Ein Beitrag zur Methode der Messung individueller wissenschaftlicher Leistung – dargestellt am Beispiel der Kernforschungsanlage Jülich¹

Harald Klingemann

Kriminologisches Seminar der Universität Bonn

Towards constructing a method of measuring individual scientific achievement – exemplified at the Juelich nuclear research plant¹

Abstract: The present paper investigates the question of how to measure individual scientific achievement by means of quantitative and qualitative criteria based on a scientist's publishing activity. These criteria are analyzed with reference to a sample of scientists from the nuclear research plant at Juelich. The relative weight of the different forms of publication, when differentiated according to disciplines, provides information as to the significance of each criterion. The quality dimension of achievement is developed on the basis of an elaborated version of citation analysis.

The investigation of the relationships among the various achievement criteria reveals that there is a high correlation between the quality and quantity aspects of scientific achievement ($r = 0.95$), thereby disproving such summary criticism as is usually directed against the application of quantitative criteria to scientific achievement. These results are consonant with those of other studies, which have shown that the strength of this correlation increases with the level of scientific prestige accorded to the organization in which the individual scientist works. – The degree of influence exerted by such background variables as age, work experience, hierarchical position within the organization, field of activity, and level of formal academic training is also determined, which means that a 'purified' individual achievement variable is made available for further analyses.

Inhalt: Untersucht wird die Problematik der Messung individueller wissenschaftlicher Leistung mit Hilfe quantitativer und qualitativer Leistungsmaße, die auf der Publikationstätigkeit von Wissenschaftlern beruhen. Diese Maße werden an einem Wissenschaftlersample der Kernforschungsanlage Jülich analysiert. Die relative Bedeutung einzelner Publikationsformen differenziert nach Facheinrichtungen gibt Aufschluß über die Bedeutung der einzelnen Maße. Die qualitative Leistungsdimension wird mit Hilfe einer weiterentwickelten Variante der Zitanalyse gewonnen.

Bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen den Leistungsmaßen ergibt sich eine hohe Korrelation zwischen Qualität und Quantität wissenschaftlicher Leistung ($r = 0.95$), was die pauschale Kritik an quantitativen Maßen wissenschaftlicher Leistung widerlegt. Diese Ergebnisse stimmen mit anderen Studien überein, die zeigen, daß die Stärke dieser Korrelation mit dem wissenschaftlichen Prestige der Organisation zunimmt, in der der Wissenschaftler tätig ist. – Der Einfluß der Hintergrundvariablen Alter, Arbeitserfahrung, Stellung in der Organisationshierarchie, Tätigkeitsbereich und formaler Ausbildungsabschluß wird bestimmt, so daß eine 'bereinigte' individuelle Leistungsvariable für weitere Analysen zur Verfügung steht.

Bisherige wissenschaftssoziologische Untersuchungen nahmen auf die Schwierigkeit einer möglichst gültigen Messung wissenschaftlicher Leistung meist nur in relativierenden Nebensätzen Bezug

und konzentrierten sich vielmehr auf Einzeleffekte ausgewählter 'unabhängiger' Variabler. Dies führte zu einer unübersichtlichen Vielzahl oft widersprüchlicher Ergebnisse, deren Vergleichbarkeit durch die unterschiedlichen Definitionen der jeweils zugrundegelegten Leistungsvariablen zudem problematisiert wird. Versuche, im Bereich der Wissenschaftssoziologie ein Maß für wissenschaftliche Produktivität zu entwickeln, sind grundsätzlich umstritten, da unterschiedliche Grundannahmen über den Forschungsprozeß und die Rolle des Wissenschaftlers gemacht werden:

Die Schöpfungsauffassung geht davon aus, daß es sich beim Forschungsprozeß um einen höchst originalen, zufälligen und damit unregelmäßigen, von der Inspiration bestimmten Vorgang handelt, der prinzipiell nicht planbar ist, und „... lehnt die Einrangierung der Forschung auf eine Ratio-

1 **Erläuterung:** Diese Untersuchung stand im weiteren Rahmen eines Forschungsvorhabens zum Thema 'Soziale Schichtung und Prozesse der Integration in einer Kleinstadt mit heterogener Bevölkerung – untersucht am Beispiel der Kernforschungsanstalt Jülich', das im Zentralarchiv für empirische Sozialforschung Köln unter der Leitung von Prof. Dr. ERWIN K. SCHEUCH und Dr. FRANZ U. PAPPI, mit finanzieller Unterstützung durch das Landesamt für Forschung im Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, durchgeführt wurde. Die wichtigsten Ergebnisse der Gesamtuntersuchung sind im Heft 1 des 25. Jahrgangs (1973) der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie erschienen (FRANZ U. PAPPI, Sozialstruktur und soziale Schichtung in einer Kleinstadt mit heterogener Bevölkerung). Ich danke Herrn Dr. PAPPI für seine Unterstützung bei dieser Untersuchung.

nalitätslinie mit dem Hinweis auf die unaufheb-
bare Sonderstellung des Forschers ab“ (KLAGES
1967: 37).

Die Arbeitsauffassung hingegen weist dieses Kon-
zept als irrational zurück und nimmt an, daß wis-
senschaftliche Arbeit denselben Grundbedingun-
gen wie jede andere Form menschlicher Arbeit
unterworfen ist. Innovationen werden in der Kon-
sequenz weniger als das Werk einzelner heraus-
ragender Genies, sondern in der Hauptsache als
„das Resultat einer zielstrebig organisierten Ar-
beit . . .“ (KOSEL 1957: 36) angesehen.

H. KLAGES kommt bei seinem (nicht empirischen)
Versuch einer Typologisierung des Innovations-
prozesses zu dem Ergebnis, daß es sowohl irratio-
nale als auch rationale Versionen der Entdeckun-
gen gibt, weist aber gleichzeitig darauf hin, daß
auch der inspirative, scheinbar zufällige Einfall
auf bereits erzielten Ergebnissen aufbaut, und so-
mit ‚Geniequalitäten‘ nicht unbedingt erforder-
lich sind. Zu ähnlichen Schlüssen kommt T. S.
KUHN, der Entdeckungen als „ . . . nicht isolier-
te Ereignisse“ sondern als „ausgedehnte Episo-
den mit einer wiederkehrenden Struktur . . .“
(KUHN 1967: 80) bezeichnet, die entweder aus
dem bestehenden Wissen Neues ableiten oder ein
bestehendes Forschungsparadigma grundsätzlich
in Frage stellen. Den Ansätzen zur Messung wis-
senschaftlicher Produktivität liegt meist stillschwei-
gend das Konzept der wissenschaftlichen Tätig-
keit als Arbeitsvorgang mit dem Charakter einer
Normalleistung (vgl. HETZLER 1970: 18) insofern
zugrunde, als die Forschung und damit „ . . . die
Gewinnung neuer Erkenntnisse auf einem be-
stimmten Fachgebiet in . . . nachprüfbarer Weise“
(FREUND 1967: 2) als ein weitgehend kontinuier-
licher und beeinflufbarer Prozeß angesehen wird;
andererseits wird das Vorhandensein irrationaler
Elemente nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Erst
die Annahme einer gewissen rationalen Kontinui-
tät der Forschung liefert die Voraussetzung für
die Ableitung eines Maßes der wissenschaftlichen
Produktivität, das grundsätzlich in der Beziehung
zwischen wissenschaftlicher Leistung und einer
definierten Zeitperiode bestehen wird.

1. Zum Stand der Erforschung wissenschaftlicher Produktivität

Die Messung wissenschaftlicher Produktivität im

betriebswirtschaftlichen Sinne als Gegenüberstel-
lung von ‚Dollarinput‘ und ‚Forschungsooutput‘
hat sich schon wegen der schwer zu bewerten-
den ‚time lags‘ als kaum möglich erwiesen. M. H.
HODGE weist darauf hin, daß ein Rückschluß von
den kommerzionellen Produkten auf die zugrun-
deliegende Forschung zu einer Überbewertung
der angewandten Forschung führen und „kom-
merzionell negative Resultate“ der Grundlagen-
forschung außer acht lassen würde (HODGE 1963:
110). Ebenso lehnt er eine Verwendung der Paten-
te aus ähnlichen Gründen als für alle Wissenschaft-
ler gültiges Maß der Produktivität ab. Die For-
schung konzentriert sich somit auf die wissen-
schaftliche Publikation als angenommen objek-
tiven Indikator für wissenschaftliche Leistung
(z. B. FISHER 1959; WESTBROOK 1960), da „ . . .
Forschungsergebnisse, soweit sie nicht unmittel-
bar in die Praxis umgesetzt werden, zumeist in
schriftlicher Form ihren Niederschlag finden“
(HETZLER 1970: 80). KOSEL sieht als unmittel-
bares Ergebnis wissenschaftlicher Arbeit „ein in-
dividuelles Denkprodukt, das von seinem Produ-
zenten durch die Fixierung im Schriftwerk mit
einem materiellen Träger verbunden wird und
so in die allgemeine Zirkulation des Wissens ein-
treten kann“ (KOSEL 1957: 117). An dieser An-
wendung des „publication yardsticks“ (vgl. HODGE
1963) als Maß für wissenschaftliche Produktivität
wurde von den verschiedensten Seiten lebhafter
Kritik geäußert.

P. MATUSSEK betont die psychologischen Aspek-
te des Forschungsprozesses und weist auf die Pers-
önlichkeitsmerkmale hin, die seiner Meinung nach
den produktiven Forscher auszeichnen. Hinsicht-
lich der Bedeutung von Publikationen kommt er
zu dem Ergebnis, daß „ . . . der Publikationspro-
zeß nicht von der Sache her, sondern von der
Persönlichkeit, die sich zu Wort melden will . . .“
(MATUSSEK 1966: 103), gesteuert wird. Ohne den
empirischen Beweis anzutreten, vermutet er, daß
der Forscher mit dem Persönlichkeitsbild eines
Hysterikers sich durch eine hohe Anzahl von in-
haltslosen Veröffentlichungen auszeichnet, die
lediglich dem Eigenlob dienen.

Eine Reihe von Kritikern bezweifelt die Brauch-
barkeit eines rein quantitativen Publikationsma-
ßes aufgrund des veränderten Stellenwertes der
Publikationen im wissenschaftlichen Informations-
system, der aus der Eigenart der Entwicklung der
Wissenschaft resultiert.

D. J. DE Solla Price hat nachgewiesen, daß sowohl die Zahl der Wissenschaftler als auch die wissenschaftliche Literatur einem exponentiellen Wachstumstrend folgt (Solla Price 1962). Die sich daraus ergebende Inflation von Veröffentlichungen in Fachzeitschriften (deren Zahl sich ca. alle 15 Jahre verdoppelt und annähernd 100.000 beträgt (M. K. Hubbert 1963: 884) führt seiner Meinung nach zu einer Verlagerung der wissenschaftlichen Kommunikation von der formellen „paper-to-paper“-Kommunikation zur informellen „person-to-person“-Kommunikation (Solla Price 1963: 43). Als Beispiel führt er die wachsende Bedeutung der sog. Preprints an und folgert daraus, daß der „größte Teil der wissenschaftlichen Literatur Material enthält, dessen Saft durch vorherige informelle Information . . . ausgepreßt wurde“ (Solla Price 1964: 650). Eine solche Annahme würde die Zahl „offizieller“ Publikationen in Fachzeitschriften als Kennziffer wissenschaftlicher Produktivität inhaltslos machen.

Angesichts der allseitigen Bemühungen, die Gestaltung der bestehenden Informationssysteme effizienter zu machen und neue Informationszentren aufzubauen (vgl. Brentano 1966, sowie Green 1964), spricht mehr für eine Hypothese von Klages, der in Zusammenhang mit der Krise im wissenschaftlichen Informationssystem „einen verstärkten Verlaß (des Wissenschaftlers, Anmerkung des Verfassers) auf die indirekte, über den Publikationsweg laufende Kommunikation“ (Klages 1967: 18) prognostiziert. Der Hinweis von Solla Price, daß wissenschaftliche Ergebnisse ihren Niederschlag nicht ausschließlich in „offiziellen Publikationen“, sondern auch im informellen Kommunikationssystem finden, sollte bei der Konstruktion eines Produktivitätsmaßes für die wissenschaftliche Tätigkeit etwa durch die Erfassung interner Berichte sowie von Konferenz- und Tagungsberichten berücksichtigt werden.

Eine weitere qualitative Auswirkung der Wissenschaftsexpansion betrifft die Erzeugung eines Publikationszwanges, der gewöhnlich mit dem Schlagwort „publish or perish“ gekennzeichnet wird. Hubbert vermutet, daß, falls die Publikation als Kriterium der Forschung verwendet wird, „der Opportunist begünstigt wird, der in der Lage ist, wissenschaftliche Trivialitäten in großer Zahl hervorzubringen“ (Hubbert 1963: 887) und verweist auf Newton, der zwanzig Jahre forschte, bevor er sein Hauptwerk publizierte.

Dieser Annahme steht die Untersuchung von Dennis (1954) entgegen, der seine Hypothese, daß bedeutende Wissenschaftler eine ungewöhnliche Zahl wissenschaftlicher Artikel, Monographien und Bücher publizieren, vorläufig bestätigt findet. Sowohl bei einer Auswahl von 25 bedeutenden Wissenschaftlern des 19. Jahrhunderts (u.a. Darwin, Liebig, Pasteur) als auch bei den Mitgliedern der ‚National Academy of Science‘ stellt er fest, daß, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine vergleichsweise überdurchschnittliche Publikationsrate vorlag. Neben der Feststellung von Solla Price, daß die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen pro Autor seit dem 17. Jahrhundert ziemlich konstant geblieben ist (Solla Price 1963: 41), behält der Einwand Hubberts dennoch seine Berechtigung, was den Publikationszwang betrifft, der durch finanzielle Abhängigkeit erzeugt wird. Bei der Untersuchung wissenschaftlicher Leistung müßten somit die ‚pseudo-wissenschaftlichen Rechenschaftsberichte‘ von den ‚echten‘ wissenschaftlichen Publikationen unterschieden, bzw. die Variable ‚Institutstyp‘ konstant gehalten werden, um echte Produktivitätsvergleiche anstellen zu können.

Der allseitigen Forderung nach der Einbeziehung einer Qualitätsdimension in die Maßzahlen für wissenschaftliche Produktivität (vgl. Klages 1967: 80) entspricht die Zitatanalyse, die unter Zielsetzung einer Reduzierung der Gesamtmenge wissenschaftlicher Publikationen von Solla Price als Methode zur Feststellung der relativen Bedeutung von Zeitschriften, Artikeln und Autoren vorgeschlagen wird, um so dem idealen „Journal of really important papers“ (Solla Price 1965: 512) näherzukommen. Die Zitatanalyse zur Bestimmung der relativen Bedeutung von wissenschaftlichen Zeitschriften geht auf die grundlegende Untersuchung von Gross und Gross (1927) zurück und wurde auf den verschiedensten Fachgebieten angewandt und weiterentwickelt; dieser Aspekt soll später näher ausgeführt werden.

Solla Price geht vom ‚citation index‘ im Sinne „einer geordneten Liste von zitierten Artikeln aus, denen jeweils eine Liste von Artikeln zugeordnet ist, in denen auf sie Bezug genommen wurde“ (Definition von Garfield 1964: 650). Er untersucht 200 Artikel, die Untersuchungen auf einem ganz speziellen Forschungsausschnitt umfassend darstellen. Durch die Analyse des ‚Zitatnetzwerkes‘, das die einzelnen Artikel miteinander

verbindet, kommt er u.a. zu dem Ergebnis, daß die Anzahl der Zitate pro Artikel eine Funktion des Alters des betreffenden Artikels ist. PRICE errechnet, daß langfristig etwa ein Zitat pro Jahr auf jeden publizierten Artikel entfällt, und nur 1% der zitierten Artikel mehr als sechs Mal pro Jahr zitiert wird. Ein Zeitvergleich ergibt, daß Zitate in neuen Artikeln zu 50% auf die Literatur der unmittelbaren Vergangenheit entfallen und nur ein sehr kleiner Teil der älteren Literatur systematisch mit der aktuellen Forschung verbunden ist ('immediacy effect'). Unter der zusätzlichen Annahme, „... je häufiger ein Artikel zitiert wird, desto wahrscheinlicher ist es, daß er auch künftig weiter zitiert wird“ (SOLLA PRICE 1965: 512), sieht SOLLA PRICE die Möglichkeit, mit Hilfe des 'citation index' die 'klassischen' und 'superklassischen' wissenschaftlichen Artikel im 'background-noise' der irrelevanten Forschung zu lokalisieren.

Neben dem diskutierten 'objektiven' Ansatz zur Messung individueller wissenschaftlicher Leistung wird in vielen Untersuchungen die Methode der Fremdeinschätzung angewendet (STOLTZ 1959a; STOLTZ 1959b; SPRECHER 1959; PELZ 1960b).

Hier soll nur kurz auf den wohl differenziertesten und aktuellsten Ansatz von D.C. PELZ und F.M. ANDREWS eingegangen werden. Sie gehen davon aus, daß wissenschaftliche Leistung nicht eindimensional ist, sondern „Kreativität oder Ausdauer, Urteilsfähigkeit, Fähigkeit zu fundierter Kritik und andere Komponenten“ (PELZ 1960b: 50) einschließt. PELZ versucht zwei Hauptkomponenten in diesem Komplex zu erfassen: – die *kreative Leistung* durch Fremdeinschätzung bezüglich „der Fähigkeit, zum Wissensstand des Fachgebietes Neues beitragen zu können“ (PELZ und ANDREWS 1966: 261) – die *produktive Leistung* hingegen, durch die Einschätzung hinsichtlich der „Fähigkeit, sich der Organisation bei der Erfüllung ihrer Ziele nützlich zu machen“ (PELZ und ANDREWS 1966: 262). Bei der gleichzeitigen Verwendung objektiver und subjektiver Indikatoren vermutet PELZ, daß die produktive Leistung, die stark von organisatorischen Werten beeinflusst wird, mit dem 'Erfolg in der Organisation' (gemessen durch die erreichte Position) in Zusammenhang steht, während die kreative Leistung mit dem objektiven Maß 'Zahl der Publikationen' verbunden ist. Tatsächlich ist die durchschnittliche Korrelation (für die verschiedenen Untergruppen des

Samples) zwischen dem objektiven Publikationsmaß und der Einschätzung der Kreativitätskomponente etwa doppelt so hoch wie die durchschnittliche Korrelation zwischen der Produktivitätskomponente und den Publikationen (vgl. PELZ und ANDREWS 1966: 284 f.).

Die Ergebnisse von PELZ und ANDREWS sind insofern von besonderer Bedeutung, als der Bereich dessen, was mit einem objektiven Publikationsmaß erfaßt wird, durch die Gegenüberstellung von Produktivität und Kreativität näher spezifiziert wurde. Es ist deshalb wohl angemessener, bei der Verwendung eines Maßes, das auf Publikationen basiert, von wissenschaftlicher Leistung (im Sinne einer kreativen Komponente) und nicht allgemein von der Erfassung wissenschaftlicher Produktivität zu sprechen.

Die bisherige Forschung auf dem Gebiet der Erfassung wissenschaftlicher Leistung läßt den Schluß zu, daß einerseits ein geeignetes Leistungsmaß unter Berücksichtigung möglichst vieler Kritikpunkte auf dem relativ objektiven Maß 'Zahl der Publikationen' basieren sollte, und daß andererseits eine eingehende Überprüfung der Brauchbarkeit der Variationen der Zitatanalyse bezüglich der qualitativen Gewichtung und Verbesserung dieses Maßes für individuelle wissenschaftliche Leistung notwendig ist, um gültige Ergebnisse erzielen zu können.

2. Die Erfassung wissenschaftlicher Leistung in der Kernforschungsanlage Jülich – Untersuchungsansatz und Ergebnisse

Grundlage für die Abteilung von Maßen für wissenschaftliche Leistung bildeten die Publikationen und Patentschriften eines für die Kernforschungsanlage repräsentativen Samples von 295 Naturwissenschaftlern, das im Jahr 1971 erstellt wurde. Bei diesem Sample handelte es sich um eine reine Zufallsauswahl unter Ausschluß der Institutsdirektoren.

Die Kernforschungsanlage Jülich (KFA), der alle Wissenschaftler des Untersuchungssamples angehören, wurde 1956 als eingetragener Verein vom Land Nordrhein-Westfalen gegründet, wobei in der Satzung dem Land die Stimmenmajorität vorbehalten war. Am 1.1.1968 wurde der Verein unter fünfzigprozentiger Beteiligung des

Bundes am Stammkapital in die „Kernforschungsanlage Jülich GmbH“ umgewandelt. 1970 wurde der Anteil des Bundes auf 75 Prozent erhöht, und eine Steigerung der Beteiligung auf 90 Prozent im Jahre 1972 geplant (vgl. KFA-Information: „Die KFA Jülich im Jahre 1971“). Die durch den Kapitalanteil des Bundes gekennzeichnete Hauptträgerschaft macht die KFA mit dem von MELTZER beschriebenen Organisationstyp der „governmental agency“ (MELTZER 1956: 37) in etwa vergleichbar. Der Einfluß seitens der Industrie auf die Organisationspolitik, insbesondere auf die Publikationsfreiheit, scheint somit beschränkt zu sein. Dem Aufsichtsrat der KFA gehören neben vier Vertretern des Bundes, vier Vertretern des Landes und zwei Professoren lediglich zwei gewählte Vertreter der Industrie an (vgl. Gesellschaftsvertrag vom 5.12.1967, § 13). Im Gesellschaftsvertrag heißt es ausdrücklich in § 2 (2): „Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten sollen veröffentlicht werden“. Die Feststellung, daß „... technische Entwicklungen in Jülich nur solange betrieben werden, bis die interessierte Industrie zu ihrer Weiterführung bereit ist“ (KFA-Information vom 5.4.1971), läßt jedoch zumindest auf partielle Geheimhaltung in einigen Bereichen schließen. Aufgabe der KFA ist es, „... im Rahmen des deutschen Atomprogramms Kernforschung und kerntechnische Entwicklung zu betreiben“ (Gesellschaftsvertrag vom 5.12.1967 § 2 (1)). In ihrer strukturellen Gliederung umfaßt die KFA neben einem Verwaltungsbereich verschiedene Gemeinschaftseinrichtungen, vierzehn Institute und einige Großprojekte. 1971 beschäftigte die KFA ca. 3600 Personen, von denen 650 Wissenschaftler waren.

L. MELTZER (1956) hat den Einfluß unterschiedlicher Schwerpunkte in der Institutspolitik auf das Publikationsniveau der in diesen Organisationen beschäftigten Wissenschaftler aufgezeigt. Während in der Industrie Forschungsergebnisse aus Konkurrenzgründen oft nicht veröffentlicht werden, werden Publikationen im ‚akademischen Bereich‘ und in Regierungsinstitutionen meist gefördert.

HETZLER vermutet ebenfalls, daß „... im wirtschaftsnahen Sektor das Interesse des Forschungsträgers auf die Eigennutzung der Forschungsergebnisse gerichtet ist, während ... in der wissenschaftsnahen Forschung die Publikation zu den primären Organisationszielen gehört“ (HETZLER 1970:

82). Andererseits weisen die Ergebnisse des Autors darauf hin, daß auch staatliche Institutionen Forschungsergebnisse zurückhalten, wenn entsprechend private Mittel in Anspruch genommen worden sind.

Diese allgemeinen Aspekte der ‚Forschungspolitik‘ sind von besonderem Interesse, was die Übertragbarkeit der in dieser Studie verwendeten Untersuchungsmethoden und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse angeht.

2.1 Beschreibung der Publikationserhebung – die Publikation als Analyseinheit

Im Unterschied zu der Vorgehensweise von PELZ und ANDREWS (1966) wurden die Wissenschaftler des Samples nicht nach der Zahl ihrer Publikationen befragt, sondern die in der Zentralbibliothek der Kernforschungsanlage registrierten Publikationsmeldungen *direkt* erfaßt. Dadurch wurde eine wesentliche differenziertere und umfassendere Erhebung einer Vielzahl von Publikationsmerkmalen ermöglicht, als es im Rahmen einer Interviewfrage hätte realisiert werden können. Um den laufenden Ergänzungen dieser ‚Wissenschaftlerkartei‘ gerecht zu werden und so möglichst aktuelle Daten zu erhalten, wurden die Publikationen einmal im ersten Quartal 1972 erhoben und dann im dritten Quartal 1972, kurz vor Analysebeginn, um die inzwischen hinzugekommenen Neuerscheinungen ergänzt. Auf diese Weise konnte auch die Zahl derjenigen Wissenschaftler, die keine Publikationen registriert hatten, weiter gesenkt werden (vgl. Tabelle 1).

Da die Patentschriften nur mangelhaft durch die Kartei der Zentralbibliothek repräsentiert wurden (u.a. Beschränkung auf publizierte Patente), erschienen die im Rahmen der Geheimhaltungsvorschriften zur Verfügung gestellten Angaben der Patentabteilung der KFA als die beste Basis für diese Daten. Bezüglich der Validität der erhobenen Daten muß angenommen werden, daß die Zahl der tatsächlichen Veröffentlichungen pro Wissenschaftler von der Zahl der gemeldeten und in der Kartei erfaßten Publikationen nicht signifikant abweicht. F. M. ANDREWS stellte fest, daß die registrierten Zahlen technisch-wissenschaftlicher Artikel pro Wissenschaftler von den im Interview angegebenen nur geringfügig abweichen,

TABELLE 1 Die Verteilung der Gruppe der Wissenschaftler mit keiner registrierten Publikation auf die Jahre des Eintritts in die Kernforschungsanlage².

Ein- tritts- jahr	1. Quartal 1972		3. Quartal 1972	
	n/N	Anteil der Wis- senschaftler, die keine Publikation meldeten:	n/N	Anteil der Wis- senschaftler, die keine Publikation meldeten:
1971	15/17	= 88%	10/17	= 68%
1970	17/46	= 58%	21/46	= 45%
1969	11/32	= 34%	11/32	= 34%
1968	7/33	= 21%	4/33	= 11%
1967	7/19	= 27%	5/19	= 21%
1966	4/16	= 25%	2/16	= 12%
1965	5/17	= 29%	4/17	= 23%
1964	8/26	= 30%	8/26	= 30%
1963	6/19	= 31%	5/19	= 26%
1962	2/12	= 16%	1/12	= 8%
1961	3/22	= 13%	3/22	= 13%
1960	3/15	= 20%	3/15	= 20%
1959	3/12	= 25%	3/12	= 25%
1958	1/ 6	= 17%	1/ 6	= 17%
1957	0/ 3	= 0%	0/ 3	= 0%

während die Diskrepanz bei Patenten und Reports größer ist (vgl. ANDREWS 1963). Ein Vergleich zwischen dem Eintrittsjahr der Wissenschaftler des KFA-Samples und der Zahl der Wissenschaftler ohne Publikationsmeldungen des jeweiligen Jahrgangs gemessen an seinem Stichprobenanteil zeigt, daß das ‚Melden‘ oder ‚Nicht-melden‘ von Publikationen hauptsächlich eine Funktion der Tätigkeitsdauer ist und nicht auf das Zurückhalten von Informationen seitens des Wissenschaftlers zurückgeführt werden kann (vgl. Tabelle 1).

Während bei der Untersuchung von PELZ und ANDREWS (1966) neben Patentmeldungen und publizierten Patenten nur zwei Publikationsarten nämlich ‚reports‘ und ‚technisch-wissenschaftliche Artikel in Fachzeitschriften‘ unterschieden und erfaßt wurden, konnten im Rahmen dieser Untersuchung neben einer weitergehenden Differenzierung nach Publikationsarten auch weitere Merkmale der Veröffentlichungen erhoben

werden. Die Publikationsarten wurden gegliedert nach Zeitschriftenartikeln, sogenannten Jülichberichten³, internen Berichten⁴, Vorträgen, Jahrbüchern, Symposien- und Tagungsberichten, Büchern und Buchbeiträgen, Forschungsberichten und Habilitationen.

Da ein und derselbe wissenschaftliche Beitrag in verschiedenen Formen im wissenschaftlichen Kommunikationssystem erscheinen kann (etwa die Sequenz ‚Diplomarbeit-Jülichbericht-Zeitschriftenartikel‘), wurden bis zu drei Erscheinungsformen in chronologischer Reihenfolge berücksichtigt. Außerdem sind für alle Publikationen die Merkmale Seitenzahl, Koautorenzahl und Erscheinungsjahr erhoben worden. Bei Vortragsleistungen wurde die Unterscheidung nach Inlandsvorträgen

² Erläuterung: In der zweiten und dritten Spalte ist für das 1. Quartal 1972 bzw. das 3. Quartal 1972 jeweils das Verhältnis der Zahl der Wissenschaftler ohne Publikationen zu der Gesamtzahl der in diesen Jahrgängen vertretenen Wissenschaftler der Stichprobe angegeben. Der Prozentsatz, zu dem die einzelnen Jahrgänge keine Publikationen gemeldet hatten, ist jeweils angegeben.

³ Das sind Publikationen, die größere Forschungsabschnitte zum Gegenstand haben und in unregelmäßigen Abständen, meist nach Genehmigung durch die betreffenden Institutsleiter und unter Beachtung der Veröffentlichungsrichtlinien der KFA erscheinen. ‚Die Jülichberichte‘ könne auf internationaler Ebene von Partnerbibliotheken im Austausch bezogen werden.

⁴ Das sind Berichte, die sich auf Teilabschnitte laufender Forschungsprojekte beziehen und meist der Kommunikation auf Institutebene dienen. Sie können verschiedenen Geheimhaltungsstufen unterworfen werden.

und Auslandsvorträgen getroffen, bei Zeitschriftenartikeln zusätzlich der genaue Name der Zeitschrift registriert. Die Angaben über Patentschriften umfaßten die Gesamtzahlen der publizierten Patente, der Erfindungsmeldungen und der abgelehnten Erfindungsmeldungen für jeden Wissenschaftler des Samples, sowie die Gesamtzahl der Koautoren.

Eine erste Auswertung der Publikationserhebung nach Publikationsarten zeigt die relative Bedeutung der einzelnen Publikationsformen im wissenschaftlichen Kommunikationssystem auf (vgl. Tabelle 2)

TABELLE 2 Die relative Bedeutung der Publikationsarten⁵.

Publikationsart	Publikationen der Wissenschaftler des Samples	
	%	n
Fachzeitschriften	30	(616)
Interne Berichte	19	(393)
Vorträge	23	(470)
Jülichberichte	11	(217)
Erfindungsmeldungen	4	(71)
Konferenzberichte	8	(165)
Forschungsberichte	2	(35)
Publizierte Patente	1	(11)
Jahresberichte	—	(8)
Buchbeiträge, Bücher	1	(11)
	99%	(1997)

Wie PELZ und ANDREWS bereits feststellten, sind Buchveröffentlichungen als Publikationsform der Sonderfall (PELZ und ANDREWS 1966: 271). Der Vermutung von SOLLÄ PRICE, daß die wissenschaftliche Fachzeitschrift bereits „a dead duck“ sei (SOLLÄ PRICE 1963: 43) und daß eine Schwerpunktverlagerung von den ‚offiziellen‘ auf die ‚informellen‘ Publikationskanäle stattfindet, widerspricht zunächst der hohe Prozentsatz an wissenschaftlichen Beiträgen, die in Zeitschriften veröffentlicht werden. Andererseits beträgt der gemeinsame Anteil der informelleren Kommunikationsbeiträge ‚interne Berichte‘ und ‚Vorträge‘ etwa 43 Prozent. Bemerkenswert ist, daß etwa 43 Prozent aller Zeitschriftenartikel

auf nur 10 Prozent der insgesamt genannten Fachzeitschriften (das sind 17 von 165) entfallen.

Die These, daß in offiziellen Publikationskanälen bereits bekanntes Material (d.h. auf andere Weise bereits veröffentlichtes) erneut publiziert wird, und diese daher ihre Funktion als Informationsvermittler weitgehend verloren hätten (SOLLÄ PRICE 1964), wird durch das Ergebnis, daß nur 10 Prozent der insgesamt erhobenen Veröffentlichungen zwei Veröffentlichungsformen durchlaufen haben, nicht gestützt. 66 Prozent der Zweitveröffentlichungen basieren auf Vortragspapieren, 26 Prozent auf „Jülichberichten“ der KFA und 5 Prozent auf Dissertationen.

Die allgemeine ‚strategische‘ Bedeutung der Fachzeitschriften wird durch die Aufteilung der Publikationsarten auf die Berufsgruppen der Autoren weiter differenziert und bestätigt.

Mit Ausnahme der Ingenieure, bei denen interne Berichte als wichtigstes Kommunikationsmittel benutzt werden, nehmen Artikel in Fachzeitschriften bei allen Berufsgruppen eine Spitzenposition ein. Weiter kann man einen Trend feststellen, daß bei sinkendem Anteil der Zeitschriftenveröffentlichungen hauptsächlich die mehr organisationsorientierten Veröffentlichungen wie interne Berichte und Jülichberichte zunehmen (vgl. Tabelle 3).

Bei den Ingenieuren ist somit die Bedeutung der Fachzeitschriften allgemein geringer als bei den übrigen Berufsgruppen. Eine Differenzierung ergab jedoch, daß die Fachzeitschriften bei Ingenieuren im Forschungsbereich eine relativ größere Rolle spielen als bei Ingenieuren, die im technischen Bereich tätig sind.

Aus den Ergebnissen der Publikationserhebung folgt, daß dem Zeitschriftenartikel im wissenschaftlichen Kommunikationssystem und damit auch bei der Messung individueller wissenschaftlicher Leistung zumindest noch zum gegenwärtigen Zeitpunkt besondere Bedeutung zukommt.

5 Erläuterung: Tabelleneinheiten sind Publikationen der 295 Wissenschaftler des Samples. Insgesamt wurden 2113 Publikationen erhoben.

TABELLE 3 Relative Bedeutung der Publikationsarten für die verschiedenen Berufsgruppen der Wissenschaftler⁶.

Publikationsart	Zeitschriften		Interne Berichte		Jülich-Berichte		Vorträge		Erfindungsmeldungen/ Patente		Konf. Beiträge		Summe		N = 100%
Berufsgruppe	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	
Mediziner Biologen Landwirte	59	(63)	2	(2)	1	(1)	17	(18)	—	(—)	8	(8)	87	(92)	106
Mathematiker Physiker	32	(303)	11	(106)	14	(130)	20	(245)	2	(19)	9	(87)	88	(890)	940
Chemiker	45	(110)	4	(9)	7	(17)	26	(62)	7	(18)	6	(14)	95	(230)	243
Grad. Ingenieure	11	(25)	43	(101)	6	(15)	11	(27)	4	(10)	5	(12)	80	(190)	236
Dipl. Ingenieure	20	(115)	30	(175)	9	(54)	20	(118)	8	(46)	8	(46)	95	(554)	588
															2113

2.2 Beschreibung der verwendeten Maße für individuelle wissenschaftliche Produktivität

Ungewichtete Leistungsmaße

Das individuelle Leistungsmaß ‚Organisationsberichte‘ stellt hauptsächlich eine Zusammenfassung informeller ‚organisationsorientierter‘ wissenschaftlicher Beiträge dar. Es ist definiert als die ungewichtete absolute Jahresrate folgender Publikationsarten für jeden Wissenschaftler: Interne Berichte, Jülichberichte, Forschungsberichte und Reports, Jahresberichte, Konferenz- und Tagungsbeiträge, und dürfte damit in etwa mit dem von PELZ und ANDREWS verwendeten objektiven Leistungsmaß „unpublished technical manuscripts, reports or formal talks (either inside or outside the organization)“ (PELZ und ANDREWS 1966: 271) vergleichbar sein.

Das individuelle Leistungsmaß ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘ repräsentiert die Gesamtzahl

6 Erläuterung: Die Prozentzahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Publikationen der jeweiligen Berufsgruppe im Wissenschaftlersample. Die Zeilenprozente ergeben keine 100%, da die Publikationsarten ‚Bücher‘ und ‚Forschungsberichte‘, die Publikationen, die nicht näher spezifiziert werden konnten, sowie die Publikationen der Wissenschaftler vor Eintritt in die Kernforschungsanlage nicht berücksichtigt wurden. Die Gesamtzahl der Publikationen, die erhoben wurde, betrug 2113. ‚n‘ bezieht sich somit auf die jeweilige absolute Publikationszahl. Abkürzung: Konf. Beiträge = Konferenzbeiträge.

der Artikel pro Jahr, die der einzelne Wissenschaftler in Fachzeitschriften veröffentlicht hat. Es entspricht somit der individuellen Maßzahl von PELZ und ANDREWS „technical papers, accepted by professional journals“ (PELZ und ANDREWS 1966: 271).

Das individuelle Leistungsmaß ‚Patente‘ wurde als individuelle Gesamtzahl der veröffentlichten Patente und Erfindungsmeldungen pro Jahr gebildet, um die von den übrigen Wissenschaftlern abweichenden Publikationsgewohnheiten (vgl. auch 2.1) der Ingenieure zu berücksichtigen.

Neben dem von PELZ und ANDREWS gleichfalls verwandten Maß der „patents and patent applications“ (PELZ und ANDREWS 1966: 271) wurde die Zahl der abgelehnten Erfindungsmeldungen pro Tätigkeitsjahr, soweit möglich, festgestellt.

Das individuelle Leistungsmaß ‚Gesamtpublikationen‘ stellt den Gesamtwert wissenschaftlicher Leistung pro Tätigkeitsjahr dar, welcher sich aus der Summe ‚Organisationsberichte‘, ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘, ‚Patente‘ und der Zahl der Vorträge zusammensetzt, die der einzelne Wissenschaftler im In- und Ausland gehalten hat.

Gewichtete Leistungsmaße

In Anbetracht der schwerwiegenden Einwände gegen die Benutzung rein quantitativer Publika-

tionsmaße zur Erfassung individueller wissenschaftlicher Leistung (vgl. 1.) soll im Rahmen dieser Studie der Versuch gemacht werden, den qualitativen Aspekt wissenschaftlicher Leistung zu berücksichtigen und die dabei entwickelten Maßzahlen hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu überprüfen. Aufgrund der zentralen Bedeutung von Fachzeitschriften im wissenschaftlichen Kommunikationssystem liegt der Versuch, zu einer qualitativen Differenzierung des auf der Publikationsart ‚Zeitschriftenartikel‘ basierenden Leistungsmaßes (d. i. ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘) zu gelangen, besonders nahe.

Die im folgenden verwendete Qualitätsdimension basiert auf der Bestimmung der relativen Bedeutung der wissenschaftlichen Zeitschriften, in denen die Artikel der betreffenden Wissenschaftler erscheinen. Die dabei verwendete Variante der Zitatanalyse wurde mit etwas unterschiedlicher Zielsetzung im Bereich des Bibliothekswesens seit etwa 50 Jahren benutzt und war im Laufe der Zeit zahlreichen Veränderungen unterworfen. Eine Beschreibung und Analyse der methodischen und inhaltlichen Voraussetzungen dieser Vorgehensweise ist deshalb notwendig, um eine kritische Beurteilung des für diese Studie benutzten Materials zu ermöglichen.

JENKINS definiert diese Form der Zitatanalyse als eine „Gruppeneinschätzung einer großen Anzahl wissenschaftlicher Autoren irgendeines Forschungsgebietes, die ihren Ausdruck findet in der Zahl der Zitate bestimmter Zeitschriften, die während eines festgelegten Zeitraums in einer oder mehreren prominenten Zeitschriften des betreffenden Forschungsgebietes erscheinen“ (JENKINS 1931: 608).

Sie wird erstmals in der Literatur von GROSS und GROSS (1927) erwähnt, die davon ausgehen, daß es angesichts der beschränkten Mittel kleiner Bibliotheken notwendig sei, einen Maßstab zu entwickeln, mit dem gemessen werden kann, inwieweit die Anschaffung einer bestimmten Zeitschrift wünschenswert ist, da die subjektive Beurteilung des Wertes wissenschaftlicher Zeitschriften durch Fachexperten oder Bibliothekare allzusehr durch subjektive Präferenzen beeinträchtigt zu sein scheint. GROSS und GROSS bestimmen die Anzahl der Zitate, die in einem Jahrgang einer für das Gebiet der Chemie als repräsentativ angesehenen Fachzeit-

schrift aufgeführt sind und teilen diese, für jeweils fünf Jahre zusammengefaßt, auf die zitierten Zeitschriften auf. Dabei werden Zitate, die sich auf die Quellenzeitschrift beziehen („in-house citations“), nicht berücksichtigt. Die Autoren entwickeln aus diesem Material eine Rangliste der meistzitierten wissenschaftlichen Zeitschriften auf dem Gebiet der Chemie. Durch die zeitliche Aufteilung der Zitate konnte eine Entwicklung der Bedeutung der einzelnen zitierten Zeitschriften dargestellt werden, die durch Qualitätsänderungen und das Entstehen neuer Zeitschriften beispielsweise beeinflußt werden kann.

Dieser grundlegenden Arbeit folgten Untersuchungen mit gleicher Zielsetzung auf den verschiedensten (hauptsächlich naturwissenschaftlichen) Wissensgebieten, auf deren methodische Modifikationen im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden kann.

Die umfassendste und aktuellste Untersuchung, die bei Untersuchungsbeginn zunächst vorlag und von der methodischen Anlage her geeignet erschien, war die Monographie von C. H. BROWN. BROWN untersuchte die Zitierhäufigkeit auf acht naturwissenschaftlichen Gebieten, indem er von jeweils etwa zehn international gestreuten Quellenzeitschriften der Jahrgänge 1952 bis 1953 ausging. Neben den Zitaten, die sich auf wissenschaftliche Fachzeitschriften bezogen, wurden auch Zitate erfaßt, die mit Monographien in Zusammenhang standen. Seine ‚reference publications‘ definiert BROWN somit umfassend als „Publikationen, die in regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitabständen erscheinen und nicht nach einer bestimmten Anzahl von Ausgaben oder zu einem vorbestimmten Zeitpunkt ihr Erscheinen einstellen“ (BROWN 1956: 71). Eigenzitate werden in die Analyse miteinbezogen. Die Wahl der Quellenzeitschriften wurde so getroffen, daß Vergleiche mit weiter zurückliegenden Untersuchungen möglich waren. Bei einer vergleichenden fachspezifischen Analyse des ‚immediacy effect‘ (vgl. MEADOWS 1967, der einen ‚immediacy-index‘ entwickelt) kommt er zu dem Ergebnis, das in diesem Zusammenhang überaus wichtig ist, daß sich bei dieser Gruppe von Wissenschaftlern die Zitate in großem Maße auf Zeitschriftenausgaben der letzten zehn Jahre konzentrieren. Diese Wissenschaften werden als Wissenschaften mit einem hohen Entwick-

lungstempo angesehen. An der Spitze dieser Gruppe der ‚instabilen Wissenschaften‘ steht die Physik, bei der 75% der Zitate auf die letzten zehn Jahre entfallen. Es folgen die Physiologie mit 61% und die Chemie mit 58% in deutlichem Abstand (BROWN 1956: 22, Tabelle 1). Ein weiter zurückliegender Bezugsraum läßt sich bei der Gruppe der ‚stabilen Wissenschaften‘ Zoologie, Botanik und Mathematik feststellen. Bezüglich der Anwendung der Zitatanalyse auf physikalische Zeitschriften stellt BROWN deshalb fest: „Ein wichtiger Gesichtspunkt der Publikationen in Physik ist die starke Betonung der Nuklearwissenschaft. Einige Aspekte des Forschungsbereiches entwickeln sich sehr schnell, weshalb einige spezielle Publikationen bereits in wenigen Jahren veralten“ (BROWN 1956: 89).

Da dieser Aspekt bei dem vorliegenden Sample von Naturwissenschaftlern, die auf dem Gebiet der Kernforschung arbeiten, besonders zur Geltung kommt, wäre, vom heutigen Standpunkt aus gesehen, die Verwendung der zwanzig Jahre zurückdatierenden Zitatliste von BROWN, die sich auf Physikzeitschriften bezieht, für die beabsichtigte qualitative Gewichtung nicht vertretbar. Aus diesem Grunde wurden der Untersuchung von BROWN lediglich die Zitatranglisten für die Gebiete Mathematik, Chemie, Physiologie, Botanik und Entomologie entnommen (BROWN 1956: 71–143).

Für die Ermittlung des relativen Wertes von Physikzeitschriften wurde aufgrund der Ergebnisse von BROWN bezüglich der hohen Instabilität dieser Wissenschaft eine aktuelle Untersuchung von DIERKS herangezogen, die im Frühjahr 1972 abgeschlossen wurde und zum Ziel hatte, „auf internationalem Niveau eine Rangliste meistzittierter (Physik-, Verfasser) Zeitschriften aufzustellen“ (DIERKS 1972: 69). DIERKS erfaßte die Zitate in Quellenzeitschriften des Jahrgangs 1969, die das gesamte Gebiet der Physik soweit wie möglich betrafen und in sechs führenden Industriestaaten erschienen (USA, UdSSR, Großbritannien, Deutschland, Frankreich und Kanada). Ein Vergleich der daraus abgeleiteten Rangliste mit der entsprechenden Liste von BROWN ergibt eine mittlere Rangkorrelation von $r_s = 0.49$ (DIERKS 1972: 31). Nur drei der Zeitschriften, die auf der Liste von 1944 unter den ersten zehn meistzitierten Zeitschriften waren, befinden sich auch unter den ersten zehn auf der Liste von

1972. Die internationale Rangliste meistzittierter Zeitschriften von Dierks (DIERKS 1972: 78–85) erschien aus diesen Gründen als Basis für die Ableitung einer Aussage über den relativen Wert physikalischer Fachzeitschriften besonders geeignet.

Die Bildung des Gewichtungsfaktors, der die relative Bedeutung und Qualität der Zeitschriftenartikel der Wissenschaftler des Analysesamples ausdrücken soll und auf Zitatranglisten für wissenschaftliche Zeitschriften beruht, basiert auf folgenden Annahmen und Voraussetzungen, die teilweise schon erörtert wurden, an dieser Stelle aber nochmals zusammengefaßt werden sollen:

- a) Die Mehrzahl der wichtigen Forschungsbeiträge basiert auf Publikationen der Vergangenheit (vgl. DALZIEL 1937: 357).
- b) Das Zitieren anderer publizierter Arbeiten weist auf den tatsächlichen Gebrauch dieser Publikationen hin (vgl. FUSSLER 1949: 26).

Die Zahl der Zitate, die auf eine Publikation entfällt, ist somit ein Indikator dafür, inwieweit das ‚Forschungspotential‘ dieser Publikation realisiert wurde (vgl. RAISIG 1960), was als Hinweis auf die Qualität der enthaltenen wissenschaftlichen Information angesehen wird.

- c) Die Qualität wissenschaftlicher Zeitschriften steigt unterproportional zur Zitathäufigkeit (BROWN 1956: 11: „Der Unterschied von zehn Zitaten zwischen zwei Zeitschriften ist nicht signifikant, während das bei einem Unterschied von einigen hundert der Fall ist“). Das Qualitätsverhältnis zwischen zitierten und nichtzitierten Zeitschriften soll maximal 3:1 betragen.
- d) Die Zitatgesamtzahl einzelner wissenschaftlicher Zeitschriften verteilt sich in etwa gleichmäßig auf die Artikel, die sie enthalten, so daß ein Rückschluß von der Qualität der Zeitschrift auf die durchschnittliche Qualität der in ihr erscheinenden Artikel möglich ist.

Der gewichtete Wert eines Artikel ‚y‘, der in der Zeitschrift ‚x‘ erscheint, wurde aufgrund der genannten Annahmen nach der folgenden, von mir entwickelten Formel berechnet⁷:

⁷ Erläuterung: $GAW_{y,x}$ = gewichteter Wert des Arti-

GRAFIK 1 Darstellung der Gewichtungsfunktion⁸

$$GAW_{y,x} = 1 + \sqrt{\frac{a_{x,z} \cdot 10000}{b_z}} \cdot 20$$

Falls die betreffende Zeitschrift auf mehreren Gebieten zitiert wurde, so werden diejenigen Werte ,a' und ,b' berücksichtigt, die den höchsten Gewichtungswert ergeben. Wird die Zeitschrift, in der der betreffende Artikel des Wissenschaftlers enthalten ist, in keiner der zugrundegelegten Zitatlisten erwähnt, so nehmen ,a' und ,b' den Wert Null an, d.h. diesem Artikel wird der Basiswert Eins zugewiesen. Die Relativierung der absoluten Zitierhäufigkeit ,a' bezüglich der Gesamtzitate ,b' ist vor allem not-

kels 'y' in der Zeitschrift 'x'. a_{xz} = absolute Zitierhäufigkeit der Zeitschrift 'x' auf dem wissenschaftlichen Gebiet 'z', die den entsprechenden Zitatlisten von DIERKS und BROWN entnommen wurde. b_z = Anzahl der Gesamtzitate aller Zeitschriften, die die Zitatliste nach BROWN oder DIERKS auf dem wissenschaftlichen Gebiet 'z' einschließt.

- 8 **Erläuterung:** Auf der vertikalen Achse sind die Werte abgetragen, die für die jeweiligen Zeitschriften nach der entwickelten Gewichtungsformel errechnet wurden: $GAW_{y,x}$. Auf der horizontalen Achse ist der prozentuale Anteil der jeweiligen Zitatliste angegeben. Als Beispiel wurden die Werte für drei Zeitschriften eingezeichnet.

wendig, um die Rangposition der DIERKS-Liste mit denen der Liste von BROWN vergleichbar machen zu können. Der unterproportionale Verlauf ist durch die Radizierung des Zählers gewährleistet, womit die hohen absoluten Zitatdifferenzen abgeflacht werden. Die konstanten Werte ,1', ,10000' und ,20' wurden gewählt, um die Annahme c) (vgl. S. 365), die besagt, daß die Qualitätsspanne zwischen den Zeitschriften mit Zitatangaben und solchen, die nicht in den Zitatlisten erscheinen, maximal 3:1 betragen soll, zu erfüllen.

Der gewichtete Zeitschriftenartikelgesamtwert als individuelles Maß für wissenschaftliche Leistung errechnet sich aus der Summe der einzeln gewichteten Zeitschriftenartikel des betreffenden Wissenschaftlers dividiert durch die Anzahl der Tätigkeitsjahre in der Kernforschungsanlage Jülich (d. i. das individuelle Leistungsmaß ,Zeitschriftenbeitrag zitатgewichtet').

Um die Aussagekraft dieses Leistungsmaßes noch weiter zu erhöhen, wurde ein weiteres Produktionsmaß unter Berücksichtigung der Koautorenschaft entwickelt. Wie bei der Untersuchung von HODGE (1963) wurden dabei die Leistungsanteile gleichmäßig auf die Koautoren verteilt unter der Annahme, daß diese in etwa gleichermaßen zur Gruppenleistung ,Publikation' beitragen. Das individuelle Leistungsmaß ,Zeitschriftenbeitrag

*zitat-autor-gewichtet*⁹ ist somit die Summe aller zitatgewichteten (siehe S. 366) und autorengewichteten (d. h. der zitatgewichtete Wert des einzelnen Artikels wird durch die Autorenzahl dividiert) Zeitschriftenartikel des betreffenden Wissenschaftlers pro Tätigkeitsjahr.

Als letztes gewichtetes Leistungsmaß, das sich jedoch eher auf ‚wissenschaftliche Aktivität‘ bezieht wurde die Kennziffer ‚Vorträge‘ aus der Gesamtzahl der Inlands- und Auslandsvorträge pro Tätigkeitsjahr gebildet. Da es für den einzelnen Wissenschaftler gewöhnlich schwieriger sein wird, an Auslandskongressen teilzunehmen, was u. a. auf die erhöhte Selektivität der entsendenden Organisation zurückzuführen sein könnte, wurde dies in der Gewichtung der Auslandsvorträge, die gegenüber den Inlandsvorträgen doppeltes Gewicht erhielten, berücksichtigt.

2.2.1. Die Häufigkeitsverteilung der Maße individueller wissenschaftlicher Leistung

SHOCKLEY (1957) analysierte im Rahmen einer Untersuchung wissenschaftlicher Produktivität in verschiedenen großen amerikanischen Forschungsinstituten (u. a. Los Alamos) besonders eingehend die Eigenarten der Verteilung der Publikationen und Patente, die als Indikatoren individueller wissenschaftlicher Leistung verwandt worden waren. Es zeigte sich, daß die Publikationsverteilungen *nicht* mit der GAUSSschen Normalverteilung beschrieben werden konnten. Die Publikationsrate erhöht sich vielmehr von Individuum zu Individuum in etwa exponential, und die Unterschiede zwischen Wissenschaftlern mit hohen Leistungen und solchen mit niedriger Produktivität erwiesen sich als sehr groß. Bei einem Sample von 160 Wissenschaftlern stellte SHOCKLEY fest, daß bei ungefähr 50% die Publikationsrate den Wert Null hatte. Diese Resultate sind durch die vorliegenden Daten dieser Untersuchung voll bestätigt worden. Alle sieben individuellen Leistungsmaße weisen einen hyperbolischen Verlauf auf. Da die Häufigkeitsverteilung der Leistungsmaße nicht mit der GAUSSschen Normalverteilung beschrieben werden kann, wäre bei Verwendung der Leistungsrohwerte die Aussagekraft von Mittelwertvergleichen und anderen methodischen Transformationen eingeschränkt. Aus diesem Grunde wurde, in Anlehnung an PELZ und ANDREWS eine logarithmische Umformung nach folgender

Formel (vgl. PELZ und ANDREWS 1966: 274) vorgenommen, wobei die Häufigkeitsverteilung des individuellen Leistungsmaßes einer Normalverteilung zumindest angenähert wird⁹:

$$\text{Revidiertes Leistungsmaß}_n = 1 + \log_e (\text{Leistungsmaß}_n + 0,5)$$

Wenn im folgenden auf individuelle Leistungsmaße bezug genommen wird, so sind nicht mehr die Rohwerte, sondern die nach obiger Formel transformierten revidierten Leistungsmaße gemeint.

2.2.2. Beziehungen zwischen den individuellen Maßen wissenschaftlicher Leistung

Um festzustellen, inwieweit die qualitativ gewichteten Leistungsmaße einen Informationszuwachs bedeuten und in welchem Maße sie im Vergleich zu den ungewichteten Leistungsmaßen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen könnten, wurden die Korrelationskoeffizienten der Leistungsmaße untereinander berechnet (vgl. Tabelle 4).

Da die abgeleiteten Maße ‚Zeitschriftenbeitrag zitatgewichtet‘ und ‚Zeitschriftenbeitrag zitat-autor-gewichtet‘, wenn ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘ den Wert null annimmt, ebenfalls null werden und das Maß ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘ und ‚Zeitschriftenbeitrag zitatgewichtet‘ definitionsgemäß gleich sind, wenn keine Zitatangaben vorliegen (siehe Formel 2.2), erschienen die betreffenden Korrelationen entsprechend überhöht. Aus diesem Grunde wurden die Koeffizienten erneut berechnet, wobei nur diejenigen Fälle zugrunde gelegt wurden, bei denen ‚Zeitschriftenbeitrag zitatgewichtet‘ und ‚Zeitschriftenbeitrag ungewichtet‘ nicht definitionsgemäß identisch waren. Es zeigt sich, daß die hohen positiven Korrelationen zwischen den ungewichteten und den gewichteten Maßen individueller wissenschaftlicher Leistung erhalten bleiben (vgl. Tabelle 5).

9 *Erläuterung:* Es kommt der natürliche Logarithmus zur Anwendung, wobei zu dem Klammerausdruck eine positive Konstante addiert wird, da der Logarithmus von Null nicht definiert ist. Die Addition des Wertes Eins bewirkt eine für weitere Berechnungen ‚bequeme‘ Größenordnung des angepaßten individuellen Leistungsmaßes.

TABELLE 4 Korrelationen zwischen den verwendeten individuellen Leistungsmaßen¹⁰.

Variable	Variable						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Organisationsberichte	—						
2. Zeitschriftenbeitrag ungewichtet	-.013 ⁺	—					
3. Patente	.047 ⁺	.061 ⁺	—				
4. Vorträge	.116 ⁺	.354	.054 ⁺	—			
5. Zeitschriftenbeitrag zitatgewichtet	-.040 ⁺	.951	.015 ⁺	.308	—		
6. Zeitschriftenbeitrag zitat-autor-gewichtet	-.034 ⁺	.868	.024 ⁺	.258	.884	—	
7. Gesamtpublikationen	.623	.653	.216	.667	.587	.530	—

Die positive Korrelation, die zwischen dem nach der Zitatmethode qualitativ gewichteten Maß individueller wissenschaftlicher Leistung und dem entsprechenden rein quantitativen Publikationsmaß nachgewiesen werden konnte, spricht für die Brauchbarkeit der häufig kritisierten ungewichteten Leistungsmaße, die auf der Zahl der Publikationsbeiträge basieren.

TABELLE 5 Korrelationen zwischen den gewichteten und ungewichteten Zeitschriftenmaßen unter Ausschluß der definitionsgemäß identischen Werte¹¹.

Variable	Variable		
	1	2	3
1. Zeitschriftenbeitrag zitatgewichtet	—		
2. Zeitschriftenbeitrag zitat-autor-gewichtet	.850	—	
3. Zeitschriftenbeitrag ungewichtet	.925	.851	—

Dieses Ergebnis stimmt tendenziell mit Resultaten von MELTZER überein. MELTZER benutzte zwei Kriterien für die Messung individueller wissenschaftlicher Produktivität: a) die Zahl der Publikationen in einem Zeitraum von drei Jahren, b) die Häufigkeit, mit der die befragten Wissenschaftler in einem Dreijahreszeitraum in den

„Annual Reviews“ ihres Fachgebietes zitiert wurden. Er stellt eine Korrelation von 0.51 zwischen den beiden Leistungsmaßen fest und folgert, daß „die Zahl der Forschungsbeiträge einen Hinweis auf den Umfang der von einem Wissenschaftler geleisteten hochqualitativen Arbeit darstellt“ (MELTZER 1956: 34). Die von DENNIS aufgewiesene überdurchschnittliche Publikationshäufigkeit bedeutender Wissenschaftler im 19. Jahrhundert (vgl. auch 1.) stützt weiterhin diese Auffassung. DENNIS vermutet, daß mit der Zahl der Forschungsarbeiten die Wahrscheinlichkeit, eine wichtige Entdeckung zu machen, wächst und daß „Qualität und Quantität in der Wissenschaft zwar miteinander korrelieren, aber nicht identisch sind“ (DENNIS 1954: 183). ZUCKERMANN findet die These von der überdurchschnittlichen Publikationsrate bedeutender Wissenschaftler bei einem Sample von Nobelpreisträgern weitgehend bestätigt.

Neben den Studien von CLARK (1966) und MYERS (1970) die beide hohe Korrelationen zwischen quantitativen und verschiedenen qualitativen Massen individueller wissenschaftlicher Leistung feststellen, dürfte die wichtigste Untersuchung dieses Zusammenhangs die Studie von COLE und COLE (1967) sein.

Die Autoren erhoben bei einem Sample von Universitätsphysikern deren individuelle wissenschaftliche Leistung durch die Erfassung der in den „Science Abstracts“ aufgeführten Artikel, während ein qualitatives Produktivitätsmaß mit der Zahl der Zitate im „Science Citation Index“ gebildet wurde. Beide Maße korrelieren hoch bei einem Koeffizienten von $r = 0.72$. Da die Korrelation hoch, aber nicht perfekt war, unterschieden COLE und COLE vier „Wissenschaftlertypen“:

a) den „fruchtbaren Wissenschaftler“, der hohe

10 *Erläuterung:* Es handelt sich um Korrelationskoeffizienten nach PEARSON. + erreichten ein Signifikanzniveau von 0.01 nicht. N = 209, da die Fälle, bei denen alle Leistungsmaße identisch sind und zwar den Wert Null annehmen, bei der Korrelationsberechnung nicht berücksichtigt wurden.

11 *Erläuterung:* Es handelt sich um Korrelationskoeffizienten nach PEARSON. N = 71. Es wurden Fälle ausgeschlossen, bei denen kein Gewichtungsvorgang vorgenommen worden war.

[illegible]

Dieser Interpretationsansatz würde die Größenordnung der Korrelationskoeffizienten zwischen Qualität und Quantität wissenschaftlicher Leistung bei MELTZER (1956), COLE und COLE und der vorliegenden Untersuchung zumindest vorläufig erklären: MELTZERS Sample ist gemischt und umfaßt neben Wissenschaftlern an der Universität auch Wissenschaftler, die in der Industrie, in Regierungsagenturen oder in keiner Organisation tätig sind. Er errechnet einen Korrelationskoeffi-

zienten von $r = 0.51$ (vgl. S. 368). COLE und COLE errechnen, wie oben bereits diskutiert, einen Koeffizienten für das Gesamtsample, dem nur Wissenschaftler an Universitäten angehören, von $r = 0.72$. Bei der vorliegenden Untersuchung der Naturwissenschaftler der KFA-Jülich betrug der Koeffizient sogar $r = 0.95$, wobei allerdings darauf hingewiesen werden muß, daß ein differenzierter Gewichtungsvorgang, der von den anderen Untersuchungen abweicht, zugrunde gelegt wurde. Wenn man nun das Prestige der untersuchten Organisation bei den drei Studien vergleicht und die nationale und internationale Bedeutung der KFA-Jülich in Betracht zieht, so könnte der ungewöhnlich hohe Zusammenhang zwischen Qualität und Quantität individueller wissenschaftlicher Leistung bei dem KFA-Sample im Sinne der These von COLE und COLE auf die hohen Leistungsforderungen und selektive Rekrutierung überdurchschnittlich qualifizierter Wissenschaftler seitens dieser Organisation als „Top-institution“ auf dem Gebiet der Nuklearforschung zurückgeführt werden. Der im Vergleich zu anderen Untersuchungen ungewöhnlich niedrige Anteil der Wissenschaftler *ohne* Publikationen im Analysesample dieser Untersuchung von 29% unterstützt diese Interpretation.

Aufgrund dieser hohen positiven Korrelation zwischen qualitativer und quantitativer Leistung in der KFA erscheint das ungewichtige logarithmisch ungeformte Leistungsmaß ‚Gesamtpublikationen‘ für Produktionsanalysen besonders geeignet. Wie die oben beschriebenen Untersuchungen jedoch zeigen, *muß dieser Zusammenhang zwischen Qualität und Quantität wissenschaftlicher Leistung bei der Analyse anderer Organisationstypen immer wieder überprüft werden.*

2.3 Ausgewählte Hintergrundvariablen und individuelle Produktivität

Um bei der Analyse der primär interessierenden Determinanten individueller Produktivität der Wissenschaftler Scheinkorrelationen möglichst einzuschränken, erschien es notwendig, neben der Bedeutung des Organisationstyps, der bereits in Abschnitt 2 kurz angesprochen wurde, die Bedeutung weiterer Hintergrundvariablen für die abhängige Leistungsvariable in Betracht zu ziehen. Diese Analyse soll am Beispiel des individuellen logarithmisch umgeformten Leistungsmaßes ‚Gesamt-

publikationen‘ als abhängiger Variabler durchgeführt werden.

ANDREWS und PELZ (1966) wiesen im Rahmen ihrer Studie auf den Einfluß der Hintergrundvariablen ‚Instituts- bzw. Organisationstyp‘, ‚Arbeitserfahrung‘, ‚formaler Ausbildungsabschluß‘ und Studienzeit, die für den Erwerb des formalen Ausbildungsabschlusses benötigt wurde‘, hin.

Dabei gingen sie von folgenden Hypothesen aus: a) Wissenschaftler in Regierungsinstitutionen unterstehen einem größeren Publikationsdruck als solche in Universitätsinstituten und in Industrie-einrichtungen, wobei letztere durch Geheimhaltungsvorschriften in ihrer Publikationsleistung eingeschränkt sind, was sich entsprechend auf die hier verwendeten Produktivitätsmaße auswirken würde, b) Arbeitserfahrung und formale Qualifikation korrelieren positiv mit wissenschaftlicher Leistung und c) Wissenschaftler, die ihre formale Ausbildung zügig beendeten, sind produktiver als ihre langsameren Kollegen. PELZ und ANDREWS fanden diese angesprochenen Zusammenhänge im Rahmen ihrer Studie weitgehend bestätigt.

Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde der Effekt der Arbeitserfahrung und der formalen Qualifikation überprüft. Da das Problem unterschiedlicher Organisationstypen, wie etwa Industrieinstitut versus Universitätsinstitut nicht bestand, wurde analog die Variable ‚Bereich‘, d. h. Tätigkeitsbereich des Wissenschaftlers (Forschung oder Technik) miteinbezogen. Die erhobenen Daten erlaubten es nicht, den Einfluß der Schnelligkeit, mit der formale Abschlüsse erreicht wurden (möglicherweise Indikator für Motivation) zu berücksichtigen, andererseits wurden die Hintergrundvariablen ‚Alter‘ und ‚Position‘, d. h. Stellung in der Organisations- bzw. Institutshierarchie berücksichtigt.

Ziel dieses Analyseschrittes war es, mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse den durch die Hintergrundvariablen gemeinsam erklärten Varianzanteil zu bestimmen und nach Auflösung der gleichzeitig bestimmten Regressionsgleichung das sich ergebende Residuum als bereinigte abhängige Variable für weitere Analysen zu berechnen.

Die Variable Alter wurde aufgrund einer Untersuchung von LEHMAN einbezogen (1954, 1966),

die bei der Berücksichtigung internationaler Wissenschaftlerpopulationen zeigte, daß Wissenschaftler nach einer ersten steilen Aufbauphase in der Altersspanne 30–39 Jahre am produktivsten sind (gemessen durch die in Fachenzyklopädien verzeichneten signifikanten Forschungsbeiträge) und bei fortgeschrittenen Alter einen Leistungsabfall verzeichnen. Entsprechend dieser These wurde ein kurvilinearer Zusammenhang Alter-Leistung angenommen. Es wurde untersucht, inwieweit die Tatsache, daß ein Wissenschaftler der Altersgruppe 30–39 Jahre angehörte oder nicht angehörte Auswirkungen auf die individuelle Produktivität, gemessen durch die Maßzahl ‚Gesamtpublikationen‘ hatte.

als nicht signifikant. Auch der Versuch einer parabelförmigen Anpassung des Punkteschwarms erbrachte keine Änderung dieses Ergebnisses. Andererseits muß festgestellt werden, daß die Effekte der Hintergrundvariablen auf die Leistungsvariable sich überschneiden, während LEHMAN den Alterseinfluß isoliert betrachtet hatte.

Die ursprüngliche, nicht dichotomisierte Altersvariable ‚Alter‘ korreliert bei dieser Gesamtbeurteilung relativ hoch mit ‚Position‘ ($r = .322$), mit der Variablen ‚Abschluß‘ ($r = .285$) und der ‚Tätigkeitsdauer‘ in der Organisation ($r = .498$). Insofern ist die Variable ‚Alter‘ bzw. ‚Alter‘ in Verbindung mit den übrigen ausgewählten Hin-

TABELLE 6 Korrelationen der Hintergrundvariablen und der abhängigen Leistungsvariablen ‚Gesamtpublikationen‘¹²

Variable	Variable						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Tätigkeitsdauer	—						
2. Abschluß ⁺⁺⁺	.059 ⁺	—					
3. Bereich	-.054 ⁺	.462	—				
4. Position	.306	.129 ⁺	.015 ⁺	—			
5. Alter	.498	.285	.004 ⁺	.322	—		
6. Alter'	-.161 ⁺⁺	-.029 ⁺	.062 ⁺	-.111 ⁺	-.238	—	
7. Gesamtpublikationen	.131 ⁺	.429	.272	.284	.138 ⁺⁺	.076 ⁺	—

Die Korrelation der so gebildeten Variablen ‚Alter‘ mit diesem Leistungsmaß erwies sich jedoch

tergrundvariablen von geringem Erklärungsgehalt und für die Analyse weitgehend entbehrlich. — Aufgrund der grafischen Analyse des Zusammenhangs ‚Alter‘ und ‚Gesamtpublikationen‘ in einem Streudiagramm kann jedoch die Aussage gemacht werden, daß die Leistungsstreuung bis zum Alter von 40 Jahren ständig zunimmt und über dieses Alter hinaus schließlich wieder abnimmt, d. h. daß die *Leistungsdifferenzierung in der mittleren Altersgruppe* (etwa entsprechend der Gruppe 30–39 Jahre nach LEHMAN) *am größten ist*. Der von PELZ beschriebene Einfluß der ‚Tätigkeitsdauer‘ auf die individuelle Produktivität konnte nicht nachgewiesen werden. Die Korrelation dieser Hintergrundvariablen mit der abhängigen Leistungsvariablen ‚Gesamtpublikationen‘ ist nicht signifikant. Auch die Annahme eines nicht-linearen Trends analog der Vorgehensweise bei der Analyse des Alterseinflusses erbrachte keine abweichenden Ergebnisse. Andererseits korreliert ‚Tätigkeitsdauer‘ hoch mit der Hintergrundvariablen ‚Position‘ ($r = .306$), so daß der

¹² Es handelt sich um Korrelationskoeffizienten nach PEARSON. N = 295 außer bei der Variablen ‚Abschluß‘. + : $p > .09$; ++ : $.10 > p > .02$. Alle nicht gekennzeichneten Korrelationen sind auf dem 1-Prozent-Niveau signifikant. +++ : bei der Analyse der Variablen ‚Abschluß‘ konnten nur 264 Fälle berücksichtigt werden, da 31 Wissenschaftler keine Angaben machten, bzw. das Examen nicht näher spezifizierten. Die Variablen sind im einzelnen wie folgt definiert: Tätigkeitsdauer = Tätigkeitsdauer in der Kernforschungsanlage Jülich bis zum Befragungszeitpunkt; Position = Position in der Statushierarchie der KFA (drei Gruppen: wissenschaftliche Mitarbeiter, technische Kraft, Untergruppenleiter bis Gruppenleiter, stellv. Abteilungsleiter bis stellv. Institutsleiter; Institutsleiter wurden nicht befragt); Alter = Alter zum Befragungszeitpunkt; Alter' = Alter dichotomisiert ‚30–39 Jahre‘ und ‚älter oder jünger‘; Abschluß = formaler Ausbildungsabschluß (drei Gruppen: graduiert-diplomiert-promoviert); Bereich = Tätigkeitsbereich (zwei Gruppen: ‚im Forschungsbereich tätig‘ – ‚im technischen Bereich tätig‘).

Zeiteffekt, bzw. der Effekt der Arbeitserfahrung durch die Berücksichtigung dieser Variablen weitgehend abgedeckt erscheint (vgl. Tabelle 6).

Die Einführung der Variablen *Position*, d. h. Stellung in der Instituts- bzw. Organisationshierarchie basiert auf der Hypothese, daß Vorgesetzte im Kommunikationssystem der zu untersuchenden Forschungsgruppen eine zentrale Stellung einnehmen, die diesen Führern wiederum eine erhöhte Chance einräumt, eine Vielzahl von Gruppenprojekten direkt oder indirekt zu beeinflussen und so in der Folge als Mitautor des Publikationsoutput zu erscheinen, was sich positiv auf die gemessene Produktivität auswirkt. Andererseits hat Barber im Zusammenhang mit dem Problemkreis „Widerstand von Wissenschaftlern gegen wissenschaftliche Entdeckungen“ darauf hingewiesen, daß junge Wissenschaftler manchmal auf den Widerstand von Wissenschaftlern mit höherem Rang aufgrund der Autorität der höheren Position stoßen (BARBER 1962) und so produktive Beiträge zur Forschung verzögert oder verhindert werden können. – Die Kausalkette für die überdurchschnittliche Produktivität von Vorgesetzten soll hier nicht näher verfolgt werden (eine Analyse des Koautorennetzes könnte hier eventuell weiterführen). Tatsache ist, daß die Variable *Position* positiv mit dem abhängigen Leistungsmaß *Gesamtpublikation* korreliert ($r = .284$, vgl. Tabelle 6), aber auch wie bereits erwähnt mit der Variablen *Alter* ($r = .322$, vgl. Tabelle 6) und der Variablen *Tätigkeitsdauer* ($r = .306$, vgl. Tabelle 6).

In Übereinstimmung mit der eingangs erwähnten Hypothese von ANDREWS und PELZ (1966) erwies sich die Variable *Abschluß*, d. i. der formale Ausbildungsabschluß, als überaus erklärungsstarker Prädiktor der abhängigen Leistungsvariablen ($r = .429$, vgl. Tabelle 6). Auch hier liegt eine positive Beziehung zur Altersvariablen vor ($r = .285$). Im Zusammenhang mit diesem Einfluß der Variablen *Abschluß* weist PELZ auf die „*differenzielle Produktivitätsmöglichkeit*“ hin (PELZ 1960: 51), die darin besteht, daß die Inhaber höherer Ausbildungsabschlüsse einerseits über überdurchschnittliches Wissen verfügen, sie aber andererseits auch mit erhöhten Leistungsansprüchen der Organisation konfrontiert werden, die ihnen jedoch einen erweiterten Freiheitsspielraum verbunden mit guter technischer Ausstattung zugesteht (vgl. PELZ 1960: 51). Beides wirkt sich po-

sitiv auf individuelle wissenschaftliche Produktivität aus.

Die Berücksichtigung der Hintergrundvariablen *Bereich*, d. h. Tätigkeit des Wissenschaftler im technischen oder im forschungsorientierten Bereich, erwies sich als relativ unfruchtbar. Zwar ist die Korrelation mit *Gesamtpublikationen* relativ hoch ($r = .272$, vgl. Tabelle 6), der Effekt des Tätigkeitsbereiches überlappt sich allerdings sehr stark mit dem des formalen Ausbildungsabschlusses. Diese Variablen korrelieren mit $r = .462$ (vgl. Tabelle 6). Wie eine nähere Betrachtung des Samples zudem zeigt, ist der Anteil der diplomierten (Ausbildungsstufe 2) und der promovierten (Ausbildungsstufe 3) Wissenschaftler im technischen Bereich minimal, was diesen starken Zusammenhang wenigstens teilweise erklärt. Andererseits sind bei Mittelwertvergleichen graduierte Wissenschaftler im technischen Bereich weniger produktiv als solche im Forschungsbereich, was auf einen wenn auch geringen eigenständigen Einfluß dieser Variablen schließen läßt.

Die multiple Regressionsanalyse erbringt eine Quantifizierung des durch die Hintergrundvariablen erklärten Varianzbeitrages in der abhängigen Leistungsvariable *Gesamtpublikationen*. *Die diskutierten Variablen erklären gemeinsam ca. 25% der Varianz in der abhängigen Variable* (vgl. Tabelle 7).

Somit ergab sich folgende Regressionsgleichung (vgl. Tabelle 7).

$$\begin{aligned} \text{„Gesamtpublikationen“} = & -0.09 + 0.07 \text{ „Position“} \\ & + 0.11 \text{ „Alter“} + 0.33 \text{ „Abschluß“} \\ & + 0.23 \text{ „Bereich“} + \text{Resid.} \end{aligned}$$

Das Residuum in der Regressionsgleichung kann nun nach Auflösung der Gleichung als um den Einfluß der diskutierten Hintergrundvariablen bereinigte Leistungsvariable für die Analyse der primär interessierenden Zusammenhänge verwendet werden:

$$\begin{aligned} \text{Resid.} = & \text{„Gesamtpublikationen“} + 0.09 - 0.07 \text{ „Position“} \\ & - 0.11 \text{ „Alter“} - 0.33 \text{ „Abschluß“} \\ & - 0.23 \text{ „Bereich“} \end{aligned}$$

Selbstverständlich ist mit der Analyse des Effektes dieser Hintergrundvariablen nur ein kleiner Ausschnitt der gesamten Hintergrundeinflüsse berücksichtigt worden. Als *Rahmenbedingung* für den

TABELLE 7 Multiple Regressionsanalyse des Zusammenhanges zwischen dem abhängigen Leistungsmaß ‚Gesamtpublikationen‘ und den Hintergrundvariablen Tätigkeitsdauer, Position, Alter¹³, Abschluß und Tätigkeitsbereich¹³

Abhängige Variable: ‚Gesamtpublikationen‘

Unabhängige Variable	b	e	beta
Konstante	-0.0907		-
Tätigkeitsdauer ⁺	0.0080	0.0103	0.0443
Position	0.0799	0.0214	0.2128
Alter ⁺	0.1147	0.0779	0.0813
Abschluß	0.3306	0.0588	0.3458
Bereich	0.2352	0.1191	0.1207

$$R^2 = 0.2467$$

Grad wissenschaftlicher Produktivität sei schließlich auf die Ausprägung des Wettbewerbscharakters der Wissenschaftsorganisation verwiesen. Dieser Sachverhalt wird von HAGSTROM untersucht, der zu dem Schluß kommt, daß Wettbewerb in der Wissenschaft, der in einem Wettlauf um den Anspruch auf Problemlösungen besteht (vgl. HAGSTROM 1974: 2) und auf individueller sowie auf institutioneller Ebene ausgetragen wird, umso eher Innovationen erbringt, desto geringer die Differenz zwischen dem Karrierestreben von innovativen Wissenschaftlern einerseits und dem Angebot der wissenschaftlichen Institutionen an solchen Belohnungen andererseits ist, was eine gewisse Anpassungsflexibilität des Wissenschaftssystems voraussetzt (vgl. HAGSTROM 1974: 16). Dieser Aspekt dürfte vor allem bei internationalen Produktivitätsvergleichen relevant sein.

¹³ **Erläuterung:** + nicht signifikant auf dem 5%-Niveau; b partieller Regressionskoeffizient; beta standardisierter partieller Regressionskoeffizient; R^2 durch die Prädiktorvariablen in der Kriteriumsvariablen gemeinsam erklärter Varianzanteil; Tätigkeitsdauer = Tätigkeitsdauer seit Eintritt in die Kernforschungsanlage Jülich bis zum Befragungszeitpunkt; Position = Position in der Statushierarchie der KFA (drei Gruppen: wissenschaftlicher Mitarbeiter, technische Kraft, Untergruppenleiter bis Gruppenleiter, stellv. Abteilungsleiter bis stellv. Institutsleiter; Institutsleiter wurden nicht befragt; Alter⁺ = dichotomisiert ‚30–39 Jahre‘, ‚älter oder jünger‘; Abschluß = formaler Ausbildungsabschluß (drei Gruppen: graduiert-diplomiert-promoviert); Bereich = Tätigkeitsbereich (zwei Gruppen: ‚im Forschungsbereich tätig‘ – ‚im technischen Bereich tätig‘).

Abkürzungen

ASR: American Sociological Review

HBR: Harvard Business Review

SRC: Survey Research Center, Institute for Social Research The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan

Literatur

- ANDREWS, F. M., 1963: A Check on the Validity of Reporting Scientific Output. = SRC-Publikation Analysis Memo no. 19. Ann Arbor.
- ANDREWS, F. M. & D. C. PELZ, 1966: Revised Adjustment of Performance Measures to Hold some Background Factors Constant. = SRC-Publikation Analysis Memo no. 21. Ann Arbor.
- BARBER, B. 1962: Resistance by Scientists to Scientific Discovery. In: Sociology of Science, hrsg. von B. Barber & W. Hirsch. New York: Free Press.
- BRENTANO, P. v., K. A. CZEMPER, B. FRITSCH, W. KUNZ, H. MÜLLER, H. RITTEL, 1966: Nationale Wissenschaftskoordination – Die National Science Foundation (NFS). In: Forschungsplanung, hrsg. von H. Krauch, W. Kunz & H. Rittel. München, Wien.
- BROWN, C. H., 1956: Scientific Serials. Association of College and Reference Libraries.
- CLARK, K. E., 1966: Some Correlates of a Citation Measure of Productivity in Science. Sociology of Science 39, 381–390.
- COLE, S. & J. R. COLE, 1967: Scientific Output and Recognition. A Study in the Operation of the Reward System in Science. ASR 32, 377–390.
- DALZIEL, C. F., 1937: Evaluation of Periodicals for Electrical Engineers. Library Quarterly 7, 354–372.
- DENNIS, W., 1954: Bibliographies of Eminent Scientists. The Scientific Monthly 79, 180–183.
- DIERKS, H., 1972: Über die Zitierhäufigkeit von Zeitschriften auf dem Gebiete der Physik. = Arbeiten aus dem Bibliothekarlehreinstitut des Landes NRW, Heft 41. Köln: Greevenverlag.
- FISHER, J. C., 1959: Basic Research in Industry. Science 129, 1653–1657.
- FREUND, E., 1967: Forschung der dritte Faktor. Mainz.
- FUSSLER, H. H., 1949: Characteristics of the Research Literature Used by Chemists and Physicists in the U.S.. Library Quarterly 19, 19–35 und 119–143.
- GARFIELD, E., 1964: Science Citation Index, a New Dimension in Indexing. Science 144, 649–654.
- GREEN, J. C., 1964: The Information Explosion – Real or Imaginary? Science 144, 646–648.
- GROSS, E. M. & P. L. K. GROSS, 1927: College Libraries and Chemical Education. Science 66, 385–389.
- HAGSTROM, W. O., 1974: Competition in Science. ASR 39, 1–18.
- HETZLER, H. W., 1970: Soziale Strukturen der organisierten Forschung. Düsseldorf.
- HODGE, M. H., 1963: Rate Your Company's Research Productivity. HBR, 109–113.
- HUBBERT, M. K., 1963: Are We Retrogressing in Science? Science 139, 884–890.

- JENKINS, R. L., 1931: Periodicals for Medical Libraries. *Journal of the American Medical Association*, 608–610.
- KLAGES, H., 1967: Rationalität und Spontanität. Düsseldorf.
- KOSEL, G., 1957: Produktivkraft Wissenschaft. Berlin.
- KUHN, T. S., 1967: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt.
- LEHMAN, H. C., 1954: Men's Creative Production Rate at Different Ages and in Different Countries. *The Scientific Monthly* 78, 312–369.
- LEHMAN, H. C., 1966: The Psychologist's Most Creative Years. *The American Psychologist* 21, 363–369.
- MATUSSEK, P., 1966: Faktor Persönlichkeit in der Wissenschaftsplanung. In: *Forschungsplanung*, hrsg. von H. Krauch, W. Kunz & H. Rittel. München, Wien.
- MEADOWS, A. D., 1967: The Citational Characteristics of Astronomical Research Literature. *Journal of Documentation* 23, 28–33.
- MELTZER, L., 1956: Scientific Productivity in Organizational Settings. *Journal of Social Issues* 12, 32–40.
- MYERS, C. R., 1970: Journal Citation and Scientific Eminence in Contemporary Psychology. *The American Psychologist* 25, 1041–1048.
- PELZ, D. C., 1960: Uncertainty and Anxiety in Scientific Performance. = SRC-Publikation. Ann Arbor.
- PELZ, D. C. & F. M. ANDREWS, 1966: Scientists in Organizations. *Productive Climates for Research and Development*. New York.
- RAISIG, L. M., 1960: Mathematical Evaluation of the Scientific Serial. *Science* 131, 1417–1419.
- SHOCKLEY, W., 1957: On the Statistics of Individual Variations of Productivity in Research Laboratories. = *Proceedings of the IRE*.
- SOLLA PRICE, D. J. de, 1962: The Exponential Curve of Science, hrsg. von B. Barber & W. Hirsch. New York.
- SOLLA PRICE, D. J. de, 1963: A Calculus of Science. *International Science and Technology*, 43–47.
- SOLLA PRICE, D. J. de, 1964: Ethics of Scientific Publication. *Science* 144, 655–657.
- SOLLA PRICE, D. J. de, 1965: Network of Scientific Papers. *Science* 149, 510–515.
- SPRECHER, T. B., 1959: A Study of Engineers's Criteria for Creativity. *Journal of Applied Psychology* 43, 141–148.
- STOLTZ, R. E., 1959(a): Subordinates' Perceptions of the Productive Engineer. *Journal of Applied Psychology* 43, 306–310.
- STOLTZ, R. E., 1959(b): Factors in Supervisors' Perceptions of Physical Science Research Personell. *Journal of Applied Psychology* 43, 256–258.
- WESTBROOK, J. H., 1960: Identifying Significant Research. *Science* 132, 1229–1234.

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Volkswirt sozw. R. HARALD KLINGEMANN
509 Leverkusen 5, Neuenerstraße 31