

1 Einführung

- 1.1 Inhalt und Aufbau dieses Buches
- 1.2 Begriffsklärung und Arbeitsdefinition
 - 1.2.1 Wie entstehen eigentlich Probleme?
 - 1.2.2 Verschiedene Definitionsvorschläge
 - 1.2.3 Integration der Definitionsversuche
 - 1.2.4 Zum Verhältnis von Denken und Problemlösen
 - 1.2.5 Zum Verhältnis von Problemlösen und Entscheiden
 - 1.2.6 Zur Phänomenologie des Denkens
 - 1.2.7 Eine Arbeitsdefinition
- 1.3 Geschichtliche Entwicklung
- 1.4 Klassifikation von Problemen
 - 1.4.1 Taxonomie von Arlin
 - 1.4.2 Klassifikation von Dörner
 - 1.4.3 Taxonomie von Lürer und Spada
 - 1.4.4 Taxonomien komplexer Probleme
- 1.5 Zur Einordnung problemlösenden Denkens in die Architektur psychischer Funktionen
- 1.6 Zusammenfassung

Die Begriffe »Denken« und »Problemlösen« wecken Assoziationen, die positiv besetzt sind. Wer ein guter »Denker« oder eine erfolgreiche »Problemlöserin« ist, genießt im sozialen Umfeld Anerkennung und wird um Rat gefragt. Beide Konzepte, die miteinander verwandt sind, charakterisieren offenbar erstrebenswerte Eigenschaften, die sowohl im schulischen wie beruflichen Umfeld als auch im Privatleben geschätzt werden. Sie dienen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit im kognitiven Bereich und stellen eine der Grundlagen dessen dar, was man herkömmlich »Intelligenz« nennt. Problemlösen zählt im Rahmen groß angelegter internationaler Schulleistungsstudien heute zu den sog. Schlüsselqualifikationen, die im Unterschied zu den bereichsspezifischen Kompetenzen als »crosscurriculare«, d. h. fächerübergreifende Fähigkeit betrachtet werden. Problemlösen gehört aber auch zu den Kernaufgaben von Führungskräften im ökonomischen wie politischen Bereich – kurz: Es gibt eigentlich kaum einen Bereich menschlichen Lebens, in dem Problemlösen *nicht* bedeutsam wäre!

Problemlösendes Denken bezieht sich auf die geistigen Funktionen, die in der Geschichte der Menschheit Gutes wie Schlechtes hervorgebracht haben. Viele nützliche, aber auch viele schreckliche Erfindungen sind durch Nachdenken entstanden – für das Überleben der Spezies Mensch auf unserem Planeten Erde sind wir mehr als je zuvor darauf angewiesen, dass in die Zukunft blickende Vernunft regiert und nicht nur das Hier und Jetzt die Handlungen diktiert. Diese planende Vorausschau ist ebenfalls Teil der psychischen Funktionen, mit denen sich dieses Buch beschäftigt.

Problemlösen könnte so einfach sein: Nimm den gegebenen Ausgangszustand, lege den gewünschten Zielzustand fest und finde die Operatoren, die den Ausgangs- in den Zielzustand überführen. Wo ist also das Problem? Tatsächlich haben alle drei erwähnten Elemente (Ausgangszustand, Zielzustand, Operatoren) ihre Tücken und machen Probleme zu dem, was sie sind.

Der *Ausgangszustand*: Nur in den seltensten Fällen ist der Ausgangszustand eng umgrenzt beschreibbar – eben nur in den Fällen geschlossener Probleme, bei denen alles gut überschaubar ist.

Beispiel (Bsp): Wie kann man die Additionsaufgabe SEND+MORE=MONEY so auflösen, dass jedem Buchstaben eine Zahl korrespondiert (als Starthilfe: E=5), sodass die zwei vierstelligen Zahlen summiert eine fünfstellige Zahl ergeben?¹

Überschaubar ist dieser Ausgangszustand, weil den 8 vorkommenden Buchstaben genau 8 Ziffern aus dem Gesamtrepertoire aller 10 Ziffern zugeordnet werden müssen und zudem die Zuordnung so gestaltet sein muss, dass eine sinnvolle Addition erfolgt. Kleine, überschaubare und abgeschlossene Ausgangszustände wie diese sog. »kryptarithmetische« Aufgabe kommen leider nur selten vor (meist in den psychologischen Laboratorien), komplexe Probleme sind dagegen durch offene Ausgangszustände gekennzeichnet.

Bsp: Wie will man den Ausgangszustand beschreiben, der durch das Ereignis des 11. September 2001 – den fürchterlichen Terroranschlag auf das World Trade Center in New York – charakterisiert ist und ein Problem nicht nur für die unmittelbar Betroffenen darstellte? Wo kann man eine Grenze ziehen, die diesen Ausgangszustand hinreichend kennzeichnet? Wie weit muss man ausholen, wie weit in die Geschichte zurückgehen?

Das Problem des Ausgangszustands ist eng verwandt mit der Frage, welche Voraussetzungen in einer gegebenen Situation stillschweigend als erfüllt angesehen werden dürfen – ein enormes Problem für jede Art von künstlicher Intelligenz, deren Weltwissen meist extrem beschränkt ist. Searle (1992, Chap. 8) gibt für dieses Problem des Ausgangszustands (er nennt es »the Background«) als Beispiel die Situation eines Kunden in einem Restaurant an, der beim Kellner ein »Steak mit Fritten« bestellt. Was mit diesen drei Worten an impliziten Voraussetzungen verbunden ist, macht man sich selten klar; ein paar verborgene Annahmen sollen zur Illustration genannt sein: In der Küche wird eine des Bratens von Fleisch kundige Person erwartet; beim Steak handelt es sich um eine vorbehandelte Form von Fleisch; es wird eine handelsübliche Portion und nicht zwei Kilogramm gebracht; die Fritten kommen gebraten und nicht tiefgefroren; der Plural bei »Fritten« bedeutet: durchaus mehr als zwei, aber sicher nicht 10.000; das Essen wird in vertretbarer Zeit auf einem Teller an den Tisch gebracht und nicht hingeworfen zum Verzehr mit der bloßen Hand; das Gericht darf vom Gast verspeist und nicht nur angeschaut werden; während des Essens kann der Gast ungestört an einem Tisch sitzen und muss das Steak nicht auf der Toilette im Stehen essen usw. Dies ist nur ein Bruchteil all dessen, was wir an »Weltwissen« in Situationen hineinbringen – was alles gehört davon zum Ausgangszustand eines Problems?

¹ Weitere Anregung zum Nachdenken: M muss wegen des Übertrags schon mal 1 sein; wenn M + S und ein eventueller Übertrag 0 ergibt, muss S 8 oder 9 betragen; usw.

Das Problem des undeutlichen Ausgangszustands macht der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI) schwer zu schaffen: »Verstehende Systeme« verfügen bis heute nicht über die Fähigkeit, das in einem bestimmten Kontext benötigte Weltwissen passend abzurufen. Allenfalls bei überschaubaren, geschlossenen Problemräumen wie z. B. Terminverhandlungen oder Hotelzimmer-Reservierungen (vgl. Wahlster, 2000) können KI-Systeme mit menschlichen Systemen konkurrieren (und auch das nur auf der Ebene abstrakter Informationen – ob das reservierte Zimmer »schön« ist oder im Winter über eine herrliche Aussicht verfügt, gehört schon nicht mehr dazu).

Der *Zielzustand*: Hier verschärft sich das eben beschriebene Problem nochmals – wenn schon der Ausgangszustand keine »scharfen Ränder« hat, wie kann dann ein präziser Zielzustand beschrieben werden? Allenfalls auf einer abstrakten Beschreibungsebene können amerikanische Truppen etwa die Zielvorgabe »Fangt Osama bin Laden!« erhalten. Auch wenn dieses Ziel noch vergleichsweise konkret erscheinen mag, ist das wichtigere Ziel »Bekämpft den internationalen Terrorismus!« derartig unscharf beschrieben, dass man binnen kurzem darüber in Streit geraten kann, ob etwa die Beschränkung grundgesetzlicher Garantien dafür in Kauf genommen werden muss.

Damit befinden wir uns schon mitten in einer Diskussion über die *Mittel* (die Operatoren), die zum Erreichen eines Ziels verwendet werden sollen. Mittel und Ziele hängen wechselseitig voneinander ab: Hat man bestimmte Mittel zur Verfügung, sind bestimmte Ziele leichter denkbar (zur Bestimmung des Blutdrucks brauche ich ein entsprechendes Messgerät – solange es dieses noch nicht gab, war das Ziel Blutdruckmessung unsinnig), umgekehrt geht man von Zielen aus und sucht nach passenden Mitteln (Wie kann eine Strahlentherapie bei Krebs so durchgeführt werden, dass gesundes Gewebe nicht geschädigt wird?).

Sowohl bei Mitteln als auch bei Zielen spielen Werte eine wichtige Rolle, und nicht jeder folgt dem Satz, wonach der Zweck die Mittel heilige. Ob der Bombeneinsatz in Afghanistan dadurch gerechtfertigt wird, dass er gegen einen menschenverachtenden Feind eingesetzt wird, ist eine moralische Frage – auch ein Tyrannenmord bleibt ein Mord. Für übergeordnete Ziele (»Ideologien«) haben in der Geschichte der Menschheit viele ihr Leben lassen müssen, ohne dass die Welt dadurch besser geworden wäre. Das Gegenstück zu den Zielfanatikern, die zur Erreichung ihres Ziels jedes Mittel einsetzen würden, sind die Mittelfetischisten, die ein einziges Instrumentarium für unterschiedlichste Ziele empfehlen (Beispiel: Irisdiagnostik als alleiniges Instrument zur Zustandsbestimmung aller Körperorgane und -systeme).

Bei komplexen Problemen – so werden wir später hören – spricht Dörner von einer »dialektischen Barriere« zwischen Ausgangs- und Zielzustand, um den Entwicklungsprozess zu benennen, der Ziele und Mittel aufeinander abstimmt: Mit bestimmten Mitteln werden einzelne Ziele überhaupt erst erreichbar, umgekehrt wird erst durch bestimmte Ziele die Suche nach entsprechenden Mitteln angestoßen. Dialektische Barrieren erfordern in besonderer Weise eine Bewertungsfunktion, anhand derer die Zielnähe bestimmt werden kann. Hussy (1983) nimmt hierfür sogar eine separate Komponente in sein Struktur- und Prozessmodell der Informationsverarbeitung (SPIV-Modell) auf, die er »evaluative Struktur« nennt.

1.1 Inhalt und Aufbau dieses Buches

Bevor man ein neues Buch schreibt, macht man zunächst eine Bestandsaufnahme und sichtet die vorliegenden Werke zum Gegenstandsbereich. Im deutschsprachigen Bereich sind zum Thema »Denken und Problemlösen« die Bücher von Aebli (1980, 1981), Dörner (1976, 1987, 3. Aufl.), Oerter (1971) und Hussy (1984, 1986) einflussreiche Vorgänger, aber auch die Bücher von Arbinger (1997), Brander, Kompa und Peltzer (1985), Hussy (1993, 1998, 2. Aufl.), Schaefer (1985) oder Seidel (1976) sollen nicht übersehen werden. Das Lehrbuch von Bösel (2001) behandelt Denken in einem sehr allgemeinen Rahmen und geht auf das im vorliegenden Buch ausführlich behandelte Thema des komplexen Problemlösens nur am Rande ein. Der von Graumann (1965b) herausgegebene Reader versammelt ältere Arbeiten. Sowjetische Beiträge zur Denkpsychologie findet man bei Matthäus (1988).

Im englischsprachigen Raum ist die Situation wegen der Größe des Sprachraums schwerer zu überblicken. Neben sehr vielen (Lehr-)Büchern zum Thema »Kognition« befassen sich Gilhooly (1996), Manktelow (1999), Mayer (1992) oder Robertson (2001) schwerpunktmäßig mit dem Thema »Denken« bzw. »Problemlösen«. Speziell zum deduktiven und induktiven Schlussfolgern, auf das hier nicht ausführlich eingegangen wird, lese man die Bücher von Evans (1989), Evans, Newstead und Byrne (1993), Hell, Fiedler und Gigerenzer (1993), Johnson-Laird und Byrne (1991) oder Keane und Gilhooly (1992).

Wer erwartet, konkrete Hinweise zum Lösen von Problemen zu finden, wird wahrscheinlich enttäuscht sein. Hier gibt es einen reichhaltigen Markt an Ratgeber-Literatur, dem es allerdings zumeist an theoretischer Unterfütterung mangelt (z. B. Brauchlin & Heene, 1995; Sell, 1989). Anwendungsaspekte des Problemlösens stehen im Vordergrund des Readers von Neber (1987).

Was unterscheidet das vorliegende Buch von den genannten anderen Werken? Problemlösendes Denken hat in den letzten 25 Jahren ein neues Verständnis erfahren: Mit dem verstärkten Aufkommen von Rechnern in psychologischen Laboratorien hat sich eine Abwendung der Denkpsychologie von Denksportaufgaben und eine Hinwendung zu computersimulierten Szenarios vollzogen, mit denen Realitätsausschnitte modelliert werden können, in die Versuchspersonen dann handelnd eingreifen sollen (Stichwort »Komplexes Problemlösen«). Diese radikale Erweiterung des Gegenstandsbereichs hat in den bislang vorliegenden Lehrbüchern zur Denkpsychologie noch keinen nennenswerten Niederschlag gefunden (wie übrigens auch deren Rezeption auf internationaler Ebene eher schleppend verläuft). Dies soll sich mit dem vorliegenden Buch ändern.

Der *Plan des Buches* ist folgender: Nach einführenden Betrachtungen zum Gegenstandsbereich und seiner historischen Entwicklung wird Kapitel 2 die Theorien und Ansätze zum problemlösenden Denken vorstellen, die sich als wichtig erwiesen haben. Neben dem einflussreichen Konzept des »General Problem Solvers« von Newell, Shaw und Simon (1958) werden die Zwei-Räume-Theorie von Simon und Lea (1974) und deren Weiterentwicklung durch Klahr und Dunbar (1988) vorgestellt, außerdem Dörners (ältere) Theorie des Problemlösens als Informationsverarbeitung (1976), seine neuere Psi-Theorie (Dörner, 1999), die Theorie deklarativer Vereinfachung nach Klauer (1993), Swellers Theorie kognitiver Belastung (1988) und Hammonds Theorie der Kognition für dynamische Umge-

bungen (1988). Neben diesen eher spezifischen Problemlöse-Theorien kommen aber auch allgemeinere Ansätze zur Sprache, die als regelbasierte Produktionssysteme (z. B. Anderson, 1993b), als konnektionistische Modelle (z. B. Elman et al., 1996), als evolutionspsychologische Konzepte (z. B. Gigerenzer, Todd & the ABC Research Group, 1999) oder als handlungstheoretische Ansätze bekannt sind und in der Denk- und Problemlösepsychologie Anwendung finden.

Kapitel 3 schildert Paradigmen und zentrale Befunde des einfachen Problemlösens. Beim einfachen Problemlösen geht es etwa um Einstellungseffekte oder um die Rolle der Problemrepräsentation. Die Untersuchungsparadigmen stellen dabei vergleichsweise einfache Anforderungen wie beim »TURM VON HANOI« oder bei Streichholzproblemen. Aus dem Unbehagen an der Simplizität speist sich die Entwicklung komplexerer Untersuchungsinstrumente, denen sich die nächsten beiden Kapitel unter dem Stichwort des komplexen Problemlösens widmen. Kapitel 4 behandelt zunächst die Kennzeichen komplexer Probleme, bevor dann die historische Entwicklung sowie kontroverse Forschungsstandpunkte dargestellt werden. Kapitel 5 stellt die initialen Befunde aus der »Frühzeit« der Forschung dar, wie sie anhand der Szenarios LOHHAUSEN, SCHNEIDERWERKSTATT und TANALAND ermittelt wurden, aber auch die neueren Arbeiten werden detaillierter vorgestellt.

Kapitel 6 sortiert die inzwischen vorliegende Befundvielfalt nach disziplinären Kategorien: Sowohl aus Sicht der grundlagenorientierten Fächer Allgemeine Psychologie, Differenzielle Psychologie, Entwicklungspsychologie und Sozialpsychologie als auch aus Sicht der anwendungsorientierten Fächer Pädagogische Psychologie, Arbeits- und Betriebspsychologie sowie Klinische Psychologie werden jeweils ausgewählte Anwendungsbeispiele des problemlösenden Denkens aufgezeigt.

Kapitel 7 stellt eine Zusammenfassung des erreichten Stands dar, gibt einen Ausblick auf die noch offenen Problemstellungen in Forschung wie Anwendung und versucht damit einen Blick in die Zukunft. Auch wenn derartige Projektionen immer ein Wagnis darstellen, gehört dies zu den Aufgaben einer Positionsbestimmung, wie sie hier vorgenommen wird.

Zur Erhöhung der Lesbarkeit werden in den fortlaufenden Text gelegentlich Textboxen eingestreut, die einzelne Themen und Konzepte aufgreifen und vertiefen. Nach Zusammenfassungen wird im Regelfall auf weiterführende Literatur verwiesen.

Doch zunächst geht es um einige grundlegende Begriffsklärungen und Definitionsvorschläge, die uns zu einer Arbeitsdefinition führen. Eine kurze geschichtliche Betrachtung und ein Abschnitt zur Klassifikation von Problemen beenden das erste Kapitel.

1.2 Begriffsklärung und Arbeitsdefinition

Bsp: Ein hungriger Schimpanse sitzt im Käfig und schaut zu, wie jemand eine leckere Banane an der Decke des Käfigs aufhängt. Nach kurzer Zeit baut der Schimpanse aus herumliegenden Kisten einen kleinen Turm, auf den er steigt, um sich die Banane zu holen.

Diese Situation – von Köhler (1921) bei seinen Schimpansen-Versuchen auf Teneriffa während des Ersten Weltkriegs beobachtet – lässt kaum Zweifel aufkommen: Der intelligente Werkzeuggebrauch ist Resultat von denkerischer Tätigkeit und hat ein Problem des Schimpansen gelöst, nämlich wie er seinen Hunger befriedigen kann.

Aber woher nehmen wir die Gewissheit, dass hier ein Problem vorlag, das es zu lösen galt? Dafür sind zunächst einmal die Begriffe »Denken« und »Problemlösen« genauer zu bestimmen. Dies ist insofern eine paradoxe Absicht, als die Klärung der Begriffe eigentlich erst am Ende unserer Betrachtung erfolgen kann. Diese Paradoxie haben Meyer, Schützwohl und Reisenzein (1993) in ihrer »Einführung in die Emotionspsychologie« sehr treffend beschrieben und daraus die Konsequenz abgeleitet, mit einer *Arbeitsdefinition* zu beginnen, die wichtige, konsensual von der *scientific community* getragene Elemente des Begriffs sowie Beispiele enthält. Dies wird weiter unten erfolgen; wir beginnen zunächst mit einem kurzen Rundgang durch verschiedene Definitionsvorschläge, um uns auf diese Art dem Gegenstand und damit unserer Arbeitsdefinition zu nähern. Doch zunächst muss die Frage gestellt werden, woher denn die Probleme kommen, mit denen wir uns herumplagen müssen.

1.2.1 Wie entstehen eigentlich Probleme?

Wenn man über Problemlösen spricht, wird ganz selbstverständlich davon ausgegangen, dass Probleme existieren. Tatsächlich wirft diese Präsupposition (=implizite Vorannahme) die Frage auf, wie denn Probleme entstehen und wo sie herkommen. Wie die weiter unten aufgeführten Definitionsversuche demonstrieren, werden Probleme erst dadurch zu solchen, dass Organismen bestimmte Ziele verfolgen und diese nicht auf Anhieb erreichen. Die Situationen selbst sind nicht das Problem, sondern eine gegebene Situation zusammen mit einer bestimmten Zielsetzung eines Organismus *machen* ein Problem.

Für die meisten Forschenden auf dem Gebiet des problemlösenden Denkens ist es unausgesprochene Prämisse ihrer Arbeiten, dass die Welt voll von Problemen ist, die es zu lösen gilt. Selten wird allerdings der Frage nachgegangen, woher die zu lösenden Probleme eigentlich kommen – nachfolgend findet sich ein Antwortvorschlag dazu.

Problemlösendes Denken wird notwendig durch die Zielorientiertheit von Organismen. Wenn wir davon sprechen, dass Menschen Handlungen vollziehen, qualifizieren wir damit einen bestimmten Teil des unablässigen Verhaltensstroms, der nicht aufhört, solange ein Mensch lebt. Das Abgrenzungsmerkmal zwischen bloßem Verhalten und einer Handlung ist aber gerade die Intentionalität, die Zielgerichtetheit, die bewusste Zielantizipation (vgl. Boesch, 1980, Kap. II). Menschliche Handlungen verfolgen also Ziele und laufen damit zwangsläufig Gefahr, auf Probleme zu stoßen, denn nicht alles, was man will, ist auch (direkt) erreichbar. Solange Menschen handeln, können Probleme durch diese Handlungen entstehen (wobei auch Unterlassungshandeln zu den Handlungen zählt), ja man kann sagen: Gerade *weil* Menschen handeln, entstehen Probleme.

Die wichtigsten Grundprobleme eines Organismus ergeben sich aus der Notwendigkeit, die Vitalfunktionen des Körpers aufrechtzuerhalten: Sauerstoffzufuhr, Flüssigkeitszufuhr, Nahrungszufuhr stehen hier am Anfang; es folgt der Schutz des

Körpers vor klimatischer Unbill wie auch der Schutz vor Räubern, die sich des Organismus als Beute bedienen könnten. Schließlich kommen soziale Bedürfnisse hinzu, um die Fortpflanzung sicherzustellen.

Diese evolutionsbiologisch inspirierte Betrachtung der Grundprobleme wirft sofort die Frage auf, inwiefern es sich hier tatsächlich um »Probleme« handelt. Es handelt sich ja um Regelsysteme, die zum großen Teil auf natürliche Weise reguliert werden. Allerdings ist der zur Regelung dieser Systeme benötigte »Stoff« (Luft, Wasser, Nahrung etc.) nicht unbegrenzt und überall verfügbar – schon entsteht ein Problem!

Ganz im Unterschied zu diesen »natürlichen« Problemen sind andere Probleme »selbst gemacht« oder »artifizial«. Sie werden durch menschengeschaffene Produkte (»Artefakte«) erzeugt, sei es *während* ihres Gebrauchs (z. B. die Benutzerschnittstelle einer Software, die ich nicht verstehe), sei es durch die *Folgen* des Gebrauchs (z. B. Umweltverschmutzung durch die Nutzung eines Autos). In der Geschichte der Menschheit scheint sich eine Entwicklung weg von den natürlichen hin zu den selbst gemachten Problemen abzuzeichnen, obwohl das ungebremste Wachstum der Menschheit und die oft gedankenlose Verschwendung von Umweltressourcen die natürlichen Probleme wieder in ihrem Stellenwert wachsen lassen.

Dass man nicht nur das Lösen von Problemen in der Problemlöseforschung untersucht, sondern auch deren *Entstehung*, illustriert eine Arbeit von Nährer (1988), in der seine Versuchspersonen (90 Akademiker und Studierende) gebeten wurden, vier unterschiedlich schwierige Probleme vom Typ »Drehrichtungsaufgabe« konstruktiv zu erzeugen, nicht zu lösen. Bei diesem Aufgabentyp geht es darum, mehrere auf starren Achsen befestigte Räder durch Keilriemen zu verbinden. Am Ende sollen andere Personen vorhersagen, in welche Richtung sich die beteiligten Räder jeweils drehen, wenn man eines davon in Bewegung setzt (Genauerer dazu in Kapitel 6.4.5). Interessant an Nährers Ergebnissen ist übrigens, dass die Problemkonstrukteure die Schwierigkeit z. B. dadurch erhöht haben, dass sie irrelevante Teile eingefügt haben, um die Komplexität zu steigern. Über das Merkmal Komplexität wird an späterer Stelle noch zu reden sein.

Die hier vorgetragene Meinung, dass Probleme gemacht und nicht gegeben sind, hilft auch beim Umgang mit sog. »unlösbaren« Problemen. Diese sind kein Grund, in Depressionen zu verfallen; vielmehr zeigt sich, dass in solchen Fällen eine Debatte über die möglicherweise unrealistischen Ziele zu führen ist: Dass wir es bis heute kaum schafften, aus Blei Gold zu machen (das Alchimistenproblem), zeigt keineswegs die Schwächen menschlichen Denkens auf, sondern weist auf falsch gesetzte Ziele. Zu wissen, wie Probleme entstehen, hilft damit auch, Probleme zum Verschwinden zu bringen. Handlungsziele aufzugeben gehört zu den einfachsten Methoden, ein Problem loszuwerden.

Schließlich ist anzumerken, dass gerade angesichts globaler Menschheitsprobleme wie z. B. Weltfrieden, Weltklima oder Welternährung eine Komplexitätsstufe erreicht wird, bei der einfache und schnelle Problemlösungen nicht erwartet werden können. Anstelle des Konzepts der *Lösung eines Problems* wäre hier wohl sinnvoller von *Annäherungen an gewünschte Zielzustände* oder von *Optimierungen* zu sprechen.

1.2.2 Verschiedene Definitionsvorschläge

Duncker (1935/1974, S. 1) beginnt seine Monografie zum produktiven Denken mit folgender Definition:

»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 (Ausführen selbstverständlicher Operationen) in den erstrebten Zustand überführen lässt, wird das Denken auf den Plan gerufen. Ihm liegt es ob, ein vermittelndes Handeln allererst zu konzipieren.«

In dieser Definition steht das zu erreichende Ziel im Zentrum, und dieses Ziel steuert das Handeln. Problemlösen ist Mittel zum Zweck der Handlungsregulation.

Diese klassische Definition von Duncker hält sich in verschiedenen Varianten bis heute. Klix (1971, S. 640) spricht von einem Problem, wenn drei Dinge gegeben sind: a) ein Anfangszustand, b) ein Zielzustand und c) das nicht unmittelbare Gelingen einer Überführung des Anfangs- in den Zielzustand. Dörner (1976, S. 10) definiert ein Problem wie folgt:

»Ein Individuum steht einem Problem gegenüber, wenn es sich in einem inneren oder äußeren Zustand befindet, den es aus irgendwelchen Gründen nicht für wünschenswert hält, aber im Moment nicht über die Mittel verfügt, um den unerwünschten Zustand in den wünschenswerten Zielzustand zu überführen.«

In ähnlicher Weise formulieren Lürer und Spada (1990, S. 256) ihre Definition eines Problems:

»Ein Problem liegt dann vor, wenn ein Subjekt an der Aufgabenumwelt Eigenschaften wahrgenommen hat, sie in einem Problemraum intern repräsentiert und dabei erkennt, dass dieses innere Abbild eine oder mehrere unbefriedigende *Lücken* enthält. Der Problemlöser erlebt eine *Barriere*, die sich zwischen dem ihm bekannten Istzustand und dem angestrebten Ziel befindet.«

Dass es beim Denken um das Füllen von Lücken geht, hat auch Bartlett (1951), dem wir die Schematheorie des Gedächtnisses verdanken, bereits vor 50 Jahren festgestellt. Er betont, mit wie vielen Löchern und Lücken wir beim Denken umgehen, und stellt verwundert fest: »How much can be done with how little.« Je nach der Art der Lücke unterscheidet er zwischen zwei Arten der erforderlichen Aktivität zu ihrer Beseitigung: *Interpolation*, die die Lücke zwischen zwei bekannten Enden schließt, und *Extrapolation*, die von einem gegebenen Ende aus weiter ins Ungewisse gerichtet ist. »It is at least convenient to treat thinking as a special way or ways of filling up gaps or intervals in evidence obtained directly or indirectly from observation« (Bartlett, 1951, S. 38). Wir werden beim Konzept der »Barrieren« zwischen Ausgangs- und Zielzustand von Dörner wieder darauf zu sprechen kommen.

In ihrem einflussreichen Buch »The psychology of thinking« schreiben Bourne, Ekstrand und Dominowski (1971, S. 5), dass man die vorliegenden Definitionsversuche dessen, was Denken sein soll, wie folgt zusammenfassen könnte:

»Thinking is a complex, multifaceted process. It is essential internal (and possibly nonbehavioral), involving symbolic representations of events and objects not immediately present, but is initiated by some external event (stimulus). Its function is to generate and control overt behavior.«

Aber sie kritisieren diesen Definitionsvorschlag, weil er Denken völlig aus der Sphäre von beobachtbaren Verhaltensphänomenen ausgrenze. An einem von ihnen gegebenen Beispiel soll dies erläutert werden.

Bsp: Stellen wir uns eine Mathematikerin vor, die an einem Tisch sitzt und versucht, ein Theorem zu beweisen. Sie hat vor sich ein Blatt Papier, auf dem sie gelegentlich Notizen macht, ansonsten ist wenig zu sehen. Sie lehnt sich oft zurück, schließt die Augen, stützt ab und zu den Kopf mit ihrer Hand. Nach einiger Zeit schreibt sie etwas auf, das sie als Lösung betrachtet. Sie wendet sich anderen Tätigkeiten zu.

Was braucht man, um das problemlösende Denken dieser Person als Verhaltensphänomen beschreiben zu können? Bourne et al. (1971) sehen mindestens die folgenden vier Differenzierungen: 1. *Wissen*: Unsere vorgestellte Mathematikerin greift auf umfangreiches Vorwissen zurück, ohne das sie keine Ideen über den Theorembeweis entwickeln könnte; 2. *Fähigkeiten*: Sie *weiß* nicht nur etwas, sie *kann* auch eine Term-Umformung erfolgreich durchführen (Wissen garantiert noch kein Können, wie auch umgekehrt Können ohne Wissen möglich scheint – dazu später mehr); 3. *Absichten*: Ohne eine entsprechende Absicht würde das Denken nicht in Gang kommen, es geschieht nicht »einfach so«, sondern steht unter der Kontrolle von Zielen; 4. *Leistung*: Durch den Denkprozess entsteht etwas, in unserem Fall ein spezieller Beweis. Erfüllt das Produkt die in den Absichten festgehaltenen Zielvorstellungen, kann die Episode als abgeschlossen, das Problem als gelöst betrachtet werden.

1.2.3 Integration der Definitionsversuche

Versucht man, die verschiedenen Definitionsversuche zum Problemlösen zu kondensieren, scheint der kleinste gemeinsame Nenner derjenige der *Suche* zu sein, nämlich der Suche nach der Lösung eines Problems, nach dem Weg zum Ziel. Aber wonach genau wird eigentlich gesucht? Die Lösung zu finden, ist gleichbedeutend damit, die Suche nach ihr abzubereiten. Lösungskriterien sind Abbruchkriterien. Die folgende Liste zeigt, dass eine Suche von ganz verschiedenen Abbruchkriterien geleitet werden kann (es können mehrere Kriterien gleichzeitig angelegt werden):

- Nach dem *Ziel*: Was genau ist eigentlich mein Zielzustand?
- Nach den *Mitteln*: Welche Mittel stehen mir zur Verfügung, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen?
- Nach den »*constraints*« (den Beschränkungen): Auf welche Randbedingungen muss ich achten?
- Nach der geeigneten *Abfolge* von Operationen: In welcher Reihenfolge setze ich bestimmte Maßnahmen ein?
- Nach der Art der *Repräsentation* (dem Problemraum): Wird das Problem sprachlich und/oder bildlich (oder noch anders) repräsentiert?
- Nach der »*Eleganz*« der Lösung (z. B. in der Mathematik).

Alle diese Aspekte spielen beim problemlösenden Denken eine Rolle und müssen bedacht werden. Je nach Art des Problems dominieren einzelne dieser Teilaspekte die anderen und machen damit die spezifische Sorte von Problem, den Problemtyp, aus (dazu mehr in Kapitel 1.4).

1.2.4 Zum Verhältnis von Denken und Problemlösen

Was das Verhältnis der beiden Begriffe »Denken« und »Problemlösen« zueinander betrifft, ist die einfachste Möglichkeit diejenige, das Problemlösen als Sonderfall

denkerischer Tätigkeit aufzugreifen und neben kreativem oder logischem Denken aufzuführen. Dann wäre die Besonderheit des problemlösenden im Vergleich zum logisch-analytischen oder produktiven, kreativen Denken zu benennen, ganz nach der scholastischen Vorgehensweise, die jeden Begriff durch Angabe eines Oberbegriffs (*genus proximum*, z. B. Tier) und der Abgrenzungsmerkmale gegenüber gleichrangigen Konzepten (*differentia specifica*, z. B. bellen) eindeutig in einer Begriffshierarchie platziert (»Ein Hund ist ein Tier, das bellt«). Vor diesem Hintergrund könnte man sagen, dass Problemlösen diejenige Art des Denkens beschreibt, durch das Menschen Hindernisse auf dem Weg zu einem Ziel beseitigen.

Eine andere Möglichkeit wäre, alle denkerischen Prozesse als im weitesten Sinne problemlösend anzusehen und damit Denken und Problemlösen gleich zu setzen. Anderson (1985, S. 199) vertritt diesen Standpunkt in radikaler Weise, indem er schreibt:

»It seems that all cognitive activities are fundamentally problem-solving in nature. The basic argument is that human cognition is always purposeful, directed to achieving goals and to removing obstacles to those goals.«

Damit würde allerdings eine Differenzierungsmöglichkeit verloren gehen, die ich gerne erhalten wissen möchte. Nach Andersons umfassendem Verständnis von Kognition als Problemlösen wären nämlich auch Prozesse der Wahrnehmung, des Lernens oder des Gedächtnisses darunter zu subsumieren. Demgegenüber lege ich eine engere Interpretation des Begriffs »Problemlösen« zugrunde, die diese Funktion des Denkens abgrenzt von der Tätigkeit des Schlussfolgerns oder des Erschaffens neuer Ideen – wobei dies allenfalls als Akzentsetzung verstanden werden kann, da natürlich beim Problemlösen schlussfolgernde Urteile ebenso benötigt werden wie einfallsreiche Ideen zur Problemlösung.

Die Wahl des Begriffs »problemlösendes Denken« hat also mehrere Implikationen, auf die kurz hingewiesen werden soll: Die Auszeichnung des Denkens als »problemlösend« weist auf die Möglichkeit hin, dass das Denken auch noch andere Schwerpunkte als das Lösen von Problemen haben kann (der schlussfolgernde, urteilende, kreative Schwerpunkt). Damit verbunden ist die Annahme, dass der jeweilige Schwerpunkt die *Funktion* der denkerischen Tätigkeit beschreibt, die funktionale Sicht also davon ausgeht, dass das Denken keinen Selbstzweck darstellt, sondern im Dienste des Organismus steht und dessen Überleben sicherstellen soll. Damit wird problemlösendes Denken in den Dienst menschlicher Handlungsregulation eingeordnet und ihm zugleich eine wichtige Schlüsselstellung eingeräumt: nämlich die Kontrolle eben dieses Handelns.

1.2.5 Zum Verhältnis von Problemlösen und Entscheiden

In welchem Verhältnis stehen Problemlösen und Entscheiden zueinander? Wo liegt der Unterschied zwischen Problemlösen und Entscheiden? Mit der handlungstheoretischen Einbettung geht es um die Vorstellung, dass beim Problemlösen unter verschiedenen Handlungsoptionen die beste ausgewählt wird, also eine Entscheidung zu treffen ist. Es mag damit der Eindruck entstanden sein, dass Problemlöse- bzw. Entscheidungsforschung gleiche Gegenstände behandeln, also zwei Etiketten für dasselbe Gebiet verwendet würden. Dies ist allerdings nicht zutreffend.

Entscheidungsforschung befasst sich mit den Prozessen, die zu genau *einer* bestimmten Entscheidung führen (Kaufentscheidung für ein bestimmtes Produkt,

Entscheidung pro oder contra neue Mietwohnung etc.). *Problemlöseforschung* geht darüber hinaus, indem sie sich mit *Serien* von Entscheidungen befasst, die in einem größeren Kontext stehen. Um als Bürgermeister eine simulierte Kleinstadt erfolgreich zu leiten, muss ich mehr als nur eine einzelne Entscheidung treffen – ich muss ganze Bündel von Maßnahmen schnüren, um Probleme zu lösen. Auch wenn sich Problemlösen somit auf einer feineren Ebene durchaus als Sequenz von Entscheidungen darstellen lässt, geht es nicht nur um die isolierten Entscheidungen. Zu Problemlöse-Instanzen werden solche Entscheidungssequenzen, wenn man zusätzlich die Suche nach problemlösenden Mitteln, die Sammlung und Bewertung von Informationen, das Prüfen intendierter Wirkungen getroffener Entscheidungen und das Tragen der Verantwortung für die Konsequenzen von Entscheidungen betrachtet.

1.2.6 Zur Phänomenologie des Denkens

Nach dem eben Gesagten wollen wir Problemlösen als einen Sonderfall des geordneten Denkens betrachten und den Gegenstand dieses Buchs damit einschränken. Um dem übergeordneten Konzept wenigstens in aller Kürze Tribut zu zollen, stellt dieser Abschnitt einige allgemeinere Merkmale dar, die man bei der Behandlung des problemlösenden Denkens im Hinterkopf haben sollte.

Denken stellt eine psychische Funktion dar, mit der jeder Mensch seine eigenen Erfahrungen macht. Diese introspektive Zugänglichkeit ist für die wissenschaftliche Erforschung Vor- und Nachteil zugleich: Vorteil insofern, als zumindest die bewussten Prozesse damit direkt zugänglich sind (wenngleich auch nur dem denkenden Subjekt selbst), Nachteil insofern, als eine intersubjektiv herstellbare Gewissheit über Denkprozesse damit bestritten werden muss. Dies zeigt die Perspektive der ersten Person (»ich denke«) im Unterschied zur dritten Person (»sie oder er denkt«): Während die erstgenannte Aussage »ich denke« aus Sicht des denkenden Subjekts wahrheitsgemäß gemacht werden kann, ist die Aussage in der dritten Person immer nur hypothetisch zu machen. Selbst bei Rodins berühmter Skulptur (vgl. Abbildung 1) können wir uns nach wissenschaftlichen Kriterien betrachtet nicht sicher sein, ob er »denkt« oder nicht.

Die Phänomenologie des Denkens versucht, die wesentlichen Merkmale dieser psychischen Funktion in allgemeiner Weise festzuhalten. Graumann (1964, 1965a, S. 19 f.) hat die wichtigen Aspekte in mehreren Punkten festgehalten, die kurz beschrieben werden sollen:

Vergegenwärtigung. Die denkende Person ist losgelöst von der sinnlichen Erfahrung und kann damit Vergangenes wie Zukünftiges vergegenwärtigen. Vergegenwärtigung bedeutet auch, der Fantasie Platz einzuräumen und nicht nur das Gegebene, sondern auch das Mögliche zu bedenken. Je intensiver an etwas gedacht wird, umso lebendiger tritt es vor das geistige Auge und wird dadurch präsent.

Ordnungsleistung durch Begriffsbildung. Im Vorgang der Abstraktion wird Allgemeines »auf den Begriff gebracht«. Diese Art von bewusster begrifflicher Klassenbildung ist natürlich eine Leistung des Denkens, für einige Autoren sogar *die* zentrale Aufgabe (vgl. Aebli, 1980, 1981, 1988). Begriffsbildung steht daher in vielen Arbeiten im Zentrum der Aufmerksamkeit; betont wird damit die besondere Rolle der Sprache beim Denken.