

Staat und technischer Fortschritt in den USAEinleitung

Vor dem zweiten Weltkrieg figurierte die Unterstützung der wissenschaftlichen Forschung mit einem verhältnismässig sehr kleinen Betrag im Budget der Vereinigten Staaten. Die Rüstungsanstrengungen des zweiten Weltkrieges brachten eine wesentliche Vergrösserung der staatlichen Aufwendungen auf diesem Gebiet. Nach dem Abschluss des Krieges sanken die staatlichen Beiträge vorübergehend sehr stark. Jedoch begannen sie 1947 wieder stetig zu steigen, ein Vorgang, der durch den Koreanischen Krieg beschleunigt wurde. Nach Abschluss dieses Konfliktes traten keine wesentlichen Verminderungen der Ausgaben ein. Der russische Erfolg mit dem Satellitenprogramm hatte eine wesentliche Vergrösserung und Erweiterung der staatlichen Unterstützung der Wissenschaft und Forschung zur Folge, eine Entwicklung, die - wie die vor dem Kongress liegenden Gesetze und Anregungen zeigen - noch lange nicht zum Abschluss gekommen ist.

Als Illustration für die zunehmenden amerikanischen Anstrengungen auf diesen Gebieten ist es vielleicht aufschlussreich, die entsprechenden gesetzgeberischen und administrativen Massnahmen des letzten Jahres kurz aufzuführen.

Legislative Massnahmen

1. Defense Reorganisation Act (6. August 1958) - Schuf die Stellung eines Direktors für Forschung und Entwicklung (Dr. H. York), der militärische Forschungsprogramme aufzustellen und zu koordinieren hat.
2. National Aeronautics and Space Administration Act (29. Juli 1958) - Schaffung einer zivilen Agentur, die die Raumforschung mit all ihren Zweiggebieten koordinieren und leiten soll. Ihr stehen die Laboratorien des in sie übergeführten National Advisory Committee on Aeronautics zur Verfügung, sowie einige Laboratorien, die früher militärischen Behörden unterstellt waren.

Im gleichen Gesetz wurde auch der National Aeronautics and Space Council geschaffen, der hauptsächlich aus Wissenschaftlern besteht und den Präsidenten auf diesen Gebieten berätet.

3. National Defense Education Act (22. August 1958) - Dieses Gesetz sieht eine wesentliche Unterstützung der akademischen Ausbildung durch den Bundesstaat vor. Dies wird durch folgende Mittel erreicht:



- II -

- a. Darlehen an College Studenten (für Studium bis zum Bachelors degree). Der Staat hilf den Colleges Darlehenfonds aufzustellen, die sich aus 1/10 eigenen Mitteln und 9/10 Bundesbeiträgen zusammensetzen. Für die nächsten 4 Jahre sind für dies \$ 295 Millionen eingesetzt.
- b. Bundesbeiträge für die Beschaffung von Laboratorien, Demonstrationsmaterial und andere Erziehungshilfen.
- c. Stipendien für Studenten mit Bachelors degree. Bestehen in dreijähriger Unterstützung fortgeschrittener, gut qualifizierter Studenten (\$ 2000.- erstes Jahr, \$ 2200.- zweites Jahr, \$ 2400.- drittes Jahr). Die entsprechende Hochschule erhält jährlich \$ 2500.- als zusätzlichen Beitrag für jeden solchen Stipendiaten. Für 1958 waren 1000 solche Stipendien vorgesehen, für die nächsten drei Jahre je 1500.
- d. Bundesbeiträge für spezielle Schulungskurse für Mittelschullehrer. \$ 24 Millionen sind an Bundesmitteln für die nächsten 4 Jahre vorgesehen, um Mittelschullehrern in Fortbildungskursen eine bessere fachliche Schulung zu vermitteln.
- e. Verschiedene Programme zur Verbesserung der Ausbildung in Fremdsprachen, Entwicklung neuer Lehrmethoden und Ausbildung von Technikern und gelernten Arbeitern.

Administrative Massnahmen

1. National Science Foundation - Das Budget dieses Fonds wurde für 1959 mehr als verdoppelt gegenüber 1958 (1958: \$ 50 Millionen, 1959: \$ 136 Millionen).
2. Ernennung eines Science Advisor für das State Department und Schaffung von 18 wissenschaftlichen Attaché-Posten an 9 amerikanischen Botschaften.
3. Ernennung eines Special Assistant to the President for Science and Technology.
Wiedereinführung des President's Science Advisory Committee. Dieses Komitee von Wissenschaftlern berätet den Präsidenten bei allen Fragen mit wissenschaftlichen Aspekten, besitzt jedoch keine exekutive Gewalt. In seinem Schosse wurden die folgenden Studienkommissionen geschaffen:
 - a. Panel for Science and Engineering Education
 - b. Panel on Science and Foreign Affairs
 - c. Panel on Research Policies

- d. Panel on Scientific Information
- e. Panel on Space Science

Diese Kommissionen verfassen Berichte und Empfehlungen zu Händen des Präsidenten.

Parlamentarische Massnahmen

1. House of Representatives Committee on Science and Astronautics.

Das Repräsentantenhaus hat zum ersten Mal in der amerikanischen Geschichte ein Unterkomitee bestellt, das sich mit den Wissenschaften auf breitester Grundlage befasst. Bisher gab es im Senat und Repräsentantenhaus nur Unterkomitees für einzelne Spezialprobleme (z.B. Atomenergie etc.).

Gegenwärtig wird ein Gesetz zur Schaffung eines Department of Science diskutiert, das die wissenschaftlichen und technischen Aktivitäten der Bundesregierung zusammenfassen würde. Diesem Departement würden die staatlichen Forschungslaboratorien (z.B. National Bureau of Standards), die National Science Foundation, die National Aeronautics and Space Agency, eventuell die Atomic Energy Commission und ähnliche Organisationen unterstellt.

Ueber die finanziellen Massnahmen wird im statistischen Teil Aufschluss gegeben. Alle diese Massnahmen zeigen, dass in den USA die enorme Bedeutung der Forschung für die nationale Wirtschaft und Politik immer mehr realisiert wird. Die Entwicklung hier weist darauf hin, dass die Privatindustrie die daraus resultierenden Aufgaben aus eigener Initiative nur zum kleinern Teil auf sich nehmen und lösen kann, sodass der Staat eine wesentliche Verantwortung und die massive materielle Unterstützung übernehmen muss.

Bezeichnend ist in dieser Hinsicht die amerikanische Entwicklung auf dem Gebiete der Atomenergie. Nach dem Regierungsantritt der Republikaner wurde versucht, die zivile Entwicklung der Atomenergie, die bis anhin praktisch ausschliesslich in den Händen des Staates lag, allmählich der Privatindustrie zu übergeben. Anfänglich beteiligten sich auf Grund optimistischer Prognosen eine namhafte Anzahl von Firmen mit grössern und kleinern Mitteln an diesen Bestrebungen. Die neuen Erfahrungen haben aber eine weitgehende Revision der Schätzungen über den Zeitpunkt gebracht, wann die Atomenergie mit den klassischen Energiequellen konkurrenzfähig werden wird. Dies führt nun teilweise zum Rückzug der Privatindustrie und immer grössern Begehren für staatliche Unterstützung. Dementsprechend sehen die neuen Pläne der Atomic Energy Commission eine weitgehende staatliche Initiative auf dem Gebiete der Forschung und Entwicklung von neuen Reaktoranlagen vor.

Mit den zunehmenden staatlichen finanziellen Aufwendungen erhebt sich auch die Frage der Administration dieser Summen und auch der staatlichen Politik auf wissenschaftlichem und technischem Gebiete. Um diese Fragen zu lösen, hat die amerikanische Regierung in zunehmendem Masse Wissenschaftler in die Verwaltung integriert, da sie erkannte, dass die Mitarbeit wissenschaftlich geschulter Beamter unerlässlich für die Ausarbeitung vernünftiger Pläne für die staatliche Unterstützung der Forschung und für die Ueberwachung der sinnvollen Verwendung der bereitgestellten Mittel ist. Für die Festlegung der nationalen Politik in wissenschaftlichen und technischen Fragen auf höchster Ebene verwendet die amerikanische Regierung vorläufig wissenschaftliche Berater und Studienkommissionen. Vielfach wird jedoch - mindestens teilweise - eine Konsolidierung dieser weitschichtigen Tätigkeiten in einem Department of Science gefordert.

Zu den beiliegenden Tabellen über die amerikanischen finanziellen Anstrengungen für die Forschung ist zu bemerken, dass hier eine gewisse Unterscheidung zwischen Forschung, d.h. der Beschaffung neuer Erkenntnis, und Entwicklung, d.h. Verwendung bekannter Resultate zur Gewinnung neuer Materialien, Apparate und Methoden, gemacht wird. Die Grenze zwischen der sog. angewandten Forschung und der Entwicklung ist jedoch sehr fliessend, sodass es schwierig ist, genaue Aufstellungen über die Aufwendungen auf den verschiedenen Gebieten zu geben. Es ist auch nicht leicht, alle Forschungsausgaben zuverlässig aus dem staatlichen Budget auszusondern, da diese manchmal mit Produktionsausgaben vermischt aufgeführt sind. Die meisten aufgeführten Ziffern sind deshalb nur approximativ richtig. Manche Sachverständige gehen zum Teil weiter in ihren Schätzungen über die staatlichen Aufwendungen für die Forschungen, da manche Regierungsgelder über den Umweg von staatlichen Produktionsaufträgen in privaten Forschungsprojekten verwendet werden.

Bei den staatlichen finanziellen Unterstützungen sollten im Grunde genommen auch die Spenden Privater an gemeinnützige Stiftungen und Hochschulen berücksichtigt werden. Der Staat erlaubt nämlich einen Abzug dieser Spenden am steuerbaren Einkommen, sodass speziell in den höhern Einkommensklassen effektiv bis zu 90 % solcher Spenden aus der Tasche des Staates fliessen, während nur der kleinere Teil vom grosszügigen Mäzen beigetragen wird.

Angaben über die Aufwendungen für Forschung und
Entwicklung in den USA

I. Ausgaben für Forschung und Entwicklung in den USA

Zahlen sind nur für die Jahre 1953, 1956 und 1957 erhältlich

1953	§ 5,4 Milliarden
1956	§ 9,0 Milliarden
1957	§ 10,0 Milliarden (geschätzt)

II. Leistungen des Staates seit 1953

1. Ausgaben (in Millionen Dollars) inklusive nachträgliche Appropriationen

1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
2099	2084	2133	2347	2836	3477	4798	5096

geschätzt

2. Verteilung

a. nach Empfänger

1953	1958	
34%	44%	an staatliche Forschungsorganisationen
54%	38%	an die Privatindustrie
10%	15%	an Hochschulinstitute
2%	3%	an verschiedene "non-profit", ausländische und internationale Organisationen

Die der Privatindustrie zugewendeten Summen gehen zu einem Viertel an Forschungszentren, die auf Kontraktbasis von der Privatindustrie für die Bundesregierung betrieben werden (z.B. Oak Ridge National Laboratory (Union Carbide Corp.), Aircraft Nuclear Power Plant Facility (General Electric Corp.), Electronics Defense Laboratory (Sylvania Electric Products Corp.)).

Die restliche Summe wird meistens auf Grund eigentlicher Forschungsaufträge auf jährlicher Basis an die Privatindustrie verteilt.

Bei den Hochschulinstituten geht mehr als 1/3 der Gelder an Forschungszentren, die auf Kontraktbasis, zum Teil von mehreren Universitäten gemeinsam, für die Regierung betrieben werden (z.B. Army Mathematics Center (University of Wisconsin), Operations Research Office (John Hopkins University), Brookhaven National Laboratory (Associated Universities, Inc.), National Radio Astronomy Observatory

(Associated Universities, Inc.)). Im übrigen besteht dasselbe Auftragssystem wie für die Privatindustrie.

Bei dem letzten Posten geht 1/3 der Aufwendungen an non-profit Forschungszentren, die nicht mit Hochschulen verbunden sind (z.B. Rand Corporation, Armour Research Foundation, Batelle Memorial Foundation). 1/3 stellen die Forschungsbeiträge des Department of Health, Education and Welfare für Forschungen auf dem Gebiete der menschlichen Krankheiten und anderer Gesundheitsprobleme dar.

Allgemein ist zu sagen, dass ein Grossteil der Staatszuschüsse für die Forschung auf Grund von Forschungskontrakten für genau umschriebene Zwecke und oft auch auf jährlicher Basis verteilt werden. Dieses System wird sehr oft von den Wissenschaftlern kritisiert, da es je nach der Laune des Kongresses und der Wirtschaftslage zu starken Schwankungen in der staatlichen finanziellen Unterstützung der Forschung führt. Es wird deshalb vielfach eine Aenderung dieses Systems befürwortet, die eine langfristige Finanzierung über mehrere Jahre von Forschungsprojekten vorsieht. Gleichzeitig wurde auch vorgeschlagen, dass die Unterstützung der Universitäten durch Globalzuwendungen zu erfolgen habe, da beim gegenwärtigen System die Gefahr einer Kanalisierung der Forschungsanstrengungen der Hochschulen in gewisse populäre Moderichtungen besteht.

b. nach	1956	1957	1958	1959	
<u>Zweck</u>	62%	64%	64%	67 %	für Entwicklungen
	31%	28%	27%	24.5%	angewandte Forschung
	7%	8%	9%	8.5%	Grundlagenforschung

(Definitionen: Entwicklung - Systematische Verwendung der vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Produktion von neuen, praktisch verwendbaren Materialien, Apparate, Systeme, Methoden oder Prozesse, ausgenommen die Produktionsplanung und die Konstruktionsphase.

Grundlagenforschung - Forschung, die die Erweiterung der wissenschaftlichen Erkenntnis zum Ziele hat, unabhängig von möglichen praktischen Anwendungen.)

c. <u>Staatliche Forschungsbeiträge nach Wissenschaften</u>		1957	1958	1959
			(geschätzt)	(geschätzt)
	Total (Millionen Dollars)	916	1046	1107
	Biologie	67	76	90
	Medizin	156	196	197
	Agrikultur	36	59	59
	Physik, Chemie etc.	187	227	240
	Mathematik	7	8	8
	Ingenieurwissenschaften	408	438	468
	Sozialwissenschaften	36	43	46

d. Kapitalinvestitionen in Forschung u. Entwicklungslaboratorien Diese Investitionen sind Staatsgelder, die zusätzlich zu den unter c) aufgeführten Summen von der Bundesregierung verteilt werden (in Millionen Dollars).

	1957	1958	1959	1960
		(geschätzt)	(geschätzt)	(geschätzt)
Budgetiert	452	460	365	388
Davon Bundesanlagen	392	359	298	
Verwendet	307	391	348	

Diese Gelder werden zum Ankauf von Land, dem Bau und der Ausrüstung von Laboratorien vorwiegend für Hochschulen, Regierungsinstitute und andere non-profit Organisationen verwendet.

e. <u>Prozentualer Anteil der Forschungsaufwendungen am Gesamtbudget</u>	1940	1945	1950	1955	1956	1957	1958	1959
	0,8%	1,6%	2,7%	3,3%	3,5%	4,1%	4,4%	4,8%

f. <u>Aufteilung nach zivilen u. militärischen Zwecken (budgetierte Beträge)</u>	(Millionen Dollar)	1958	1959	1960
Forschung und Entwicklung zivil		472	653	807
militärisch		2734	3829	4289
Kapitalinvestitionen in Forschungsanlagen zivil		38	79	106
militärisch		257	280	283

Die Differenzen mit den unter II 1. genannten Zahlen beruhen auf dem Unterschied zwischen tatsächlichen Ausgaben und budgetierten Beträgen.

g. <u>Einzelprogramme</u>	<u>National Science Foundation</u>				
	(in Millionen Dollars)	1956	1957	1958	1959
		40	49,75	60	80,5

Atomic Energy Commission

	<u>1958</u>	<u>1959</u>	<u>1960</u>
Waffen inkl. Kapitalinvest.	119.1	119.1	92.8
Reaktorenentwicklung	289.6	350.3	379.6
Forschung in Physik, Medizin und Isotope	115.9	163	186.8
Kapitalinvestitionen	<u>112.4</u>	<u>157.9</u>	<u>186.4</u>
Total	637.0	790.3	845.6

Aufwendungen anderer staatlicher Institute

	<u>1958</u>	<u>1959</u>	<u>1960</u>
National Aeronautics and Space Administration	82,2	153.0	280.0
Dept. of Health, Education and Welfare	179.2	235.7	250.8
Dept. of Agriculture	110.7	128.3	127.4
Dept. of the Interior (Roh- stoffe)	46.6	57.0	59.1
Federal Aviation Agency	4.2	32.8	47.1
Dept. of Commerce (National Bureau of Standards, Weather Bureau, etc.)	15.1	24.8	30.4

III. Vergleich der absoluten Forschungsaufwendungen mit dem Volkseinkommen

	<u>1953</u>	<u>1956</u>	<u>1957</u>
Volkseinkommen (Milliarden Dollar)	305.6	349.4	364
Anteil für Forschung und Entwicklung	1.7%	2.6%	2.8%

IV. Organisation der Forschung

Die Organisation der Forschung hängt weitgehend vom Forschungsobjekt ab: Es gibt Forschungsaufgaben, bei denen eine Dezentralisation der Forschungsanstrengungen praktisch unmöglich ist, wie z.B. bei der Physik hochenergetischer Kernteilchen. Andere Aufgaben können hingegen sehr gut von kleinen Gruppen oder sogar Einzelforschern gelöst werden. Die Frage, ob die Forschung in dezentralisierter Form durchgeführt wird, ist deshalb nicht einfach zu beantworten.

Wenn man diese Frage im Hinblick auf die Verhältnisse in der Schweiz untersuchen will, muss man auch die Grösse des Landes berücksichtigen. Obwohl eine Vielzahl von Forschungslaboratorien in den USA besteht, heisst dies noch nicht, dass, nach schweizerischen Mass-

stäben gemessen, die Forschung dezentralisiert ist, da die einzelnen Institute gewöhnlich bezüglich Personalbestand, Forschungsmittel und Einzugsgebiet entsprechende Institutionen in der Schweiz - sofern sie überhaupt existieren - um ein Mehrfaches übertreffen. Die amerikanische Organisation auf die Schweiz angewendet würde für eine ganze Anzahl von Forschungsaufgaben zu zentralisierten Laboratorien und gemeinschaftlichen Forschungsgruppen führen.

Dies trifft vor allem auf folgenden Gebieten zu:

Atomenergie

Astronomie (Radioastronomie, Riesenteleskope)

Thermonukleare Fusion

Physik hochenergetischer Teile

Meteorologie (langfristige Wettervorhersage)

Geophysik

Verschiedene Spezialgebiete der Medizin (Krebsforschung, Herzforschung, etc.)

Biologie

Grosse elektronische Rechenanlagen

Operations Research

Raketenentwicklung, exotische Treibstoffe

Weltraumforschung

Elektronik (Radiowellenausbreitung, Halbleiterphysik)

Zur Organisation der amerikanischen Forschung und Entwicklung kann konkret in grossen Zügen das folgende gesagt werden:

Forschungsstellen

a. Regierungsinstitute (National Bureau of Standards, David Taylor Model Basin (Schiffs- und Flugzeugbau), Naval Research Laboratory, Redstone Arsenal, Agricultural Research Service, etc.);

b. Forschungszentren, die auf Kontraktbasis für die Regierung betrieben werden:

durch Universitäten (z.B. Laboratory for Insulation Research (Mass. Institute of Technology), Electronics Research Laboratory (Stanford University), Columbia Radiation Laboratory (Columbia University), etc.);

durch non-profit Organisationen (z.B. Rand Corporation, Navy Oceanographic Research Laboratory (Woods Hole Oceanographic Institution)), und

durch die private Industrie (z.B. Rocket and Propellant Laboratory (Rohm & Haas Inc.), Aircraft Nuclear Test Facility (Convair), National Reactor Testing Station (Phillips Petroleum Co.) etc.).

- c. Forschungszentren, die gemeinsam von Universitäten betrieben werden (z.B. Midwest Universities Research Association (für Teilchenbeschleuniger), Oak Ridge Institute for Nuclear Studies, Inc., Associated Universities, Inc. (National Radio Observatory));
- d. Hochschullaboratorien;
- e. Forschungszentren von Stiftungen und anderen non-profit Unternehmen (z.B. Armour Research Foundation, Midwest Research Center, Batelle Memorial Research Institute, Franklin Research Foundation);
- f. Forschungszentren der Privatindustrie.

Die Grösse dieser Forschungszentren variiert von Kleinbetrieben mit etwa 20 Angestellten bis zu den Grossbetrieben mit mehreren 1000 Angestellten (z.B. National Bureau of Standards über 2000 Angestellte, Bettis Plant der AEC ca. 4000 Angestellte etc.). Sicherlich gibt es bei solchen Grossbetrieben viel Lehrlauf. Sie haben jedoch gegenüber dem Kleinbetrieb den Vorteil, dass ihnen für ihre Forschungen die modernsten und teuersten Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Wegen der enormen Spezialisierung der heutigen Wissenschaften können manche Probleme nur durch eine kombinierte Arbeitsgruppe, die Spezialisten der verschiedensten Fachrichtungen aufweist, angegangen werden. Der Aufbau solcher Teams ist offensichtlich nur an grösseren Instituten möglich.

Die Forschungszentren, die auf Kontraktbasis mit der Regierung arbeiten, haben den Vorteil, dass sie ohne Rücksicht auf die offizielle Lohnskala für Beamte fähigen Spezialisten attraktive Offerten machen können. Andererseits führt dies dazu, dass manche gute Forscher durch diese Zentren aus Regierungslaboratorien weggeholt werden.

Grundlagenforschung

Sofern die Industrie eines Landes nicht in vollkommene Abhängigkeit vom Ausland kommen will, ist eine grosszügig aufgebaute Grundlagenforschung eine absolute Notwendigkeit. Wenn die Schweiz auch nicht versuchen kann, in Bezug auf die militärischen Forschungsaufwendungen prozentual mit den Grossstaaten zu konkurrieren, so scheint es doch auf lange Sicht gesehen ausserordentlich wichtig, dass unsere Anstrengungen auf dem Gebiete der Grundlagenforschung mit den Grossstaaten prozentual mindestens vergleichbar sind. Die Grundlagenforschung bildet die Basis für wesentliche Neuerfindungen, die in zehn oder zwanzig Jahren zu lukrativen Exportartikeln führen können.

Die amerikanischen Erfahrungen zeigen, dass die Grundlagenforschung vorwiegend an den Hochschulen und Regierungslaboratorien betrieben werden. Die Privatindustrie hat mit Ausnahme von einigen Grosskonzernen, die oft auch aus steuertechnischen Gründen solche Forschungen betreiben, nur wenig Mittel und Interesse an solchen Problemen, die nicht unmittelbar in ihrer Produktion verwertbar sind und zum vorneherein auch oft keine Gewähr für eine spätere Verwertbarkeit bieten. Der amerikanische Staat ist schon bisher mit grösseren Mitteln in diese Lücke der privaten Anstrengungen getreten. Voraussichtlich werden die Beiträge für Grundlagenforschung in den nächsten Jahren noch wesentlich erhöht, da wegen der russischen wissenschaftlichen Erfolge (Russland scheint prozentual mehr für die Grundlagenforschung auszugeben als die USA) die amerikanische Öffentlichkeit sich über den Wert dieser Aufwendungen besser Rechenschaft ablegt.

Es ist vielleicht hier auch von Interesse, darauf hinzuweisen, dass in den USA gegenwärtig Pläne zur Gründung weiterer nationaler Forschungsinstitute diskutiert werden, die sich mit Forschungsgebieten wie Ozeanographie und Meteorologie befassen sollen, welche bisher ein wenig vernachlässigt wurden.

* * * *

Quellen

Die statistischen Angaben wurden den folgenden Publikationen entnommen:

National Science Foundation Publikationen (eine vollständige Sammlung wurde der Bibliothek der ETH im März 1959 übermittelt)

1. Basic Research a National Resource. 1957
2. Federal Funds for Science VII. 1958
3. Proceedings of a Conference on Research and Development and its Impact on the Economy 1958
4. Recent Legislative and Executive Actions on the Federal Budget for Scientific Research and Development. Fiscal Years 1958 and 1959;

andere Publikationen:

5. Economic Report of the President, January 1959
6. The Budget of the U.S. Government for the Fiscal Year Ending June 30, 1960.
7. Science Program, 86th Congress.

HO/au
16.IV.1959

Handwritten notes in the top left corner, including a date and some illegible text.

Main body of faint, illegible text, possibly a list or report, with some visible structure.

Second section of faint, illegible text, continuing the document's content.

Faint text at the bottom right of the page, possibly a signature or reference.