

HELMUTH ALBRECHT

LASERFORSCHUNG IN DEUTSCHLAND 1960 – 1970

EINE VERGLEICHENDE STUDIE ZUR FRÜH-
GESCHICHTE VON LASERFORSCHUNG UND
LASERTECHNIK IN DER BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND UND DER DEUTSCHEN
DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

DIEPHOLZ · BERLIN 2019

GNT-Verlag

1 Einleitung

„With the advent of optical maser, man's control of light has reached an entirely new level. Indeed, one of the most exciting prospects for workers in the field is that this new order of control will open up uses for light that are as yet undreamed of.“¹

Als der amerikanische Physiker und spätere Nobelpreisträger Arthur L. Schawlow² im Juni 1961 diese enthusiastischen Worte niederschrieb, war der von ihm gefeierte *Optische Maser* oder auch *Laser*, wie man ihn bald darauf allgemein nennen sollte, gerade ein Jahr alt geworden. Zehn Monate zuvor, im August des Jahres 1960, hatte eine von Schawlow geleitete Arbeitsgruppe in den berühmten Bell Telephone Laboratories in Murray Hill/USA einen Rubin-Kristall durch optische Anregung zum *Lasen* gebracht, d.h. den Kristall durch Zuführung von Lichtenergie dazu angeregt, selbst Lichtimpulse bislang unerreichter Intensität und Bündelung auszusenden.³ Schawlows Gruppe war jedoch nicht die erste, der dies gelang.⁴ Bereits im Juni 1960 hatte ein vermeintlicher Außenseiter im „Rennen“ um die Realisierung des ersten optischen Masers oder Lasers, der in den Hughes Laboratories in Malibu/Kalifornien arbeitende Theodore H. Maiman, einen Rubin zum *Lasen* gebracht, allerdings ohne damit in der Fachwelt auf große Resonanz zu stoßen.⁵ Erst als Schawlow und seine Mitarbeiter ihre Untersuchungsergebnisse, die Maimans Arbeiten bestätigten, im Oktoberheft der re-

1 Arthur L. Schawlow: Optical Masers. In: Scientific American 204 (1961) 6, S. 52–61, Zitat S. 61.

2 Schawlow erhielt 1981 zusammen mit Nicolaas Bloembergen den Physik-Nobelpreis für den von ihm geleisteten Beitrag zur Entwicklung der Laserspektroskopie.

3 R. J. Collins, W. Bond, C. G. B. Garrett, W. Kaiser, D. F. Nelson, A. L. Schawlow: Coherence, Narrowing, Directionality and Relaxation Oscillations in the Light Emission of Ruby. In: Physical Review Letters 5 (1960) 7, S. 303–305.

4 Zur Geschichte des Wettlaufs um den Laser vgl.: Joan Lisa Bromberg: The Laser in America 1950–1970. Cambridge/Mass., London 1991; Mario Bertolotti: Masers and Lasers. An Historical Approach. Bristol, Philadelphia 1983.

5 Theodore H. Maiman: Stimulated Optical Radiation in Ruby. In: Nature 187 (1960), S. 493–494; Ders.: Optical Maser Action in Ruby. In: British Communications & Electronics 7 (1960) 9, S. 674–675.



Abb. 1.1: Arthur L. Schawlow 1988



Abb. 1.2: Nicolaas Bloembergen

nommierten amerikanischen Fachzeitschrift *Physical Review Letters* veröffentlichten⁶, kam dieses einer wissenschaftlichen Sensation gleich und löste weltweit eine wahre Forschungs-Euphorie auf dem Lasergebiet aus.

Noch im Dezember 1960 funktionierte ebenfalls bei Bell der von einem Team um den Physiker Ali Javan gebaute Helium-Neon-Laser als erster optischer Maser mit einem gasförmigen Medium.⁷ Binnen weniger Jahre kam es zu immer weiteren Entdeckungen von Materialien mit Lasereigenschaften und zu immer neuen Erkenntnissen über die Natur und die Eigenschaften des Laserlichts. Auf die Entdeckung des Rubinfestkörper- und des Helium-Neon-Gaslasers folgten die des Glas-Lasers (1961), des Caesium-Gaslasers und des Tieftemperatur-Halbleiterlasers (beide 1962), wobei letzterer innerhalb nur eines Monats unabhängig voneinander an drei amerikanischen Forschungseinrichtungen (IBM, General Electric und dem Lincoln Laboratory des MIT) realisiert werden konnte. In den folgenden Jahren schloss sich der Bau des Ionenlasers und des Kohlen-

⁶ Vgl. Anm. 3.

⁷ A. Javan, W. R. Bennett jr., D. R. Herriott: Population Inversion and Continuous Optical Maser Oscillation in a Gas Discharge Containing a He-Ne-Mixture. In: *Physical Review Letters* 6 (1961) 3, S. 106–110.

dioxidlasers (1963), des chemischen Lasers (1965), des zugleich in den USA und der Bundesrepublik entwickelten Farbstofflasers (1966), des Excimerlasers (1967) und des bei Raumtemperatur kontinuierlich arbeitenden Halbleiterlasers (1969) an. Bis zum Ende des Jahrzehnts wurden darüber hinaus in den USA und der Bundesrepublik zunächst „klassische“ und bald darauf auch Quantentheorien des Lasers entwickelt, die das neue physikalische Phänomen theoretisch erklärten und einer mathematischen Behandlung zugänglich machten.⁸

Hatten seit der Veröffentlichung des grundlegenden Artikels „*Infrared and Optical Masers*“ durch Arthur L. Schawlow und seinen Schwager Charles H. Townes im Dezember 1958 in der *Physical Review*⁹ bestenfalls nur eine Handvoll Forschungsgruppen am Laserproblem gearbeitet, so stieg deren Zahl zwischen 1960 und 1963 allein in den USA nun auf 400 bis 500 an.¹⁰ Zur gleichen Zeit explodierte förmlich die Zahl der Publikationen zum Laser (vgl. Abb. 1.3). Verzeichnete beispielsweise das Referateorgan *Physikalische Berichte* für 1961 lediglich 9 Einträge zum „*optischen Maser*“, so waren es 1965 zum Thema „*Laser*“ bereits 603 und 1970 schließlich gar 1.033 Einträge, darunter 211 zu Anwendungen des Lasers.¹¹ 1966 listete ein einschlägiges Fachbuch nicht weniger als 3.141 Literaturhinweise zum Thema Laser auf, und eine zwei Jahre später erschienene Laser-Bibliographie verwies für den Zeitraum zwischen Mai 1963 und 1966 auf 3.990 Neuerscheinungen.¹²

8 Vgl. Hermann Haken: *Laser Theory*. Berlin, New York 1970 (Handbuch der Physik, Bd. XXV/2c).

9 *Physical Review* 112 (1958) 6, S. 1940–1949.

10 Vgl. Bromberg (1991), S. 113 f. Arthur L. Schawlow schätzte im Sommer 1963 die Zahl der Forschungsgruppen sogar auf wenigstens 500. Vgl. dazu A. L. Schawlow: *Advances in Optical Masers*. In: *Scientific American* 209 (1963) 1, S. 34–45.

11 Vgl. *Physikalische Berichte*, hrsg. vom Verband der Deutschen Physikalischen Gesellschaften e. V. und von der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1961 (Bd. 40), 1965 (Bd. 44), 1970 (Bd. 49). Zum Vergleich: Das amerikanische Referateorgan *Physics Abstracts*, hrsg. von The Institution of Electrical Engineers (Science Abstracts, Section A) zählte 1961 (Vol. 64) unter dem Stichwort „*Masers*“ (incl. „*Optical Masers*“) 77 Einträge, 1965 (Vol. 68) unter „*Optical Masers*“ 125 Einträge und 1970 unter „*Lasers*“ über 2.400 Einträge, davon unter „*Laser Applications*“ 337 Einträge.

12 Dieter Röß: *Laser. Lichtverstärker und -Oszillatoren*. Frankfurt am Main 1966 (Technische-Physikalische Sammlung, Bd. 4); Kiyo Tomiyasu: *The Laser Literature. An Annotated Guide*. New York 1968. Zum Vergleich: Die Universitätsbibliothek Jena listet in ihrer Literaturzusammenstellung über Laser für die Jahre 1958 bis 1963 insgesamt 3.417 Titel auf, von denen 87 auf das Jahr 1960, 341 auf das Jahr 1961, 1.141 auf das Jahr 1962 und 1.827 auf das Jahr 1963 entfallen. Vgl. Bibliographische Mitteilungen der Universitätsbibliothek Jena, Nr. 2 (1963) und Nr. 4 (1964). A. K. Kamal: *Laser Abstracts. Volume 1*. New York 1964 listet 743 Titel auf.

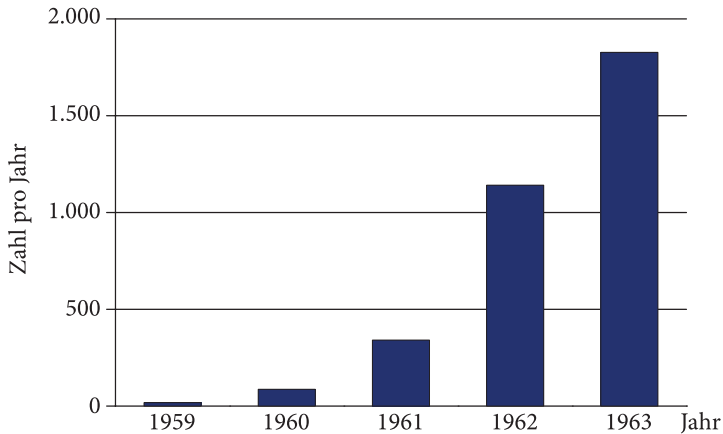


Abb. 1.3: Zahl der jährlichen Artikel zum Laser (1958–1963)¹³

Dem wachsenden Interesse der Wissenschaftler am Laser stand das ihrer Geldgeber kaum nach. Allein in den USA stiegen innerhalb eines Jahrzehnts die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung im Laserbereich von einigen zehn Millionen auf Hunderte von Millionen Dollar, die zunächst vor allem von der Regierung bzw. dem Militär aufgebracht wurden.¹⁴ Aufmerksamkeit erregte der Laser aber nicht nur in Fachkreisen, sondern ebenso in der Öffentlichkeit, wozu zahlreiche populärwissenschaftliche Veröffentlichungen, darunter auch aus der Feder namhafter Laserforscher¹⁵, beitrugen. Interessant erschien der Laser für ein breiteres Publikum vor allem wegen der eng mit ihm verbunden Vorstellung scheinbar allmächtiger Strahlenwaffen, die nicht nur die Phantasie der Militärs anregten. Bereits H. G. Wells hatte 1898 mit seinen, dem späteren Laser verblüffend ähnlichen Strahlenwaffen der Marsianer in dem Roman *The War of the Worlds* einen literarischen Alptraum geschaffen, der noch Jahrzehnte

13 Zusammengestellt nach: Literaturzusammenstellung über Laser. Schrifttum der Jahre 1958–1962. Jena 1963 (Bibliographische Mitteilungen der Universitätsbibliothek Jena Nr. 2) mit Nachtrag 1: Schrifttum der Jahre 1958–1963 einschl. Jena 1964 (Bibliographische Mitteilungen der Universitätsbibliothek Jena Nr. 4).

14 Bezogen auf den Zeitraum zwischen 1963 und 1973. Vgl. Bromberg (1991), S. 12. Im Jahre 1969 lag allein der militärische Anteil laut der Zeitschrift *Laser Focus* (Januar 1970), S. 27 bei 115 Millionen Dollar.

15 So z. B. von Arthur L. Schawlow mit seinen beiden Aufsätzen „Optical Masers“ und „Advances in Optical Masers“ im *Scientific American* 204 (1961) 6, S. 52–61 und 209 (1963) 1, S. 34–45 oder Hermann Haken: Der Laser. In: *Naturwissenschaftliche Rundschau* 16 (1963) 8, S. 298–301.

und zwei Weltkriege später bei Militärs und Politikern Wirkung zeigen und nicht unerheblich zur militärischen Förderung der Laserforschung beitragen sollte.¹⁶ Kaum hatte der Laser das Licht der Welt erblickt, war in seinem Zusammenhang öffentlichkeitswirksam von „Todesstrahlen“ und „Lichtkanonen“ die Rede.¹⁷ Manche Autoren sahen im Laser aber auch ein „Wunderwerkzeug“, eine „Wunderlampe“ oder schlicht „Aladins Lampe“, die nicht nur Tod und Verderben zu bringen vermochte, sondern auch in der Lage sein sollte, riesige Entfernungen auf einen hunderttausendstel Millimeter genau zu messen oder Raumschiffe im Weltall drahtlos mit Energie zu versorgen.¹⁸ Der deutsche Raketenforscher Eugen Sänger versprach sich 1962 vom Laser gar „eine dauernde Befriedung der Luft- und Raumfahrt“.¹⁹ Trotz solcher in der Öffentlichkeit verbreiteten Befürchtungen und Hoffnungen blieb das Bild vom Laser, seiner Funktionsweise und seinen Anwendungsmöglichkeiten, außerhalb der ausgesprochen Insiderkreise der Laserphysiker und Lasertechniker jedoch seltsam diffus und von weitgehender Unkenntnis bestimmt. Noch 35 Jahre nach der Erfindung des Lasers kam im April 1995 ein Artikel unter dem Titel „Unbekannte Laserstrahlen“ in der Wochenzeitung *Die Zeit* zu dem Schluss, dass selbst in deutschen Unternehmen, für die die Anwendung der „Schlüsseltechnologie“ Laser von zentraler Bedeutung für ihre zukünftigen Marktchancen sein könnte, „kaum jemand etwas über Laser weiß“.²⁰

16 Die militärischen Implikationen der Geschichte des Lasers werden weiter unten noch ausführlich behandelt werden. Zur Deutung von Wells Beschreibung der Strahlenwaffe der Marsianer vgl. Frank McConnell: *The Science Fiction of H.G. Wells*. New York, Oxford 1981, S. 134 sowie Helmut Jansing: *Die Darstellung und Konzeption von Naturwissenschaft und Technik in H. G. Wells' „scientific romances“*. Frankfurt/M., Bern 1977 (Europäische Hochschulschriften, Reihe XIV, Bd. 45), S. 147.

17 Vgl. u. a. John M. Carroll: *Todesstrahlen? Die Geschichte des Lasers*. Berlin, Frankfurt 1965; Frank Früngel: *Todesstrahlen*. In: *Umschau* 17 (1962) 17, S. 551; *Lichtkanone*. In: *Elektronik-Zeitung* (1963) 24, S. 10; H. Kießlich-Köcher: *Strahlen gegen Raketen?* In: *Militärwesen* 7 (1963) 2, S. 243 – 250.

18 Vgl. u. a.: *Aladins Lampe*. In: *Der Spiegel* 16 (1962) 16, S. 90 – 92; „Wunderlampe“ der Neuzeit: *Der Laser*. In: *Universum* 18 (1963) 7, S. 334 – 336; Udo Renschick: *Laser, ein Wunderwerkzeug der Technik*. In: *Automatisierung* 8 (1963) 10, S. 32 – 34 oder R. Reiner: *Aladins moderne Lampe*. In: *Draht und Welle* 14 (1964) 5, S. 10 – 11.

19 Zitiert nach: *Der Spiegel* 16 (1962) 16, S. 92.

20 *Die Zeit* Nr. 16 vom 14.4.1995, S. 41.

1.1 Laser – das besondere Licht

Das Akronym LASER leitet sich aus den Anfangsbuchstaben der englischen Umschreibung *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* ab, die im wesentlichen das Funktionsprinzip des so beschriebenen Gerätes wiedergibt: Ein Laser ist demnach ein Lichtverstärker, der auf dem physikalischen Prinzip der stimulierten (angeregten, erzwungenen) Emission von Strahlung beruht. Sein Name entstand in enger Anlehnung an den wenige Jahre zuvor erfundenen und nach einem vergleichbaren Prinzip arbeitenden MASER (*Mikrowave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), mit dessen Hilfe Mikrowellen erzeugt und verstärkt werden können.²¹

Das dem Laser Namen gebende quantenphysikalische Phänomen der stimulierten Emission wurde erstmals 1916/17 von Albert Einstein im Rahmen einer Herleitung des Planckschen Strahlungsgesetzes beschrieben.²² Neben der Absorption und der spontanen Emission postulierte Einstein als dritte mögliche Form der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie die *stimulierte Emission*, wobei in ihrem Falle die in ein Medium einfallende Strahlung nicht absorbiert wird, sondern das Medium selbst dazu anregt, Strahlung auszusenden. Die auf diese Weise angeregte (stimulierte) Strahlung besitzt ganz besondere Eigenschaften, die sie für Naturwissenschaft und Technik gleichermaßen interessant macht.²³ So wird sie nicht wie herkömmliches Licht in Form einer Kugel-

21 Erste Konzepte für einen „optischen Maser“ formulierten im Jahre 1957 fast zeitgleich die amerikanischen Physiker Charles H. Townes und Gordon Gould in ihren Notizbüchern, wobei Gould den optischen Maser erstmals als LASER bezeichnete. Um Goulds Laser-Eintragung in seinem Notizbuch gab es später einen erbittert geführten Patentstreit in den USA, den Gould erst nach Jahrzehnten zumindest teilweise zu seinen Gunsten entscheiden konnte. Vgl. dazu Bromberg (1991), S. 75 sowie den Artikel „Der Streit um Laser“, Stuttgarter Zeitung, 9.1.1978, S. 12.

22 Albert Einstein: Zur Quantentheorie der Strahlung. In: Physikalische Zeitschrift 18 (1917), S. 121 – 128 (erstmalig abgedruckt in den Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zürich, Nr. 18, 1916). Vgl. auch: Jost Lemmerich: Zur Geschichte der Entwicklung des Lasers. Berlin 1987 (Berliner Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Bd. 6).

23 Im folgenden soll lediglich ein kurzer Überblick zu den Grundlagen und Anwendungen des Lasers gegeben werden. Nähere fachliche Informationen bieten: Hermann Haken: Licht und Materie II: Laser. Mannheim, Wien, Zürich 1981; Albrecht Winnacker: Physik von Maser und Laser. Mannheim, Wien, Zürich 1984; Wulfhard Lange: Einführung in die Laserphysik. 2. Aufl., Darmstadt 1994; Witlof Brunner, Klaus Junge: Lasertechnik. Eine Einführung. 4. Aufl., Heidelberg 1969; Axel Donges: Physikalische Grundlagen der Lasertechnik. Heidelberg 1988 (Technische Physik, Bd. 1); Anwendungen des Lasers. Heidelberg 1988 (Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung). Eine populäre Einführung bietet Angelika

welle in alle Raumrichtungen zugleich abgestrahlt, sondern – wie bereits Einstein zeigen konnte – in nur einer, durch die anregende Strahlung fest vorgegebenen Richtung abgegeben. Das durch stimulierte Emission erzeugte Laserlicht ist außerdem kohärent, d. h. zwischen der einfallenden und der abgegebenen induzierten Strahlung bestehen feste zeitliche und räumliche Phasenbeziehungen. Die zeitliche Kohärenz des so emittierten Lichts (die Kohärenzlänge von stabilisierten Helium-Neon-Lasern beträgt beispielsweise mehr als hundert Kilometer) bewirkt, dass die spektrale Bandbreite der Laserstrahlung sehr gering, Laserlicht also extrem monochromatisch bzw. farbrein ist. Die räumliche Kohärenz dieses Lichtes führt dazu, dass die Kollimation des Laserstrahls sehr gut ist, d. h. dass er nur einen sehr geringen Öffnungswinkel besitzt. Laserstrahlen reichen dadurch sehr weit und können darüber hinaus auf eine minimale Fläche fokussiert werden.

Obwohl Laser nur einen relativ geringen effektiven Wirkungsgrad besitzen (einige Promille bis 20 Prozent), kann die von ihnen abgestrahlte Leistung außerordentlich hoch sein. Kohlendioxidlaser erreichen im Dauerbetrieb (cw-Betrieb) mehr als 100 Kilowatt, Festkörperlaser im gepulsten Betrieb (p-Betrieb) bei extrem kurzer Pulsdauer sogar Leistungen im Giga- bis Terawatt-Bereich (10^9 bis 10^{12} Watt), was für Bruchteile von Sekunden der Leistung Tausender von Kernkraftwerken entspricht. Mit Laserpulsen derartiger Leistung lässt sich jedes bekannte Material verdampfen oder auch ein geeignetes Plasma auf Fusions-temperatur anheizen. Extrem kurze Laserpulse im Femtosekundenbereich (10^{-15} Sekunden) ermöglichen darüber hinaus die „Beobachtung“ von chemischen Reaktionen, die sich in vergleichbar kurzen Zeiträumen abspielen, oder können dazu genutzt werden, besonders schnelle *optische* Computer zu bauen.

Eine Laseranordnung besteht grundsätzlich aus drei Hauptkomponenten (vgl. Abb. 1.4): einem Lasermedium (1), das die stimulierte Strahlung abgibt, einer Anregungs- bzw. Pumpquelle (2), die dem Laser die für die Erzeugung der stimulierten Strahlung notwendige Energie zuführt, und einer Rückkopplungsanordnung (Resonator) (3), die im Lasermedium eine Oszillation bewirkt und dadurch erst den Laserstrahl hervorruft. Die einzelnen Lasertypen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Lasermediums (fest, flüssig oder gasförmig), der Anregungsquelle (Blitzlampe, elektrische Gasentladung, elektrischer Strom, chemische Reaktion oder anderer Laser), ihrer Betriebsart (kontinuierlich oder gepulst), ihrer Leistung (von wenigen Milliwatt bis hin zu mehr als hundert

Anders-von Ahlften, Hans-Jürgen Altheide: Laser – das andere Licht. Schlüsseltechnologie der Zukunft. Stuttgart 1989.

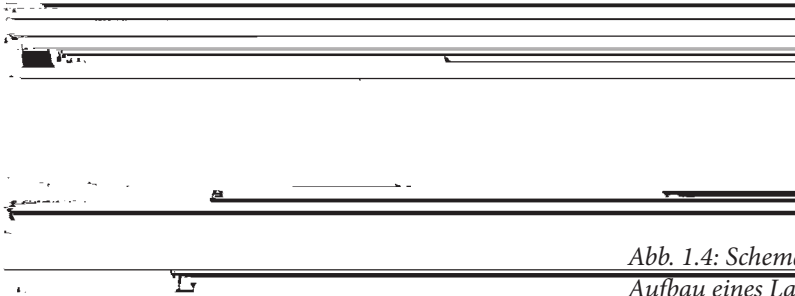


Abb. 1.4: Schematischer Aufbau eines Lasers mit den Komponenten Lasermedium, Pumpquelle und Resonator

Gigawatt im Pulsbetrieb) und der von ihnen abgegebenen Strahlung (je nach Bauart von Infrarot bis Ultraviolett), wobei sie ihre Bezeichnung zumeist dem in ihnen verwendeten Lasermedium verdanken.

Man kennt heute zahllose Stoffe (Medien), die zum *Lasen* angeregt werden können. Entsprechend vielfältig ist die Zahl der Lasertypen, zu deren wichtigsten und bekanntesten im Bereich der *Festkörper-Laser* der Rubinlaser, der Neodymlaser, der Halbleiterlaser und der Farbzentrenlaser, im Bereich der *Flüssigkeits-Laser* der über einen weiten Spektralbereich durchstimmbare Farbstofflaser sowie im Bereich der *Gas-Laser* der Helium-Neon-Laser, der Kohlendioxidlaser, der Excimer-Laser²⁴ und der chemische Laser zählen. Nicht so ohne Weiteres in dieses Schema einordnen lassen sich der Freie-Elektronen-Laser sowie der noch im Forschungsstadium befindliche Röntgenlaser.

Aufgrund der Kohärenzeigenschaften ihres Lichts und ihrer vielfältigen Bauformen lassen sich Laser heute vielseitig praktisch verwenden. Winzige Halbleiterlaser befinden sich in den CD-Spielern unserer Haushalte oder als Scanner in den Kassen der Supermärkte. In der Medizin koagulieren Gas-Laser abgelöste Netzhäute, trennen Gewebe, schließen Gefäße oder entfernen Krebsgeschwülste. In der Materialbearbeitung schneiden, schweißen, bohren, vergüten und beschriften Gas- und Festkörper-Laser Metallteile oder Kunststoffe. In der industriellen Messtechnik dienen Laser als Richt- und Leitstrahl oder messen exakt Entfernungen, Längen und Geschwindigkeiten. Im Umweltschutz analysieren Laser die Atmosphäre und in der Nachrichtentechnik übertragen sie Infor-

²⁴ Beim Excimer-Laser beruht die Funktionsweise auf einer Molekülreaktion zwischen Edelgas- und Halogenatomen. Seine Bezeichnung leitet sich von *Excited Dimer* ab, was ganz allgemein *angeregtes zweiatomiges Molekül* bedeutet.

mationen, speichern Daten und bedrucken Papier. In der Kunst erzeugen Laser spezielle Lichteffekte oder Hologramme und in der Militärtechnik dienen sie der Kommunikation, der Navigation, der Zielerfassung oder gar als Waffen zur Bekämpfung von Zielen im Weltraum, in der Luft und am Boden. Einen festen Platz haben Laser schließlich in der Forschung gefunden, etwa in der Kernfusion und der Isotopentrennung, in der Spektroskopie, beim Zünden und Steuern chemischer Reaktionen, beim Einfangen und Kühlen von Atomen, in der Holographie oder bei der Erfassung ultraschneller Phänomene in Flüssigkeiten und Festkörpern.

Binnen drei Jahrzehnten stieg der Laser Dank seiner besonderen Eigenschaften zum beinahe universellen Hilfsmittel in Wissenschaft und Technik auf. Im Jahre 1993 wurden weltweit bereits mehr als 76 Millionen Laser verkauft.²⁵ Das Marktvolumen allein für Laserquellen liegt heute bei 1,7 Mrd. DM und wird für die Jahrtausendwende auf 3 Mrd. DM geschätzt.²⁶ Die Umsätze der auf diesen Laserquellen basierenden Industrie für Lasersysteme, wie etwa der für Materialbearbeitungslaser, für medizinische Laser oder für CD-Player, liegen sogar noch um ein Mehrfaches höher, da je nach Anwendungsbereich der Anteil der Laserstrahlquellen in der Regel weniger als ein Drittel des gesamten Systemwertes beträgt.²⁷ Angesichts solcher Zahlen und der sich ständig erweiternden Einsatzbereiche des Lasers in Forschung, Produktion, Kommunikation, Medizin, Umweltschutz, Dienstleistungen und Alltagswelt verwundert es nicht, dass eine im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie vom renommierten Münchner IFO-Institut angefertigte Studie zu *Stand und wirtschaftlichen Perspektiven der industriellen Lasertechnik in der Bundesrepublik Deutschland 1990* zu dem Resultat kam, dass die Lasertechnik als eine „Schlüsseltechnologie“ für moderne Industriegesellschaften anzusehen ist.²⁸

25 Vgl. Stephen G. Anderson: Review and forecast of laser markets 1994. In: *Laser Focus World* 30 (1994) 1, S. 62–76.

26 Vgl. Angaben in: VDI-Nachrichten 48 (1994) 4, S. 1 und *Die Zeit*, Nr. 16 vom 14.4.1995, S. 41.

27 In der Informations- und Messtechnik liegt er meist unter 5 Prozent, bei medizinischen Systemen bei etwa 20 Prozent und in der Materialbearbeitung durchschnittlich bei über 30 Prozent. Vgl. Michael Reinhard: *Stand und wirtschaftliche Perspektiven der industriellen Lasertechnik in der Bundesrepublik Deutschland*. München 1990 (ifo studien zur indusriewirtschaft 39), S. 128.

28 Reinhard (1990), S. 2.

1.2 Laserforschung und Lasertechnik als Gegenstand der historischen Forschung

Trotz ihrer großen wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Bedeutung fand die Entwicklung der „Schlüsseltechnologie Laser“ in der wissenschafts- und technikhistorischen Forschung lange Zeit kaum Beachtung. Zwar stellte bereits 1973 *Knaurs Geschichte der Technik*,²⁹ eine damals in der Bundesrepublik weit verbreitete populärwissenschaftliche Gesamtschau der Technikentwicklung von ihren Anfängen bis zur Gegenwart, im Zusammenhang mit der Behauptung,

„untersucht man die Zeitspanne zwischen der wissenschaftlichen Idee und ihrer praktischen Verwirklichung und bis zur Massenproduktion, so erkennt man eine stetige Verkürzung. Bei der Dampfmaschine waren es etwa 90 Jahre, beim Telephon bereits 30 bis 40 Jahre, bei Dieselmotor und Flugzeug 20 Jahre. Bei der Kernspaltung dauerte dieser Prozeß nur 4 Jahre, beim Halbleiter und Transistor 5 Jahre, beim scharf gebündelten, sehr energiereichen Laser-Lichtstrahl (1960 Maiman) benötigte man gar nur noch wenige Monate bis zur technischen Anwendung“,³⁰

den Laser in eine Reihe mit anderen grundlegenden Erfindungen des Industriezeitalters, ohne damit jedoch die Aufmerksamkeit der Forschung auf den Laser zu lenken oder gar eine kritische Überprüfung dieser These anhand einer Analyse des Ablaufes von Invention, Innovation und Diffusion in der Lasertechnik auszulösen.

In der wissenschafts- und technikhistorischen Forschung standen in den 1970er und 1980er Jahren andere Entwicklungen im Mittelpunkt des Interesses, bei denen es sich ganz offensichtlich um die weitaus bedeutsameren Schwerpunkte in der Wissenschaftsentwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg zu handeln schien, wie beispielsweise die der Kernenergie, der Luft- und Raumfahrttechnik, der Datenverarbeitung oder der Hochenergiephysik.³¹ Die Auswirkungen dieser lange Zeit dominierenden Orientierung der Historiographie vor allem auf den Bereich der „*big science*“ lassen sich im Falle des Lasers bis in die Gegenwart nachweisen: Selbst in renommierten Überblickswerken zur Geschichte von Natur-

29 Carl Graf von Klinckowstroem: *Knaurs Geschichte der Technik*. München, Zürich o. J. (überarbeitete und ergänzte Auflage der Erstausgabe von 1959 aus dem Jahre 1973).

30 Ebd., S. 477.

31 Vgl. dazu als Beispiel für Deutschland die seit 1990 im Campus Verlag erscheinende Reihe „Studien zur Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen“ als Ergebnis des seit 1986 laufenden und von der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) geförderten Projekts zur Geschichte der Großforschungseinrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland.

wissenschaft und Technik der jüngsten Zeit findet der Laser, wenn überhaupt, allenfalls am Rande Erwähnung.³²

Das Interesse an der Geschichte des Lasers steht damit im deutlichen Kontrast etwa zu dem an der Geschichte des nur unwesentlich älteren Transistors, dem als Basistechnologie für die Halbleitertechnik und elektronische Datenverarbeitung in der allgemeinen und speziellen Wissenschaftsgeschichtsschreibung bislang eine wesentlich größere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.³³ Noch 1992 wies der renommierte amerikanische Wissenschaftshistoriker Paul Forman in dem Osiris-Themenband *Science after '40* auf dieses Ungleichverhältnis hin und gelangte in diesem Zusammenhang hinsichtlich der besonderen historischen Bedeutung des Lasers (und Masers) im Vergleich zum Transistor zu dem Schluss:

„But while the transistor truly increased the ‚size‘ of the solid-state physics enterprise, it had only a small part in creating the conceptual categories basic to the field. The historical meaning of the maser and laser is greater, even if the size of the enterprise that they spawned is not.“³⁴

Deutlich wurde die besondere Bedeutung der Geschichte des Lasers für die Wissenschaftsentwicklung der Nachkriegszeit – zumindest soweit sie die USA betrifft – allerdings erst infolge von Forschungen amerikanischer Wissenschaftshistoriker/-innen ab Mitte der 1980er Jahre, in denen dieses Thema erstmals auf wirklich breiter Quellengrundlage sowie mit den Methoden und Fragestellungen der modernen Geschichtswissenschaft bzw. Wissenschaftsgeschichte behandelt wurde.³⁵ Noch bis zu Beginn der 1990er Jahre beherrschte allerdings eine andere,

32 Als einige der wenigen Beispiele für eine zumindest beiläufige Erwähnung sei verwiesen auf Wolfgang König (Hrsg.): *Propyläen Technikgeschichte* Bd. 5: Hans-Joachim Braun, Walter Kaiser: *Energiewirtschaft, Automatisierung, Information seit 1914*. Berlin 1992, S. 403, 503 und 520; Gisela Buchheim, Rolf Sonnemann (Hrsg.): *Geschichte der Technikwissenschaften*. Leipzig 1990, S. 420 und 436; Károly Simonyi: *Kulturgeschichte der Physik*. Thun, Frankfurt am Main 1990, S. 402; Robert Locqueneux: *Kurze Geschichte der Physik*. Göttingen 1989 (UTB 1558), S. 139.

33 Vgl. zu dieser Problematik Lillian Hoddeson, Ernest Braun, Jürgen Teichmann, Spencer R. Weart (Ed.): *Out of the Crystal Maze. Chapters from the History of Solid State Physics*. New York 1995.

34 Paul Forman: *Inventing the Maser in Postwar America*. In: Arnold Thackray (Ed.): *Science after '40. Osiris, second series* (1992) Vol. 7, S. 105 – 134, hier S. 134.

35 Zu nennen sind hier: Jeff Hecht: *Beam Weapons. The Next Arms Race*. New York 1984; Joan Lisa Bromberg: *Research Efforts that led to Laser Development*. In: *Laser Focus/Electro Optics*, Oct. 1984, S. 58 – 60; J. L. Bromberg: *The Construction of the Laser*. In: *Laser Topics*, Oct. 1985, S. 2 – 6; J. Hecht (Ed.): *Laser Pioneer Interviews*. London 1985 (erweiterte Neuauflage unter dem Titel „*Laser Pioneers*“ London 1992); J. L. Bromberg: *Engineering Knowledge in the Laser Field*. In: *Technology & Culture* 27 (1986) 4, S. 798 – 818; J. L.

wesentlich ältere Art der Geschichtsschreibung das Bild von der Entdeckung und Entwicklung des Lasers, auf die zumindest kurz einzugehen ist.

Bereits 1964, also nur vier Jahre nach der ersten Realisierung eines Lasers, erschien in den USA als erste „Lasergeschichte“ das Buch von John M. Carroll „*The Story of the Laser*“,³⁶ das bereits ein Jahr später unter dem etwas martialisches Titel „*Todesstrahlen? Die Geschichte des Lasers*“ auch in deutscher Übersetzung erhältlich war. Carroll ging es in seinem Buch allerdings nicht um eine historische Analyse der Entdeckungs- und Entwicklungsgeschichte des Lasers, sondern, wie vor allem der Titel der deutschen Übersetzung bereits nahelegt, um eine Vermarktung der zu Beginn der 1960er Jahre vom Laser auf die breite Öffentlichkeit ausgehenden Faszination. Über das Vehikel der Geschichte wurde dabei der Versuch unternommen, ein schwieriges physikalisches Thema möglichst populär und allgemeinverständlich darzustellen. *The Story of the Laser* wurde damit gewissermaßen zum Ausgangspunkt einer ganzen Reihe populärwissenschaftlicher Darstellungen zur Geschichte des Lasers, die bis in die jüngste Zeit vor allem von Wissenschaftsjournalisten, aber auch, zumeist in Verbindung mit Jubiläen der Laserentwicklung, von unmittelbar an dieser Entwicklung beteiligten Wissenschaftlern verfasst wurden.³⁷ Der historische Erkenntniswert der Mehrzahl dieser Abhandlungen ist allerdings mehr als zweifelhaft, da in ihnen die Geschichte des Lasers häufig als eine einzige Erfolgsgeschichte erscheint, die gekennzeichnet war von einer sich scheinbar natürlich ergebenden, allenfalls von wirtschaftlichen Sachzwängen abhängenden Entwick-

Bromberg: The Birth of the Laser. In: *Physics Today* 41, Oct. 1988, S. 4 – 11; Bromberg (1991); Robert W. Seidel: From glow to flow. A history of military laser research and development. In: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 18 (1987) 1, S. 111 – 147; R. W. Seidel: How the Military responded to the Laser. In: *Physics Today* 41, Oct. 1988, S. 12 – 19; Paul Forman: Behind quantum electronics: National security as basis for physical research in the United States, 1940 – 1960. In: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 18 (1987) 1, S. 149 – 229; Bromberg (1991) und Forman (1992).

36 John M. Carroll: *The Story of the Laser*. New York 1964; Ders.: *Todesstrahlen? Die Geschichte des Lasers*. Berlin, Frankfurt 1965.

37 Vgl. für die Bundesrepublik z. B. Hans-Erhard Lessing: Die Geburt des Lasers ... und er strahlte doch. In: *Bild der Wissenschaft* 3 (1976), S. 80 – 87; Robert Schwankner: Der Laser. In: *Kultur & Technik* 3 (1979) 1, S. 12 – 19; Herbert Walther: 25 Jahre Laser. Geschichte und Anwendungen einer phantastischen Lichtquelle. In: *Naturwissenschaftliche Rundschau* 38 (1985) 11, S. 447 – 451; Wolfgang Kaiser: 25 Jahre Laser. In: *Physikalische Blätter* 41 (1985) 11, S. 370 – 377; Hans Zettler: Als die Welt das Licht des Lasers erblickte. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 7. August 1985, S. 17 – 18; Michael Kneissler: Die Erfindung des Lasers. Ein besonderer Lichtstrahl erobert die Welt. In: *P.M. Perspektive Laser*, o.J. (1989), S. 4 – 19.

lung zu immer besseren und fortschrittlicheren physikalisch-technischen Problemlösungen. Nur in Ausnahmefällen, insbesondere soweit sie von Laserforschern selbst verfasst sind, vermitteln sie wertvolle Hinweise, die jedoch der Überprüfung durch andere Quellen bedürfen.

Letzteres gilt auch für einen weiteren Zweig der „Geschichtsschreibung“ zum Laser, der in den USA bereits in den 1960er Jahren im Zusammenhang mit langjährigen und erbittert geführten Streitigkeiten um das Ersterfinderrecht am Laser entstanden ist. Über drei Jahrzehnte hinweg wurde diese Auseinandersetzung von dem Physiker Richard Gordon Gould gegen Charles H. Townes, Arthur L. Schawlow und eine Reihe großer US-Konzerne vor Gericht ausgefochten.³⁸ Anfänglichen Niederlagen Goulds folgten ab Ende der 1970er Jahre erste juristische Teilerfolge, die schließlich Mitte der 1990er Jahre in eine prinzipielle Anerkennung der Ansprüche Goulds mündeten. Bedeutsam für die Geschichtsschreibung zum Laser ist allerdings weniger der Ausgang dieses Rechtsstreits, zu dem bereits Joan Bromberg 1991 in ihrer Studie *The Laser in America* treffend bemerkt hat:

„That is to say, the uncertainty in inventors would turn out to be larger than the trio of Schawlow, Townes, and Gould“³⁹

Wichtiger ist vielmehr der Umstand, dass im Umfeld dieses Streites sich seit den 1960er Jahren zahlreiche direkt und indirekt an der Laserentwicklung beteiligte Wissenschaftler bemüht fühlten, ihre eigenen Versionen der Entdeckungs- und Entwicklungsgeschichte des Lasers zu Papier zu bringen.⁴⁰ Dieses Bedürfnis, eigene Prioritätsansprüche zu sichern, besondere Entwicklungsbeiträge heraus-

38 Vgl. dazu Rudolf Merget: Der Streit um Laser. Endspurt im Marathon um die Laser-Patente. In: Stuttgarter Zeitung vom 9. Januar 1978, S. 12; Eliot Marshall: Gould advances inventor's claim on the laser. In: Science 216 (1982), S. 392 – 395 sowie Bromberg (1991), S. 75 ff. u. 124.

39 Bromberg (1991), S. 77.

40 Vgl. u. a. Robert Saltonstall u. a.: The Commercial Development and Application of Laser Technology. New York 1965; Bela A. Lengyel: Evolution of Masers and Lasers. In: American Journal of Physics 34 (1966), S. 903 – 913; Joseph Weber: Lasers. Selected Reprints with Editorial Comment. New York 1967; Charles H. Townes: Quantum Electronics and Surprise in the Development of Technology. In: Science 159 (1968), S. 699 – 703; Arthur L. Schawlow: From Maser to Laser. In: Behram Kursunoglu, Arnold Perlmutter (Ed.): Impact of Basic Research on Technology. New York 1973, S. 113 – 148; Charles H. Townes: The early days of laser research. In: Laser Focus 14 (1978) 8, S. 52 – 58; Peter P. Sorokin: Contribution of IBM to Laser Science – 1960 to the Present. In: IBM Journal of Research and Development 23 (1979) 5, S. 476 – 488; Arthur L. Schawlow: Lasers in historical perspective. In: IEEE Journal of Quantum Electronics QE 20 (1984), S. 558 – 561.

stellen bzw. auf die eine oder andere Weise zu dem laufenden Prioritätsstreit Stellung nehmen zu wollen, bescherte der wissenschaftshistorischen Forschung zwar keine ihren methodischen Ansprüchen genügenden historische Abhandlungen zur Geschichte des Lasers, aber dafür ein Quellenmaterial besonderer Art, das mit einer Fülle interessanter Details zur Geschichte des Lasers aufzuwarten vermag.

Gewissermaßen in Fortsetzung dieser Tradition entstand Anfang der 1980er Jahre aus dem Bedürfnis eines Physikers, seinen Kollegen bzw. Studierenden der Physik einen Einblick in die historischen Entdeckungs- und Entwicklungszusammenhänge des Lasers zu geben, mit Mario Bertolottis Buch *„Masers and Lasers. An Historical Approach“*⁴¹ ein erster Ansatz zu einer umfassenden Behandlung der Geschichte des Lasers. Bertolottis erklärtes Ziel war es, mit seinem Buch nicht nur Doktoranden der Physik und Elektronik einen Zugang zum Verständnis der Laserphysik zu bieten, sondern in diesem Zusammenhang auch die historische Entwicklung der fundamentalen Ideen darzulegen, auf denen Maser und Laser basierten. Obwohl reichhaltig an historischem Material, vor allem im Hinblick auf die physikalischen Originalarbeiten zum Maser und Laser, stellt seine Arbeit aber allenfalls eine historisierende Einführung in die Laserphysik dar, deren *„historical approach“* den Ansprüchen einer modernen Wissenschaftsgeschichtsschreibung durch das Fehlen jeder Einordnung ihres Untersuchungsgegenstandes in übergeordnete wissenschaftliche, wirtschaftliche, politische oder gesellschaftliche Zusammenhänge nicht zu genügen vermag.

Gleiches gilt leider auch für die bislang einzige deutschsprachige Studie zur Geschichte des Lasers, die ebenfalls aus der Feder eines Physikers stammt, der sich jedoch inzwischen durch eine Reihe von Publikationen als Wissenschaftshistoriker einen gewissen Namen erworben hat.⁴² Jost Lemmerich fasste 1987 in der Broschüre *„Zur Geschichte der Entwicklung des Lasers“*⁴³ lediglich die Ergebnisse Bertolottis zusammen und ergänzte diese um umfangreichere Zitate bzw. Reproduktionen aus einigen zentralen Quellen zur Vor- und Frühgeschichte des Lasers von Einstein bis Maiman. Lemmerich betonte dabei zwar etwas

41 Bertolotti (1983), unveränderte Neuauflage Bristol, Philadelphia 1987. Vgl. dazu auch die Rezension von Joan Lisa Bromberg in *Technology & Culture* 26 (1985) 1, S. 134 – 135.

42 Vgl. u. a. Jost Lemmerich: *Zur Geschichte der Physik an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg*. Berlin 1986 (Berliner Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Bd. 3); Ders.: *Michael Faraday 1791 – 1867. Erforscher der Elektrizität*. München 1991; Ders.: *100 Jahre Röntgenstrahlen. Ausstellung aus Anlaß der Entdeckung der Röntgenstrahlen in Würzburg am 8. November 1895*. Würzburg 1995.

43 Lemmerich (1987).

ausführlicher die deutschen Anteile an der Vorgeschichte des Lasers, aber als ein ernsthafter wissenschaftshistorischer Beitrag zur Geschichte des Lasers ist seine Arbeit trotz dieser geringfügigen Perspektivverschiebung wenig brauchbar, da sie noch weniger als Bertolottis Buch übergreifenden Fragestellungen nachgeht und darüber hinaus auch nicht frei von Fehlern ist.⁴⁴

Eine Wissenschaftsgeschichtsschreibung zum Laser, die diesen Namen auch wirklich verdient, haben damit im eigentlichen Sinne, wie bereits angedeutet, seit Mitte der 1980er Jahre erst die Forschungsarbeiten der amerikanischen Wissenschaftsgeschichtsschreibung vor allem durch Joan Lisa Bromberg, Robert W. Seidel und Paul Forman initiiert. Diese Arbeiten entstanden auf der Grundlage von Dokumenten, Materialien und Interviews zur Geschichte der frühen Laserforschung in den USA, die im Rahmen eines unter der Schirmherrschaft des *Center for History of Physics* am *American Institute of Physics (AIP)* von zahlreichen Institutionen geförderten *Laser History Project (LHP)* zwischen 1983 und 1990 in den Vereinigten Staaten zusammengetragen worden sind.⁴⁵ Eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse des LHP veröffentlichte Joan L. Bromberg schließlich 1991 in ihrem bereits erwähnten Buch *The Laser in America*, das seitdem die wohl fundierteste historische Darstellung dieser Thematik bietet.

Ähnlich wie die Aufsätze Robert Seidels zum militärischen Aspekt der Laserforschung in den USA⁴⁶ oder die Arbeiten Paul Formans zum Maser⁴⁷ zielte Brombergs Studie weniger auf die physikalisch-technischen Aspekte der Geschichte des Lasers, als vielmehr auf die Einordnung dieser Aspekte in ihren sozialen Kontext.⁴⁸ Bromberg untersuchte dazu nicht nur die Arbeit und Motivation der einzelnen Laserforscher bzw. -forschergruppen, sondern ebenso deren institutionelles Umfeld sowie die weiteren politischen, wirtschaftlichen und militärischen Implikationen der Laserentwicklung. Ihr Ziel war es, mit Hilfe der Geschichte des Lasers ein Bild von der Struktur des „Hochtechnologie-

44 Lemmerich verlegt beispielsweise die Verleihung des Nobelpreises für Physik an die beiden sowjetischen Physiker Nikolai Basov und Alexander Prochorov sowie den amerikanischen Physiker Charles H. Townes in das Jahr 1954. Tatsächlich erhielten sie den Preis im Jahre 1964 und dann auch nicht für die „Erfindung des Masers“, wie Lemmerich behauptet, sondern für ihre grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiet der Quantenelektronik, die zur Schaffung von Generatoren und Verstärkern (Maser und Laser) geführt haben. Vgl. ebd., S. 32.

45 Vgl. Joan L. Bromberg: *Laser History Project in Final Stages*. In: *AIP History Newsletter* 21 (1989) 2, S. 1 f.

46 Seidel (1987) und Seidel (1988).

47 Forman (1992).

48 Vgl. Bromberg (1991), Preface, S. XI.

Establishments“ und der Forschungslandschaft der USA in einer besonders kritischen Periode zu entwerfen.⁴⁹ Das Beispiel gerade des Lasers schien ihr dafür in vielerlei Hinsicht besonders geeignet:

„Indeed, it is precisely the fact that academic scientists and engineers, federal agencies and departments, and industry were all involved with each other as well as with the technical developments, that gives the history of masers and lasers in the United States its larger interest.“⁵⁰

Auch Paul Forman zeigte in seiner bereits erwähnten Studie *Inventing the Maser in Postwar America* auf, dass die Entwicklung des Masers (und mit ihm des Lasers) „as a device“ nicht so sehr die Folge traditioneller Zielsetzungen in der physikalischen Forschung darstellte, sondern vielmehr einer grundsätzlichen „orientation corresponding to the new terms of social integration of American physics“ entsprach. Vergleichbar dem Transistor ist für Forman der Maser (und der Laser) vor allem ein Ausdruck der speziellen Bedürfnisse des US-Militärs als dem neuen Hauptsponsor physikalischer Forschungsprojekte nach 1945, wobei letzteren aber im Gegensatz zum Transistor nach Formans Überzeugung eine ganz besondere Bedeutung zukommt:

„Thus the emergence of the maser gives us a measure of the relative effectiveness in shaping postwar American science of the (compartmentalized) ideology of purity, on the one hand, and socially promoted programs of knowledge production, on the other.“⁵¹

Die von Bromberg und Forman herausgearbeitete grundsätzliche Bedeutung der Geschichte des Masers und Lasers im Rahmen der Entwicklung des amerikanischen Wissenschaftssystems nach dem Zweiten Weltkrieg wirft zwangsläufig die Frage nach den Verhältnissen in anderen Ländern auf. Bereits 1991 hatte Bromberg in ihrer allein auf die US-Entwicklung bezogenen Studie den großen Einfluss der europäischen und sowjetischen Forschungen auf die amerikanische Maser- und Laserentwicklung betont und davon ausgehend gefordert:

„Clearly we need histories of maser and laser research in other national contexts. Then we may compare the effect of varying environments on research directions and attack a range of supranational questions such as the diffusion of scientific information between nations and within nations.“⁵²

49 Vgl. ebd., S. 8.

50 Ebd., S. 8 f.

51 Ebd.

52 Bromberg (1991), Preface, S. XII.

Fünf Jahre nach dem Erscheinen der Studie Brombergs liegen derartige „Laser-Geschichten“ für andere Länder zwar noch immer nicht vor⁵³, aber es ist abzusehen, dass sich dies in naher Zukunft ändern wird. Die Arbeiten von Bromberg, Seidel und Forman zur Geschichte der amerikanischen Maser- und Laserentwicklung haben inzwischen vergleichbare Forschungsprojekte in Ländern wie Großbritannien, Frankreich, Russland, Japan und Deutschland angeregt.⁵⁴ Die Tatsache, dass im August 1996 auf der Tagung der *International Commission for the History of Technology* in Budapest/Ungarn erstmals anlässlich einer internationalen wissenschaftshistorischen Tagung eine eigene Sektion zur Geschichte des Lasers stattfinden konnte⁵⁵, verdeutlicht das wachsende Interesse an der Geschichte des Lasers innerhalb der Scientific Community.

1.3 Forschungsstand und Quellenlage in Deutschland

Wie bereits im Zusammenhang mit der Diskussion des internationalen Forschungsstandes angedeutet, existiert für Deutschland bislang keine umfassende wissenschaftliche Studie zur Geschichte des Lasers. In der Bundesrepublik wurde das Thema allenfalls in kleineren Beiträgen zu Einzelaspekten behandelt, wobei diese in der Regel von unmittelbar an der Entwicklung beteiligten Wissen-

53 Einen ersten Einblick in die sowjetische Entwicklung vermitteln bisher lediglich einige im Rahmen des AIP Laser History Project (LHP) gesammelte Unterlagen, wie z. B. ein Interview mit dem sowjetischen Laserforscher und Nobelpreisträger Nikolai Basov vom 14.9.1984, dessen Transkription sich heute in der LHP-Sammlung in der Niels Bohr Library des AIP in Washington D. C. befindet. Weitere Informationen bieten Nikolai G. Basov: *Semiconductor Lasers. Nobel prize lecture for 1964*. In: *Science* 149 (1965), S. 821 – 830 sowie Jelena Knorre: *Der Schöpfer des Lasers*. In: *Wissenschaft in der UdSSR*, Nr. 1, Jan./Feb. 1990, S. 7 – 18 und 50 – 52. Eine weitere Ausnahme bildet zumindest für die Frage der Diffusion der Lasertechnik im ökonomischen System des Sozialismus der Aufsatz von Attila Havas: *Incentives to innovate in transition: The case of Laser Technology in Hungary*. In: *Economic Systems* 18 (1994) 2, S. 197 – 214.

54 Zur Geschichte des Lasers in Großbritannien arbeiten z. Z. D. A. MacKenzie an der Universität von Edinburgh sowie John Mills am University College in London. Zur Frühgeschichte der französischen Maser- und Laserforschung arbeitet z. Z. die russische Wissenschaftshistorikerin Natalja V. Lebedeva. Mit der sowjetischen Maserforschung beschäftigt sich am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau Alexei Kojevnikov.

55 In der vom Verfasser organisierten Sektion in Budapest werden Wissenschaftshistoriker aus den USA, Großbritannien, Russland, Japan und Deutschland ihre Forschungsergebnisse vorstellen.

schaftlern und nicht von Wissenschaftshistorikern/-innen verfasst wurden, so dass in ihnen umfassendere historische Fragestellungen zumeist keine Rolle spielen.⁵⁶

Eine gewisse Ausnahme bildet lediglich die bereits erwähnte Arbeit des Berliner Physikers und Wissenschaftshistorikers Jost Lemmerich *Zur Geschichte der Entwicklung des Lasers*⁵⁷ aus dem Jahre 1987, die im Zusammenhang mit der Vorgeschichte des Lasers vor allem die Anteile deutscher Wissenschaftler (u. a. Albert Einstein, Walther Bothe, James Franck, Rudolf Ladenburg, Hans Kopfermann) an der Entwicklung jener physikalischen Grundlagen behandelt⁵⁸, die später für die Realisierung des Masers und Lasers von Bedeutung sein sollten. Die Weiterentwicklung der Laserforschung und Lasertechnik nach der erstmaligen Realisierung eines Lasers im Jahre 1960 behandelt Lemmerich in seinem Buch nur sehr knapp und getrennt für die wichtigsten Lasertypen. In diesem Zusammenhang geht er auch an zwei Stellen auf Beiträge bundesdeutscher Forscher zur Laserentwicklung ein, d. h. er erwähnt die Rolle des Marburger Physikers Fritz Peter Schäfer bei der Entdeckung des Farbstofflasers im Jahre 1966 sowie die Forschungen der Siemens-Mitarbeiter Heinrich Welker und Walter Heywang in den 1950er Jahren, die für die spätere Entwicklung von Halbleiterlasern eine gewisse Bedeutung besaßen.⁵⁹ Andere Beiträge bundesdeutscher Wissenschaftler zur Entwicklung der Laserforschung erwähnt Lemmerich dagegen nicht, obwohl einige von ihnen, wie etwa der von Hermann Haken in Stuttgart zur Lasertheorie, durchaus weltweite Anerkennung fanden.

56 Vgl. dazu Fritz Peter Schäfer: Der Weg zum Farbstofflaser – und was daraus wurde. In: Robert Gerwin (Hrsg.): *Wie die Zukunft Wurzeln schlug. Aus der Forschung der Bundesrepublik Deutschland*. Berlin, Heidelberg, New York 1989, S. 206 – 211 oder die Beiträge zu den Exponaten der Laserforschung und Lasertechnik in dem Katalog zur Ausstellung des im Herbst 1995 neu eröffneten Deutschen Museums Bonn, in: Peter Frieß, Peter M. Steiner (Hrsg.): *Deutsches Museum Bonn. Forschung und Technik in Deutschland seit 1945*. München 1995. Die Ausstellung des Bonner Museums enthält auf Anregung des Verfassers einige wichtige Exponate zur Geschichte der Laserforschung und Lasertechnik sowohl in der Bundesrepublik als auch in der DDR, u. a. den ersten Farbstofflaser von Fritz Peter Schäfer sowie den Laser-Mikro-Spektralanalysator LMA 1 des VEB Carl Zeiss Jena. Die Beschreibung der Exponate und ihrer Entstehungsgeschichte erfolgte jeweils durch die Erfinder bzw. Entwickler selbst.

57 Lemmerich (1987).

58 Zu dieser Thematik wurde 1986 am Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrooptik (AEEO) von Prof. Dr. techn. Gerhard Schiffner an der Ruhr-Universität Bochum eine Studienarbeit angefertigt. Vgl. Frank Ortwein: *Die Entwicklung von Maser und Laser*. Studienarbeit, Ruhr-Universität Bochum, Dezember 1986.

59 Vgl. ebd., S. 45 u. 51 f.

Angesichts der schmalen Literatur- und Quellenbasis der Arbeit Lemmerichs kann dies allerdings kaum verwundern. Sie stützt sich praktisch ausschließlich auf eine kleine, äußerst selektive Auswahl gedruckter Originalschriften, ohne weiteres potentiell Quellenmaterial, etwa in Form von Archivalien oder Interviews, einzubeziehen. Vermutlich erklärt sich aus dieser sehr eingeschränkten Perspektive die Fehleinschätzung, der Lemmerich im Hinblick auf die Wissenschaftsgeschichtsschreibung in der Einleitung zu seiner Lasergeschichte unterlegen ist:

„Historische Betrachtungen beziehen sich im Allgemeinen auf weit zurückliegende Ereignisse, aber in der Technik- und Wissenschaftsgeschichte kann man oft bereits nach einigen Jahren oder Jahrzehnten die Geschichte einer Entdeckung oder Erfindung schreiben, denn die Quellen sind meist viel leichter zugänglich als im politischen Bereich.“⁶⁰

Neben der völlig unzureichenden Quellenbasis macht, wie bereits erwähnt, das Fehlen jeder nur annähernd historischen Fragestellung Lemmerichs Arbeit als wissenschaftlichen Beitrag zur Geschichte des Lasers praktisch unbrauchbar. Dies gilt nicht nur für die internationale Entwicklung von Laserforschung und Lasertechnik, sondern ganz besonders für deren bundesdeutschen Anteil.

Wie unbefriedigend der Forschungsstand zur Geschichte der bundesdeutschen Laserentwicklung insgesamt ist, wird aber nicht nur an der Gesamtdarstellung Lemmerichs deutlich, sondern auch bei einem Blick auf einschlägige Publikationen zur Geschichte einzelner Hochschulen, Forschungsinstitute oder Industrieunternehmen, die sich in den 1960er Jahren zum Teil intensiv mit der Laserforschung beschäftigt haben. Bei Siemens z. B., dem führenden bundesdeutschen Laserproduzenten der 1960er und 1970er Jahre, scheint eine Laserentwicklung, schenkt man neuesten Publikationen zur Geschichte des Unternehmens seit 1945 Glauben, praktisch nicht stattgefunden zu haben.⁶¹ Etwas anders stellt sich dagegen die Situation bei dem Optikunternehmen Zeiss in Oberkochen dar, wo die Laserentwicklung zumindest in der umfassenden, allerdings mehr oder weniger unternehmensinternen Darstellung von Horst Köhler zu Forschung und Entwicklung im Zeiss Werk Oberkochen, durchaus einen gewissen Raum

60 Ebd., S. 9.

61 Vgl. dazu Bernhard Plettner: Abenteuer Elektrotechnik. Siemens und die Entwicklung der Elektrotechnik seit 1945. München, Zürich 1994. Bei Plettner taucht der Laser nicht einmal als Stichwort auf. Erwähnt wird zumindest der Siemens Bühnenlaser (1970) und der Siemens Hochgeschwindigkeits-Laserdrucker (1977) bei Sigfrid von Weiher, Herbert Goetzler: Weg und Wirken der Siemens-Werke im Fortschritt der Elektrotechnik 1847 – 1980. 3. Aufl. Wiesbaden 1981 (Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Beiheft 21), S. 147 f. u. 182 f.

einnimmt.⁶² Allerdings schildert Köhler nur die bloßen Fakten, ohne diese in die allgemeine Laserentwicklung oder gar irgendwelche historischen Zusammenhänge einzuordnen. Gleiches gilt mehr oder weniger auch für die meisten Darstellungen zur Geschichte einzelner Hochschulinstitute oder Forschungseinrichtungen, wie etwa der zum 25-jährigen Bestehen des Instituts für Hochfrequenztechnik an der Technischen Universität Braunschweig oder zum 100-jährigen Bestehen der Physikalisch-Technischen Reichs- bzw. Bundesanstalt.⁶³ Selbst in den wenigen wissenschaftshistorisch fundierten Studien zur Geschichte einzelner Forschungseinrichtungen, die sich, wenn auch nicht ausschließlich, u. a. mit Laserforschung beschäftigten, spielt das Thema allenfalls am Rande eine Rolle, wie z. B. die Arbeiten von Susan Boenke zur Entstehung und Entwicklung des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik oder von Christiane Reuter-Boysen zur Geschichte der Gesellschaft für Strahlenforschung zeigen.⁶⁴

Eine Analyse des Forschungsstandes zur Geschichte der Laserforschung in der DDR unterscheidet sich nur unwesentlich von dem soeben für die Bundesrepublik gezeichneten Bild. Da die DDR-eigene Laserentwicklung lange Zeit zu den höchst sicherheitssensiblen Bereichen der Wissenschafts- und Technikentwicklung innerhalb des SED-Regimes gehörte, fanden sich Informationen dazu in öffentlich zugänglichen Publikationen allenfalls am Rande von allgemeinen Beiträgen zur Geschichte des Lasers.⁶⁵ Eine bis zur „Wende“ nicht und auch danach nur bedingt zugängliche Ausnahme bildet lediglich die 1988 an der Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität in Berlin verfasste, unveröffentlichte Diplomarbeit von Christine Hebel über die Entwicklung der Lasertechnik zur volkswirtschaftlichen Schlüsseltechnologie in der DDR.⁶⁶

62 Horst Köhler: 30 Jahre Forschung und Entwicklung im Zeiss Werk Oberkochen. Bd. 1 (ms.) Oberkochen 1983, S. 100 ff. u. 115 f. Die Arbeit Köhlers wurde nur in geringer Auflage vervielfältigt und erschien nie im Buchhandel.

63 25 Jahre Institut für Hochfrequenztechnik. Braunschweig 1985 (ms.); Forschen – Messen – Prüfen: 100 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt / Bundesanstalt 1887 – 1987. Weinheim 1987.

64 Susan Boenke: Entstehung und Entwicklung des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik 1955 – 1971. Frankfurt, New York 1991 (Studien zur Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen, Bd. 3), S. 171 ff.; Christiane Reuter-Boysen: Von der Strahlen- zur Umweltforschung. Geschichte der GSF 1957 – 1972. Frankfurt, New York 1992 (Studien zur Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen, Bd. 5), S. 103 f.

65 So z. B. Horst Kant: Aus der Geschichte des Lasers und zum Stand seiner Anwendung. In: *Phys* 23 (1985) 11, S. 421 – 428, hier speziell S. 426.

66 Christine Hebel: Entwicklung der Lasertechnik zur volkswirtschaftlichen Schlüsseltechnologie unter besonderer Beachtung volkswirtschaftlicher Anforderungen und Zielstellungen.

Nach Angaben der Autorin beruht ihre Arbeit auf der Auswertung von Berichten, Protokollen, Briefwechseln, Publikationen, Tagebuchaufzeichnungen sowie auf Befragungen einzelner an der DDR-Laserentwicklung beteiligter Wissenschaftler. Leider sind diese Quellen in der Arbeit in den meisten Fällen nicht nachgewiesen und deshalb kaum verifizierbar. Der Verfasserin stand zudem, wie sich heute beurteilen lässt, nur ein Bruchteil des tatsächlich vorhandenen Quellenmaterials zur DDR-Laserentwicklung zur Verfügung, wobei das ihr zugängliche Material vor seiner Freigabe ganz offensichtlich einer gezielten Selektion unterworfen wurde. Ihrem eigenen Anspruch, „*einen umfassenden historischen Einblick in die Anfänge der Laserentwicklung in der DDR [zu] geben*“⁶⁷, vermag die Studie Hebels damit nicht gerecht zu werden. Da sich Fragestellung und inhaltliche Ausrichtung der Arbeit naturgemäß an den verbindlichen Normen der DDR-Geschichtsschreibung orientierten, vermag Hebels Diplomarbeit auch in dieser Hinsicht unseren heutigen Ansprüchen an eine wissenschaftshistorische Studie nicht mehr zu genügen. Trotz aller dieser heute offenkundigen Mängel bietet die Arbeit jedoch für einzelne Aspekte der frühen DDR-Laserentwicklung durchaus wertvolle Hinweise, was nicht zuletzt dem Umstand zu verdanken sein dürfte, dass mit Klaus Junge einer der Pioniere und zentralen Figuren der Laserforschung in der DDR zu den Betreuern der Studie gehörte.⁶⁸

Neue Impulse erhielten die Forschungen zur Geschichte der Laserentwicklung sowohl in der DDR wie auch in der Bundesrepublik durch die Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten und die damit verbundene Öffnung der DDR-Archive in den Jahren 1989/90. Der Verfasser der vorliegenden Studie hatte zu diesem Zeitpunkt gerade mit ersten Arbeiten zu einer Geschichte der Laserforschung in der Bundesrepublik begonnen, die im wesentlichen durch das Vorbild des amerikanischen *Laser History Project*, das der Verfasser 1988 im Rahmen eines

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Wissenschaftsorganisator. Humboldt-Universität Berlin. Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation. Berlin 1988 (ms.). Auf die Existenz der Arbeit wurde der Verfasser von Herrn Dr. Dieter Hoffmann hingewiesen, wobei allerdings nicht mehr klar war, ob diese Arbeit die „Wende“ überstanden hatte und wo sie nun aufbewahrt wurde, da die Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation der Humboldt-Universität inzwischen aufgelöst war. Die Spur führte schließlich in die heutige Zweigbibliothek Wissenschaftsgeschichte der Humboldt-Universität, wo die Arbeit erst nach längerem Suchen und Dank eines Zufalls wieder aufgefunden werden konnte.

⁶⁷ Vgl. ebd., S. 17.

⁶⁸ Prof. Dr. Klaus Junge, 1988 Direktor am Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie (ZOS) der Akademie der Wissenschaften der DDR. Die Auswahl der Quellen für die Arbeit dürfte vermutlich von ihm stammen.

von der DFG geförderten USA-Aufenthaltes näher hatte kennenlernen können, angeregt worden waren. Die seit der „Wende“ zugänglichen Quellen zur Laserforschung und Lasertechnik in der DDR legten es nahe, den Untersuchungsbereich auf beide deutsche Teilstaaten auszudehnen und so gewissermaßen im innerdeutschen Systemvergleich den von Lisa Bromberg aufgestellten Fragen nach dem Einfluss unterschiedlicher „Umwelten“ auf Forschungsrichtungen sowie nach den Wegen der Diffusion von wissenschaftlichen Informationen zwischen und innerhalb bestimmter Gesellschaften nachzugehen.⁶⁹

Die vorliegende Untersuchung ordnet sich damit zumindest ihrer grundsätzlichen Zielsetzung nach in den Rahmen des von der DFG zu Beginn der 1990er Jahre ins Leben gerufenen Forschungsschwerpunktes zur vergleichenden Wirtschaftsgeschichte der DDR und der Bundesrepublik ein. Innerhalb dieses Schwerpunktthemas beschäftigen sich zwei Teilprojekte zumindest am Rande mit der Geschichte des Lasers. Ein Teilprojekt behandelt die Entwicklung des wissenschaftlichen Gerätebaus am Beispiel der beiden Firmen Carl Zeiss Oberkochen und Carl Zeiss Jena in den 1960er Jahren⁷⁰, wobei in den bislang dazu vorgelegten Publikationen allerdings die Laserentwicklung eine sehr untergeordnete Rolle spielt.⁷¹ In einem weiteren, erst jüngst begonnenen Teilprojekt besteht offenbar die Absicht, die Laserforschung des VEB Carl Zeiss im Rahmen einer regionalen Analyse der industriebezogenen Forschung und Entwicklung in der Zeit der „Wende“, d. h. in den 1980er und 1990er Jahren, etwas intensiver in die Untersuchung mit einzubeziehen.⁷² Beide Projekte untersuchen allerdings

69 Vgl. hierzu Helmuth Albrecht: Laserforschung im Zeitalter des „Kalten Krieges“. Schauplätze USA, BRD und DDR. In: Wechselwirkung, Februar 1995, S. 13 – 17.

70 Das Teilprojekt steht unter der Leitung von Prof. Dr. Wolfgang Mühlfriedel (Jena) und wird bearbeitet von Roland Kowalski (Jena), die sich schon als Wirtschaftshistoriker in der ehemaligen DDR mit diesem Problemkreis beschäftigten. Vgl. u. a. Wolfgang Mühlfriedel: Die Anfänge der zentralstaatlichen Planung der wissenschaftlich-technischen Arbeit in der Deutschen Demokratischen Republik. In: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte (1990) 2, S. 17 – 30 und Roland Kowalski: Die Entwicklung der sozialistischen Industrie der DDR in den 1960er Jahren. Stand und Probleme industriegegeschichtlicher Forschungen. In: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte (1988) 1, S. 95 – 105.

71 Roland Kowalski: Der wissenschaftliche Präzisionsgerätebau der DDR in den 1960er Jahren, dargestellt am Beispiel des Carl-Zeiss-Unternehmens Jena. In: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte (1991) 4, S. 59 – 78.

72 Seit 1995 beschäftigt sich im Rahmen des Forschungsschwerpunktes am Fachbereich Geographie der Universität Marburg unter der Leitung von Prof. Dr. H. Nuhn eine Arbeitsgruppe mit einem Forschungsprojekt unter dem Titel „Industriebezogene Forschung und Entwicklung in ihrer Bedeutung für betriebliche Modernisierung und Regionalentwicklung untersucht an Standorten in Thüringen vor und nach der Systemwende“. Nach Auskunft

ausschließlich die wirtschaftlichen Aspekte der Laserentwicklung, ohne auf deren wissenschaftlichen und technischen Hintergrund einzugehen.

Während einerseits also, trotz der geschilderten Vorarbeiten und Ansätze, der Forschungsstand zur Geschichte des Lasers in beiden Teilen Deutschlands als z. Z. noch im höchsten Maße unbefriedigend angesehen werden muss, stehen diesem Mangel andererseits eine Fülle von gedruckten und ungedruckten Quellen gegenüber, die für eine Untersuchung der Laserentwicklung herangezogen werden können. Mit der vorliegenden Studie wurde der Versuch unternommen, dieses Quellenmaterial in seiner ganzen Breite zu erschließen und auszuwerten. Neben gedruckten Quellen, d. h. vor allem dem Originalschrifttum der Laserforscher, stützt sich die Arbeit dabei vor allem auf umfangreiches, bislang unveröffentlichtes und nicht ausgewertetes Quellenmaterial aus staatlichen, institutionellen und privaten Archiven sowie auf umfangreiche Befragungen der an der Laserentwicklung beteiligten Wissenschaftler.⁷³

Erhebliche Probleme hinsichtlich der Dichte und Qualität der Überlieferung sowie der Möglichkeiten des Zugangs und der Auswertung der vorhandenen Quellen vor allem im Bereich der Archivalien seien jedoch nicht verschwiegen. Im Bereich des staatlichen Archivguts der alten Bundesländer konnte z. B. aufgrund der geltenden 30-jährigen Sperrfrist zumeist nur auf unveröffentlichtes Quellenmaterial bis zum Ende des Jahres 1965 zurückgegriffen werden. Betroffen von dieser Einschränkung waren sowohl die Unterlagen des 1962 eingerichteten *Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung (BMwF)* wie auch die anderer relevanter Ministerien auf Bundes- und Länderebene.⁷⁴ Ähnliches galt für Forschungsförderungseinrichtungen wie die *Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*,⁷⁵ die für die frühe bundesdeutsche Laserforschung eine besonders wichtige Rolle spielte, sowie im Fall der für die Laserforschung relevanten Institute oder Abteilungen von außeruniversitären Forschungseinrichtungen, wie der *Max-Planck-Gesellschaft (MPG)*, der *Fraunhofer-Gesellschaft (FhG)* oder der

vom 9.11.1995 an den Verfasser ist beabsichtigt, in diesem Zusammenhang eine Doktorarbeit speziell zum Bereich der Laserforschung anfertigen zu lassen.

73 Vgl. dazu das Quellenverzeichnis im Anhang der Arbeit.

74 Schreiben des Bundesarchivs Koblenz vom 4.6.1993. Die wenigen vom Bundesministerium für Forschung und Technologie bereits an das Bundesarchiv abgegebenen Sachakten (Az. 5271 und 5272) unterliegen der Sperrfrist und werden erst Ende der 1990er Jahre zugänglich.

75 Die DFG hat ihre diesbezüglichen Unterlagen an das Bundesarchiv abgegeben, wo sie wegen der vorgegebenen Schutzfristen z. Z. noch nicht eingesehen werden können. Vgl. Schreiben der DFG vom 1.3.1994.

Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB). Neben den gesetzlich festgelegten Zugangsbeschränkungen erschwerte in vielen Fällen der Umstand, dass die betreffenden Unterlagen bislang nicht archivalisch erfasst und aufbereitet wurden, zusätzlich die Auswertung des vorhandenen Materials. In anderen Fällen, wie z. B. dem *Bundesarchiv-Militärarchiv Freiburg* oder dem *Hauptstaatsarchiv Stuttgart*, konnte dagegen aufgrund von Ausnahmegenehmigungen umfangreiches staatliches Archivmaterial für den gesamten Zeitraum der 1960er Jahre eingesehen und ausgewertet werden.⁷⁶

Völlig anders stellt sich dagegen die archivalische Quellenlage für die frühere DDR dar. Hier konnte ohne jede zeitliche Einschränkung auf praktisch alles vorhandene Archivgut in öffentlichen und privaten Archiven zurückgegriffen werden. Sowohl die umfangreiche Aktenüberlieferung der zuständigen staatlichen Stellen⁷⁷, der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands (SED)⁷⁸ und der Nationalen Volksarmee (NVA)⁷⁹ als auch das reichhaltige Material der für die Entwicklung von Laserforschung und Lasertechnik in der DDR maßgeblichen Forschungs- und Entwicklungsstellen in der Akademie der Wissenschaften der DDR⁸⁰, in der Universität Jena⁸¹ und im ehemaligen VEB Carl Zeiss

76 Im wesentlichen handelte es sich im Militärarchiv Freiburg um Akten des Bundesamtes für Wehrtechnik und Beschaffung sowie zur Wehrforschung des Bundesministeriums für Verteidigung. Unterlagen der NATO waren hingegen zumeist von der Sondergenehmigung ausgenommen. Im Hauptstaatsarchiv Stuttgart konnten vor allem Akten des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie zur Wirtschaftsförderung und zum Forschungsbeirat von Baden-Württemberg eingesehen werden.

77 Hierbei handelte es sich vor allem um die Akten des Ministeriums für Wissenschaft und Technik sowie des Forschungsrates der DDR im Bundesarchiv, Abteilung Potsdam.

78 Dazu zählten vor allem die Akten der zentralen SED-Parteileitung in Berlin sowie der Parteileitung für die Akademie der Wissenschaften der DDR in der Stiftung Archiv der Parteien- und Massenorganisationen der DDR im Bundesarchiv in Berlin sowie der für die Stadt Jena, die Friedrich-Schiller-Universität Jena und den VEB Carl Zeiss Jena zuständigen SED-Parteileitungen im Bezirk Gera im Thüringischen Staatsarchiv Rudolstadt.

79 Die ausgewerteten Forschungs- und Entwicklungsunterlagen der NVA befinden sich z. Z. noch im Militärischen Zwischenarchiv Potsdam des Bundesarchivs.

80 Ausgewertet wurden vor allem die umfangreichen Akten des Akademie-Archivs in Berlin zum Institut bzw. späteren Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie (IOS/ZOS), zum II. Physikalisch-Technischen Institut (II. PTI) und zum Heinrich-Hertz-Institut (HHI) der DAW in Berlin-Adlershof.

81 Da die universitäre Laserforschung in der DDR in den 1960er Jahren ganz überwiegend auf die Friedrich-Schiller-Universität Jena konzentriert war, wurden vor allem die diesbezüglichen Akten im Universitätsarchiv Jena ausgewertet. Neben Akten der Universitätsleitung handelte es sich um Archivalien des Physikalischen Instituts sowie des Instituts für Angewandte Optik.

Jena⁸² konnten vom Verfasser, soweit noch vorhanden, praktisch ohne jede Einschränkung ausgewertet werden. Als günstig erwies sich dabei die Tatsache, dass die DDR-Laserforschung und -entwicklung auf wenige Einrichtungen konzentriert gewesen ist und dass deren Archivalien die der „Wende“ folgenden Umstrukturierungen innerhalb der ostdeutschen Wissenschafts- und Wirtschaftsstruktur nahezu unbeschadet überstanden haben. Die Auflösung der DDR führte damit zu der etwas kuriosen Situation, dass sich die archivalische Quellenlage und die Zugänglichkeit dieser Quellen zumindest im Bereich der Laserforschung und Lasertechnik für die frühere DDR wesentlich günstiger darstellt als für die alten Bundesländer.

Um dieses Manko für die Bundesrepublik zumindest im gewissen Umfang auszugleichen, wurde für die vorliegende Studie in erheblichem Maße sekundäres Quellenmaterial herangezogen. Eine gewisse Ergänzung zur staatlichen Überlieferung in der Bundesrepublik erbrachte z. B. das dem Verfasser vom *VDI-Technologiezentrum* (VDI-TZ) in Düsseldorf zum Bereich *Physikalische Technologien* überlassene Material, da das VDI-TZ seit den 1980er Jahren als zuständiger Projektträger für die Fördermaßnahmen des BMFT im Bereich von Laserforschung und Lasertechnik fungiert.⁸³ Darüber hinaus wurde, soweit möglich, auf vorhandene Ersatzüberlieferungen in Form von Unterlagen, Nachlässen oder Interviews der für die Laserentwicklung in beiden deutschen Staaten zentralen Persönlichkeiten zurückgegriffen.⁸⁴ Einen wichtigen Beitrag zur Klärung offener Fragen leisteten in diesem Zusammenhang vor allem die vom Verfasser geführten Interviews.⁸⁵ Weitere Hinweise erbrachten Materialien

82 Ähnlich wie die universitäre Laserforschung war auch die industrielle Laserforschung und Lasertechnik in der DDR vor allem auf Jena, d. h. auf den VEB Carl Zeiss Jena als den dominierenden DDR-Betrieb für wissenschaftlichen Gerätebau konzentriert. Die umfangreichen Akten zur Laserforschung und Lasertechnik am VEB Carl Zeiss Jena befinden sich heute im Archiv der Carl Zeiss GmbH in Jena.

83 Es handelt sich allerdings nur um öffentlich zugängliches Material, das vor allem die Förderung der Laserforschung durch das BMFT ab Mitte der 1980er Jahre betrifft, aber auch einige Hinweise zu der Zeit davor enthält. Vgl. dazu das Literaturverzeichnis im Anhang der Arbeit.

84 Neben persönlichen Dokumenten, wie z. B. Briefen, Bildmaterial, Notizen usw., handelte es sich vor allem um zahlreiche Sonderdrucke von Originalarbeiten zur Laserforschung und Lasertechnik. Diese Materialien sind künftig jeweils als „Material N. N.“ mit dem Namen des jeweiligen Wissenschaftlers zitiert. Näheres ist dem Quellenverzeichnis am Ende der Arbeit zu entnehmen.

85 Vom Verfasser wurden zwischen 1992 und 1995 insgesamt 27 Interviews mit deutschen Laserforschern und -forscherinnen geführt, von denen 25 auf Tonband aufgezeichnet werden konnten. Zur Liste der Interviewpartner vgl. das Quellenverzeichnis am Ende der Arbeit.

des *Laser History Project (LHP)* in den USA, die der Verfasser im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes an der *Niels Bohr Library* des *American Institute of Physics (AIP)* in New York auswerten konnte.⁸⁶

Als von besonderer Bedeutung für die Erforschung der DDR-Laserentwicklung erwiesen sich die dem Verfasser von der Familie des verstorbenen ehemaligen Forschungsdirektors des VEB Carl Zeiss Jena, Paul Görlich (1905 – 1986), überlassenen Materialien, bei denen es sich vor allem um Unterlagen des früheren Ministeriums für Staatssicherheit (Stasi) handelt.⁸⁷ Aus diesem Material geht hervor, dass die gesamte Laserforschung der DDR als besonders relevanter staatlicher und militärischer Sicherheitsbereich ab 1962 intensiv von der Stasi überwacht und kontrolliert wurde. Allein über Görlich als einer der zentralen Figuren in der DDR-Laser-Community entstanden im Laufe der Jahre Tausende von Seiten an Berichten, Protokollen und Beurteilungen, die heute von der sog. „Gauck-Behörde“, d. h. dem *Bundesbeauftragten für die Unterlagen des Staatssicherheitsdienstes der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (BStU)* in Berlin und 14 Außenstellen verwaltet werden. Die dem Verfasser von der Familie Görlich zur Verfügung gestellten, für die Laserforschung der DDR relevanten Teile dieser Unterlagen erwiesen sich als überaus wertvolle Ergänzung der bereits genannten „klassischen“ Archivalien und trugen erheblich zur Analyse der politisch-wirtschaftlich-militärischen Bedeutung der Laserforschung und Lasertechnik in der DDR bei.

Ein quellenmäßig besonderes Problem bildete die Untersuchung der bundesdeutschen Laserforschung im Bereich der Hochschulen, der außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie der Industrie. Die hier sicherlich ebenso reichhaltig wie in der DDR vorhandenen Quellen sind leider aufgrund verschiedener Ursachen nur sehr begrenzt oder derzeit überhaupt nicht der historischen Forschung zugänglich. Dabei erschweren nicht nur Sperrfristen oder Geheimhaltungsfragen (vor allem in der Industrie) den Zugang, sondern auch nicht vorhandene oder nur begrenzt zugängliche Archive. In vielen Fällen wurden darüber hinaus Unterlagen aus dem hier untersuchten Zeitraum überhaupt noch nicht an die zuständigen Archivstellen abgegeben oder aus Unkenntnis ihrer historischen Bedeutung sogar

86 Dazu zählen u. a. das bereits erwähnte Interview mit dem sowjetischen Laserforscher Nikolai G. Basov oder das Interview mit Theodor Wolfgang Hänsch, der 1986 aus den USA nach Deutschland zurückkehrte und als vierter Direktor an das Max-Planck-Institut für Quantenoptik ging.

87 Neben der umfangreichen Stasi-Akte über Paul Görlich gehören dazu Sonderdrucke aus dem Besitz Görlichs. Ein eigentlicher Nachlass mit Briefen, Dokumenten und persönlichen Unterlagen Görlichs existiert nach Auskunft der Familie leider nicht mehr. Die in dieser Arbeit verwendeten Unterlagen sind künftig als „Material Görlich“ zitiert.

einfach vernichtet. Die Überlieferung in diesem Bereich trägt damit einen in hohem Maße zufälligen Charakter, der nicht immer und überall durch zusätzliche Quellen, wie Druckschriften, Nachlässe oder Interviews, ausgeglichen werden konnte. Für die in der vorliegenden Studie exemplarisch ausgewählten bundesdeutschen Hochschuleinrichtungen⁸⁸, Forschungsinstitutionen⁸⁹ und Unternehmen⁹⁰ wurde jedoch der Versuch gemacht, alles relevante und zugängliche Quellenmaterial aufzufinden und auszuwerten.

Hingewiesen sei neben den archivalischen Quellen auch auf die Vielzahl gedruckter Quellen, wie z. B. Zeitschriftenartikel, Forschungsberichte, Statistiken und wissenschaftliche Veröffentlichungen zur Laserforschung in der DDR und der Bundesrepublik, die für die vorliegende Studie herangezogen werden konnten.⁹¹ Angesichts der in Teilbereichen der Entwicklung der Laserforschung und Lasertechnik vor allem für die Bundesrepublik nicht besonders günstigen Aktenlage erwiesen sich gerade diese gedruckten Quellen zum Teil als besonders ergiebig, was Informationen über personelle und institutionelle Entwicklungen, aber auch was Forschungsinhalte und Forschungsprogramme der untersuchten Wissenschaftler und Wissenschaftlergruppen betraf.

Abschließend zur Diskussion von Forschungsstand und Quellenlage für die Lasergeschichte in beiden deutschen Staaten sei noch auf eine ganze Reihe von Arbeiten zur Organisation und Geschichte wissenschaftlicher Institutionen und

88 Ausgewertet wurden Unterlagen zur Maser- und Laserforschung der betreffenden Physikalischen Institute, von Instituten zur Hochfrequenzforschung sowie der jeweiligen Universitätsarchive.

89 Für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt konnte aus den genannten Gründen nur auf gedrucktes Quellenmaterial zurückgegriffen werden.

90 Die Siemens AG in München verfügt in ihrem Archiv nach eigenen Angaben über keinerlei Akten zur Laserentwicklung aus den 1960er Jahren. Diese befinden sich, soweit überhaupt noch vorhanden, in der Forschungsabteilung und sind dort leider nicht zugänglich. Dennoch konnten im Siemens-Archiv zahlreiche interessante Materialien zur Entwicklung der Laserforschung im Unternehmen aufgefunden werden, die durch Interviews und Unterlagen aus dem Privatbesitz ehemaliger Mitarbeiter des Unternehmens wesentlich ergänzt werden konnten. Die Firma Zeiss Oberkochen unterhält kein der öffentlichen Benutzung zugängliches Archiv. Unterlagen der Firma zur Laserentwicklung (Laborberichte usw.) wurden dem Verfasser aber vom Vorstand, von der Technisch-Wissenschaftlichen Information sowie von ehemaligen Mitarbeitern des Unternehmens in gewissem Umfang zur Verfügung gestellt. Für die Firma Impulsphysik in Hamburg konnte der Verfasser den Nachlass des 1985 verstorbenen Besitzers Dr. Frank Früngel einsehen. Vgl. dazu im Anhang das Quellenverzeichnis dieser Arbeit.

91 Vgl. dazu das Literaturverzeichnis am Ende der Arbeit.

Forschungseinrichtungen, zur Industrieforschung sowie zur Forschungsförderung und allgemeinen Wissenschaftspolitik in der Bundesrepublik und der DDR hingewiesen, die gewissermaßen als Sekundär- und Tertiärquellen wichtige Hintergrundinformationen und interessante Einzelinformationen zur Laserentwicklung in den 1960er Jahren enthalten. Zu nennen sind hier für den Bereich der außeruniversitären Forschungseinrichtungen u. a. die teilweise erst jüngst erschienenen Arbeiten zu den Max-Planck-Instituten für Plasmaphysik, Quantenoptik, Festkörperforschung oder Strahlen- und Umweltforschung⁹², zur Physikalisch-Technischen Bundesanstalt⁹³ oder zur Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (DAW)⁹⁴ bzw. für die Industrieforschung die bereits erwähnte Arbeit von Horst Köhler zu Zeiss.⁹⁵

Zu den mit der Laserforschung direkt oder indirekt verbundenen allgemeineren Fragen und Problemen der Forschungsförderung und Wissenschaftspolitik in Deutschland liegen vor allem für die Bundesrepublik eine fast unübersehbare Fülle von Studien vor, von denen hier stellvertretend lediglich die Arbeit von Thomas Stamm bzw. der Sammelband von Wolfgang Bruder genannt seien.⁹⁶

92 Vgl. Susan Boenke: Das Institut für Plasmaphysik zwischen Bund, Ländern und Max-Planck-Gesellschaft. In: Margit Szöllösi-Janze, Helmuth Trischler (Hrsg.): Großforschung in Deutschland. Frankfurt, New York 1990 (Studien zur Geschichte der deutschen Großforschungseinrichtungen, Bd. 1), S. 99 – 116; Boenke (1991); Max-Planck-Institut für Quantenoptik. Max-Planck-Gesellschaft. Berichte und Mitteilungen, Heft 6/86; Michael Eckert, Maria Osietzki: Wissenschaft für Macht und Markt. Kernforschung und Mikroelektronik in der Bundesrepublik Deutschland. München 1989, hier besonders Michael Eckert: „Großes für Kleines“ – Die Gründung des Max-Planck-Institutes für Festkörperforschung, S. 181 – 199; Reuter-Boysen (1992).

93 Forschen – Messen – Prüfen (1987).

94 Werner Hartkopf: Die Akademie der Wissenschaften der DDR. Ein Beitrag zu ihrer Geschichte. Berlin 1975; Rudolf Landrock: Die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1945 – 1971 – ihre Umwandlung zur sozialistischen Forschungsakademie. Eine Studie zur Wissenschaftspolitik der DDR. 3 Bde. Erlangen, Nürnberg 1977 (abg – Analysen und Berichte aus Gesellschaft und Wissenschaft 1 – 3/1977); Conrad Grau: Die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Eine deutsche Gelehrten-gesellschaft in drei Jahrhunderten. Heidelberg, Berlin, Oxford 1993.

95 Köhler (1983).

96 Thomas Stamm: Zwischen Staat und Selbstverwaltung. Die deutsche Forschung im Wiederaufbau 1945 – 1965. Köln 1981; Wolfgang Bruder (Hrsg.): Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Opladen 1986; Stefan Ryll: Kontinuität oder Wende? Konzepte bundesdeutscher Forschungspolitik. In: Wechselwirkung, Nr. 32, Februar 1987, S. 6 – 12. Zur älteren Forschungsliteratur zu diesem Thema vgl. Wolfgang Krieger: Zur Geschichte von Technologiepolitik und Forschungsförderung in der Bundesrepublik Deutschland: Eine Problemskizze. In: Vierteljahrshefte für Zeitgeschichte

Seitdem die Archive der ehemaligen DDR der Forschung allgemein zugänglich sind, beginnt sich auch hier der bislang unzureichende Forschungsstand zur Wissenschaftspolitik bzw. Forschungs- und Entwicklungspolitik der Partei- und Staatsführung allmählich zu bessern. Neben der älteren Arbeit von Manfred Rexin sei hier stellvertretend auf die neuere Arbeit von Raymond Bentley bzw. auf die Sammelbände von Hansgünter Meyer oder Dieter Voigt und Lothar Mertens verwiesen.⁹⁷

Insgesamt gesehen kann man die Quellenlage zur Entwicklung der deutschen Laserforschung und Lasertechnik und damit auch die Ausgangssituation für die wissenschaftshistorische Untersuchung dieser Entwicklung als durchaus gut bis sehr gut bezeichnen. Dem gegenüber steht ein bislang völlig unzureichender Forschungsstand, der angesichts der Breite der zu untersuchenden Themen und der Fülle der vorhandenen Quellen durchaus eine dem amerikanischen *Laser History Project* nach Umfang und Manpower vergleichbare deutsche Untersuchung rechtfertigen würde. Die vorliegende Studie kann diesen umfassenden Anspruch zwangsläufig nicht in gleicher Weise wie das amerikanische Projekt erfüllen. In Fragestellung und Methodik orientiert sie sich jedoch durchaus an diesem Vorbild, das für die historische Aufarbeitung der Geschichte des Lasers Maßstäbe gesetzt hat.

1.4 Fragestellung und methodisches Vorgehen

„We are inclined to think of invention as an act rather than a process ... This bias, however, should not be allowed to corrupt our historical interpretations ... invention [is] a process with considerable duration in time, one to which many individuals contribute in a substantial way.“⁹⁸

35 (1987) 2, S. 247 – 271 und die Bibliographie von Gerhard Weber: Forschungs-, Technologie- und Innovations-Politik in der BRD 1951 – 1977 und Nachtrag 1949 – 1980: Auswahlbibliographie. Jena 1977 und 1981 (Bibliographische Mitteilungen der Universitätsbibliothek Jena, Bd. 17).

97 Manfred Rexin: Die Entwicklung der Wissenschaftspolitik in der DDR. In: Wissenschaft und Gesellschaft in der DDR. München 1971, S. 78 – 121; Raymond Bentley: Research and Technology in the Former German Democratic Republic. Boulder, San Francisco, Oxford 1992; ders.: Technological Change in the German Democratic Republic. Boulder, London 1984; ders.: Technologischer Wandel in der Industrie der DDR 1945 – 1985. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, B4 (1986), S. 16 – 27; Hansgünter Meyer (Hrsg.): Intelligenz, Wissenschaft und Forschung in der DDR. Berlin, New York 1990; Dieter Voigt, Lothar Mertens: DDR-Wissenschaft im Zwiespalt zwischen Forschung und Staatssicherheit. Berlin 1995 (Schriftenreihe der Gesellschaft für Deutschlandforschung, Bd. 45).

98 Hugh G. J. Aitken: The Continuous Wave. Technology and American Radio 1900 – 1932. Princeton 1985, S. 548.

Diese von Hugh G. J. Aitken 1985 in einer Studie zur Frühgeschichte des Radios in Amerika formulierte Erkenntnis bestätigt, worauf Thomas S. Kuhn bereits 1962 in seinem inzwischen zum Klassiker gewordenen Buch *The Structure of Scientific Revolutions* hingewiesen hat: Entdeckungen und Erfindungen sind „nicht isolierte Ereignisse, sondern ausgedehnte Episoden mit einer regelmäßig wiederkehrenden Struktur“, die sich darüber hinaus zumeist nur selten einer einzigen Person zuschreiben lassen.⁹⁹ Wissenschaftliche Arbeit und mit ihr der Prozess von Invention, Innovation und Diffusion einer neuen Erkenntnis oder eines neuen Artefakts vollzieht sich nicht unabhängig von ihrem gesellschaftlichen Umfeld.¹⁰⁰ Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen sind eingebunden in besondere soziale und institutionelle Strukturen, sie entstammen bestimmten Wissenschaftsschulen und ihnen sind entsprechende Forschungs- und Denkstile eigen, die nach nationaler Herkunft, Fachrichtung oder auch Zeithorizont variieren können. Gleiches gilt analog für Ingenieure und die durch sie hervorgebrachte Technik. Technikerzeugung ist, wie der Soziologe Peter Weingart hervorhebt, „als Profession der Ingenieure institutionalisiert, in Entwicklungsabteilungen von Industriebetrieben organisiert“ und an ihre Umwelt vor allem „durch ökonomische Kalküle und politisch oktroyierte Regulative rückgekoppelt.“¹⁰¹ Um bestimmte Technologien kristallisieren sich, wie Joachim Radkau betont¹⁰², ökonomische Machtstrukturen, soziale Mentalitäten und technische Communities.

Es besteht also eine komplexe, vielfach übereinandergelagerte und ineinander verwobene Struktur von Einflüssen, Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft, Technik und Gesellschaft.¹⁰³ Zielsetzung der vorliegenden Studie ist es, dieser Struktur in der Frühgeschichte der Laserforschung und Lasertechnik in Deutschland nachzugehen. Daraus ergibt sich im wesentlichen eine doppelte Aufgabenstellung: Zum einen ist für beide deutsche Staaten jeweils nach den wissenschaftlichen, technischen, personellen, institutionellen, politischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für die Entstehung und Entwicklung der Laserforschung und Lasertechnik zu fragen.

99 Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Aufl., Frankfurt/M. 1976, S. 65 u. 68.

100 Vgl. Michael Eckert: Die Atomphysiker. Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule. Braunschweig, Wiesbaden 1993, S. 1.

101 Peter Weingart (Hrsg.): Technik als sozialer Prozeß. Frankfurt/M. 1989, S. 9.

102 Joachim Radkau: Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Frankfurt/M. 1989 (edition suhrkamp, Neue Folge, Bd. 536), S. 19.

103 Vgl. dazu Helmuth Albrecht: Technik als gesellschaftliches Phänomen. In: Helmuth Albrecht, Charlotte Schönbeck (Hrsg.): Technik und Gesellschaft. Düsseldorf 1993 (Technik und Kultur, Bd. 10), S. 3–31.

Zum anderen ist im direkten Vergleich zwischen der Bundesrepublik und der DDR der von Lisa Bromberg angesprochenen Frage nach dem Einfluss der unterschiedlichen „nationalen“ Umfeldern auf die Laserforschung nachzugehen, d. h. es ist zu untersuchen, ob und inwieweit sich die unterschiedlichen politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse in beiden deutschen Staaten auf die Inhalte, die Organisation und die Ergebnisse der jeweiligen Forschungen und Technologien im Laserbereich ausgewirkt haben.

Über diese beiden Problemkreise hinaus bietet der Laser die Möglichkeit, einige wissenschaftshistorische Fragestellungen aufzuwerfen, die über die engere Themenstellung zur Lasergeschichte selbst hinausweisen. So beschrieb beispielsweise der Physiker Hermann Haken, einer der Begründer der Lasertheorie, einen wichtigen Aspekt der Frühgeschichte des Lasers im Jahre 1970 zurückschauend folgendermaßen:

„The laser turned out to be a meeting place for such different disciplines as optics (e. g. spectroscopy), optical pumping, radio engineering, solid state physics, gas discharge physics and many other fields“.¹⁰⁴

Hinter dieser Aussage steht die Tatsache, dass es in den frühen 1960er Jahren so etwas wie eigenständige, etablierte und sauber abgrenzbare Fachgebiete für „Laserphysik“ oder „Lasertechnik“ naturgemäß noch nicht geben konnte. Der Laser konnte aufgrund seiner physikalisch-technischen Eigenschaften nicht so ohne Weiteres in die herkömmlichen disziplinären Strukturen von Wissenschaft und Technik eingeordnet werden, wodurch Forschern aus so unterschiedlichen Fachgebieten wie z. B. der Quantenphysik, der Festkörperphysik, der Optik, der Kristallographie, der Gaschemie, der Hochfrequenztechnik, der Elektronik oder der Glastechnologie ein neues, aufgrund seiner vielfältigen Anwendungen faszinierendes und wissenschaftliche Anerkennung versprechendes Forschungsgebiet eröffnet wurde. Die Frühgeschichte des Lasers führt also in die Entstehungsgeschichte eines neuen Fachgebietes und ermöglicht damit einen interessanten Einblick in die inhaltlichen, personellen und institutionellen Probleme der wissenschaftlich-technischen Disziplingenese in der Nachkriegszeit.

Eine weitere, mit der Multidisziplinarität des Lasers zusammenhängende wissenschaftshistorische Fragestellung ist die nach dem Verhältnis von Theorie und Praxis bzw. zwischen Forschung und Entwicklung, d. h. genauer nach den Beziehungen zwischen theoretisch-physikalischen Konzepten, reiner Grundlagenforschung, anwendungsorientierter Grundlagenforschung, produktorien-

104 Haken (1970), S. VII.

tierter Anwendungsforschung und technischer Entwicklung.¹⁰⁵ Schon die Entstehung des Lasers lässt sich nur vor dem Hintergrund des Zusammenwirkens mehrerer dieser Bereiche verstehen und auch seine weitere Entwicklung sollte ganz im Zeichen ihrer komplexen Beziehungen zueinander stehen.¹⁰⁶ „*The prospects are dazzling, the technical choices hard*“, schrieb 1963 der Laserpionier Arthur L. Schawlow¹⁰⁷ im Hinblick auf das Spannungsfeld zwischen theoretischen Erwartungen, physikalischer Laborpraxis und gesuchten technischen Anwendungen. Nach einer Zeit allgemeiner Euphorie, die vom Glauben an schnelle Lösungen gekennzeichnet gewesen war, kursierte nun im Hinblick auf technische Anwendungen die spöttische Bemerkung, „*der Laser sei eine Lösung auf der Suche nach einem Problem*.“¹⁰⁸ Erst eine Vertiefung der theoretischen Kenntnisse über die Natur des Laserlichtes und die Funktionsweise des Lasers sowie umfangreiche technische Entwicklungsarbeiten ließen den Laser tatsächlich zu dem werden, was er von Anfang an zu versprechen schien: A device „*to open up a whole new realm of applications for electromagnetic radiation*.“¹⁰⁹

Die 1960er Jahre legten für diesen technologischen Durchbruch den Grundstein. In den USA bildeten sie, wie Joan Lisa Bromberg in ihrem Buch *The Laser in America* etwas pathetisch schreibt, „*die glückliche Kindheit*“ des Lasers, eine Zeit des „*vigorous growth of the child, and, finally, the ripening of the adolescent toward maturity*.“¹¹⁰ Diese „Kindheit“ endete in den USA um 1970 durch den erfolgreichen Abschluss des Apollo-Programms, die Reduzierung des militärischen Engagements im Vietnamkrieg und die allgemeine Wirtschaftskrise, was die US-Regierung und die Industrie dazu veranlasste, ihre Ausgaben für Forschung und Entwicklung allgemein zurückzufahren. Zugleich und damit zusammenhängend verlagerte sich der Schwerpunkt der Industrieförderung von der langfristig angelegten Grundlagenforschung hin zu eher kurzfristigen, anwendungsorientierten Entwicklungen, die auch auf einem zivilen Markt abzu-

105 Vgl. zu der hier verwendeten Dreiteilung der Forschung Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. Über Wissenschaft, Forschung und Verantwortung. Frankfurt am Main 1992 (stw 1042), S. 60 ff.

106 So gelang Charles H. Townes die Entwicklung der Grundidee zu seinem Mikrowellenverstärker, gerade weil er als Physiker und Ingenieur gleichermaßen mit den theoretischen und praktischen Problemen der Mikrowellen-Molekülspektroskopie und der Radartechnik vertraut gewesen ist. Vgl. dazu Bromberg (1991), S. 13 ff.

107 Schawlow (1963), S. 34.

108 So in der Rückschau der deutsche Laserpionier Fritz Peter Schäfer in seiner Einführung zu dem Buch: Anwendungen des Lasers (1988), S. 7. Vgl. auch Bromberg (1991), S. 158 ff.

109 Scientific American 204 (1961) 6, S. 52.

110 Bromberg (1991), S. 7, Zitat S. 1.

setzen waren.¹¹¹ Die Marktstrategie der Laserindustrie verschob sich infolge dieser Entwicklung vom Verkauf einzelner Laserstrahlquellen hin zu Entwicklung und Vertrieb kompletter Lasersysteme für industrielle Anwendungen. Für die Laserforscher in den USA war damit die Zeit weitgehend selbstbestimmter Forschungsziele und Entwicklungsrichtungen der „Pionierzeit“ endgültig vorbei.

Auch in den beiden deutschen Staaten lassen sich die 1960er Jahre als ein eigener Abschnitt in der nationalen Entwicklung der Laserforschung und Lasertechnik betrachten. Er begann Ende 1960 bzw. Anfang 1961, unmittelbar nach Bekanntwerden der ersten amerikanischen Forschungsergebnisse, sowohl in der Bundesrepublik wie auch in der DDR zunächst mit dem Bemühen, die Versuche der Kollegen in den USA erfolgreich nachzuvollziehen. Sobald dies gelungen war, setzten eigene Forschungen und Entwicklungen ein, die auf ein besseres Verständnis der physikalischen Grundlagen des Lasers sowie passende Anwendungen der neuen Technologie zielten. Mehr oder weniger große Erfolge wurden in allen diesen Bereichen noch während der 1960er Jahre erzielt und damit eine wichtige Grundlage für die spätere Entwicklung besonderer Forschungsprofile und kommerzieller Anwendungen in den 1970er und 1980er Jahren gelegt. Bis Anfang der 1970er Jahre dokumentierte das Erscheinen einer ganzen Reihe auch international beachteter Handbücher zum Thema Laser aus der Feder deutscher Laserforscher, dass der anfängliche Entwicklungsrückstand zu den USA in vielen Bereichen annähernd aufgeholt war.¹¹² Parallel dazu liefen in den 1960er Jahren intensive Bemühungen, dem neuen Forschungsgebiet einen angemessenen finanziellen und organisatorischen Rahmen zu geben, wobei die besonderen politisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland eine erhebliche Rolle spielten. So standen die Anfänge der deutschen Laserforschung deutlich im Zeichen des Kalten Krieges, des Mauerbaus und der damit verbundenen allgemeinen Krise im Jahre 1961. Ende der 1960er bzw. Anfang der 1970er Jahre waren es dann in der Bundesrepublik der Übergang von der Großen Koalition zur Regierung Brandt und in der DDR das Ende der Ära Ulbricht sowie der Übergang zum „sozialistischen Staat“, die erhebliche Auswirkungen auf die Forschungslandschaft beider deutscher Staaten und damit auch auf die Laser-

¹¹¹ Vgl. ebd., S. 6f.

¹¹² Vgl. dazu u. a. Röß (1966); Horst Moenke, Lieselotte Moenke-Blankenburg: Einführung in die Laser-Mikro-Emissionsspektalanalyse. Leipzig 1966 (Technisch-Physikalische Monographien, Bd. 21); W. Kleen, R. Müller (Hrsg.): Laser. Verstärkung durch induzierte Emission. Sender optischer Strahlung, hoher Kohärenz und Leistungsdichte. Berlin, Heidelberg, New York 1969; Haken (1970) sowie Horst Weber, Gerd Herziger: Laser. Grundlagen und Anwendungen. Weinheim 1972.

entwicklung zeigten. Diese Ereignisse und ihre Folgen beendeten die Frühgeschichte der deutschen Laserforschung und -technik, die fortan, ähnlich wie in den USA, in ruhigeren Bahnen verlief.

Aus dieser zeitlichen Eingrenzung sowie der skizzierten Fragestellung ergibt sich für die vorliegende Studie eine Gliederung in vier Hauptabschnitte: In einem ersten Abschnitt (Kapitel 2) werden für beide deutsche Staaten zunächst die Rahmenbedingungen für die Aufnahme der Laserforschung zu Beginn der 1960er Jahre dargestellt und analysiert. Sowohl die wissenschaftlich-technischen, personellen und institutionellen Voraussetzungen wie auch das politische und wirtschaftliche Umfeld für die Anfänge der Laserentwicklung in den Jahren 1961/62 in Deutschland werden dabei im Zusammenhang mit Darstellung des Weges zur Realisierung der ersten „deutschen“ Laser näher untersucht.

Den weiteren personellen und inhaltlichen Ausbau sowie die institutionelle Verankerung der Laserforschung und Lasertechnik an den Hochschulen, den außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie in der Industrie in beiden deutschen Staaten im Verlauf der 1960er Jahre untersucht der folgende Abschnitt (Kapitel 3). In diesem Zusammenhang wird nicht nur die Rolle der wissenschaftlich-technischen Fachgesellschaften und Fachzeitschriften in diesem Institutionalisierungs- und Disziplinbildungsprozess beleuchtet, sondern ebenso auf die Herausbildung von Forschungsschulen und Forschungszentren sowie deren spezielle inhaltliche Orientierung eingegangen. Um einen möglichst direkten Vergleich zwischen beiden Teilen Deutschlands zu ermöglichen, sind in den jeweiligen Unterkapiteln die Entwicklungen in der Bundesrepublik und der DDR direkt einander gegenüber gestellt. Während die DDR-Entwicklung dabei – aufgrund ihrer Beschränkung auf eine relativ kleine Zahl von Institutionen und Personen – umfassend berücksichtigt werden konnte, ist die Entwicklung in der Bundesrepublik – einmal aufgrund ihres bloßen Umfanges und zum anderen wegen der bereits erwähnten Probleme im Bereich der Quellen¹¹³ – im Bereich der Hochschul-, außeruniversitären und Industrieforschung lediglich anhand von Fallbeispielen dargestellt, die allerdings nur solche Hochschul- bzw. Forschungsinstitute und Industrieunternehmen behandeln, die in den 1960er Jahren in der bundesdeutschen Laserforschung und Lasertechnik eine führende oder doch zumindest exemplarische Bedeutung besaßen.¹¹⁴

113 Vgl. dazu weiter oben Abschnitt 1.3.

114 Im Hochschulbereich wurden dafür vor allem die in der Laserforschung führenden Physikalischen Institute an der TU Berlin und der TH München (Experimentalphysik) sowie der TH Stuttgart (Theoretische Physik) ausgewählt. Im Bereich der bundesdeutschen Industrieforschung zum Laser wurden für Fallstudien mit der *Siemens AG* in

Die vor allem im Hinblick auf den Verlauf der Entwicklung in den USA zentrale Frage nach der Rolle des Militärs für den Aufbau von Laserforschung und Lasertechnik in der Bundesrepublik und der DDR behandelt schließlich der dritte Abschnitt (Kapitel 4) der vorliegenden Arbeit. Anfänge und Bedeutung der militärischen Laserforschung in Deutschland werden dabei aufgrund ihres Umfanges für beide Teilstaaten in getrennten Unterkapiteln dargestellt und analysiert.

Den vierten und letzten Abschnitt der Arbeit (Kapitel 5) bildet eine Untersuchung der politischen und wirtschaftlichen Hintergründe der Entwicklung von Laserforschung und Lasertechnik in den 1960er Jahren in beiden Teilen Deutschlands. In diesem Zusammenhang werden die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst, d. h. vor allem nochmals die grundsätzlichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Entwicklung der frühen Laserforschung und Lasertechnik in der Bundesrepublik und der DDR herausgearbeitet, bevor diese abschließend durch einen Vergleich mit der Entwicklung in den USA in einen internationalen Kontext gestellt werden.

München, mit der *Carl Zeiss GmbH* in Oberkochen sowie mit der Firma *Impulsphysik* in Hamburg bewusst drei Unternehmen unterschiedlicher Größenordnung ausgewählt. Während es sich beim Siemens-Konzern um den im betrachteten Zeitraum wichtigsten westdeutschen Laserhersteller handelte, erlaubte die Firma Zeiss in Oberkochen aufgrund ihrer ganz ähnlichen Produktpalette besonders gut einen Vergleich mit dem einzigen DDR-Laserproduzenten, dem VEB Carl Zeiss Jena. Die Hamburger Impulsphysik repräsentiert dagegen jene innovativen Kleinunternehmen, die sich in den 1960er Jahren in der Bundesrepublik auf bestimmte Anwendungen des Lasers spezialisierten.

