

ZUR DENKPSYCHOLOGISCHEN INTERPRETATION
FAKTORENANALYTISCH GEWONNENER
INTELLIGENZFAKTOREN

von

Ulrich WERNER

Forschungsbericht No. 20

Juli 1968

Vorwort

In dieser Arbeit wird versucht, theoretische Modelle zu entwickeln und empirisch prüfbare Hypothesen zu formulieren, um auf Grund der Faktorenstruktur eines Intelligenztests den ganzen Denkprozeß sowohl denkpsychologisch als auch cerebral-physiologisch zu charakterisieren, der in der Lösung des Tests resultierte. In diesem Versuch ist die überaus problematische Voraussetzung enthalten, daß faktorenanalytische Ergebnisse der Intelligenzforschung überhaupt zur Klärung der Probleme der Denkpsychologie etwas beitragen können. In meiner Arbeit "Faktorenanalysen von Intelligenztests unter Berücksichtigung des individuellen Lösungsweges" (Phil.Diss. Wien) habe ich versucht, diese Voraussetzung experimentell zu untermauern, indem ich die aus der Selbstbeobachtung beim erlebten Denkablauf gewonnenen Daten g e m e i n s a m mit den objektiven Leistungsskores statistisch (faktorenanalytisch) verarbeitete. Eine kurze Zusammenfassung dieser Methoden und Ergebnisse habe ich hier im "Anhang" (Seite 30 - 39) gegeben. Diese vorliegende rein theoretische Arbeit ist zwar unabhängig von diesen z.T. noch recht schwach gesicherten Ergebnissen geschrieben worden, jedoch wird damit eine Anregung gegeben, wie experimentelle Untersuchungen größeren Umfanges aussehen müßten, um die "Affinität" der Faktorenanalyse zu erlebten psychischen Prozessen zu beweisen - eine zumindest wissenschaftstheoretisch wichtige, oft vernachlässigte bzw. gar nicht gestellte Frage, aber wohl auch wichtig für die so notwendige Integration von Erlebnis- und Verhaltenspsychologie. Da diese Probleme besonders auch für die Persönlichkeitsforschung, aber auch für die Sozialpsychologie bzw. die Sozialwissenschaften bestehen, darf diese Arbeit vielleicht auch ein allgemeineres Interesse bezüglich der Aussagekraft faktorenanalytischer Ergebnisse in allen diesen Disziplinen beanspruchen. (Allerdings müssen die hier gestellten Fragen für formal analoge, inhaltlich aber andersartige Problembereiche erst umformuliert werden.)

Ein Großteil dieser Arbeit beschäftigt sich mit einer Gehirntheorie des Denkens, welche die Eigenart von (oft weitgehend "unbewußten") Erregungsvorgängen während des Denkens (bei der Testlösung) aus Erlebnisdaten einerseits und und faktorenanalytischen Ergebnissen (Faktorenstruktur des Tests) andererseits zu "erschließen" trachtet. Dabei wird vollständig von der Gehirntheorie H.ROHRACHERs ausgegangen ("Die Arbeitsweise des Gehirns und die psychischen Vorgänge", 4.Aufl., München 1967). Die hier verwendeten Ausdrucksweisen (mentale und submentale Erregungskonstellationen etwa) beziehen sich ausschließlich auf die dort gegebenen Definitionen. Ebenso wird die dort vorgetragene Sicht des psychophysischen Zusammenhanges ("Theorie der letzten Wirkung") als Modell zugrundegelegt. - Zur Denkpsychologie im allgemeinen sei auf den 2.Halbband "Lernen und Denken" des 1.Bandes des zwölfbändigen "Handbuchs der Psychologie" (herausgegeben von R.BERGIUS, Göttingen 1964) verwiesen, besonders sei aber auf zwei kurze zusammenfassende Darstellungen R.MEILLIs im "Lehrbuch der experimentellen Psychologie" von R.MEILI - H.ROHRACHER (2.Aufl., Bern 1968) und im "Handbuch der Psychologie" von D.KATZ (2.Aufl., Basel 1960) hingewiesen. Spezielle Literaturhinweise finden sich hier in den "Anmerkungen" (Seite 40 - 50), wo auch ergänzende Zusätze und nicht direkt zum Thema gehörende Bemerkungen untergebracht sind.

Man wirft manchmal den "mathematischen Psychologen" nicht immer zu Unrecht vor, daß sie für die "eigentliche (Erlebnis-) Psychologie" blind seien (fast derselbe Vorwurf wird, allerdings meist zu Unrecht, gegen die "physiologischen Psychologen" erhoben). Es wäre eine immense Überschätzung der vorliegenden Arbeit, wenn ich behaupten würde, daß hier eine Verbindung von physiologischen, erlebnispsychologischen und formalmethodischen Gesichtspunkten befriedigend gelungen sei. Von der Themenstellung her vielleicht doch einigermaßen, von der inhaltlichen Durchführung bis auf einige Anregungen für experimentelle Möglichkeiten und deren statistische Auswertung sicher nicht. Es ist aber wichtig, daß man trotzdem die Ver-

einigung neurophysiologischer, erlebnispsychologischer und teststatistischer Befunde als primäres Ziel festhält, selbst wenn die Modelle in jedem dieser drei Forschungsbereiche noch äußerst fragwürdig erscheinen: es müssen Modelle konstruiert werden, die wenigstens zeigen, w i e eine solche Vereinigung von Modellen der Teilaspekte p r i n z i p i e l l vor sich zu gehen h ä t t e , w e n n - was in manchen Fällen noch lange nicht absolut gesichert ist - diese Modelle "richtig" w ä r e n. Auch eine Gehirntheorie ist in diesem Sinn nur vorläufig und muß auf Grund neuer neurophysiologischer Forschungsergebnisse unter Umständen in Details entscheidend verändert werden.

Ebenso gibt es eine aktuelle Diskussion um die statistische Validität von Faktorenmodellen und noch immer eine seit den bahnbrechenden Experimenten K.BÜHLERs geäußerte Kritik an der Brauchbarkeit von Selbstbeobachtungsmethoden in der Denkpsychologie. Vielleicht wird es bei einer in der Zukunft höher entwickelten "theoretischen Psychologie" möglich sein, statt unsichere Modelle über Teilaspekte zu einem noch unsichererem Gesamt-Modell über die "psychobiologische Gesamtwirklichkeit" zusammenzufassen, im Gegenteil durch gerade diese Integration die Einzel-Modelle über die Teilaspekte wesentlich zu verbessern. -

Gerade vom Standpunkt einer Integration, aber auch Scheidung von Teilaspekten, schrieb Prof. Anatol RAPOPORT, ein führender mathematischer Psychologe, folgende Kritik zu dieser Arbeit: "I find this paper extremely interesting and suggestive... The central idea, that of extending factor-analytic methods to the problem of 'teasing out' the components of unconscious or pre-conscious as well as of conscious (e.g. verbalizable) thought processes seems especially promising. It is an important step toward synthesizing the problems that arise in introspective awareness of psychological processes with "hard" quantitative and statistical methods. ...My only suggestion is that in the interest of clarity a sharper distinction should

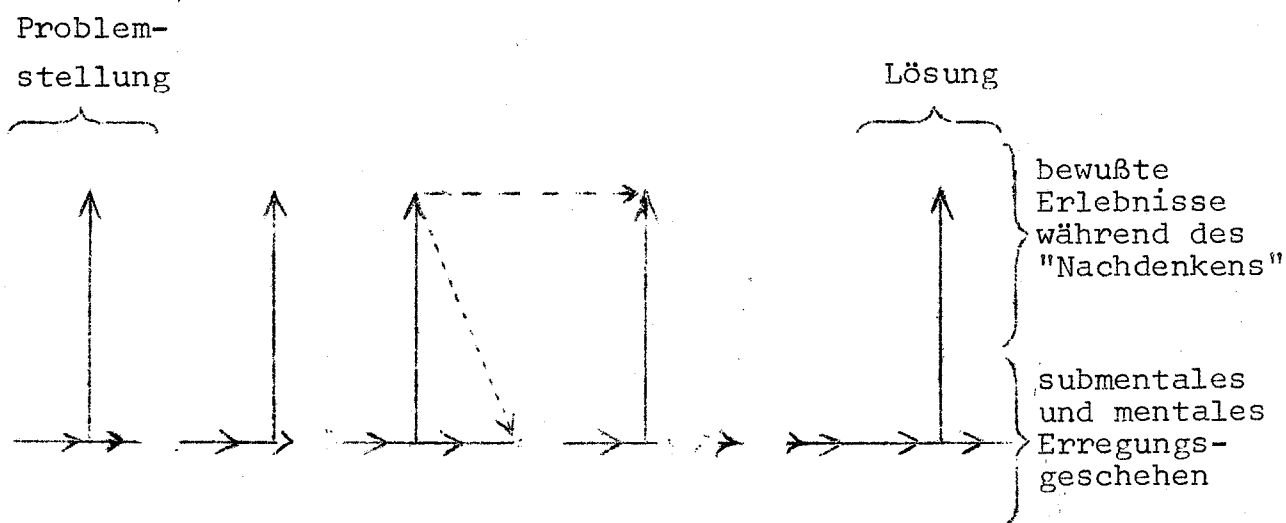
be made between formal logic and 'psycho-logic', the latter being understood as concerned with the 'laws of thought' as they are reflected in actual thought process, the former being a purely deductive system, derived from 'arbitrary' axioms (like mathematics).

Bezüglich der kritisierten, zu wenig streng durchgeführten Trennung von Logik und Psycho-Logik bzw. Physio-Logik habe ich in den "Anmerkungen" nachträglich noch Einiges hinzugefügt, nachdem mir die fundamentale erkenntnistheoretische Problematik nach der Lektüre von RAPOPORTS "Operational Philosophy" (J.Wiley, New York 1965) klarer zu werdern schien. Allerdings fand ich keinen Grund, die von ROHRACHER behauptete Isomorphie von Psycho-Logik und Physio-Logik in Frage zu stellen. Abgesehen von diesen mehr erkenntnistheoretischen Fragen lauten die Grundfragen dieser Arbeit:

Sind die Denkprozesse, welche zur Lösung zweier Tests führten, "ebenso" gleich bzw. ähnlich bzw. verschieden wie die zwei Faktorenstrukturen dieser Tests? Entspricht dem "stärkeren" oder "schwächeren" Erleben einer bestimmten Qualität ("Vorstellen" etwa) bei der Lösung eines bestimmten Tests eine "größere" oder "kleinere" Ladung dieses Tests in einem entsprechend rotierten ("Vorstellungs"-)Faktor? Wenn dies nicht der Fall ist - kann man dann die Hypothese aufstellen, daß submentale Erregungskonstellationen aufgetreten sind, welche der Ladung des Tests mit einem solchen "nicht-erlebten" Faktor entsprechen?

Zur denkpsychologischen Interpretation faktoren-
analytisch gewonnener Intelligenzfaktoren

Das Zusammenwirken der psychischen Funktionen während eines Denkaktes, der zur Lösung eines Intelligenzproblems führen soll, verläuft oft vorwiegend "unbewußt": vom bewußten Verstehen des Problems bis zum klarbewußten eindeutigen Erleben der Lösung läuft das Erregungsgeschehen vorwiegend nur submental ab, von kurzzeitigen mentalen Zwischenstationen unterbrochen. Gemäß der "Theorie der letzten Wirkung" könnte man den Denkakt symbolisch in folgender Weise darstellen:



Weder das Verstehen der Prämissen noch das Bewußtwerden von Zwischengedanken (vertikale Pfeile) wirkt - wie es der punktierte Pfeil andeutet - auf das Erregungsgeschehen zurück. Ebenso wirken die bewußten Denkschritte nicht aufeinander (wie es der horizontale strichlierte Pfeil andeutet). Die obige allgemeine Darstellung der "einsinnigen Kausalität" ist besonders symbolisch für Denkprozesse: zwischen den Spitzen der vertikalen Pfeile liegen die Pausen, während denen man auf Einfälle wartet und vielfältigste (viele kleine horizontale Pfeile) submentale

Prozesse vor sich gehen. Im "Submentalen" besteht natürlich keine lineare Aneinanderreihung von Erregungskonstellationen (wie es in dieser nur grob symbolischen Skizze dargestellt ist), sondern eine stete Neubildung, Vereinigung und Ausdifferenzierung von (einigermaßen eindeutig abzählbar?)vielen Erregungskonstellationen.¹⁾

Könnte man über die Eigenart dieser submentalen Erregungsprozesse etwas erfahren? Sie würden bewußte Erlebnisse hervorbringen, wenn sie stark genug wären. Welcher Art wären nun diese bewußten Erlebnisse bei genügender Stärke der Erregungen? Im Falle postmentaler Erregungen nach einem bewußten Lernprozeß ist die Antwort einfach: die nachdauernden Erregungen sind bis auf die Intensität dieselben, die dem bewußten Einprägen zugrundelagen, also würden sie bei genügender Stärke dasselbe Erleben wieder hervorbringen (wie bei den Pseudohalluzinationen).²⁾ Welcher Erlebnisqualität aber entsprechen die submentalen Erregungsprozesse, die nach der Aufgabenstellung vor sich gehen? Unter "Erlebnisqualität" sei hier die spezielle Art des Einsatzes psychischer Funktionen verstanden: einfaches "Vorstellen" der Prämissen, im einfachsten Fall konkret (Hans größer als Paul, Paul größer als Fritz), abstrakter aber durch logische Repräsentation ($a > b, b > c$) oder durch gleichnishafte Repräsentation der Prämissen (eventuell optisch-symbolisch, etwa bei Schlußaufgaben, bei denen kompliziertere zeitliche Verhältnisse zu überblickern sind) oder: rein verbale Formulierung und Umformulierung der Prämissen und ein Sich-Überlassen an die Denkformeln, die uns die Sprache selbst liefert. Kurz könnte man diese eben geschilderten Erlebnisqualitäten als "Vorstellen", "mathematisch-logisches Vorgehen" und "rein sprechendes Denken" bezeichnen. - Angenommen, jemand verarbeitet die Prämissen rein verbal und unanschaulich, indem er die Angabe oft genug "vor sich hersagt" und dann auf das ebenfalls verbal formulierte Aha-Erlebnis wartet. Ist man berechtigt, anzunehmen, daß die dazwischenliegenden submentalen Vorgänge auch eher verbalen Charakters sind, d.h.: wenn sie bewußt würden, wären sie dann eher Worte, Satzteile, Versuche der Kombination von Satzteilen

usw., die sich schließlich zur erlebten "Ganzheit" der Lösung zusammenfügen und einen ganzen Satz als Antwort auf die Frage ergeben? Wenn jemand anderer sich die Prämissen in abstrakte logische Teilschemen verarbeitet, deren Zusammenfügung dann das Gesamtschema der Lösung ergibt ($a > b$ und $b > c$, mithin $a > b > c$ und also $a > c$)³⁾, werden dann die dazwischenliegenden submentalen Prozesse sich eher aus spezifischen Erregungskonstellationen aufbauen, die (bis auf die Intensität) ähnlich sind jenen spezifischen Erregungskonstellationen, welche dem bewußten Erleben der Symbole "a", "b" und "c" und den mathematisch aufgefaßten Beziehungen "größer", "kleiner" und "gleich" zugrundeliegen? Wenn jemand dritter sich die Prämissen eines Schlußfolgerungstests ganz konkret-anschaulich darstellt, sich wirklich die vorkommenden Personen, ihre Größe, ihr Alter "vorstellt",⁴⁾ sich vorstellt, wie man den in der Angabe beschriebenen Weg wirklich geht (von der Schule nach rechts, dann geradeaus, dann wieder nach rechts) - ist man berechtigt anzunehmen, daß die submentalen Pausen bei dieser primitivsten Auffassung der Angaben auch mit submentalen Prozessen ausgefüllt sind, die, wenn sie stärker wären, konkret-anschauliche Vorstellungsbilder ergäben? (Dabei könnte sich, auch beim Verbalen, öfters Simultaneität statt Sukzession ergeben, entsprechend dem gleichzeitigen Ablauf verschiedener Erregungskonstellationen.) Ganz naheliegend ist natürlich folgende Hypothese: der Art der speziellen Erlebnisqualitäten (verbal, abstrakt oder anschaulich) des Verstehens, der Denkschritte auf dem Weg zur Lösung und der Lösung selbst entsprechen spezifische Erregungskonstellationen, die qualitativ ebenso verschieden sind, wie die aus ihnen hervorgehenden Erlebnisqualitäten (Isomorphie-Axiom von G.E.MÜLLER); die dazwischenliegenden submentalen Vorgänge bauen sich auf Erregungsvorgängen auf, die bis auf die Intensität ähnlich sind den Erregungsvorgängen, die dem entweder verbalen oder abstrakten oder anschaulichen bewußten Denken zugrundeliegen. Kurz: der Art des bewußten Erlebens der wenigen bewußt werdenden Schritte des Denkprozesses entspricht die Art der dazwischen liegenden submentalen Vorgänge. Wenn jemand zu drei Viertel die Prämissen und Denkschritte verbal, zu ein Viertel

anschaulich erlebt, so wird man nach obiger Hypothese auch annehmen können, daß drei Viertel "verbal submentale" und ein Viertel "anschaulich submentale" Erregungsprozesse am Denkkakt beteiligt sind. Kurz: die Proportion (3 : 1) der mentalen Erregungen ist gleich der Proportion der submentaligen Erregungen. (Die grob-globale Aussage "vorwiegend verbal" bzw. "zu drei Viertel verbal" muß freilich erst durch eine quantifizierte Metrik der Selbstbeobachtungsaussagen über den gesamten Denkprozeß beim Lösen einer Aufgabe begründet werden, wie ich sie in meiner Dissertation durchgeführt habe.⁵⁾)

Die oben ausgesprochene Hypothese über die genaue Entsprechung "Eigenart der erlebten Schritte beim Denken (bzw. Eigenart der mentalen Erregungsvorgänge) = Eigenart der submentaligen Erregungsvorgänge" ist aber höchstwahrscheinlich zu e i n f a c h. R. MEILI⁶⁾ macht diesbezüglich, allerdings in etwas anderem Zusammenhang, folgende Bemerkung: "... Diesen Erklärungen liegt die Auffassung zugrunde, daß der n i c h t b e m e r k t e, der nichtprotokollierte Verlauf ganz gleicher Natur sei w i e d e r b e w u ß t e r l e b t e, nur eben unbemerkt. Eine solche Annahme ist aber unberechtigt, da sie ja schon ein Kenntnis des Denkverlaufes voraussetzt, den die Angaben der Versuchspersonen erst vermitteln sollen. Es spricht doch manches dafür, daß das zwischen den bewußten Phasen Liegende, gerade weil es unbemerkt blieb, a n d e r e r N a t u r i s t!" L.L. THURSTONE spricht von einer "ü b e r r a s c h e n d h o h e n" Ladung mit (Raum)Vorstellungsfaktoren bei Tests, in denen die logischen Relationen "größer als" und "kleiner als" zu verwerten waren, obwohl sich die Versuchspersonen diese Relationen gar nicht anschaulich vorstellten. Es könnte also durchaus sein, daß eine Vp., die eine Aufgabe "zu drei Viertel unanschaulich abstrakt und zu ein Viertel verbal" erlebt, diese Aufgabe trotzdem "zur Hälfte unanschaulich abstrakt, zu ein Viertel verbal und zu ein Viertel anschaulich-vorstellungsmäßig" verarbeitet. Wenn ein Test, den man "unanschaulich" löst, trotzdem eine signifikante Ladung in einem Vorstellungsfaktor aufweist - ist man dann überhaupt berechtigt zu schließen,

daß ein "Vorstellungsfaktor" - wenn auch eben nur in submentaler Intensität - in den Ablauf des Denkens einging? Eine Berechtigung zu diesem Schluß wäre erst dann einigermaßen gegeben, wenn man zunächst einmal nachweisen könnte, daß überhaupt ein, wenn auch nicht ganz eindeutiger Zusammenhang besteht zwischen der Eigenart der Faktorenstruktur eines Tests und der Eigenart (der Erlebnisqualitäten) der bewußten Denkschritte beim Lösen dieses Tests. Wenn dieser Zusammenhang besteht, dann müßte ein Test, dessen Lösung mehr "verbal" erlebt wird als die Lösung eines anderen Tests eine höhere Ladung in einem "verbalen Faktor" haben als dieser andere Test. Wenn dann ein Test zusätzlich (ev. schwache) Ladungen in Faktoren aufweist, die nicht "erlebt" wurden (es geht ein Vorstellungsfaktor ein, obwohl kein anschauliches Vorgehen erlebt wurde), so kann man dann hypothetisch annehmen, daß submental Vorstellungselemente in den Denkprozeß eingingen. Die Hypothese lautet: der genauen Aufgliederung des Denkaktes in verschieden große - summenhaft gebildete - Anteile von "Denkart" im gesamten Denkprozeß entspricht die Faktorenstruktur des Tests. Die Hypothese ist berechtigt, weil ein zwar nicht genauer, aber doch korrelativer Zusammenhang zwischen "bloß erlebter Denkart" und Faktorenstruktur besteht. Es wird also der bloß korrelative, nicht exakt-eindeutige Zusammenhang zwischen Erlebnisaussagen und Faktorenstruktur einestails auf die Unzuverlässigkeit der Selbstbeobachtungs a u s s a g e n, anderenteils auf eine eventuell "andere Art" von unbewußten Denkschritten zurückgeführt und durch die Hypothese von der genauen Entsprechung:

"Faktorenstruktur = mentaler + submentaler Denkverlauf"
=====

der Faktorenstruktur eines Tests eine bessere, totale Erfassung des Denkverlaufes zugesprochen.

Wenn die Erlebnisse bei der Testlösung zur Hälfte verbal, zur Hälfte anschaulich waren (das heißt: bei den vielen Erlebnisaussagen über den Denkvorgang wurden in circa 50% davon eher Vorstellungsbilder, in den übrigen eher ein "Sich Vorsprechen"

betont), die Faktorenanalyse bei diesem Test aber eine Faktorenstruktur ergab, in welcher der Vorstellungsfaktor eine circa dreimal so hohe Ladung aufweist wie der Verbalfaktor, so kann man hypothetisch annehmen, daß in Wirklichkeit im Erregungsgeschehen der Anteil der "anschaulichen" Erregungskonstellationen 75% und der Anteil der "verbalen" Erregungskonstellationen 25% war. Wieso das Verhältnis beim Erleben des Denkvorganges dem gegenüber 50:50 war, könnte dann etwa folgendermaßen erklärt werden: das Verbale wurde bei den Erlebnisaussagen überbetont infolge der Sprachhaftigkeit des Bewußtseins; die anschaulichen Vorstellungselemente waren nicht so leicht klar definierbar, merkbar und schilderbar oder: sie vollzogen sich größtenteils überhaupt nur submental; allgemein: die Erlebnisaussagen über Denkvorgänge sind nur zum Teil verlässlich.

Für den Nachweis eines Zusammenhanges zwischen der Faktorenstruktur eines Tests und den erlebten Denkvorgängen, die zu seiner Lösung führen, schlug ich in meiner Dissertation folgende Methode vor:⁷⁾

Faktorenanalyse
an allen Vpn.

	I	II	
1 ← { 2 ↘ {	A	x	x
	B	x	x
	C	x	x
	⋮		
2 ← {	U		xx
	V		xx
	W		xx
	⋮		

Faktorenanalyse an
Untergruppe mit Lösungsweg 1

	I	II	
1 ← {	A	xx	
	B	xx	
	C	xx	
	⋮		
2 ← {	U		xx
	V		xx
	W		xx
	⋮		

Angenommen, eine Testbatterie (A, B, C, ... ; U, V, W, ...) ergebe zwei gemeinsame Faktoren (I und II, etwa I = Vorstellungsfaktor,

faktor, II = Schlußfolgerungsfaktor). Die Tests A, B, C, ... seien mittels zweier Methoden 1 und 2 lösbar, deren sprachliche Schilderung mit der sprachlichen Benennung der Faktoren I und II übereinstimmt. (Etwa: 1 = anschauliches Vorgehen, 2 = rational-schlußfolgerndes Vorgehen.) Man stellt nun durch Interviews, in denen die erlebten Denkschritte geschildert werden, fest, ob eine Vp. eher Lösungsweg 1 oder Lösungsweg 2 einschlug und bildet eine Untergruppe von Versuchspersonen, die vorwiegend Lösungsweg 1 einschlugen. (Bei den Tests U, V, W, ... sei bei allen Vpn. Lösungsweg 2 der einzig mögliche.) An dieser Untergruppe werden die Tests extra wieder korreliert und faktorenanalysiert. Besteht nun überhaupt ein kovarianter Zusammenhang zwischen dem "Intelligenzfaktor" I und dem "Denkfaktor" 1 bzw. zwischen II und 2, so müßte die mittelstarke (x) Ladung der Tests A, B, C, ... im Faktor I bei der Untergruppe noch viel stärker (xx) sein. In meiner Dissertation konnte allerdings nur eine Tendenz der Abhängigkeit der Faktorenstruktur von Intelligenztests vom Lösungsweg nachgewiesen werden, die statistisch nicht eindeutig als signifikant bezeichnet werden konnte. Interessant war das Nebenergebnis, daß sich an der Untergruppe Korrelationen zwischen Tests signifikant veränderten, auf die sich die 1-2-Alternative des Lösungsweges gar nicht bezog (r_{vw} etwa), was auch für eine nichterlebte, submentale Heranziehung von "Denkfaktoren" spricht.

Wenn also solche Untergruppen, die ich hier "Denktypen" 1, 2, 3, ... nenne (definiert durch die Bevorzugung von Lösungswegen 1 oder 2 oder 3 oder ... bei bestimmten Tests), die Faktorenstruktur von Tests in der oben geschilderten Weise affizieren (was nicht selbstverständlich ist, da die Faktorenanalyse ja nur die resultierenden Skores, den gemessenen Leistungsgrad der psychischen Funktionen und nicht die Art ihres Zusammenwirkens verarbeitet - noch dazu auf Grund eines auf rein mathematischen Eigenbegriffen, z.B. dem Minimumsprinzip, aufgebauten Modells, das psychologischen Gegebenheiten durchaus nicht affin zu sein braucht), so ist folgende Hypothese begründet:

Der Höhe der Gewichtszahlen eines Tests in den Intelligenz-
faktoren I, II, III, ... entspricht die Stärke der Heran-
ziehung von Denkfaktoren 1, 2, 3, ... im Laufe des g e s a m-
t e n Denkaktes. Diese Heranziehung geschieht vorwiegend
submental, die Kategorisierung der verschiedenen, kurzzeitigen
Erlebnisqualitäten (unter die Oberbegriffe 1, 2 und 3) ent-
spricht n i c h t u n b e d i n g t dem Gewichtszahlver-
hältnis I : II : III. (I : II : III ist also i m a l l-
g e m e i n e n nicht gleich 1 : 2 : 3, wobei die Proportion
symbolisch die relativen Anteile der verschiedenen Erlebnis-
qualitäten bedeutet.) Denkfaktor 1 beispielsweise kann sub-
mental in viel größerem Maß herangezogen werden, als seinem
erlebten Einsatz entspricht. Das sieht man an der Höhe der
Gewichtszahl I in ihrem Verhältnis zu den übrigen Gewichts-
zahlen. Es kann sogar auch der Fall eintreten, daß dem Er-
leben " 'mehr' Lösungsweg 1 (= Denkfaktor 1) als Lösungsweg 2
eingeschlagen" ein submentales Erregungsgeschehen entspricht,
in dem Denkfaktor 2 mehr herangezogen wurde und ein Denkfaktor
3 eine Rolle spielte, der gar nicht bewußt erlebt wurde, sondern
nur faktorenanalytisch "aufgedeckt" werden konnte, indem der
Test auch eine "überraschende" Ladung mit Intelligenzfaktor III
aufwies. - Daß spekulative Intelligenzunterteilungen oft von
faktorenanalytisch gewonnenen Einteilungen der Intelligenz
abweichen (bezüglich Anzahl und Art der Intelligenzfaktoren)
bzw. die subjektiv interpretierte Eigenart eines Tests (ob
er etwa eher ein Schlußfolgerungs- oder rein sprachlicher
Test sei) oft nicht ganz mit seiner Kennzeichnung durch eine
objektiv gewonnene Faktorenstruktur übereinstimmt, hätte dann
seinen Grund darin, daß die Benennung der erlebten psychischen
Vorgänge bei der Testlösung noch nicht einen genauen und er-
erschöpfenden Aufschluß darüber gibt, was im größtenteils "un-
bewußt"⁸⁾ abgelaufenen Denkakt alles vor sich geht. (Genau so,
wie es mittelbare Assoziationen gibt, gibt es vielleicht un-
bewußte vermittelnde Zwischenglieder in Schlußketten. Diese
könnten, unabhängig von der Art der bewußten Glieder, "unan-
schauliche Erlebniseinheiten", "Vorstellungen" oder "Worte"
usw. sein. Der Schluß "mithin $a > b > c$ " könnte ein solches

"unbewußtes Mittelglied" sein, der allerdings bei genügender Intensität dieselbe Erlebnisqualität hätte wie die beiden "Außenglieder": " $a > b$ und $b > c$ " und "also $a > c$ ", vgl. das Beispiel auf Seite 3.)⁹⁾ Eine Nichtübereinstimmung von Faktorenstruktur und Selbstbeobachtungsaussagen könnte allerdings rein formal auch durch folgende "Gegenhypothese" erklärt werden: submentales und mentales Erregungsgeschehen stimmen in ihrer qualitativen Differenziertheit überein, gute Selbstbeobachtungsaussagen sind voll verlässlich und erschöpfend insofern, als sie eine "repräsentative Stichprobe" für den ganzen Denkakt sind; die Faktorenstruktur eines Tests entspringt dem gegenüber nur einer Verarbeitung von Skores mittels eines Modells mathematischer Eigenbegriffe, die psychologischen Fakten nicht affin sind; auch schon deshalb, weil einer Gleichheit von Skores $s_{Ai} = s_{Bi}$ nicht immer eine Gleichheit der Lösungswege bei Tests A und B entsprechen muß (und ebenso einer Verschiedenheit $s_{Ai} \neq s_{Aj}$ ¹⁰⁾ eine Verschiedenheit der Lösungswege bei den Vpn. i und j) ergeben sich (manchmal beträchtliche) Differenzen zwischen den erlebten Lösungswegen und der Interpretation der Faktorenstruktur eines Tests als globale Kennzeichnung des gesamten Denkaktes. Eine solche Gegenhypothese impliziert also ein starkes Anzweifeln der folgenden Bemerkung MEILIS¹¹⁾: "Unter Berücksichtigung der individuellen Leistungsdifferenzen ist es möglich, objektiv festzustellen, ob verschiedenen Problemen gleiche oder verschiedene Lösungsprozesse entsprechen, und die Faktorenanalyse gibt das Mittel in die Hand, verschiedene Aspekte dieser Lösungsprozesse zu isolieren." Ein ganz radikaler Standpunkt, wie etwa: die Erlebnisaussagen geben nur zum Teil einen (bzw. manchmal überhaupt keinen) verlässlichen Hinweis auf den "eigentlichen Denkakt", aber die Faktorenanalyse kann darüber überhaupt keinen Aufschluß geben, ist unter Berücksichtigung der experimentellen Ergebnisse meiner Dissertation allerdings schwer möglich. Wahrscheinlich ist es so, daß die Faktorenanalyse im Vergleich mit Erlebnisaussagen einen zwar besseren, aber immer noch nicht vollständigen Aufschluß über die Art des "eigentlichen Denkaktes" gibt. (Vergleiche von verschie-

denen Faktorenanalysen an verschiedenen "Denktypen" - definiert durch den erlebten Lösungsweg - und an verschiedenen "Intelligenztypen" - definiert durch das Leistungsprofil in einer Intel.-test-batterie - könnten allerdings einen immer besseren Aufschluß geben, wobei stets die radikale Arbeitshypothese zugrundegelegt wäre, daß bei der Population eines reinen, homogenen "Typus" eine volle Entsprechung zwischen Denkakt und Faktorenstruktur besteht. Iterierte Faktorenanalysen an immer spezialisierteren Untergruppen von Vpn. und immer spezialisierteren Testbatterien auf Grund der Ergebnisse vorhergehender Faktorenanalysen unter Berücksichtigung der jeweiligen Interdependenzen Denktyp-Intelligenztyp-Faktorenstruktur wären wohl die einzige langwierige Methode, um das schwierige Problem "Faktorenanalyse und Denkpsychologie" einer Lösung näherzubringen.) Jedenfalls ist die optimistische Hoffnung MEILLI¹²⁾ sehr problematisch: "Auch die Methoden der Faktorenanalyse, die zunächst unter dem Gesichtspunkt der differentiellen Psychologie entstanden sind, werden wohl für die Denkpsychologie nutzbar gemacht werden können. Es hat sich nämlich immer deutlicher gezeigt, wie wenige von den für das Finden der Lösung einer Aufgabe oder für das Verstehen von Zusammenhängen entscheidenden Vorgängen bewußt werden und daher vom Subjekt direkt beobachtet werden können; was eigentlich beim Denken vor sich geht, kann nur erschlossen werden." Inwiefern die Faktorenanalyse einen wichtigen Beitrag zu einem solchen "Erschließen" liefern könnte, habe ich in den obigen Hypothesen auszusprechen versucht. Solche Hypothesen sind aber gewagt und vage und sollen vorläufig nur eine Denkmöglichkeit skizzieren. Gewagt ist die Hypothese deshalb, weil sie noch nicht genügend experimentell untermauert ist, weil Gegenhypothesen der obigen Art möglich sind und weil eine Reihe semantischer Probleme und Gefahren von Zirkelschlüssen dahinter stecken (Problem der "Benennung" von Faktoren überhaupt; Problem der Bildung von Oberbegriffen bei der Benennung von Erlebnisqualitäten; die Hypothese wurde ja gerade auf Grund der Übereinstimmung in der Benennung von Faktoren und Erlebnisqualitäten aufgestellt und soll nun über Nichtübereinstimmungen Aufschluß geben).

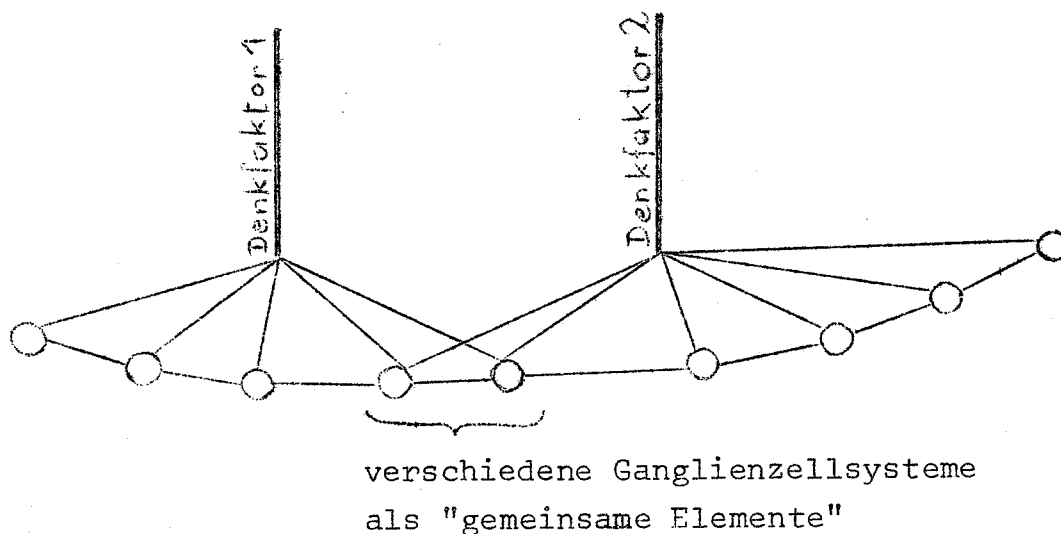
Vage ist die Hypothese deshalb, weil es sehr unklar ist, wie man sich denn gehirnthoretisch die "submentale Heranziehung" von Denkfaktoren 1 und 2 vorstellen soll. Das ganze ungeklärte Problem, was faktorenanalytisch gewonnene Faktoren "eigentlich sind", inwiefern eine Benennung zulässig ist, die man dann noch dazu als Beschreibungshilfe für die Dynamik der Prozesse, aus deren korrelierten Endergebnissen sie gewonnen wurden, verwendet, spielt hier hinein (was nicht nur für die Intelligenz-, sondern auch für die Persönlichkeitsforschung gilt), wobei es vor allem darauf ankäme, begriffliche Verwirrungen zu vermeiden bzw. unscharfe Verlegenheitsbegriffe zu präzisieren, wie etwa: Faktoren sind "Entitäten", keine Elemente des Denkens, wohl aber der "Operationen" u.s.w. Wesentlich ist dabei auch, von welcher Theorie des Denkens man ausgeht (etwa einer gestaltpsychologischen). Weiters besteht eine Verbindung zu Problemen der allgemeinen Psychologie, etwa der Frage, inwieweit "Sprechen und Denken" identisch sind (vgl. F.KAI⁷, Sprachpsychologie I) - hier wird wohl nur eine differentialpsychologische Berücksichtigung verschiedener "Denktypen" eine Vereinbarkeit verschiedener diesbezüglicher Standpunkte ermöglichen. - Nach ROHRACHER¹³⁾ "sind Faktoren - soweit man dies überhaupt sagen kann - Merkmale des Denkablaufes; die Namen, die man ihnen gegeben hat, sind Beschreibungshilfen für die Art und Weise, in welcher sich die Denkprozesse des Menschen abspielen". Gerade der Vorbehalt "soweit man dies überhaupt sagen kann" macht das ganze Problem aus: hat die Faktorenstruktur eines Tests überhaupt mit dem Denkablauf beim Lösen dieses Tests etwas zu tun, falls man als Beschreibungshilfen bei den Erlebnisaussagen dieselben Worte verwendet, mit welchen man die Faktoren benennt, und wieweit besteht eine solche Übereinstimmung? Daß überhaupt ein Zusammenhang besteht, ist keineswegs selbstverständlich und muß erst streng bewiesen werden; nach den experimentellen Ergebnissen meiner Dissertation scheint ein solcher Zusammenhang zu bestehen, wieweit er besteht, könnten nur umfangreichere Untersuchungen erweisen.

Aus allen diesen Gründen ist eine gehirnthoretische Inter-

pretation der Intelligenzfaktoren ebenfalls sehr problematisch. Keinesfalls käme eine einfache "Zentrenlehre" in Frage, welche verschiedene Ganglienzellsysteme lokalisiert, deren Erregungsproduktion verschiedene Denkfaktoren entweder erlebt oder submental hervorbringt.¹⁴⁾ Der spezifischen Eigenart von Denkfaktoren wird nur die spezifische Eigenart von Erregungskonstellationen entsprechen, die aus vielen "Zuflüssen" zustandekommen. G.EKMAN setzt Intelligenzfaktoren mit Denkfaktoren gleich (ohne diese äußerst problematische Gleichsetzung ausdrücklich hervorzuheben, was auch sonst fast nie in der Literatur geschieht), und bezeichnet sie höchst allgemein als "nervöse Funktionskomplexe" (siehe Seite 22 f.) Also entsprechen wohl verschiedene Intelligenzfaktoren verschiedenen nervösen Funktionskomplexen. Eine Korrelation von Faktoren untereinander - die auf Faktoren 2.Ordnung hinweist - erklärt EKMAN mit "einer Art struktureller Überschneidung der Faktoren, so daß die Teilstrukturen in gewissem Umfang gemeinsame Elemente haben".¹⁵⁾ Wie soll man sich die verschiedenen "nervösen Funktionskomplexe" gehirnthoretisch vorstellen, was sind dabei "Strukturen" und was "Elemente"? Beim Versuch einer genaueren Interpretation ist man stets in Gefahr, indirekt und implizit eine naive atomistische Denke Theorie zu vertreten. Trotzdem schlage ich als hypothetischen Ausgangspunkt folgendes grobe Modell vor:

Die spezielle "Struktur", die den speziellen "nervösen Funktionskomplex" eines speziellen "Faktors" ausmacht, besteht in der geometrischen Verteilung und der besonderen Art des funktionellen Zusammenspielens der vielen Ganglienzellsysteme, aus denen Erregungs-Zuflüsse in relativ besonders hohem Maße erforderlich sind, damit die spezielle (Erlebnis-)Qualität des speziellen Faktors zustandekommt. Diese Ganglienzellsysteme sind die "Elemente" und eine Korrelation zwischen Intelligenzfaktoren bzw. eine erlebte Ähnlichkeit zwischen Denkfaktoren geht darauf zurück, daß eine teilweise Gleichheit dieser "geometrischen Verteilungen" besteht, weil gleiche "Elemente" zur Bildung der Erregungskonstellationen herangezogen werden.

(Eine solche Theorie ließe sich durch Zusatzannahmen auch in eine gestaltpsychologische Denktheorie einbauen.) Grob schematisch:



Man könnte sich immerhin vorstellen, daß für ein Moment des Denkaktes, das unter den Oberbegriff "Denkfaktor Wortverständnis" (entsprechend dem "Intelligenzfaktor Wortverständnis") fallen würde, u.a. Erregungszuflüsse aus dem sensorischen Sprachzentrum notwendig sind, für ein Moment des Denkaktes, das unter den Oberbegriff "Denkfaktor Wortflüssigkeit" fällt, u.a. Erregungszuflüsse aus dem motorischen Sprachzentrum (subvokales Sprechen). (Natürlich brauchen beide Momente nicht zeitlich getrennt im Denkprozess aufzutreten, sie können gleichzeitig und "ganzheitlich" zusammenwirken - etwa beim Suchen eines passenden Begriffes.) Ebenso werden für die Faktoren der Wahrnehmung und der Vorstellung Zuflüsse aus der Area 19 unerlässlich sein. So wird der Eigenart von Denkfaktoren eine Eigenart von spezifischen Erregungskonstellationen entsprechen; diese Eigenart der spezifischen Erregungskonstellationen kommt durch die verschiedene Art ihrer Zusammensetzung aus spezifischen Erregungen von Zellen aus verschiedensten Ganglienzellsystemen zustande. Ebenso werden, wenn bei einem intelligenten Denkakt die bisherige Erfahrung auf adäquateste Weise verwertet wird, gerade jene Zellsysteme in Gedächtnis-Resonanz geraten, die der physiologisch-funktionellen

Eigenart des verwendeten Denkfaktors entsprechen. Eine "Umzentrierung" besteht dann oft gerade in einer besonderen qualitativen Ausdifferenzierung eines oder in der plötzlichen Mitheranziehung eines ganz anderen Denkfaktors, was ein "Anspringen" ganz anderer Erfahrungen und Vorstellungen ermöglicht. Dabei gehen auch die bisher aktivierten Resonanz-Erregungen aus den Gedächtniszellen mit ein. Eine fortlaufende "Umstrukturierung" zur Lösung hin käme dann durch ein immer passenderes und spezifischeres "Einpendeln" von Denkfaktoren mit Gedächtniserregungen zustande. Also keine direkte S-R-Theorie des Denkens, sondern gewissermaßen eine $S_0R_1 - S_2R_3$ - Theorie des Denkens: Zunächst aktiviert die Stellung der Aufgabe einen Denkfaktoren-Komplex S_0 , dieser verbindet sich mittels des Ansprechens von Gedächtnisresiduen R_1 - "erste Gedanken zum Problem" - zu einer neuen Ausgangskonstellation S_1 , bei der vielleicht ein anderer Komplex von Denkfaktoren die qualitative Eigenart des Problembewußtseins ausmacht; diese hat einen - nicht immer, aber im allgemeinen - "besseren" Einsatz der bisherigen Erfahrung zur Folge, nämlich R_2 . Dadurch ist die Problemstellung in die viel klarere Position S_2 gekommen, was, wenn nicht noch weitere Zwischenglieder S_iR_{i+1} für diesen "regelkreisartigen Verdeutlichungsprozeß" nötig sind, die Lösung R_3 zur Folge hat. So ließe sich die Auffassung K.DUNCKERS mit der physiologischen Gedächtnistheorie ROHRACHERS einerseits und mit der Gleichsetzung "Intelligenzfaktor = Denkfaktor = nervöser Funktionskomplex" andererseits in Einklang bringen. Daß die unter den Oberbegriff eines bestimmten "Denkfaktors" fallenden Erregungskonstellationen, auf die gewisse Gedächtnisresiduen ansprechen, selbst wieder aus Gangliensystemen entstehen, deren Zellen ebenfalls durch bisherige Erfahrungen umstrukturiert wurden, stellt kein Gegenargument dar. Man sieht so nur, daß eine große Zahl von untereinander verschlungenen "intrazerebraler Regelkreise" beteiligt sind, entsprechend der Schwierigkeit des Denkproblems:

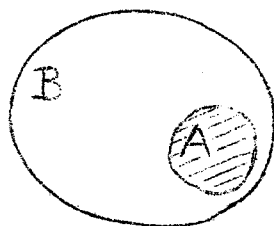
Erfahrung - Suchen von dazupassenden Erfahrungen - darauf
Meldung einer neuen, aber nicht ganz dazupassenden Erfahrung -

ev. Verbindung dieser neuen Erfahrung mit den ersten Erfahrungen¹⁶⁾ -
mittels dieser neuen Ausgangskombination wird eine neue, noch
besser passende Erfahrung gesucht - dies ist der Fall = Lösung.
Die dem "Suchen" entsprechenden Erregungskonstellationen
fließen von Ganglienzellsystemen aus, die einem Denkfaktor ent-
sprechen, sie fließen in viele andere Gangliensysteme, es
kommt zum Ansprechen ganz spezieller davon, wodurch eventuell
auch ein neuer Denkfaktor in Einsatz kommen kann, der sich
(ev. zusammen mit dem ersten) wieder auf die "Suche" nach der
Lösung begibt, worauf dann eine neue Konstellation submentaler
und mentaler Erregungen gemäß einer "determinierten" Tendenz
eine noch passendere Resonanz finden. Im Denkfaktor selbst
können bisherige Erfahrungen "gespeichert" sein und man kann
die Hypothese aufstellen, daß die Ausstattung einer Person
mit einem Denkfaktor (= Intelligenzfaktor) umso größer ist,
desto mehr Probleme sie bereits gelöst hat, die mit diesem
Faktor relativ dominant geladen sind (Übungs-Einfluß), desto
mehr sie imstande ist, die beim Finden der Lösung gemachten
wesentlichen Erfahrungen zu speichern, sozusagen ein "abstra-
hierendes Resumé als Muster für ähnliche Probleme" zu finden
(Übungs- und Anlage-Einfluß) und desto mehr sie imstande ist,
zu lernen, vielfältigste Erfahrungen zu speichern und adäquat
zu verwerten (Anlage-Einfluß). Man sieht hier, wie sehr die
Anlage die "Übungsmöglichkeit" beeinflusst. - Es ist mir be-
wußt, daß die obige Theorie schwerwiegende Unklarheiten ent-
hält (die Trennung von "Denkfaktoren" und das "Ansprechen von
Erfahrungen" etwa) und oft in zu allgemeinen, bloß bildlichen
Schilderungen steckenbleibt; sie ist nur ein knapp gehaltener
Versuch, die vielfältige Dynamik des Erregungsgeschehens beim
Lösen eines Problems durch ein vereinfachendes Modell zu ver-
anschaulichen, den Weg bis zu jener alle Komponenten um-
fassenden Erregungskonstellation, welche uns plötzlich eine
Lösung als evident erleben läßt (Aha-Erlebnis). Ein etwas
anderer, vom obigen unabhängiger Ansatz wird weiter unten
versucht (Seite 22f). Bezüglich der obigen Problematik ist es
natürlich am einfachsten, bei Formulierungen stehenzubleiben
wie: "Diese Fähigkeit zur Suche nach gewünschter Ergänzung

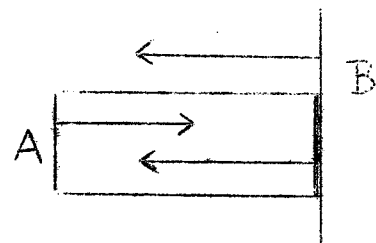
des Gedachten durch Einfälle aus im Moment noch dunkel- oder unbewußten Partien der Seele, wo das unser Bewußtsein kolossal überragende Wissen und Können schlummert, ist eine letzte Eigenschaft der Seele, welche den Verkehr zwischen Bewußtem und Unbewußtem betrifft. Das Unbewußte ... ist sozusagen ein Resonanzboden von höchster Empfindlichkeit." (Th. ERISMANN¹⁷⁾)
In der obigen Theorie wurde der Versuch gemacht, diese fundamentale Problematik der Denkpsychologie in einer gehirnthoretischen Sprache auszudrücken und durch den Versuch einer Beschreibung physiologisch-dynamischer Prozesse nicht bei "letzten Eigenschaften" in vermögenspsychologischer Weise stehenzubleiben.

Dazu noch ein erläuterndes Beispiel - ein relativ leichtes Denkproblem: "Immer wenn A ist, so ist auch B; nun ist B, also ... ?" Nach meinen Erfahrungen an mehreren Versuchspersonen und nach eigener Selbstbeobachtung ist der erste Einsatz von Denkfaktoren auf drei verschiedene Arten möglich: Denkfaktor 1 = schlußfolgernder Faktor: eine Induktion aus verschiedenen konkreten Beispielen, e r s t e n s solchen, bei denen aus $A \rightarrow B$ nicht $B \rightarrow A$ folgt, und z w e i t e n s solchen, bei denen aus $A \rightarrow B$ auch $B \rightarrow A$ folgt. Somit die Antwort: " ... kann A sein oder nicht sein."

Denkfaktor 2 = verbaler Faktor: ein Versuch, sprachliche Denkformeln zu finden: "aus A folgt B, also folgt aus B auch A", und im Falle dies nicht als subjektiv evident erlebt wird, daran anschließend ein verbal formuliertes "logisches Gefühl" der Unsicherheit: "aber so einfach kann dies doch nicht sein". Denkfaktor 3 = logisch-mathematischer Faktor: rein abstrakte Auffassung, Veranschaulichung mittels logischer Schemen, etwa



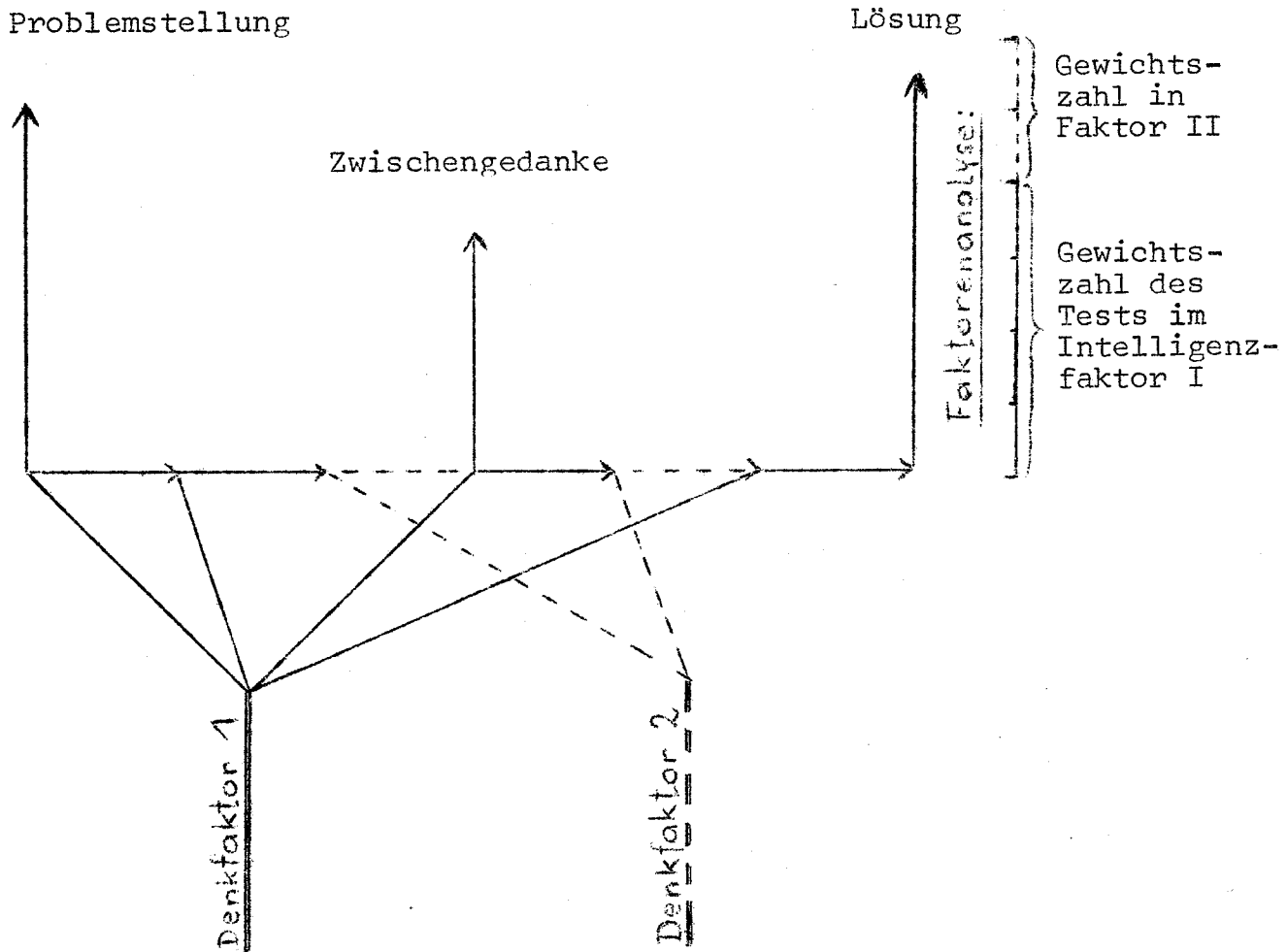
oder



durch deren Interpretation die Aufgabe sofort gelöst ist. In allen drei Fällen muß auf den erlebten Einsatz des Denkfaktors die bisherige Erfahrung adäquat "ansprechen": bei Denkfaktor 1 müssen p a s s e n d e Beispiele gefunden werden; es dürfen nicht nur Beispiele der zweiten Art $A \rightleftharpoons B$ gefunden werden; am "intelligentesten" ist es, gleich ein möglichst repräsentatives Beispiel der ersten Art zu finden. - Ein Beispiel der zweiten Art kann als "primärer Einfall" ein Beispiel der ersten Art als "noch bessere Erfahrung" zur Folge haben (Regelkreis: "das wäre ein erstes Beispiel, das mir eingefallen ist, aber jetzt muß ich versuchen, ein d e m g e g e n ü b e r andersartiges Beispiel zu suchen.") Statt dann einen einfachen Induktionsschluß aus geeigneten konkreten Beispielen zu ziehen, kann auch ein neuer Denkfaktor 3 in Einsatz kommen: vollständige Abstraktion von konkreten Beispielen, zu der man aber erst durch den Umweg über konkrete Beispiele (Denkfaktor 1) kommt, während der ausschließliche Einsatz von Denkfaktor 3 aber auch nicht eindeutig erfolgt: es gibt verschiedenste geometrische und logistische Repräsentationen, die man bisher verwendet und gelernt hat, die passendste wird aus der bisherigen Erfahrung gefunden. Wird zunächst Denkfaktor 2 in Einsatz gebracht, so kann die Beseitigung des "logischen Unsicherheitsgefühls" mittels 1 oder 3 oder beiden versucht werden. Eine Voraussetzung für die Kritik ist oft folgendes "abstrahierende Resumé" aus der bisherigen Erfahrung mit verbalen Aufgaben: "verbale Aussagen sind nicht immer reversibel". Diese gut fundierte Erkenntnis kann genügen, um ziemlich ausschließlich mit Denkfaktor 3 allein auszukommen. - Man sieht, in wie verschiedenem Maße und in wieviel Variationen der Aufeinanderfolge Denkfaktoren in Einsatz kommen können und wie dabei die bisherige Erfahrung durch Finden passender Beispiele oder in Neukombinationen durch "schöpferische Phantasie" in Einsatz kommen muß. Es ist dabei aber nicht so, daß man einen bestimmten Lösungsweg als "absolut intelligentesten" werten kann. Die Variation der Aufeinanderfolge der Denkfaktoren kann die Faktorenanalyse nicht erfassen. Sie gibt nur an, in welchem Ausmaß ein Denk-

faktor beteiligt war, ob am Anfang oder Ende des Denkaktes, ob verschiedene Male in verschiedener Weise - darüber gibt die globale eine Ladung des Tests mit einem Intelligenzfaktor keine Auskunft. Man könnte aber die Hypothese vertreten, daß im allgemeinen in der ersten Hälfte des Denkaktes eher allgemeinere (g-) Faktoren in Einsatz kommen, in der zweiten Hälfte eher speziellere und spezifische Faktoren: zunächst erfolgt eine allgemeine Auffassung und Einordnung des Problems, eine Einordnung, die auch darüber entscheidet, welche speziellen Denkfaktoren in Einsatz kommen sollen.

Auf allgemeinste Weise kann man sagen, daß ein Denkfaktor (die bestimmte Art des Einsatzes der psychischen Funktionen) in der spezifischen Eigenart des Zustandekommens der ihm entsprechenden Erregungskonstellationen seine physiologische Grundlage hat. In diesem Sinn kann man gehirnphysiologisch jedem Intelligenzfaktor bzw. Denkfaktor eine "funktionelle Eigenheit" zuordnen. In dieser funktionellen Eigenheit, die dem Oberbegriff eines Faktors entspricht, sind natürlich je nach Aufgabe und je nach individuellem Vollzug des Denkaktes noch die verschiedensten Variationen möglich, aber man darf infolge der statistischen relativen Unabhängigkeit von Intelligenzfaktoren die Hypothese vertreten, daß die Unterschiede in der physiologischen Funktion, die innerhalb eines Faktors möglich sind, geringer sind als die gehirnphysiologischen Unterschiede, die den funktionellen Eigenheiten verschiedener Faktoren entsprechen (Varianz "zwischen" ist größer als Varianz "innerhalb"). In der folgenden Skizze sind die Zuflüsse aus "Denkfaktor 1" und "Denkfaktor 2" (vertikale Strecken unten) nicht Zuflüsse aus verschiedenen Zentren, sondern sie symbolisieren nur verschiedene "funktionelle Eigenheiten" der physiologischen Prozesse, die einem Denkkakt zugrundeliegen können. (Die folgenden Ausführungen sind weitgehend unabhängig von den bisherigen Theorien; man kann allerdings das Schema auf Seite 13 für die Denkfaktoren 1 und 2 an die folgende Zeichnung anfügen):



Stark ausgezogene horizontale Pfeile symbolisieren "Zuflüsse" aus "Denkfaktor 1", strichlierte Pfeile Zuflüsse aus Denkfaktor 2 beim submentalen Erregungsgeschehen; wenig davon kulminiert in mentalen Erregungen und erzeugt entsprechende bewußte Erlebnisse: drei vertikale Pfeile - als "grobe Summe" aus den horizontalen Pfeilen entsprechen sie alle nur dem Denkfaktor 1, deshalb sind sie ebenfalls stark ausgezogen. Erlebt wird also nur "Lösungsweg 1". Erst die Faktorenanalyse des Tests zeigt, daß zwei Faktoren in den Denkablauf eingehen, das Verhältnis ihrer Gewichtszahlen ist ungefähr $I : II = 4 : 2$ (den vier starken und den zwei strichlierten Pfeilen im submentalen Erregungsgeschehen entsprechend. Die Erlebnisse bei der Testlösung ließen dagegen ein Verhältnis $I : II = 6 : 0$ erwarten).

Die übliche Faktorenanalyse gibt nur Durchschnittswerte für das oben skizzierte Modell eines Denkablaufs - nämlich auf Grund von Korrelationen an repräsentativen Stichproben aus der Gesamtpopulation, die sich aus Denktypus 1 plus Denktypus 2 u.s.f. zusammensetzt (was berücksichtigt werden müßte, falls verschiedene Lösungswege 1 und 2 bei dem Test möglich sind). Korreliert man die Tests bloß an einem bestimmten Denktypus, so kommen die faktorenanalytischen Ergebnisse dem individuellen Denkablauf näher. Für einen bestimmten Denktypus mag das Gewichtszahlverhältnis vielleicht wirklich 6 : 0 sein.

Betont sei, daß die obige Skizze nur ein grob veranschaulichendes Modell für die qualitative (Denkfaktor 1 und 2) und quantitative (submental oder mental) Unterschiedlichkeit der Erregungsvorgänge ist und keine atomistische Denktheorie mit mechanistischen Summenbildungen impliziert. Die vielen submentalen "Elemente" des Denkaktes (durch horizontale Pfeile symbolisiert) verbinden sich zu Ganzheiten, die neue Qualitäten enthalten, wodurch sie schließlich zu einer "neuen Ordnung", der erlebten Lösung führen. "Denkfaktor 1" und "Denkfaktor 2" sind bloß theoretisch konstruierte hypothetische Oberbegriffe gemäß der funktionellen Verschiedenheit des Erregungsgeschehens, das wir auf Grund der Verschiedenheit erlebter Denkvollzüge annehmen. Die Vereinigung von Teilkonstellationen zur "neuen Ordnung" geht nach physiologischen Gesetzen vor sich, die Gesetze der Logik, die Aufbauprinzipien dieser Ordnung, sind Gesetze des Erregungsgeschehens.¹⁸⁾

Das ideale Ziel einer Gehirntheorie wäre es, nicht nur möglichst viele bekannte psychologische Tatsachen mit möglichst vielen Befunden der Gehirn-Anatomie und -Physiologie zu vereinen, indem mittels eines Minimums an theoretischen Begriffen hypothetische Erklärungen gegeben werden, sondern es sollte auch angestrebt werden, Voraussagen zu machen, deren empirische Bestätigung dann gleichzeitig auch eine weitere Bestätigung der bisherigen Erklärungen wäre. Beispiel: Auf Grund der Erklärung der Alpha-Wellen nach der Stoffwechsel-Theorie sagt

man voraus, daß sie nach langdauernden Vigilanzleistungen viel seltener durch Lichtreize unterdrückt werden.

Wenn die obige Theorie, welche eine vollkommene Entsprechung der Faktorenstruktur eines Tests mit submentalern Erregungsprozessen, die zu seiner Lösung führten, behauptet, auch nur einigermaßen zutrifft, so könnte ein faktorenanalytisch aufgefundener Denkfaktor 2, der nicht erlebt wurde (vgl. die obige Zeichnung), nur durch äußerst subtile Methoden erlebnispsychologisch bestätigt werden. Für ein Interview, in dem die Frage gestellt wird: "Sie haben zwar Lösungsweg 1 gewählt und nicht Lösungsweg 2 oder 3; wenn Sie jetzt aber trotzdem Antwort auf die Frage geben müßten: haben Sie eher Lösungsweg 2 oder 3 verwendet ... " ergäbe die Theorie folgende Voraussage: "Die Vp. gibt an, daß ihre Art, die Aufgabe zu lösen, noch eher mit Lösungsweg 2 ähnlicher ist als mit Lösungsweg 3". Gehirnthoretisch könnte man das Zustandekommen dieser Antwort vielleicht folgendermaßen erklären: Die der Vorstellung des Lösungsweges 2 zugrundeliegenden Erregungskonstellationen bringen "Spuren" bei der Versuchsperson in Aktion, welche vom kurz vorher nur submental in Aktion gewesenen Denkfaktor 2 geprägt wurden.¹⁹⁾ Dadurch verbinden sich neuaktivierte schwache Erregungskonstellationen mit denjenigen mentalen, welche die Beschreibungen von 2 durch den Versuchsleiter auslösen, was eine in summa s t ä r k e r e "Vorstellung" des Lösungsweges 2 ergibt als die Vorstellung des Lösungsweges 3, die nicht durch submentale Spuren v e r - s t ä r k t wurde. So ließe sich das "eher" in der Antwort der Vp. durch ein "stärker" erklären, falls die Fragen gleich nach der Testlösung gestellt werden, damit die ohnehin ganz schwachen Nachwirkungen des Submentalen noch zur Wirkung kommen können.²⁰⁾ - Die obige Antwort der Versuchsperson könnte auch indirekt erhalten werden, indem sie etwa angibt, ob der gelöste Test A "ähnlicher" ist einem Test B oder einem Test C. Es ist aber natürlich sehr schwierig, Interviews über die Ähnlichkeit von Lösungswegen bei verschiedenen Tests adäquat zu gestalten, da hierbei äußerst subtile Details beschrieben

werden müssen. Bei der Untersuchung der "Ähnlichkeit" von Tests können auch Methoden zur Anwendung gelangen, welche bei der Aufstellung von Polaritätsprofilen verwendet werden. Die Struktur besonders der verschiedenen Reasoning-Tests könnte durch die Zuordnung zu verschiedenen geometrischen Symbolen gekennzeichnet werden, wie dies M.HARROWER bereits für die logische Eigenart von Witzen durchgeführt hat.

Zunächst scheint eine gehirnthoretische Interpretation von Intelligenzfaktoren mit einer nicht-materialen Namengebung, etwa der vier Faktoren MEILIs, entsprechender zu sein, da dann nur formale und funktionelle Eigenschaften des Erregungsgeschehens berücksichtigt werden brauchen. Etwa: "K o m - p l e x i t ä t" ist umso größer, desto mehr gesonderte Teilkonstellationen beim Verarbeiten einer Aufgabe gebildet werden müssen, "G a n z h e i t" muß umso mehr in Einsatz gebracht werden, desto geringer der Vereinbarkeitsgrad dieser Teilkonstellationen ist, wobei aber auch die "P l a s t i - z i t ä t" eine Rolle spielt, die Verbindung von Teilkonstellationen zu einer neuen Ordnung auf Grund einer Erregungskonstellation, die einem "neuen Gesichtspunkt" zugrundeliegt. Die Bildung neuer und verschiedenster Konstellationen, die unter der determinierenden Tendenz einer bestimmten Ausgangskonstellation stehen, geht umso besser und schneller vor sich, desto größer die "F l ü s s i g k e i t" ist. Mittels der verschiedenen Aspekte der 4 Faktoren wird also stets eine möglichst vielfältige, geordnete, adäquate und schnelle Dynamik des Erregungsgeschehens beschrieben - also physiologische Eigenschaften der Konstellationen selbst. Der "logische Weg" bei der Lösung liegt in der "richtigen" physiologischen Funktionsweise des Erregungsgeschehens selbst. Ebenfalls durch gewisse allgemeine Eigenschaften des Erregungsgeschehens versucht G.EKMAN den g-Faktor zu kennzeichnen²¹⁾: "Wird die physiologische Unterlage für gewisse Gruppenfaktoren von nervösen Funktionskomplexen gebildet, so ergibt sich eine positive Korrelation der Gruppenfaktoren, wenn eine allgemeine nervöse Funktionsfähigkeit als eine relativ selbständige Variable be-

steht. Man kann sich denken, daß sich diese letztere als ein g-Faktor zweiter Ordnung manifestiert. Diese Interpretation scheint mit SPEARMANs energetischer Deutung des g-Faktors nicht unvereinbar zu sein."

Demgegenüber wurde hier auf die material-inhaltlichen Gruppenfaktoren (etwa die 7 THURSTONEschen Faktoren) als "nervöse Funktionskomplexe" direkt eingegangen. Innerhalb eines materialen Faktors, z.B. dem Wortverständnis-Faktor, ist dann ein Faktor 2.Ordnung oder auch ein MEILLischer Faktor (etwa Flüssigkeit) bestimmend. Dabei muß aber wieder berücksichtigt werden, daß die "Flüssigkeit" bei einem verbalen und bei einem numerischen Faktor nicht unbedingt dasselbe ist und auch nicht dieselbe Höhe zu haben braucht. Den materialen Gruppenfaktoren entspricht ein Lokalisationsproblem, den nicht-materialen (auch denen 2.Ordnung) ein Funktionsproblem.

Wir kehren noch einmal zu unserer Ausgangshypothese zurück: Die Eigenart der submentalen und mentalen Erregungskonstellationen bei der Lösung eines Tests kommt in dessen Faktorenstruktur genau zum Ausdruck. Diese Faktorenstruktur ist zwar nur in Bezug auf die spezielle Testbatterie, in welche dieser Test gerade einbezogen wurde, berechnet worden und somit abhängig von der Art und Anzahl der Tests, die in die jeweilige Faktorenanalyse miteinbezogen wurden. Dies ist aber kein prinzipieller Einwand gegen die obige Hypothese: die Eigenart der Lösungswege wird hier eben nur relativ in Bezug auf die Lösungswege bei anderen Tests definiert (größere oder geringere Ähnlichkeit mit Lösungswegen bei anderen Tests). Desto mehr Tests in die Faktorenanalyse einbezogen wurden, desto größer ist die Anzahl und desto differenzierter wird die qualitative Eigenart der Faktoren (Unterteilung des Reasoning-Faktors etwa). Eine umso differenziertere Schilderung des Lösungsweges wird aber auch möglich, desto mehr Tests man zur Schilderung der "Ähnlichkeit" heranzieht. Der Anteil eines bestimmten Faktors (von beispielsweise insgesamt nur zwei gemeinsamen²⁾ Faktoren) bei einem Test gibt nur die Ähnlichkeit in Bezug

auf die (beispielsweise nur 6) Tests an, die in die Faktorenanalyse einbezogen wurden. Daraus kann erschlossen werden, wieviel Erregungsgeschehen "gleich" oder "ähnlich" war bei zwei Tests dieser Testbatterie, die eine gleiche bzw. ähnliche Faktorenstruktur aufweisen. - Im Idealfall, wo wir die exakte Faktorenstruktur eines Tests durch eine Faktorenanalyse an "allen" (unendlich vielen) Intelligenztests erhielten, könnten wir dann gemäß dem Ansatz der multiplen Faktorenanalyse sagen: die Anzahl der Faktoren ist gleich der Anzahl der verschiedenen "Erregungsmuster", die zu einem Intelligenzakt ihren Beitrag liefern können. Ein spezielles "Erregungsmuster" ist geometrisch definiert durch die speziell lokalisierten Gangliensysteme, deren mehr oder minder starke Zuflüsse (die ebenfalls für den Faktor charakteristisch sind) einen notwendigen Beitrag zum Zustandekommen eines einheitlichen Faktors leisten. - Einen zweiten Grund einer "Relativität" der Faktorenstruktur, Faktorenzahl und Faktoreneigenart habe ich in meiner Dissertation diskutiert: Die Faktorenstruktur des Quadrat-Puzzle-Tests, welchen Helen DURKIN verwendete, variiert sicher, je nachdem man ausschließlich an Vpn. ihres Denktypus "Versuch-Irrtum" (in meiner Dissertation: S-Typus beim RYBAKOFF-Test; intuitiver Typus) oder ausschließlich an Vpn. ihres "analysierenden" Denktypus (I-Typus; rational-schlußfolgernd) korreliert. Die Faktorenanalyse dieser Korrelationen könnte dann etwa ergeben, daß der analysierende Typus mehr ein Versuch-Irrtum-Probieren durchführt, als ihm bewußt ist, da der Test auch eine mittlere Ladung in einem Faktor aufweist, der besonders hoch ausschließlich mit Tests geladen ist, welche nur durch flüssiges, schnelles Ausprobieren verschiedenster Möglichkeiten gelöst werden könnten.

Welche von den vielen submentalen Erregungskonstellationen mental werden, warum und wozu²³⁾ gerade diese nur erlebt werden, ist ein vorläufig nur spekulativ-hypothetisch zu lösendes schwieriges und wichtiges Problem. Vielleicht müssen gerade jene Konstellationen (unter vielen anderen) die relativ stärksten und daher mentalen sein, welche am besten geeignet

sind, durch die Schaffung einer momentanen Einstellung, einer den Denkkakt lang anhaltenden Rahmenkonstellation, alle anderen (Wahrnehmungs-, Vorstellungs-, Emotions-) Erregungskonstellationen zu keiner störenden Auswirkung kommen zu lassen. Dazu mag in erster Linie die verbale Formulierung beitragen: das Wort, welches nicht nur dem Begriff, sondern auch dem Gedanken und ganzen Denkablauf einen "festen Halt" geben kann, während in seine submentale vielverzweigte "Sphäre" trotz der erlebten Unanschaulichkeit auch Anschauungs- und Vorstellungselemente eingehen können. Die Vielfältigkeit der Vorstellungsbilder jedoch, allein solcher unter nur einen Begriff fallender, würde bei ständigem "Mentalwerden" eine so eindeutige Konzentration auf die Aufgabe, wie sie durch einzelne Worte gegeben ist, nicht ermöglichen. - Bei einem Test etwa, bei dem zusammengehörende Begriffe zu finden sind, könnten schnell wechselnde Einzelvorstellungen, die unter die einzelnen Begriffe fallen, ein "Heraussieben" der identischen und ähnlichen Vorstellungen bei zwei Begriffen mehr Rolle spielen als man erlebt; erlebt wird nur die verbale Fixation der Begriffe und das "logische Gefühl", daß etwa die Begriffe A und B ähnlicher seien als die Begriffe C und D; und gleich darauf die Schlußfolgerung: A, B fallen unter den Oberbegriff O_1 und C, D unter O_2 . Entgegen dem rein unanschaulichen, verbalen Erleben geht "Flüssigkeit der Vorstellung", ja vielleicht sogar "Raschheit der Wahrnehmung" in die Aufgabe ein - die obige, recht angreifbare Hypothese über das Zustandekommen der Lösung des "Wortverständnistests" könnte nur faktorenanalytisch verifiziert werden. - Experimentell wäre zur Bewußtmachung weiterer Elemente des Denkaktes eine "Methode der oftmalig wiederholten Selbstbeobachtung" vielleicht ergiebig: Nachdem man die Lösung der Aufgabe gefunden hat, "wiederholt" man in Gedanken recht oft, wie man denn zur Lösung gekommen sei; dabei können neue Elemente des Denkaktes bewußt werden, die nicht ausschließlich auf die Fehlerquelle der Wiederholung selbst und eine nachträgliche Verfälschung durch Selbstbeobachtung zurückgehen (ein elegantes "Glätten" des Lösungsweges in der Erinnerung u.s.w.). Es wäre die Annahme vertretbar,

daß eine klarere "Ausgestaltung" des Lösungsweges, wie sie nach zahlreichen Wiederholungen des Lösungsprozesses oft erlebt wird, schon submental bei der ersten Lösung zu einem gewissen Teil vorhanden war.

Definiert man Intelligenz als Leistungsgrad des zerebralen Erregungsgeschehens bei der Bewältigung neuer Situationen, so wäre natürlich eine genauere Beschreibung derjenigen physiologischen Bedingungen wünschenswert, von denen dieser Leistungsgrad abhängt. (Anatomische Bedingungen sind Anzahl, Art und Verbindung der Ganglienzellen). Eine notwendige physiologische Bedingung läßt sich konstruieren, wenn man eine wesentliche Seite der Intelligenz darin sieht, daß die bisherige Erfahrung in selektiv-richtiger Weise verwertet wird. Die "bisherige Erfahrung" hat ihre physiologische Grundlage in einer modifizierten Feinstruktur bestimmter Ganglienzellen, die durch Erregungen verursacht wurden, als die betreffenden Erfahrungen das erste Mal gemacht wurden. (Diese Modifikationen "verfestigten" sich eventuell durch wiederholte gleiche oder ähnliche Erfahrungen). Die adäquate Erfahrungsverwertung käme dann dadurch zustande, daß gerade die "richtigen" unter den vielen Gedächtnisresiduen auf bestimmte Erregungskonstellationen, die dem Verstehen des Problems zugrundeliegen, ansprechen ("in Resonanz geraten", siehe auch die obigen Ausführungen Seite 13). Dadurch entstehen die Erregungen wieder, welche früher die Zellen modifizierten, und verbinden sich mit anderen - zu neuen Erregungskonstellationen, die dann schließlich die erlebte Problemlösung hervorbringen. Die dem Verstehen des Problems zugrundeliegenden Erregungskonstellationen müssen daher selbst schon derart sein, daß die richtigen Gedächtnisresiduen auf sie ansprechen. Das Verstehen und das "richtige Haben" des Problems selbst ist mithin eine primäre Voraussetzung. Man wird die Problemstellung auf so viele Arten modifizieren (verschiedenste Aufspaltungsmöglichkeiten in Teilkonstellationen), bis einer Art davon Erregungskonstellationen

mit der Eigenschaft zugrundeliegen, daß auf sie Gedächtnis-Residuen ansprechen können, die sich mit allen anderen Konstellationen zu einer geordneten, widerspruchslosen Gesamtkonstellation, der Lösung, verbinden. Einer nicht guten Verarbeitung des Problems, einem nicht klar Verstanden-Haben der Prämissen und ihrem Zueinander, liegen Erregungskonstellationen zugrunde, die in viele Gangliensysteme fließen, ohne daß dadurch infolge einer Resonanzwirkung neue Erregungen entstünden, die einen integrierenden Bestandteil für eine neue Erregungsordnung abgeben könnten. Den speziellen Gedanken liegen spezifische Erregungskonstellationen zugrunde, entstanden aus vielen spezifischen Erregungen. Notwendige physiologische Bedingungen für das richtige Ansprechen der Gedächtnisresiduen sind, daß diese Spezifität der Erregungskonstellationen wirklich ausgeprägt zustandekommt und auf ihrem Weg in entlegene Gangliensysteme wirklich erhalten bleibt; daß das Spezifische der Erregung, das auch nur eine Zelle als Beitrag zur spezifischen Erregungskonstellation liefert, voll zum Ausdruck kommt; daß nicht das Hinzukommen der spezifischen Erregung derart "angeglichen" (in ihrer elektrischen Komponente "synchronisiert") wird, daß die Erregungskonstellation nicht in geringstem Maße verändert wird (was ja nach ihrem "ganzheitlichen" Aufbau bei verschiedenen Elementen der Fall sein müßte). Damit die Spezifität der Konstellation und ein spezifisches Ansprechen von Ganglienzellen möglich ist, müssen die elektrischen Komponenten der Erregung möglichst wenig Tendenz zur Synchronisierung zeigen (infolge zu starker oder unökonomisch sich einschaltender nutritiver Bedürfnisse, was zu einer "Gleichschaltung" im Alpha-Rhythmus etwa führen kann). "Verwischen" sich die spezifischen Unterschiede der Konstellationen, so kommt es zu unklarem "Ansprechen", zu unklaren Gedanken und Erinnerungen beim Lösen eines Intelligenzproblems. Prägnante Verschiedenheit und klare Abgrenzung von Erlebnisinhalten, fortgesetzte Neubildung möglichst verschiedener Inhalte ist aber eine allgemeine formale Voraussetzung der Intelligenzleistung, die in der Ermöglichung des Zustandekommens der Spezifität von Erregungen und einer

Weiterverarbeitung gemäß ihrer Spezifität, besonders was die elektrische Komponente in ihrer quantitativen Differenziertheit ("Form" der Aktionsstromkurve) anlangt, ihre Hauptvoraussetzung hat. Daß unintelligentere, aufgeregte oder ermüdete Vpn. bei einem nicht zum Ziel führenden) Lösungsweg verharren, "haftenbleiben" und keine neuen Aspekte finden, die eher zur Lösung der Aufgabe führen könnten, hat somit seinen Grund darin, daß infolge der (elektrischen) allgemeinen "Gleichschaltung", einem allgemeinen Überwiegen von Bahnung gegenüber Hemmung, nicht so viele prägnant verschiedene, spezifische Erregungskonstellationen zustandekommen. Auch wenn man annimmt, daß selbst bei produktivem Denken wirklich neue Lösungen nur durch den Zufall gefunden werden, so ist ein möglichst schnelles Variieren und Ausprobieren verschiedenster Inhalte notwendig: $S - R_1$, $S - R_2$ etc.

Daß die "Intelligenz" eine physiologische Variable ist, wird durch folgende, nicht selbstverständliche Tatsache erhärtet: die Verteilung der Ausstattungen in den verschiedensten Intelligenzfaktoren, erhalten an einer großen Zahl von repräsentativ ausgewählten Vpn., ist stets eine Normalverteilung. Viele biologische und damit im Grunde physiologische Variablen²⁴⁾ zeigen e b e n f a l l s eine Normalverteilung (Körpergröße, Körpergewicht). Man kann somit annehmen, daß dem Zustandekommen der Intelligenzleistung d i e s e l b e formale Struktur zugrundeliegt, die eine Normalverteilung entstehen läßt: die additive Zusammensetzung einer Anzahl voneinander unabhängiger Elemente, die gleich wahrscheinlich eine Verringerung oder Vergrößerung der Variablen bewirken können. Diese fundamentale Weise des Zustandekommens eines globalen Merkmals ist dieselbe in der Biologie wie auch in der Psychologie. Aus der Analogie von Verteilungstypen, in diesem Fall der Normalverteilung, kann eine Stütze für den Schluß abgeleitet werden: psychologische Variablen sind physiologischen Variablen isomorph²⁵⁾. Das ausgeprägte Zustandekommen und das Erhaltenbleiben von s p e z i f i s c h e n Erregungskonstellationen, die Prägnanz und Eindeutigkeit molekularer Strukturverän-

derungen von Ganglienzellen, die ein eindeutiges und schnelles Ansprechen von Erfahrungs-Residuen ermöglicht, die Möglichkeit eines möglichst langen und ungestörten Vorwiegens von Beta- gegenüber Alpha-Aktivitäten, die Gehirnernährung, die Güte der Isolation von Neuriten, u.s.w. wären solche z.T. unabhängige physiologische Faktoren, die einem allgemeinen g-Faktor zugrundeliegen.

In den obigen Darlegungen wurde der Versuch gemacht, Möglichkeiten aufzuzeigen, um dasjenige, was beim Denkkakt "unbewußt" (= submental) ist, mittels der Faktorenanalyse hypothetisch zu "erschließen". Die Eigenart der submental erregungsvorgänge konnte dabei nur in sehr abstrakter und allgemeiner Weise beschrieben werden; das Hauptproblem war die Schilderung der spezifischen Eigenart von Erregungskonstellationen, denen, sofern sie mental sind, ein spezielles erlebtes Vorgehen bei der Lösung eines Intelligenztests entspricht. Es wurde die Hypothese aufgestellt, daß die qualitative Eigenart der Lösungswege bei Denkaufgaben durch die verschiedenen Arten faktorenanalytisch gewonnener Intelligenzfaktoren voll erschlossen und beschrieben werden kann. Nur bei zumindest teilweiser Akzeptierung dieser Hypothese ist der an sich äußerst problematische "faktorenanalytische Zugang zum Denkproblem" (R. MEILI)²⁶⁾ überhaupt erst möglich.

Anhang

Dieser Anhang ist eine Abschrift der "Zusammenfassung" meiner Dissertation "Faktorenanalysen von Intelligenztests unter Berücksichtigung des individuellen Lösungsweges" (Phil. Diss. Wien). Wenn die zwei Faktorenanalysen und vor allem die Unterschiede zwischen beiden wegen der geringen Versuchspersonen n_z h₁ und der Problematik des Vergleiches zweier Faktorenanalysen auch wenig gesichert sind, so sind sie doch eine empirische Illustration für den in der vorliegenden Arbeit behaupteten Zusammenhang zwischen "Intelligenzfaktor" und "Denkfaktor", die zeigt, in welcher Richtung umfangreichere empirische Untersuchungen geplant und interpretiert werden müßten. Vor allem aber geben die Ergebnisse und Probleme meiner Dissertation einen weiteren Hintergrund für die vorliegende Arbeit ab, wie aus dieser "Zusammenfassung" hervorgeht wie auch aus der ausführlichen "Einleitung" zur Dissertation und ihren Kapiteln "Zusammenfassung der wichtigsten Hypothesen" und "Versuch einer wissenschaftstheoretischen Kennzeichnung der Faktorenanalyse mittels einiger vom 'Wiener Kreis' entwickelter erkenntnistheoretischer Grundbegriffe", welche im Original nachgelesen werden müssen.

Zusammenfassung

der Ergebnisse von Faktorenanalysen von Intelligenztests unter Berücksichtigung der individuellen Lösungswege

125 Schüler aus insgesamt 6 siebenten und achten Klassen von Gymnasien und Realgymnasien wurden klassenweise mit sechs Intelligenztests (A bis F) geprüft: A = Stempel, B = Würfelabwicklungen, C = Rybakofftest, D = Wortauswahl, E = Zahlenreihen, F = logische Relationen²⁷⁾ Nach Vorlage der drei (Raum-)vorstellungstests, A, B, C wurden 18 schriftlich mit "Nein"

oder (eventuell ein- oder zweimal zu unterstreichendem) "Ja" zu beantwortende Fragen gestellt, die sich stets auf das Vorwiegen eines rational-schlußfolgernden = I gegenüber einem vorstellungsmäßig-(räumlichen) = S Lösungsweg bezogen. (Beispielsweise bei Test A: Haben Sie ein besonderes kennzeichnendes Merkmal aus der zu drehenden Figur herausgegriffen? Test B: Haben Sie, um die zugehörigen Kanten zu finden, die Kanten direkt abgezählt? Test C: Haben Sie systematisch nach den rechten Winkeln des Quadrates gesucht? Für jeden dieser drei Tests wurden 6 Fragen gegeben; die wesentlichen Kriterien der I-Lösungsmöglichkeiten wurden aus spontanen Angaben von Vpn in Vorversuchen erhalten.) Die 63 Vpn mit mehr als 8 Ja wurden der "S-Gruppe" zugeteilt (die Vpn mit gerade 8 Ja wurden gemäß der Betonungsstärke durch unterstrichene Ja eingeteilt).

Aus den Leistungsskores dieser zwei Untergruppen wurden getrennt zwei Test-Korrelationsmatrizen berechnet und faktorenanalysiert:

S-Gruppe:

	A	B	C	D	E	F	I	II	III	I ^S	II ^S	III ^S	h_S^2
A	.	69	42	27	46	51	77	-06	-27	60	55	00	66
B	69	.	53	27	35	55	79	11	-26	50	67	08	71
C	42	53	.	20	26	55	64	33	14	25	50	46	54
D	27	27	20	.	34	21	40	-27	13	48	00	13	25
E	46	35	26	34	.	41	57	-32	17	64	05	22	46
F	51	55	55	21	41	.	73	20	14	40	48	43	59

Mittelwerte der Testleistungen in der Reihenfolge der Tests:

16,5 - 18,9 - 9,2 - 10,7 - 11,4 - 14,0

I-Gruppe:

	A	B	C	D	E	F	I	II	III	I ^I	II ^I	III ^I	h_I^2
A	.	51	48	-11	28	34	68	-26	12	40	61	06	54
B	51	.	34	09	50	55	72	24	17	62	28	36	60
C	48	34	.	-11	14	37	57	-31	21	25	62	10	47
D	-11	09	-11	.	-08	11	-08	28	29	-04	-16	36	17
E	28	50	14	-08	.	51	61	33	-28	75	00	00	56
F	34	55	37	11	51	.	67	32	14	63	12	36	57

Mittelwerte:

17,3 - 20,6 - 9,9 - 11,3 - 12,8 - 15,0

Die jeweils drei extrahierten Faktoren (I, II, III) wurden bei der S-Gruppe rotiert zu (I^S, II^S, III^S), bei der I-Gruppe zu (I^I, II^I, III^I), wobei die Prinzipien bei beiden Rotationen maximal identisch waren und daher die beiden Faktorentripel optimal miteinander verglichen werden konnten.

Sowohl die zwei Korrelationsmatrizen als auch die beiden Faktoren-Auflösungen zeigen Unterschiede, die sich in Übereinstimmung mit dem angegebenen, erlebten, nachträglich selbstbeobachteten Lösungsweg beim Denkvorgang zur Lösung der 3 Raumvorstellungstests interpretieren ließen. - Es besteht eine Tendenz zu niedrigeren Korrelationskoeffizienten bei der I-Gruppe, die aber vorwiegend nur durch die Anwendung einer größeren Anzahl von spezifischen Faktoren oder (und) durch einen größeren Gewichtsanteil der spezifischen Faktoren bei den I-Vpn verursacht ist (niedrigere Kommunalitäten h_I^2), nicht aber durch eine geringere "faktorenanalytische Ähnlichkeit" der Raumvorstellungstests A, B, C zu den allgemeineren Intelligenztests D, E, F in Bezug auf die gemeinsamen drei Faktoren: hier (in den Testvektorkonfigurationen) zeigen die

Tests A, B, C eine größere Ähnlichkeit mit den Tests D, E, F als bei der S-Gruppe. Das entspricht dem I-Lösungsweg, bei dem die Raumvorstellungstests mit mehr abstrakteren (I-) Methoden angegangen werden, die wohl auch von den Tests D, E, F besonders erfaßt werden. Die gemeinsamen drei Faktoren sind bei der I-Gruppe noch dazu von speziellerer Art als bei der S-Gruppe und sind weniger oft und eindeutig durch Raumvorstellungstests bestimmt. (Auch Test F läßt sich "anschaulich" lösen.) Diese Tendenz ist unabhängig von verschiedensten Rotationen und einer etwaigen Benennung der Faktoren²⁸⁾:

- I^S = a l l g e m e i n s t e r Intelligenzfaktor
- II^S = a l l g e m e i n e r Raumvorstellungsfaktor
- III^S = s p e z i e l l e r Faktor der "Vorstellung"

- I^I = a l l g e m e i n e r , induktiv ausgerichteter
Intelligenzfaktor
- II^I = s p e z i e l l e r Raumvorstellungsfaktor
- III^I = s p e z i e l l e r , verbal-begrifflicher
Intelligenzfaktor

Die Tatsache, daß auch die drei Korrelationen zwischen den Tests D, E, F, auf die sich die S-I-Alternative des Lösungsweges garrnicht bezog, ebenso stark verändert werden ($r_{ED}^S = 0,34$, $r_{ED}^I = -0,08$: signifikant niedriger), zeigt, daß den hier unterschiedenen "Denktypen" I und S eine weiterreichende (ev. nur submentale; hier nur an dem einen erlebten Symptom: Lösungsweg bei Raumvorstellungstests erfaßte) Bedeutung zukommt; dies wird zudem noch durch die Tendenz der S-Vpn zu geringeren Leistungen in allen Tests (siehe Mittelwerte) bekräftigt.

Diese experimentellen Ergebnisse (die in umfangreicheren Arbeiten mit mehr Vpn erweitert und noch stärker gesichert werden müßten, z.T. durch spezialisiertere Untersuchungen über oben angeschnittene Einzelprobleme) hätten methodisch-theoretisch folgende Bedeutung für Faktorenanalyse, Denkpsychologie und Intelligenzforschung:

1.) Subjektive, selbstbeobachtete Angaben über den erlebten Lösungsweg bei bestimmten Intelligenztests lassen sich objektiv-statistisch nachweisen, indem man gemäß der individuellen Eigenart des Lösungsweges Trennungen in Denktypen durchführt und für jeden Typus aus den Leistungsdaten Mittelwerte, Korrelationen, Faktoren-Auflösungen u.s.w. berechnet.

2.) Es zeigt sich auf diese Weise, daß es in manchen Fällen - von einem differentialpsychologischen Standpunkt aus - sicher unzweckmäßig ist, von "der" Korrelation zwischen zwei (Intelligenz)tests oder "der" Faktorenauflösung einer Testbatterie bzw. "den" eindeutigen und übereinstimmenden Intelligenzfaktoren überhaupt zu sprechen: denn die Faktorenstruktur $a_{X1}^{(i)}$ $a_{X2}^{(i)}$... von Intelligenztests variiert je nach dem Individuellen (i), typenspezifisch (S - I) einordenbaren Lösungsweg und ist dann ebenso wie ein Korrelationskoeffizient keine "fixe" Zahl (allgemein ausgedrückt: es gibt Streuungen von Korrelationskoeffizienten²⁹ auf Grund von Denktypen):

$$r_{XY}^S = a_{X1}^S \cdot a_{Y1}^S + a_{X2}^S \cdot a_{Y2}^S + \dots$$

$$r_{XY}^I = a_{X1}^I \cdot a_{Y1}^I + a_{X2}^I \cdot a_{Y2}^I + \dots$$

Dabei könnte dann die üblicherweise als "die" Korrelation r_{XY} angegebene Zahl nicht einmal ein repräsentativer Mittelwert aus r_{XY}^S und r_{XY}^I sein (bei zweigipfligen und breitgipfligen Verteilungen der Ja-Antworten bzw. der Korrelationskoeffizienten bzw. der Faktorenladungen).

3.) In der Grundgleichung der multiplen Faktorenanalyse $s_{Yi} = a_{Y1} \cdot x_{1i} + a_{Y2} \cdot x_{2i} + \dots$ ist also nicht nur die Faktorenausstattung (x_{1i} x_{2i} ...), auf Grund derer man "Intelligenztypen" unterscheidet, eine individuelle (= i-)Variable, sondern auch die Faktorenstruktur (a_{Y1} a_{Y2} ...), was Anlaß zur Unterscheidung von "Denktypen" gibt. Alle Variablen der Grundgleichung sind individuell mitbedingt: $s_{Yi} = a_{Y1}^{(i)} \cdot x_{1i} + a_{Y2}^{(i)} \cdot x_{2i} + \dots$, wobei die individuellen Unterschiede in den

"denktypen"spezifischen Gewichtszahlen $a^{(i)}$ einer "Gewicht-
legung" auf einen erlebten (oder hypothetisch anzunehmenden
submental) Lösungsweg entsprechen können; diese nicht selbst-
verständliche Entsprechung zwischen erlebtem, sprachlich
formulierten Lösungsweg und faktorenanalytisch extrahierten,
eventuell sprachlich benannten Faktoren ist gleichzeitig ein
Beweis für die mathematische Leistungsfähigkeit und das psy-
chologisch adäquate Entsprechen der Faktorenanalyse wie auch
für die Brauchbarkeit der Selbstbeobachtungsmethode in der
Denkpsychologie.

4.) In der theoretischen Intelligenzforschung wie auch in
der praktischen Intelligenzbeurteilung ist es manchmal auf-
schlußreich, nicht nur das bloße Leistungs-Skore-Resultat
des mehr oder minder "intelligenten" Denkaktes, sondern auch
die individuelle Eigenart des Denkaktes bzw. Lösungsweges
selbst (durch Interview oder indirekte Schlüsse) zu berück-
sichtigen. - Subjektive und objektive Daten sind zu koppeln
und statistisch gemeinsam zu verarbeiten.

5.) Ein Hauptproblem dabei dürften die Zusammenhänge Intel-
ligentyp - Denktyp einerseits und Leistungshöhe andererseits
sein. Gerade hier ist das Problem der Einstellung, der Be-
rufsgewohnheit, des Lernens, des Erfahrungserwerbes und dessen
adäquaten Einsatzes, der Motivation und auch der Gesamt-
persönlichkeit miteinzubeziehen.

Übersicht zur Unterscheidung von "Denkfaktoren"
und "Intelligenzfaktoren"

subjektive Daten =
von Individuen i selbstbeobachtete Merkmale des erlebten Denkaktes bei der Lösung des Tests j.
Denkakt = erlebt + submental

Denkfaktoren =
qualitativ verschiedene Merkmale (funktionelle Einheiten) des erlebten Denkablaufes
1 = anschaulich-vorstellend
2 = abstrakt-schlußfolgernd

Denktypus:
Gruppe von Individuen, bei denen im erlebten Lösungsweg bei einem (oder mehreren) Test(s) besonders vorwiegend ein bestimmter Denkfaktor (oder eine Denkfaktoren-Konstellation) aufscheint. Bei Denktypus 1 ist der Lösungsweg vorwiegend anschaulich, beim Denktypus 2 vorwiegend schlußfolgernd.

objektive Daten =
resultierende Leistungsskores s_{ji}

Intelligenzfaktoren
ergeben sich auf Grund der Zerlegung des Skores s_{ji} in statistisch relativ unabhängige Anteile: $s_{ji} = I + II + \dots = a_{jI}x_{Ii} + a_{jII}x_{IIi} + \dots$
I = Vorstellungsfaktor
II = Schlußfolgerungsfaktor

Intelligenztypus =
eine bestimmte Ausstattung mit Intelligenzfaktoren. Gemessen mittels Leistungsprofilen in Intelligenztests, welche die jeweiligen Faktoren besonders stark prüfen. Dem Intelligenztypus I gehören Individuen mit besonders hoher Ausstattung im Vorstellungsfaktor an, der Intelligenztypus II hat eine relativ besonders hohe Ausstattung im Schlußfolgerungsfaktor.

Statistische Ausgangsdaten:

Antworten (Ja = 1, Nein = 0) auf Fragen, ob bei Lösung von A, B ... eher Denkfaktor 1 oder 2 zum Einsatz kam

Skores s_{Ai} , s_{Bi} , ... in Tests A, B, ... von Individuen i

Grundprobleme:

Besteht eine Entsprechung zwischen Denkfaktoren und Intelligenzfaktoren?:

1 \longleftrightarrow I

2 \longleftrightarrow II

Das heißt: wenn Denkfaktor 1 bei einem Test in besonders hohem Maß eingesetzt wird (vom Denktypus 1) - ist dann auch die Ladung dieses Tests mit dem Faktor I höher als bei Denktypus 2, bei dem wieder Faktor II in besonders hoher Ladung extrahiert wird? Kurz:

mehr Denkfaktor 1 \longleftrightarrow mehr Intelligenzfaktor I?

Kann man in einer Denktheorie faktorenanalytisch extrahierte Intelligenzfaktoren einfach gleich Denkfaktoren setzen und mit ihnen auch das Zustandekommen der Intelligenzleistung erklären?!

Schema der Testbatterie:

Faktorenanalyse an der Gesamtpopulation (= Denktypus 1 plus Denktypus 2) ergibt:

		I	II
zwei verschiedene Lösungswege bei Tests A, B, und C	1	x	
	2	x	
		x	
	2		x
			x
			x

Wenn $1 \longleftrightarrow I$, dann müßte bei Denktypus 1:

		I	II
1 ←	A	x x	
	B	x x	
	C	x x	
2 ←	D		x
	E		x
	F		x

Wenn $2 \longleftrightarrow II$, dann müßte bei Denktypus 2:

		I	II
2 ←	A	.	x
	B	.	x
	C	.	x
2 ←	D		x
	E		x
	F		x

1, 2 bedeuten die zwei Lösungswege bei den Tests A, B, C.
 x = durchschnittlich hohe Ladung, x x = sehr starke Ladung,
 . = schwache Ladung.

Die faktorenanalytische Auswertung (siehe Seite 31f) ergab eine Entsprechung von Denkfaktoren und Intelligenzfaktoren insofern, als zwar nicht einfach und direkt

$$\begin{aligned}
 & 1 \longleftrightarrow I \\
 \text{und} & 2 \longleftrightarrow II \\
 \text{jedoch global:} & 1 \longleftrightarrow (I^1 \quad II^1 \quad III^1) \\
 & 2 \longleftrightarrow (I^2 \quad II^2 \quad III^2 \quad \text{spez.})
 \end{aligned}$$

Das am Denktypus 1 extrahierte Faktorentripel entspricht bezüglich der Benennung der einzelnen Intelligenzfaktoren I^1, II^1, III^1 eher dem Denkfaktor 1: es sind eher allgemeinste plus Vorstellungsfaktoren. Das am Denktypus 2 extrahierte

(signifikant andere) Faktorentripel entspricht in seiner Gesamtheit mehr spezialisierten und schlußfolgernden Denkfaktoren (2). Außerdem treten mehr spez. = spezifische Faktoren auf.

Faktorenanalytische Definitionen:

Das Individuum i gehört zu einem Denktypus auf Grund seiner individuellen Faktorenstruktur

$$\left\{ a_{jI}^{(i)} \quad a_{jII}^{(i)} \quad \dots \right\}$$

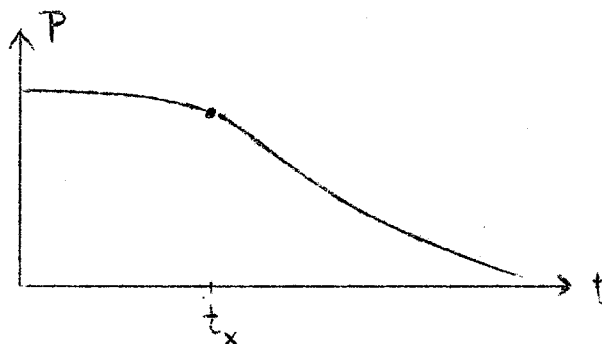
Intelligenztypus auf Grund seiner individuellen Faktorenausstattung

$$\left\{ x_{Ii} \quad x_{IIIi} \quad \dots \right\}$$

Anmerkungen

1.) (Zu Seite 2) Wenn man derartige symbolische Darstellungen bevorzugt, kann man sich die "Wechselwirkungstheorie" durch das Auftreten vieler punktierter und strichlierter Pfeile veranschaulichen, die Parallelismustheorie durch den Wegfall der vertikalen Pfeile und das Parallellaufen des Erregungs- und Bewußtseins-Kontinuums. Die "vis-extrinseca"-Theorie (H.ROHRACHER, Arbeitsweise des Gehirns, 4.Aufl. 1967) durch die Notwendigkeit des Hinzukommens einer "externen" Kraft zu jedem vertikalen Pfeil. Schon eine solche Veranschaulichung und das wissenschaftstheoretische Ökonomieprinzip zeigen demgegenüber die Überlegenheit des Modells der "Theorie der letzten Wirkung" (die "vis extrinseca" ist, logisch gesehen, meist nur durch Negationen definiert). Es sei aber betont, daß das auf Seite 1 dieser Arbeit wiedergegebene Schema der Theorie der letzten Wirkung keine unbedingt notwendige Voraussetzung für die in dieser Arbeit ausgesprochenen Hypothesen darstellt. - Vielleicht gelingt es der neurophysiologischen Forschung einmal, genaue physiologische Kriterien dafür anzugeben, wann eine Erregung submental ist und wann sie mental sein muß.

2.) (S.2) Als weiteres Faktum für die Hypothese der Existenz postmentaler Erregungen kann, wohl auch die Möglichkeit der Bildung "bedingter Spurenreflexe" (L.PICKENHAIN, Grundriß der Physiologie der höheren Nerventätigkeit, Berlin 1959, S.28) herangezogen werden. Wenn man das (auf verschiedenste Weise meßbare) "Reaktionspotential" R solcher Spurenreflexe als Funktion der Zeit t zwischen dem Ende von S_c und dem Beginn von S_u darstellt, so wird sich wohl eine monoton fallende Funktion ergeben:



Vorausgesetzt ist dabei, daß die Lernzeit und Wiederholungszahl bei der Ausbildung jedes Spurenreflexes für jede Zeit t dieselbe ist. R ist dann wohl ungefähr umgekehrt proportional der "Schwierigkeit" der Bildung des bedingten Reflexes zu einem bestimmten Zeitpunkt t : "kurze" Spurenreflexe sind leichter, "späte" Spurenreflexe schwerer auszubilden. Ähnlich wie bei den Gedächtnisexperimenten Elfriede HOFMANNs (Der Einfluß des Zeitabstandes der Störung auf die rückwirkende Hemmung, Phil.Diss. Wien) wird man dann annehmen können, daß die Zeitkurve der Intensität der postmentalen Erregungen parallel ist zur obigen Zeitkurve des Reaktionspotentials, besonders, was etwaige Funktions-Änderungsstellen t_x betrifft: die postmentalen Erregungen dauern die Zeit t_x lang mit fast unverminderter Intensität an, um dann plötzlich bei viel stärkerem Abfall abzuklingen. - Interessant wäre auch, ob diese obige "Vergessenskurve" so verläuft wie eine einfache Extinktionskurve desjenigen bedingten Spurenreflexes, bei dem S_u gerade dann beginnt, wenn S_c aufhört ($t = 0$).

3.) (S.3) Das wäre also eine Schlußfolgerung gemäß dem sogenannten "transitiven" Gesetz. Hier sei eine kritische Bemerkung zur pädagogischen Psychologie des mathem. Unterrichts eingeschaltet: der axiomatisch-deduktive Aufbau der Mathematik und das Ausgehen von einfachen "Gesetzen" (kommutatives, assoziatives, transitives etc.) legen den Gedanken nahe, man müsse auch im Unterricht zunächst diese einfachen Ausgangsthesen und -begriffe bringen, um dann die "komplizierteren" Sätze daraus abzuleiten (EUKLIDs "Elemente"). So geschieht es auch, wenn man neuerdings möglichst früh schon die Mengenlehre sowie Struktur- und Relationsbegriffe verdeutlicht, weil man daraus die ganze Mathematik aufbauen kann, wie es insbesondere die moderne "Bourbaki-Schule" gezeigt hat. Für ein Studium der reinen Mathematik ist dieser Weg natürlich richtig, es ist aber - entwicklungs- und denkpsychologisch gesehen - äußerst unkritisch und naiv, zu glauben, daß die Entwicklung des Denkens bei Kindern analog ist dem logischen Aufbau der Mathematik. Ohne die breite Heranziehung denkpsy-

chologische Experimente (etwa nach J. PIAGET, Psychologie der Intelligenz, Zürich 1947) wäre dies eine unbewiesene Hypothese, die in vielleicht zu gewagte und "neuernde" Mathematik-Lehrplan-Reformen einginge (vgl. das Kapitel "Bourbaki in der Schule" in "Mathematik als Bildungsgrundlage" von H. MESCHKOWSKI, Braunschweig 1965).

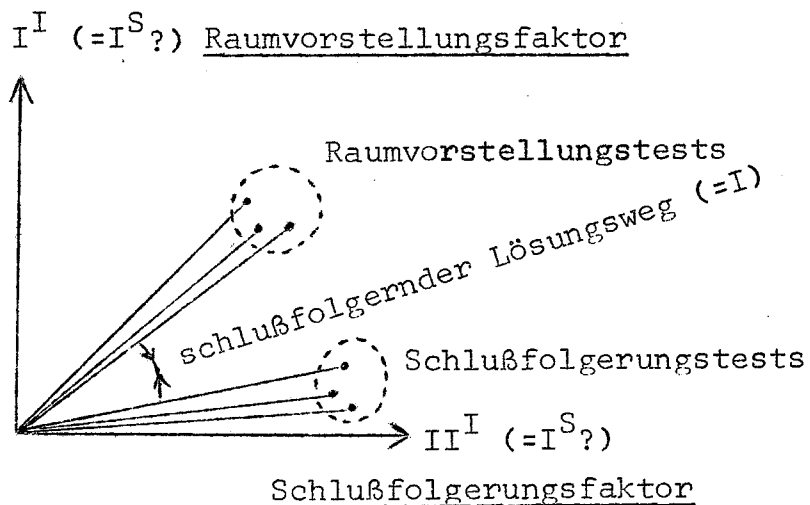
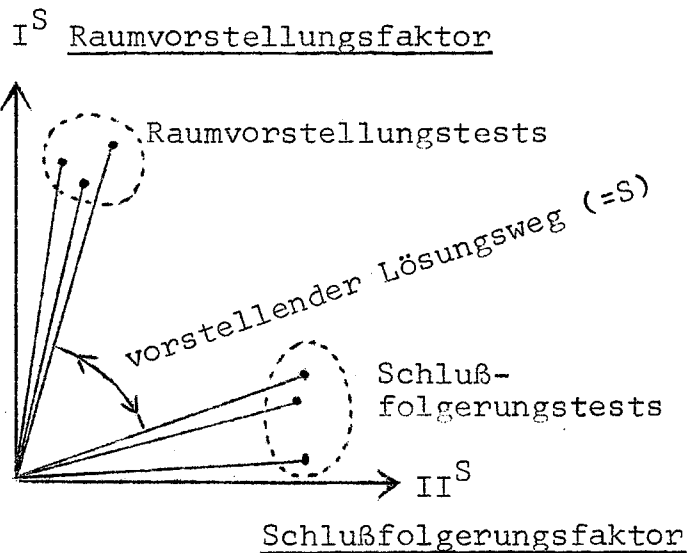
4.) (S.3) Ein anschaulicher Lösungsweg ist im allgemeinen eher kontinuierlich klar bewußt.

5.) (S.4) Diese quantifizierende Metrik kann u.a. folgendermaßen bewerkstelligt werden: spontane Erlebnisschilderung: Anzahl der Aussagen, welche unter "Erlebnisqualität 1" fallen, wird ins Verhältnis gesetzt zur Anzahl der Aussagen, welche unter "Erlebnisqualität 2" fallen = etwa gleich 3 : 1. Dabei kann man jede einzelne dieser Aussagen "gewichten" je nach der Angabe über die zeitliche Erstreckung der verschiedenen "Bewußtseinseinheiten" (= Aussageeinheiten). Oder: Man gibt von vornherein eine Anzahl n von mit (+) oder (-) zu beantwortenden Entweder-Oder-Fragen, die sich auf das Vorwiegen von 1 (ist gleich Plus) gegenüber 2 (ist gleich Minus) beziehen. Dann wäre etwa $n_+ : n_- = 3 : 1$ ($n_+ + n_- = n$). Zieht man submentale Erregungsvorgänge mit ein, so ist es sinnvoll, die gesamte Zeit zur Lösung der Aufgabe (= t) in summenhaft gebildete Anteile t_+ und t_- zu unterteilen (falls nur die Erlebnisqualitäten 1 und 2 beteiligt sind; $t_+ + t_- = t$, $t_+ : t_- = 3 : 1$). Im allgemeinen wird aber, weil die n Fragen oder auch n spontane Angaben keine repräsentative Stichprobe aus dem gesamten Denkkakt sind, $n_+ : n_- \neq t_+ : t_-$ sein.

6.) (S.4) R. MEILI - H. ROHRACHER, Lehrbuch der experimentellen Psychologie, 2. Aufl., Huber, Bern 1968, Seite 176.

7.) (S.6) Siehe auch die "Übersicht" im "Anhang" zu dieser Arbeit (Seite 36 f). Es handelt sich hier um eine Modifikation der dortigen Skizzen. Beide Typen von Skizzen drücken die Hypothese über die Entsprechung Intelligenzfaktor - Denk-

faktor und über die Affektion, faktorenanalytischer Ergebnisse durch diese Entsprechung und über die Verlässlichkeit von diesbezüglichen Selbstbeobachtungsaussagen aus. Wesentlich schwieriger werden die Verifikations- bzw. Falsifikationsprobleme, wenn auch nur ein Teilstück dieser durch "und" verbundenen Hypothesenkette preisgegeben wird. Für zwei Faktoren läßt sich die Hypothese graphisch in einfachster Weise folgendermaßen darstellen:



8.) (S.8) Damit ist keine "Tiefenpsychologie" des Denkens gemeint. Die Tiefenpsychologie nimmt ja bekanntlich (für den Bereich der Emotionen etwa) an, daß Gedanken und Zusammenhänge von Gedanken im "Unbewußten" bestünden, welche zunächst

keinerlei Entsprechung in unserem bewußten Erleben hätten. Die durch die Faktorenanalyse "aufgedeckten" submentalen Prozesse sind aber von prinzipiell gleicher Art wie die mentalen, nur die Dauer, Verteilung und Ausprägung dieser Prozesse mag verschieden sein von dem, was wir auf Grund unseres bewußten Denkens darüber zunächst vermuten. Eine Psychoanalyse (der affektiven Vorgänge etwa) könnte gehirntheoretisch nur dann aufrecht erhalten werden, wenn man den Zwischenbereich des "Unbewußten" zwischen Bewußtsein und Submentalem streicht (ROHRACHER) und diesen submentalen Prozessen andere Erlebnisqualitäten und Zusammenhänge von Erlebnisqualitäten zuschreibt, als wir sie vom bewußten Erleben her kennen. Es scheint aber unwahrscheinlich, daß dies der Fall ist, da submentale Erregungen nur deshalb, weil sie schwächer sind, dann gleich anderen "Gesetzen" unterliegen müßten.

9.) (S.9) Man darf aber im allgemeinen nicht annehmen, daß das richtige Denken "eigentlich" (eventuell submental) stets so verlaufen muß, wie die exakte logische und mathematische Deduktion es vorschreibt. ("Unbewußtes Rechnen" nach LEIBNIZ). Die Mittelglieder logischer Schlußfiguren (Sylogismen) könnten aber auch submental eine Rolle spielen. Bei der großen Unsicherheit über dieses Thema wundert man sich eigentlich nicht, daß auch bezüglich der Frage "Sprache und Anschauung" bzw. "Sprache und Denken" so viele gegensätzliche Stellungnahmen möglich sind (vgl. F.KAINZ, Psychologie der Sprache I), wo man doch annehmen sollte, daß jedermann aus eigener, sogar auch unwillkürlicher Selbstbeobachtung darüber Bescheid wissen müßte, sodaß infolge der allgemeinen "Gleichförmigkeit des Bewußtseins" (K.MARBE) höchstens typologische Momente ins Spiel kommen könnten. Die große Unsicherheit in allen diesen Fragen rührt aber eben von dem bloß submentalen Ablauf des Denkprozesses in auch den entscheidendsten Phasen her.

10.) (S.9) Eine Faktorenanalyse verarbeitet ja letzten Endes nur die mehr oder minder große Verschiedenheit von (standardisierten) Skores verschiedener Tests bei vielen Vpn.

- 11.) (S.9) R.MEILI - H.ROHRACHER, Lehrbuch der experimentellen Psychologie, 2.Aufl., Seite 227.
- 12.) (S.10) R.MEILI in D.KATZ, Handbuch der Psychologie, 2.Aufl., Basel 1960, Seite 173.
- 13.) (S.11) H.ROHRACHER, Kleine Charakterkunde, 10.Aufl., Wien 1963, Seite 219.
- 14.) (S.12) Nicht einmal die weniger naive Formulierung, daß Erregungszuflüsse aus bestimmten Zentren notwendig, aber nicht hinreichend für das Zustandekommen eines bestimmten Faktors sind, käme hier in Frage.
- 15.) (S.12) G.EKMAN in D.KATZ, Handbuch der Psychologie, 2.Aufl., Seite 503.
- 16.) (S. 15) Dies kann auch in der Form einer "dialektischen Erfahrungsverwertung" geschehen: "So (mit der Erfahrung 1) geht es nicht, also muß ich einen Einfall (Erfahrung 2) suchen, der durch seine Abhebung vom ersten gekennzeichnet ist."
- 17.) (S.16) T.ERISMANN, Allgemeine Psychologie II, 2.Aufl., Berlin 1959, Seite 166.
- 18.) (S.20) Der Schluß "Die Gesetze der Logik sind Gesetze des Erregungsgeschehens", es gibt also keine "absolute Logik", könnte zunächst bedenklich erscheinen: denn er selbst ist ja auf Grund der Empirie (viele Einzel Tatsachen, die für Gehirn bhängigkeit sprechen) plus Anwendung "logischer" Prinzipien (z.B. Kausalitätsbegriff, Begriff der Verallgemeinerung etc.) entstanden. Wenn also die logischen Gesetze auch andere sein könnten, so könnte man dann vielleicht mittels eben dieser anderen (eventuell "leistungsfähigeren") Gesetze zum Schluß kommen, daß diese Logik doch eine absolute ist (im Sinne einer "ewigen Idee" des "Wahren" nach PLATO).
Der Schluß: logische Gesetze sind durch die Arbeitsweise des

Gehirns "bedingte" Gesetze und daher "relativ", wäre dann von derselben logistischen Struktur wie die These: "Alles ist sicher unsicher" - was ein Widerspruch in sich ist, weil diese Aussage ja zumindest für sich selbst absolute Sicherheit beansprucht. Die obigen Argumente würden im Rahmen der "logischen Untersuchungen" E.HUSSERLS, der den "Psychologismus in der Logik" überwinden wollte, durchaus berechtigt sein. Nun ist aber in der neueren Erkenntnislehre die Zulässigkeit von solchen zunächst scheinbar in sich widerspruchsvollen Aussagen, die sich auf sich selbst beziehen, doch wieder nachgewiesen worden. B.RUSSEL erkannte in seiner "Typentheorie" ihre logische Eigenständigkeit und W.STEGMÜLLER verteidigte den scheinbar relativistisch-skeptischen Standpunkt in seiner Untersuchung "Metaphysik, Wissenschaft, Skepsis". Es ist also so, daß die für die naturwissenschaftliche Psychologie unannehmbare Ideen-Metaphysik des Wahren, Schönen und Guten, das unabhängig vom sich entwickelnden Menschen bestehen soll, nicht nur innerhalb ihrer eigenen Methoden und Befunde (z.B.: bei pathologischem Erregungs-geschehen und im Traum gilt etwa der logische Grundsatz des ausgeschlossenen Dritten nicht mehr) keinen Platz findet, sondern auch von der neueren (positivistischen) Erkenntnislehre her eine scharfe Kritik beachten müßte.

Eine erkenntnistheoretische Folgerung aus der Theorie der letzten Wirkung sei hier noch angemerkt: Die Frage, wieso wir in unserem Bewußtsein die Außenwelt "richtig abbilden und erfassen können" (KANT) scheint leichter beantwortbar, wenn wir infolge dieser Auffassung des Leib-Seele-Problems nur die Frage nach der Korrespondenz Gehirn - Außenwelt statt nach der Korrespondenz Bewußtsein-Außenwelt zu stellen brauchen. Dann wird es auch verständlicher, wieso das Gehirn als Teil der Natur (d.h. als den physiologischen Naturgesetzen unterworfen) die Natur selbst abbilden kann - Sender und Empfänger sind nämlich von vornherein zueinander "affin".

19.) (S.21) Eine weitere, meines Wissens bisher noch nicht gestellte Frage in Bezug auf die Theorie des Submentalen wäre die folgende: Existieren postmentale Nachwirkungen des ausschließlich submental Gewesenen (Denkfaktor 2 in der Skizze Seite 19) in - bis auf die Intensität - derselben Weise wie die postmentalen Nachwirkungen des Mentalen?

20.) (S.21) Eine weitere, aus ähnlichen Gründen gestützte Hypothese: Angenommen, man erlebt einige Zeit nach der Problemstellung direkt die Lösung ($P \rightarrow L$) und weiß zunächst garnicht, wie man dazu gekommen ist. Ein nachträgliches Rechtfertigen und "Bewußtmachen" der Lösung gibt die notwendigen Zwischenschritte Z_1 und Z_2 ($P \rightarrow Z_1 \rightarrow Z_2 \rightarrow L$). Man könnte die Ansicht vertreten, daß für das Zustandekommen des ersten Erlebnisses der Lösung diese vermittelnden Zwischenglieder bereits notwendig waren, sich aber in schwacher, submentaler (z_1, z_2) Weise abgespielt haben: $P \rightarrow z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow L$. Dann gibt es sicher auch noch z_3, z_4, \dots die nie bewußt (z_3 wird Z_3) werden und für eine explizite Beweisführung (L folgt aus P) rein logisch auch nicht bewußt gemacht zu werden brauchen. Nach einer Diskussion mit H. SCHEIBLECHNER scheint mir folgende experimentelle Möglichkeit zum Studium solcher Fragen geeignet:

Angenommen, wir wollen die Hypothese prüfen, ob ein "submentaler Schluß" $z_1 \rightarrow z_2$ bei der Problemlösung $P \rightarrow L$ eine Rolle spielt. Wir schaffen eine spezielle praeexperimentelle Erfahrung, indem wir Aufgaben mit einem bewußten Schluß $Z_1 \rightarrow Z_2$ recht oft üben. Wird dann die neue Aufgabe $P \rightarrow L$ von einer Versuchspersonengruppe mit praeexperimenteller Erfahrung im Durchschnitt besser (schneller) gelöst als von einer Kontrollgruppe ohne praeexperimentelle Erfahrung? Oder: man schafft eine praeexperimentelle Erfahrung durch einen falschen, unrichtigen Schluß $Z_1 \rightarrow Z_2$, der von den Versuchspersonen nicht durchschaut wird bzw. in einer anderen Schlußkette den Weg zur logisch richtigen Lösung nicht stört (der Vorbehalt, daß aus $a \rightarrow b$ nicht immer $b \rightarrow a$ folgt, spielt etwa in einer bestimmten Aufgabe keine Rolle). Wird dann der Schluß $P \rightarrow L$ auch

eher unrichtig sein bzw. schwieriger erscheinen bzw. längere Zeit in Anspruch nehmen?

21.) (S.23) Spezifische Faktoren, also Anteile der Testvarianz, die nicht durch gemeinsame Faktoren erklärt werden können, müssen auf jeden Fall durch unterschiedliche Lösungswege in Bezug auf die Tests der Testbatterie zum Ausdruck kommen. Tests mit relativ größter "spezifischer Varianz" in einer Testbatterie müßten gegenüber anderen Tests dieser Batterie mit wesentlich geringerer Spezifität auf jeden Fall als am relativ "unähnlichsten" erlebt werden. Schon die Abhängigkeit der Anzahl und Art der Faktoren von der zugrundegelegten Testbatterie zeigt, daß sie die erlebte Ähnlichkeit von Tests, Lösungswegen und Denkschritten immer nur auf eine bestimmte "Grundmenge" von anderen Denkaufgaben beziehen kann; ebenso ist die Ähnlichkeit oder Verschiedenheit von Erregungskonstellationen immer nur in Bezug auf Erregungskonstellationen beim Lösen bestimmter anderer Aufgaben definierbar. Spezifische Faktoren eines Tests weisen auf nur diesem Test eigene, durch die anderen Tests der Batterie nicht erfaßte mentale und submentale Erregungsvorgänge hin.

23.) (S.24) Ein "Wozu?" fällt nach der Theorie der letzten Wirkung - strenggenommen - eigentlich weg. Denn die bewußten Denkschritte beeinflussen ja weder physiologisches, noch psychisches Geschehen, sind also, wenn man Zweckhaftigkeit nur innerhalb einer Kausal-Ketten-Reihe definiert, "unnötig". Allerdings bleibt es trotzdem ein Grundproblem, wieso derartige bewußte Epiphänomene als geordneter Erlebnisablauf erlebt werden - wobei "Ordnung" definiert ist als finale Erlebniskette zu einer "richtigen" Lösung hin.

24.) (S.28) Auch der oft gleichartige Stärkegrad bzw. die gleiche Struktur der Vererbbarkeit physiologischer und psychologischer Variablen würde zu diesem Argument passen.

25.) (S.28) Der Ausdruck "isomorph" (eineindeutige Zuordnung

physiologischer und psychologischer Elemente und der zwischen ihnen bestehenden Relationen) bezieht sich nur auf das letzte Stadium der physiologischen Verarbeitung, auf eben diejenigen Erregungskonstellationen, die dem Erleben unmittelbar zugrundeliegen bzw. den submental en Erregungen, welche bis auf die Intensität ähnlich sind den mentalen. Bezüglich der "ersten Stadien" von Hirnprozessen (Erregung im nervus opticus etwa), welche erst weiter verarbeitet werden müssen, gilt nicht einmal die topologische Aussage, daß zwei verschiedene physiologische Vorgänge verschiedene Bewußtseinsinhalte ergeben und zwei (fast) gleiche physiologische Vorgänge auch gleiche Erlebnisse: eine objektiv-geometrisch in ganz verschiedener Weise wahrgenommene Rose ergibt stets das (ungefähr) gleiche Erleben: "das ist eine Rose" (J.KRIES, E.BECHER), andererseits ergeben die sensorisch so ähnlichen Telegramme "Fritz ist angekommen" und "Fritz ist umgekommen" ganz verschiedene Emotionen ("Telegramm-Argument" von L.BUSSE). Ein wichtiges Grundproblem der Hirntheorie ist es also zunächst, zu erklären, wieso physiologisch Unähnliches erlebnismäßig Ähnliches ergeben kann und andererseits physiologisch Ähnliches erlebnismäßig Unähnliches ergeben kann, falls man alle Stadien im zeitlichen Erregungsablauf "eines Aktes" betrachtet. Die Untersuchung dieses Problems setzt allerdings eine Metrik für die Eigenschaften "ähnlich" und "unähnlich" sowohl im physiologischen als auch im psychologischen Bereich voraus. Die diesbezüglichen Maße in beiden Bereichen müssen einander "entsprechen".

26.) (S.29) Vgl. das Kapitel "Der faktorenanalytische Zugang zum Denkproblem" in R.MEILI - H.ROHRACHER, Lehrbuch der experimentellen Psychologie, 2.Aufl. 1968, Seite 226 ff.

27.) (S.30) Bezüglich der verwendeten Tests siehe IST von AMTHAUER, den Testanhang in MEILIs Lehrbuch der psychologischen Diagnostik und THURSTONEs "Raumfaktor-Tests" (vgl. auch das Kapitel "Räumliches Vorstellungsvermögen" in MEILIs Lehrbuch, 4.Aufl. 1961, Seite 105 ff.).

28.) (S.33) Man könnte hier das Ergebnis folgendermaßen auffassen: bei der I-Gruppe ergibt sich erwartungsgemäß ein Vorstellungsfaktor weniger, der übrigbleibende ist noch dazu ein spezieller Vorstellungsfaktor; dies geht auf Kosten des Hinzukommens eines verbalen Faktors und einer Spezifikation des ersten (g-)Faktors.

29.) (S.34) Hier sei auf eine meines Wissens bisher nicht bemerkte bzw. nicht ausgenutzte Eigenschaft der Faktorenanalytischen Zerlegung der Korrelation r_{ab} in das "innere Produkt" der beiden Vektoren $\{a_1 \dots a_r\}$ und $\{b_1 \dots b_r\}$ hingewiesen: Ähnlich, wie die Hinzufügung spezifischer Faktoren $\{a_1 \dots a_r; a_s, 0\}$, $\{b_1 \dots b_r; 0, b_s\}$ der Produktsumme $a_1 b_1 + \dots + a_r b_r + 0 + 0$ nicht ändert, ändern auch "imaginäre Faktorladungen" die Produktsumme nicht (u und v seien beliebige Zahlen; $i = \sqrt{-1}$):

$\{a_1 \dots a_r, iu, u\}$, $\{b_1 \dots b_r, iv, v\}$ wären "komplexe" (im Sinne der Funktionentheorie) "Faktorenstrukturen", welche ebenfalls die Ausgangskorrelation r_{ab} ergeben, weil $(iu) \cdot (iv) + u \cdot v = 0$. Das heißt: wir können eine ganze, beliebige "imaginäre Faktorspalte" mit den Elementen iu, iv, iw, \dots zu einer Faktorenmatrix hinzufügen, wenn wir sie nur wieder durch die entsprechende "reelle Faktorspalte" u, v, w, \dots "aufheben".

Zum r -dimensionalen Faktorenraum fügen wir also noch eine zweidimensionale GAUSS - Ebene hinzu, sodaß wir einen Faktorenraum mit $(r+1)$ reellen und einer imaginären Achse erhalten (allerdings liegen die "zusätzlichen Vektorkomponenten" in einem bloß eindimensionalen Raum). Das Verfahren läßt sich durch die Hinzunahme von n imaginären Faktoren verallgemeinern, sodaß wir dann einen $(r+2n)$ -dimensionalen Raum erhalten.

Eine solche Ergänzung von Testvektoren durch fiktive imaginäre Komponenten könnte vielleicht beim Vergleich zweier Faktorenanalysen fruchtbar gemacht werden: (u, v, w, \dots) sind die Ladungen in einem Faktor, die man bei einer anderen Faktorenanalyse erhalten hat.