so erleben wir uns mit uns selbst sprechend: "Vielleicht nach Finnland? Da ist die Anreise zwar etwas weit, auf der anderen Seite gibt es die unendlichen Wälder und Seen und man kann allein sein. Und teuer ist es auch nicht. ..." So erfährt man sich selber beim Denken; man beschreibt sich etwas, malt sich etwas aus, fragt sich nach den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Urlaubsziele und wägt sie gegeneinander ab. All das geschieht sprachlich. – Also ist es doch gar keine Frage wie Sprache und Denken zu-

sammenhängen. Denken ist eine Art von innerer Zwiesprache mit sich selbst und damit ist das Mit-sich-selbst-Sprechen eben das Denken. Klar, so erlebt man es ja auch. Wilhelm von Humboldt drückt es so aus: "Die Sprache ist das bildende Organ des Gedankens" (1988, S. 426).

### **Denken hat mit Sprache nichts zu tun!**

Wie ist das Verhältnis von Sprache und Denken? Die Frage ist leicht zu beantworten! Sprache hat mit Denken überhaupt nichts zu tun! "Die Vorstellung, Gedanken und Sprache seien ein- und dasselbe, ist gewissermaßen eine konventionelle Absurdität" meint Steven Pinker (2001, S. 67 f). Der Geist denkt vielmehr 'mentalesisch', in einer 'Gedankensprache', so Pinker. Sprache hat nur eine Art von Zulieferfunktion für den Geist. Die Wahrnehmung von Sprache vermittelt Inhalte mit denen dann gedacht wird (aber unsprachlich, eben "mentalesisch"! ) Und dann braucht man die Sprache wieder für den Abtransport der Fertigprodukte: Das was man sich ausgedacht hat, muß gewöhnlich irgendwie mitgeteilt, also gesagt oder aufgeschrieben werden. Aber das "eigentliche" Denken findet unsprachlich, 'mentalesisch', statt. Und diese Auffassung teilt Pinker z.B. mit Albert Einstein: "Die Worte oder die Sprache, in schriftlicher oder gesprochener Form, scheinen in meinem Denkmechanismus keine Rolle zu spielen". Ganz im Einklang damit meinte Sir Francis Galton: "Es ist für mich ein ernstes Hindernis beim Schreiben und noch mehr beim mündlichen Erklären, daß ich mit Worten nicht so leicht denke wie sonst". Und Schopenhauer erklärte drastisch: " ..., daß Gedanken in dem Moment sterben, da sie durch Worte verkörpert werden". Faraday dachte, ähnlich wie Einstein, in Vorstellungsbildern (also unsprachlich) und sah die magnetischen Kraftlinien als eine Art gebogener Röhren im Raum (Pinker, 2001, S. 83).

Wie kommt es zu derart divergierenden Auffassungen bei Menschen, die allesamt ein enges Verhältnis zum Denken hatten, weil sie dies Geschäft selbst emsig betrieben und die gleichfalls ein enges Verhältnis zur Sprache hatten. Wie kann es sein, daß die einen das Sprechen mit dem Denken gleichsetzen, wohingegen die anderen meinen, daß das Sprechen mit dem Denken nichts zu tun hat, ja es sogar oft behindere?

Natürlich gibt es zu dieser Frage auch Ergebnisse der psychologischen Forschung. Zur Erforschung des Denkablaufs verwendet man seit langer Zeit die Methode des 'Lauten Denkens'. Dieses besteht darin, daß man Versuchs-

personen auffordert, während eines Denk- oder Problemlöseprozesses alles, was ihnen durch den Kopf geht, laut zu äußern. Man stellte recht bald fest, daß die Beobachtungsmethode des 'Lauten Denkens' den Denkvorgang selbst verändert. Wenn man zwei Gruppen von Versuchspersonen die gleichen Probleme gibt und läßt die eine 'laut denken', die andere aber nicht, so unterscheiden sich die beiden Gruppen. Meist hilft das laute Denken (s. Deffner, 1989). Die Menschen, die man auffordert, laut zu denken, denken klarer und produzieren bessere Lösungen. Das ist aber nicht immer der Fall, mitunter hindert das laute Denken (Phelan, 1965). Wie kann das sein?

Verbietet man Versuchspersonen das laute und auch das leise Sprechen beim Denken und sagt ihnen, daß sie bitte doch jeglichen lauten oder auch leisen Sprechakt beim Denken unterdrücken sollen, dann hört es mit dem Denken ganz auf. Versuchspersonen können diese Anweisung nicht befolgen, selbst wenn sie es wollen. Der Versuch aber, dieser Anweisung zu folgen, führt zu einer Verschlechterung des gesamten Denkprozesses (Bartl & Dörner, 1998).

Das Verhältnis von Sprache und Denken läßt sich also anscheinend nicht auf eine einfache Formel zu bringen. Weder scheint man sagen zu können, daß Denken = Sprechen ist, noch aber scheint es berechtigt zu sein, die Rolle des Sprechens für das Denken ganz zu leugnen, wie es Pinker nahe-zuliegen scheint.

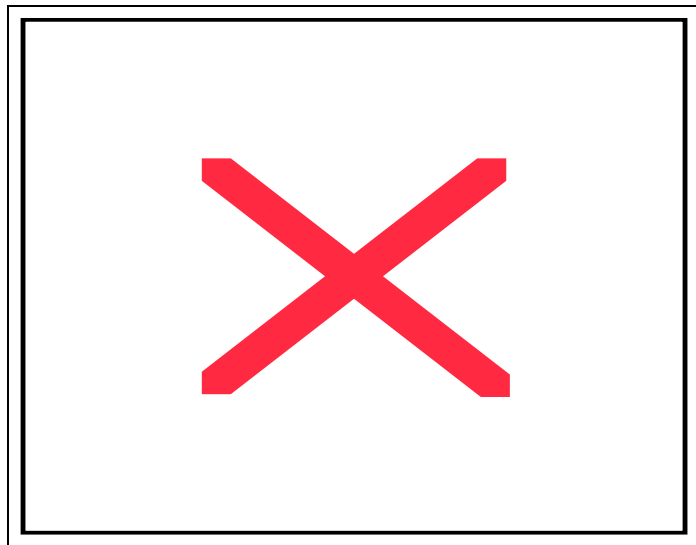
Um nun alle diese Widersprüche über das Verhältnis von Sprache und Denken aufzuklären, wollen wir uns das Denken als Prozeß genauer ansehen. Wir wollen uns überlegen, was eigentlich abläuft, wenn man denkt. Auf diese Weise werden wir sehen, daß man die gerade zitierten Widersprüche sehr wohl zusammenbringen kann. Eine genaue Analyse sowohl des Denk- als auch des Sprechvorganges löst die Widersprüche auf. Denken ist sprachlich und ohne Sprache kaum möglich. Und Denken ist unsprachlich, hat mit der Sprache nichts zu tun. Das geht zusammen! Auch wenn man das zunächst nicht denken zu können meint.

### **Was ist Denken?**

Was ist Denken? Denken ist ein Produktionsprozeß. Es produziert Pläne und "Weltsichten". – Pläne sind mögliche Wege zu einem Ziel. Denken als

Planproduktion, als Problemlösen, ist in der Psychologie am meisten beachtet worden. Problemlösen besteht darin, daß man einen Weg findet von einem Startpunkt zu einem Ziel. Allerdings ist nicht jedes Finden eines Weges Problemlösen. Ein Problem liegt dann vor, wenn man den Weg zunächst nicht kennt. Denken als Problemlösen besteht darin, daß man mögliche Wege produziert. Wenn man sich an den Weg zu einem Ziel nur erinnern muß, da man ihn schon kennt, so ist das kein Denken, sondern "nur" Erinnern! – Auf der anderen Seite sind Erinnerungsprozesse Bestandteile des Denkens. Sie liefern das Material.

Man stellt sich das Problemlösen oft als Suche in einem Such- oder Problemraum vor. Einen "Problemraum" kann man sich so vorstellen wie in Abbildung 1 dargestellt. Ein Problemraum ist ein Netzwerk und solche Netzwerke stellt man gerne als ST-Diagramme (State-Transition – Diagramme) vor. Die einzelnen Punkte im Netzwerk bedeuten "Zustände" oder Situationen oder Objekte; die Pfeile, die von einem Punkt zu einem anderen führen, bedeuten Operatoren oder Maßnahmen oder Aktionen, durch die man von einem Objekt zum anderen kommt.



**Abb. 1:** Ein Such- oder Problemraum.

In einem solchen Netzwerk stellt sich das Backen eines Napfkuchens dar als ein Übergang von einem "Anfangszustand" zu einem "Zielzustand" über mehrere Zwischenstationen. Zuerst hat man Mehl und Hefe und Milch; das ist die Situation 1. Dann bringt man das alles zusammen, indem man eine Mulde im Mehl formt, die Hefe hineinbröckelt, und das Ganze mit ein wenig Milch übergießt. So kommt man zu einem "Vorteig". Den läßt man dann

"gehen" (nächste Operation), um ihn dann schließlich zu verrühren. Dann hat man den Teig. Dann kippt man noch Rosinen hinein und dann ist die ganze Sache soweit, um in den Ofen geschoben zu werden. (Man sollte die Rosinen vorher einrühren, sonst bilden sie einen dicken Klumpen und das wäre nicht so schön!) Die Lösung eines Problems ist also die Aneinanderreihung bestimmter Operationen, die schließlich zu einem Ziel führen.

Denken ist nicht nur Problemlösen. Vielmehr produziert es auch Weltsichten. Und solche Weltsichten und ihre Veränderungen sind oft die Voraussetzungen für das Problemlösen. Die "richtige" Sicht auf die Welt ist wichtig. Der Napfkuchen – Problemraum besteht aus Mehlhaufen Teig, Eiern, die man aufschlagen kann, Rosinen, usw. Er könnte aber auch aus Blasen bestehen, die man irgendwie zusammenfügen muß, um die blasige Struktur des fertigen Napfkuchens zu erzeugen. Wo kriegt man aber die Blasen her? – Wenn man den Napfkuchen als aus Blasen zusammengesetzt betrachtet, hat man einen anderen Problem- oder Suchraum. – Wenn ich vom Computer aufsehe, sehe ich ein Bücherbord mit Büchern. Es besteht aus senkrechten Stützen und aus Brettern, auf denen Bücher stehen. Ich sehe also bestimmte Objekte in bestimmten Relationen. Eine Weltsicht besteht darin, daß man eben diese Objekte sieht und keine anderen und daß die Objekte in bestimmten Beziehungen zueinander stehen und nicht in anderen.

Statt der Bücher könnte ich ja auch "Papierblöcke" und statt der Borde und Stützen "Holzstücke" sehen. Die kann man verheizen. Und das Papier dient nicht als Informationsträger, sondern den Silberfischchen zur Nahrung.

Eine bestimmte Weltsicht ist die Voraussetzung für das Problemlösen und oft ist es wichtig, die Weltsicht zu ändern, um den richtigen Zugang zu einem Problem zu finden. – Wenn ich das Problem lösen soll, das Feuer im Kamin zu entzünden, so ist die Bücherbord – Buch – Sichtweise nicht sehr hilfreich. Ich sollte meine Objektsicht verändern, und es sollte mir einfallen, daß Bücher aus einzelnen Papierseiten bestehen, die man wunderbar als Fidibus verwenden kann (wenn man keine alte Zeitung zur Verfügung hat und das Buch, aus dem man die Seiten herausreißen muß, sowieso nichts taugt). – Je nach Problem braucht man also die "richtige" Weltsicht.

## Heuristik

Wie löst man Probleme? Wie ändert man seine Sicht von der Welt? Es gibt primitive Formen des Problemlösens, die im Tierreich weit verbreitet sind, und die aus einem Verhalten nach dem Prinzip "Versuch-und-Irrtum" bestehen. Diese Formen des Problemlösens sind hinreichend für einfache Probleme, aber nicht sehr effizient. Komplizierte Formen des Problemlösens bestehen daraus, daß man "intern", also "geistig", Pläne produziert und das geht in verschiedener Weise. Die simpelste Form des Planens ist das interne Probehandeln nach dem Prinzip "Versuch-und-Irrtum". Hier ist der Start, dort das Ziel; was kann man tun? Man kann einfach irgend etwas (geistig) tun, um sich auf diese Art und Weise möglicherweise dem Ziel zu nähern. Besser aber ist es, planvoll vorzugehen und nicht irgend etwas zu tun, sondern etwas, das einen näher ans Ziel bringt, z.B. also die Anzahl von Unterschieden, die zwischen Start und Zielpunkt existieren, vermindert.

Ein Problem liegt vor, wenn man zunächst einmal den Weg vom Startpunkt zum Zielpunkt gar nicht kennt. Diese Unkenntnis kann verschiedene Formen haben. Beispielsweise kann es sein, daß man zwar die einzelnen Operationen kennt, aber ihre richtige Reihung nicht. Wenn man beispielsweise das Schachproblem in der Schachcke einer Zeitung lösen möchte, so kennt man die Operatoren, nämlich die erlaubten Schachzüge. Man muß sie nur richtig kombinieren. Solche Probleme kann man Interpolationsprobleme (siehe Dörner, 1993, S.56ff) nennen, da es darauf ankommt, mit Hilfe von bekannten Operatoren zwischen Startpunkt und Zielpunkt zu "interpolieren".

Andere Probleme haben ihre Schwierigkeiten darin, daß man die Operatoren gar nicht kennt. Wenn Sie z. B. einen Napfkuchen herstellen wollen, aber gar nicht wissen, wie das geht, vielleicht aber wissen, daß man da irgendwie Mehl braucht, dann haben Sie ein "Syntheseproblem" (siehe Dörner, 1993, S. 77ff). Sie müßten die Operatoren zunächst einmal finden. Dabei könnten Sie z.B. analytisch vorgehen. Sie könnten feststellen, daß der Unterschied zwischen dem Mehlhaufen in der Schüssel und dem fertigen Napfkuchen auf einer Abbildung im Kochbuch darin besteht, daß der Napfkuchen ja doch ein kohärentes Gebilde ist, wohingegen das für das Mehl keineswegs der Fall ist. Daher könnten Sie auf die Idee kommen, daß man die verschiedenen Mehlpartikel zunächst einmal aneinanderkleben muß. Und dafür braucht man irgendeine Art von "Zement".

Wenn Sie so denken, dann denken Sie in Analogien; die einzelnen Mehlpartikel sind gewissermaßen die Mauersteine, aus denen der Napfkuchen "zusammengemauert" werden muß, und zwischen die Mauersteine gehört eben Mörtel. Was ist als Mörtel brauchbar? Nun, Sie können ja zunächst einmal vielleicht Wasser auf das Mehl gießen und den ganzen Kram umrühren; auf diese Art und Weise haben Sie dann doch schon eine kohärente Masse. Nun könnten Sie sich an den Anblick eines Kuchenstücks erinnern und danach zu dem Urteil kommen, daß dies Innere eine blasige Konsistenz hat. Also müssen sie in die klebrige Mehlmasse, die Sie erzeugt haben irgendwie Blasen hineinkriegen. Was gibt es da für Möglichkeiten? Nun ja, Sie hätten vielleicht Mineralwasser verwenden können, statt Leitungswasser und dann könnten Sie sich darauf verlassen, daß die lustigen Perlen des Mineralwassers irgendwie zwischen den Mehlpartikeln hängenbleiben, um auf diese Weise Blasen zu bilden. Damit hätten Sie – nebenbei – ihre Weltsicht geändert; nicht mehr die Mehlpartikel sind die zu verklebenden Bestandteile des Kuchens sondern die Blasen! Und so weiter! (Nebenbei: Versuchen Sie lieber nicht, auf die eben angegebene Weise einen Napfkuchen zu backen. Wahrscheinlich geht es schief!)

### **Heurismen**

Um Probleme zu lösen, muß man also einen Übergang von einem Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt finden. Dafür dienen Heuristiken oder Heurismen. (Das Wort "Heurismus" kommt vom griechischen Verb "heurein" = "finden") Ein Heurismus ist also ein Findeverfahren für einen Übergang von einem Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt.

Naheliegende Heurismen sind z.B. "Hillclimbing-Regeln". Das Planen nach dem Hillclimbing-Prinzip besteht darin, daß man nur solche Operatoren auswählt, die die Anzahl der Unterschiede zwischen Start und Ziel vermindern. Dieser einfache Heurismus kann aber in verschiedener Weise angewendet werden. Z.B. kann man die Regel so anwenden, daß auf jeden Fall eine Verminderung der Anzahl der Unterschiede zwischen Start und Ziel erreicht werden soll. Oder man kann sie "partiell" anwenden, also so, daß nur bestimmte Unterschiede verschwinden sollen; die anderen sind (zunächst) gleichgültig! Dafür braucht man aber wieder andere Regeln: Welche

Unterschiede sollen verschwinden und worum kümmert man sich zunächst gar nicht?

Welche Heuristiken gibt es? Man kann zwei große Gruppen von Heuristiken unterscheiden, nämlich Such-Heuristiken und suchraumerweiternde Heuristiken. Ein sehr gebräuchlicher und intuitiv von fast jedem angewendeter Such - Heurismus ist das "Vorwärtsplanen". Es besteht darin, daß man irgendwelche Operatoren auf den Ausgangspunkt anwendet, auf die Ergebnisse wiederum neue Operatoren und auf diese Art und Weise fortschreitet. Oben, bei dem Versuch, einen Napfkuchen zu erzeugen, sind wir "vorwärtsplanend" vorgegangen. Das Vorwärtsplanen schreitet in die Tiefe fort; mitunter aber hat man das Gefühl, daß man nicht mehr richtig weiterkommt und fängt wieder von vorn an. Oder auch bei einer Zwischenstation. Auf diese Weise entsteht mit der Zeit ein sich immer mehr verzweigender "Planungsbaum". Dieser Planungsbaum wird verschieden aussehen, je nachdem, ob man mehr nach der Maxime "Tiefe zuerst" oder "Breite zuerst" vorgegangen ist. Man kann also z. B. bei der Lösung eines Schachproblems sich alle Operationen überlegen, also alle Züge, die man auf die gegebene Konstellation auf dem Schachbrett anwenden kann. Und dann wählt man irgendeine aus, die einem am besten erscheint und macht bei der nächsten Station das gleiche.

Das wäre ein Handeln gemäß der Maxime "Breite zuerst". Wenn man aber so ähnlich vorgeht wie oben bei dem Napfkuchen, dann folgt man der Maxime "Tiefe zuerst". Man überlegt sich nicht vorweg, was man alles mit dem Mehl machen kann, sondern folgt zunächst einmal einem einzelnen Handlungsstrang.

Man kann auch "rückwärts" planen. Man kann sich überlegen, welche "Situationen" wohl unmittelbar vor dem fertigen Napfkuchen gelegen haben und kann sich so rückwärts vom Ziel aus in Richtung auf den Startpunkt bewegen. Rückwärtsplanen geht natürlich nur, wenn man die Zielsituation genau kennt. Bei dem Schachproblem, bei dem man die entgeltliche Schachmattstellung gar nicht kennt und bei dem die Menge der möglichen Zielsituationen sehr groß ist, bietet sich Rückwärtsplanen nicht so sehr an. Bei dem Napfkuchen dagegen schon und oben haben wir gewisse Elemente der Rückwärtsplanung ja geschildert. Man sieht die blasige Struktur des fertiggebackenen Kuchens auf einer Abbildung und fragt sich: "Wie kriege ich die Blasen in den Teig?". Das wäre Rückwärtsplanen.



Wenn man die Operatoren nicht kennt, braucht man "suchraumändernde" Heuristiken; man muß die Übergangsstruktur des Realitätsbereiches, die wir in der Abbildung 1 geschildert haben, zunächst einmal feststellen. Änderung des Problemraumes bedeutet Änderung der Sicht von der Welt. Welche Heuristiken gibt es dafür?

Der bekannteste ist die Analogieübertragung. Die Analogisierung des Napfkuchens mit dem Mauerwerk, nur daß man statt des Mauerwerks Blasen verwenden muß, ist eine solche Änderung der Realitätssicht. Die Analogieübertragung (nicht zu verwechseln mit den oft in Intelligenztests vorkommenden "Analogieschlüssen" vom Typ "Kanal : Fluß = Park : ?") gilt allgemein als *via regia* der Änderung der Realitätssicht (s. Hesse, 1970). Sie besteht darin, daß man für eine unbekannte Realität eine besser bekannte und in mancher Hinsicht strukturähnliche auswählt, deren Eigenarten man dann auf die unbekannte – *ceteris paribus* – überträgt (s. Funke, 2003, S. 118).

Ein wichtiger Heurismus verwendet die Beziehungen zwischen Sprache und Bildern im Gedächtnis. Ich meine den Sprach-Bild-Zyklus. Er besteht darin, daß man eine sprachliche Aussage in ein Bild transformiert und dieses vielleicht wieder in eine andere (sprachliche) Aussage. Die Beziehung zwischen einem Wort und den zugehörigen (Vorstellungs)bildern ist keine unmittelbare; es sind im Gedächtnis vermutlich keine Bilder (z.B. in der Form neuronaler bitmaps) gespeichert, sondern "Imagene", Bilderzeuger (s. Paivio, 1989), z.B. in der Form von Schemata (s. Dörner et al., 2002, S. 50ff). Vorstellungsbilder werden aufgrund solcher Schemata *ad hoc* konstruiert. Zunächst entsteht eine skeletthafte Vorform, die dann sukzessiv angereichert wird (s. Kosslyn, 1994). Das Verstehen einer Aussage in der Form, daß ein Vorstellungsbild kreiert wird, ist ein Konstruktionsprozeß. Dieser Prozeß kann für das Lösen von Problemen eine große Hilfe sein.

"Backe einen Napfkuchen!" – Wenn man nach dieser (Selbst-) Aufforderung sich zunächst einmal vergegenwärtigt, wie ein solches Objekt aussieht und wie ein Napfkuchen aussieht, wenn man ihn anschneidet, dann kommt man leicht aufgrund der anschaulichen Vorstellung auf den Gedanken, daß man nicht Mehlpartikel "zusammenmauern" muß, sondern "Blasen". Und das ist eine sehr hilfreiche Idee! Sie ändert die Weltsicht im Hinblick auf das Kuchenbacken. Kuchen sind Blasen-Kompositionen! Und wenn man diese Idee hat, kann man mit den Blasen wieder sprachlich operieren. Was

für Blasen gibt es? Wodurch wird eine Blase eine Blase? Dadurch daß eine Membran eine "Leere" umhüllt. Wie erzeugt man Membranen? Usw.

Eine andere Methode der Änderung der Weltsicht und damit des Auffindens neuer Operatoren besteht in der Analyse, in der (tatsächlich vorgenommenen oder nur gedanklich ausgeführten) Zerlegung der Objekte des Realitätsbereiches. Man betrachtet die Einzelteile. Wenn der Küchenwecker kaputt ist, kann man ihn irgendwie zu "reparieren" versuchen, indem man ihn als Ganzes behandelt. Man klopft auf ihm herum, läßt ihn fallen, kippt oder rüttelt ihn und – wenn man viel Glück hat! – läuft er dann wieder. Angemessener ist es wahrscheinlich, ihn zu zerlegen und seine Innereien anzugucken (was für den Nichtelektroniker natürlich nur dann sinnvoll ist, wenn der Küchenwecker ein altmodisches Modell ist und nicht nur aus ein paar Mikrochips besteht). Dann hat man die Teile in der Hand und kann gucken, ob vielleicht ein Zahnradchen defekt ist oder die Feder aus ihrer Halterung gesprungen oder ganz gebrochen ist. Man findet auf diese Art und Weise neue Operatoren, nämlich Operatoren, die sich auf die Bestandteile des zu verändernden Objektes beziehen. Diese Bestandteile sind nun die "Punkte", Objekte oder Situationen eines neuen Problemraums.

### **Sprache und Weltsicht: Die Sapir-Whorf-Hypothese**

A propos Weltsicht: Im Zusammenhang mit diesem Thema wird die These von Sapir und Whorf oft diskutiert. Sie besagt, daß die Sprache unser Denken dadurch bestimmt, daß sie Kategorien für die Art und Weise, wie wir die Welt sehen, also Weltsichten, vorgibt. Wenn Eskimos 104 Arten von Schnee begrifflich unterscheiden können, so können sie differenzierter über Schnee sprechen als wir. Wenn die Hopi-Indianer grundsätzlich in Prozessen denken und nicht sagen "Hier steht ein Schrank!", sondern "Hier schrankt es!", so leben sie in einer dynamischeren Welt als wir und bedenken immer das Ende und den Anfang mit, was wir mit unserer dichotomen Unterscheidung von Substantiven, die zeitlich konstant sind, und Verben, die Prozesse bezeichnen, gewöhnlich nicht machen.

Was ist von dieser These zu halten? Ganz davon abgesehen, daß die Eskimos nur zwei Worte für Schnee haben (siehe Harley, 2001, p 82) und die restlichen 102 (wenn sie wirklich so viele Schneesorten kennen) so unter-

scheiden, wie wir das auch tun, indem sie nämlich Adjektive, Prä- und Suffixe zufügen (Harschschnee, Pulverschnee, Schneematsch), kann man bezweifeln, daß aus einer größeren Differenziertheit oder Andersartigkeit der Begriffe ein anderes Denken folgt. Pinker (1996, S. 76) weist darauf hin, daß z.B. Gärtner nun wirklich 30 bis 40 Apfelsorten kennen und die verschiedenen Apfelbäume am Wuchs unterscheiden können. Bislang sind Gärtner aber keineswegs als besonders abartige Denker hervorgetreten, die die Welt ganz anders sehen als andere und sich mit dem Rest der Welt gar nicht mehr verständigen können, da ihre Begriffswelt völlig neben der anderer Menschen liegt. Vielmehr können wir von ihnen lernen. Sie können uns erklären, wie sich die verschiedenen Apfelbäume unterscheiden und wenn wir genügend Geduld aufbringen, können wir dann auch selbst aufgrund der Wuchsform sagen, daß es sich bei diesem Baum zweifellos um einen 'Edler von Berlepsch' handelt und nicht um einen 'Cox Orange'. – Was für Gärtner gilt, gilt auch für Fliesenleger, Betonfacharbeiter und Spezialisten für Marienhymnen in den Klöstern des nördlichen Frankreichs im 13. Jahrhundert. Im Grund lebt jeder Einzelne von uns in einer Welt, die sich begrifflich von der Welt jedes anderen unterscheidet. Dennoch können wir uns miteinander verständigen und (oft mit einiger Geduld) unsere Welten aneinander angleichen. Wir verstehen sogar die Hopi-Indianer, wenn man uns sagt, wie sie denken (wenn sie wirklich so denken, wie Whorf meint; s. hierzu Pinker, 1996, S. 74).

Die Bedeutung der Wörter, die wir verwenden, ist ja überhaupt nicht starr. Polysemie ist eine Grundeigenschaft unseres Vokabulars: Die Wörter bedeuten in den verschiedenen Zusammenhängen verschiedenes, das ist so gewöhnlich, daß es uns gar nicht weiter auffällt. In der Umgangssprache wechseln wir mit Leichtigkeit von Bedeutung zu Bedeutung, wissen je nach Kontext, daß mit "Er sitzt auf einem festen Stuhl!" mal dieses oder jenes gemeint sein kann. (Es könnte z.B. – metaphorisch – bedeuten "er hat eine starke Position" oder literal – "er sitzt auf einem wirklich massiven Möbelstück". Wenn man aber sagt "er hat einen festen Stuhl!" so liegt der Gang zur Apotheke nahe und 'Stuhl' bedeutet wieder etwas ganz anderes.

Wie gesagt: Wir merken es womöglich gar nicht, daß die Wörter, die wir gebrauchen, ständig ihre Bedeutung wechseln. Wir erfinden die Kunstsprachen der Logik und Mathematik, wenn wir wirklich mit festen Bedeutungen reden wollen. "Verständigungsschwierigkeiten" sind unser täglich' Brot und

wir kommen damit gewöhnlich gut zurecht. Wir konstruieren die Bedeutung von Worten ständig neu, erfinden neue Metaphern für neue Sachverhalte oder um uns präziser auszudrücken. Kein Grund also zur Aufregung und kein Grund anzunehmen, daß Sprache unser Denken unentrinnbar determiniert, genauer gesagt, daß die Begrifflichkeit unsere Sprache dem Denken unabänderlich eine bestimmte Richtung vorschreibt.

Natürlich aber gibt es Tendenzen. Natürlich legt eine bestimmte Begrifflichkeit für Apfelbäume oder Schnee zunächst einmal bestimmte Sichtweisen fest, die sich von anderen Sichtweisen unterscheiden können. Aber das legt unser Denken nicht unabänderlich fest.

In einer Beziehung aber erweist sich die Sapir-Whorf-Hypothese durchaus als bedeutsam. Es gibt Sprachen, die sich von anderen Sprachen durch die geringere Tiefe ihrer Abstraktheitshierarchien unterscheiden. Bei uns gehören die Dialekte hinzu, in denen Abstrakta seltener sind als in der Hochsprache. In den Hochsprachen von Naturvölkern findet sich das gleiche Phänomen; sie sind arm an abstrakten Begriffen. Unter Umständen gibt es für unsere vertrauten Allgemeinbegriffe keine Äquivalente in solchen Sprachen, also z. B. keinen Oberbegriff "Rinde" für die verschiedenartigen Umhüllungen verschiedener Bäume oder Büsche, keinen Oberbegriff "Bein" für die verschiedenen Fortbewegungsorgane verschiedener Tiere.

In Gemeinschaften, die solche Sprachen sprechen, ist es nicht üblich, in Klassenbegriffen, mit Klasseninklusionen und -exklusionen wie in der aristotelischen Syllogistik (Sokrates ist ein Mensch, alle Menschen sind sterblich, ...) zu denken. Es wird statt dessen in Kontexten gedacht. Luria (1976, nach Hallpike, 1979, S. 224) berichtet, daß ein usbekischer Bauer, dem man mitgeteilt hatte "Berlin ist eine Stadt in Deutschland." – In Deutschland gibt es keine Kamele." auf die Frage: "Gibt es Kamele in Berlin?", antwortete: "Weiß ich nicht, ich war noch nicht in Berlin!". Ein anderer antwortete mit einem Hauch von Oberbegriffsverwendung: "Berlin ist eine große Stadt, Samarkand auch! In Samarkand gibt es Kamele, also wohl auch in Berlin!". Fragt man einen usbekischen Bauern nach Werkzeugen, so zählt er z.B. auf "Hammer", "Säge", "Bohrer", "Holzstück". Auf die verwunderte Frage des Interviewers, wieso denn ein Holzstück ein Werkzeug sei, antwortet der Bauer mit großer Selbstverständlichkeit: "Nun ja, man kann es bearbeiten, man macht etwas mit ihm." Werkzeug ist hier also nicht ein Oberbegriff für bestimmte Objekte, die zu ganz bestimmten Verrichtungen verwendet wer-

den können, sondern mehr ein Begriff für einen Handlungskontext, zu dem das zu bearbeitende Objekt so selbstverständlich hinzugehört wie die "eigentlichen" Werkzeuge.

In Sprachen mit niedrigen Abstraktheitshierarchien ist es schwerer, Analogien zu bilden. Denn das geht wohl meist auf dem Weg über die Oberbegriffe. Wenn Niels Bohr versuchte, sich vorzustellen, wie wohl ein Atom aussieht, verwendete er als Analogie das Planetensystem mit seinem Kern und den um den Kern kreisenden Planeten. Auf dieses Planetensystem ist er wohl gekommen, indem er sich sagte: "Wenn ich Strahlen durch eine dünne Goldfolie schieße, die nur wenige Atome dick ist, so prallen sie manchmal ab, manchmal gehen sie ungehindert hindurch, manchmal werden sie abgelenkt. Also sind Atome irgendwie lückenhafte Strukturen, die doch zusammenhängen. Was gibt es für andere lückenhafte Strukturen, die zusammenhängen. Nun: z. B. Gartenzäune oder ein Schweizer Käse. Solche Analogien werden gebildet, indem man über die Oberbegriffe (in diesem Fall über einen ad hoc gebildeten Oberbegriff "durchlässige Kohärenz") zu anderen Realisierungen des fraglichen Gebildes (in diesem Fall des Atoms) übergeht und ihre Struktur auf das unklare Gebilde überträgt.

Hallpike (1979) berichtet, daß die Kinder der Kpelle in Westafrika durch den Besuch einer französischen Missionsschule und den damit verbundenen Erwerb der französischen Sprache plötzlich "intelligenter" wurden. Das ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß die Kpelle-Kinder durch den Erwerb des Französischen mit seiner reich gegliederten Abstraktheitshierarchie es erlernten, diese Abstraktheitshierarchie für Analogieschlüsse nutzbar zu machen. Natürlich wurden sie nicht eigentlich intelligenter, sondern dachten halt in anderer Weise als ihre Eltern, die in den konkreten Begrifflichkeiten ihrer eigenen Sprache gewissermaßen gefangen waren. – In dieser Beziehung also mag die Sapir-Whorf-Hypothese ihre Bedeutung haben.

### **Makroheurismen**

Denken geschieht, indem man Heurismen verwendet. Heurismen sind Vorschriften für die Suche in einem Problemraum und für die Änderung der Weltsicht. Man kann verschiedene Heurismen zu Makroheurismen zusammensetzen. Ein solcher Makroheurismus ist der General Problem Solver

(siehe Newell & Simon, 1972; Funke, 2001, S. 61 ff). Der GPS, der für die Lösung von Interpolationsproblemen geeignet ist, hat folgende Gestalt:

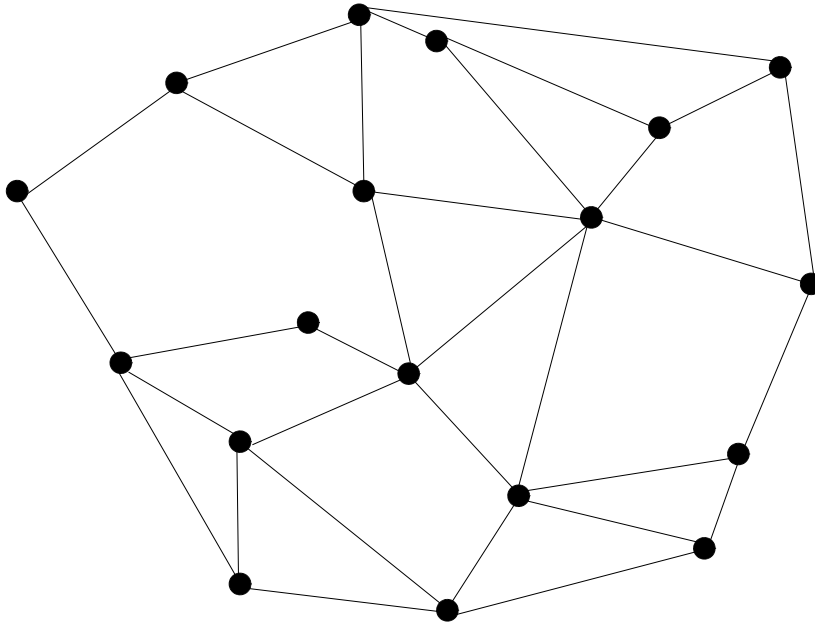
1. Ermittle die Unterschiede zwischen der Ausgangs- und der Zielsituation.
2. Suche nach Operationen, die einen Unterschied oder mehrere Unterschiede reduzieren oder ganz beseitigen.
3. Wenn die Suche erfolgreich ist: Wende den Operator an und nimm das Ergebnis als neuen Ausgangspunkt. Fahre dann fort wie bei 1.
4. Wenn der Operator nicht anwendbar ist, dann mache die Anwendungsbedingungen für den Operator zum neuen Ziel und fahre fort bei 1.

Dieser Makrooperator enthält eine Methode der Zwischenzielbildung. Ein Operator dessen Anwendung günstig wäre, wird anwendbar gemacht, indem man die Anwendungsbedingungen als Zwischenziele anstrebt.

Wir haben jetzt eine Reihe von Heurismen für die Suche in einem Problemraum und für die Änderung der Weltsicht dargestellt. Kann es nun einen Makro-Makro-Heurismus geben, der für alle Probleme tauglich ist? Man könnte das ja meinen. Man könnte z. B. den GPS ergänzen um einen Schritt, der dann ausgeführt wird, wenn die Suche nach einem anwendbaren Operator, der außerdem Unterschiede zwischen dem Ausgangspunkt und dem Zielpunkt beseitigt, nicht erfolgreich ist. Dann nämlich könnte man ja eine Analogieübertragung versuchen oder eine Analyse. Dann hätte man einen Heurismus, der schon erheblich mächtiger wäre.

Entweder bedauerlicher– oder glücklicherweise kann es einen solchen Makroheurismus nicht geben. Es gibt nämlich die sogenannten "nicht-deterministisch-polynomialen" Probleme. NP-Probleme sind dadurch gekennzeichnet, daß es keinen Algorithmus gibt, kein allgemeines Verfahren, welches bei jedem Problem der entsprechenden Art zu einer Lösung führt. Ein bekanntes NP-Problem ist beispielsweise das Traveling-Salesman-Problem (TSP-Problem). Wir stellen es in der Abbildung 2 dar. Hier sieht man ein Wegenetz. Stellen Sie sich nun vor, dies sei ein Straßennetz und die einzelne Punkte sind Dörfer oder Städtchen. Sie sind nun ein reisender Handelsvertreter und suchen die Kunden in den jeweiligen Städten auf. Zu dem

Zwecke müssen Sie eine Rundreise veranstalten und schließlich zu Ihrem Heimatort zurückkehren. Natürlich sollten Sie, um Ihren Geldbeutel zu schonen, die Rundreise so kurz wie nur eben möglich halten.



**Abb. 2:** Das Handelsvertreter – Problem.

Für dieses Problem – so einfach es aussieht – gibt es nun kein allgemeines Verfahren. Jede Konstellation ist immer wieder anders und verlangt andere Methoden. Irgendeine Lösung fällt einem leicht ein, aber die beste? Die ist nur ermittelbar, indem Sie wirklich alle Möglichkeiten durchprobieren. Eine andere Chance die beste Lösung zu ermitteln, haben Sie nicht. Allgemein ist dieses Problem also nur durch das primitive Durchprobieren aller Lösungswege lösbar. Dieser Weg ist aber schon bei mäßig komplexen Wegenetzen nicht gangbar, da selbst mit einem schnellen Computer die Anzahl der verschiedenen Wege so groß ist, daß der Computer lange rechnen müßte, um eine Lösung zu finden. – Für das kümmerlich-kleine Wegenetz der Abbildung 2 z.B. müßte ein Computer, der pro Sekunde 100 verschiedene Rundwege berechnet, ungefähr 45 Tage rechnen (es gibt ungefähr  $3^{18}$  verschiedene Rundwege, da es von jeder der 18 Orte im Schnitt ungefähr 3 Möglichkeiten der Wegewahl gibt.  $3^{18} = 387\,420\,489$ , / 100 = 3 874 204 Sekunden = 1076 Stunden = 45 Tage.)

Ein anderes wichtiges NP-Problem ist das "Rucksackproblem". Es hat seinen Namen daher, daß es im Prinzip darum geht, verschiedene Gegenstände in einen Rucksack so zu packen, daß sie bestimmten Kriterien genügen. Das Schwerere untenliegend, das Leichtere oben, die harten oder pieksigen Gegenstände sollen nicht am Rücken liegen usw. Ein sehr bekanntes und sehr verbreitetes "Rucksackproblem" ist das Stundenplanproblem. Sie sollen die Stundenpläne für die neuen Klassen eines Gymnasiums herstellen. Dabei müssen Sie berücksichtigen, daß bestimmte Lehrer nur am Montag und Dienstag anwesend sind, andere nur am Freitag. Schließlich gibt es nur eine Turnhalle und einen Physiksaal. Es sollte auch nicht vorkommen, daß die Schüler an einem Tage 6 Stunden Deutschunterricht haben und sonst gar nichts. Es gibt also eine Reihe von Kriterien, die Sie bei der Aufstellung des Stundenplans beachten müssen. Und auch dafür gibt es leider keinen allgemein anzuwendenden Heurismus. Heurismen gibt es schon; die Informatiker der Sparte "künstliche Intelligenz" haben sich schon etwas ausgedacht und es gibt Verfahren für die Lösung des TSP- und die Lösung des Rucksackproblems, die recht gut sind (siehe Dueck, Scheuer & Wallmeyer, 1993). Aber auch bei der Anwendung dieser Verfahren ist es nie sicher, ob sie wirklich die beste Lösung gefunden haben oder dieser auch nur ziemlich nahe kommen. – Letzten Endes ist die Existenz von NP-Problemen auch erfreulich; sie besagt, daß es unendlich viele und immer wieder neue Anforderungen an den menschlichen Geist gibt. – Woher kommen nun die Heurismen?

### **Heurismen als Frage-Antwort-Muster**

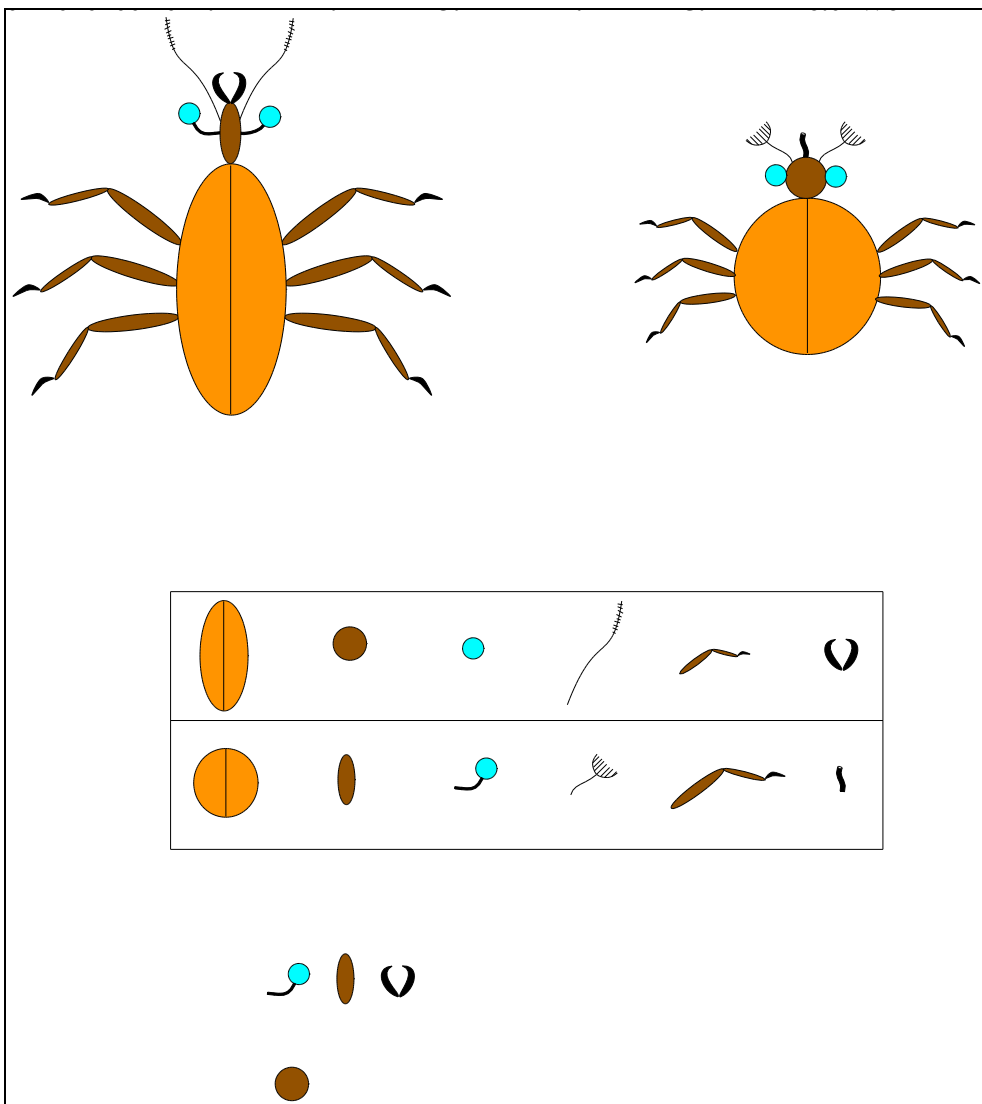
Heurismen sind Pläne. Sie sind Herstellungsvorschriften für Pläne oder Teile von Plänen. Es sind also Metaprogramme, "Überprogramme", Programme für Programme, wenn man einen Plan als Programm bezeichnet. Wo nun sind die Heurismen im Gedächtnis? Ich meine, daß sie als Fragenmuster im Gedächtnis niedergelegt sind. Der GPS z. B. als Fragenmuster sieht folgendermaßen aus:

1. Welches sind die Unterschiede zwischen Ausgangs- und Endpunkt?  
Antwort: X, Y, Z!
2. Welche Operatoren beseitigen mindestens einen der Unterschiede?  
Antwort: A, B, C ... .



3. Ist Operator anwendbar? Antwort: Ja / Nein!
4. Wenn ja: Führe Operation A durch! Nimm Ergebnis als neuen Ausgangspunkt! Fahre fort mit Frage 1.
5. Wenn nein: Wähle Anwendungsbedingungen als neuen Zielpunkt. Fahre fort mit Frage 1!

Natürlich sieht ein Heurismus, wenn man ihn in der Durchführung betrachtet, nicht so hübsch sauber aus, wie gerade angegeben. Eher so: "Na ja, müssen wir irgendwas machen, was uns näher ans Ziel bringt! .. gibt's denn da? A z.B.! Machen wir's mal, und dann geht's schon weiter!"



**Abb. 3:** Das Käfer-Problem. Siehe Text.

Heurismen sind also "façons de parler", Diskursformen, Diskursformen allerdings für Gespräche einer Person mit sich selbst. Ich stelle mir Fragen, finde Antworten oder auch nicht. Aufgrund der Antworten stelle ich mir neue Fragen oder erteile mir Aufforderungen. So sieht ein Heurismus aus.

Wenn das so ist, wenn also Heurismen Frage-Antwort-Spiele mit mir selbst sind, dann ist das Verhältnis von Sprache und Denken glasklar! Ohne Sprache kein Denken! Ergebnisse wie die von Bartl und Dörner (1998) werden so verständlich. Bartl und Dörner ließen Versuchspersonen das "Käferproblem" lösen, genauer gesagt einige Käferprobleme. Die Käferprobleme bestanden darin, daß jeweils ein "Startkäfer" vorgegeben war und ein "Zielkäfer" zu erreichen war. Die Käfer unterschieden sich hinsichtlich von sechs Merkmalen. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel. Die sechs unterschiedlichen Merkmale sind Körperform (1), Kopfform (2), Art der Augen (3), Art der Fühler (4), Länge der Beine (5) und Art des Mundwerkzeugs (6). Die jeweiligen Tochtergenerationen einer Käferpopulation konnten durch "Bestrahlungen" verändert werden. Diese Bestrahlungen hatten oft bestimmte Anwendungsbedingungen und führten zu bestimmten Veränderungen. Wir haben ein Beispiel für einen solchen "Operator" unten auf Abbildung 3 angegeben. Wenn ein Käfer Stielaugen, einen länglichen Kopf und Beißzangen hat, dann kann man ihn durch die "Bestrahlung" Gamma so verwandeln, daß er einen runden Kopf bekommt. Von diesen Operatoren gab es zwölf. Es gab jeweils einen Startkäfer, im Beispiel der links stehende Käfer und einen "Zielkäfer" im Beispiel rechts.

Solche Käfer-Deduktionen können sehr schwierig sein, aber auch sehr einfach. Die Versuchspersonen mußten sie am Computer lösen. In einem Experiment mit dem "Käferspiel" instruierten wir eine Gruppe von Versuchspersonen so, daß wir ihnen verboten, beim Denken laut oder leise mit sich selbst zu sprechen. Sie sollten die optische Aufgabe rein optisch lösen.

Die meisten Versuchspersonen machten sich instruktionsgemäß an die Aufgabe, berichteten aber hinterher, daß sie "gemogelt" hätten; sie hätten eben doch manchmal mit sich gesprochen. Anders wäre das Problem nicht lösbar gewesen. Einige Versuchspersonen versuchten, die Aufgabe von vorne herein zu verweigern, da sie ja doch "ohne sprechen nicht denken könnten". Auf jeden Fall war das Ergebnis der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe desaströs. Für drei Käferprobleme brauchten die Versuchspersonen mit dem Sprechverbot im Schnitt 3000 Sekunden, die Versuchs-

personen, die zum "lauten Denken" angehalten waren, 2000 Sekunden. – Untersuchte man das Sprechverhalten der Laut-Denkenden genauer, so zeigte sich bei den guten Probanden ein reichhaltiges Sprechen, welches durch viele Selbstbefragungen gekennzeichnet war. Bei Versuchspersonen, die nicht so erfolgreich waren, gab es wenig Selbstbefragungen.

Insgesamt scheint uns das Experiment zu zeigen, daß das Sprechen mit sich selbst das Denken wesentlich erleichtert und verbessert. Ich würde noch weitergehen. Ich möchte behaupten, daß eine Lösung der Käferaufgabe ohne Sprechen unmöglich ist. Und das eben, wie die meisten Versuchspersonen auch berichteten, die Mitglieder der "Sprachlos-Gruppe" mogelten, also es jeweils nur schafften, ihr Sprechen bei der Behandlung des Problems einzuschränken. Mit dem entsprechenden negativen Folgen!

Wenn Leute nicht mehr mit sich selbst sprechen können, können sie auch nicht mehr denken. Sie können ja selbst einmal versuchen, ein Problem "sprachlos" zu lösen. Haben Sie vielleicht das Problem, den heutigen oder morgigen Tag zu planen? Was müssen Sie tun, was könnten Sie wann tun? Welche Termine sollten Sie einhalten? Haben Sie ein solches Problem?

Nun, dann lösen Sie es doch gleich eben einmal! Aber bitte sprechen Sie dabei nicht! Stellen Sie sich keine Fragen. Und urteilen Sie nicht: "Das und das muß ich tun!" Keine Fragen, keine Urteile, keine Selbstaufforderungen! Alles klar? – Also los! – Fangen Sie bitte nicht an mit der Frage: "Was muß ich denn alles erledigen morgen?" Und geben Sie sich keine Aufforderungen: "Also dann mal los!"

Haben Sie nun den Plan? Nichts haben Sie! Sie wissen gar nicht, wie Sie ein solches Planen ohne Sprache überhaupt herstellen sollen. Wenn Sie dieser Selbstversuch nicht überzeugt, daß es ohne Sprache kein Denken gibt, dann wüßte ich nicht, was Sie sonst überzeugen könnte. Also können wir die Debatte abschließen: Pinkers Behauptung, daß Denken nichts mit Sprache zu tun habe, ist absurd!

## **"Sprachloses" Denken**

Wirklich? Wie kann jemand wie Pinker denn so eine einfache Sache, eine Erfahrung die jedermann zugänglich ist, übersehen? Besteht Denken wirklich immer nur aus einer Abfolge von Fragen, die man sich selbst stellt?

Dazu fallen uns die Schimpansen ein. Immerhin kann man bei Schimpansen, mitunter vielleicht auch bei anderen höheren Säugetieren Problemlösen beobachten. Schimpansen stapeln Kisten aufeinander, um eine Banane erreichen zu können, die an der Zimmerdecke hängt, obwohl sie das nie gelernt haben. Schimpansen stecken Stöcke ineinander, um eine Banane durch das Käfiggitter hindurch zu sich heranzustochern. Atemberaubende Problemlöseleistungen sind das nicht, aber immerhin. Wie kommen sie zustande ohne Sprache? (Ich möchte hierbei nicht diskutieren, ob nun Schimpansen über Sprachfähigkeit verfügen oder nicht. Ich möchte meinen, daß das nicht der Fall ist, da die von ihnen erworbenen Zeichensysteme agrammatisch sind (s. Harley, 2001, S. 59).

## **Motorische Korrekturen**

Wir brauchen aber die Schimpansen gar nicht zu bemühen. Mitunter können wir auch bei uns selbst sprachloses "Problemlösen" beobachten. – Ich bringe auf dem Balkon meines Hauses ein Vogelhäuschen an. Zu diesem Zweck versuche ich eine Schraube im Holz der Balkoneinfassung zu befestigen. Diese entgleitet meine Hand und fällt auf den gefliesten Boden.

Die erste Reaktion: Ich bücke mich hinter der Schraube her, um sie vielleicht doch noch aufzufangen. Im Ansatz aber wird diese Bewegung gestoppt; ich richte mich auf und gucke auf den Boden. Hinter dieser Änderung des Verhaltens steckte wohl folgende Überlegung: "Eine Schraube ist ein unregelmäßiges Gebilde, je nachdem wie sie auf den Steinfußboden fällt, springt sie hierhin oder dorthin. Wenn du dich jetzt weiter bückst, fängst du sie sowieso nicht mehr. Also sieh' lieber zu, daß Du mitbekommst, wohin sie springt. Dann fällt das Suchen hinterher leichter!"

Das alles habe ich mir aber gar nicht gesagt! Diese Überlegung war als sprachlicher Prozeß nicht beobachtbar. (Wenn man ein wenig auf sich selbst achtet, findet man solche relativ komplexen Denkprozesse, bei denen ein

"inneres Sprechen der Seele mit sich selbst" zumindest nicht beobachtbar ist, häufig.)

Ist das das Schimpansen-Denken? Ich möchte es meinen! Man kann annehmen, daß höhere Säugetiere und auch wir noch, über einfache Heurismen verfügen, die nichtsprachlicher Natur sind. Vielleicht nur einen einzigen, nämlich einen simplen Heurismus der Vorwärtsplanung, der Erprobung von alternativen Handlungsmöglichkeiten, wenn etwas schief geht.

Man darf solche Prozesse nicht mit Routinebewegungsabläufen verwechseln, da sie ja (soweit man das feststellen kann) neuartig sind. Als mir das mit der Schraube geschah, konnte ich mich nicht daran erinnern, einen gleichartigen Bewegungsablauf schon einmal initiiert zu haben. Allerdings konnte ich mich daran erinnern, daß mir bei diversen "Heimwerkertätigkeiten" Schrauben auf den Boden gefallen waren und ich deren chaotisches Bewegungsverhalten kannte. Hier in diesem Fall war aber der ganze Handlungsgang neu zusammengesetzt worden, ohne daß er vorher irgendwie geübt worden war. Also muß es eine Art von Konstruktionsvorschrift für solche Handlungsgänge, einen Heurismus, geben. Ich möchte annehmen, daß solche relativ simplen Prozesse des Vorwärtsplanens einfach als "Verhaltensreserve" zur Verfügung stehen, wenn die üblichen angeborenen oder erworbenen Routineverhaltensweisen nicht hinreichen.

Und ich möchte annehmen, daß diese nicht-sprachlichen Algorithmen dem Denken von Schimpansen oder auch dem Denken von Hunden zugrunde liegen. Also gibt es sicherlich auch ein nichtsprachliches Denken.

### **Wie beantwortet man Fragen?**

Und wenn wir schon so weit sind, können wir uns auch den "sprachlichen" Denkformen, den Heurismen als Frage- Antwort - Spielen noch einmal zuwenden. Man stellt sich Fragen. "Wohin soll ich gehen?" – "Wie kann ich das machen?" – "War das ein Erfolg?" – "Woraus besteht X?" – "Sind die Voraussetzungen für die Aktion Y gegeben?", usw. Solche Fragen stellt man sich bewußt; man weiß, daß man sie sich stellt. Die Antworten auf die Fragen aber findet man aber nicht bewußt, zumindest gewöhnlich nicht. Es fällt einem die Antwort irgendwie ein. Man kann also Problemlösen so beschreiben, daß man sagt: Die Fragen lösen Suchprozesse aus; die Form die-

ser Suchprozesse aber ist unserer Beobachtung nicht zugänglich; sie sind nichtsprachlich. Ich weiß, daß ich nach einer Aktion suche, die bestimmte Unterschiede zwischen Start- und Zielpunkt vermindert, da ich weiß, daß ich mir selbst eine Frage nach dieser Aktion gestellt habe. Wie aber mein Gedächtnis eine Antwort auf diese Frage produziert, weiß ich nicht.

Diese Unterscheidung ist wichtig. Das Fragenstellen, die Frage an mich selbst, wie eine zielgerichtete Aktion aussieht, ist bewußt. Die Antwortproduktion aber ist mir nicht bewußt; es gibt hier einen (nichtsprachlichen?) Mechanismus, der nach unbekanntem Regeln funktioniert, und der eine Antwort liefert oder auch nicht. – Wir finden hier eine Teilantwort auf die Frage, wieso so viele Wissenschaftler, die vom Denken etwas verstehen sollten, auf der einen Seite der Meinung sind, daß Sprache für das Denken unabdingbar ist, und auf der anderen Seite der Meinung, daß Sprache beim Denken keine Rolle spielt.

Es ist einfach beides der Fall. Das Fragenstellen geschieht sprachlich. Der durch die Frage ausgelöste Suchprozeß im Gedächtnis ist nicht sprachlich! Wie es geschieht, daß ich auf die Frage "Was mußt du morgen alles erledigen?" die oder die Antworten finde, weiß ich nicht. – William James meinte einmal, daß es sich mit dem Denken so verhielte wie mit der Bewegung eines Vogels im Astwerk eines Baumes. Man sieht wo er jetzt sitzt und man hat gesehen, wo er vorher gesessen hat. Wie er aber von seinem vorherigen Sitzplatz zu seinem gegenwärtigen gekommen ist, kann man nicht sehen. – Wir kennen die Frage, die einen Gedächtnisprozeß auslöst. Und wir bekommen eine Antwort. Wie aber der Suchprozeß im Gedächtnis aussieht, wissen wir nicht.

So können wir unser Denken durch Fragen und Urteile kanalisieren, organisieren. Dadurch ist die Sprache "die ordnende Macht der Gedanken". Die Prozesse aber, die dazwischen ablaufen, kennen wir nur nach Input und Output. Dazwischen ist ein nichtsprachlicher "schwarzer Kasten". Das Finden von Antworten geschieht nicht sprachlich. Auf der anderen Seite werden diese nichtsprachlichen Prozesse durch sprachliche in Gang gesetzt; d.h. ohne sie würden sie nicht stattfinden. Kann man sich aber keine Fragen stellen, so wird ein Denkvorgang auch gar nicht in Gang gesetzt.

## Denken im Schlaf?

Wirklich nicht? Übermorgen sollen Sie ein Referat halten, eine kleine Rede bei einer Festveranstaltung aus Anlaß der Pensionierung eines Kollegen und so richtig wissen sie gar nicht, wie sie das anfassen sollen. Dieses oder jenes geht Ihnen durch den Kopf, eine richtige Struktur aber will sich nicht einstellen. "Soll ich das sagen? Nun ja, könnte so oder so wirken! Also doch lieber weglassen? Wie soll ich anfangen und wie enden?"

Man kritzelt Redefetzen auf ein Stück Papier, schreibt dieses oder jenes hin, vermerkt die Themen, die angesprochen werden sollten und hat doch kein klares Bild von der Sache. – Ich lege mich zu Bett und am nächsten Morgen habe ich es. Man kann die Gliederung des klassischen Dramas nehmen. Die Exposition, die Schürzung des Knotens, der dramatische Höhepunkt und der milde Ausklang, in dem nun alles glücklich wird. Das paßt ganz gut auf die Lebensarbeit des zu Ehrenden; er hat sich erfolgreich mit einer schwierigen Frage auseinandergesetzt und hat die Wissenschaft um die Lösung eines wesentlichen Problems bereichert. Und hier ist beileibe nicht alles getan, hier kann man weiterarbeiten, auch nachdem man im Ruhestand ist.

Diese "Regieanweisung" für eine Abschlußrede habe ich nicht geträumt; sie war "einfach da" am Morgen.

Ähnlich geht es oft bei Konstruktionsaufgaben. Ich möchte ein Computerprogramm schreiben, das eine bestimmte Leistung vollbringt. Wie soll ich das machen? Wie soll ich die Programmstrukturen anlegen? Welche Variablen soll ich verwenden? Wie soll die Reihenfolge der Abarbeitung der Prozeduren aussehen? Wann wird was eingelesen? Wie soll die Ausgabe gestaltet werden?

All das kann (bei komplizierten Aufgaben) sehr unklar sein. Auch hier kritzelt man, malt Flußdiagramme auf das Papier, findet hier ein Haar in der Suppe und dort auch wieder. Dann legt man sich unbefriedigt schlafen. Und morgens steht man auf und hat die Lösung! Vielleicht oft nicht die ganze Lösung und vielleicht auch eine nicht ganz klare Lösung. Aber irgendwer hat da in der Nacht an dem Problem gearbeitet und es weiter gebracht. Wie kann man sich das vorstellen?

Wir wissen, daß das Gedächtnis während des Schlafs zum einen "konsolidiert", zum anderen "integriert" wird (s. Born & Kraft, 2004). Die Konsoli-

dierung geschieht wohl so, daß die sensorischen und motorischen Schemata, die zunächst nur über ein Protokollgedächtnis miteinander verbunden sind (vermutlich übernimmt der Hippocampus diese Funktion) auch direkt im Langzeitgedächtnis (d.h. im sensorischen und motorischen Cortex) miteinander verbunden werden und auf diese Weise größere Ketten in das Langzeitgedächtnis transformiert werden.

Wie kann man sich die autonome Tätigkeit des Gedächtnisses vorstellen? Wie kann man sich vorstellen, daß das Gedächtnis von selbst Ordnung und Kohärenz herstellt?

Man könnte an folgende Methoden denken, mit denen das Gedächtnis diese Leistung vollbringt:

1. Es wird geprüft, ob "blinde Ketten" (oder blinde Schemata) auffindbar sind. Was ist ein blindes Schema? Ein blindes Schema ist ein Verhaltens- oder auch ein Geschehnisschema, welches kein Ende hat. Nun hat jedes Schema natürlich ein Ende; das Ende ist eben dort, wo es zuende ist. Aber wir meinen eine bestimmte Form der Beendigung eines Geschehnis oder Verhaltensschemas. Ein Schema ist ordnungsgemäß zuende, wenn es zu einer motivelevanten Situation führt, also zu einer Situation, die entweder eine Bedürfnisbefriedigung oder eine Bedürfnisentstehung darstellt. Wenn ein Schema ein solches Ende nicht hat, ist es "blind". Es ist eigentlich psychologisch irrelevant, denn das, was von Interesse ist, ist alles, was entweder ein Bedürfnis befriedigt oder aber ein Bedürfnis entstehen läßt. Solche Ketten sind bedeutsam. Ketten, die zu Bedürfnisbefriedigungen führen, sind mögliche Verhaltensweisen oder mögliche Geschehnisströme, die man anwenden bzw. aufsuchen sollte, wenn ein entsprechendes Bedürfnis vorhanden ist. Und Ketten, die zu einer Bedürfnisentstehung führen, sollten man vermeiden. Deshalb sind auch sie interessant.

Wenn man davon ausgeht, daß im Protokollgedächtnis eines Tages zunächst einmal ohne Auswahl so ziemlich alles festgehalten wird, dann ist es klar, daß viele Blindschemata vorhanden sind. Diese Blindschemata sollten nun, da sie ja zu nichts nütze sind, entweder aus dem Gedächtnis entfernt werden, oder aber untersucht werden darauf hin, ob sie nicht vielleicht doch, wenn man sie "weiterstrickt", zu einem befriedigenden oder aber zu einem unbefriedigenden, ein Bedürfnis generieren-



den Situation führen. Und eine Form des autonomen Umgangs des Gedächtnisses mit seinen Inhalten ist genau diese Ergänzung. Ich gehe auf ein Haus zu; links daneben steht ein alter gelber Volkswagen-Käfer. Das wäre ein solcher "blinder" Clip. Er ist irgendwie in meinem Gedächtnis gespeichert und er führt nirgendwohin, zumindest nicht zu einem bedeutsamen Ende. Es geht einfach nicht weiter. Es könnte aber weiter gehen. In meinem Gedächtnis sind zahlreiche Geschehnisse gespeichert und auch Verhaltensweisen, die mit Häusern oder Volkswagen etwas zu tun haben. Man kann beispielsweise in ein Haus hineingehen, indem man auf die Türklinke drückt. Dann befindet man sich in einem Flur und meistens gibt es dann ein Treppenhaus. Und dann kann man die Treppe hinauf gehen und an der nächsten Wohnungstür klingeln. Dann wird einem aufgetan, man wird hineingebeten und auf dem Küchentisch steht eine große Pfanne mit Bratkartoffeln. Für jemanden, der hungrig ist, ist das ein befriedigendes Erlebnis und damit ist der gesamte Clip so "weitergestrickt", dass er ein befriedigendes Ende findet.

Die Mechanik dieses Vorganges ist ganz einfach: Der Anblick des Hauses, der ein Teil der Endsituation des Blindclips war, wird genommen und es wird geprüft, welche anderen Verhaltensweisen oder Geschehnisschemata im Gedächtnis auffindbar sind, die man in den Anblick dieses Hauses anknüpfen kann. Und so wird der Blindclip mit dem restlichen Gedächtnis verbunden, verliert seinen Inselcharakter und ist eingebunden in das gesamte Gedächtnis. Auf diese Art und Weise kann regelrecht gelernt werden: Wie komme ich zu einer Pfanne mit Bratkartoffeln?

Auch die Kompletterung eines blinden Schemas in der Weise, dass es zu einem negativen Ende führt, ist sinnvoll. Denn auch solche Schemata lohnt es sich, zu behalten, da auf diese Art und Weise Verhaltensweisen oder Geschehnisschemata neu erworben werden, die man tunlichst vermeiden sollte.

2. Eine weitere Methode der Kompletterung des Gedächtnisses könnte das Auffüllen von Lücken sein. "Blinde Schemata" haben kein (motivbezogenes) Ende. Im Schemata können aber Lücken klaffen. Z. B. könnte ein Gang zum Bäcker protokolliert worden sein. In diesem Protokoll aber klafft eine Lücke, weil einfach etwas vergessen worden ist. Bin ich auf dem Wege zum Bäcker beim Copy-Shop vorbei gegangen oder nicht? Das ist unbekannt; das Protokoll enthält eine Lücke. Diese könnte durch

einen "Default-Schluß" aufgeführt werden. Es gibt im Langzeitgedächtnis andere Protokolle über Wege vom Fakultätsgebäude in die Stadt. Es wird ein anderes Protokoll, welches dem unvollständigen ähnlich ist, z.B. den gleichen Anfangspunkt und den gleichen Endpunkt aufweist, aufgerufen. Und nun wird in das unvollständige Protokoll das hineingesetzt, was in dem Langzeitgedächtnisprotokoll auffindbar ist. So wird aus einem unvollständigen Protokoll ein vollständiges. Und so entstehen Erinnerungstäuschungen! (Ich werde wahrscheinlich felsenfest daran glauben, beim Copy-Shop vorbeigegangen zu sein, obwohl das diesmal nicht der Fall gewesen ist, weil ich auf der anderen Straßenseite gegangen bin.)

3. Und schließlich könnte man an die Methode der "Analogisierung" denken. Diese Methode möchte ich an einem Beispiel demonstrieren:

Ich treffe im Garten auf einen kleinen roten, etwas platt gedrückten Käfer. Er hat auf den Flügelrücken schwarze Zeichnungen, die ein wenig an ein Kreuz denken lassen. Wären diese Zeichnungen weiß, dann hätte der Käfer so etwas wie zwei Schweizer Nationalflaggen auf den Flügeldecken. Ich kenne den Käfer nicht – vielleicht ist es auch eine Wanze? Sind Wanzen eigentlich Käfer? Es interessiert mich nicht weiter.

Dennoch wurde dieser Käfer zum Zentrum eines Traumes in der nachfolgenden Nacht. Diese Käfer betrieben nämlich (im Traum!) ein Insektenlazarett. Zwei Käfer halfen gerade einer Ameise, die ein Bein verloren hatte, in den Eingang einer Höhle.

Das war kein sehr umfassender Traum, mehr eine Art von Traumclip. Aber dieser Traum zeigte, daß ich den mir unbekanntem Käfer in einen funktionalen Zusammenhang eingearbeitet habe. Es handelt sich anscheinend um irgendwelche Samariterkäfer, die anderen Insekten bei Krankheiten und Verletzungen helfen. – Nun weiß ich doch immerhin, wofür solche Käfer da sind.

Wie kam es zu dem Traum? Ich weiß es nicht. Folgendermaßen könnte man sich das vorstellen: Es geht los mit der Schweizer Flagge. Bekanntlich wurde die Schweizer Nationalflagge durch Inversion der Farben zum Zeichen des internationalen Roten Kreuzes. Henry Dunant hat dies Symbol nach der Schlacht bei Solferino (1859) geschaffen. Also: Die

Käfer sind gewissermaßen Rotkreuzkäfer und ein Rotkreuzkäfer ist natürlich so etwas wie ein Käfersamariter und hilft verletzten Ameisen. Das mag der Hintergrund des Traumes gewesen sein.

Wenn es so war, so kann man folgende Mechanik hinter diesem Prozeß vermuten: Es wird "gefragt", "wozu gehört der Käfer?". Aufgrund eines Merkmals des Käfers, aufgrund seiner Flügeldecken, wird der Käfer den Bereich der Hilfsbereitschaft, der Verwundeten- und Krankenpflege zugeordnet. Und dann wird dieses Bild "käfermäßig" elaboriert. Und das führt dann zu der Traumvorstellung von den beiden Käfern, die die verletzte Ameise versorgen.

2. Es werden einfach die Käfer in bekannte Gedächtnisschemata eingesetzt. Ich kenne viele Situation mit Sanitätern; ich erinnere mich an zwei Sanitäter, die eiligst eine alte Frau aus einem Haus voraus in einen Sanitätswagen hoben. Ich erinnere mich an zwei Sanitäter, die in die Notaufnahme eines Krankenhauses stürmten mit einem Unglücksopfer auf einer Bahre. All das ist mit dem "Roten Kreuz" verbunden. Und statt die Sanitäter setze ich den Rotkreuz-Käfer ein und auf diese Weise ist der Käfer dann in mein Gedächtnis integriert. Natürlich muß der Rest auch käfermäßig abgewandelt werden; aus der alten Frau wird eine Ameise mit einem gebrochenen Bein, aus der Notaufnahme des Krankenhauses wird der Höhleneingang eines Käferlazarets. – In diesem Fall taugt das alles nicht sehr viel, allenfalls, um daraus ein Kinderbuch zu machen. Aber in anderen Fällen könnte es durchaus sein, daß durch solche Analogisierungen wichtige neue "Erfahrungen" entstehen.

## **Selbstreflexion**

Wenn Heurismen im wesentlichen Fragemuster sind, dann sind Heurismen natürlich manipulierbar. Denn wie man spricht, auch wie man mit sich selbst spricht, kann man herausfinden, indem man sich selbst betrachtet. Man kann die eigene Weise des Sprechens erkennen. Wenn man sie aber erkennen kann, kann man sie auch ändern. Man kann sich sagen: "In Zukunft solltest Du eher diese Fragen stellen als jene!". "Du solltest in Zukunft die Planung eines Lösungsganges nicht so früh abbrechen und länger durch-

halten!" – "Die Ähnlichkeit einer Situation mit dem angestrebten Ziel ist nicht notwendigerweise ein Indikator für die Zielnähe!"

Man kann das eigene Denken selbstreflektorisch verändern. Und das ist sogar notwendig. Wie oben schon dargestellt, ist die Menge der notwendigen Heuristiken unendlich. Man muß im Grunde bei komplizierten Problemen immer erneut darüber nachdenken, wie man eigentlich vorgehen soll. Zumindest sollte man das tun, wenn man bei seinen Bemühungen, ein Problem zu lösen, keinen Erfolg hat. Menschen reflektieren sich selbst und zwar unter bestimmten Umständen sogar relativ häufig. Man sieht das oft an der großen Heterogenität in Protokollen menschlicher Problemlöseversuche. Diese Heterogenität ist kein Zufallsprodukt, sondern das Produkt von ständig mitlaufenden "Mini-Adjustierungen" des eigenen Denkens. "Was mache ich denn da eigentlich?". "Ich gebe viel zu früh auf!", das ist ein Beispiel für eine solche Mini-Adjustierung und sie kann darin münden, daß die Kriterien für das Abbrechen eines einmal begonnenen Lösungsprozesses heraufgesetzt werden, daß man mißerfolgstoleranter wird, und erst einmal doch weiter macht.

Selbst die unbewußten, nichtsprachlichen Prozesse, die zwischen Frage und Antwort zu vermuten sind, kann man durch Selbstreflexion bewußt machen. "Wenn ich Angst habe, fallen mir die einfachsten Sachen nicht mehr ein!" bedeutet, daß der unbekannte Prozeß, der von einer Frage zu einer Antwort führt, ziemlich ineffizient abläuft. Ein solches Ergebnis der Selbstreflexion kann zwar nicht unmittelbar zur Veränderung des Prozesses der Beantwortung von Fragen führen, da man auf diesen Prozeß gar nicht unmittelbar zugreifen kann. Wohl aber kann ein solches Ergebnis der Selbstreflexion dazu führen, daß man in Zukunft für Bedingungen Sorge trägt, bei denen diese unbekannteten Prozesse effizient ablaufen, also z.B. etwas gegen die Angst tut.

Der Umbau des menschlichen Denkens geschieht bei verschiedenen Personen in verschiedenem Ausmaß. Bei vielen Personen sind Mini-Adjustierungen relativ häufig, bei anderen aber sind sie kaum anzutreffen. Die Häufigkeit von Selbstreflexionen ist wohl nicht allein ein Merkmal größerer oder geringerer Intelligenz, sondern (vor allem?) ein Merkmal eines stabilen oder instabilen Selbstwertgefühles. Selbstreflexion "kratzt" am Selbstwertgefühl, da es immer Selbstwertkritik ist. Man muß einsehen, daß man Fehler gemacht hat. Vielen Menschen fällt genau das schwer.

## Zusammenfassung

Man kann also die Frage, ob Denken sprachlich ist oder nicht, nur mit einem entschiedenen "Sowohl als auch!" beantworten. Am besten gefällt mir Wilhelm v. Humboldts Charakterisierung: "Die Sprache ist das bildende Organ des Gedankens". Und man muß Lurija zustimmen, der den Zusammenhang von Sprache und Denken folgendermaßen charakterisierte: "Während die vergleichsweise einfachen Formen organischer Tätigkeit ... ohne Beteiligung der Sprache gesteuert werden können, finden die höheren psychischen Vorgänge auf der Basis sprachlicher Tätigkeit statt" (Lurija, 1992, S. 90).

Komplizierte Denkprozesse sind wohl ohne die Sprache nicht möglich. Und selbst für die primitiveren, sprachlosen Phasen der Strukturbildung im Gedächtnis während des Schlafes sind die sprachlichen Phasen Voraussetzung, da sie die Gedächtnisfetzen bereitstellen, die dann im Schlaf und beim Träumen konsolidiert und ergänzt werden. – Und ich denke auch, daß eine differenzierte Sprachbeherrschung für ein differenziertes Denkvermögen spricht. Es ist relativ schwer, die Differenziertheit der Sprache eines Individuums zu messen und mit der Problemlösefähigkeit zu korrelieren. Ich kenne auch keine Untersuchungen zu dieser Frage. Ich kann mich aber nicht erinnern, jemals jemanden kennengelernt zu haben, der differenziert sprach, sich aber sonst als Dummkopf erwies. Karl Bühler (1934, S. 400) stellt die Sprache des altägyptischen Autors Sinuhe der Sprache des griechischen Historikers Thukydides gegenüber. Betrachten Sie einmal die beiden folgenden Texte. Von wem würden Sie differenziertere Urteile erwarten, wenn Sie ihm ein Problem vortragen, von Sinuhe oder Thukydides? Wen würden Sie eher um Rat angehen? – Zunächst der Text von Thukydides:

### **Nikias**

durch die Lage der Dinge vollkommen verwirrt  
und sehend  
wie groß und nahe die Gefahr bereits war  
denn man war fast schon im Begriffe auszulaufen  
und glaubend  
wie es bei Kämpfen von so entscheidender Wichtigkeit  
meist zu geschehen pflegt  
es fehle überall noch etwas  
auch geredet sei noch nicht genug  
**berief wiederum die einzelnen Schiffsführer**  
sie anredend mit ihres Vaters und ihrem eigenen Namen

und nach ihrem Stamm  
und auffordernd jeden einzelnen  
keiner solle das in die Schanze schlagen  
was er an Ruhm erworben habe  
keiner solle die alten Tugenden verdunkeln lassen  
durch welche ihre Vorfahren gegläntzt haben  
und erinnernd an das Vaterland,  
das die herrlichste Freiheit genieße,  
an die allen Bürgern uneingeschränkte Freiheit in ihm ihre  
Lebensweise zu gestalten,  
und anderes sagend  
was Menschen hervorzubringen pflegen  
die sich in einer derartigen Lage befinden  
die sich nicht davor hüten  
daß es einem veraltet erscheinen könne  
und was Menschen bei allen solchen Fällen ähnliches sich  
zurufen  
das sich bezieht auf Frauen, Kinder und vaterländische  
Götter  
aber es für nützlich haltend in der gegenwärtigen Lage ....

(Thukydides: Der Peloponnesische Krieg, VII/69-2,  
übernommen aus Bühler, 1934, S. 400.)

Und nun der Text von Sinuhe:

Ich machte das Gehen nach Süden.  
Nicht beabsichtigte ich zu gehen nach der Residenz.  
Ich meinte, Kämpfe entstehen.  
Nicht glaubte ich, ich lebe nach ihnen.  
Ich überschritt das Maatigewässer unweit der Sykomore.  
Ich kam auf die Insel Snefru.  
Ich verweilte dort in einem Feldstück.  
Früh brach ich auf.  
Ich traf einen Mann, stehend in der Nähe.  
Er begrüßte mich achtungsvoll.  
Er fürchtetet sich.  
Es kam die Zeit des Abendessens.  
Ich näherte mich der "Stierstadt".  
Ich fuhr hinüber auf einem Schiff ....

(Sinuhe B5: übernommen aus Bühler, 1934, S. 400.)

Sinuhe scheint einfach das Reden (und Denken?) in Bedingungen, Alternativen; Folgen und Möglichkeiten nicht so gewöhnt zu sein, wie Thukydides. Hauptsächlich schildert er Tatsachen: Dies und Jenes geschah! Sinuhe stellt kaum etwas in Frage, erwägt nicht andere Möglichkeiten des Handelns. Vermutlich war Sinuhe nicht weniger "intelligent" (aber was heißt das hier?) als Thukydides, wenn man nur die biologischen Hintergründe der Intelligenz in Betracht zieht. Wenn aber sein Text typisch ist, dann lebte er in ei-

ner Kultur, deren Heurismen als „facons de parler“ viel weniger ausgeprägt, viel undifferenzierter waren als die von Thukydides.

## Literatur

- Bartl, C. & Dörner, D. (1998): Sprachlos beim Denken. Sprache & Kognition, 17, 224-230.
- Born, J. & Kraft, U. (2004). Lernen im Schlaf – Kein Traum. Spektrum der Wissenschaft, 11, 44-51.
- Bühler, K. (1935). Sprachtheorie - Die Darstellungsfunktion der Sprache. Jena: Gustav Fischer.
- Deffner, G. (1989). Interaktion zwischen Lautem Denken, Bearbeitungsstrategien und Aufgabenmerkmalen? Eine experimentelle Prüfung des Modells von Ericsson und Simon. Sprache & Kognition, 8, 98-111.
- Dörner, D. (1989). Die Logik des Mißlingens. Reinbek: Rowohlt.
- Dörner, D. (1993). Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Dörner, D. (1999). Bauplan für eine Seele. Reinbek: Rowohlt.
- Dörner, D., Bartl, Ch., Detje, F., Gerdes, J., Halcour, D., Schaub, H. & Starcker, U. (2002). Die Mechanik des Seelenwagens. Bern: Huber.
- Dörner, D. (1978). Self reflexion and problem solving. In F. Klix (Hrsg.), Human and artificial intelligence (pp. xxx-xxx). Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Dueck, G., Scheuer, T. & Wallmeier, H.M. (1993). Toleranzschwelle und Sintflut: Neue Ideen zur Optimierung. Spektrum der Wissenschaft, 3, 42-51.
- Funke, J. (2003). Problemlösendes Denken. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hadamar, J.L. (1945). The psychology of invention in the mathematical field. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Harley, T. A. (2001<sup>2</sup>). The psychology of language - From data to theory. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Hesse, M.B. (1970). Models and analogies in science. Notre Dame, IN: University Press.
- Humboldt, W. von (1988). Schriften zur Sprachphilosophie (6. Auflage). Wissenschaftliche Buchgesellschaft: Darmstadt.
- Kosslyn, S.M. (1994). Image and brain: The resolution of the imagery debate. Cambridge, MA: MIT-Press.
- Lurija, A. (1971). Towards the problem of the historical nature of psychological processes. International Journal of Psychology, 6, 259-272.

- Lurija, A. (1992). Das Gehirn in Aktion. Rowohlt: Reinbek.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Paivio, A. (1978). The relationships between verbal and perceptual codes. In M.C. Carterette & M.P. Friedman (Eds.), Handbook of perception, Vol. VIII (pp. 375-397). New York: Academic Press.
- Phelan, J.G. (1965). Replication of a study on the effects of attempts to verbalize on the process of concept attainment. Journal of Psychology, 59, 283.
- Pinker, S. (1998). Der Sprachinstinkt. Wie der Geist die Sprache bildet. Droemer - Knauer: Düsseldorf.
- Platon (1990). Sophistes. In G. Eigler (Hrsg.), Platon, Werke in acht Bänden, Band 5. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Platon (1990). Theaitetos. In G. Eigler (Hrsg.), Platon, Werke in acht Bänden, Band 5. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Reither, F. (1979). Über die Selbstreflexion beim Problemlösen. Giessen: Dissertation am FB 06 Psychologie der Universität.