

Maria Beyerl

# Was tun, wenn man nicht mehr weiß, was zu tun ist?

Empirische Erkundungen zum Wechseln  
von Lösungsansätzen beim Bearbeiten  
mathematischer Probleme



**disserta**  
Verlag

**Beyerl, Maria: Was tun, wenn man nicht mehr weiß, was zu tun ist? Empirische Erkundungen zum Wechseln von Lösungsansätzen beim Bearbeiten mathematischer Probleme. Hamburg, disserta Verlag, 2015**

Buch-ISBN: 978-3-95935-058-7

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95935-059-4

Druck/Herstellung: disserta Verlag, Hamburg, 2015

Covermotiv: © carlosgardel – Fotolia.com

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

---

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© disserta Verlag, Imprint der Diplomica Verlag GmbH  
Hermannstal 119k, 22119 Hamburg  
<http://www.disserta-verlag.de>, Hamburg 2015  
Printed in Germany

# Danksagung

---

An dieser Stelle möchte ich gerne zunächst den Menschen danken, die mich während der Zeit der Entwicklung dieser Masterarbeit begleitet haben.

Mein Dank gilt hier in erster Linie Prof. Dr. Frank Heinrich, der mich auf überdurchschnittliche und besonders herzliche Art und Weise in meinem Schreibprozess unterstützte und stets ein offenes Ohr und Anregungen zur Verfügung stellte. Es freut mich sehr, einen so engagierten und interessierten Betreuer für diese Arbeit gefunden zu haben.

Ein weiterer Dank gilt hier ebenfalls M. Ed. Steffen Juskowiak, der mir nicht nur freundlicherweise Einblick in sein noch unveröffentlichtes Dissertationsmanuskript gewährte, sondern auch für Fragen aller Art offen war und mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Natürlich danke ich auch meinen Freunden und meiner Familie, besonders hier meiner Mutter Doris Maria Beyerl und meiner Tante Ulrike Seibt-Keller, sowie ihrem Mann Siegfried Keller, für die Unterstützung und die liebevollen Ratschläge. Insbesondere möchte ich hier auch Frau Svenja Strecker hervorheben, mit der ich nicht nur inhaltlich sehr viel über das Thema dieser Arbeit diskutieren konnte, sondern die mir auch eine besondere mentale Weggefährtin in dieser Zeit war. Schließlich geht ein besonderer Dank auch an Lucas Wienke, der sämtliche Sorgen auffing, und für das „Bild mit Katze“.



# Inhalt

I Theorie .....	9
1 Einleitung.....	9
2 Problemlösen: Prozess und Kompetenz.....	12
2.1 Was ist Problemlösen?.....	12
2.1.1 Problemlösen im allgemeinen Sinn.....	12
2.1.2 Mathematisches Problemlösen.....	24
2.2 Problemlösen im mathematikdidaktischen Kontext.....	34
2.2.1 Problemlösekompetenz .....	35
2.2.2 Ansatzpunkte und Maßnahmen zur Förderung der Problemlösekompetenz – eine Bestandsaufnahme .....	37
3 Wechsel von Lösungsanläufen bzw. Lösungsansätzen .....	47
3.1 Merkmale des Wechsels von Lösungsanläufen bzw. Lösungsansätzen.....	48
3.2 Wechselanlässe .....	51
3.3 Wechselinhalte.....	53
4 Forschungsdefizite & Forschungsbedarf .....	57
II Studie.....	59
5 Empirische Erkundungen zum Wechsel von Lösungsansätzen beim mathematischen Problemlösen: eine Studie aus dem Jahr 2010.....	59
5.1 Rahmenbedingungen und Methodologie .....	59
5.1.1 Auswahl der Probanden .....	59
5.1.2 Auswahl der Probleme .....	60
5.1.3 Methodologie .....	63
5.2 Teilausschnitt der Studie .....	67
5.2.1 Die Probanden.....	67
5.2.2 Das Problem .....	68
6 Analyse der Bearbeitungsprozesse .....	73
6.1 Zur Darstellung und Analyse der Bearbeitungsverläufe unter besonderer Berücksichtigung des Wechsels von Lösungsanläufen .....	73
6.2 Beschreibung und Analyse der Bearbeitungsprozesse .....	75
6.2.1.a Beschreibung der Bearbeitung von Versuchsperson 1 .....	75
6.2.1.b Analyse der Bearbeitung von Versuchsperson 1.....	85
6.2.2.a Beschreibung der Bearbeitung von Versuchsperson 2 .....	89
6.2.2.b Analyse der Bearbeitung von Versuchsperson 2.....	93
6.2.3.a Beschreibung der Bearbeitung von Versuchsperson 11 .....	98

6.2.3.b Analyse der Bearbeitung von Versuchsperson 11 .....	105
6.2.4.a Beschreibung der Bearbeitung von Versuchsperson 13 .....	109
6.2.4.b Analyse der Bearbeitung von Versuchsperson 13 .....	114
6.2.5.a Beschreibung der Bearbeitung von Versuchsperson 14 .....	116
6.2.5.b Analyse der Bearbeitung von Versuchsperson 14 .....	121
7 Zusammenfassung der Befunde.....	127
7.1 Auswertung der Bearbeitungsprozesse bezüglich des globalen Wechselverhaltens .....	127
7.2 Zur „Qualität“ des Wechselverhaltens im Hinblick auf Wechselinhalte .....	131
7.3 Wechselstrategien und Wechselverhalten .....	132
7.4 Fazit .....	134
8 Bedeutung für die Mathematikdidaktik.....	136
8.1 Versäumte Chancen .....	136
8.2 Gezielte Fördermöglichkeiten .....	136
9 Mögliche ausstehende Erkundungen.....	139
9.1 Zur Problemlösekompetenz .....	139
9.2 Zur Anwendung in der Mathematikdidaktik .....	140
10 Schlusswort .....	141
11 Anhang .....	142
11.1 Fragebogen und Auswertungen zur Ablenkung während der Videoaufzeichnungen aufgrund der Arbeitsumgebung .....	142
11.2 Fragebogen und Auswertungen zur Ablenkung während der Videoaufzeichnungen aufgrund des lauten Denkens.....	144
11. 3 Ausgewählte Video- sowie Audiotranskription von Versuchsperson 1.....	146
12 Abbildungsverzeichnis.....	160
13 Tabellenverzeichnis.....	163
14 Literaturverzeichnis.....	165

# 1 Einleitung

---

*„Problemlösen ist das, was man tut, wenn man nicht weiß, was man tun soll“*

G. H. WHEATLEY<sup>1</sup>

Der moderne Mensch zählt sich zu einer der “überlegensten Spezies“, die jemals die Erde bevölkert haben, wenn nicht sogar zu *der* Überlegensten. Zu Recht, wenn man bedenkt innerhalb welcher erdgeschichtlich knappen Verweildauer auf diesem Planeten der Mensch zu einem der höchst entwickelten Lebewesen geworden ist, und mit einer Population von ca. 7 Milliarden nahezu die ganze Welt bevölkert. Neben der physischen Evolution, die z.B. der Wechsel in den aufrechten Gang nach sich zog, ist dieser große biologische Erfolg des *Homo sapiens*<sup>2</sup> (lat. „vernunftbegabter Mensch“) ebenfalls die Folge einer ganz besonderen Gabe: das bewusste, kognitive Lösen von Problemsituationen. Sei es das Problem, ein Mammut zu jagen und zu erlegen, eine harte Nuss zu knacken, oder ein stabiles Gebäude zu errichten – in allen Fällen erfordert die Situation eine gewisse Denkleistung, die zu einer Lösung führt.<sup>3</sup>

Die Fähigkeit, Probleme zu erkennen, zu reflektieren und letztendlich zu lösen ist auch heute noch ein wichtiger Baustein in der Gesellschaft. In nahezu allen Lebensbereichen wird der Mensch vor neue Herausforderungen gestellt, die es zu bewältigen gilt. Sprechen wir also von der Fähigkeit Probleme zu lösen als Kompetenz, so kann sie wohl zu den essentiellsten Qualifikationen für die Weiterentwicklung der Menschheit gezählt werden. Diese Tatsache im Blick, ist es nur eine logische Folge, diese Kompetenz auch an die jeweiligen nachfolgenden Generationen weiterzugeben, sie darauf hin zu trainieren und ihr Möglichkeiten zum Ausbau zu bieten. Und in welcher Umgebung ist dies sinnvoller, als in der Lehr- und Lernumgebung schlechthin, der Schule?

---

<sup>1</sup> Original: "What you do when you don't know what to do". In: G. H. Wheatley: *Problem solving in school mathematics*. MEPS Technical Report 84.01, West Lafayette, Indiana, Purdue University, School of Mathematics and Science Center, 1984, S. 1

<sup>2</sup> Duden. Das Fremdwörterbuch. 2005

<sup>3</sup> Zur weiteren Vertiefung des Themas wird empfohlen: Klix, 1992 sowie Klix, 1993.

Wir sollten also auch, oder gerade besonders, ein didaktisches Augenmerk auf die Thematik werfen. Der schulische Kontext bietet nämlich sehr vielseitige Gelegenheiten, in die sich ein solches Training integrieren lässt. Im Fokus dieser Arbeit soll hierbei besonders der mathematikdidaktische Bereich stehen, denn gerade in diesem Bereich kam es innerhalb der vergangenen Jahrtausende wiederholt zu gewinnbringenden Neuerungen. „Das Lösen mathematischer Probleme hat auf jeden Fall über 5000 Jahre immer wieder zu wesentlichen Fortschritten geführt. Der Bedarf nach praktischem Nutzen war dabei ein wichtiges, aber nur eines von mehreren Motiven.“<sup>4</sup> Oft bildeten sie die Grundlage für gesellschaftsverändernde Neuerungen. Bei der Einbettung in den mathematikdidaktischen Kontext geht es also auch darum, die Grundsteine für die Innovationen von morgen zu legen. Doch wie ist das möglich?

Die folgende Arbeit soll als Unterstützung zur Findung einer Antwort auf diese Frage dienen. Sie teilt sich dafür in zwei Bereiche auf; einen theoretischen und einen empirischen Teil. In den ersten vier Kapiteln soll zunächst eine theoretische Basis dafür gelegt werden. Diese umfasst anfänglich die Klärung einiger ausschlaggebender Begriffe, wie z.B. die Frage, was ein Problem im Sinne dieser Arbeit überhaupt ausmacht. Aufbauend darauf möchte ich einen Einblick in die bisherigen Ansätze innerhalb der Mathematikdidaktik geben und aufzeigen, in welchem Rahmen hierzu bereits Vorstöße stattgefunden haben, aber auch wo noch Forschungsbedarf besteht. Eine besondere Berücksichtigung soll hierbei ein ganz markantes Merkmal des Problemlösens darstellen: der Wechsel von verschiedenen Lösungsansätze bzw. Lösungsansätzen innerhalb eines Problembearbeitungsprozesses. Was tut beispielsweise eine Schülerin, wenn sie an einem bestimmten Punkt „nicht weiter kommt“? Ein Umstand, der beim Lösen von Problemen eher schon fast die Regel ist. Warum kommt sie nicht weiter und was sind ihre Alternativen? Da dieses Thema in der Breite noch weitgehend unerforscht ist, möchte ich anhand einer Fallstudie aus dem Jahr 2010 im zweiten Teil der Arbeit (Kapitel 5 bis 7) untersuchen, welcher Art diese Wechsel sind und welche Auswirkungen diese Wechsel auf den gesamten Problemlöseprozess, bzw. seine Qualität haben, um schließlich in Kapitel 8 bis 10 aufzeigen, welche Konsequenzen daraus folgen können.

---

<sup>4</sup> Zimmermann, 1999, S. 3



Der Leitgedanke dieser Arbeit lässt sich also im Speziellen in den folgenden zwei Fragestellungen manifestieren:

*(1) Warum werden begonnene Lösungsansätze abgebrochen?*

*(2) Welche Anregungen liefern die Befunde von (1) auch und gerade im Hinblick auf die Förderung der Problemlösekompetenz?*

# 2 Problemlösen: Prozess und Kompetenz

---

## 2.1 Was ist Problemlösen?

Wie in der Einleitung schon angedeutet wurde, bezieht sich das Lösen von Problemen nicht nur auf den mathematischen Bereich.

„Fast täglich begegnet man Situationen und Anforderungen bzw. *Aufgaben*, die – zumindest umgangssprachlich – als *Problem* bezeichnet werden. Dies kann zu den unterschiedlichsten Gegebenheiten geschehen, zum Beispiel beim Wechsel eines defekten Reifens oder bei der Herausforderung der Wissenschaft. Diese Alltagsrelevanz ist ein Grund, aus dem das Thema Problemlösen ein wichtiger Forschungsgegenstand der Psychologie ist.“<sup>5</sup>

Widmen wir uns also zunächst dem Problemlösen im Allgemeinen und im Nachfolgenden im mathematischen Sinn.

### 2.1.1 Problemlösen im allgemeinen Sinn

Im Gegensatz zum Autor des vorhergegangenen Zitats, möchte ich in meiner Arbeit die Begriffe Aufgabe und Problem deutlich voneinander trennen. Ich orientiere mich dabei an der Definition von DÖRNER, die wie folgt lautet:

„Was ein *Problem* ist, ist einfach zu definieren: 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.

Ein Problem ist also gekennzeichnet durch drei Komponenten:

1. Unerwünschter Anfangszustand  $S_\alpha$
2. Erwünschter Endzustand  $S_\omega$
3. Barriere, die die Transformation von  $S_\alpha$  in  $S_\omega$  im Moment verhindert.“<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Rott, 2013, S. 5

<sup>6</sup> Dörner, 1976, S.10

Der Unterschied zur *Aufgabe* besteht hierbei darin, dass zwar  $S_\alpha$  und  $S_\omega$  ebenso vorhanden sind, jedoch keine *Barriere* die Transformation behindert. Es ist also schon eine Methode bekannt, wie sie zu bewältigen ist.

Die Anbringung eines Regals an eine Wand stellt beispielsweise für eine Person, die das entsprechende Handwerkszeug besitzt, oder wenigstens weiß, welches Werkzeug wie zu benutzen ist, eine leicht lösbare Aufgabe dar, da sie sich lediglich auf die Ausführung des Löseprozesses konzentrieren muss, während eine Person ohne entsprechendes Handwerkszeug, bzw. ohne die Kenntnis über dessen adäquate Nutzung, den Löseprozess erst noch kreativ mit Inhalten füllen muss.

Geht man davon aus, dass ein Problem aus drei Komponenten besteht (Anfangszustand, Transformation und Endzustand), so ergibt sich die Schwierigkeit des Lösens darin, dass die Gestaltung nicht aller dieser Komponenten bekannt ist. Dies muss aber nicht zwangsläufig die Transformation sein. KÖSTER (1994) unterteilt in drei Problemtypen:

1. Dem problemlösenden Individuum ist der Anfangszustand und die Transformation bekannt bzw. vorgegeben. Gesucht ist der Zielzustand bzw. die Klasse daraus erzeugbarer Endzustände.
2. Gesucht wird der Anfangszustand bzw. die Klasse der Anfangszustände bei bekanntem Zielzustand und möglichen Transformationen.
3. Sind der Anfangs- und der Endzustand gegeben und die Überführung (Transformation) des einen in den anderen ist gesucht, liegt ein weiterer Problemtyp vor. Hier geht es primär um die Auswahl bzw. Ausbildung einer geeigneten Transformation.<sup>7</sup>

An diese Einteilung anknüpfend benennt HIEBSCH (1977) noch einen weiteren Problemtyp, den er für Erkundungsforschung relevant hält:

4. Gegeben ist lediglich der Anfangszustand. Das Ziel und mögliche Transformationen sind (noch) unbekannt.<sup>8</sup>

Probleme können also aufgrund der Verortung des fehlenden Wissens über ihren Lösungsprozess gegeneinander abgegrenzt werden.

---

<sup>7</sup> Köster, 1994, S. 16/17

<sup>8</sup> Vgl. Heinrich, 2004, S. 30

DÖRNER unterscheidet ebenfalls nach verschiedenen Problemtypen, allerdings macht er die in erster Linie von der Beschaffenheit der Barriere abhängig. Es ist einerseits möglich, dass die Methoden hierfür der Problemlöserin gänzlich unbekannt sind, oder sie verfügt andererseits zwar theoretisch über das notwendige Wissen, vermag dieses jedoch nicht auf geschickte Weise so zu verknüpfen, dass es zur Lösung führt. Es ist ebenso denkbar, dass einer Person der Zielzustand nicht von vornherein klar ist, dass er sich also erst als Teil des Problemlöseprozesses offenbart. Dies hat natürlich einen maßgeblichen Effekt auf die Wahl der Lösungshilfsmittel.<sup>9</sup> Im außermathematischen Bereich könnte dies zum Beispiel ein Missstand in Politik und Gesellschaft ausmachen, dessen Unhaltbarkeit zwar allgegenwärtig diskutiert wird, aber noch keine vorstellbaren Alternativen existieren, nach denen man entsprechenden den Problemlöseprozess richten kann. „Bei Denk- und Problemlöseprozessen handelt es sich um sehr vielschichtige (komplexe) geistige Abläufe. Diese Komplexität ergibt sich zum einen aus der Anzahl und Verschiedenartigkeit der beteiligten kognitiven Teilprozesse und zum anderen aus der Vielfalt möglicher Problemstellungen.“<sup>10</sup> Es ist also notwendig, dass zwischen verschiedenen *Problemtypen* unterschieden wird. Für diese Unterscheidung ist die Beschaffenheit der Barriere essentiell, welche stark subjektiv von der jeweiligen Akteurin abhängt. Wie schon erwähnt, kann sie beispielsweise darin bestehen, die Vielfalt der geeigneten Operationen, um die das Wissen schon potentiell vorhanden ist, aufgrund ihrer Vielzahl nicht sämtlich auf die Eignung untersuchen zu können. DÖRNER spricht in diesem Fall von einer *Interpolationsbarriere*. Ein Beispiel hierfür ist das Schachspiel. Die Art der Züge ist klar vorgegeben und der Schachspielerin (davon ausgehend, dass sie die Spielregeln beherrscht) bekannt. Um im Spiel erfolgreich zu sein, muss sie „nur“ die günstigste Kombination an Zügen herausfinden. Hier liegt ihre Barriere, die dem Gewinnen den Problemcharakter zuweist. Eine andere Möglichkeit der Beschaffenheit einer Barriere, ist, dass die zielbringenden Operationen erst noch gefunden werden müssen. Hier ist es für Dörner unerheblich, ob sie der Problemlöserin völlig unbekannt sind, oder sie sie nur nicht zum Lösen in Betracht zieht. In diesem Fall spricht er von einer *Synthesebarriere*<sup>11</sup>. Die folgende Aufgabe stellt für die meisten bearbeitenden Menschen eine eben solche dar.

---

<sup>9</sup> Vgl. Dörner, 1976, S. 11

<sup>10</sup> Hussy, 1993, S. 18

<sup>11</sup> Dörner, 1976, S. 12

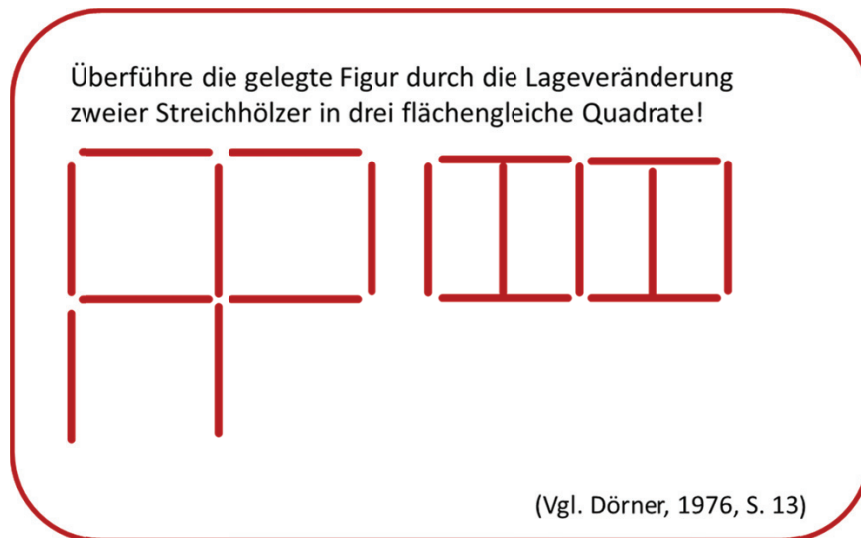


Abb. 1: Denksportproblem Streichholzkonfiguration

Sie wird deshalb selten gelöst, da die Möglichkeit, die Streichhölzer auch innerhalb der schon bestehenden Quadrate zu platzieren von vornherein ausgeschlossen wird, ohne dass dies der Aufgabestellung zu entnehmen ist. Der Problemcharakter entsteht also in diesem Beispiel durch die fehlende Kenntnis über das Potential einer Operation.

Der dritte Problemtyp nach DÖRNER ergibt sich aus dem ebenfalls schon erwähnten Umstand, dass der Zielzustand unbekannt ist. Im Alltagsleben, sprich in vorrangig außermathematischen Situationen. Wie die der schon beschriebenen Gesellschaftsumbruch, kann ein solches Problem auch für eine einzelne Person entstehen, beispielsweise Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit. Sicher, der Umstand, dass der Zielzustand eine fertige Arbeit beinhaltet ist der Verfasserin schon im Ausgangszustand klar, jedoch hat sie noch kein fest umrissenes Bild, sondern dies gestaltet sich erst bei fortschreitendem Bearbeitungsprozess. DÖRNER spricht hier von einer *dialektischen* Barriere. Die Dialektik äußert sich hier insofern, als dass der Zielzustand während des Lösungsprozesses, bei dem die Problemlöserin sowohl auf innere als auch auf äußere Widersprüche stößt, verändert und optimiert wird<sup>12</sup>.

Fasst man dieser drei Problemtypen nun zusammen, so fällt auf, dass sie sich nach bestimmten Parametern richten. Einerseits nach dem Grad der Bekanntheit von Operationen und andererseits nach dem Grad der Klarheit der Zielkriterien.

<sup>12</sup> Dörner, 1976, S. 13

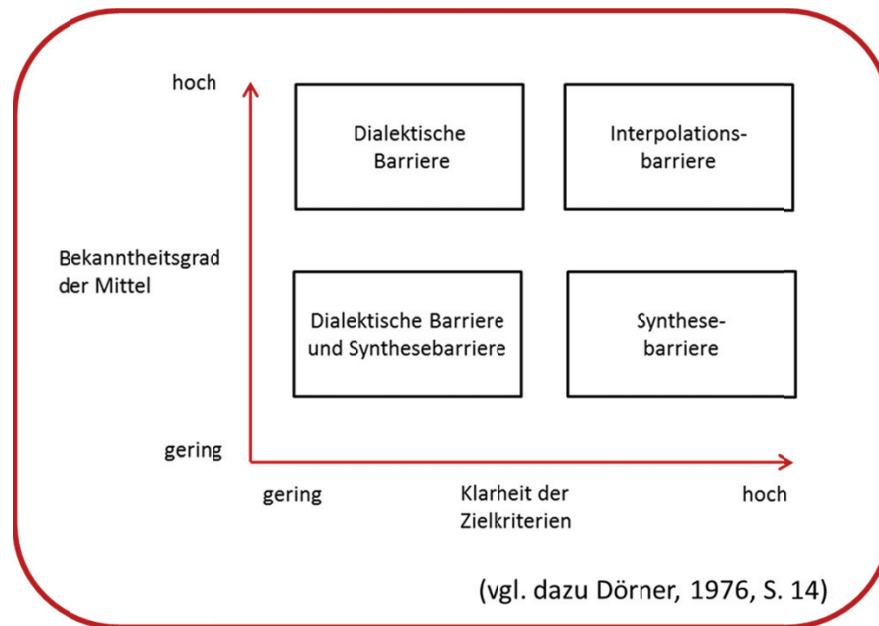


Abb. 2: Problemtypisierung nach Dörner

Vergleicht man nun die beiden Einteilungen in Problemtypen miteinander, so lässt sich erkennen, dass sie sich durchaus ähneln, wenn auch nur unterschiedlich begründet sind. Die Unterteilung nach KÖSTER ließe sich ähnlich in die obige Grafik einordnen. Hierbei entspräche das Problem mit einer Interpolationsbarriere in etwa der Situationen 1, bei der sowohl der Anfangszustand, als auch die Mittel bekannt sind, sowie auch der Situation 2, die Endzustand und Mittel voraussetzt (hier geschieht in gewisser Weise eine ähnliche Denkleistung, nur „anders herum“), das Problem mit einer Synthesebarriere der Situation 3, bei der Anfangs- und Endzustand bekannt sind, jedoch nicht (oder weniger) die Mittel für die Transformation, und das Problem mit einer dialektischen und einer Synthesebarriere entspräche der Situation 4, bei der lediglich der Anfangszustand gegeben ist, der Zielzustand sich aber je nach Wahl der Mittel noch verändert.

Nachdem wir nun erörtert haben, was ein Problem ist und in welche verschiedenen Problemtypen dieses sich aufteilen lässt, wollen wir uns nun näher dem *Problemlöseprozess*<sup>13</sup> widmen. KLUWE (1979) beschreibt ihn in etwa wie folgt: Da wir den Begriff Problem von dem Begriff Aufgabe insofern abgeschärft haben, als dass in diesem Fall keine standardisierten Lösungsverfahren (KLUWE spricht hier von Algorithmen) zur Verfügung stehen, ist

<sup>13</sup> Der Begriff Problemlöseprozess soll hier zunächst im tatsächlichen Sinne verstanden werden. Im späteren praktischen Teil der Arbeit werde ich eher von Problembearbeitungsprozessen sprechen, da nicht immer eine Lösung gefunden wird. Im theoretischen Teil aber, wird vorerst von einem Prozess mit befriedigendem Lösungsergebnis ausgegangen.

das Wissen, mit dem eine Problemlöserin arbeitet unvollständig, unscharf oder lücken- und fehlerhaft. „Für solche Situationen, in denen die Wissensstruktur sich als unzulänglich erweist, verfügen Menschen über mentale Operationen, die zu Denkabläufen verknüpft, das vorhandene unvollständige Wissen verwenden, um Lösungswege aufzufinden.“<sup>14</sup> So beschreibt auch Dörner, dass wenn die epistemische Struktur (von griechisch episteme = Wissen) versagt, die mentalen Operationen der Problemlösestruktur in Aktion treten<sup>15</sup>. Um diese näher zu verstehen, ist es sinnvoll, sich auch auf psychologischer Ebene mit den Denkprozessen und kognitiven Strukturen beim Problemlösen zu befassen.

Die epistemische Struktur umfasst eine Art Bild über den entsprechenden Realitätsbereich, in welchem sich das Problem bewegt. Sie bietet die Grundlage für ein Konstruktionsverfahren, mit welchem gearbeitet werden kann. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von *heuristischen Strukturen* (sog. Findungsverfahren)<sup>16</sup>. Sowohl die epistemische Struktur, als auch die heuristische Verfahrensbibliothek sind Gedächtnisstrukturen. Sie beeinflussen das Gelingen eines Problemlöseprozesses und hängen stark vom Individuum ab. Hierbei ist entscheidend, dass heuristische Strategien erst dann aktiviert werden müssen, wenn die Kapazität der epistemischen Struktur für das Bewältigen einer Schwierigkeit nicht ausreicht, wenn also aus einer Aufgabe ein Problem geworden ist.

Wenn wir von der epistemischen Struktur eines Individuums sprechen, dann beinhaltet das eine Art Datenbasis zu einem bestimmten Themenbereich, beispielsweise die Kenntnisse einer Krankenschwester zur Blutstillung. Diese setzt sich zusammen aus Informationen, die entweder im sensorischen Speicher, im Kurzzeitgedächtnis, oder im Langzeitgedächtnis gelagert sind<sup>17</sup>. Diese Informationen werden durchaus strukturiert dort abgelegt und sind durch verschiedene Knotenpunkte miteinander verknüpft und bilden ein sogenanntes *semantisches Netzwerk*<sup>18</sup>. Es ist also möglich, dass sich eine Person, bewusst an solchen Knotenpunkten orientieren kann, um eine bestimmte Information, die nicht in erster Ebene präsent ist, abzurufen. Man kennt das z.B. von sogenannten Eselsbrücken.

---

<sup>14</sup> Kluwe, 1979, S. 62

<sup>15</sup> Vgl. Dörner, 1976, S. 26 - 28

<sup>16</sup> Dörner, 1976, S. 27

<sup>17</sup> *Der sensorische Speicher enthält keine bewussten Informationen, sondern ist lediglich ein Abbild einer Reizsituation, das Kurzzeitgedächtnis kann über einen strittigen Zeitraum von einigen Minuten bis zu sieben Einheiten speichern, das Langzeitgedächtnis hingegen unbegrenzte Informationen, allerdings mit sehr geringer Einspeicherungsgeschwindigkeit.* (vgl. Dörner, 1976, S. 28 + 29)

<sup>18</sup> Dörner, 1976, S. 29

Das Gedächtnis verknüpft etwa den Namen einer Person mit einem Gegenstand, bezüglich dessen es über gewisse Hintergrundinformationen verfügt. An diesem Knotenpunkt sind nun Person und Gegenstand dauerhaft miteinander verbunden und wenn das Gedächtnis versucht, sich an den Namen der Person zu erinnern, kann es den angrenzenden Pfad benutzen, um die Information zu finden. Dies kann sowohl bewusst, unbewusst oder auch unterbewusst geschehen. Diese Vorgehensweise funktioniert sowohl im Kurzzeit- als auch im Langzeitgedächtnis, jedoch ist die Zahl dieser verwendbaren Knoten beim Kurzzeitgedächtnis aufgrund seiner Kapazitätsbeschränkung auf durchschnittlich sieben begrenzt.

Eine Beispielsituation, an welcher man diese Knotenpunkte gut zeigen kann, ist der folgende Vorfall. Ein Mann erzählt seinem Freund vom gestrigen Abend, an dem Bexter in der Kneipe „Bei Achim“ Fred gebissen hat, welcher kurz zuvor Wilma angeschrien hatte, die an diesem Abend das erste Mal auf Katrin gestoßen ist. Für jemanden ohne Hintergrundwissen, ist es durchaus ein Problem, diese Geschichte zu verstehen und zu interpretieren. Der Freund allerdings hat zu diesem Realitätsbereich eine epistemische Struktur, ein Bild, bestehend aus Einzelinformationen und ihren Verknüpfungen. Die folgende Abbildung 3 ist eine reduzierte Darstellungsform, des Netzes an relevanten Daten.

Zu sehen sind alle involvierten Handelnden, sowie Informationen, welche der Freund über sie hat, Handlungen, sowie Orte und Gegenstände. Die Abkürzungen an den Pfaden beschreibt das Wissen über die Beziehung zwischen zwei Agenten.

(ie): ist ein

(bes): besitzt

(ag): Agent

(h): hat

(rec): Recipient

(t): trinkt

(l): liebt

(loc): ist Lokalität von

So bedeutet zum Beispiel die Verknüpfungspfeile um Wilma herum, dass sie erstens eine Person ist, zweitens Ralf liebt, drittens auf Katrin trifft und viertens von Fred angeschrien wird.



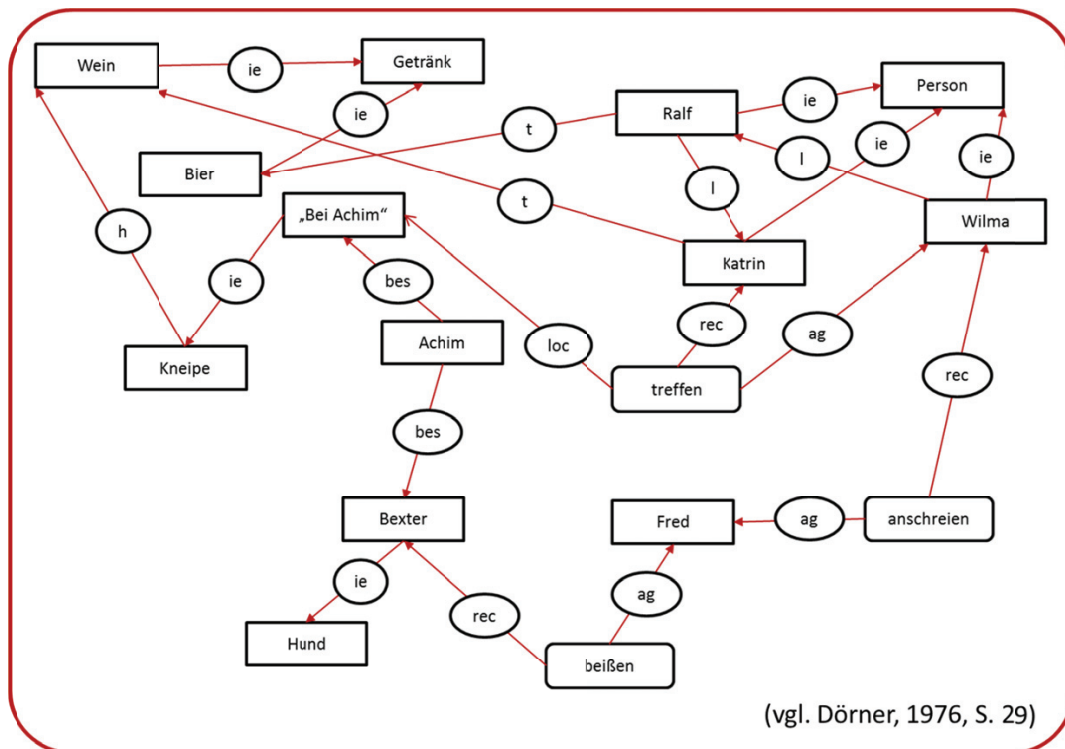


Abb. 3: Informationsnetz „Kneipe“

Wir sehen, anhand der Datenbasis, die der Freund zu dieser Situation abrufen kann, wird die das Problem der Frage „Warum hat Bexter Fred gebissen?“ schon durchaus einfacher. Solch ein Netz findet sich meist im Langzeitgedächtnis, kann aber auch z.B. in Prüfungssituationen, im Kurzzeitgedächtnis abgespeichert werden.

Denken wir nun einmal zurück an unsere Krankenschwester. Wird sie mit einer Situation konfrontiert, in der sie das Wissen über Blutstillung parat haben muss, so wird sie wahrscheinlich einige Informationen ganz unbewusst sofort finden, während sie vielleicht andere Informationen erst bewusst suchen muss. Sie hat dafür ein bestimmtes Bild, eine Datenbasis, im Kopf, innerhalb derer sie ihre Suche einschränken wird. Etwaige Lücken, die z.B. durch einen zeitlichen Abstand zum letzten Abruf entstanden sind, wird sie auffüllen können, indem sie sich an fachlichen Knotenpunkten orientiert, etwa ihr Fachwissen über die Blutgerinnung. Sollte dies nicht der Fall sein, so reicht ihr epistemisches System nicht aus, um die Situation zu meistern und sie steht vor einem Problem.

An dieser Stelle wollen wir uns näher damit beschäftigen, welche Möglichkeiten eine Person hat, um nun zu einer Lösung zu gelangen, denn Problemlösen beinhaltet nur die Verwendung einer Datenbasis und Informationsknotenpunkten. „Die andere Instanz ist die des ‘eigentlichen Denkens’. Sie arbeitet über der ersten und hat die Aufgabe, das in der