

# BERICHT

## Wissenschaftliche Kreativität

Empirische und wissenschaftspraktische Hinweise

BERNWARD JOERGES

### Summary

Scientific creativity, i. e. the production of new and socially effective empirical knowledge, can itself be subjected to empirical analysis. Research on the determinants of creative work in science suggests that the internal and external world of creative scientists is characterised by a series of tensions or „oppositions of forces“ which „normally“ cannot be integrated. Conversely, creative work in science can be understood as the provision of new answers to scientific problems where conventional answers are no longer sufficient to reduce incongruities between cognitive, affective and social standards of satisfactory problem solution.

Es ist empirisch belegt, daß Wissenschaftler gegenüber den „irrationalen“ Komponenten ihrer Tätigkeit ein hohes Maß an Ehrerbietung aufbringen. Bernice Eiduson (1962), die das in einer Studie über vierzig kreative Naturwissenschaftler festgestellt hat, spricht von einer „retrospektiven Falsifikation“, die Forscher betreiben, wenn sie über die kreativen Phasen ihrer Arbeit berichten. In der Tat: Wissenschaftler, jedenfalls empirische Wissenschaftler, verwenden außerordentlich viel Mühe darauf, in der Darstellung ihrer Ergebnisse jede Spur der kreativen Prozesse zu tilgen, die zu ihnen geführt haben. Nichts mehr von den kognitiven Umwegen und Abwegen, nichts mehr von den erhebenden und bedrückenden Gefühlen, nichts mehr von den Intuitionen und Phantasien, den sozialen Entmutigungen und Ermutigungen des Entstehungsprozesses von Wissenschaft findet sich in unseren Forschungsberichten, und das macht auch die empirische Rekonstruktion kreativer Prozesse in der Wissenschaft so außerordentlich schwierig. Es ist weiter *einer* der Gründe dafür, daß diese Prozesse häufig mystifiziert werden und als etwas gelten, das weder lehr-, noch lernbar, noch sonstwie beförderbar ist<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ein weiterer Grund ist natürlich die durch Nichtwissenschaftler betriebene Verschleierung, exemplarisch etwa in Koestler's (1966) „Göttlichem Funken“. Zur Kritik dieses populären Werks vgl. Medawar (1972), Miller (1964).

Versuchen wir dennoch diesen Gegenstand mit unangemessen nüchternen Augen zu betrachten.

1. Bruner (1962:4) hat einmal Kreativität definiert als das „Hervorbringen von effektiver Überraschung“ und vorgeschlagen, zwischen *formaler* Effektivität, *Vorhersageeffektivität* und *metaphorischer* Effektivität zu unterscheiden<sup>2</sup>.

Empirische Wissenschaft ist die am höchsten entwickelte, effektivste Form der Produktion von Vorhersageüberraschung. Es bietet sich an, andere Wissenschaften den beiden anderen Arten der Produktion von Überraschung zuzuordnen: Logik und Mathematik der Produktion formaler Überraschung, die restlichen Wissenschaften, etwa die Literaturwissenschaften, Teile der Philosophie und die Künste der Produktion metaphorischer Überraschung. Ich möchte weiter eine vierte Art der Überraschung hinzuerfinden, nämlich die Produktion praktisch-instrumenteller oder *technischer* Überraschung, und dieser spezifischen Kreativität die Technikwissenschaften und die angewandten Wissenschaften zuordnen.

Ohne auch nur den Versuch zu unternehmen, die außerordentlich wichtigen Querbeziehungen zwischen diesen vier Wissenschaftsarten und ihren spezifischen Kreativitäten zu diskutieren, werden im weiteren *ausschließlich die Bedingungen der Entstehung kreativer empirisch-wissenschaftlicher Problemlösungen* diskutiert, also der Prozeß der Produktion von Vorhersageüberraschung; Vorhersageüberraschung allerdings nicht nur in dem „starken“ Sinn der Vorhersage völlig neuer, bisher nicht beobachteter Phänomene aus einer neuen Theorie, sondern im abgeschwächten Sinn der Erklärbarkeit, Ableitbarkeit oder auch nur Vereinbarkeit eines gegebenen, bisher rätselhaften Phänomens mit einer neuen Theorie<sup>3</sup>.

2. Bevor auf empirische Untersuchungen zu den Bedingungen kreativer wissenschaftlicher Arbeit eingegangen wird, soll kurz der *wissenschaftswissenschaftliche Hintergrund* skizziert werden, vor dem ich das Thema sehen möchte; „wissenschaftliche Kreativität“ interessiert mit anderen Worten im folgenden mehr als *ein* Aspekt von Wissenschaft, denn als *ein* Aspekt von Kreativität.

Die Behandlung des Phänomens Wissenschaft in den Sozialwissenschaften ist von Klima (1974) sehr prägnant etwa so charakterisiert worden: Die *Wissensoziologie* hat jene spezifischen kognitiven Prozesse, die wir Wissenschaft nennen, ausgeklammert, weil sie ihnen den Sonderstatus von ausschließlich an rationale Standards gebundenen Denkvorgängen zugebilligt

<sup>2</sup> Vgl. auch Bruner (1973), mit weiteren Beiträgen zum Thema.

<sup>3</sup> Die Möglichkeit einer empirischen Theorie wissenschaftlicher Kreativität wird bisweilen mit dem Argument abgetan, eine solche Theorie sei ja gleichbedeutend mit der Vorhersage neuen Wissens, was offensichtlich ein Paradox wäre, denn dann müsse man dieses Wissen ja schon haben; der kreative Akt sei vielmehr *ex definitione* in hohem Maß unwahrscheinlich und damit indeterminiert. Das gilt indessen nur für den Inhalt, nicht für das Eintreten kreativer Leistungen; eine empirische Theorie der Kreativität handelt nur von letzterem.

hat, der sie einer empirisch-sozialwissenschaftlichen Betrachtung entzieht<sup>4</sup>. Die *Wissenschaftssoziologie* hat sich dagegen nur mit dem *Sozialverhalten* von Wissenschaftlern, unter Ausschluß der kognitiven Inhalte ihrer Arbeit, und mit den sozialen Bedingungen dieses Verhaltens, unter Ausschluß der kognitiven Bedingungen im Wissenschaftssystem, befaßt. Wir haben also eine *Wissenssoziologie*, die sich mit kognitiven Prozessen, aber nicht mit solchen wissenschaftlicher Dignität befaßt, und wir haben eine *Wissenschaftssoziologie*, die sich *nicht* mit kognitiven Prozessen befaßt<sup>5</sup>.

Umgekehrtes gilt für eine erst in Ansätzen vorhandene *Wissenschaftspsychologie*, die vorläufig überwiegend Verallgemeinerungen denkpsychologischer Ergebnisse auf wissenschaftliche Problemstellungen anbietet und das soziale Handlungsfeld, in dem sich wissenschaftliche Arbeit vollzieht, systematisch vernachlässigt. – Kurz: eine Theorie der Verschränkung sozialer und kognitiver Prozesse für jenen Bereich, aus dem die weitreichendsten Impulse für gesellschaftlichen Wandel kommen, fehlt.

Den leeren Platz genuin wissenschaftlicher Arbeitsprozesse in der Wissenschaftsforschung hat lange Zeit die eine oder andere Variante einer Vorstellung vom Ablauf wissenschaftlicher Arbeit eingenommen, die am präzisesten von Popper herausgearbeitet worden ist. Empirische Wissenschaftler lassen sich gemäß diesem Modell wissenschaftlicher Tätigkeit von einem „hypothetisch-deduktiven“ Denkschema leiten, in dem jede wissenschaftliche Problemlösung als in zwei klar getrennte Phasen oder Kontexte zerlegt erscheint: den Entstehungskontext und den Geltungskontext. Über das, was in der Entstehungsphase – man kann auch sagen: der Phase der Problemformulierung – passiert, läßt sich nichts zuverlässiges sagen. Es handelt sich hier um intuitive, dem Bereich schöpferischer Phantasie angehörige Prozesse, die etwas abfällig in den Zuständigkeitsbereich der Wissenschaftspsychologie verwiesen werden; das Modell bleibt hier praktisch leer. Anders im Geltungskontext – man kann auch sagen: in der Phase der Problemlösung; hier lassen sich eindeutig erfolgversprechende Operationen des Überprüfens von Hypothesen angeben, indem nämlich einerseits ihre logische Konsistenz, andererseits ihre Übereinstimmung mit Beobachtungen geprüft wird. Während man sich also im Entstehungskontext auf die Intuition verlassen muß, gibt es für den Geltungskontext eine Methodik, wobei gleichzeitig für die Entwicklung und Begründung dieser Methodik die Wissenschaftstheorie als zuständig erklärt wird. Für die Akte des Erfindens und die Akte des Überprüfens, in die der wissenschaftliche Arbeitsprozeß zerfällt, sollen verschiedene Wissenschaften zuständig sein.

Erschüttert wurde diese Auffassung vor allem durch zwei Entwicklungen: einmal durch wissenschaftshistorische Ansätze, insbesondere im Umkreis

<sup>4</sup> Vor allem Martins (1972) zeigt, daß die Wissenssoziologie der Mannheim'schen Tradition logisch-mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen als Gegenstand einer Wissenssoziologie ausgeschlossen hat.

<sup>5</sup> Zur wissenschaftstheoretischen Problematik der Behandlung von „Argumenten als Ursachen“ kognitiven Verhaltens vgl. Krüger (1975).

von Hansen (1961) und Kuhn (1962a, 1974), zum anderen durch Arbeiten der Kritischen Theorie über Wissenschaft und Gesellschaft. Beide Schulen konnten überzeugend zeigen, daß sich Wissenschaftler in ihrer Arbeit schlicht nicht so verhalten, wie es das deduktiv-hypothetische Schema verlangt; beide bemühen sich um eine adäquatere Beschreibung dessen, was tatsächlich passiert<sup>6</sup>.

Kuhn etwa hat gezeigt, gewissermaßen von innen her, daß Entstehung und Durchsetzung neuer Theorien eng mit den kognitiven *und* sozialen Strukturen der jeweiligen „scientific communities“ zusammenhängen. Die Kritische Theorie hat, sozusagen von außen, zu zeigen versucht, daß Entstehung und Durchsetzung wissenschaftlicher Theorien von kognitiven und sozialen Strukturen im umfassenderen gesellschaftlichen System abhängig sind<sup>7</sup>. Beide Ansätze haben dem Geschehen im *Entstehungskontext* wissenschaftlicher Arbeit neues Interesse verliehen, ohne bereits ausgebaute Theorien zu liefern, die dieses Geschehen erklärbar und damit gegebenenfalls methodisierbar, begründet steuerbar machen würden.

Es erscheint deshalb nicht uninteressant, verfügbare Einzeluntersuchungen über Bedingungen produktiver oder schöpferischer wissenschaftlicher Arbeit aufzugreifen und zu prüfen, ob sich diese Lücke schließen läßt und ob sich Schlußfolgerungen für eine gezielte Verbesserung wissenschaftlicher Arbeitsprozesse ergeben. Dabei soll die geläufige Unterscheidung von „wissenschaftsinternen“ und „wissenschaftsexternen“ Determinanten übernommen und durch „personale“ Determinanten ergänzt werden. Wir haben damit ein zu erklärendes Phänomen – eben kreative wissenschaftliche Arbeit – und die Frage nach den Bedingungen dieses Phänomens (a) in der Gesellschaft allgemein, (b) in der Wissenschaft und (c) im Wissenschaftler selbst. Wissenschaftliche Arbeit und ihre Ergebnisse werden betrachtet als Resultante aus förderlichen oder hemmenden Bedingungen in diesen drei Bereichen.

3. Als nächstes muß ein erstes Einverständnis hergestellt werden über die Bedeutung des zu erklärenden Phänomens: kreative wissenschaftliche Arbeit. Die allgemeine Kreativitätsforschung kennt drei Ansätze zur Lösung des *Kriteriumsproblems*: einen produktorientierten Ansatz, einen prozeßorientierten Ansatz und einen Ansatz, in dem Kreativität als eine Art Dispositionsprädikat fungiert, sei es von Personen, hier also von Wissenschaftlern, sei es von Kollektiven, hier also Wissenschaftlerteams, Instituten, Universitäten, „invisible colleges“, ganzen Wissenschaftssystemen<sup>8</sup>. Dem

<sup>6</sup> Die „Starnberger Schule“ schränkt inzwischen die These von der Außenbestimmtheit wissenschaftlicher Entwicklung weitgehend auf die Phase der Anwendung bereits gesicherter Theorien ein. Damit befindet sie sich streng genommen im oben praktisch-instrumentell oder technisch genannten Bereich.

<sup>7</sup> Über Ansätze einer empirisch orientierten sowjetischen Wissenschaftsforschung unterrichten Gvishiani et al. (1973), Mikulinskij und Jaroshevskij (1970).

<sup>8</sup> Vgl. zur Kriteriumsdiskussion zahlreiche Beiträge in Taylor/Barron (1964), sowie James/Ellison (1973) mit reichhaltiger Bibliographie.

Folgenden liegt ein produktorientierter Ansatz zugrunde<sup>9</sup>, und die Prozessmerkmale kreativer wissenschaftlicher Tätigkeit bzw. die Strukturmerkmale der Träger dieser Tätigkeit werden als bestimmte Klassen von Bedingungsfaktoren aufgefaßt.

Sieht man sich produktorientierte Bestimmungen des Begriffs „kreativ“ an, so findet man durchweg Formulierungen, die zwei Hauptkomponenten enthalten: Eine Komponente, die mit Begriffen wie „neu“, „überraschend“, „originell“, „unerwartet“ u.ä. umschrieben wird, und eine Komponente, die Begriffe wie „valide“, „brauchbar“, „nützlich“, „erfolgreich“, „wertvoll“ enthält. Auch Bruner definiert ja Kreativität als „Produktion effektiver Überraschung“. Eine dritte Komponente, die gelegentlich neben der Überraschungs- und der Effektivitätskomponente genannt wird und die auch der geläufigen Vorstellung von wissenschaftlichem Fortschritt implizit ist, sei wegen ihrer Problematik nur genannt: die Komponente der Verdrängung und Entwertung des Alten durch das Neue als Kriterium für „kreativ“.

Der Vorschlag, die Effektivitätskomponente aus dem Kreativitätskriterium herauszunehmen und den kreativen Akt „unabhängig von seinem Resultat und seinen Konsequenzen“ zu analysieren (Moles, 1957: 208), ist nicht neu. Er läuft indessen darauf hinaus, das private „Aha-Erlebnis“ des Forschers zum kreative wissenschaftliche Leistungen anzeigenden empirischen Standardereignis zu erklären. Dagegen sprechen, zumindest für den Bereich wissenschaftlicher Kreativität, zwei Überlegungen. Zunächst die geläufige Forderung nach Intersubjektivität empirisch-wissenschaftlicher Aussagen, in der man bereits eine spezielle Effektivitätsnorm sehen kann, nämlich die öffentliche Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit des Produkts wissenschaftlicher Arbeit als Voraussetzung für die Anerkennung einer Leistung als wissenschaftliche überhaupt. Zum anderen die erforderliche Relativierung des Intersubjektivitätskriteriums selbst. Intersubjektivität als empirisches Datum ist einerseits immer auf ein bestimmtes *Publikum* zu relativieren; andererseits ist zu vermuten, daß das Eintreten von Intersubjektivität im Fall neuer wissenschaftlicher Ergebnisse an zahlreiche nicht-kognitive Voraussetzungen wie – je nach relevantem Publikum – Autorisierung durch etablierte Wissenschaftler, technologische Bewährung und praktische Nützlichkeit, Assimilierbarkeit an übergreifende metaphorische Sinnzusammenhänge etc. gebunden ist. Kurz: es scheint unausweichlich, in die empirische Bestimmung kreativer wissenschaftlicher Leistungen ein Effektivitätskriterium mit aufzunehmen. Verkannte Genies sind für den Wissenschaftsforscher notwendigerweise von einem relevanten Publikum als solche erkannte Genies. Es handelt sich hier allerdings um ein sehr grundsätzliches Argument; *welches* Effektivitätskriterium als zureichend und zweckmäßig gewählt wird, muß jeweils begründet werden und ist nicht unabhängig von den jeweils betrachteten *Bedingungsfaktoren* diskutierbar.

<sup>9</sup> Genauer – und weitergehend – gesagt ein „effektorientierter“ Ansatz.

In empirischen Untersuchungen zur wissenschaftlichen Kreativität werden die unterschiedlichsten Meßkriterien verwendet. Die häufigsten sind etwa: Anzahl der Publikationen, Anzahl der Zitierungen durch andere, Expertenbeurteilungen der Qualität von Publikationen, Beurteilung der Arbeitsweise durch Mitarbeiter oder Vorgesetzte, Renommée im wissenschaftlichen System, biographische Fragebogen, Kreativitätstests – und natürlich Posteriorität. Insbesondere die Frage, ob die Quantität der wissenschaftlichen Produktion ein zureichendes Meßkriterium für die Kreativität eines Wissenschaftlers oder eines Wissenschaftlerkollektivs sein könne, ist viel diskutiert und untersucht worden. Insgesamt hat sich herausgestellt, daß das Kriterium längst nicht so schlecht ist wie sein Ruf und quantitative Kriterien der Qualität wissenschaftlicher Arbeit recht gut vorherzusagen vermag<sup>10</sup>. Das Dilemma in der Wahl geeigneter Meßkriterien liegt darin, daß die problemlos *meßbaren* Kriterien in der Regel die theoretisch *problematischen* sind, insbesondere deshalb, weil sie in der Regel die Effektivitätskomponente überbetonen und, umgekehrt, die Überraschungskomponente nicht adäquat erfassen.

4. Fragt man nun nach wissenschaftlich belegten Bedingungen der Entstehung kreativer, d. h. neuer *und* effektiver wissenschaftlicher Leistungen, so kann man eingrenzend vorgehen und mit Bedingungen im *außerwissenschaftlichen* System beginnen.

Nur verwiesen sei zunächst auf die umfangreichen quantitativen Forschungen zur zeitlichen und räumlichen Verteilung der wissenschaftlichen Produktion und ihrer Beziehung zu anderen Größen im gesellschaftlichen System wie sie etwa von Solla Price (1963) angestellt worden sind. Sie sind nur von mittelbarem Interesse für das Kreativitätsproblem. Differenziertere Hinweise geben Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte ausgewählter wissenschaftlicher Leistungen, wie sie z. B. von Deutsch, Platt und Senghaas (1971) angestellt worden sind<sup>11</sup>. Die Autoren haben 62 epochemachende (sozial-)wissenschaftliche Neuerungen zwischen 1900 und 1965 unter die Lupe genommen. Es ergab sich, daß diese Entwicklungen aus nur wenigen großen intellektuellen Zentren, vorwiegend in den angelsächsischen Ländern, hervorgegangen und daß ihre Auswirkungen, der Ausweis also der Effektivität des Neuen, verhältnismäßig rasch, nämlich innerhalb von zehn bis fünfzehn Jahren voll eingetreten sind.

<sup>10</sup> Vgl. dazu z. B. Dennis (1954a), Lofthouse (1974) und, speziell für Psychologen, Dennis (1954b); weiter die Erhebungen von Klingemann (1974). Die Übereinstimmung der beiden Kriterien ist um so besser, je strenger das Kriterium für Wissenschaft ist, was die institutionellen Randbedingungen angeht. Platz/Blakelock (1960) haben, wieder für Psychologen, gefunden, daß die Übereinstimmung um so schlechter wird, je strenger das für inhaltliche Qualität verwendete Kriterium ist.

<sup>11</sup> Reiches qualitatives Material liegt in den zahlreichen Fallstudien zur Entstehungsgeschichte einzelner wissenschaftlicher Leistungen, z. B. in Gruber (1974), Huff (1973), Kuhn (1962b), Medawar (1972) oder Rawson (1974), und einzelner Forschungsgebiete, z. B. Holloway (1974), vor. Vergleiche weiter die Fülle von Beiträgen in Autorenkollektiv (1974), Barber/Hirsch (1962), Dalenius et al. (1970), Hammond (1964).

Einige weitere Einzelergebnisse: dreiviertel der Entwicklungen ergaben sich unter demokratischen Regimen, einviertel unter autoritären bzw. kommunistisch-totalitären Regimen, keine unter antikommunistisch-totalitären Regimen. Weiter sind dreiviertel der Neuerungen stimuliert worden durch dringliche praktische Probleme, ebenfalls dreiviertel haben rasch praktische Anwendung gefunden. Durchgängig zeigte sich, daß der weitaus überwiegende Teil der Entwicklungen an einigen wenigen wissenschaftlichen Zentren stattfand, am Beispiel der USA: nur sechs Zentren mit etwa zwanzig Prozent der amerikanischen Sozialwissenschaftler haben über 65 Jahre hinweg etwa dreiviertel aller Entwicklungen hervorgebracht. Deutsch und seine Mitarbeiter kommen u.a. zu der Schlußfolgerung, „ein hochspezialisiertes wissenschaftliches Unternehmen in einer kleinen Stadt oder Universität ‚weit weg von allen Distractionen‘ zu lokalisieren“ schein<sup>e</sup>, „ein vielversprechendes Rezept für Sterilität zu sein“ (458).

Einen zweiten empirischen Ansatz stellen Untersuchungen über die Zugehörigkeit kreativer Wissenschaftler zu bestimmten sozialen Gruppen und Schichten dar. Wispé (1965) z. B. fand, daß sich unter hervorragenden Wissenschaftlern mehr Angehörige der gehobenen Mittelklasse finden als bei anderen Wissenschaftlern. Dieser Befund wird dann in Zusammenhang mit den Ergebnissen anderer Forscher gebracht, die bei Mittelklasseangehörigen ausgeprägt hohe Berufsaspirationen und eine hohe Leistungsbereitschaft festgestellt haben, und mit Untersuchungen, die bei hervorragenden Wissenschaftlern eine ähnliche Charakteristik, nämlich hohes professionelles Engagement, persönliche Ambitioniertheit, Unabhängigkeit etc. fanden<sup>12</sup>. Wispé weist nun weiter nach, daß zwischen eminenten Wissenschaftlern und Studenten der oberen Mittelklasse eine deutlich höhere Attraktion besteht als zwischen anderen Paarungen. Eminente Wissenschaftler, so die Schlußfolgerung, wenden sich potentiell-eminenter Studenten zu, potentiell-eminente Studenten wenden sich von nicht-eminenter Wissenschaftlern ab<sup>13</sup>.

Diese Beispiele zeigen zunächst nur, daß die Suche nach gesellschaftlichen Bedingungen der Kreativität dann unergiebig bleibt, wenn nicht gleichzeitig die Art ihrer Vermittlung im Wissenschaftssystem betrachtet wird. Die erbitterte Diskussion zwischen „Externalisten“ und „Internalisten“ in der Wissenschaftsforschung ist angesichts solcher Ergebnisse eher bedauerlich.

5. Was die *Bedingungen im Wissenschaftssystem* angeht, so wurde auf die Vernachlässigung kognitiver Prozesse in der Wissenschaftssoziologie schon hingewiesen. Wir wissen viel über die Statusverhältnisse, die Professionalisi-

<sup>12</sup> Vgl. z. B. Wilson (1942) und, speziell für Psychologen, Clark (1957), Comrey (1956), Wispé (1963).

<sup>13</sup> Ähnliche Selektionshypothesen der wissenschaftlichen Eminenz, in denen bestimmte Bedingungen im Wissenschaftssystem zu umfassenderen gesellschaftlichen Bedingungen in Beziehung gebracht werden, sind schon von Lange-Eichbaum, später etwa von Wilson (1942), Znaniecki (1940) vertreten worden. Für neuere empirische Ergebnisse vgl. auch Allison/Stewart (1974).

sierungsformen, die Systeme der Belohnung, die Institutionalisierungsformen im Wissenschaftssystem, wenig über die Art und Weise, in der sich solche Variablen auf die Ergiebigkeit wissenschaftlicher Arbeit auswirken. In dieser Situation sind Untersuchungen über die spezifische Einordnung  *kreativer* Wissenschaftler in das Wissenschaftssystem von besonderem Interesse.

Comrey (1956) hat gefunden, daß produktive Wissenschaftler in das professionelle System besser integriert sind als andere, daß sie an besseren Universitäten arbeiten, daß sie Positionen mit besseren Forschungsmöglichkeiten besetzen, daß sie weniger Interesse an gutbezahlten Positionen in kleinen Colleges haben – und daß sie das meiden, was er „socializing“ während der Arbeitszeit nennt. Deutsch et al. (1971) haben wie erwähnt Material über die günstigen Auswirkungen großer Zentren beigebracht, die sie vor allem auf eine förderliche wissenschaftliche Infrastruktur und ein befruchtendes Klima der Interdisziplinarität zurückführen; sie fanden überdies, daß seit 1930 mehr und mehr Entwicklungen aus universitätsnahen oder direkt regierungsabhängigen interdisziplinären „think tanks“ kommen.

Daneben ist vor allem der Einfluß des Faktors Einzel- oder Teamarbeit auf die wissenschaftliche Produktivität untersucht worden, allerdings mit eigentümlich unschlüssigen Ergebnissen, zumal viele dieser Untersuchungen, etwa die von Bahrdt et al. (1960) oder von Claessens (1962) überwiegend argumentativ sind. Smith (1971) hat neunundvierzig Forscherteams untersucht und gefunden, daß die *heterogen* zusammengesetzten Teams produktiver waren, wobei dieser Zusammenhang wieder in hohem Maße moduliert war durch Faktoren wie „Variabilität der Aufgabenstellung“, „explizite Anwendung kollektiver Problemlösungsmethoden“ und „Herausbildung spezifischer Leitungsfunktionen im Team“. Aus der experimentellen Kreativitätsforschung ist einiges bekannt über die ungünstigen Wirkungen von Gruppensituationen<sup>14</sup>.

Pelz (1964) hat das informelle Arbeitskontaktverhalten einer großen Zahl von Wissenschaftlern durchleuchtet und gefunden, daß viel Kontakt zu Kollegen, die in ihren *Wertorientierungen* sehr verschieden sind, mit hoher Kreativität einhergeht, während viel Kontakt zu sehr ähnlich orientierten Kollegen zusammenfällt mit wenig Kreativität<sup>15</sup>.

Insgesamt ergibt sich aus diesen und ähnlichen Untersuchungen das paradoxe Bild des kreativen Wissenschaftlers als eines „hochprofessionalierten Einzelgängers“<sup>16</sup>.

6. Kommen wir zu den *Bedingungen im personalen System*. Zunächst sei wieder nur hingewiesen auf das vielfach belegte Phänomen, daß kreative

<sup>14</sup> Vgl. dazu Bergius (1969), Maier (1967).

<sup>15</sup> Zum Problem kollektiver wissenschaftlicher Arbeitssituationen vgl. weiter Bush/Hattery (1953, 1956/57), Griffith/Miller (1970), auch Policard (1963).

<sup>16</sup> Siehe dazu auch den Aufsatz von Don K. Price (1965), in dem er Erfahrungswissenschaftler als „established dissenters“ betrachtet.



Wissenschaftler dazu tendieren, jung zu sein<sup>17</sup>. Die Tendenz ist besonders ausgeprägt in den harten Naturwissenschaften, sie findet sich aber auch in den Sozialwissenschaften. Deutsch et al. (1971) haben für ihre 62 epochemachenden Entwicklungen einen Schnitt von 37 Jahren errechnet; Psychologen waren im Schnitt jünger, Soziologen und Kulturanthropologen älter, Ökonomen und Politologen lagen in der Mitte. Ohne darüber spekulieren zu wollen wie das zu erklären ist, sei vermerkt, daß eine respektable Minderheit von Wissenschaftlern auch in höherem Alter kreative Leistungen erbracht haben, meist dann, wenn sie ihre angestammte Disziplin gewechselt haben. Das gilt gerade auch für die Wissenschaftsforschung, deren kreative Leistungen überwiegend von Wissenschaftlern stammen, die nicht gelernte Sozialwissenschaftler sind<sup>18</sup>. Im weiteren wird unterschieden zwischen (a) Faktoren der Persönlichkeit im engeren Sinn, dann (b) motivationalen Gegebenheiten und schließlich (c) der Struktur des kognitiven Systems kreativer Wissenschaftler.

Zur Frage der *Persönlichkeitsstruktur* kreativer Wissenschaftler liegt eine Fülle von Untersuchungen vor, die auf den ersten Blick ein ziemlich einheitliches Bild ergeben<sup>19</sup>. Demnach handelt es sich um sozial verschlossene, vor „warmen“ Beziehungen zurückschreckende Menschen, gekennzeichnet durch Autonomie, Nonkonformismus, hohe emotionale Kontrolle etc.. Ergänzt wird dieses Bild durch lebensgeschichtliche Analysen: kreative Wissenschaftler kommen demnach häufiger aus Familien, die durch eine geringe Intimität der Beziehungen, ein schlechtes oder nichtexistentes Verhältnis zum Vater, ein gemäßigt positives, an die intellektuelle Leistung gebundenes Verhältnis zur Mutter gekennzeichnet waren, sie zeigten früh Selbständigkeit und selbstgesteuerte Beschäftigung mit intellektuellen Problemen. Eiduson (1962) stellt fest, das „lauwarmer“, überwiegend gespannte oder feindselige Klima, aus dem die meisten von ihr untersuchten hervorragenden Wissenschaftler offenbar hervorgegangen sind, sei sehr wohl zu vergleichen mit dem familiären Milieu delinquenter und neurotischer Jugendlicher.

Weitere Hinweise geben psychoanalytische Untersuchungen, soweit sie nicht allzu abstrus sind<sup>20</sup>. Giovacchini (1960) beispielsweise findet bei acht hervorragenden Naturwissenschaftlern, die er behandelt hat, eine starke Ausprägung dessen, was er „höhere Ego-Funktionen“ nennt. Kurz angedeutet geht es um folgendes: alle seine Wissenschaftler zeigten eine ausgeprägt obsessiv-zwanghafte Persönlichkeitsstruktur, d.h. ein rigides Sichfesthalten an äußeren Realitäten und eine ängstliche Unterdrückung aller

<sup>17</sup> Vgl. vor allem Lehmann (1953, 1960).

<sup>18</sup> Um nur einige Namen zu nennen: Hadamard, Hansen, Holton, Kuhn, Libby, Medawar – Mathematiker, Chemiker, Biologen, Physiker, die z. T. in ihrer angestammten Disziplin selbst Hervorragendes geleistet haben.

<sup>19</sup> Vgl. vor allem Roe (1953), Stein (1962), Vernon (1970), sowie zahlreiche Beiträge, insbesondere von Cattell, Barron, Knapp, McClelland, Roe, Stein, in Taylor/Barron (1964).

<sup>20</sup> Als Beispiel sei etwa Kanzer (1955) genannt.

Phantasien und Vorstellungen, die diese Fixierung stören könnten. Alle machten andererseits während der Behandlung Phasen einer weitgehenden Dekomposition ihrer Persönlichkeit mit quasi-psychotischen Zuständen durch, interpretierbar als Überflutung des Ich durch Inhalte des Unbewußten. Kreative Phasen nun im Arbeitsprozeß dieser Wissenschaftler, so Giovacchini, waren gekennzeichnet durch eine weitgehend angstfreie Lockerung des sonst charakteristischen zwanghaften Realitätsbezugs, ohne daß es aber zu einem Verlust der Kontrolle kam.

Diese Fähigkeit der Ich-Instanz von ansonsten rigide realitätsbezogenen Persönlichkeiten, in bestimmten Arbeitsphasen den Realitätsbezug zu lockern und gewissermaßen kontrolliert Phantasien in die Erfahrung einfließen zu lassen, hält Giovacchini für die entscheidende Fähigkeit kreativer Wissenschaftler. Eine derartige Deutung würde es im übrigen leichter machen, mit zahlreichen Einzelergebnissen fertig zu werden, die dem scheinbar einheitlichen Bild widersprechen, etwa dem Ergebnis ausgeprägter Femininität kreativer Wissenschaftler<sup>21</sup> oder dem Hinweis von Matussek (1962), bei der obsessiven Wissenschaftler-Persönlichkeit handle es sich um den nichtkreativen Typ *par excellence*.

Insgesamt scheinen mir die Forschungen zur Persönlichkeitsstruktur zu ergeben, daß kreative Wissenschaftler keinem der geläufigen Persönlichkeitstypen eindeutig zugeordnet werden können. Das würde zwei Schlüsse zulassen: entweder den Schluß, daß kreative Wissenschaftler in der Tat mit denkbar unterschiedlichen Persönlichkeiten ausgestattet sein können, m.a.W., daß sie über ein relativ autonom funktionierendes kognitives System verfügen, dessen spezielle Struktur dann für kreative wissenschaftliche Leistungen verantwortlich gemacht werden müßte. Oder den Schluß, daß die Persönlichkeit kreativer Wissenschaftler durch ein ganz *spezifisches* Strukturmerkmal ausgezeichnet ist, nämlich dadurch, daß in ihr Persönlichkeitsmerkmale dauernd oder zeitweilig zur Integration kommen, die normalerweise nicht zusammen auftreten, und das heißt ja gleichzeitig: die keinem Persönlichkeitstyp entsprechen.

7. Nun zum zweiten Punkt, der *Motivationsstruktur* überragender Wissenschaftler. Ähnlich wie im Bereich der Persönlichkeit das populäre Genie- und Irrsinnsklischee einer empirischen Prüfung nicht stand hält, findet man auch im Bereich der Motivation ein Klischee, nämlich das vom Wissenschaftler als Präzisionsrechenmaschine, schlagend widerlegt. Das vielleicht hervorragendste Einzelergebnis von Untersuchungen kreativer Wissenschaftler ist der Befund, daß sie mit großer *Leidenschaftlichkeit* ihrer Arbeit nachgehen. Polanyi (z. B. 1957) hat immer wieder das, was er einmal „Passion und Kontroverse“ nennt, als Grundmotiv wissenschaftlicher Arbeit beschrieben. Demnach zeichnen sich hervorragende Wissenschaftler vor anderen durch eine leidenschaftliche Überzeugung davon aus, ob eine Tatsache von wissenschaftlichem Wert sei oder nicht, und eine ebenso leidenschaftliche

<sup>21</sup> Vgl. z. B. Mackinnon (1965), Roe (1964), Saunders (1964).

Verteidigung dieser Überzeugung angesichts der Überzeugungen anderer Wissenschaftler<sup>22</sup>. Einstein (1918) sagte einmal: „Es gibt eine Leidenschaft für das Verstehen wie es eine Leidenschaft für die Musik gibt . . . ohne diese Leidenschaft würde es weder Mathematiker noch Physiker geben“.

Der Verhaltenswissenschaftler möchte natürlich gerne zurückgehen hinter diese Leidenschaft und die quasi-religiösen Spitzen- und Tiefengefühle, von denen viele Wissenschaftler Zeugnis ablegen<sup>23</sup>. Er neigt dazu, sie als Epiphänomene zu betrachten, und versucht zu den tiefer liegenden Motiven und Bedürfnissen vorzustoßen, deren Befriedigung oder Enttäuschung sie anzeigen. Genannt werden in der Literatur, neben sexuellen, etwa ästhetische Bedürfnisse und, in vielfachen Formulierungen, der Wunsch, die Realität in Einklang zu sehen mit bestimmten Fantasmen, Images, archetypischen Vorstellungen, mit im Vorhof bewußten und abstrakten Denkens bildhaft verkörperten Metaphern der Welt-wie-sie-sein-soll<sup>24</sup>. Interessante Hinweise gibt z. B. Holton (1972), wenn er die Bedeutung von Symmetrie- und Asymmetrievorstellungen (und -wünschen) in Einstein's wichtigen frühen Veröffentlichungen analysiert.

Drei weitere Ansätze seien wieder nur genannt: das *Serendipity*-Motiv<sup>25</sup>, das *Aggressionsmotiv*<sup>26</sup>, und die rein *energetische* Betrachtungsweise<sup>27</sup>. Kreative

<sup>22</sup> Max Bense (1967:43) beschreibt autobiographisch das Verhältnis des kreativen Wissenschaftlers zu seinem Produkt in Formulierungen, die in einem frappierenden Gegensatz stehen zur Forderung nach Objektivität im Sinne einer Ausklammerung aller persönlichen Beziehungen zum Gegenstand in wissenschaftlichen Aussagen: „Er liebte Theorien wie wunderbare Körper. Auch Sinnlichkeit erschien ihm als Genuß der Abstraktion. Abstrahieren als Kern der Zärtlichkeit, Ausgangspunkt eines Vorgangs, der Unruhe verbreitete. Daher besaß er Lieblingstheorien, die seine Punkte betrafen, die Entscheidungen in Bewegung setzten. Dort war jedes Wort er selbst oder gar nicht. Kein Laut ohne seine gräßliche Stimme. Kein Satz ohne seine Heftigkeit, kein Urteil ohne seine spezielle Art der Einschränkung oder Zerstörung des Sachverhalts“.

<sup>23</sup> Vgl. dazu etwa Barron (1964b), Libby (1970), Maslow (1966). Galtung (1970:60) kommt zu dem Ergebnis: „Der wichtigste Punkt scheint mir, daß das Hauptingredienz der Kreativität Euphorie ist“, und erliegt damit wohl, was die Rolle von Dysphorien in kreativen Arbeitsprozessen angeht, selbst einer „retrospektiven Falsifikation“.

<sup>24</sup> Vgl. dazu etwa Holton (1965b), Moles (1957), weiter Bachelard (1946). Boesch (1976) spricht von einem „Fantasmus des Ordners“, der letzten Endes auch wissenschaftliche Arbeit motiviert. „Ein Fantasmus ist gekennzeichnet durch die Tatsache, daß sein Handlungsziel subjektiv-funktionaler Art ist, also der Bestätigung, Sicherung oder Darstellung einer Ich-Umwelt-Beziehung dient“ (240).

<sup>25</sup> Serendipity bezeichnet das Vergnügen, das manche Leute daran haben, unerwartete Zusammenhänge zu sehen, Ausnahmen von der Regel zu entdecken, eingebürgerte Vorstellungen in Frage zu stellen u.ä.. Es wird also gesagt, kreative Wissenschaftler seien auf die Erfahrung von Serendipity hin disponiert, sie hätten gelernt, Spaß zu haben an Serendipity und bevorzugten Situationen, auch in der wissenschaftlichen Arbeit, in denen sich Serendipity produzieren läßt. Vergleiche Barber (1952), auch Barron (1964a).

<sup>26</sup> Vgl. vor allem die Untersuchungen von McClelland, der in einer frühen Arbeit (1964) für hervorragende Wissenschaftler, ähnlich wie für erfolgreiche Unternehmer, eine hohe Leistungsbereitschaft behauptet hat, aufgrund weiterer Untersuchungen (1967) dann aber zu dem Schluß kam, daß sich schöpferische Naturwissenschaftler vor allem durch eine hohe Aggressionsbereitschaft auszeichnen. McClelland's These: wie erfolgreiche Unternehmer kommen auch kreative Wissenschaftler bevorzugt aus protestanti-

Wissenschaftler wären nach entsprechenden Untersuchungen Leute, die Lust am Widerspruch und an der Destruktion von Ordnungen haben, die eine hohe, allerdings von sozialen Objekten abgezogene Aggressionsbereitschaft haben und die äußerst harte Arbeiter sind, und zwar einerseits lebenslang, andererseits auch dann, wenn sie augenscheinlich nicht arbeiten.

Die Befunde über die motivationalen und affektiven Prozesse, die kreative wissenschaftliche Arbeit begleiten, zusammen mit dem Assoziationsreichtum und der Fluidität des Denkens in kreativen Arbeitsphasen, über die noch zu sprechen sein wird, gewinnen ihr Interesse vor allem vor dem Hintergrund von Untersuchungen über die Anfälligkeit kognitiver Abläufe für Störungen aus dem affektiven Bereich, die gerade auch bei Wissenschaftlern empirisch vielfach nachgewiesen worden ist<sup>28</sup>. Auch hier erweist sich der *kreative* Wissenschaftler als zugleich emotional stark beteiligt, wie – ex definitione – in hohem Maße fähig zu kognitiven Lösungen, die strengen faktischen und logischen Überprüfungen standhalten.

8. Kommen wir damit zum *kognitiven System* produktiver Wissenschaftler. Bis auf Ausnahmen wird die Position, Kreativität sei *keine* Sache der intellektuellen Ausstattung<sup>29</sup>, ebenso wie die entgegengesetzte Position, sie sei *allein* Sache überragender Intelligenz<sup>30</sup>, nicht mehr vertreten. In der neueren Forschung lassen sich zwei Ansätze unterscheiden: einmal der Versuch, den Faktor Kreativität analog zur Intelligenz als eine überdauernde, zumindest früh erworbene, allerdings mit motivationalen und energetischen Gegebenheiten enger als die Intelligenz verschränkte<sup>31</sup> *Eigenschaft* bestimmter

schen Familien, allerdings wirkt sich der Protestantismus anders aus. Die Aggressionsbereitschaft des Wissenschaftlers resultiert nicht, wie die Leistungsbereitschaft des Unternehmers, aus der Forderung nach spiritueller Perfektion der protestantischen Ethik, sondern aus dem dieser Ethik inhärenten Asketizismus, der einerseits starke aggressive Tendenzen ausbildet, weil er natürliche Impulse frustriert, andererseits aber nur einen indirekten Ausdruck dieser Aggressionen zuläßt.

<sup>27</sup> Vgl. Bergius (1969), Rubinstein (1968), Simon (1966), Stein (1962) für eine ausführlichere Diskussion der energetischen Verhältnisse, die u. a. durch eine hohe Variabilität und Suche nach situativer Abwechslung bei ständig aufrecht erhaltenem Problembezug charakterisiert sind. Insbesondere Rubinstein (1968) greift die „idealistische“ Auffassung an, Kreativität sei eine Sache der Intuition (im Gegensatz zu Arbeit mit ihren typischen Phasen von Übermüdung und Erneuerung). Mit Verweis auf die unzähligen Anekdoten über plötzliche Einfälle, Geistesblitze und Momente der Erleuchtung stellt er fest, wissenschaftliche Entdeckungen seien meist „der Schlußstein eines besonderen Aufschwungs, der Konzentration aller geistigen und körperlichen Kräfte, wobei nach einer gewissen Ruhepause das Fazit der konzentrierten Vorarbeit gezogen wird. Die schöpferische Tätigkeit des Gelehrten ist wahrhaft schöpferische Arbeit“. (Zitiert nach dem Wiederabdruck in: Ulmann, 1973: 208).

<sup>28</sup> Die schlagendsten Belege dafür hat natürlich Rosenthal (1966) geliefert. Vergleiche dazu weiter Barber (1961), Maslow's (1966) Diskussion der „Psychopathologien kognitiver Prozesse“, auch Lefford (1946).

<sup>29</sup> Zum Beispiel Cattell (1964:131), der meint, wissenschaftliche Kreativität liege „in der Persönlichkeit und in den Wertvorstellungen, nicht kognitiven Fertigkeiten“.

<sup>30</sup> Galton (1874), Cattell (1903), Terman (1947).

<sup>31</sup> Vgl. Wallach/Kogan (1965), auch Hudson (1963).

Individuen aufzufassen; zum anderen der mehr *prozessual* orientierte Ansatz, kreative Problemlösungen auf bestimmte Vorgehensweisen und überlegene Formen der Verarbeitung von Information zurückzuführen, die dann durchaus auch lern- und lehrbar, durch Experiment und Übung perfektionierbar sind. Einige wenige Hinweise auf dieses recht intensiv erforschte Gebiet mögen wieder genügen.

Guilford (1956, 1960) vor allem hat experimentell zwei Faktoren isoliert, die er als *konvergentes* und *divergentes* Denken bezeichnet hat. Die herkömmlichen Intelligenztests erfassen dabei vor allem die Fähigkeit zu konvergentem Denken, das allerdings nur bei einer bestimmten Klasse von Problemen zum Erfolg führt, nämlich bei Problemen für die es einen allgemein bekannten richtigen Lösungsweg gibt. Beispiel: welches Material eignet sich besser zum Häuserbauen – Backsteine, Papier, Textilien etc.? Natürlich Backsteine. Für andere Aufgaben, die divergentes Denken, d.h. originelle neue Lösungen verlangen, reicht Intelligenz nicht aus. Beispiel: wofür kann man einen Backstein benützen? Mögliche Antwort: als Baustoff, als Briefbeschwerer, als Bettwärmer etc.. Weitere Untersuchungen konnten zeigen, daß divergentes Denken durch viele und ungewöhnlich originelle, „entlegene“ Assoziationen und durch Begriffe ungewöhnlich hoher struktureller Komplexität gekennzeichnet ist<sup>32</sup>.

Für den zweiten, prozessualen Ansatz stehen Analysen wie die von Wertheimer (1957), der u.a. anhand umfangreicher Explorationen mit Einstein kreative wissenschaftliche Problemlösungen durch gewisse Umstrukturierungsprozesse im kognitiven Feld erklärt, die auf eine Beseitigung wahrgenommener Unordnung in diesem Feld abzielen und in durchaus gesetzmäßiger Weise aufeinander folgen<sup>33</sup>. Hierher gehören dann auch die populär gewordenen Überlegungen und Experimente des Physikers de Bono (1969, 1971), der – ähnlich wie Guilford – von *lateralem* Denken im Gegensatz zu vertikalem Denken spricht. Laterales Denken ist bei ihm Denken, das den Regeln formaler Logik nicht genügt, aber nichtsdestoweniger systematisch ist. Es wird dann erforderlich, wenn neue Informationen nicht mehr in ein vorgegebenes Ordnungsschema eingepaßt werden können, ihre Assimilation also eine radikale Reorganisation des Musters erfordert.

Derartige Ansätze finden ihre Fortsetzung in Versuchen, aus der Analyse kreativer Problemlösungen so etwas wie *Heuristiken*, also systematische Suchverfahren herauszudestillieren. Churchman (1962) z. B. hat zwei große Gruppen solcher Verfahren unterschieden: analogische und dialektische. Zu nennen ist hier auch die große Anzahl von sogenannten „Ideenfindungsverfahren“ wie z. B. die „morphologische Methode“, „brain-storming“,

<sup>32</sup> Siehe dazu Karlins (1967), Mednick (1962), Schroder et al. (1966).

<sup>33</sup> Zur Frage der Dynamik wissenschaftlicher Denkprozesse vgl. weiter Boring (1964), Moles (1957), Simon (1966), Singer (1971), Springbett et al. (1957), sowie, überwiegend für formalwissenschaftliche Problemlösungen, Hadamard (1945).

„synectics“, „Ideen-Delphi“ etc.<sup>34</sup>. Die vielleicht differenzierteste Analyse kommt von Moles (1957), der beispielhaft neunzehn Heuristiken herausarbeitet und an wissenschaftlichen und technischen Problemlösungen illustriert<sup>35</sup>.

Diese Hinweise lassen sicher den Schluß zu, daß kreative kognitive Prozesse spezifische Voraussetzungen im kognitiven System der Person haben. Dennoch bleiben Zweifel, ob kreative *wissenschaftliche* Problemlösungen dadurch adäquat beschrieben sind. Versuche mit Kreativitätstests bei Wissenschaftlern haben keine schlüssigen Ergebnisse gebracht<sup>36</sup>. Analysen kreativer wissenschaftlicher Denkprozesse sind ausschließlich post festum und, schlimmer, ohne kontrollierende Analysen nicht-kreativer Bearbeitungen vergleichbarer Probleme gemacht worden. Unverkennbar scheint jedenfalls, daß es sich bei kreativen Wissenschaftlern um Personen handelt, die nicht divergente *oder* konvergente, laterale *oder* konventionelle Denker sind, sondern die in hohem Maß beide Fertigkeiten ausgebildet haben und simultan zum Einsatz bringen können<sup>37</sup>.

9. Nach alledem unbeantwortet bleibt die Frage, welche *situativen Bedingungen* kreatives Problemlösungsverhalten letzten Endes auslösen. Es ist ja nicht so, daß kreative Wissenschaftler sich ganz *bestimmten* wissenschaftlichen Problemen zuwenden und nicht-kreative anderen, oder daß kreative Wissenschaftler *ständig* kreativ wären; die meiste Zeit arbeiten sie genauso wie andere Wissenschaftler und an denselben Problemen. Diese Frage nach

<sup>34</sup> Diese Verfahren sind eher „aus der Praxis für die Praxis“ entwickelt worden. In der grundwissenschaftlichen Praxis sind sie kaum zur Anwendung gekommen, eher schon im Bereich der Lehre, vgl. z.B. Parnes/Meadow (1964), bei denen es allerdings nicht um die Lösung fachbezogener Probleme geht, und in der angewandten Forschung, vgl. etwa Geschka (1974), Kirchner/Scharff (1972), Ropohl (1972), also in der Domäne praktisch-instrumenteller oder technischer Kreativität, die hier ausgeklammert bleibt.

<sup>35</sup> Vgl. dazu auch Simon (1966), sowie Caws (1969), der folgende extreme Position vertritt: „Die Wissenschaft kennt keine spezielle Logik, sondern teilt die Struktur menschlichen Denkens allgemein, und zwar im kreativen Prozeß ebenso wie im Prozeß der Demonstration. Das Denken geht in der Kreation wie in der Demonstration gemäß vollkommen verständlichen Prinzipien vor sich. Formale Logik, deren Geschichte als ein rigoroses System mit Frege begann und mit Goedel endet, stellt eine Verfeinerung und Spezialisierung der Prinzipien alltäglichen Argumentierens dar; die Logik der wissenschaftlichen Entdeckung, deren rigorose Formulierung noch aussteht (nicht daß man die Hoffnung auf Vollständigkeit aufrecht erhalten dürfte, die einmal von der deduktiven Logik genährt worden ist), wird sich in ähnlicher Weise als eine Verfeinerung und Spezialisierung der Logik der alltäglichen Erfindungen herausstellen. Man muß vor allem einsehen, daß Erfinden im strikten Sinn ein genauso vertrauter Prozeß ist wie Argumentieren, weder mehr noch weniger mysteriös. Wenn wir das einmal begriffen haben, dann wird wissenschaftliche Kreativität von den Geheimniskrämern zurückgewonnen sein“ (1380).

<sup>36</sup> Siehe dazu z.B. Stein (1962).

<sup>37</sup> Vgl. dazu auch Anmerkung 39. Eine intuitive Vorstellung von diesem Sachverhalt gewinnt man, wenn man an die – für mein Gefühl – hochgradig „konvergente“ These eines so phantasiebegabten Denkers wie Heisenberg denkt, die Physik als Erfahrungswissenschaft könne in diesem Jahrhundert abgeschlossen werden.

dem auslösenden Moment ist gegenwärtig, wie ich meine, schon deshalb nicht begründet zu beantworten, weil uns ein für deskriptive Zwecke verwendbarer differenzierter Begriff von dem fehlt, was wir wissenschaftliche Problemstellungen oder *Aufgabenstellungen* nennen können.

In der Popper'schen Denktradition gibt es nur *eine* Aufgabenstellung: empirische Wissenschaftler befassen sich damit, ernstzunehmende Theorien und Hypothesen zurückzuweisen, indem sie möglichst viele Beobachtungen sammeln, die eigentlich, würde man diesen Theorien glauben, nicht sein dürften. Praktizierende Wissenschaftler konnten sich in dieser Vorstellung von ihrer Arbeit allerdings nicht wiedererkennen.

Kuhn hat dem eine neue Vorstellung entgegengesetzt: demnach gibt es *zwei diametral entgegengesetzte* Aufgabenstellungen in der Wissenschaft. Entweder die Anwendung als richtig vorausgesetzter Theorien auf neue Beispiele – er nennt das die rätsellösende Tradition der Normalwissenschaft – *oder* die revolutionäre Verdrängung solcher rätsellösender Traditionen durch ganz neue Theorien, die die Gesamtheit der zu lösenden Rätsel besser zu lösen erlauben als die alte Tradition. Allerdings erkennt sich ein Großteil empirischer Wissenschaftler auch in dieser Vorstellung schlecht wieder, insbesondere die große Zahl derjenigen Wissenschaftler nicht, die „kleine“ Revolutionen vollbringen, das heißt in bescheidenem Ausmaß kreativ sind – Wissenschaftler also, die weder ständig nach vorgegebenen Spielregeln dieselbe Sorte von Rätseln lösen, noch sich neue Spielregeln ausdenken, sondern kleine Modifikationen bekannter Regeln zwecks besserer Lösung gemäßigt neuartiger Rätsel vornehmen.

Die Kritische Theorie schließlich hat Konzeptionen wie denen von Popper und Kuhn, die wissenschaftliche Arbeit auf die Lösung *kognitiver* Probleme beschränkt sehen, die Vorstellung entgegengesetzt, daß wissenschaftliche Aufgabenstellungen immer *auch praktische Aspekte* haben. Die Tendenz, die Grenzen zwischen kognitiven und praktischen Aspekten zu verwischen, hat es allerdings auch hier vielen Wissenschaftlern erschwert, diese Vorstellung von ihrer eigenen Arbeit zu übernehmen.

Ich meine nun, daß man hier fortfahren muß und daß man, ausgehend von einer sorgfältigen Phänomenologie und Empirie wissenschaftlicher Arbeit, eine differenziertere Klassifikation wissenschaftlicher Aufgabenstellungen entwickeln muß. Entscheidend dabei ist, daß in die Bestimmung dieser Aufgabenstellungen nicht nur formale und kognitiv-inhaltliche Aspekte eingehen dürfen, sondern daß auch die affektiven und sozialen Momente der jeweiligen Aufgabenstellung berücksichtigt werden. Gelingt das, dann werden zwei Probleme lösbar, die gegenwärtig ungelöst sind: einmal die *eindeutige Zuordnung* von wissenschaftlichen Vorgehensweisen, *vor allem in den frühen Phasen der Problemformulierung*, zu typischen Aufgabenstellungen, und damit auch erst so etwas wie eine Didaktik wissenschaftlicher Arbeit; zweitens das zentrale *theoretische* Problem der Wissenschaftsforschung, nämlich die Erklärung kognitiver Prozesse in der Wissenschaft und sozialer Prozesse in und außerhalb der Wissenschaft im Rahmen ein und derselben Theorie.

Ansätze zu einer solchen Theorie finden sich z. B. bei Dreitzel (1966) und Klima (1974). Beide rekurren auf Konzepte wie „Entstaltung und Reintegration von Images“ der wissenschaftlichen Handlungssituation oder „Erfahrung von Inkongruenzen im Handlungsfeld“ des Wissenschaftlers, Konzepte, in die als definierende Merkmale sowohl Wissensdaten wie soziale Anforderungen eingehen und deren jeweilige Struktur für wissenschaftspraktische Entscheidungen verantwortlich gemacht wird. Geht man diesen Weg, dann wird sich wohl herausstellen, daß es eine Klasse wissenschaftlicher Aufgabenstellungen gibt, die dadurch gekennzeichnet ist, daß eine befriedigende Lösung *kognitiver* Schwierigkeiten oder Inkongruenzen<sup>38</sup> im Wege der Ablösung alter durch neue Theorien systematisch die Schwierigkeiten oder Inkongruenzen im *sozialen* System, zunächst im Wissenschaftssystem (Widerstände der „scientific community“, drohender Reputationsverlust etc.), dann aber auch im umfassenderen gesellschaftlichen System *erhöht*. Es handelt sich um Aufgabenstellungen, die den Wissenschaftler zunächst vor die Wahl stellen, entweder kognitiv befriedigende oder sozial befriedigende Lösungen zu wählen. Als  *kreativ* werden wir den Wissenschaftler bezeichnen, der einen Ausweg findet aus diesem Dilemma, das heißt eine Lösung, die sowohl kognitiv befriedigt wie auch sozial akzeptiert und belohnt wird.

Gegenwärtig neigen wir dazu, Wissenschaftler schon dann als kreativ zu bezeichnen, wenn sie dieses „Kunststück“ innerhalb des Wissenschaftssystems zustande bringen. Man darf indessen nicht übersehen, daß die institutionelle Struktur des Wissenschaftssystems, seine relative Autonomie und seine auf die Reduktion *kognitiver* Inkonsistenzen verpflichtenden Normen, den Forscher entlasten und abschirmen gegenüber Anforderungen aus dem außerwissenschaftlichen System. Die Frage der sozialen Assimilierbarkeit neuer kognitiver Lösungen stellt sich aber auf mehreren Niveaus. Nimmt man in das Kriterium für „kreativ“ Effekte *außerhalb* des Wissenschaftssystems hinein, etwa die gesellschaftliche Nützlichkeit oder die Vereinbarkeit mit übergreifenden metaphorischen Sinndeutungen, dann verschärft gerade die entlastende Autonomie des Wissenschaftssystems das Dilemma auf dem nächsthöheren Niveau. Die Wissenschaft insgesamt steht gegenüber der Gesellschaft vor einer ähnlichen Schwierigkeit wie der Wissenschaftler gegenüber dem Wissenschaftssystem: es gibt wissenschaftliche Entwicklungen, die systematisch gesellschaftliche Inkongruenzen produzieren – und kreativ wird man eine Wissenschaft nennen wollen, die aus diesem Dilemma einen Ausweg findet.

10. Die erste Aufgabe des Erfahrungswissenschaftlers ist es, zutreffende Geschichten über beobachtbare Phänomene zu erzählen. Im Laufe der Eroberung immer neuer Phänomenbereiche für die empirische Wissenschaft

<sup>38</sup> Im Gegensatz zu Inkonsistenzen, d. h. Widersprüchen zwischen Erfahrungsdaten, sind mit Inkongruenzen Widersprüche zwischen Erfahrungsdaten und sozialen Normen gemeint; vgl. dazu Klima (1974:105).



erweisen sich ständig alte Geschichten als revisionsbedürftig. Kreative Wissenschaftler erfinden neue Geschichten und überzeugen zunächst ihre Kollegen, und dann idealerweise alle davon, daß diese überraschenden neuen Geschichten *besser* sind als die alten; nicht nur zutreffender, sondern auch fruchtbarer, schöner, nützlicher, sinnvoller.

Als zentrales Merkmal der Situationen, in denen solche neuen Geschichten entstehen, möchte ich nun abschließend die Struktur einer *Opposition von Kräften* herausstellen. Wir haben dieses Strukturmerkmal auf allen Ebenen wiedergefunden, kreative wissenschaftliche Arbeit ist durch eine Serie augenscheinlicher Unvereinbarkeiten charakterisiert: Konvergenzen *und* Divergenzen im Denken, Sachlichkeit *und* Leidenschaft im Affektiven, soziale Randständigkeit *und* ein hohes Maß an professioneller Sozialisation, Zwang zur Konformität *und* Verpflichtung zur Originalität im Normensystem der „scientific community“, etc.<sup>39</sup>.

Für eine *Didaktik wissenschaftlicher Arbeit* folgt daraus vor allem, daß sie von diesem Grundtatbestand der Spannung ausgehen und darauf abzielen muß, diese Spannung aufrechtzuerhalten. Das gilt ebenso, im Bereich der Inhalte und Lehr- und Lernmethoden, für die Spannung zwischen divergentem und konvergentem Vorgehen, wie, etwa in der Frage der Beurteilung der Effektivität einer wissenschaftlichen Leistung, für die Spannung zwischen rigorosen Kriterien der logischen Klarheit und empirischen Haltbarkeit einerseits, sozialen Kriterien der Assimilierbarkeit im außerwissenschaftlichen System andererseits, oder, was die Arbeitsorganisation angeht, für die Spannung zwischen einem rationellen Wissenschaftsbetrieb und autonomer, von äußeren Kontrollen freigestellter Problembearbeitung<sup>40</sup>.

Dieses *Strukturprinzip der Opposition und Spannung* wird die Kernidee jeder Theorie wissenschaftlicher Kreativität sein müssen, das ist gewissermaßen unser *formales* Wissen über Kreativität. Ob wir eines Tages eine empirische Theorie der Kreativität haben werden, eine Theorie, die *überraschende Vor-*

<sup>39</sup> Holton (1972, 1974) hat derartige Gegensätzlichkeiten wiederum am Beispiel Einstein sehr beeindruckend herausgearbeitet; vgl. auch Bachelard (1946, 1959). Vor allem Kuhn (1964) hat, neben Medawar (1972), die These von einer „essentiellen Spannung“ vertreten, daß nämlich kreative Wissenschaftler immer auch ausgeprägt „konvergente“ Denker, ja geradezu professionelle „Traditionalisten“, keineswegs also Außenseiter seien. Folgt man Kuhn, dann sind für die Präokkupation amerikanischer Sozialwissenschaftler mit dem Thema Kreativität im Sinne divergenten Denkens dieselben Gründe verantwortlich zu machen, die auch dazu geführt haben, daß die USA zwar sehr viele hervorragende Erfinder hervorgebracht haben, kaum aber kreative Grundlagenwissenschaftler. „Die Geschichte legt uns die Schlußfolgerung nahe, daß – obwohl man Wissenschaft betreiben kann ohne einen festen Konsensus – diese flexiblere Praxis nicht das schnelle Muster konsequenzreichen wissenschaftlichen Fortschritts produziert, an den uns die vergangenen Jahrhunderte gewöhnt haben“ (347). Ähnlich Springbett et al. (1957: 19): „Kreatives Denken ereignet sich typischerweise in Gebieten, die der Wissenschaftler gut beherrscht“.

<sup>40</sup> Zur Frage hochschuldidaktischer Konsequenzen aus der empirischen Kreativitätsforschung vgl. etwa Neber (1973), Parnes/Harding (1962), Taylor/Williams (1966), auch Wolffe (1960). Das Lehrer-Schüler-Verhalten von kreativen Wissenschaftlern ist kaum untersucht, vgl. aber zum Kommunikationsverhalten Taylor (1964), auch Bühl (1974).

*bersagen* ermöglicht – und ob eine solche Theorie in dem Sinn als effektiv bezeichnet werden darf, als sie von den betroffenen Wissenschaftlern akzeptiert wird – bleibt abzuwarten. Erst eine solche Theorie würde dann auch eine *Technik* wissenschaftlicher Arbeit begründen können.

Bruner (1962:28) gibt uns den Rat, unser nur-*metaphorisches* Wissen über Kreativität nicht zu unterschätzen. Erinnern wir uns deshalb beim Versuch, die vielleicht wichtigste und zentrale der genannten Oppositionen im kreativen wissenschaftlichen Prozeß zu verstehen – den Gegensatz zwischen der Sachlichkeit und der Leidenschaft, mit der kreative Wissenschaftler ihr Geschäft betreiben – an *Pygmalion*. Die Geschichte der Interpretationen des Pygmalionmotivs gibt uns die schönsten Hinweise auf mögliche Beweggründe und Bedingungen kreativer wissenschaftlicher Arbeit.

Bis ins 18. Jahrhundert hinein wurde die Sage von Pygmalion vor allem als Sinnbild dafür aufgefaßt, daß treue Liebe und Hingabe durch eine Belebung des Werks belohnt wird: wissenschaftliche Arbeit trägt ihre Belohnung in sich selbst. Später wurde der Pygmalionkomplex zu einer Metapher für die Bändigung der rohen Natur im künstlerischen Schaffensprozeß: man denke an die Parallelen zwischen künstlerischer und wissenschaftlicher Arbeit oder an die Unterwerfung natürlicher Kräfte für menschliche Zwecke in der technischen Umsetzung von Wissenschaft. Auch die Shaw'sche Interpretation in „My fair Lady“, nämlich als Geschichte der Bekehrung eines Weiberfeindes, ist durchaus aktuell in einer Phase ausgeprägter Wissenschaftsfeindlichkeit. Und noch die von dem Dramatiker Kaiser erfundene *Rückversteinierung* des lebendig gewordenen Weks fängt sinnfällig den Trivialisierungsprozeß ein, dem wunderbares neues Wissen regelmäßig unterworfen ist. Wir können sie auch verstehen als ein Bild dafür, was die Advokaten der Kreativität einer versteinerten, in Routine, Langeweile und sozialer Sterilität erstarrenden Normalwissenschaft vorwerfen.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Allison, Paul D., Stewart, John A., 1974: Productivity differences among scientists: evidence for accumulative advantage. *American Sociological Review*, 39, 596–606.
- Autorenkollektiv, 1974: Wissenschaftliche Entdeckungen. Probleme ihrer Aufnahme und Wertung. Hrsg. von L. Kannengießer, G. Kröber. Berlin.
- Bachelard, Gaston, 1946<sup>4</sup>: *Le nouvel esprit scientifique*. Paris.
- 1959: The philosophic dialectic of the concept of relativity. In: Albert Einstein, philosopher-scientist, II, New York.
- Bahrdt, Hans P., Krauch, Helmut, Rittel, Horst, 1960: Die wissenschaftliche Arbeit in Gruppen. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 12 (1), 1–40.
- Barber, Bernard, 1952: *Science and the social order*. Glencoe.
- 1961: Resistance by scientists to scientific discovery. *Science*, 134, 596–602.
- Barber, Bernard, Hirsch, Walter (eds.), 1962: *The sociology of science*. New York/London.
- Barron, Frank, 1964a: The needs for order and for disorder as motives in creative activity. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 153–160.
- 1964b: The disposition toward originality. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 139–152.

- Bense, Max, 1967: Die Zerstörung des Durstes durch Wasser. Einer Liebesgeschichte zufälliges Textereignis. Köln.
- Bergius, Rudolf, 1969: Analyse der „Begabung“: Die Bedingungen des intelligenten Verhaltens. In: Begabung und Lernen, Gutachten und Studien der Bildungskommission, Deutscher Bildungsrat (Hrsg.), Stuttgart, 229–268.
- Blohm, H., Steinbuch, K. (Hrsg.), 1972: Technische Prognosen in der Praxis. Düsseldorf.
- Boesch, Ernst E., 1976: Psychopathologie des Alltags. Zur Ökopsychologie des Handelns und seiner Störungen. Bern/Stuttgart.
- Boring, Edwin G., 1964: Cognitive dissonance: its use in science. *Science*, 145, 680–685.
- Bruner, Jerome S., 1962: The conditions of creativity. In: Gruber/Terrell/Wertheimer, *Contemporary approaches to creative thinking*, 1–30.
- 1973: *On knowing. Essays for the left hand*. New York.
- Bühl, Walter L., 1974: Einführung in die Wissenschaftssoziologie. München.
- Bush, George P., Hattery, Lowell H. (eds.), 1953: *Teamwork in research*. Washington.
- 1956/57: *Teamwork and creativity in research*. *Administrative Science Quarterly*, 1, 361–372.
- Cattell, J. M., 1903: *Homo scientificus Americanus*. *Science*, 17, 561–570.
- Cattell, Raymond B., 1964: The personality and motivation of the researcher from measurements of contemporaries and from biography. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 119–131.
- Caws, Peter, 1969: The structure of discovery. *Science*, 166 (12), 1375–1380.
- Churchman, C. West, 1962: The use of research in the preparation of decisions. In: Krauch, *Wissenschaft und Politik*, 255–270.
- Claessens, Dietrich, 1962: Forschungsteam und Persönlichkeitstruktur. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 14 (3), 489–503.
- Clark, K. E., 1957: *America's psychologists: a survey of a growing profession*. Washington: American Psychological Association.
- Colodny, Robert G. (ed.), 1966: *Mind and cosmos. Essays in contemporary science and philosophy*. Pittsburgh.
- Comrey, A. L., 1956: Publication rate and interests in certain psychologists. *American Psychologist*, 11, 314–322.
- Dalenius, Tore, Karlsson, Georg, Malmquist, Sten (eds.), 1970: *Scientists at work*. Stockholm.
- de Bono, Edward, 1969: Information processing and new ideas – lateral and vertical thinking. *Journal of Creative Behavior*, 3, 159–171.
- 1971: Creativity and the role of lateral thinking. *Personnel*, 3 (Mai/Juni), 8–18.
- Dennis, Wayne, 1954a: *Bibliographies of eminent scientists*. *The Scientific Monthly*, 9, 180–183.
- 1954b: Productivity among American psychologists. *American Psychologist*, 24 (9), 191–194.
- Deutsch, Karl W., Platt, John, Senghaas, Dieter, 1971: Conditions favoring major advances in social science. *Science*, 171, 450–459.
- Dreitzel, Hans Peter, 1966: Das Problem der „Kreativität“ in der Wissenschaft. In: Krauch, *Wissenschaft und Politik*, 103–133.
- Eiduson, Bernice T., 1962: *Scientists: their psychological world*. New York.
- Einstein, Albert, 1918: Motiv des Forschens. Englisch in: *Ideas and opinions by Albert Einstein*, New York 1954, 224–227.
- Galton, F., 1874, *English men of science: their nature and nurture*. London.
- Galtung, Johan, 1970: On the structure of creativity. In: Dalenius et al., *Scientists at work*, 43–61.
- Geschka, Horst, 1974: Innovationsideen: Ihre Herkunft und die Techniken ihrer gezielten Hervorbringung. In: Meissner/Kroll, *Management technologischer Innovationen*, 69–79.
- Giovacchini, Peter L., 1960: On scientific creativity. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 8, 407–426.

- Griffith, B., Miller, A. James, 1970: Networks of informal communications among scientifically productive scientists. In: Nelson/Pollock, *Communication among scientists and engineers*, 125–140.
- Gruber, Howard E., 1974: *Darwin on man. A psychological study of scientific creativity.* Mit einem Vorwort von Jean Piaget. New York.
- Gruber, Howard E., Terrell, Glenn, Wertheimer, Michael (eds.), 1962: *Contemporary approaches to creative thinking.* New York.
- Guilford, J. P., 1956: The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53, 267–293.
- 1960: Basic conceptual problems in the psychology of thinking. *Annals of the New York Academy of Science*, 91, 6–21.
- Gvishiani, D. M., Mikulinsky, S. R., Yaroshevsky, M. G., 1973: The sociological and psychological study of scientific activity. *Minerva*, 11, 122–129.
- Hadamard, Jacques, 1945: *The psychology of invention in the mathematical field.* Princeton.
- Hammond, Phillip E. (ed.), 1964: *Sociologists at work. Essays on the craft of social research.* New York/London.
- Hansen, Norwood Russell, 1961: *Patterns of discovery,* Cambridge, Mass.
- Holloway, David, 1974: Innovation in Science – The case of cybernetics in the Soviet Union. *Science Studies*, 4, 299–337.
- Holton, Gerald (ed.), 1965a: *Science and culture. A study of cohesive and disjunctive forces.* Boston.
- 1965b: Thematic imagination in science. In: Holton, *Science and culture*, 88–108.
- 1972: On trying to understand scientific genius, *American Scholar*, 41, 95–110.
- 1974: The mainsprings of discovery. *Encounter* (April), 85ff.
- Hudson, L., 1963: Personality and scientific aptitude. *Nature*, 198, 913–914.
- Huff, Toby E., 1973: Theoretical innovation in sciences: the case of William F. Ogburn. *American Journal of Sociology*, 79 (2), 261–277.
- James, Lawrence R., Ellison, Robert L., 1973: Criterion composites for scientific creativity. *Personnel Psychology*, 26, 147–161.
- Kanzer, M., 1955: The reality testing of the scientist. *Psychoanalytical Review*, 42, 412–419.
- Karlins, M., 1967: Conceptual complexity and remote associative proficiency as creativity variables in a complex problem-solving task. *Journal of Personality and Social Psychology*, 6 (3), 264–278.
- Kirchner, J.-H., Scharff, R., 1972: Schöpferisches Denken in der Systemgestaltung. *Industrial Engineering*, 2 (5), 329–335.
- Klima, Rolf, 1974: Scientific knowledge and social control in science: the application of a cognitive theory of behaviour to the study of scientific behaviour. In: Whitley, *Social processes of scientific development*, 96–122.
- Klingemann, Harald, 1974: Ein Beitrag zur Methode der Messung individueller wissenschaftlicher Leistung – dargestellt am Beispiel der Kernforschungsanlage Jülich. *Zeitschrift für Soziologie*, 3 (4), 356–374.
- Koestler, A., 1966: *Der göttliche Funke.* Düsseldorf.
- Krauch, Helmut (Hrsg.), 1966: Beiträge zum Verhältnis von Wissenschaft und Politik. Studiengruppe für Systemforschung, Heidelberg.
- Krüger, Lorenz, 1975: Philosophische Aspekte der Wissenschaftsforschung. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Sonderheft 18, „Wissenschaftssoziologie“, 515–525.
- Kuhn, Thomas S., 1962a: *The structure of scientific revolutions.* Chicago.
- 1962b: Energy conservation as an example of simultaneous discovery. In: Barber/Hirsch, *The sociology of science*, 486–515.
- 1964: The essential tension: tradition and innovation in scientific research. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 341–354.
- 1974: Logik der Forschung oder Psychologie der wissenschaftlichen Arbeit? In: Lakatos/Musgrave, *Kritik und Erkenntnisfortschritt*, 1–24.

- Lakatos, Imre, Musgrave, Alan (Hrsg.), 1974: Kritik und Erkenntnisfortschritt. Braunschweig, Englisch: Criticism and the growth of knowledge, London 1970.
- Lefford, A., 1946: The influence of emotional subject matter on logical reasoning. *Journal of Genetic Psychology*, 34, 127–151.
- Lehmann, Harvey C., 1953: Age and achievement. Princeton.
- 1960: The age decrement in outstanding scientific creativity. *American Psychologist*, 15, 128–134.
- Libby, Willard F., 1970: Creativity in science. In: Roslansky, *Creativity*, 35–52.
- Lofthouse, Stephen, 1974: Thoughts on „publish or perish“. *Higher Education*, 3, 59–80.
- Mackinnon, Donald W., 1965: Personality and the realization of creative potential. *American Psychologist*, 20, 273–281.
- Maier, N. F. R., 1967: Assets and liabilities in group problem solving. The need for an integrative function. *Psychological Review*, 74 (4), 239–249.
- Martins, Herminio, 1972: The Kuhnian „Revolution“ and its implication for sociology. In: Nossiter et al., *Imagination and precision*, 13–58.
- Maslow, Abraham, H., 1966: *The psychology of science: a reconnaissance*. New York.
- Matussek, Paul, 1962: Der Faktor der Persönlichkeit in der Wissenschaftsplanung. Bericht Nr. 5 der Studiengruppe für Systemforschung, Heidelberg.
- McClelland, David C., 1964: The calculated risk: an aspect of scientific performance. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 184–192.
- 1967: Die Psychodynamik des schöpferischen Naturwissenschaftlers. In: D. C. McClelland, *Motivation und Kultur*, Bern/Stuttgart. Englisch: On the psychodynamics of creative physical scientists. In: Gruber et al., *Contemporary approaches to creative thinking*, 141–174.
- Medawar, Peter B., 1972: Die Kunst des Lösbaren. Göttingen.
- Mednick, S. A., 1962: The associative basis of creative process. *Psychological Review*, 69, 220–232.
- Meissner, H. G., Kroll, H. C. (Hrsg.), 1974: *Management technologischer Innovationen*. Pullach.
- Mikulinskij, S. R., Jaroshevskij, M. G., 1970: Psychologie des wissenschaftlichen Schaffens und Wissenschaftslehre. *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 1 (1), 83–103.
- Miller, G. E., 1964: The act of creation (review). *Scientific American*, 211, 145–149.
- Moles, Abraham A., 1957: *La création scientifique*. Genf.
- Neber, Heinz (Hrsg.), 1973: *Entdeckendes Lernen*. Weinheim.
- Nelson, Carnot E., Pollock, Donald K. (eds.), 1970: *Communication among scientists and engineers*. Lexington, Mass.
- Nossiter, T. J., Hanson, A. H., Rokkan, Stein (eds.), 1972: *Imagination and precision in the social sciences. Essays in memory of Peter Nettl*. London.
- Parnes, Sidney J., Harding, Harold F. (eds.), 1962: *A source book for creative thinking*. New York.
- Parnes, Sidney J., Meadow, Arnold, 1964: Development of individual creative talent. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 311–320.
- Pelz, Donald C., 1964: Relationships between measures of scientific performance and other variables. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 302–310.
- Platz, Arthur, Blakelock, Edwin, 1960: Productivity of American psychologists: quantity versus quality. *American Psychologist*, 15, 310–312.
- Polanyi, Michael, 1957: Passion and controversy in science. *Bulletin of the Atomic Scientist*, 13, 114–119.
- Policard, A., 1963: Essay on the psychology of teamwork in science. *Impact*, 13 (2), 71–91.
- Price, Derek J. de Solla, 1963: *Little science, big science*. New York.
- Price, Don K., 1965: The established dissenters. In: Holton, *Science and culture*, 109–144.
- Rawson, Don C., 1974: The process of discovery: Mendeleev and the periodic law. *Annals of Science*, 31 (3), 181–204.

- Roe, Anne, 1953: *The making of a scientist*. New York.
- 1964: Personal problems and science. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 132–138.
- Ropohl, G., 1972: Systemtechnische Ansätze bei der Anwendung der morphologischen Methode in der technischen Prognostik. In: Blohm/Steinbuch, *Technische Prognosen*, 29–39.
- Rosenthal, R., 1966: *Experimenter effects in behavioral research*. New York.
- Roslansky, John D. (ed.), 1970: *Creativity*. Amsterdam.
- Rubinstein, S. L., 1968: Grundlagen der allgemeinen Psychologie. Berlin. Kapitel „Die Arbeit“ abgedruckt in Ulmann, *Kreativitätsforschung*, 196–218.
- Saunders, David R., 1964: Some measures related to success and placement in basic engineering research and development. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 321–327.
- Schroder, H. M. et al., 1966: *Human information processing. Individuals and groups in complex situations*. New York.
- Simon, Herbert A., 1966: Scientific discovery and psychology of problem solving. In: Colodny, *Mind and cosmos*, 22–40.
- Singer, Barry F., 1971: Toward a psychology of science. *American Psychologist*, 26, 1010–1015.
- Smith, Clagett C., 1971: Scientific performance and composition of research teams. *Administrative Science Quarterly*, 16 (4), 486–495.
- Springbett, B. M. et al., 1957: An approach to the measurement of creative thinking. *Canadian Journal of Psychology*, 11 (1), 9–20.
- Stein, Morris I., 1962: Creativity and the scientist. In: Barber/Hirsch, *The sociology of science*, 329–343.
- Taylor, Calvin W., 1964: Some possible relations between communication abilities and creative abilities. In: Taylor/Barron, *Scientific creativity*, 365–370.
- Taylor, Calvin W., Barron, Frank (eds.), 1964: *Scientific creativity: its recognition and development*. New York/London.
- Taylor, Calvin W., Williams, Frank E. (eds.), 1966: *Instructional media and creativity*. New York/London.
- Terman, L. M., 1947: *Genetic studies of genius*. Stanford.
- Ulmann, Gisela (Hrsg.), 1973: *Kreativitätsforschung*. Köln.
- Vernon, P. E. (ed.), 1970: *Creativity: selected readings*. London.
- Wallach, M. A., Kogan, N., 1965: *Modes of thinking in young children*. New York.
- Wertheimer, Max, 1957: *Produktives Denken*. Frankfurt.
- Wilson, L., 1942: *The academic man: a study in the sociology of a profession*. New York.
- Wispé, Lauren G., 1963: Traits of eminent American psychologists. *Science*, 141, 1256–1261.
- 1965: Some social and psychological correlates of eminence in psychology. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 1, 88–98.
- Wolfe, Dael, 1960: Diversity of talent. *American Psychologist*, 15, 535–545.
- Woodward, William R., 1974: Scientific genius and loss of parent. *Science Studies*, 4, 265–277.
- Znaniecki, Florian, 1940: *The social role of the man of knowledge*. New York.

Adresse des Autors:

Priv. Doz. Dr. Bernward Joerges, Universität Stuttgart, Institut für Sozialforschung,  
Abt. für Sozialplanung  
Postfach 560, D-7000 Stuttgart