

## 100 Jahre Röntgenstrahlen

Bemerkungen zur Historie, Gegenwart und Zukunft ihrer therapeutischen Anwendung

E. Scherer

1. „Das „Röntgenjahr“ 1995 führte zu einer Reihe von historischen Veröffentlichungen, deren besonderer Wert darin liegt, die jetzt tätigen und vor allem auch die zukünftigen Radiotherapeuten mit der Geschichte ihres Fachs wieder vertraut zu machen. Hier sind besonders die Anfänge der Radiologie in Wien zu erwähnen. Die Lebensbilder von Holzkecht, Kienböck, Freund und Schwarz finden sich in dem wichtigen Buch „100 Jahre medizinische Radiologie in Österreich“, herausgegeben von H. H. Ellegast, H. D. Kogelnik und E. Strasser. Insbesondere ist immer wieder auf Gottwald Schwarz hinzuweisen, dem wir die ersten Beobachtungen zum Sauerstoffeffekt, zur Bedeutung der Dosisrate, zum Fraktionierungsproblem und auch zur Kombination von Bestrahlung und Hyperthermie verdanken. Bedeutsam ist auch das erste Buch über die „Radiotherapie, ihre biologischen Grundlagen, Anwendungsmethoden und Indikationen“, das R. Kienböck 1907 herausgegeben hat. Als überragende Leistung ist das „Handbuch der Röntgentherapie“ von J. Wetterer 1908 zu erwähnen. Hier spielt auch die Radiumtherapie bereits eine Rolle, über die jedoch späterhin ein „Handbuch der Radium-Biologie und Therapie einschließlich der anderen radioaktiven Elemente“, herausgegeben von P. Lazarus, im Jahre 1913 erstmals erschien. Es soll an dieser Stelle nicht noch einmal der Versuch gemacht werden, in Kurzform die chronologische Entwicklung der Strahlentherapie nachzuzeichnen. Die Einbeziehung physikalischer, technisch-methodischer Gegebenheiten und der Ergebnisse strahlenbiologischer Untersuchungen würde den Rahmen einer kurzen Betrachtung sprengen. In geraffter und übersichtlicher Form findet sie sich aus der Feder von K. zum Winkel und B. N. Kimmig in dem großen

Übersichtswerk „Forschung mit Röntgenstrahlen, Bilanz eines Jahrhunderts (1895–1995)“, herausgegeben von H. W. Heuck und E. Macherauch.

Wir selbst haben versucht, in drei Sonderbänden zu unserer Zeitschrift „Strahlentherapie und Onkologie“ unter dem Titel „Chronik der Strahlentherapie“ die Entwicklung von 1900 bis 1960 nachzuzeichnen. Die Gründung unserer Zeitschrift im Jahre 1912 durch Hans Meyer, Richard Werner und Carl Joseph Gauß steht am Beginn einer Periode systematischer Erforschung strahlentherapeutischer Möglichkeiten, insbesondere auch bei der Therapie tiefergelegener bösartiger Tumoren, während im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts die Therapie der Hauterkrankungen und -geschwülste sowie der gutartigen gynäkologischen Erkrankungen im Vordergrund gestanden haben. Die Sonderbände 2 (1917) und 4 (1919) befaßten sich mit der gynäkologischen Strahlentherapie und vermitteln noch heute einen lebendigen Eindruck von der damaligen Situation. Der erstgenannte Band stammt aus der Feder von E. von Seuffert, der Sonderband 4 von L. Adler mit dem Titel „Die Radiumbehandlung maligner Tumoren in der Gynäkologie.“ Grundlagen, Technik und Erfolge nebst Bericht über 250 behandelte Fälle“. Zum klassischen Bestand unserer historischen Literatur gehört der Sonderband 3 (1918) „Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie“, verfaßt von B. Krönig und W. Friedrich. Diesem in Freiburg entstandenen Band steht der Sonderband 5 (1920) gegenüber, der in der Erlanger Frauenklinik entstand („Unsere Methode der Röntgen-Tiefentherapie und ihre Erfolge“ von L. Seitz und H. Wintz).

2. Von der Mitte der zwanziger Jahre an kam es zu einer starken Zunahme wissenschaftlicher Arbeiten aus dem Gebiet der Strahlenphysik, der Strahlenbiologie, der Dosimetrie und der Bestrahlungstechnik insgesamt. Neben dem vierbändigen Lehrbuch der „Strahlentherapie“, herausgegeben von Hans Meyer, Bremen (1925 bis 1929), ist vor allem das „Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde“, herausgegeben von P. Lazarus, zu erwähnen. Band 1 über die physikalischen, chemischen und pathologischen Grundlagen der gesamten Strahlenbiologie erschien 1928, Band 2 enthielt die Strahlenklinik und spezielle strahlentherapeutische Methodik, er erschien 1931. In Band 1 findet sich ein heute noch lesenswerter Beitrag von H. Holthusen (Hamburg) über „Immunität, Serologie, Hämatologie und Strahlentherapie“. Die deutsche Strahlenbiologie und Strahlentherapie haben in der damaligen Zeit Weltgeltung gehabt; gerade in dem Handbuch von P. Lazarus haben sich zahlreiche hervorragende Autoren von fast allen großen Zentren der Welt versammelt und ihren Beitrag geleistet.

Im folgenden möchte ich nun auf einige Autorennamen und Forschungsergebnisse aus dem Zeitraum 1926 bis 1936 eingehen, weil gerade in diesem Jahrzehnt vor allem auch in Deutschland ein überwältigend großes experimentelles und klinisches Material zusammengetragen wurde als Basis für die gesamte Weiterentwicklung der Strahlentherapie. Natürlich kann dies nur in Auswahl geschehen, im Detail wird auf alle diese Arbeiten in Band 2 der „Chronik der Strahlentherapie 1900–1960“ eingegangen.

Auf die Verdienste von H. Holthusen (Hamburg) kann nicht genug hingewiesen werden. Seine frühen Arbeiten über die Bedeutung des Zeitfaktors sind besonders bemerkenswert. In einer Übersicht aus dem Jahre 1926 kommt er zu dem Schluß, daß das „Vorkommen einer gesteigerten Summationswirkung unterteilter Dosen sichergestellt, aber weder der Umfang ihres Auftretens bekannt noch die Erklärung für ihr Zustandekommen eindeutig“ sei. Es sei eine Aufgabe des Arztes, „der unter Berücksichtigung der biologischen Eigentümlichkeiten des Falles seine Strahlen in wechselnder Intensität und zeitlicher Verteilung anwenden und den Erfolg einer gewissen Dosis optimal zu gestalten versuchen wird“.

Noch klarer faßt Holthusen in einem Vortrag von 1931 (Strahlentherapie 42 [1931], 881) die Probleme der Fraktionierung zusammen. „Bei verlängerter und

unterteilter Bestrahlung ist die Kumulation der Gesamtdosis um so unvollständiger, es erfolgt die Erholung um so rascher, je tiefer die jeweils erreichten Dosen unter der Toleranzgrenze für das betreffende Gewebe liegen.“ Als Regel für das Prinzip der Langzeitbestrahlung diente die Erkenntnis, daß mit der Ausdehnung der Bestrahlungszeit im ganzen die notwendige Gesamtdosis, aber auch die Elektivität zunimmt. Es werden Vergleiche mit der kontinuierlichen Radiumbestrahlung angestellt, die eine besonders hohe elektivitätssteigernde Wirkung besitzt. Besonders wichtig sind die experimentellen Untersuchungen von R. Braun und H. Holthusen über den Einfluß der Quantengröße auf die biologische Wirkung verschiedener Röntgenstrahlenqualitäten. Diese in der Strahlentherapie 34 (1929), 707 erschienene Arbeit geht auf das gesamte experimentelle Material auch ausländischer Autoren ein und kommt zu dem Ergebnis, daß ein Einfluß der Wellenlänge auf den Verlauf der S-Kurve nicht nachgewiesen werden konnte. Eine Verzerrung des Verlaufs dieser S-Kurve, die bei Zeitversuchen an lebenden Zellen erarbeitet worden waren, wurde mit einem Einfluß des Zeitfaktors erklärt. Bei der Anoxybiose tritt eine vollständige Kumulation der Teildosen ein.

In der Arbeit zusammen mit H. Gollwitzer (Strahlentherapie 25 [1927], 101) „Die Qualitätsmessung der Röntgenstrahlen in der Tiefentherapie“ kam Holthusen zu der Erkenntnis, daß sich beim Wechsel der verwandten Spannung auch die Filterung ändern muß, wenn der Homogenitätsgrad der Strahlung gleichbleiben soll. Mit diesen Erkenntnissen wurde die besondere Bedeutung der Halbwertsschichtmessung in Kupfer als Qualitätsmaß der Röntgenstrahlung in der Praxis der Tiefentherapie herausgestellt.

Unter den zahlreichen strahlenphysikalischen Grundlagenarbeiten ist auf die 1927 erschienene Arbeit von W. Friedrich über den Compton-Effekt und seine Bedeutung für die Strahlentherapie hinzuweisen. Er kam zu der Erkenntnis, daß je härter die Primärstrahlung ist, um so mehr die Vorwärtsstreuung auf Kosten der Seiten- und Rückwärtsstreuung überwiegt. Je härter die Primärstrahlen sind, um so schärfer wird der Strahlenkegel innerhalb des Körpers begrenzt sein, um so größer war das Verhältnis der Zusatzdosis in der Tiefe zu der an der Oberfläche.

Hinsichtlich der Dosimetrie ist besonders auf die Arbeiten von L. Grebe (Bonn) und O. Glasser (Cleve-

land) einzugehen (Strahlentherapie 21 [1926], 306). „Wir wollen den Dosisbegriff, der wegen der verschiedenen Auffassungen als auffallende Energie, absorbierte Energie oder biologisch wirksame Energie manche Verwirrung hervorgerufen hat, in diesem letzten Sinne allein gebrauchen. Dann ist also die Dosis gleich der effektiven Energie mit Bezug auf die biologische Wirkung oder gleich der biologisch effektiven Intensität mal der Zeit der Einwirkung.“

Einen besonderen Hinweis verdient die bahnbrechende Arbeit von H. Küstner (Göttingen), der mit Hilfe eines von ihm konstruierten großen Eichstandgeräts die Absolutbestimmung der R-Einheit durchgeführt hat (Strahlentherapie 27 [1928], 331).

Die Arbeit von H. Behnken (Berlin) über den Dosisbegriff bei Röntgenstrahlen (Strahlentherapie 50 [1934], 476) enthält die Umrechnungsfaktoren für den Übergang von der Luftdosis zur Wasserdosis und den Zusammenhang einer Dosisangabe in Röntgen und der in der neuen Weise definierten Dosis im Körpergewebe. Mit dieser wichtigen Arbeit wird erstmals der Schritt zu dem Begriff der absorbierten Dosis getan, wie er bis heute der praktischen Strahlentherapie zugrunde gelegt wird. Hinsichtlich der Messung war man von dem Begriff der Volumeneinheit auf die Masseneinheit übergegangen.

Die Einbeziehung der Radiumtherapie in die dosimetrische Bemühungen findet sich vor allem bei E. Martin und E. H. Quimby unter dem Titel „Gewebsdosen in der Strahlentherapie“ (Strahlentherapie 43 [1932], 631). Hier wurde in großem Umfang eine Ausmessung extrakorporaler Strahlenquellen durchgeführt im Vergleich zu Radium- bzw. Radonquellen. Auch Goldseeds und Goldröhrchen wurden miteinander verglichen. Die Tabellen gestatteten es, die Anzahl der notwendigen Radiummengen für die Erreichung einer bestimmten Dosis unmittelbar abzulesen. „Die Strahlendosen müssen in Energieeinheiten, die das Neoplasma erreichen (Gewebsdosen), gemessen werden und nicht in Einheiten der Energie, die von der Strahlenquelle ausgeht (Applikatordosen), oder derjenigen, welche auf der Haut auffällt.“ Es hat lange gedauert, bis sich in der praktischen Strahlentherapie diese wegweisende Erkenntnis durchgesetzt hatte!

Hinsichtlich der gynäkologischen Strahlentherapie muß auf die besonderen Verdienste von T. C. Neeff

(Würzburg) hingewiesen werden, der die Grundlagen für die praktische Dosierung bei der Röntgen- und Radiumbestrahlung gelegt hat (Strahlentherapie 50 [1934], 650). Der Autor hat seinerzeit die Toleranzdosen von Darm, Blase und Vaginalschleimhaut in r bestimmt, wobei große Schwierigkeiten hinsichtlich des Dosis-Zeit-Faktors zu überwinden waren, der bei der Radiumtherapie ein deutlich anderer als bei den Röntgenstrahlen ist.

Eine exakte Bestimmung der r-Einheit für Gammastrahlen wurden mit Hilfe einer luftäquivalenten Kleinkammer mit Graphit als Wandmaterial von W. Friedrich und R. Schulze 1935 beschrieben.

Von praktischer Bedeutung waren die Arbeiten von H. Holthusen und Frau A. Hamann über das von ihnen ausgearbeitete photometrische Verfahren bei der Radiumausmessung, bei dem die erreichte Schwärzung des Films in ein Verhältnis zu der unter einem Standardpräparat bei Simultanentwicklung erzielten Filmschwärzung gebracht wurde (Strahlentherapie 53 [1935], 543 und 552).

Bereits 1935 (Strahlentherapie 53 [1935], 417) hat R. Glocker (Stuttgart) auf die schnellen Elektronenstrahlen und ihre Bedeutung für die Strahlentherapie hingewiesen. Es war damals ein 2,5-MeV-Bestrahlungsgerät der AEG im Bau.

Bahnbrechend war auch die in Strahlentherapie 48 (1933), 508 stehende Arbeit über die Strahlenbiologie der Gewebekulturen, die im Institut von F. Dessauer (Frankfurt) zusammen mit dem Georg-Speyer-Haus erarbeitet worden war. Man hatte bereits die Mikrokinematographie als Beobachtungsmethode herangezogen. Die Grundlagen über einen histologischen Malignitätsindex und seine Bedeutung für Prognose und Behandlung der Zervixkarzinome des Uterus aus dem Jahre 1927 von W. Hueper und H. Schmitz (Chicago) kann als eine der weit in die Zukunft weisenden Arbeiten angesehen werden. Man kam zu den Begriffen eines Anaplasieindex und eines Malignitätsindex, dies in Korrelation zur klinischen Prognose.

Die bahnbrechenden Arbeiten von H. Chaoul (Berlin) über die Entwicklung der Nahbestrahlungsapparatur (1933, 1934) und die Einführung des Körperhöhlenrohres nach Schaefer-Witte (Göttingen) seien hier nur kurz erwähnt.

W. Haring hat gleichfalls 1934 in gründlicher Weise über die „Siebbestrahlung“ gearbeitet, und auch die ersten Arbeiten zur Hochvolttherapie fallen in diese Jahre. Am Rudolf-Virchow-Krankenhaus in Berlin stand seit 1935 eine Apparatur mit 800 000 Volt. Die schon erwähnte Therapie mit schnellen Elektronen (Kathodenstrahlen) wurde auch auf dem IV. Internationalen Radiologenkongreß in Zürich 1934 abgehandelt. Glocker hielt die Therapie mit schnellen Elektronen für eine Strahlentherapie der Zukunft.

Bereits 1927 hatte W. Teschendorf (Köln) die grundlegenden Daten über die Ganzkörperbestrahlung mit kleinen Dosen bei lymphatischen Systemerkrankungen erarbeitet.

In Strahlentherapie 56 (1936) ist eine der ersten Arbeiten über die „Herdvernichtungsdosen in der Röntgentherapie der Lymphogranulomatose“ von N. Ratkóczy (Budapest) verzeichnet. Er behandelte alle befallenen Regionen mit 2000 r innerhalb zehn bis zwölf Tagen. J. Borak (Wien) hatte bereits 1926 im Spital der israelitischen Kultusgemeinde damit begonnen, zusammen mit dem Chirurgen W. Goldschmidt bei Brustkrebspatientinnen eine Tumorexstirpation mit anschließender Röntgenbestrahlung vorzunehmen; die hervorragenden vorläufigen Ergebnisse finden sich in Band 56 der Strahlentherapie (1936), sie sind ein wichtiger Meilenstein in der Therapie des Brustkrebses in einer Zeit, in der man sonst ausschließlich die möglichst radikale Mastektomie kannte. Aber auch Christie (Washington) hatte 1936 bereits eindeutig eine Vorbestrahlung und die einfache Mastektomie als Standardbehandlung empfohlen.

Die weitere Entwicklung von 1937 bis 1960 basierte auf den vorstehend kurz geschilderten Arbeiten. Hinzu kam die Ausgestaltung der Bewegungsbestrahlung und die Therapie mit schnellen Elektronen, die bei zahlreichen Tumorformen zu einer deutlichen Verbesserung der Heilungsergebnisse geführt hat. Auf beiden Gebieten wurde an deutschen Universitäten Hervorragendes geleistet. Dies betrifft vor allem auch die Erforschung der zellbiologischen Wirkungen der schnellen Elektronen. Auf das zusammenfassende Buch von J. Becker und D. Schubert über die Supervolttherapie (1961) ist hinzuweisen. Die Bewegungsbestrahlung hat eine abschließende und gültige Darstellung in dem Buch von F. Wachsmann und G. Barth (1959) erfahren. Ähnliches gilt auch für die

im wesentlichen in Deutschland entwickelte Nahbestrahlung, hier ist auf die 2. Auflage des Buches von H. Chaoul und F. Wachsmann (1953) hinzuweisen. Am Ende der Orthovoltära hat das große Lehrbuch der Strahlenheilkunde, herausgegeben von R. du Mesnil de Rochemont (1958), noch einmal das gesamte Wissen und die klinischen Erfahrungen der vorausgegangenen Jahrzehnte zusammengefaßt. Neuere zellbiologische Daten finden sich in der Monographie über die „Strahlenpathologie der Zelle“, herausgegeben von E. Scherer und H.-S. Stender (1963). Zahlreiche wichtige experimentelle und klinische Ergebnisse aus dem Jahrzehnt von 1950 bis 1960 haben wenig Resonanz im internationalen Schrifttum gefunden. Dies liegt an den besonderen Bedingungen der Nachkriegszeit, innerhalb der nur in englischer Sprache verfaßte Arbeiten international registriert und ausgewertet wurden. Außerdem konnte bis zum Jahr 1960 nicht auf allen Gebieten der Vorsprung des Auslands aufgeholt werden, was vor allem für die Telekobalttherapie und die sich im Ausland schneller vollziehende Entwicklung einer interdisziplinären Onkologie gilt.

3. In den vergangenen drei Jahrzehnten ist es nun zu der bekannten und von uns allen miterlebten Ausgestaltung der Radioonkologie mit verbesserten Lokalisationsmethoden und Planungstechniken, der Einführung des Linearbeschleunigers, neuer und verbesserter Methoden der Brachytherapie mit dem Afterloading-Verfahren und vor allem der Begründung von systematischen Therapiestudien gekommen.

Der Anschluß an die weltweiten Bemühungen um eine interdisziplinäre Onkologie und die Gründung entsprechender Tumorzentren unter radiologischer Beteiligung wurde in Deutschland dadurch erschwert, daß es kurz vor dem zweiten Weltkrieg noch zu erheblichen Verzögerungen und Schwierigkeiten bei der Etablierung der klinischen Radiologie insgesamt, vor allem an den Universitäten, gekommen war. Vereinzelt erst wurden radiologische Lehrstühle gegründet, aber die Bemühungen von Hans Meyer, Holthusen, Wintz und Holfelder um eine Etablierung einer zentralen röntgendiagnostischen Versorgung der Universitätskliniken und vor allem auch einer zentralisierten Strahlentherapie stießen vielfach auf Widerstand. Es gab erhebliche Kontroversen, vor allem auch mit einer Reihe von Chirurgen, wie die Diskussionen im Zentralblatt für Röntgenologie 31 (1940), 56, 57, 101 erkennen lassen. Aus heutiger Sicht sind

beispielsweise die Ausführungen des seinerzeit berühmten Chirurgen Kirschner über die Beziehung der Röntgenologie zur klinischen Medizin geradezu erschütternd. Demgegenüber war Karl Frik, der im Oktober 1943 verstarb, einer der stärksten Vorkämpfer zentraler radiologischer Institute an Krankenhäusern und Universitäten (Zentralblatt für Radiologie 35 [1943], 103).

Die besonderen Schwierigkeiten, das radiologische Gesamtfach vor allem an den Universitäten in entsprechender Form zu begründen, führte im Gegensatz zur internationalen Entwicklung zu der Auffassung führender deutscher Radiologen, daß eine Aufgliederung in die Bereiche der Röntgendiagnostik und Strahlentherapie nicht sinnvoll sei. Vereinzelt haben auch Vertreter der jüngeren Radiologengeneration an den Universitäten bis in die letzten Jahre hinein diesen Standpunkt vertreten, obgleich der Wissenschaftsrat und der Hochschulausschuß der Deutschen Röntgengesellschaft bereits Ende der sechziger Jahre die Aufgliederung des Faches Radiologie, vor allem unter Einbeziehung selbständiger und großer Departments für klinische Strahlenphysik und klinische Strahlenbiologie, empfohlen hatten. Auch die großen kommunalen Krankenhäuser haben heute durchweg getrennte Abteilungen für Röntgen- und Bilddiagnostik sowie Strahlentherapie. In den letzten beiden Jahrzehnten kam noch die Nuklearmedizin als weiteres eigenständiges klinisch-radiologisches Fach hinzu, vor allem auch im Bereich der radiologischen Zentren an den deutschen Universitäten und an den großen allgemeinen Krankenhäusern.

4. Gegenwärtig ist die Zahl der an den deutschen Universitäten tätigen Arbeitsgruppen, die sich mit speziellen und kliniknahen strahlen- und zellbiologischen Problemen befassen, gegenüber den fünfziger Jahren eher kleiner geworden, was man als eine höchst bedauernde Entwicklung ansehen kann. Im Rahmen der jetzt bestehenden und noch zu entwickelnden universitären Tumorzentren müßte eine Wiederbelebung des Faches Strahlenbiologie in einem breiteren Umfang als bisher ermöglicht werden. Wie weiter unten auszuführen sein wird, wird in den nächsten Jahrzehnten der experimentellen Strahlentherapie eine besondere Bedeutung zukommen.

Im übrigen ist die Aufgliederung der klinischen Radiologie in einen diagnostischen und einen therapeutischen Sektor an den Universitäten jetzt nahezu

vollzogen. Der Radioonkologe der Gegenwart und Zukunft kann seine ärztliche Tätigkeit nur in enger Abstimmung mit den übrigen klinischen und theoretischen Fächern durchführen. Die interdisziplinären Therapie-Konferenzen bemühen sich um die Ausarbeitung systematischer und standardisierter Therapieschemata und vor allem auch im Einzelfall um den jeweils besten therapeutischen Weg. Über Notwendigkeit und Sinn der klinisch-therapeutischen Studien wurde schon gesprochen. Darüber hinaus hat der Radioonkologe in der Nachsorge, im Rahmen der Rehabilitationsproblematik und vor allem auch hinsichtlich neuer klinischer Entwicklungen ein weites Arbeitsfeld, wenn er die immunologische Problematik, die Kombination der Strahlentherapie mit teilweise neuen und speziellen Operationsverfahren und neuen chemotherapeutischen Substanzen bearbeiten möchte. So bleibt es nicht aus, daß er neben den allgemeinen radiologischen Kongressen, die dem Kontakt mit den übrigen radiologischen Teilgebieten dienen, vor allem auch spezielle radioonkologische Kongresse und vor allem die fachlich übergreifenden Krebskongresse besuchen muß. Nur ein die gesamte onkologische Entwicklung überblickender Radioonkologe mit vertieften Kenntnissen auch aller Nachbargebiete wird imstande sein, die Leistungsmöglichkeiten jedweder Behandlung mit ionisierenden Strahlen immer wieder aufzuzeigen. Wir leiden immer noch an den Folgen des organisatorischen Vorgehens der älteren Radiologengeneration, in deren Instituten die diagnostisch und therapeutisch zu versorgenden Patienten mit entsprechender Überweisung eines Klinikers untersucht bzw. behandelt wurden, ohne daß der Radiologe als Strahlentherapeut ein wirklich verantwortlicher, mithandelnder und vor allem mitdenkender Arzt gewesen ist. Glücklicherweise erscheinen Gegenwart und Zukunft hier erfreulicher, die jüngere Generation der Radioonkologen bemüht sich in hervorragender Weise darum, daß jeder einzelne auch ein echter „Onkologe“ ist.

5. Die gegenwärtigen und in naher Zukunft zu bewältigenden Aufgaben innerhalb der Radiologie betreffen die optimale Kombination von Chemotherapie und Strahlentherapie, die Fraktionierungsfragen, die Neutroneneinfangtherapie, die „conformal radiotherapy“ und die neuen stereotaktischen Vorgehensweisen sowie die Anwendung der Hyperthermie. Von besonderem klinischen Interesse sind die Bemühungen um „predictive assays“ und die bessere Erfassung der zellkinetischen Gegebenheiten bei der Metastasie-

rung. Der Einsatz von Radiosensitizern und Radioprotektoren wird in Zukunft sicher eine größere Rolle spielen, auch der Einsatz monoklonaler Antikörper im Rahmen einer radiologischen Tumorthherapie erfährt eine zunehmende Beachtung. Auf dem Gebiet der intraoperativen Strahlentherapie ist es in letzter Zeit zu bemerkenswerten Weiterentwicklungen gekommen. Nicht zuletzt befindet sich die Therapie mit Protonen und schweren Ionen in einer raschen Weiterentwicklung. Die Ergebnisse des 5. Internationalen Meetings über „Progress in Radio-Oncology“ in Salzburg im Mai 1995 geben ein eindrucksvolles Bild über den Stand der gegenwärtigen klinisch-experimentellen Forschung auf dem Gebiet der Radioonkologie. In zellbiologischer Hinsicht sind die Bemühungen um eine Überwindung der klinischen Strahlenresistenz verschiedener Tumorformen besonders bemerkenswert.

6. Überblickt man die Entwicklung unseres Fachs von den Anfängen vor fast 100 Jahren bis in die Gegenwart, so hat man den Eindruck, daß die wesent-

liche Forschungsarbeit gerade auch unter Berücksichtigung der Zellbiologie maligner Tumoren nach Jahrzehnten tastender und teilweise unkoordinierter Vorarbeiten erst jetzt richtig beginnt. Aus dieser Sicht ist die Radioonkologie sicherlich eines der faszinierenden Fächer im Bereich der klinischen Medizin. Den Strahlentherapeuten von heute erfüllt das Gefühl der Achtung und Dankbarkeit, wenn er auf die Leistungen der therapeutisch tätigen Radiologen innerhalb der letzten 100 Jahre zurückblickt.

#### Literatur

1. Ellegast H. H., H. D. Kogelnik, E. Strasser (Hrsg.): Hundert Jahre medizinische Radiologie in Österreich. Maudrich, Wien – München – Bern 1995.
2. Heuck, F. H. W., E. Macherauch (Hrsg.): Forschung mit Röntgenstrahlen. Bilanz eines Jahrhunderts. 1895–1995. Springer, Berlin – Heidelberg 1995.
3. Scherer, E.: Chronik der Strahlentherapie 1900–1960. Ausgewählte Kapitel aus der deutschsprachigen radioonkologischen Literatur. Band 1: 1900–1925, Band 2: 1926–1936, Band 3: 1937–1960. Strahlenther. Onkol., Sonderband 83 (1992) und 84, 85 (1994).

Verfasser: Prof. Dr. E. Scherer, Oelmüllerstraße 2,  
D-82166 Gräfelfing