

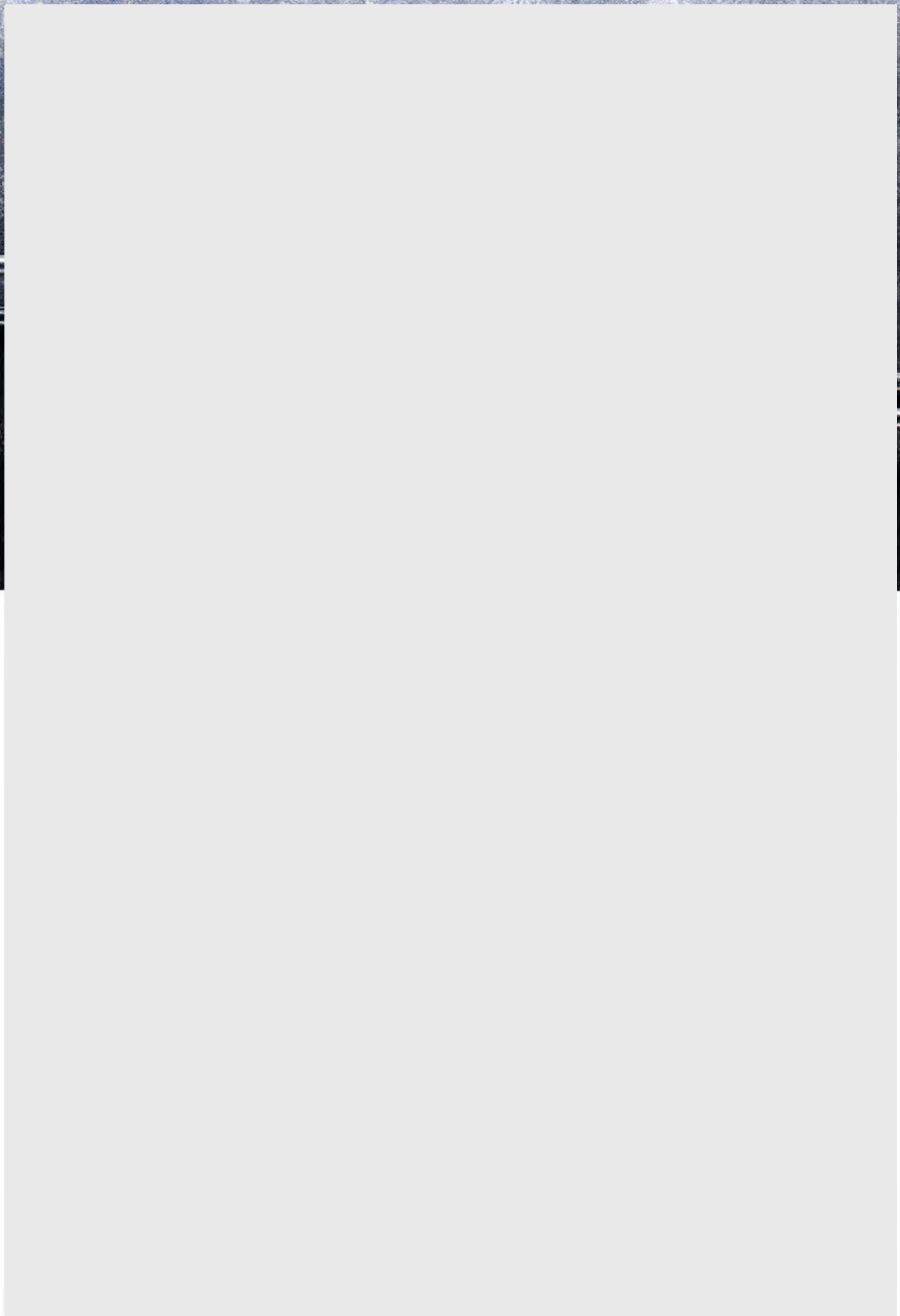
Universität
Würzburg

BLICK

Sonderheft

**100 Jahre
Röntgenstrahlen**

1895 - 1995



Julius-Maximilians-Universität Würzburg



1995

**100 JAHRE RÖNTGENSTRAHLEN
JAHR DER WISSENSCHAFT**

**Blick – Sonderheft
Rückblick auf das Röntgenjahr
der Universität Würzburg**

IMPRESSUM

BLICK

Sonderheft

100 Jahre Röntgenstrahlen

Organ des Universitätsbundes
Gesellschaft zur Förderung
der Wissenschaften
bei der Universität Würzburg

Herausgeber

Bayerische

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Theodor Berchem

Präsident

Redaktion:

Käser, Adolf (verantwortlich)

Emmerich, Robert,

Geibig-Wagner, Gabriele, Dr.,

Herrmann, Marion

Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

der Universität Würzburg

Sanderring 2, 97070 Würzburg

Tel. 09 31/31 27 50, Fax 09 31/31 26 10

e-mail: presse@zv.uni-wuerzburg.de

Titelseite

Bildmotiv, Entwurf Wolfgang Bäumer

Gesamtherstellung

Max Schimmel Verlag

Postfach 65 60, 97070 Würzburg

ISSN 0944-713X

Verkaufspreis: DM 5,-

Verkauf: Universität, Sanderring 2

Vorwort

Zum 100. Male jährte sich am 8. November 1995 der Tag, an dem Wilhelm Conrad Röntgen die später nach ihm benannten Strahlen im Physikalischen Institut der Universität Würzburg entdeckte. Die Leistung Röntgens zu würdigen, hieß für uns, sie als Herausforderung an die Universität zu begreifen. Insoweit konnte sich die Würdigung dieser Entdeckung und eines großen Forschers der Alma Julia nicht in einer festlichen Zusammenkunft erschöpfen. Wir nutzten deshalb die Gelegenheit dieses Jubiläums, uns nach außen zu präsentieren und dieses insbesondere unter dem Aspekt der Forschung - ohne dabei freilich das festliche Element zu vergessen.

Frühzeitig gingen nach intensiven Beratungen die Appelle an die Fakultäten, Institute und Lehrstühle, sich an dieser Außen-darstellung zu beteiligen. Die Aufrufe wurden erfreulicherweise weitgehend aufgegriffen, so daß wir für das vergangene Jahr eine bunte Palette wissenschaftlicher Veranstaltungen an der Universität aufweisen konnten.

Dabei maß die Universität nicht nur den großen Veranstaltungen der Wissenschaft, den Fachtagungen, Symposien und Kongressen der Lehrstühle, Institute und Fakultäten sowie vieler Gesellschaften eine hohe Bedeutung bei. Das Angebot an die Bevölkerung von Stadt und Umland und überhaupt an jeden Interessierten, sich etwa mit dem Besuch unserer Ausstellung in der Würzburger Residenz zum Thema "100 Jahre Röntgenstrahlen" und in rund 30 allgemeinbildenden Vorträgen über das ganze Jahr hinweg einen Überblick über die Vielfalt der Themen zu verschaffen, in denen es um Geschichte und Nutzung der Röntgenstrahlen geht, war uns angesichts der heute notwendigen Öffentlichkeit von Wissenschaft ein besonderes Anliegen.

Das "Röntgenjahr" ist glücklich und erfolgreich für uns zu Ende gegangen. Knapp 40.000 Personen besuchten unsere wohl einmalige Ausstellung "100 Jahre Röntgen-

strahlen", darunter sehr viele Schulklassen. Tausende von Wissenschaftlern waren in Würzburg und an der Universität im Rahmen von großen Kongressen, Symposien, Arbeitstagungen und Kolloquien zu Gast. Hunderte von Zuhörern besuchten unsere Vortragsveranstaltungen.

Vor diesem Hintergrund sahen wir uns veranlaßt, eine Sonderausgabe der Universität-Zeitschriftenreihe "BLICK" herauszubringen und alle Veranstaltungen zu dokumentieren, die direkt mit dem Thema Röntgen und Röntgenstrahlen zu tun hatten, einschließlich der Auftaktveranstaltung am 13. Februar, der Röntgenausstellung und der großen Gedenkveranstaltung der Universität am 8. November. So entstand mit dieser Zeitschrift ein Band, der in beeindruckender Zusammenstellung und in verständlicher Sprache die breite Palette der Anwendungsmöglichkeiten von Röntgenstrahlen, ihre historische Entwicklung und ihre modernen Formen in allen beteiligten Wissenschaftsbereichen und in der Medizin darstellt.

Wichtig war, daß sich die *gesamte* Universität als geistiger Ursprungsort einer säkularen Entdeckung zur Mitgestaltung des Röntgenjahres als "Jahr der Wissenschaft" aufgerufen fühlte, nicht nur Naturwissenschaftler und Mediziner. Ich möchte auch an dieser Stelle allen Kolleginnen und Kollegen, die sich mit Veranstaltungen und Vorträgen oder durch Mitarbeit in vorbereitenden Kommissionen engagierten, herzlich danken. Besonderer Dank gilt den Organisatoren der Ausstellung mit Jost Lemmerich an der Spitze und nicht zuletzt der Geschäftsstelle für das Röntgenjahr mit ihren Mitarbeitern - Herr Dr. Przybylski und Herr Beck seien besonders dankbar erwähnt - für ihren unermüdlichen und weit über das Soll hinausgehenden Einsatz.

Wir feierten das epochale Ereignis zusammen mit der Stadt in einer Auftaktveranstaltung zur Eröffnung des Röntgenjahres am 13. Februar 1995 und am Tag der Entdeckung selbst im würdigen Rahmen der Neu-

baukirche mit einem gemeinsamen Festakt in Anwesenheit des Herrn Bundespräsidenten, Prof. Dr. Roman Herzog, und des stellvertretenden Bayerischen Ministerpräsidenten, Hans Zehetmair. Mitveranstalter waren die Deutsche Physikalische Gesellschaft, die Deutsche Röntgengesellschaft, die Gesellschaft für Medizinische Physik und die Physico-Medica, denen wir für die überaus kollegiale und selbstverständliche Gemeinsamkeit herzlichen Dank schulden.

Die Stadt Würzburg verdient besonders dankbare Erwähnung. Sie ließ es sich nicht nehmen, gemeinsam mit uns das Röntgenjahr zu eröffnen und in unbürokratischer Weise unsere Bemühungen um Öffentlichkeit über das ganze Jahr hinweg zu unterstützen. Wir danken ferner dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst für die gewährte Unterstützung und wohlwollende Begleitung unserer Arbeit.

Last but not least sei dem Universitätsbund und den von ihm mitverwalteten Stiftungen ein herzliches Dankeschön gesagt. Ohne die finanzielle Unterstützung aus diesem Fonds bis hin zu den drei für die Universität gestifteten Röntgenpreisen wäre vieles nicht machbar gewesen.

Der vorliegende Band rundet die von uns im vergangenen Jahr angestrebte Öffentlichkeit von Universität und Wissenschaft ab und wird auch vielen, die den Veranstaltungen nicht beiwohnen konnten, einen Überblick über das Röntgenjahr 1995 der Universität geben. Ich danke an dieser Stelle auch den Medien, die uns in unserem Bemühen, Wissenschaft zum Anfassen zu bieten, kräftig unterstützt haben.

Theodor Berchem, Präsident

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Eröffnung des Röntgenjahres	
Festfolge	6
Probleme nur mit mehr Wissenschaft zu lösen	8
100-Jahr-Feier in Würzburg erfüllt mit Stolz	9
Übergabe des Sonderpostwertzeichens	10
Ängsten mit sachlichen Argumenten entgegenzutreten	11
“Wilhelm Conrad Röntgen”	12
Festakt am Tage der Entdeckung der Röntgenstrahlen	
Festfolge	24
“Wir haben Wissenschaft zum Anfassen geboten”	26
Hätte Röntgen einen Forschungsantrag schreiben müssen... ..	27
Den Anschluß nicht verpassen	29
Leistungsfähigkeit ins Bewußtsein gerückt	30
Brücken zwischen Theorie und Praxis schlagen	31
Universitäten am Übergang ins 21. Jahrhundert	34
Vergabe der Röntgenpreise	38
Festliche Stimmung am 8. November	41
Ausstellungen zum Röntgenjahr	
Fast 40 000 sahen die Ausstellung “100 Jahre Röntgenstrahlen”	49
Das Publikum der Ausstellung - Zahlen, Geschichten und Kuriositäten	55
Universität würdigte Einsatz für die Ausstellung “100 Jahre Röntgenstrahlen”	56
Originale Schreiben von Röntgen in der Universitätsbibliothek	57
Die Stadt Würzburg zur Zeit Röntgens	59
Die Röntgenpreisträger	
Preisträger der Biowissenschaften: Revolution in der Proteinkristallographie	61
Preisträger der Fachgruppe: Physik und Kristallographie: Preis für Pionierleistungen	61
Preisträger im Fach Medizin: Vielen Patienten schwierige Operationen erspart	62
Vortragsreihe der Universität	
Wilhelm Conrad Röntgen: Forscher und Mensch	63
Echte oder gefälschte Kunst? Röntgenuntersuchungen helfen weiter	63
Von Röntgens Entdeckung zur modernen Computertomographie	66
Röntgens Bedeutung für die Anthropologie	68
Röntgens Entdeckung und die moderne Physik	71
Röntgenstrahlen aus dem Kosmos	73
Röntgens Entdeckung aus ökonomischer Sicht	76
Röntgen-Ring-Vorlesung der Medizinischen Fakultät	
Nasenspiegel und Blutschau - frühe Versuche der Visualisierung und Endoskopie	77
Die Entwicklung der urologischen Röntgendiagnostik	78
Die Unmoral der Röntgenstrahlen - das Presseecho von 1896	79
“Mein Gott, ich sehe!” Röntgens Strahlen und die Veränderung der Wahrnehmung in der deutschen Literatur	81
Röntgentechnik - unverzichtbar für die Archäologie	85

Adolf Bingel - nicht nur der Miterfinder der Enzephalographie	88
Auswirkungen der Erfindung Röntgens auf die Orthopädie	91
Röntgenstrahlen in der Ägyptologie	92
Sonstige Vorträge zum Röntgenjahr	
Vortragsreihe der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft	93
Experimente zu Röntgens Entdeckung	94
Untersuchungen zu Ängsten aufgrund von Strahlen	94
Fachtagungen, Kongresse, Symposien	
Röntgenkristallographie: Fortschritte in Methoden und Anwendungen	95
Symposium "Bildgebende Verfahren in der Urologie"	95
Berufsbedingte Lungenerkrankungen im Mittelpunkt einer Tagung	96
Heterostruktur-Laser: Eckpfeiler moderner Elektronik	97
Mit Radon und Röntgen auf Tumorsuche	97
Magnetresonanz-Mikroskopie birgt ein Arsenal von Anwendungsmöglichkeiten	98
Diskussion über neue Richtlinie zur Kontrolle des Strahlenschutzes	99
Charakterisierung und Qualitätssicherung neuer Werkstoffe	100
Mit Röntgenstrahlen die elektronische Struktur von Festkörpern untersuchen	101
Internationaler Röntgen-Gedächtnis-Kongreß der Medizin-Physiker	101
Strahlenschutz in der Pädiatrischen Radiologie	102
Weiter Weg zu künstlichen Sinnesorganen und intelligenten Implantaten	103
Der Röntgenhimmel über Würzburg	104
Knochenchips zu Rekonstruktionen am Schädel	105
"Röntgen-Centennial" am Physikalischen Institut	107
Gefahr für das Erbgut durch ionisierende Strahlung?	108
Mit Röntgentechnik dem Mörder auf der Spur	108
Geschichte, Gegenwart und Zukunft der Röntgenstrahlen	109
Jubiläumstagung der Bayerischen Röntengesellschaft in Würzburg	110
Verleihung von Ehrendoktorwürden	
Juristen eröffneten den Reigen der Ehrenpromotionen	111
Zwei Ehrendoktoren bei Geowissenschaftlern	111
Ein äußerst komplexes Problem ganz einfach gelöst	112
Nach Kriegsgefangenschaft Studium aufgenommen	112
Der Entdeckung des Quanten-Hall-Effektes den Boden bereitet	113
Bekannte Wissenschaftler mit enger Verbindung zu Würzburg	114
Verdienste auf den Gebieten Onkogene und Muskelerkrankungen	114
"Nestor des Internationalen Privatrechts" als Ehrendoktor	115
In der Tradition des europäischen Humanismus	115
Verschiedenes	
Preisträger des Schüler-Wettbewerbs zum Röntgenjahr ausgezeichnet	116
"Nun kann der Teufel losgehen!"	116
Stadt ehrte verdiente Radiologen	117
Weitere Veranstaltungen im Röntgenjahr	118
Röntgenmedaille der Universität Würzburg	119
Autorenverzeichnis	120
Fotonachweis	120

PROF. DR. WILHELM CONRAD RÖNTGEN
(1. NOBELPREIS FÜR PHYSIK.1901)
ENTDECKTE AM 8. 11. 1895
AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG
DIE NACH IHM BENANNTE STRAHLEN.

DIE BAYERISCHE JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG
UND DIE STADT WÜRZBURG
ERÖFFNEN MIT EINEM GEMEINSAMEN FESTAKT
ANLÄSSLICH DER 100. WIEDERKEHR
DES JAHRES DER ENTDECKUNG 1895 DAS RÖNTGENJAHR

AM

MONTAG, 13. FEBRUAR 1995 UM 11.00 UHR s. t.
IN DER NEUBAUKIRCHE

UNIVERSITÄT UND STADT WÜRZBURG LADEN ZU DIESEM FESTAKT
MIT ANSCHLIESSENDEM EMPFANG UND ERÖFFNUNG DER AUSSTELLUNG
»100 JAHRE RÖNTGENSTRAHLEN«
IN DEN RÄUMEN DES MARTIN VON WAGNER-MUSEUMS
SEHR HERZLICH EIN.

THEODOR BERCHEM
PRÄSIDENT

JÜRGEN WEBER
OBERBÜRGERMEISTER

Um verbindliche Antwort bis 3. Februar 1995 auf beiliegender Karte wird gebeten.

FESTFOLGE

MUSIK

BEGRÜSSUNG

PROF. DR. DR. h.c. mult. THEODOR BERCHEM
PRÄSIDENT
DER BAYERISCHEN JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
JÜRGEN WEBER
OBERBÜRGERMEISTER DER STADT WÜRZBURG

ÜBERREICHUNG DES ALBUMS MIT DEN ERSTDRUCKEN
DES SONDERPOSTWERTZEICHENS
»150. GEBURTSTAG WILHELM CONRAD RÖNTGEN /
100 JAHRE RÖNTGENSTRAHLEN«
SIGNIEREN DER VERGRÖßERUNG DES SONDERPOSTWERTZEICHENS
DR. WOLFGANG BÖTSCH
BUNDESMINISTER
FÜR POST UND TELEKOMMUNIKATION

GRUSSADRESSE

DR. HANS ZEHETMAIR
STELLV. MINISTERPRÄSIDENT DES FREISTAATES BAYERN
STAATSMINISTER
FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST

MUSIK

FESTVORTRAG

PROF. DR. KLAUS VON KLITZING
(NOBELPREISTRÄGER FÜR PHYSIK 1985)
»WILHELM CONRAD RÖNTGEN«

EINFÜHRUNG IN DIE AUSSTELLUNG »100 JAHRE RÖNTGENSTRAHLEN«
JOST LEMMERICH

MUSIK

EMPFANG MIT BUFFET IM TOSCANASAAL DER RESIDENZ
ERÖFFNUNG DER AUSSTELLUNG »100 JAHRE RÖNTGENSTRAHLEN«

MUSIKALISCHE GESTALTUNG
COLLEGIUM MUSICUM VOCALE U. L. V. RUDOLF DANGEL

Diese Einladung ist nicht übertragbar und gilt nur für eine Person.

Probleme nur mit mehr Wissenschaft zu lösen

Theodor Berchem, Begrüßung

Am 8. November 1895 entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen an der Universität Würzburg die nach ihm benannten Strahlen. Diese Entdeckung zählt zweifellos zu den bedeutendsten wissenschaftlichen Großtaten in der Geschichte unserer Universität.

Die angemessenste Form, dieses epochalen Ereignisses zu gedenken, schien uns die Wissenschaft selbst zu sein, sie in möglichst vielen Facetten auch einem breiteren Publikum näher zu bringen, sie kritisch zu hinterfragen, ihre gelegentliche Janusköpfigkeit nicht zu eskamotieren, immer aber zutiefst überzeugt, daß die Probleme dieser Welt nicht mit weniger, sondern nur mit sehr viel mehr Wissenschaft zu lösen sind. Wir widmen also dieses Jahr 1995 Wilhelm Conrad Röntgen, dem großen Gelehrten und beeindruckenden Menschen, der einer der unseren war, aber allen gehört, der mit der Entdeckung der X-Strahlen die Welt in kaum nachzuvollziehender Weise verändert hat, der auf dornigen Pfaden und wahrlich nicht auf dem Königsweg zu den höchsten Gipfeln der Forschung aufgestiegen ist, vorbildhaft bescheiden und genügsam, geradezu entwaffnend mit seiner lapidaren Feststellung: "Ich bin Wissenschaftler und kein Krämer".

Ich freue mich ganz besonders, daß wir das Röntgenjahr zusammen mit der Stadt veranstalten können und sage dafür auch an dieser Stelle sehr herzlichen Dank. Den 50. Jahrestag der Röntgenstrahlen wollte man feiern, wäre nicht diese Stadt und mit ihr die Universität in Schutt und Asche verwandelt worden. Beide sind wie durch ein Wunder zu neuem Leben erblüht. Darüber dürfen wir uns freuen und glücklich sein, aber die Schrecken der Vergangenheit und der politische Wahnwitz der nationalsozialistischen Verbrecher, der sie heraufbeschworen hat und der unsägliches Leid über Millionen von Menschen gebracht hat, sollte uns täglich Mahnung sein.

Als Präsident der Alma Julia darf ich Sie, auch im Namen des gesamten Präsidialkollegiums, zur offiziellen Eröffnung des Röntgenjahres herzlich begrüßen.

Es ist mir eine besondere Freude, heute

so viele Ehrengäste und bedeutende Persönlichkeiten aus den unterschiedlichsten Bereichen des öffentlichen Lebens willkommen zu heißen, bekunden Sie doch durch Ihr Erscheinen Ihr Interesse an Wissenschaft und Kultur und Ihre Verbundenheit mit unserer Universität und mit der Stadt Würzburg.

Mein erster Gruß gilt dem Bundesminister für Post und Telekommunikation, Herrn Dr. Wolfgang Bötsch, einem ehemaligen Studenten unserer Alma mater, der gleich die Sonderbriefmarke vorstellen wird und dem wir für deren Zustandekommen auch persönlich sehr dankbar sind. Die Bayerische Staatsregierung wird heute durch Herrn Staatssekretär Klinger vertreten, der uns anstelle des verhinderten Staatsministers Zehetmair die Ehre eines Grußwortes geben wird. Seien Sie herzlich willkommen. Ebenso begrüße ich sehr herzlich Herrn Prof. Klaus von Klitzing vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Nobelpreisträger für Physik des Jahres 1985 und ehemaliger Würzburger Student und Dozent. Ich danke ihm von ganzem Herzen für seine spontane Bereitschaft, den heutigen Festvortrag über Wilhelm Conrad Röntgen zu halten.

Als Vertreter der jüdischen Kultusgemeinde begrüße ich herzlich unseren Ehrenbürger Senator a.D. Schuster und als Vertreter der evangelischen sowie der katholischen Kirche Herrn Dekan Beer und Herrn Domkapitular Wahl.

Desgleichen sind uns herzlich willkommen die Mitglieder des deutschen Bundestages Frau Scheel und die Herren Geis, Kolbow und Müller sowie die Abgeordneten des Bayerischen Landtags Frau Radermacher und Frau von Truchseß sowie die Herren Ach, Brosch, Christ, Hartenstein, Kaul, Kiesel, Loew, Meyer, Nätscher, Schmitt, Sinner und Stockinger und die Mitglieder des Bayerischen Senates Fuchs, Groenen, Schleunung und Vöth.

Aus dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst heiße ich den Leiter der Hochschulabteilung und Träger der Bene Merenti in Gold, Herrn Ministerialdirigenten Dr. Zimmermann, unseren Referenten Herrn MR Grote und unseren Klinikreferenten Herrn Ministerialrat Dr. Wurzbacher sowie unse-

ren ehemaligen Referenten MR Dr. Laevenz herzlich in unserer Mitte willkommen.

Als Vertreter des unterfränkischen Raumes möchte ich Herrn Regierungspräsidenten Dr. Vogt, der als Ehrenbürger zum engeren Kreise unserer akademischen Familie zählt, aufs herzlichste begrüßen, mit ihm zugleich den Vertreter des Bezirkstagspräsidenten Herrn Heusinger sowie die Herren Landräte Handwerker, Neder, Schreier und Steigerwald.

Ein besonders herzlicher Willkommengruß gilt dem mitveranstaltenden Herrn Oberbürgermeister Weber, den Herren Bürgermeister Dr. Fuchs und Franke und den zahlreich erschienenen Stadträten sowie den Oberbürgermeistern unserer benachbarten Städte, Frau Grieser, Schweinfurt, und den Herren Reiland, Aschaffenburg, Rumpel, Kitzingen, und Zoll, Bad Kissingen.

Eine besondere Freude ist es mir, die Präsidenten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Herrn Prof. Dr. Danielmeyer, der Deutschen Röntgengesellschaft, Prof. Dr. Wolf, der Gesellschaft für Medizinische Physik, Prof. Dr. Nüsslin und der Physico-Medica, Prof. Dr. Haase, in unserer Mitte zu begrüßen, und ich bin dankbar, daß wir den großen Festakt am 8. November mit ihnen gemeinsam gestalten können.

Ein herzliches Grüß Gott sage ich den Vertretern von Bayerns Hochschulen: dem Rektor der Universität Passau und gleichzeitig Vorsitzenden der Bayerischen Rektorenkonferenz, Herrn Prof. Dr. Pollok sowie den Rektoren der Universität Augsburg, Herrn Prof. Dr. Blum, der Universität Bamberg, Herrn Prof. Dr. Hierold, dem Präsidenten der Universität Bayreuth, Herrn Prof. Dr. Büttner, dem Präsidenten der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg, Herrn Prof. Dr. Fechner und dem Präsidenten der Musikhochschule Würzburg, Herrn Prof. Hennevoß. Herzlich begrüßt seien auch der Kanzler der Musikhochschule Würzburg, Herr Lurz, und der Kanzler der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt, Herr Dr. Herzog. Ebenso herzlich begrüße ich alle Vertreter der Universitäten, Kliniken, gelehrten Gesellschaften und Forschungseinrichtungen aus der ganzen Bundesrepublik, die heute zu uns gekommen sind.

Weiterhin möchte ich alle hier anwesenden Schulleiter herzlich willkommen heißen, insbesondere den Ministerialbeauftragten für die Gymnasien, Herrn Mündlein und für die Realschulen Herrn Zwilling.

Sehr herzlich begrüße ich die Vertreter von Verbänden, Behörden, Ämtern und der Bundeswehr: den Präsidenten der IHK, Herrn Dr. Kohorst sowie seinen Hauptgeschäftsführer Herrn Dr. Lotter, den Präsidenten der Bayerischen Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Freiherr von Craillshheim, begleitet von Herrn Weiler, dem Leiter der Schloß- und Gartenverwaltung Würzburg, den Landgerichtspräsidenten Herrn Prof. Dr. Weiß, Frau Leitende Oberstaatsanwältin Schuchardt, den Direktor des Amtsgerichts, Herrn Knahn, den Vizepräsidenten des Verwaltungsgerichtes Herrn Förster, Herrn Regierungsdirektor Wirth, als Leiter des Kreiswehrratsamtes Würzburg, Herrn Forstpräsidenten Dr. Nüßlein, den Präsidenten der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd, Herrn Paul, sowie Herrn Oberst Bernd von der Bundeswehr. Ein herzliches Grüß Gott auch Herrn Oberpflegamtsdirektor Dr. Schorn vom Juliuspital, unserer älteren Schwester, und Herrn Ltd. Medizinaldirektor Dr. Kläß vom Staatlichen Gesundheitsamt.

Ein ebenso herzlicher und von Dankbar-

keit getragener Willkommensgruß gilt Graf Ingelheim, dem Vorsitzenden unseres Universitätsbundes, sowie den Herren Ehrensenatoren Fürst Castell-Castell, Dr. Dieter Klett, Dr. Schäfer sowie den Ehrenbürgerinnen und Ehrenbürgern Frau Preh, Herrn Dr. Brause, Herrn Brod, Herrn Diller, den Bezirkstagspräsidenten a.D., Herrn Dr. Gerstner, dem Regierungspräsidenten a.D., Herrn Dr. Meyer, sowie Herrn Dr. Rietschel und Herrn Dr. Rötter.

In meinen Dank und meinen Willkommensgruß schließe ich freudig mit ein die Träger der Medaille "Bene Merenti" Frau Peterek, Herrn Hain, Herrn Dr. Horster, Herrn Staatssekretär a.D. Lauerbach, Herrn Märtirer, Herrn Prof. Dr. Meyer, Herrn Prof. Dr. Schäfer, Herrn Stetter und Herrn Vogel. Seien Sie uns alle herzlich willkommen.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, einen herzlichen Willkommensgruß an meine Vorgänger im Amte zu richten, Träger der Medaille "Bene Merenti" in Gold, die Altrektoren Prof. Dr. Scheer, Prof. Dr. Schreiner und Prof. Dr. Uhlmann, die eine Reihe von Jahren die Geschicke unserer Universität bestimmt haben.

Besonders erfreut bin ich über die hohe Präsenz von Medienvertretern, die ich sehr herzlich begrüßen möchte und denen ich

danke für ihre freundlich-kritische Begleitung und Kommentierung unserer täglichen Arbeit.

Mein Dank gilt schließlich den Mitgliedern des Collegium Musicum Vocale unter der bewährten Leitung von Herrn Direktor Dangel, die den musikalischen Rahmen des Festaktes bestreiten. Last, but not least begrüße ich mit besonderer Herzlichkeit und tiefem Dank den unermüdlichen Organisator unserer einmaligen Röntgenausstellung, Herrn Dipl. Physiker Jost Lemmerich, Berlin, der uns nachher kurz in Konzeption und Gestaltung der Ausstellung, für die er allein verantwortlich zeichnet, einführen wird.

Ich schließe hier - zugegebenermaßen nicht ohne eine gewisse Willkür - meine namentliche Begrüßung, weil ich heute der oberste Zeitmesser bin und nicht mit schlechtem Beispiel vorangehen möchte. Ich bitte alle diejenigen, die ich aus Unwissenheit oder durch Versehen vergessen habe, namentlich zu nennen, um christliche Nachsicht. Seien Sie uns alle ohne Ausnahme und ohne Unterschied von ganzem Herzen willkommen und lassen Sie uns diesen Tag in Freude und dankbarer Erinnerung begehen an W.C. Röntgen, den großen Gelehrten, Wohltäter der Menschheit und ganzer Stolz für Stadt und Universität Würzburg.

100-Jahr-Feier in Würzburg erfüllt mit Stolz

Jürgen Weber, Begrüßung

Wir werden es in den nächsten Wochen noch öfter hören: Die Entdeckung der Röntgenstrahlen wird 100 Jahre alt. Herzlich grüße ich alle, die den Weg zu dieser Jubiläumsfeier heute hierher gefunden haben. Ein besonderes Willkommen gilt den zahlreichen Gästen von auswärts und aus dem Ausland, die der heutige Tag und die vielen noch kommenden Tagungen des Röntgenjahres nach Würzburg führen wird.

Ein Jahrhundert Röntgenstrahlen: Wir empfinden es als Ehre, und es erfüllt uns auch ein wenig mit Stolz, daß dieses Jubiläum in Würzburg gefeiert wird, daß diese große Entdeckung in Würzburg geschah. Die 100-Jahr-Feier vermittelt uns ein Gefühl der Genugtuung, des Respektes und der Dankbarkeit.

100 Jahre - das ist eine ferne und doch auch nahe Vergangenheit: nah, weil es noch die Generation unserer Großeltern war, die hier vor einem Jahrhundert die Entdeckung und das publizistische Aufsehen miterlebte, und fern, weil sich seither die Lebensumstände für den Einzelnen wie für die Gesellschaft im Ganzen grundlegend verändert haben. Die Geschwindigkeit, mit der sich unsere Lebensumstände weiterentwickeln, ist kaum noch zu messen. Schneller als je zuvor wird Gegenwart zur Vergangenheit.

Die "Halbwertszeit" unseres Wissens sinkt rapide. Wenig von dem, was uns umgibt, kann als dauerhaft betrachtet werden. Wir stehen immer drängender vor der doppelten Aufgabe: einerseits unsere Wurzeln zu stärken, aus denen wir leben, und andererseits immer von neuem dazulernen. Damit stellen sich gerade auch an die Schulen und

Hochschulen ganz neue Herausforderungen.

Wenn Sie Schüler und Studenten ausbilden, dann geht es um unser aller Nachwuchs. Seine Qualität und seine Lebenschancen sind nicht nur für die betreffenden jungen Menschen selbst entscheidende und existentielle Fragen, sondern sie sind auch für die Zukunft unseres Landes - für unsere Arbeitswelt ebenso wie für unseren geistigen Zustand - von ausschlaggebender Bedeutung. So ist die Qualität der Lehre und der Forschung wohl der einzige große "Rohstoff" unseres Landes und somit das wichtigste Kapital, das wir für die Chancen unserer Nachkommen pflegen und mehren müssen. Und darum dürfen wir in Würzburg zurecht stolz darauf sein, daß sich der Bogen bedeutender Wissenschaftler unserer Universität von der Vergangenheit in die Gegenwart fortspannt.

So freue ich mich, in Ihrer Mitte zu sein und gemeinsam mit Ihnen eine große wissenschaftliche Leistung zu feiern und natürlich auch die Person des Entdeckers Wilhelm Conrad Röntgen, eines großen Bürgers dieser Stadt, die ihn 1921 darum auch zum Ehrenbürger ernannt hat.

Und darum gilt ein besonders herzlicher Gruß dem heutigen Festredner, Klaus von Klitzing. Sie, Herr von Klitzing, stehen in der Reihe bedeutender Persönlichkeiten, die der Würzburger Universität einen guten Ruf eintragen haben und unsere Stadt bereichern.

Wilhelm Conrad Röntgens Entdeckung

gilt als eine der verhältnismäßig seltenen wirklich herausragenden wissenschaftlichen Pionierleistungen. Wenn ich die aktuellen Arbeits- und Forschungsbereiche in vielen Instituten unserer Julius-Maximilians-Universität betrachte, dann glaube ich sagen zu können, daß unsere Universität vor ihrer Vergangenheit und vor den Aufgaben unserer Zeit bestehen kann. Was not tut, und zwar für den gesamten Wirtschaftsraum Mainfranken, das wäre die seit langem geforderte Technische Fakultät. Das ist ein Appell, den ich bei dieser Gelegenheit den Vertretern der Bayerischen Staatsregierung und des Baye-

rischen Landtags nicht vorenthalten möchte.

Meine Damen und Herren, in diesem Sinne wünsche ich uns einen guten Verlauf des heutigen Festaktes und des ganzen Röntgenjubiläumsjahres. Ich wünsche uns vielfältige Anregungen aus den zahlreichen wissenschaftlichen Veranstaltungen. Wir brauchen diese geistigen Auseinandersetzungen gerade in einer Zeit, da wir für alle gesellschaftlichen Bereiche und für unser öffentliches Bewußtsein nach Orientierungen suchen. Es gibt so viele Fragen unserer Zeit, bei deren Beantwortung unseren Hochschulen eine wesentliche Rolle zukommt.

Übergabe des Sonderpostwertzeichens

Wolfgang Bötsch

Ich freue mich, daß ich im Rahmen dieses Festaktes das Sonderpostwertzeichen aus Anlaß des 150. Geburtstages Wilhelm Conrad Röntgens und des 100. Jahrestages der Entdeckung der Röntgenstrahlen überreichen kann. Ganz besonders freut es mich, daß mit der Würdigung Röntgens auch eine Würdigung meiner Heimatstadt Würzburg und eine Würdigung der Julius-Maximilians-Universität, an der ich selbst Rechts- und Staatswissenschaften studiert habe, verbunden ist.

Röntgen war hier an dieser Universität Rektor, als er in einem Eckzimmer des Physikalischen Instituts in der Nacht vom 8. auf den 9. November 1895 die nach ihm benannten Strahlen entdeckte. Es war die Nacht, in der der Mensch durchsichtig wurde. Für diese Entdeckung hat Röntgen 1901 den ersten Nobelpreis für Physik erhalten.

Hundert Jahre sind, vom heutigen Stand der naturwissenschaftlichen Forschung aus betrachtet, eine sehr lange Zeit. Viele Entdeckungen, Erfindungen und deren technische Umsetzung, die heute fester Bestandteil unseres Alltags sind, waren vor hundert Jahren unbekannt. Bedenkt man angesichts dieser Entwicklung der letzten hundert Jahre, daß die Universität Würzburg zu der Zeit, als Röntgen hier lehrte, bereits eine dreihundertjährige ununterbrochene Tradition besaß, unterstreicht dies die Bedeutung Würzburgs

als Stadt der Wissenschaft. Vielleicht war es daher doch mehr als ein Zufall, daß Röntgen seine Entdeckung ausgerechnet hier in Würzburg gemacht hat.

Die akademische Karriere des Physikers Röntgen war im übrigen gar nicht so geradlinig, wie man es vielleicht vermuten würde. Aufgrund des fehlenden Abiturs hatte er Schwierigkeiten damit, ein Studium aufzunehmen, und später verweigerte die Universität Würzburg, an der er als Assistent von

Professor Kundt arbeitete, dem bereits promovierten Wissenschaftler wegen des fehlenden Abiturs das Recht, sich zu habilitieren. Erst über den Umweg Straßburg, Hohenheim und Gießen führte sein Weg wieder nach Würzburg, wo er seine für die Menschheit so segensreiche Entdeckung machte.

Große Künstler, Politiker und Wissenschaftler gibt es viele. Wichtige kulturelle, geschichtliche und sportliche Ereignisse



Bei der Signierung der Vergrößerung des Sonderpostwertzeichens "150 Geburtstag Wilhelm Conrad Röntgen, 100 Jahre Röntgenstrahlen" (v.l.n.r.): Oberbürgermeister Jürgen Weber, Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem, Bundesminister Dr. Wolfgang Bötsch und Prof. Dr. Klaus von Klitzing.

auch. Nur wenige können jedoch ihren Ruhm vergrößern, indem sie durch Millionen Hände gehen. Diese zusätzliche Popularität fördert die Bundesrepublik Deutschland mit ihrer Kollektion von Sonderbriefmarken.

Wilhelm Conrad Röntgen gehört zu den wenigen Persönlichkeiten, die in der Bundesrepublik bereits zum 2. Mal auf einem Sonderpostwertzeichen abgebildet werden. Bereits 1951 wurde sein Schaffen derart gewürdigt. Auch in der DDR wurde er 1965 mit einer Sondermarke geehrt.

Jede Briefmarke hat ihre Geschichte. Sie ist in den meisten Fällen nicht gerade spektakulär, aber - und dies sollte bedacht werden - immer vorhanden. Wenn wir zum Beispiel einen Gruß aus dem Urlaub verschicken und mit einer Briefmarke frankieren, verbindet der Urlauber damit Erinnerungen, und den Empfänger führt das Motiv in eine andere, vielleicht sehr ferne Welt. Der Philatelist beginnt ebenfalls zu träumen, wenn er besondere Kostbarkeiten vor sich sieht, und erinnert sich in machen Fällen an die Begebenheiten, die mit einzelnen dieser Ausgaben verbunden waren.

Sie und ich, meine Damen und Herren, werden uns - da bin ich mir sicher - jedenfalls immer an diese festliche Veranstaltung erinnern, wenn wir dieses Sonderpostwertzeichen auf einem Brief in unserer Post entdecken oder es selbst auf einer Sendung zur Freimachung verwenden.

Heute sind Briefmarken weltweit aus dem Alltags- und Geschäftsleben nicht mehr wegzudenken. Lange Jahre hatte die Briefmarke im Bereich der schriftlichen Kommunikation fast eine Monopolstellung. Diese ist durch Frankiermaschinen und elektronische Datenübertragung zwar angegriffen, aber die bunten Marken sind noch nicht vom Markt verdrängt.

Daß dies auch in Zukunft so bleibt, ist nicht zuletzt den allein in Deutschland über drei Millionen aktiven Briefmarkensammlern zu verdanken. Sie sind davon fasziniert, daß jede Marke - wie vorhin erwähnt - ein spezifisches Eigenleben besitzt.

Die Sondermarken erfreuen sich einer wachsenden Beliebtheit. Selbst bei großen Firmen gehört es mittlerweile zur Imagepflege, wichtige Briefe mit Sondermarken zu

frankieren. Der Empfänger wird den Inhalt häufig mit einer positiveren Grundeinstellung prüfen, als bei einer freigestempelten Sendung - irgendwo steckt doch in jedem von uns noch ein Sammler.

Durch die von Margit Zauner entworfene Briefmarke, die ab dem 9. März 1995 überall in Deutschland erhältlich ist, erinnern wir hier und heute an die hundertste Wiederkehr der Entdeckung der Röntgenstrahlen, hier in Würzburg.

Daher freue ich mich ganz besonders, Ihnen, sehr verehrter Herr Professor Dr. Theodor Berchem, als Präsident der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität in Würzburg, ein Album, und Ihnen, Herr Jürgen Weber, als Oberbürgermeister der Stadt Würzburg, Ihnen, Herr Staatssekretär Rudolf Klinger, als Vertreter der bayerischen Staatsregierung, und Ihnen, Herr Professor Dr. Klaus von Klitzing, der Sie es übernommen haben, das wissenschaftliche Wirken von Wilhelm Conrad Röntgen zu würdigen, je eine Mappe mit den Erstausgaben dieses Sonderpostwertzeichens zu überreichen.

Ängsten mit sachlichen Argumenten entgegentreten

Rudolf Klinger, Grußwort

Als Kaiser Wilhelm II. von den neuen Strahlen erfuhr, mit denen man Metallgewichte durch eine verschlossene Holzschachtel und die Knochen der lebenden Hand fotografieren konnte, lud er den Vater dieser Entdeckung, Wilhelm Conrad Röntgen, zu sich ein, um sich dessen Vortrag über die neue Erfindung persönlich anzuhören. In den Zeitungen im Januar 1896 war zu lesen, daß es Seine Majestät aufgrund der Wichtigkeit der neuen Entdeckung als angemessen erachtet hatte, den Kultusminister zu dem Vortrag befehlen zu lassen.

Heute, knapp 100 Jahre später, war eine solche Weisung nicht mehr erforderlich. Herr Staatsminister Zehetmair wäre gerne und freiwillig nach Würzburg gekommen, um mit Ihnen dieses große Jubiläumsjahr einleiten zu können. Leider sind auch im de-

mokratischen Staat Minister nicht immer frei in ihren terminlichen Dispositionen.

Auch wenn kaiserliche Befehle nicht mehr erteilt werden: Die höfliche Einladung zu einem kurzfristig anberaumten Treffen der Kulturminister der Europäischen Union, das heute und morgen in Bordeaux stattfindet, konnte Herr Staatsminister Zehetmair als Vertreter der deutschen Bundesländer ebenso wenig ausschlagen wie sein Amtsvorgänger die Anordnung des Monarchen. Herr Minister Zehetmair bittet daher um Verständnis, daß er nicht, wie vorgesehen, heute bei Ihnen in Würzburg sein kann. In seiner Vertretung darf ich die Grüße der Bayerischen Staatsregierung zur Eröffnung des Röntgenjahres überbringen.

Dabei können wir von Glück sagen, daß wir das Fest überhaupt in Bayern und in Würzburg begehen können, denn im Jahr der Entdeckung der neuen Strahlen hatte Wilhelm Conrad Röntgen einen Ruf an die Universität Freiburg erhalten.

Die Bleibewünsche Röntgens unterschei-

den sich kaum von den Bedingungen, die unsere Professoren heutzutage für ihr Verbleiben an einer bayerischen Universität stellen: Die Errichtung einer außerordentlichen Professur für Theoretische Physik - inzwischen haben wir drei Lehrstühle - Herstellung eines Anbaus an das Physikalische Institut zur Gewinnung von Arbeitsräumen und Aufstockung des Etats des Instituts zur Finanzierung eines Hilfsdieners. Daß Röntgen für sich persönlich keinerlei Vorteile erwartete, ist ein Zeugnis für seine vielzitierte Bescheidenheit.

Der Bayerischen Staatsregierung ist es damals glücklicherweise gelungen, dem Physiker soweit entgegenzukommen, daß er den Ruf nach Freiburg im März 1895 schließlich ablehnte und die X-Strahlen in seinem Arbeitszimmer am 8. November 1895 in Würzburg entdeckte. Röntgen blieb Bayern erhalten, obwohl er 1898 wiederum einen attraktiven Ruf erhielt, diesmal an die Universität Leipzig.

Wie sehr die Würzburger an "ihrem Er-

finder" hingen und wie sehr die Probleme vor hundert Jahren den heutigen glichen, macht die Reaktion auf den Ruf in der damaligen Presse deutlich, die den Weggang Röntgens als einen großen unersetzlichen Verlust für die Alma Julia bezeichneten. Ich zitiere:

"Wenn nicht seitens der Königlich Bayerischen Staatsregierung und der Universität alles aufgeboten wird, dürfte der berühmte Gelehrte von hier scheiden. Bei dem Umstande, in welchem großartiger Weise Sachsen seine Universität Leipzig und seine Professoren zu dotieren vermag, sind die Hoffnungen auf Erhaltung nur sehr gering. Hoffentlich gelingt es unserem tüchtigen Kultusminister, Röntgen, den berühmten Röntgen, für Würzburg, für Bayern zu erhalten, das wäre der Wunsch eines jeden Würzburger, eines jeden Bayern".

Offenbar waren die bayerischen Kultusminister schon damals sehr tüchtig. Der berühmte Wissenschaftler konnte, wie wir wissen, in Würzburg gehalten werden.

Mit der Errichtung der von Röntgen so lange gewünschten, aber zunächst vom Bayerischen Landtag abgelehnten außerordentlichen Professur für Theoretische Physik und einer Gehaltsaufbesserung um über 30 Prozent - ich bitte die anwesenden Professoren, sich dies nicht zum Vorbild zu machen - konnte Röntgen davon überzeugt werden, den Ruf nach Leipzig abzulehnen.

Die neuen Strahlen, die später nach seinem Namen benannt wurden, haben der me-

dizinischen Diagnostik, der Physik und Gemäldekunde ein neues Zeitalter eröffnet und können als eine der segensreichsten Entdeckungen zum Wohle der Menschheit bezeichnet werden.

In unserem Jahrhundert der neuen Technologien gibt es immer wieder Entwicklungen, die ebenso wie die neuen Strahlen Röntgens Neuland betreffen und erforscht werden müssen. Dem Laien ist es heute kaum noch möglich, Inhalt und Wirkungsweise neuer Technologien zu erfassen. Ich habe Verständnis dafür, daß diese Komplexität der modernen Hochtechnologien bei vielen Menschen Gefühle der Bedrohung und Angst erzeugen.

Damit hatten auch die Röntgenstrahlen anfangs unseres Jahrhunderts zu kämpfen. Wie die Literatur dieser Zeit verdeutlicht, wurden die Strahlen äußerst skeptisch beurteilt. Neben den harmloseren Ängsten, daß die neuen Strahlen die Unterwäsche oder sogar das Wesen zu durchleuchten vermögen, gingen Berichte durch die Weltpresse, daß übermäßige Röntgenstrahlen Hautkrebs verursachen können.

Die Strahlen wurden jedoch nicht verteuelt, sondern man bemühte sich, zum Schutz der Patienten die Strahlendosis so sehr zu verringern, wie es eben möglich war, um noch verwertbare Bilder zu erhalten. Im Vergleich zu Röntgenaufnahmen um 1960 konnte im Durchschnitt die benötigte Dosis um 80 bis 90 Prozent gesenkt werden. Wieviele Menschenleben konnten seither aufgrund der Röntgendiagnostik erhalten werden?

Ich kann deshalb nicht oft genug betonen, daß wir auch und vor allem heutzutage den Ängsten mit sachlichen Argumenten, mit Aufklärung über Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten entgegenzutreten müssen. Darüber hinaus, und das ist wohl der wichtigste Aspekt, müssen wir immer wieder darauf hinweisen, daß die Sicherheit bei der Anwendung neuer Technologien im Vordergrund steht. Dies gilt für die Gentechnologie ebenso wie für die Neutronenforschung. Ist die Sicherheit aber hinreichend gewährleistet, müssen diese Technologien, die ja auch wichtige Forschungen und Anwendungen auf dem Gesundheitssektor ermöglichen, für die Wissenschaft zugelassen werden.

Meine Damen und Herren, die Bayerische Staatsregierung hat nicht nur vor 100 Jahren, sondern auch in den letzten Monaten beträchtliche Anstrengungen unternommen, die Naturwissenschaften in Bayern zu unterstützen. Sie hat Akzente gesetzt und einen wesentlichen Teil der durch Privatisierungserlöse zur Verfügung stehenden Mittel in Wissenschaft und Forschung investiert. Erwähnen möchte ich die Neubauten der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften in Bayreuth und der Physik in Augsburg.

Professor Röntgen wäre sicherlich zufrieden.

Ich wünsche der Universität Würzburg für das Röntgenjahr 1995 alles Gute und eine breite Resonanz.

“Wilhelm Conrad Röntgen”

Klaus von Klitzing

Meine Damen und Herren, ich hoffe sie verzeihen mir, daß ich nicht, wie Herr Berchem, versuche, jeden Einzelnen zu begrüßen. Es könnte mit passieren, daß ich jemanden übersehe, oder noch schlimmer, daß ich jemand begrüße, der gar nicht anwesend ist, wie z.B. den Herrn Kultusminister. Wir haben ja schon gehört, daß er eine wichtige Kultusministerkonferenz heute hat, und daß die Ursache für seine Abwesenheit nicht eine Recherche in den Personalakten von Herrn Röntgen war, der ja einige böse Worte über den Kultusminister gesagt hat.

Röntgen hat in einem Brief an seinen Assistenten, Herrn Zehner, einmal geschrieben: "Leider sind die Verhältnisse im Kultusministerium von Bayern keine, wenigstens für die Entwicklung der Physik sehr günstigen", das war 1904 und ein Jahr später bemerkte er in einem Brief an einen Professorenkollegen hier in Würzburg: "Dazu ein Kultusminister der vor allen Dingen Bürokrat ist und außerdem kein wirkliches Interesse für die Entwicklung und das Gedeihen der Universität hat. Es ist wirklich ein Wunder und ein Zeichen großer innerer Lebenskraft, daß die Wissenschaft trotz Minister und anderer Hemmnisse in Deutschland doch solche Fortschritte macht."

Nun das trifft ja heute absolut nicht mehr zu, man sollte vielleicht ehrlich sein und sagen, daß die Atmosphäre für Wissenschaft und Forschung in Bayern vielleicht die beste von allen Bundesländern ist und man sollte dankbar sein, wenn Politiker nicht nur im taktischen Kleinkrieg mit den Alltagsproblemen, sondern auch etwas länger denken.

Nun ich habe ja nicht vor, über Wissenschaftspolitik zu reden, sondern ich werde etwas über Röntgen erzählen. Ich muß zugeben, daß der Bundespostminister Bötsch einen Höhepunkt schon vorweg genommen hat, und zwar mit der Präsentation der Sonderbriefmarke. Wenn ich mich steigern möchte, dann muß ich etwas größeres zei-



Prof. Dr. Klaus von Klitzing beim Festvortrag anlässlich der Eröffnung des Röntgenjahres der Universität Würzburg am 13. Februar in der Neubaukirche.

gen, z.B. einen Briefmarkenblock aus dem Staat Bhutan, einem kleinen Himalaja-Staat. Zu Ehren des 75. Jahrestages des Nobelpreises hat dieser Staat eine Briefmarke herausgegeben (Abb. 1). Rechts oben ist Röntgen abgebildet, der zusammen mit v. Behring, van't Hoff, Prudhomme, Dunant und Passy, damals den ersten Nobelpreis bekommen hat. In der Liste der Nobelpreisträger steht Röntgen an allererster Stelle. Das liegt daran, daß Alfred Nobel in seinem Testament die Physik als Erste benannt hat und deswegen die Physiker immer im Vordergrund stehen.

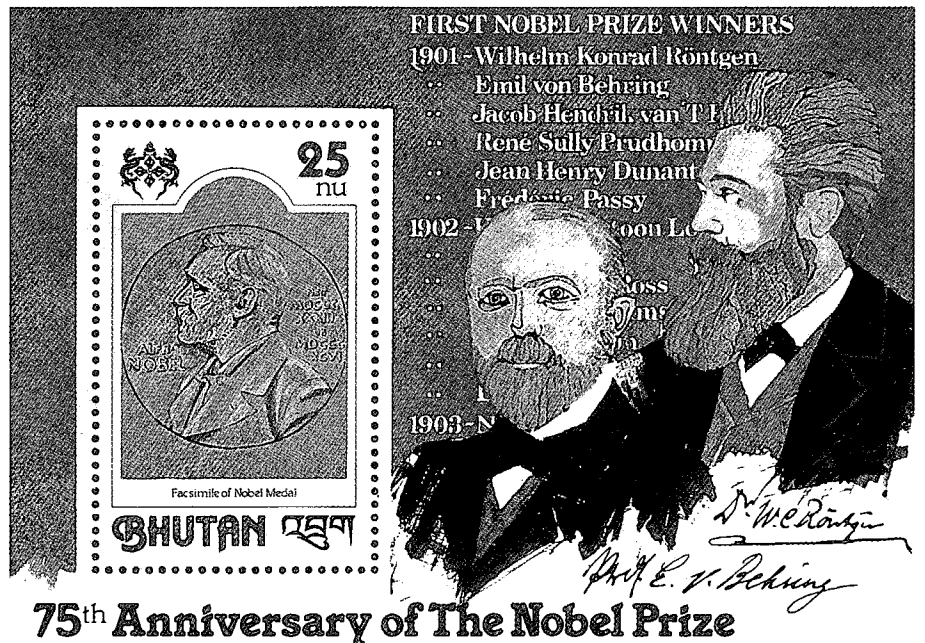
Herr Bötsch hatte schon erwähnt, daß auch die Bundespost in der Vergangenheit schon Sondermarken zu Ehren von Röntgen herausgegeben hatte, 1951 gab es eine Marke anlässlich der 50. Wiederkehr der Verleihung des Nobelpreises an W.C. Röntgen. Alle diese Briefmarken hatten die Eigenschaft, daß natürlich der charakteristische Kopf von Röntgen abgebildet war. Seit heute haben wir eine Neuheit, eine Röntgenbriefmarke ohne den Kopf von Röntgen. Der Bundespostminister hat die Sondermarke, die jetzt in diesem Jahr herauskommt, schon vorgestellt (Abb. 2). Das Besondere an dieser Marke ist auch, daß man sehen kann, weswegen das Röntgenjahr 95 stattfindet, weswegen wir heute diesen Festakt begehen.

Einerseits jährt sich zum 150. Male der Geburtstag von W.C. Röntgen, andererseits

wurden vor 100 Jahren die Röntgenstrahlen entdeckt. Wir haben also Glück, daß Röntgen gerade im 50. Lebensjahr seine Entdeckung machte, so können wir eben beide Jubiläen gleichzeitig feiern.

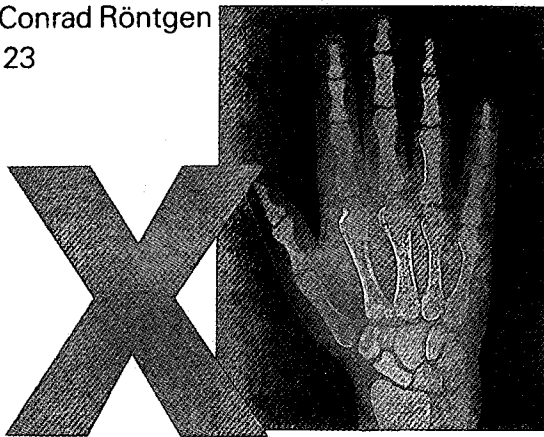
Nun könnte man auf die Idee kommen, vor 50 Jahren gab es ja auch eine gute Möglichkeit, da war der 100. Geburtstag und 50 Jahre Entdeckung der Röntgenstrahlen. Weswegen gab es damals 1945, kein Röntgen-

jahr? Ich habe in den Archiven entdeckt, daß ein Antrag an das Reichspostministerium gestellt wurde, Röntgen auch 1945 mit einer Sonderbriefmarke zu ehren. Dieser Antrag wurde von der Medizinisch-Physikalischen Gesellschaft in Würzburg gestellt, er wurde jedoch abgelehnt. Die Ablehnung erfolgte mit der Bemerkung, daß eine solche Ehrung nur berühmten Männern vorbehalten sei. Man könnte die Vermutung haben, daß der



(Abb. 1) Briefmarkenblock zum 75. Jahrestag der Verleihung des ersten Nobelpreises

Wilhelm Conrad Röntgen
1845 - 1923



100
Deutsche
Bundespost

100 JAHRE ENTDECKUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN

(Abb. 2) Sonderbriefmarke der Deutschen Bundespost zum Röntgenjahr 1995

damalige Postminister keinen guten Beirat und keinerlei Verständnis für die Wissenschaft hatte.

Aber so war es eigentlich nicht, denn wenn man in den Archiven nachsieht, dann kann man in der Universität Heidelberg sogar ein Bild des Reichspostministers mit einem Physiker finden. Es handelt sich dabei um den Reichspostminister Dr. Ing. Ohnesorge mit dem Physiker Philipp Lenard, anlässlich des 80. Geburtstages des Wissenschaftlers in Heidelberg. Dieser Philipp Lenard wird uns noch ein paarmal begegnen. Herr Lenard hat im Jahre 44 als 82-jähriger wohl noch ein Buch geschrieben und in einer Fußnote findet man: "Dank an Reichspostminister Ohnesorge. Er hat sein weitgehendes Interesse an der Naturforschung durch besondere Hilfe bekundet." Also es bestand schon Interesse des Ministers an der Wissenschaft, bloß die Berater waren vielleicht wohl nicht die Richtigen. Einer seiner Berater war Philipp Lenard, der schon im Jahre 1933 an Adolf Hitler geschrieben hat: "Der Herr Reichskanzler möge die Unterrichtsminister der deutschen Länder beauftragen, in allen Hochschul- und Personalfragen vor Entscheidungen meinen Rat einzuholen, den ich kurzer Form nach den obersten Gesichtspunkten deutscher Erneuerung geben werde."

Herr Lenard war einer der Vertreter der deutschen Physik, kein gutes Aushängeschild für die Wissenschaft. Aber er hatte eben Einfluß auf die Politik und hatte etwas gegen Röntgen, denn er ärgerte sich, daß er nicht selber die Entdeckung der berühmten X-Strahlen gemacht hatte, wie wir nachher sehen werden. In einem Buch im Jahre 1944 hat Herr Lenard geschrieben: "Röntgen war die Hebamme bei der Geburt der Entdeckung. Diese Helferin hat den Vorzug das

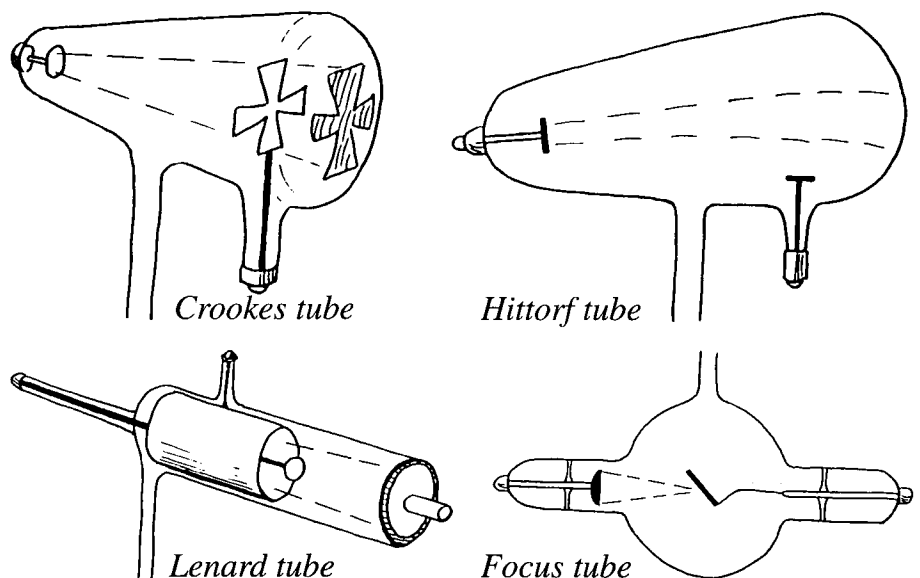
Kind zuerst vorzeigen zu können, mit der Mutter kann sie aber nur von Unwissenden verwechselt werden."

Nun, um die Vorgeschichte zu verstehen, möchte ich aus dem Jahre 1944 fünfzig Jahre zurückgehen. 1894: Röntgen war gerade Rektor der Universität hier in Würzburg. Präsident Berchem weiß ja, wenn man Rektor ist, hat man nicht sehr viel Zeit, neue Wissenschaft anzufangen. So hat es auch Herr Röntgen gemacht. Die Idee, ein Forschungsgebiet aufzugreifen, was später zur Entdeckung der Röntgenstrahlen führte, kam gerade in diesem Jahre 1894. Man könnte den 4. Mai 1894 eigentlich als den Tag festlegen, an dem Röntgen das neue Forschungsgebiet aufgreift. An diesem Tag hat er zwei Briefe geschrieben, einen an eine Firma und einen an diesen Herrn Lenard, den wir eben kennengelernt haben. An die Firma in Braunschweig schrieb er: "In der Arbeit von Herrn

Dr. Lenard finde ich die Notiz, daß sich einer von ihnen konstruierter Entladungsapparat gut bewährt hat. Ich ersuche sie deshalb, mir einen solchen baldmöglichst zu liefern". So einfach ging das damals. Man brauchte keine drei Vergleichsangebote, man konnte sofort bestellen, wenn man eine gute Idee hatte.

Wozu benötigte Röntgen einen Entladungsapparat, das heißt einen Glaskolben mit zwei elektrischen Kontakten, ähnlich wie eine durchsichtige Leuchtstoffröhre? Um das verstehen zu können, muß man wissen, daß in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts das Arbeiten mit Kathodenstrahlen ein interessantes Forschungsgebiet war. Wilhelm Hitthoff hat diese Kathodenstrahlen 1869 entdeckt. Er fand heraus, daß eine hohe elektrische Spannung in einem luftleer gepumpten Glaskolben eine schwache Leuchterscheinung hervorruft, wie es in Abb. 3 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Der Ausgangspunkt dieser Kathodenstrahlen war immer der negative Pol und heute wissen wir, daß Elektronen (die damals noch nicht bekannt waren) mit den Kathodenstrahlen identisch sind. Diese Strahlen sind eigentlich nicht sichtbar, der Zusammenstoß mit Restatomen und der Aufprall auf die Glaswand erzeugen jedoch sichtbare Strahlung. Man konnte also feststellen, wo die Kathodenstrahlen auf der Glaswand auftreffen und es war bekannt, daß elektrische und magnetische Felder die Strahlen ablenken können. Crook hat sogar festgestellt, daß eine Metallschablone die Kathodenstrahlen abfängt und ein Schattenwurf auf der Glaswand sichtbar wird.

Eine besondere Entdeckung machte Heinrich Hertz, der bekannt ist für die Radiowel-



(Abb. 3) Kathodenstrahlröhren - die Vorläufer der Röntgenröhre

lenuntersuchung. Heinrich Hertz stellte die Frage. "Wie dünn muß man diese Crook'sche Metallschablone machen, so daß die Kathodenstrahlen da noch hindurchgehen". Das Ergebnis war, daß Metallfolien mit einer Dicke von einigen tausendstel Millimeter für die Kathodenstrahlen durchlässig sind. Ein Schüler von diesem Heinrich Hertz war eben Philipp Lenard, den ich schon eingeführt habe. Philipp Lenard hatte die Aufgabe, sich mit den Eigenschaften der Kathodenstrahlen zu beschäftigen. Und Lenard hat dabei einen wichtigen Beitrag geliefert, er hat nämlich eine dünne Metallfolie einfach als Fenster an die Röhre angebracht. Bei der Lenardröhre in Abb. 3 prallen somit die Kathodenstrahlen nicht auf die Glaswand, sondern können durch das dünne Metallfenster nach außen gelangen. Das Fenster war dazu da, einerseits den luftleeren Raum von der Außenwelt abzutrennen, andererseits aber auch einen Austritt der mysteriösen Kathodenstrahlen in die Luft zu erlauben. Die Strahlen drangen nicht weit in die Normalluft ein - es waren nur Zentimeter - aber man hatte nun die Möglichkeit, mit den Kathodenstrahlen außerhalb der Röhre zu experimentieren. Diese Möglichkeit hat Röntgen fasziniert und deshalb beschlossen, dieses Forschungsgebiet aufzugreifen.

Nun, damit Sie aus dem Festvortrag nicht herausgehen und nachher gar nicht wissen, was die Röntgenstrahlen im Endeffekt sind, möchte ich das kurz zusammenfassen. Beim Aufprall der Kathodenstrahlen auf ein Metall - meistens Antikathode genannt - wird die Energie der Kathodenstrahlen in eine andere Art von Strahlen umgewandelt, in Röntgenstrahlen, die kurzweilige "Lichtstrahlen" darstellen. Sowohl Crook als auch Lenard und viele andere Wissenschaftler hatten Experimente durchgeführt, bei denen Röntgenstrahlen entstehen. Röntgen war jedoch der erste, der herausgefunden hat, daß die Kathodenstrahlen in andere Strahlen umgewandelt werden können.

Im Jahre 1894 hatte sich Röntgen also entschlossen, durch den Kauf eines Entladungsapparates und der Verwendung von dünnen Metallfenstern die Kathodenstrahlen außerhalb der Röhre etwas genauer zu untersuchen. Gleichzeitig mit der Bestellung der Apparatur schrieb er am 4.5.1894 einen Brief an seinen 17 Jahre jüngeren Kollegen Philipp Lenard mit dem Text: "Sehr geehrter Herr Doctor! Ich möchte gerne Ihren wichtigen Versuch über Kathodenstrahlen in der freien Atmosphäre etc. sehen und habe mir dazu bei Müller-Unkel einen 'bewährten' Entladungsapparat bestellt. Für den Bezug der Fensterblättchen fehlt mir aber eine zuver-

lässige Quelle; vielleicht haben Sie die Freundlichkeit, mir eine solche per Postkarte anzugeben. Hochachtungsvoll Ihr ergebener gez. Dr. W.C. Röntgen."

Schon drei Tage später - Sie sehen Herr Bundespostminister wie schnell zu dieser Zeit die Post war - erhielt Röntgen von Lenard eine Antwort: "Hochgeehrter Herr Professor! Die Bezugsquelle für die dünne Aluminiumfolie ist auch für mich immer eine Schwierigkeit gewesen, denn die Fabrikanten geben nicht gern ungewöhnliche Dicken ab, oder verwenden doch wenig Sorgfalt auf kleine Partien, so daß die Blätter löcherig ausfallen. Es mangelt mir gegenwärtig auch an einer guten Bezugsquelle. Ich erlaube mir daher, Ihnen zwei Blätter aus meinem kleinen Vorrat zu übersenden. Die Dicke beträgt etwa 0,005 mm. Ich habe übrigens von Herrn Müller-Unkel kürzlich gehört, daß er nunmehr Apparate mit fertigem Fensterverschluß, unausgepumpt, liefert. Hochachtungsvoll bin ich Ihr ergebener P. Lenard."

Nun hatte Röntgen die Möglichkeit mit einer Lenardröhre zu experimentieren und innerhalb von zwei Monaten konnte er alles das nachmachen, was bis dahin bekannt war.

Wir alle wissen, daß dann eineinhalb Jahre später beim Experimentieren mit den Kathodenstrahlen die neuen Strahlen - die X- oder Röntgenstrahlen - durch Zufall entdeckt wurden. Es gibt keinen Zweifel, daß Röntgen der Entdecker der X-Strahlen ist, denn er war der erste, der die von den Strahlen hervorgerufenen Erscheinungen analysiert und interpretiert hat. Auch Lenard war überrascht von der Entdeckung Röntgens und glücklich über den Erfolg seines Kollegen. So schrieb er z.B. am 21.5.1897 an Röntgen: "Daß Ihre große Entdeckung so rasch die Aufmerksamkeit der weitesten Kreise auch auf meine bescheidene Arbeiten gelenkt hat, war ein besonderes Glück für mich." Damals bedankte sich Lenard noch bei Röntgen, daß dieser ihn ein bißchen aufs Podest gehoben hat.

Aber alles verging, als Röntgen im Jahre 1901 den Nobelpreis erhielt. Der Rummel war so groß, daß Lenard sofort erkannte, daß er bei seinen Forschungsarbeiten etwas großartiges übersehen hat. Mit der Verleihung des Nobelpreises im Jahre 1901 hat Röntgen seinen wissenschaftlichen Höhepunkt erreicht. Beim Anblick der Nobelpreisträgerurkunde (Abb. 4) fiel mir auf, daß ich etwas ganz ähnliches besitze, und daß ich vielleicht nur deswegen eingeladen wurde den Festvortrag zu halten, um Ihnen zu verraten, wie man sich den Nobelpreis erarbeitet. Nun, ich werde das auch in einer etwas humoristischen Art und Weise tun. Ich werde Ihnen



(Abb. 4) Der erste Nobelpreis - vergeben im Jahr 1901 an W.C. Röntgen

zeigen, daß ich Röntgen imitiert habe, einfach das nachgemacht habe, was er gemacht hat.

Herr Bötsch erwähnte, daß er in seinen Jugendjahren öfters an dem Haus vorbeigegangen sei, in dem Röntgen seine Entdeckung machte, sich dabei jedoch nichts dachte. Als aufstrebender Physiker reagiert man anders: In diesem Haus hat Röntgen seine epochemachenden Experimente durchgeführt - hier sollte man arbeiten, um den Nobelpreis zu bekommen! Heutzutage gehört dieses Gebäude zwar zur Fachhochschule, aber während meiner Studienzzeit war dort das Physikalische Institut der Universität Würzburg untergebracht. Die Aufnahme aus dem Jahre 1896 (Abb. 5) zeigt, daß das Institutsgebäude über 100 Jahre sein Aussehen nicht geändert hat, eine wesentliche Änderung besteht darin, daß heutzutage folgende Inschrift an den Gebäude zu sehen ist: "In diesem Hause entdeckte W.C. Röntgen im Jahre 1895 die nach ihm benannten Strahlen".

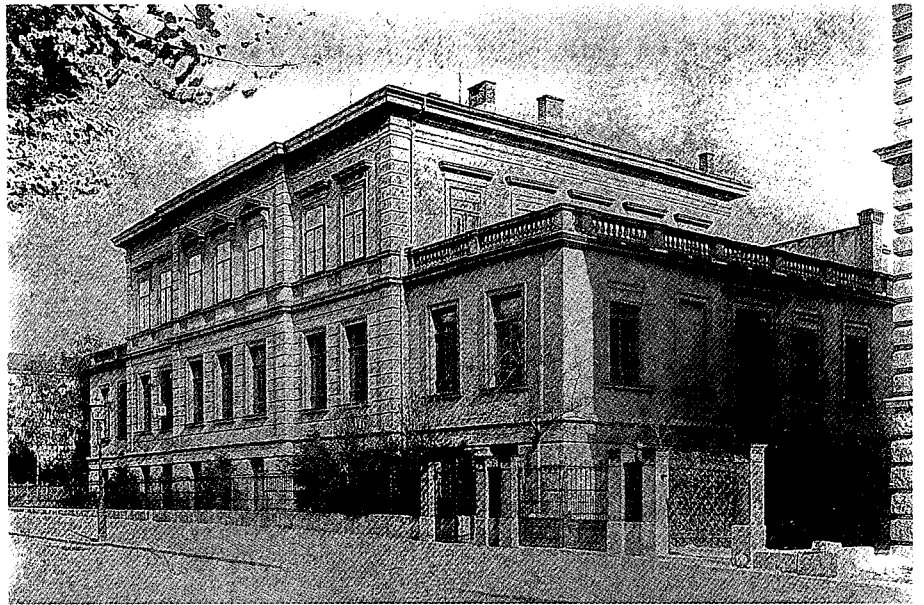
Selbstverständlich ist es mir gelungen, meine Doktorarbeit am Physikalischen Institut, Röntgenring 8, durchzuführen, wobei der dauernde Blick vom Arbeitsplatz auf das Röntgendenkmal (siehe Abb. 6) daran erinnerte, den Nobelpreis nicht zu verpassen. Natürlich hatte ich mich gefragt, wie lange Röntgen in Würzburg tätig war. Er kam am 1.10.1888 und verließ Würzburg am 31.3.1900, insgesamt war er 11 Jahre und 6 Monate lang Professor in Würzburg. Meine Imitation war perfekt, ich war ebenfalls 11 Jahre und 6 Monate in Würzburg, da jedoch bei dem halben Jahr der Februar nicht ent-

halten war, war ich 2 Tage länger in Würzburg als Röntgen. Diese Rechnung ist nicht vollkommen korrekt, da Röntgen schon vor seiner Professorenzeit einen Schnupperkurs in Würzburg absolvierte - er war von 1870 - 1872 Assistent an der Universität.

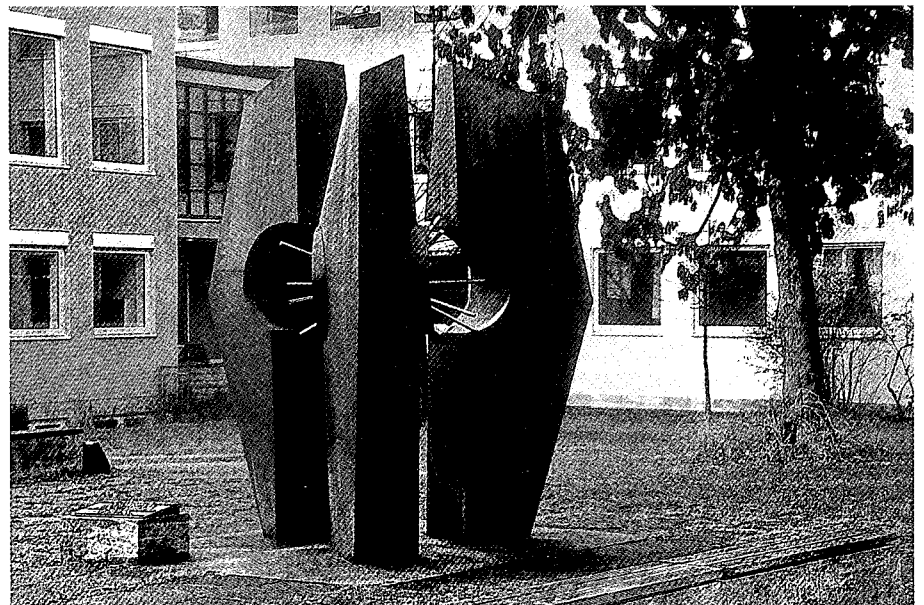
Auch auf einem anderen Gebiet habe ich versucht, nachzumachen, was Röntgen gemacht hat: Er war ein leidenschaftlicher Photograph und hat zum Beispiel die in Abb. 7 reproduzierte Aufnahme angefertigt. Meine 100 Jahre später angefertigte Photographie (Abb. 8) zeigt dieselbe Silhouette - hoffentlich wird sich daran auch in den nächsten 100 Jahren nicht viel ändern. Photographieren und elfeinhalb Jahre wissenschaftliche Tätigkeit am Physikalischen Institut der Universität Würzburg reichen nicht aus, einen Nobelpreis zu erhalten. Nach erfolgreicher wissenschaftlicher Arbeit in Würzburg muß man nach München gehen, um dann den Nobelpreis zu erhalten - bei Röntgen und mir hat es zumindest geklappt!

Die Lebensgeschichte von Röntgen kann sich nicht nur auf die Zeit nach seiner berühmten Entdeckung beschränken - ich werde deshalb im folgenden einen Überblick über die wichtigsten Lebensstationen geben. Ich fange mit seinem Geburtsort Lennep an, wo insbesondere in diesem Jahr am 27. März ein runder Geburtstag gefeiert wird. Das Geburtshaus in der Poststraße beziehungsweise am heutigen Gänsemarkt ist noch erhalten (Abb. 9) und zeugt vom Wohlstand der Familie Röntgen. Wilhelm Conrads Vater war ein wohlhabender Tuchhändler, der wahrscheinlich wegen der günstigen Lage von Lennep in der Nähe der Fernstraße der deutschen Hanse von Brügge nach Lübeck gute Geschäfte machen konnte. Drei Jahre nach der Geburt von Wilhelm Conrad Röntgen zog die gesamte Familie nach Holland. Ein Jugendbild von Wilhelm Conrad mit seinen Eltern (Abb. 10) zeigt, daß die Familie auch in Holland ein anspruchsvolles Leben führen konnte, obwohl über eine berufliche Tätigkeit des Familienoberhauptes nichts bekannt ist. Bemerkenswert ist, daß die Eltern von Wilhelm Conrad Röntgen miteinander verwandt waren, die Mutter seines Vaters und der Vater seiner Mutter waren Geschwister. Man sieht, daß auch aus solchen Verwandtenehen etwas vernünftiges herauskommen kann!

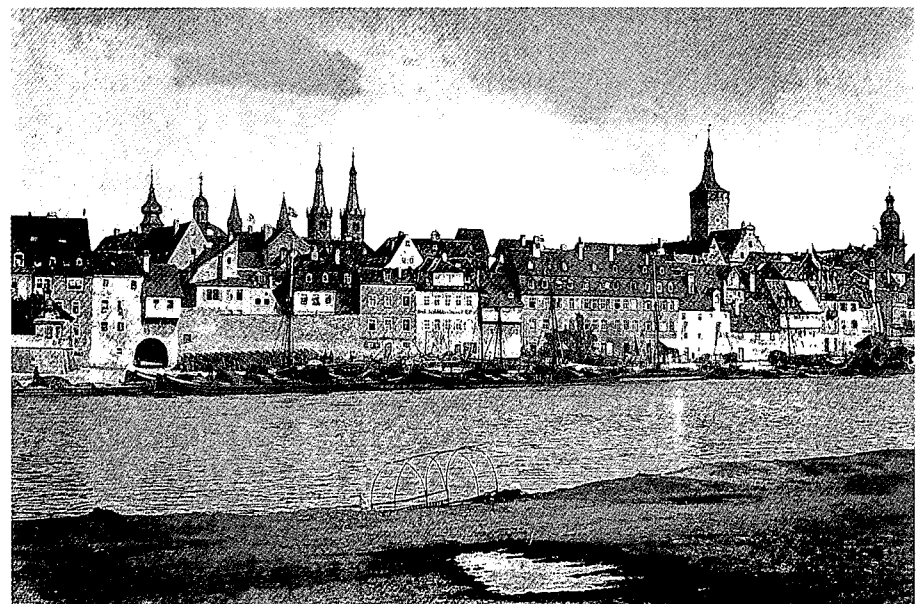
Wilhelm Conrad versuchte, mit 17 Jahren die technische Schule in Utrecht abzuschließen. Er hatte an dieser Schule, die einer Fachhochschule entspricht, das fachbezogene Abitur machen können - leider ist er aber von der Schule geflogen. Er konnte das Abitur nicht machen, weil er einen Mitschü-



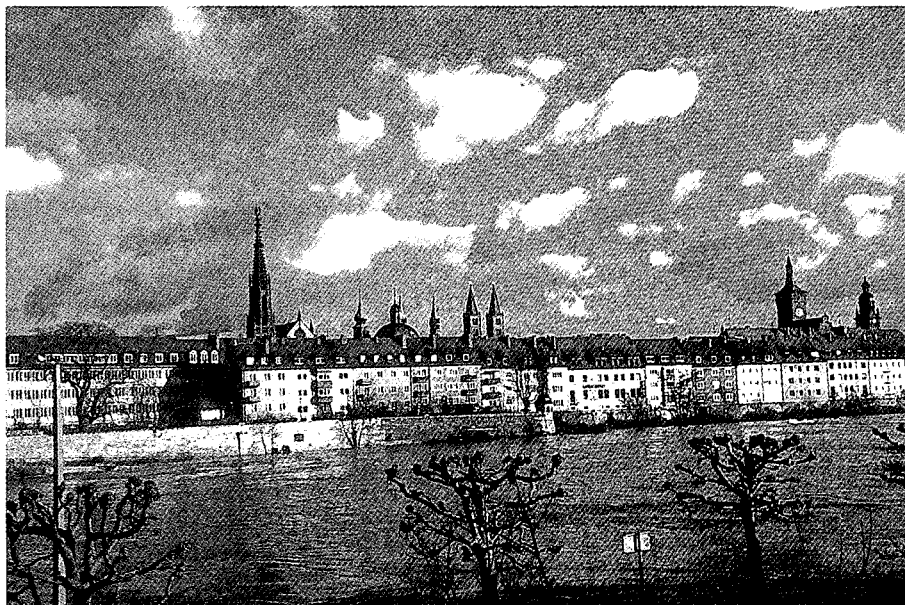
(Abb. 5) Aufnahme des Physikalischen Institutes aus dem Jahr 1896



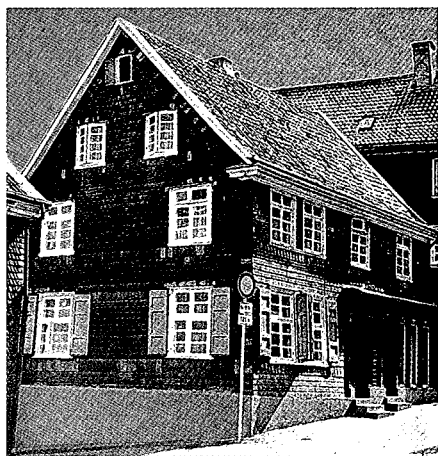
(Abb. 6) Röntgendenkmal im Hof des ehemaligen physikalischen Institutes am Röntgenring 8



(Abb. 7) Ansicht von Würzburg, photographiert von W.C. Röntgen



(Abb. 8) Ansicht von Würzburg, fotografiert von K. v. Klitzing



Geburtshaus W. C. Röntgens
in Remscheid-Lennepe

(Abb. 9) Geburtshaus von Röntgen



(Abb. 11) August Kundt - Röntgens Mentor



(Abb. 10) Jugendbild von Röntgen mit seinen Eltern

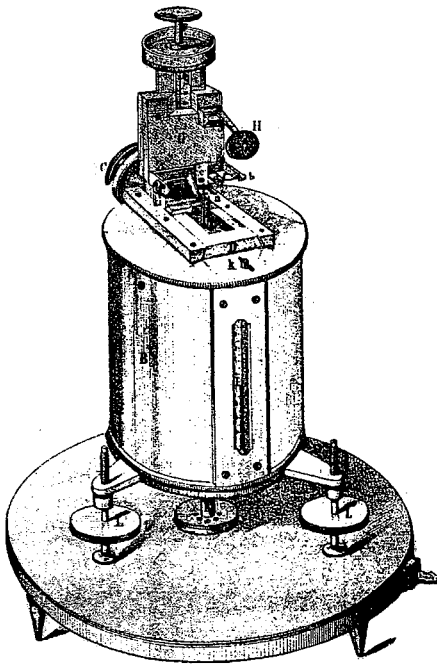


(Abb. 12) Anna Bertha Ludwig zur Zeit als Röntgen sie in Zürich kennenlernte

ler nicht verraten wollte, der eine Karrikatur von einem Lehrer angefertigt hatte. Der Verweis von der Schule hatte noch schwerwiegende Konsequenzen und selbst im Alter von 75 Jahren hat Röntgen seine schlechten Erinnerungen an die Schulzeit in einem Brief mit folgenden Worten festgehalten: "Schülerexamen geben meistens keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Befähigung für ein spezielles Fach; sie sind überhaupt ein - leider - notwendiges Übel. Überhaupt Examina! Sie sind nötig, um manchen vor einem Lebensberuf abzuhalten, für den er zu faul oder sonst ungeschickt wäre, und auch das noch nicht einmal immer. Im übrigen sind sie eine Qual für beide Teile, die sehr häufig später böse Träume verursacht! Die wirkliche Probe auf Befähigung zu einem Beruf bringt erst das spätere Leben..."

Da Röntgen kein Abitur hatte, konnte er sich nicht als ordentlicher Student an der Universität einschreiben, obwohl er durch das Lernen von Sprachen im Selbststudium und als Gasthörer an der Universität Utrecht alle fachlichen Voraussetzungen mitbrachte. Glücklicherweise erfuhr Röntgen, daß das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich auch Studenten ohne Abitur aufnimmt, und so beginnt Röntgen 1865 sein Maschinenbau-Studium in Zürich. Schon nach drei Jahren schließt er mit dem Diplom ab und nach einem weiteren Jahre erlangt er die Doktorwürde mit einer Dissertation "Studien über Gase".

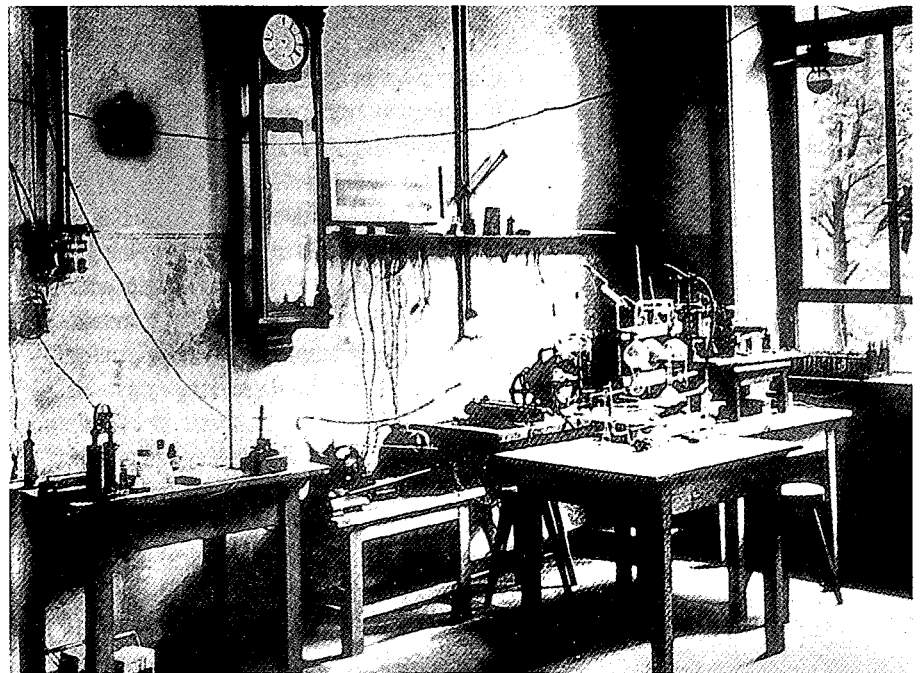
Nach der Promotion wußte Röntgen nicht, welchen Berufsweg er einschlagen sollte, bis August Kundt ihn überzeugte, "es doch einmal mit der Physik zu versuchen". Zu diesem Zeitpunkt, im Alter von 24 Jahren, entschied sich Röntgen, eine akademische Laufbahn einzuschlagen. August Kundt, der nur sechs Jahre älter als Röntgen war, wurde sein Lehrer, mit dem er in den folgenden zehn Jahren zusammenarbeitete. Kundt (Abb. 11) starb leider schon 1894, konnte also an dem Erfolg seines Schülers nicht mehr teilhaben. 1870 wechselte Röntgen von Zürich nach Würzburg, nachdem Kundt einen Ruf als Nachfolger von Clausius angenommen hatte und seinen Assistenten mitnahm. Der Abschied von Zürich fiel Röntgen bestimmt nicht leicht, insbesondere der Abschied von der Wirtstochter Berta Ludwig (Abb. 12), mit der er verlobt war. Sie folgt ihm erst nach der Heirat am 19.01.1872 nach Würzburg, wo Röntgen zuerst in der Veitshöchheimer Straße und dann später in einem Haus in der Heidingsfelder Straße wohnte.



(Abb. 13) Ein von Röntgen konstruiertes Barometer (1878)

Röntgen hatte sich entschlossen, eine Universitätslaufbahn einzuschlagen - das fehlende Abiturzeugnis und die strengen Regeln an der Universität Würzburg machten es jedoch bald deutlich, daß eine Habilitation nicht möglich war. Röntgen sah keine Zukunftsperspektive in Würzburg und wechselte im Jahr 1872 an die neugegründete Universität Straßburg, an die Kundt einen Ruf erhalten hatte. Nach dem Ende des deutsch-französischen Krieges 1870/71 war es politisch erwünscht, eine deutsche Universität in Straßburg zu errichten, und deshalb konnte Röntgen damit rechnen, daß unkonventionelle Regelungen an dieser neuen Universität ihm die Habilitation ermöglichte. In der Tat wurden die wissenschaftlichen Leistungen von Röntgen auf dem Gebiet der spezifischen Wärme von Gasen als Habilitationsleistung anerkannt und ab März 1874 ist Röntgen Privatdozent.

Das erste Angebot auf eine Professur erhält Röntgen von der Universität Hohenheim in der Nähe von Stuttgart. Die Arbeit an dieser kleinen Universität mit nur 100 Studenten und 12 Professoren ist jedoch unerfreulich. Der Rektor sah die Aufgabe des Physikers darin, die Anwendung der Lehren der Physika auf die Landwirtschaft zu untersuchen und die Agrikulturphysik zu begründen. Das waren jedoch nicht die Interessen von Röntgen und er gab unverblümt zu erkennen, daß er sich für zu gut hielt, um mathematische Fächer und populäre Physik vorzutragen. Insbesondere die experimentellen Möglichkeiten waren unbefriedigend. In einem Protokoll heißt es: "Für die Lehre vom



(Abb. 14) Röntgens Labor in Würzburg

Schall ist nur ein Sprachrohr aus Pappe da, für Elektrik gar nichts und Optik kann nicht unterrichtet werden, da der Hörsaal nicht verdunkelt werden kann". Röntgen ist froh, schon nach drei Semestern in Hohenheim zu Kundt nach Straßburg zurückzukehren. Die folgenden Jahre von 1876-1879 sind für Röntgen wissenschaftlich sehr fruchtbar mit grundlegenden Forschungsarbeiten zum Rarday-Effekt und Kerr-Effekt. Er ist ein hervorragender Experimentalphysiker und die von ihm entworfenen Geräte sind Meisterleistungen der Feinmechanik. Abb. 13 zeigt ein Beispiel, das 1878 gebaute Barometer.

Sein erstes Angebot als ordentlicher Professor bekam Röntgen aus Gießen. Er nahm diesen Ruf 1879 an und war schon nach sehr kurzer Zeit äußerst erfolgreich. Weltberühmt wurde er durch ein Phänomen, welches seinen Namen trägt, der sogenannte Röntgenstrom. Die Grundidee bei diesem Experiment ist, daß eine bewegte Ladung einen Strom und somit ein Magnetfeld erzeugt, welches mit einer Kompaßnadel nachgewiesen werden kann. Das besondere bei dem Röntgenstrom ist, daß die elektrischen Ladungen durch geringfügige Trennung der positiven und negativen Ladungen eines Isolators in einem starken elektrischen Feld erzeugt werden. Durch dieses Experiment wurde Röntgens Namen so bekannt, daß er auf die Berufungsliste in Würzburg kam. Obwohl er auf dem 3. Platz der Nominierungsliste stand, erhielt er letztendlich 1888 das Angebot, den Experimentalphysik-Lehrstuhl in Würzburg zu übernehmen.

Ausschlaggebend dafür, daß Röntgen diesen Ruf annahm, war wohl die gute experimentelle Ausstattung des Institutes. Kohlrausch, der berühmte Experimentalphysiker, war der Vorgänger, der auch das Institut am Röntgenring 8, dem früheren Pleicherring, entworfen und aufgebaut hat. Er hatte persönlich die Eröffnung des neuen Institutes am 8. November 1879 vorgenommen. Ich erwähne dieses Datum, weil exakt an diesem Tag (aber 16 Jahre später) die Röntgenstrahlen genau in diesem Gebäude entdeckt wurden. Röntgen hat nicht nur in diesem Institut mehr als elf Jahre lang gearbeitet, sondern auch gewohnt. Das "Privatlabor des Professors" wie es im Abb. 14 zu sehen ist, war teilweise das Wohnzimmer.

Die Bedeutung, die Röntgen dem Experiment bei einer wissenschaftlichen Aussage zumaß, ist nicht nur aus seinen eigenen Arbeiten erkennbar, sondern wird auch in seiner Festrede als Rektor der Universität Würzburg deutlich. Unter anderem sagte er: "Erst allmählig drang die Ueberzeugung durch, dass das Experiment der mächtigste und zuverlässigste Hebel ist, durch den wir der Natur ihre Geheimnisse abringen können, und dass dasselbe die höchste Instanz bilden muss für die Entscheidung der Frage, ob eine Hypothese beizubehalten oder zu verwerfen sei."

Und er führte fort: "Die heutige Methode der Naturforschung gebietet, eine Erscheinung zuerst in all ihren Details möglichst genau zu beobachten und dann eine Erklärung derselben zu versuchen."

Wenn man diese Worte vom 2.1.1894 hört,

Über eine neue Art von Strahlen

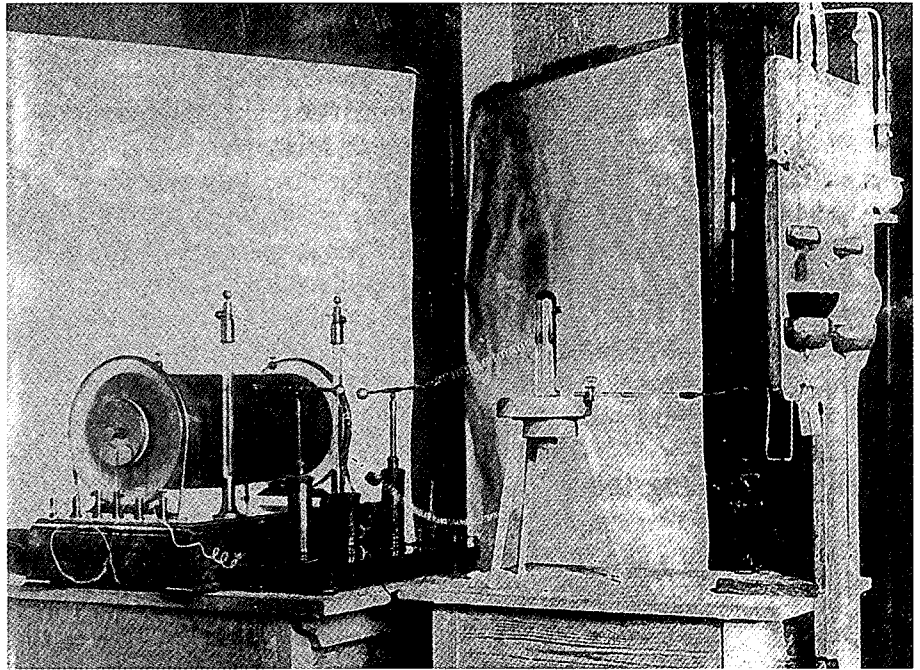
von W. C. Röntgen

(Vorläufige Mitteilung)

1. Läßt man durch ein Kistchen aus Hartweiss, oder einem genügend evakuierten Lenard'schen, Crookes'schen oder ähnlichen Apparat die Entladungen eines grossen Ruhmkorff'schen Induktionsapparates mit einem einleitend aufliegenden Metall aus dünnem schwarzem Carton, so sieht man in dem vollständig ver dunkelten Räume eines in die Nähe des Apparates gehaltenen, mit Platinplatinlösung angestrichenen Papierstreifen bei jeder Entladung hell aufleuchten, fluoresciren, gleichgültig ob die angestrichene oder die andere Seite des Schirmes dem Entladungsapparat zugewendet ist. Die Fluorescenz ist noch in 2 m Entfernung vom Apparat bemerkbar.

Man überzeugt sich leicht, dass die Ursache der Fluorescenz von Seiten des Entladungsapparates und von keiner anderen Stelle der Leitung ausgeht.

(Abb. 15) Manuskript von W.C. Röntgen über die Entdeckung der X-Strahlen



(Abb. 16) Experimenteller Aufbau zur Erzeugung von Röntgenstrahlen (um 1896)

so könnte man der Meinung sein, daß er seine berühmte Entdeckung schon gemacht hat und genau so vorgegangen ist, wie in seiner Rede erwähnt. Er war ein sehr guter Beobachter, er hat versucht, experimentelle Ergebnisse zu verstehen und nicht eine vorgefaßte Meinung bestätigt zu finden. Dadurch war es ihm möglich, unerwartete Phänomene zu erkennen und zu interpretieren. Seine Entdeckung war ein Zufall und nicht geplant. Als er am 8.11.1895 Experimente mit Kathodenstrahlen durchführte, sah er eine Erscheinung, die er nicht erwartet hatte. In den folgenden sechs Wochen hat er alle experimentellen Methoden ausgeschöpft, um das Geheimnis der von ihm entdeckten neuen Strahlen zu lüften. Seine "Vorläufige Mitteilung" vom 28.12.1895, die er bei der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft einreichte, beschreibt seine Beobachtungen und ist eine Meisterleistung der Experimentalphysik (Abb. 15). Die Bedeutung der Arbeit wurde sofort erkannt, und schon drei Tage später lag das Manuskript in gedruckter Form vor. Innerhalb des Jahres 1896 wurden von dieser Veröffentlichung fünf Neuauflagen angefertigt, die letzte Auflage erschien nicht nur in deutsch, sondern auch in englisch, französisch, italienisch und russisch.

Die Beschreibung des Experimentes entsprach einem Aufbau, wie er in Abb. 16 zu sehen ist: Der Ruhmkorff-Transformator auf der linken Seite erzeugte eine Hochspannung, die Pumpe auf der rechten Seite war notwendig, um die Röhre zu vakuiieren. Bei jeder elektrischen Entladung in der Röhre

traten nicht nur Kathodenstrahlen, sondern auch andere Strahlen auf, die schwarzen Karton durchdringen und seine sehr große Reichweite in Luft haben. Die Eigenschaften dieser neuen Strahlen hat Röntgen in seiner Veröffentlichung im Detail beschrieben (Abb. 15) und etwa 100 Sonderdrucke am 1.1.1896 an Freunde und Kollegen geschickt. Die extrem große Resonanz und die schnelle Reaktion der Presse wird durch die Zusammenstellung in Abb. 17 verdeutlicht. Innerhalb von zehn Tagen nach Versendung der Sonderdrucke war die sensationelle Arbeit von Röntgen weltweit bekannt. Schon am 5.1.1896 erschien in der Sonntagsausgabe der Neuen Presse in Wien ein Artikel über die spektakuläre Entdeckung, wobei Röntgen die Sensationslust noch dadurch angefacht hat, daß er seinen Sonderdrucken eine Röntgenaufnahme der Hand seiner Frau beilegte. Die ganze Welt sprach von den alles durchdringenden Strahlen, und auch der Kaiser hat davon erfahren, als er am 8.1.1896 in der Berliner Zeitung einen Bericht darüber fand.

Ein Telegramm (Abb. 18) des Kaisers an Röntgen vom 11.1.1896 mit dem Inhalt: "Seine Majestät wollen den Vortrag Euer Hochwohlgeborenen morgen, Sonntag 5 Uhr im Sternsaal des hiesigen Schlosses entgegennehmen", beweist das große öffentliche Interesse an Röntgens Entdeckung. Röntgen ging nach Berlin und mit Hilfe seiner Berliner Kollegen konnte er die Versuche dem Kaiser vorführen. Für die Öffentlichkeit hat Wilhelm Conrad Röntgen nur einen einzigen Vortrag über seine Entdeckung gehalten, und das war

- 28.12.1895 Manuskript „Über eine neue Art von Strahlen“
- 1. 1.1896 Sonderdruck an etwa 100 Personen

PRESESECHO

- 5.1.1896 Neue Presse (Wien) „Eine sensationelle Entdeckung“
- 6.1.1896 Kabelnachricht aus London in alle Welt
- 7.1.1896 Frankfurter Zeitung
- 7.1.1896 Londoner Standard
- 8.1.1896 Berliner Tageblatt
- 8.1.1896 Frankfurter Zeitung
- 8.1.1896 Vossische Zeitung (Morgen- und Abendausgabe)
- 8.1.1896 Amerikanische Zeitschriften
- 9.1.1896 Würzburger Generalanzeiger
- 11.1.1896 Meldungen in den Zeitungen über Einladung des Kaisers an Röntgen
- 23.1.1896 Nature
- 14.2.1896 Science

(Abb. 17) Reaktion der Presse auf Röntgens Veröffentlichung


am 23.1.1896 in Würzburg. Die Zeitungsnotizen am nächsten Tag beweisen das große Interesse an den neuen Strahlen, es heißt dort: "Prof. Röntgen sprach gestern Abend in der Physikalischen Gesellschaft vor Professoren und Generalen über seine X-Strahlen unter stürmischen Ovationen. Röntgen erklärte bescheiden, es sei nötig, weitere Versuche zu machen. Lenard-Pest habe ihm die Anregung gegeben, seine Entdeckung sei eine Gabe des Zufalls. Zahlreiche Demonstrationen gelangen vorzüglich, Strahlen durchdrangen Papier, Blech, Holz, Blei und endlich Röntgens und Professor Koellikers Hand. Letzterer bringt ein Hoch auf Röntgen aus. Koelliker schlägt vor, die neue Entdeckung Röntgen-

Mail Nr. 24.
 Zeitung Nr. 1887
 Telegramm Nr. _____

= professor konrad roentzen
 hotel kaiserhof berlin -
 von wuerzburg nachgesandt =

BERLIN 11.1.96

Aufgenommen von *W. C. Röntgen*
 am 11.1. um 5 Uhr
 durch *W. C. Röntgen*

Telegraphie des  Deutschen Reiches.
 Berlin Haupt-Telegraphenamt.

Empfänger
 um _____ Uhr
 durch *W. C. Röntgen*

+ SS d v berlin schloss 32 3 6 s = W. 180⁶ ben. fre. um _____ Uhr Min.

= seine majestaet wollen den vortrag euer hochwohlgebornen morgen
 sonntag 5 uhr im sternsaal des hiesigen schlosses entgegennehmen =
 von arnim luegel adjutant vom dienst

C. 187.



Hand des Anatomen Geheimrath von Kölliker in Würzburg.
 Im Physikalischen Institut der Universität Würzburg
 am 21. Januar 1896 mit X-Strahlen aufgenommen
 Professor Dr. W. C. Röntgen.

Glückwünsche von Kollegen

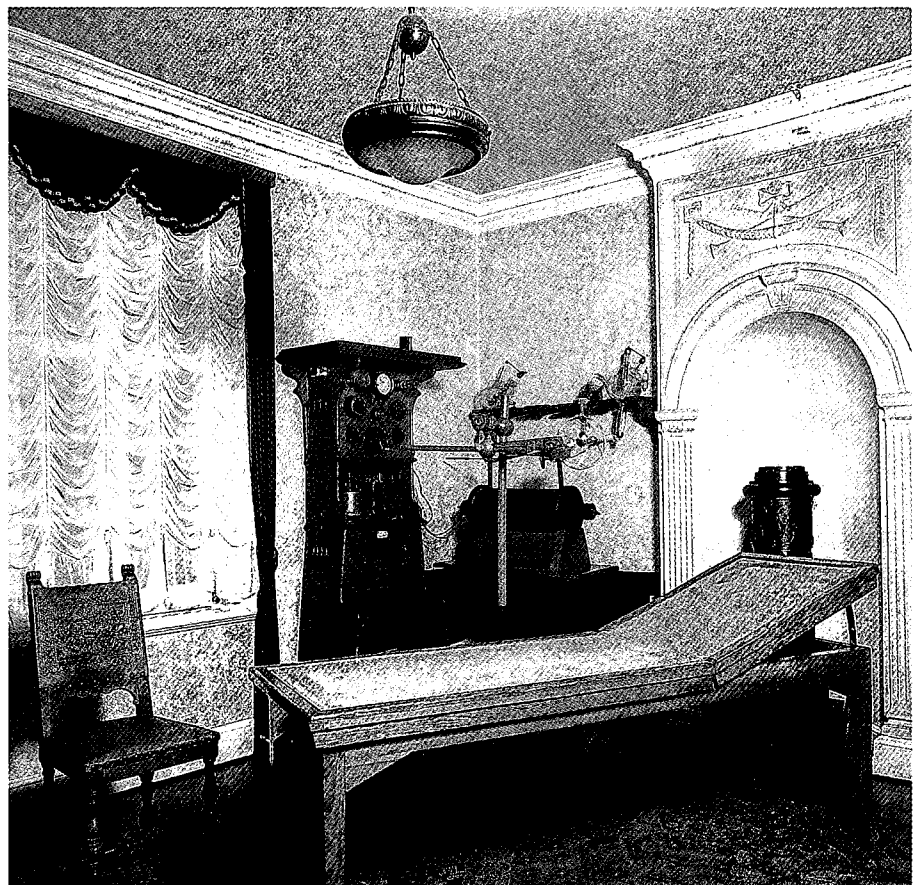
- 3.1.1896 Emil Warburg
(4.1.1896 Stiftungsfest der
Physikalischen Gesellschaft
zu Berlin)
- 3.1.1896 George Stokes (Cambridge)
- 6.1.1896 Lord Kelvin (London)
- 13.1.1896 Friedrich Kohlrausch (Berlin)
- 14.1.1896 Ernst Mach (Wien)
- 20.1.1896 Peter Lebedew (Moskau)
- 21.1.1896 Lorentz (Leiden)
- 21.1.1896 Henri Poincaré (Paris)

(Abb. 20) Glückwünsche von Kollegen als Antwort auf die Zusendung der Sonderdrucke vom 1.1.1896

(Abb. 18, links oben) Telegramm mit Terminangabe für Röntgens Vortrag vor dem deutschen Kaiser

(Abb. 19, rechts oben) Röntgenaufnahme der Hand von Koelliker

(Abb. 21, rechts) Röntgen-Praxis um 1905



strahlen zu nennen. Stürmischer Beifall. Seit 48 Jahren hat keine so Epoche machende Sitzung der Gesellschaft stattgefunden".

Die mit X-Strahlen aufgenommene Hand des Anatomen von Koelliker mit dem "schwebenden" Ring (Abb. 19) wurde weltbekannt und beflügelte die Phantasien der Bürger. Aber nicht nur die Laien sondern

auch die bekanntesten Wissenschaftler in der ganzen Welt waren beeindruckt von Röntgens Entdeckung, und die in Abb. 20 zusammengefaßten Glückwünsche beweisen dies. Der erste Glückwunsch kam von Emil Warburg, zwei Tage nach Absendung der Sonderdrucke. Auf dem Stiftungsfest der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin am

4.1.1896 war das Röntgensche Ergebnis schon ausgestellt, es wurde jedoch noch nicht allzu stark beachtet. Erst die Glückwünsche aus Cambridge, Berlin, Wien, Moskau, Leiden und Paris machten deutlich, daß eine epochemachende Entdeckung vorlag. Insbesondere die Möglichkeiten bei medizinischen Anwendungen wurden frühzeitig er-

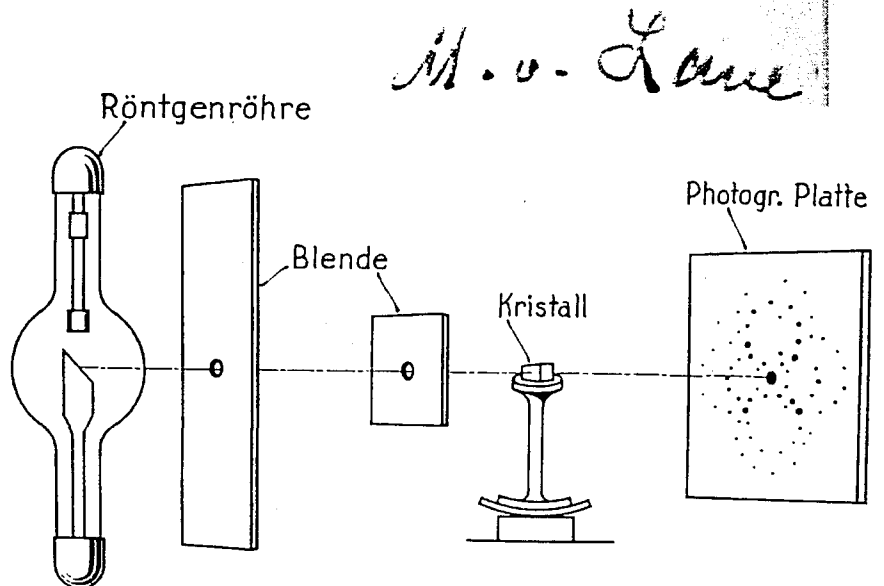
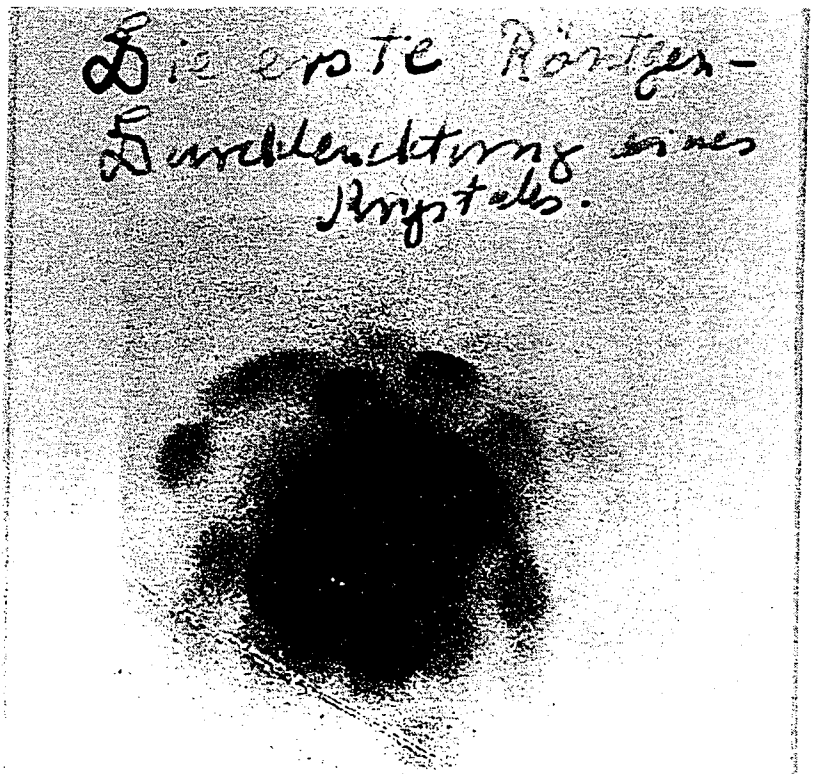


(Abb. 22) Vorhersage von 1896 über eine mögliche Anwendung der Röntgenstrahlen



(Abb. 23) Marmortafel. Ein Geschenk an Röntgen von seinen Kollegen anlässlich des zehnjährigen Jubiläums der Entdeckung der Röntgenstrahlen

(Abb. 24, rechts) Beweis der Welleneigenschaft von Röntgenstrahlen durch eine Laue-Aufnahme (1912)



kannt und mehr als 400 der 1044 Veröffentlichungen über Röntgenstrahlen im Jahr 1896 bezogen sich speziell auf Untersuchungen des menschlichen Körpers.

Röntgenaufnahmen gehörten schon bald zur Routine in einer Arztpraxis. Abb. 21 zeigt das Röntgenzimmer eines Arztes im Jahr 1905. Röntgenuntersuchungen waren wirk-

lich ein großer Fortschritt in der Medizin, insbesondere wenn man bedenkt, daß zur damaligen Zeit Untersuchungen an einem unbedeckten Patienten nicht erlaubt waren. Mit den Röntgenstrahlen konnte man durch die Kleider in den Körper hineinschauen! Es gab natürlich auch sehr viele Karikaturen, was man alles mit diesen neuen Strahlen

machen könnte. Eine Skizze aus dem Jahre 1896 ist in Abb. 22 zu sehen - eine "mögliche Anwendung", die heute auf jedem Flughafen-Praxis ist.

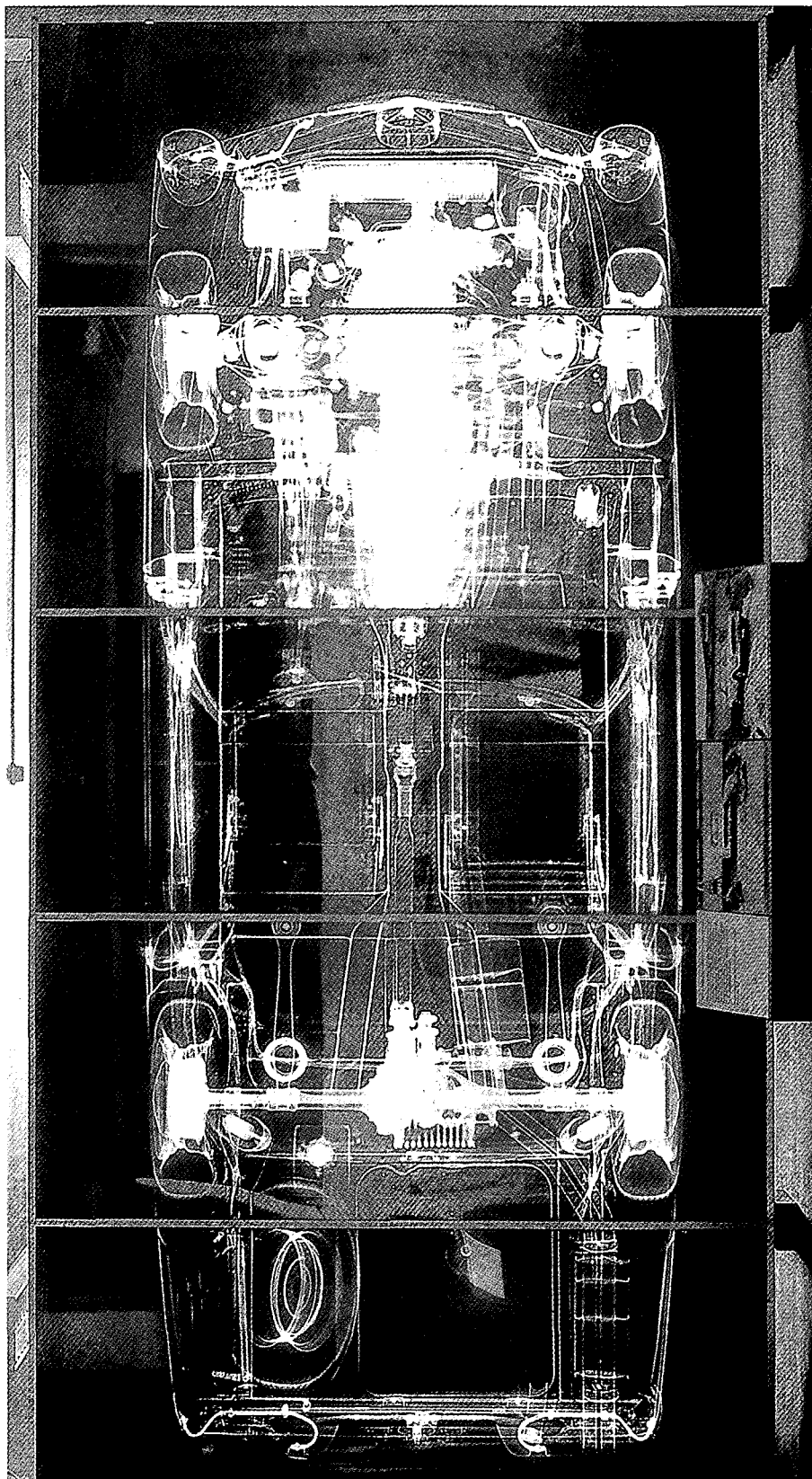
Röntgen erfuhr sehr viele Ehrungen, schon innerhalb eines Jahres nach seiner Entdeckung wurde er Ehrendoktor der Medizinischen Fakultät hier in Würzburg und

Ehrenbürger seiner Geburtsstadt Lennep. 25 Jahre später wurde er auch Ehrenbürger in Würzburg. Sogar in der Walhalla ist seine Büste zu finden. Eine besondere Ehrung erfuhr Röntgen von seinen Kollegen, als diese im zehnten Jahre nach seiner Entdeckung zu seinem 60. Geburtstag eine Marmortafel schenkten. Diese Tafel ist in Abb. 23 zu sehen und erinnert an die Entdeckung der Strahlen im Jahr 1895. Bis zur Renovierung des Institutsgebäudes Röntgenring 8 im Jahr 1937 war diese Marmorplatte an dem Gebäude befestigt.

Röntgen hat die Untersuchung der X-Strahlen so systematisch und gründlich durchgeführt, daß erst 17 Jahre nach der Entdeckung der X-Strahlen neue Erkenntnisse hinzukamen. Erst 1912 gelang es Friedrich und Klipping die Wellennatur der X-Strahlen nachzuweisen. Bei diesen Experimenten in der Arbeitsgruppe von Laue wurde ein Kristall durchstrahlt. Die periodische Anordnung der Atome in einem Kristall führt zu Beugungsbildern (Abb. 24), nach denen Röntgen lange gesucht hat. Heutzutage werden Durchstrahlungen von Festkörpern nicht nur zur Erforschung der Kristallstruktur eingesetzt sondern auch für allgemeine Materialuntersuchung. Es bestehen sogar Möglichkeiten, Durchstrahlungsaufnahmen von einem ganzen Auto anzufertigen. Abb. 25 zeigt ein typisches Ergebnis. Das gesamte Innenleben eines Autos wird sichtbar!

Ich habe dieses Beispiel gewählt, um deutlich zu machen, wie nahe beieinander die sinnvolle Anwendung eines Forschungsergebnisses und der Mißbrauch liegt. Die Durchstrahlung eines Autos kann einerseits zur Aufdeckung von Materialfehlern dienen, andererseits wurden solche Durchstrahlungen heimlich an der ehemaligen innerdeutschen Grenze durchgeführt, um Flüchtlinge zu entdecken. Die entsprechenden Grenzinstallationen sind in Abb. 26 zu sehen. Dieses Beispiel macht klar, daß jede Entdeckung auch mißbraucht werden kann. Ob man dafür die Wissenschaftler verantwortlich machen kann, bezweifle ich.

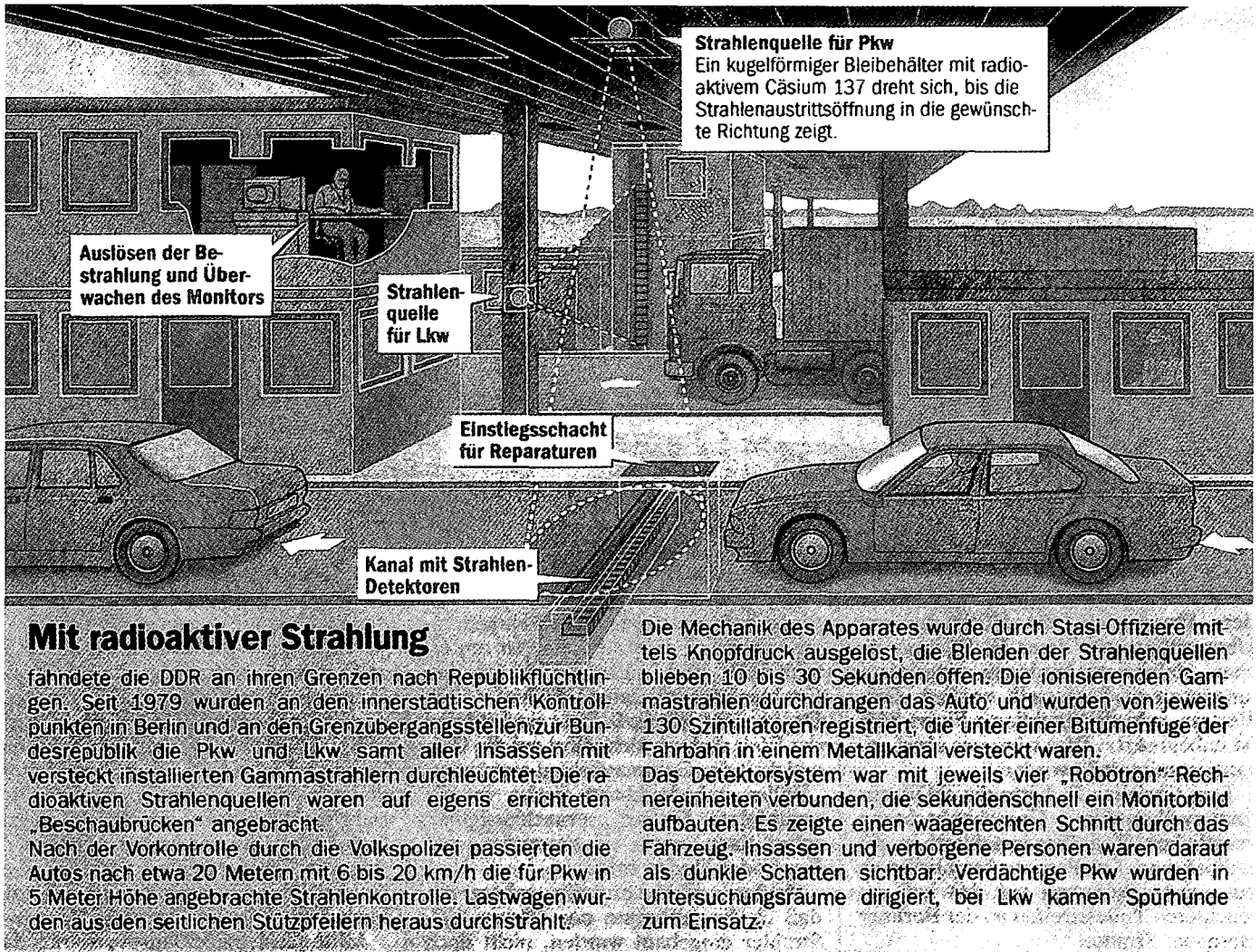
Röntgen wollte aus seiner Entdeckung keine persönlichen finanziellen Vorteile ziehen. Er lehnte es ab, Patente anzumelden und Lizenzen zu vergeben, er war daran interessiert, daß die X-Strahlen möglichst schnell eine breite Anwendung finden. Er war ein bescheidener Mann und auch das Preisgeld des Nobelpreises hat er nicht für sich behalten sondern der Universität Würzburg geschenkt. So kam es, daß er bei seinem Tode am 10.2.1923 relativ arm war, auch wenn sein Kontostand 339 Billionen 927 Milliarden Mark aufwies. Ein 100-Milliarden-



(Abb. 25) Durchstrahlungsaufnahme eines Mercedes

Schein ist im Abb. 27 zu sehen. Dieses Notgeld hat die Besonderheit, daß der Kopf von Röntgen aufgedruckt ist mit der Beschriftung "Professor v. Röntgen". Den Adelstitel hatte Röntgen durch die Verleihung des Verdienstordens der Bayerischen Krone erhal-

ten - es jedoch abgelehnt ihn zu verwenden. Ein solcher Titel widersprach seiner Bescheidenheit. Auch wenn Röntgen bei seinem Tode kein großes Vermögen hinterließ, so hat er doch ein reiches Erbe hinterlassen, von dem wir noch heute zehren.



Mit radioaktiver Strahlung

fahndete die DDR an ihren Grenzen nach Republikflüchtlingen. Seit 1979 wurden an den innerstädtischen Kontrollpunkten in Berlin und an den Grenzübergangsstellen zur Bundesrepublik die Pkw und Lkw samt aller Insassen mit versteckt installierten Gammastrahlern durchleuchtet. Die radioaktiven Strahlenquellen waren auf eigens errichteten „Beschaubrücken“ angebracht. Nach der Vorkontrolle durch die Volkspolizei passierten die Autos nach etwa 20 Metern mit 6 bis 20 km/h die für Pkw in 5 Meter Höhe angebrachte Strahlenkontrolle. Lastwagen wurden aus den seitlichen Stützpfählen heraus durchstrahlt.

Die Mechanik des Apparates wurde durch Stasi-Offiziere mittels Knopfdruck ausgelöst, die Blenden der Strahlenquellen blieben 10 bis 30 Sekunden offen. Die ionisierenden Gammastrahlen durchdrangen das Auto und wurden von jeweils 130 Szintillatoren registriert, die unter einer Bitumenfuge der Fahrbahn in einem Metallkanal versteckt waren. Das Detektorsystem war mit jeweils vier „Robotron“-Rechereinheiten verbunden, die sekundenschnell ein Monitorbild aufbauten. Es zeigte einen waagerechten Schnitt durch das Fahrzeug. Insassen und verborgene Personen waren darauf als dunkle Schatten sichtbar. Verdächtige Pkw wurden in Untersuchungsräume dirigiert, bei Lkw kamen Spürhunde zum Einsatz.

(Abb. 26) Geheime Durchstrahlung von Autos an der ehemaligen innerdeutschen Grenze



(Abb. 27) Notgeld mit Röntgens Kopf (1923)

Damit habe ich meinen Überblick über Röntgen abgeschlossen, doch ich möchte meinen Vortrag nicht beenden ohne Dank zu sagen. Dank an Herrn Hennig, Direktor des deutschen Röntgen-Museums in Lennep und dem Röntgenkuratorium Würzburg, die mir

verschiedene Dokumente zur Verfügung gestellt haben. Insbesondere möchte ich Herrn Lemmerich danken, der die Röntgenausstellung in Würzburg zusammengestellt hat und mir den Katalog schon vor der Eröffnung der Ausstellung zur Verfügung gestellt hat.

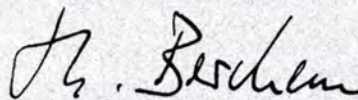
PROF. DR. WILHELM CONRAD RÖNTGEN
(I. NOBELPREIS FÜR PHYSIK, 1901)
ENTDECKTE AM 8. 11. 1895
AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG
DIE NACH IHM BENANNTEN STRAHLEN

DIE BAYERISCHE JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG,
DIE DEUTSCHE RÖNTGENGESELLSCHAFT,
DIE DEUTSCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT,
DIE DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MEDIZINISCHE PHYSIK
UND DIE PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHE GESELLSCHAFT WÜRZBURG
BEGEHEN MIT EINEM GEMEINSAMEN FESTAKT
DIE 100. WIEDERKEHR
DES TAGES DER ENTDECKUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN

AM MITTWOCH, 8. NOVEMBER 1995 UM 11.00 UHR s. t.
IN DER NEUBAUKIRCHE

IN ANWESENHEIT DES
HERRN BUNDESPRÄSIDENTEN
PROFESSOR DR. ROMAN HERZOG

DIE VERANSTALTER LADEN ZU DIESEM FESTAKT
MIT ANSCHLIESSENDEM EMPFANG IN DEN RÄUMEN DER NEUEN UNIVERSITÄT
SEHR HERZLICH EIN



THEODOR BERCHEM
PRÄSIDENT

Um verbindliche Antwort bis 24. Oktober 1995 auf beiliegender Karte wird gebeten.
Nichtantwort gilt als Absage.

FESTFOLGE

MUSIK**BEGRÜSSUNG**

PROF. DR. DR. h.c. mult. THEODOR BERCHEM
PRÄSIDENT DER BAYERISCHEN JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

PROFESSOR DR. KLAUS VON KLITZING

(NOBELPREISTRÄGER FÜR PHYSIK 1985)
FÜR DIE BETEILIGTEN GESELLSCHAFTEN
W. C. RÖNTGEN UND SEINE STRAHLEN

GRUSSWORTE

HANS ZEHETMAIR

STELLV. MINISTERPRÄSIDENT DES FREISTAATES BAYERN
STAATSMINISTER
FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST

JÜRGEN WEBER

OBERBÜRGERMEISTER DER STADT WÜRZBURG

ANSPRACHE

PROFESSOR DR. ROMAN HERZOG

BUNDESPRÄSIDENT

VERLEIHUNG DER RÖNTGENPREISE 1995

FACHGRUPPE BIOWISSENSCHAFTEN AN

PROFESSOR DR. AXEL THOMAS BRÜNGER

STIFTER: UNIVERSITÄTSBUND WÜRZBURG
DURCH GRAF VON INGELHEIM

FACHGRUPPE MEDIZIN AN

PROFESSOR DR. ROLF GÜNTHER

STIFTER: WALTER-PREH-STIFTUNG
DURCH FRAU ROSEMARIE PREH

FACHGRUPPE PHYSIK UND KRISTALLOGRAPHIE AN

PROFESSOR DR. GÜNTER SCHMAHL

STIFTER: IHK-FIRMENSPENDE
DURCH DR. ERWIN KOHORST
PRÄSIDENT DER IHK WÜRZBURG-SCHWEINFURT

FESTVORTRAG

PROFESSOR DR. WOLFGANG FRÜHWALD

PRÄSIDENT DER DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT
DAS NEUE WISSEN
UNIVERSITÄTEN AM ÜBERGANG INS 21. JAHRHUNDERT

MUSIK

MUSIKALISCHE GESTALTUNG: HOCHSCHULE FÜR MUSIK WÜRZBURG

Diese Einladung ist nicht übertragbar und gilt nur für eine Person.
Es wird gebeten, die Plätze bis spätestens 10.45 Uhr einzunehmen.

“Wir haben Wissenschaft zum Anfassen geboten”

Theodor Berchem, Begrüßung

Es ist heute auf den Tag genau einhundert Jahre her, daß Wilhelm Conrad Röntgen in Würzburg die Strahlen entdeckte, die später nach ihm benannt wurden. Es war ein Jahrhundertereignis und ein Paradebeispiel für reine, nur vom Erkenntnisdrang geleitete Grundlagenforschung und ihre vom Entdecker nicht geplante milliarden-schwere Anwendung in Wirtschaft und Industrie bis auf den heutigen Tag. Die Universität Würzburg hat dieser Entdeckung in dankbarer und bewundernder Erinnerung an einen der Ihren gedacht und begehrt das Jahr 1995 zu seinen Ehren als Jahr der Wissenschaft.

In über 120 wissenschaftlichen Veranstaltungen - viele davon auch für Nichtspezialisten - und in unserer Ausstellung „100 Jahre Röntgenstrahlen“ haben wir Wissenschaft zum Anfassen geboten. Wir waren uns mit der DFG und der HRK einig, daß dies eine geeignete Form ist, Wissenschaft der Allgemeinheit nicht nur näherzubringen, sondern sie auch davon zu überzeugen, daß wir nur



Prof. Dr. Theodor Berchem

mit mehr Wissenschaft und Forschung die Zukunft meistern können.

Daß Röntgen ein Jahr vor der Entdeckung der Strahlen Rektor unserer Alma Julia war, der Universität, die ihm Jahre zuvor aus formalen Gründen - er hatte kein Abitur - die Habilitation verwehrt hatte, muß er besonders genossen haben. Als Privatmann wie auch als Gelehrter war er ein sehr bescheidener, manchmal sogar schrullig anmutender, gegenüber der Öffentlichkeit sehr zugeknöpfter Mensch, der die höchsten Gipfel der Wissenschaft nicht als “Strahlmann” auf der Direttissima erklommen hat. In gewisser Weise war er ein Anti-Held - und er wollte es so -, aber er hatte die Beharrungssucht aller Großen der Wissenschaft, und er war ein glänzender Experimentator. Röntgen hat vielleicht etwas entdeckt, das zu seiner Zeit in der Luft lag, er hat Dinge getan, die viele seiner Kollegen auch getan haben, aber eben außergewöhnlich gut, mit größerer Konsequenz und dem Quentchen Glück des Tüchtigen. Aus seiner Entdeckung wollte er kein Geld machen und seine Erfindung nicht patentieren lassen, damit sie allen zugute komme, und sogar das Geld aus dem Nobelpreis hat er großzügig der Universität Würzburg vermacht. Seine Aussage „Ich bin Wissenschaftler und kein Krämer“ finde ich auch heute noch beispielhaft.

Als Präsident der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität darf ich Sie alle, auch im Namen des gesamten Präsidialkollegiums, zum heutigen Festakt und Höhepunkt des Röntgenjahres sehr herzlich begrüßen. Es ist mir eine besondere Freude, so viele Ehrengäste und bedeutende Persönlichkeiten aus den unterschiedlichsten Bereichen des öffentlichen Lebens und der Wissenschaft willkommen zu heißen. Mein erster und vornehmster Gruß gilt Ihnen, Herr Bundespräsident. Ihre Anwesenheit ehrt uns in ganz besonderem Maße, zumal Sie uns die außergewöhnliche Ehre einer Ansprache erweisen. Ich weiß, daß das keine Selbstverständlichkeit ist, und ich möchte Ihnen von Herzen dafür danken, daß Sie sich stets mit Verve für die Belange der Wissenschaft einsetzen, was Sie nicht hindert, dem ganzen Volke sehr nahe zu sein und seine Nöte zu den Ihren zu machen. Mit besonderer Herzlichkeit begrüße ich den stellvertretenden

Ministerpräsidenten und bayerischen Staatsminister für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, Herrn Hans Zehetmair. An unseren Hochschulen sind wir sehr dankbar dafür, daß in Bayern trotz der schlechten Zeiten vieles noch besser geht als in den übrigen Bundesländern, und wir bewahren diese Erkenntnis in unserem Herzen, auch wenn wir nicht, wie der Engel Aloisius, immerwährend frohlocken und Halleluja rufen. Der soll ja übrigens manchmal auch nach Manna verlangt haben. Als einen der unsrigen darf ich den Präsidenten des Bayerischen Senats, Herrn Prof. Schmitt Glaeser begrüßen, der hier wie zuhause ist. Ich begrüße herzlich Frau Ministerin Stamm und mit ihr die Mitglieder des Deutschen Bundestags, des Bayerischen Landtags sowie des Bayerischen Senats. Ein herzliches Willkommen gilt dem Oberbürgermeister dieser Stadt, Herrn Weber, und den Damen und Herren des Stadtrates, verbunden mit unserem Dank dafür, daß die Stadt dieses Jahr so freundschaftlich mitgestaltet hat.

Ich freue mich außerordentlich, daß der Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Herr Kollege Wolfgang Frühwald, nicht nur bei uns ist, sondern sich auch noch ohne langes Verhandeln bereit erklärt hat, den heutigen Festvortrag über „das neue Wissen“ zu halten. Lieber Wolfgang, manchmal hat Freundschaft ihren Preis. Ich hoffe, ich kann's Dir vergelten. Sonst wird der liebe Gott es Dir zugute halten. Ebenso begrüße ich sehr herzlich Herrn Prof. Klaus von Klitzing vom Max-Planck-Institut in Stuttgart, einen unserer berühmten Ehemaligen, der gleich im Namen der mitveranstaltenden Gesellschaften das Wort an Sie richten und die Erinnerung an Röntgens Großtat wachrufen wird. Mit ihm heiße ich recht herzlich willkommen die Präsidenten dieser Gesellschaften, die Kollegen Wolf, Mayer-Kuckuk, Leetz und Hahn und danke ihnen und ihren Vorgängern im Amt von Herzen für die spontane und völlig komplikationslose Bereitschaft, diesen Festtag mit uns gemeinsam zu gestalten.

In Ihnen, Graf Ingelheim grüße ich einen alten Freund dieser Universität, und ich möchte in diesen Willkommensgruß alle Mitglieder des Universitätsbundes mit einschließen, ohne dessen Hilfe dieses Röntgenjahr nicht hätte stattfinden können. Als her-

ausragende Repräsentanten ihrer Fächer werden nachher die Kollegen Brünger, Günther und Schmahl geehrt. Ihnen und den Vertretern der Stiftungen, die anschließend die Preise verleihen werden - Frau Peh, Dr. Kohorst und Graf Ingelheim - gilt ein besonderer Gruß und Dank. Martial muß doch Recht gehabt haben, als er feststellte: „Wenn es Mäzene gibt, dann fehlen auch Vergile nicht!“ Leider gilt die Umkehrung des Satzes nicht. Sie täte der deutschen Wissenschaft so gut.

Ich begrüße die Vertreter der Kirchen, die Vertreter des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, sowie die Landräte und Oberbürgermeister aus dem unterfränkischen Raum. Sehr herzlich seien uns die Vertreter bayerischer und außerbayerischer Hochschulen sowie unserer ausländischen Partneruniversitäten und die Gäste aus dem Ausland willkommen, die als Vertreter verschiedener wissenschaftlicher Vereinigungen zu uns gekommen sind. Ich freue mich auch, daß zwei Vertreter der Stadt Apeldoorn unter uns weilen, der Stadt, in der Röntgen seine Jugend verbracht hat. Alle Präsidenten, Generalsekretäre und sonstige Vertreter von Wissenschaftsorganisationen, gelehrten Gesellschaften und Forschungseinrichtungen aus der ganzen Bundesrepublik grüße ich mit besonderer Herzlichkeit und Dankbarkeit für das, was sie für die Wissenschaft in unserem Vaterland leisten, aber auch für ein jahrelanges freundschaftliches Miteinander. In diesen Gruß schließe ich auch die Präsidenten der radiologischen Gesellschaften aus verschiedenen europäischen Ländern sowie die Vertreter der wissenschaftlichen Stiftungen ein, die heute bei uns sind, um mit uns gemeinsam zu feiern. Ich darf dankbar erwähnen, daß die Volkswagenstiftung aus Anlaß des Centenariums eine Röntgenprofessur für die Alma Julia gestiftet hat. In Hannover kennt man seinen Martial. *Vivant sequentes.*

Hoherfreut bin ich über zahlreiche Ehrengäste, darunter mehrere Nobelpreisträger und Träger der Röntgenmedaille, und wir schätzen uns glücklich, daß sich unter diesen besonderen Gästen heute Frau Marianne Müller aus Hannover befindet, die Enkelin Wilhelm Conrad Röntgens. Ebenso freuen wir uns, Frau Charlotte Solm aus Nüdlingen begrüßen zu können, die älteste lebende deutsche Röntgen-Assistentin, die über 62 Jahre lang geröntgt hat, davon 20 Jahre in einer Tuberkuloseklinik. Frau Solm erfreut sich mit ihren 97 Jahren bester Gesundheit; wenn man sie fragt, wie man das macht, sagt sie: „Sie dürfen Ihre Gesundheit

nicht dadurch gefährden, daß Sie den Doktor zu oft besuchen.“ Diese Meinung teilt Frau Müller mit ihren nur 84 Jahren von ganzem Herzen.

Ich heiße herzlich willkommen alle Vertreter der unterfränkischen Behörden und Ämter, des Röntgenpreis-Komitees, der Institutionen, die als Leihgeber unsere Ausstellung „100 Jahre Röntgenstrahlen“ mitemöglichst haben sowie die Organisatoren von wissenschaftlichen Veranstaltungen, die zum Gelingen des Röntgen-Jahres beigetragen haben. Und ich dehne diesen Willkommensgruß mit besonderer Herzlichkeit und meinem Dank auf alle Mitglieder unserer großen Universitätsfamilie aus, von meinen

Amtsvorgängern bis hin zu den Studierenden. Herzlich danken möchte ich den anwesenden Repräsentanten aus Presse, Rundfunk und Fernsehen für ihre manchmal kritische, in der Regel aber wohlwollende Begleitung unseres Tuns. In Treue verbunden sind uns die Mitglieder der Musikhochschule Würzburg, denen ich für die musikalische Gestaltung meinen besonderen Dank ausspreche. *Last, but not least* grüße ich alle diejenigen herzlich, die es sich nicht nehmen lassen, unseren Festakt auf dem Bildschirm im Stadttheater zu verfolgen.

Meine Damen und Herren, seien Sie uns alle ohne Ausnahme und ohne Unterschied von ganzem Herzen willkommen.

Hätte Röntgen einen Forschungsantrag schreiben müssen ...

Klaus von Klitzing, Begrüßung

Es wird behauptet, daß durch Begrüßungen bei Festveranstaltungen mehr Zeit unproduktiv eingesetzt wird als bei Streiks. Dieser Behauptung wollten die Gesellschaften entgegenwirken, die neben der Universität Würzburg besonders stolz auf Wilhelm Conrad Röntgen sind und Sie zu der heutigen Festveranstaltung eingeladen haben.

Es wurde eine innovative Idee entwickelt, die folgendermaßen aussieht: Die Repräsentanten

der Deutschen Röntgengesellschaft,
der Deutschen Physikalischen Gesellschaft,
der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik und
der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg

werden nicht jeder eine Grußadresse an Sie richten, sondern ich werde das für alle gemeinsam tun. Man nennt das „lean production“, man konzentriert sich auf das Wesentliche. Im Mittelpunkt sollte Wilhelm Conrad Röntgen stehen und nicht der Auf- und Abgang von Rednern. Die Begrüßung der vielen Gäste kann ebenfalls gestrafft werden, da Wiederholungen nicht auftreten. Da-

für werden meine Begrüßungsworte jedoch vierfaches Gewicht haben.

Ich hoffe, Sie verspüren das, sehr verehrter Herr Bundespräsident, wenn ich Ihnen sage, daß wir uns sehr freuen, daß Sie - wie schon öfters während Ihrer Amtszeit - durch Ihre Anwesenheit und Aussagen deutlich ma-



Prof. Dr. Klaus von Klitzing

chen, daß Wissenschaft und Forschung nicht nur ein wichtiges Kulturgut, sondern auch für ein Land wie Deutschland absolut notwendig sind. Ohne neues Wissen ist es mit Sicherheit nicht möglich, die Lebensqualität, die wir heute für selbstverständlich ansehen, auch in Zukunft aufrechtzuerhalten. Theodor Heuss hat schon vor mehr als 50 Jahren die herausragenden Leistungen von Wilhelm Conrad Röntgen in einem Artikel für die "Frankfurter Zeitung" gewürdigt. Sie, sehr verehrter Herr Bundespräsident, ehren den großen Entdecker (und auch uns) durch Ihre Anwesenheit und Ihre Ansprache während dieser Festveranstaltung.

Die Straffung der Begrüßungsansprachen läßt mir genügend Zeit, Sie, sehr verehrter Herr Zehetmair, mit Ihren vollständigen Amtsbezeichnungen zu begrüßen. Sie sind sowohl als Staatsminister für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst als auch als stellvertretender Ministerpräsident des Freistaates Bayern hier. Nicht nur der Physik-Nobelpreisträger Nummer 1 hätte den Dialog, den er mit Ihren Vor-Vorgängern aufgenommen hatte, gerne weitergeführt. Vielleicht wäre es Röntgen gelungen, nachdem er zusammen mit Oskar von Miller bei der Gründung des Deutschen Museums im Jahre 1906 so erfolgreich war, auch ein Wissenschaftsmuseum in Würzburg zu initiieren? Es muß ja nicht unbedingt Röntgen-Museum heißen - für einen solchen Vorschlag war Röntgen viel zu scheu - aber der Aufbau einer Einrichtung, der es vermehrt gelingen würde, den Schleier des Geheimnisvollen bei unsichtbaren Strahlen zu zerreißen, insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Begriff Radioaktivität, wäre mit Sicherheit wichtig und sinnvoll.

Für mich als Wissenschaftler stellen nicht die X-Strahlen (wie Röntgen seine Strahlen nannte) etwas Geheimnisvolles dar, sondern eher liegt das Leben von Röntgen etwas im dunkeln, da er in seinem Testament die Vernichtung seiner Notizen und Dokumente angeordnet hat und schon zu Lebzeiten Briefunterlagen für Heizungszwecke verwendete. Trotzdem werde ich versuchen, einen kurzen Einblick in das Leben von Röntgen zu geben. Wenn Sie am Ende dann sogar wissen, daß X und Röntgenstrahlen dasselbe ist, und daß es sich dabei um so etwas wie Lichtstrahlen handelt, deren Farbe von unseren Augen jedoch nicht erfaßt werden kann, und wenn Sie mir dann noch glauben, daß die Strahlen bei der Radioaktivität dasselbe sind wie Röntgenstrahlen, dann habe ich sogar noch wissenschaftliche Informationen übermittelt.

Aber zuerst etwas zur Person von Wilhelm

Conrad Röntgen. Wenn Herr Mayer-Kuckuk als Vertreter der Deutschen Physikalischen Gesellschaft hier stehen würde, dann würde er vielleicht sagen, daß der erste Erfolg der Deutschen Physikalischen Gesellschaft die Geburt von Röntgen war. Röntgen wurde im Jahre 1845 geboren, zwei Monate nach der Gründung der Gesellschaft. Insofern können beide stets gemeinsam feiern. Da Röntgen im Jahre seiner großen Entdeckung auch einen runden Geburtstag hatte - er war gerade 50 Jahre alt geworden, fällt der 100. Jahrestag der Entdeckung mit dem 150. Geburtstag zusammen, so daß es in diesem Jahr mehrere Anlässe gab, Röntgenfeiern zu veranstalten, angefangen vom Geburtstag am 27. März in Lennep. Mit dem heutigen Tag streben wir einem Höhepunkt zu - der 8. November 1895 war der Tag, an dem Röntgen durch Zufall seinen Strahlen auf die Spur kam.

Was passierte eigentlich am 8. November 1895?

An diesem Freitag - die Vorlesungen und Übungen waren abgeschlossen - zog sich Röntgen in sein Privatlabor zurück und machte Experimente, die im Prinzip in vielen Labors in der ganzen Welt durchgeführt werden konnten und auch wurden. Elektrische Entladungen in einer Glasröhre, die nahezu luftleer war, - das war ein interessantes Arbeitsgebiet der damaligen Zeit. Hätte Röntgen einen Forschungsantrag für seine Versuche schreiben müssen und wäre er dem Druck ausgesetzt gewesen, anwendungsorientierte Forschung zu betreiben, dann hätte er jedoch große Schwierigkeiten bekommen. Wozu sollte das gut sein, was er machte? Drei Tage Vorbereitung waren notwendig, um die Glasröhre leerzupumpen, und dann konnte man bei der Hochspannungsentladung nur für sehr kurze Zeit eine schwache Leuchterscheinung sehen. Für praktische Anwendungen keine gute Perspektive. Mit großer Phantasie hätte man die Forschungsarbeiten als Neuentwicklung einer Glühbirne deklarieren können - gegenüber dem von Edison entwickelten Produkt erschien das jedoch chancenlos. Kurz gesagt, zum damaligen Zeitpunkt hätte Röntgen wohl keine Chancen gehabt, den Beweis zu führen, daß seine Forschungsarbeiten Anwendungspotential besitzen. Das sollte man bedenken, wenn man heutzutage versucht, die Vergabe von Forschungsgeldern mit dem Nachweis der Anwendung zu verknüpfen.

Was war die Stärke von Röntgen?

Er hat seine Stärke und seine Denkweise schon ein Jahr vor seiner Entdeckung in Form eines Zitates bei seiner Rektoratsrede in Worte gefaßt: "Die Natur läßt oft staunens-

werthe Wunder selbst an den gewöhnlichsten Dingen hervortreten, welche jedoch nur von Leuten erkannt werden, die mit Scharfsinn und zum Forschen geschaffenen Sinn bei der Erfahrung, der Lehrmeisterin aller Dinge, sich Rath erholen".

Röntgen war ein hervorragender Experimentalphysiker, der mit scharfem Verstand versuchte, die Natur zu verstehen und durch unbestechliche Experimente die Wahrheit zu finden. So war es auch am 8. November 1895. Als er bei einem Versuch nicht nur das schwache Leuchten der Glasröhre sah, sondern gleichzeitig auch ein Aufblitzen eines weiter entfernt gelegenen Leuchtschirmes bemerkte, da hat er dieses Phänomen nicht als unerwünschten Dreckeffekt beiseite gelegt, sondern gefragt: Woher kommt diese Erscheinung?

Diese Frage hat ihn so fasziniert, daß er in den folgenden sechs Wochen wohl Tag und Nacht im Labor war, um in ausgeklügelten Experimenten Antworten auf seine Fragen zu bekommen. Die Untersuchungen waren so gründlich, daß in den folgenden 17 Jahren keine neuen physikalischen Erkenntnisse auf diesem Gebiet dazukamen.

Zwei Tage vor Weihnachten 1895 hat er sogar noch ein Durchstrahlungsbild der Hand seiner Frau aufgenommen - ihm war klar, daß seine Entdeckung große Auswirkungen auf die Medizin haben wird. Die Weihnachtstage 1895 wurden damit verbracht, das Manuskript für eine Veröffentlichung fertigzustellen, und am 28.12.1895 war die vorläufige Mitteilung, wie Röntgen sie nannte, fertig.

An dieser Stelle würde Herr Hahn als heutiger Repräsentant der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg davon schwärmen, daß Röntgen schon seit 1870 dieser Gesellschaft angehörte und natürlich sein Manuskript bei dieser Gesellschaft einreichte und auch seinen einzigen öffentlichen Vortrag über seine Entdeckung drei Wochen später im Rahmen einer Sonderveranstaltung der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg hielt.

Die Reaktion auf Röntgens Entdeckung war überwältigend. Innerhalb weniger Tage wurde weltweit über das epochemachende Ereignis berichtet und selbst der Kaiser ließ sich schon einige Wochen nach der Veröffentlichung die Experimente vorführen.

Ohne Zweifel waren die medizinischen Anwendungen der Röntgenstrahlen besonders interessant - allein im ersten Jahr nach der Entdeckung wurden etwa 1000 Veröffentlichungen darüber geschrieben. Schon 1897 kam in Deutschland die Fachzeitschrift "Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgen-

strahlen” heraus, die auch heute noch das Mitteilungsorgan der Deutschen Röntgengesellschaft ist. Diese Gesellschaft hat, wie schon der Name sagt, eine besonders starke Bindung zu Röntgen und ist deshalb auch einer der Gastgeber der heutigen Veranstaltung, vertreten durch ihren Präsidenten, Herrn Wolf.

Wilhelm Conrad Röntgen wußte schon sehr frühzeitig, daß er eine sehr wichtige Entdeckung gemacht hat zum Wohle der Menschheit. Vielleicht hat er auch gehofft, den ersten Nobelpreis dafür zu erhalten, zumindest hat er davon geträumt. Seine erste Reaktion bei der Benachrichtigung war “Ein Märchen ist Wirklichkeit geworden...”. Noch 20 weitere Nobelpreise wurden im Laufe der

folgenden Jahre für Anwendungen der Röntgenstrahlen in Physik und Chemie vergeben. Wirklich bekannt wurden die Strahlen jedoch nicht durch aufregende Forschungsergebnisse in Physik und Chemie, sondern durch die Medizin und den jedermann geläufigen Satz: “Ich laß mich röntgen”. Es passiert nicht oft, daß ein Familienname einen solchen Eingang in die Sprache findet.

In enger Zusammenarbeit zwischen Physik und Medizin wurden die Anwendungen weiter verfeinert, und wenn man weiß, daß die Dosis bei einer Röntgenaufnahme heutzutage mehr als den Faktor 1000 kleiner ist als noch zu Anfang unseres Jahrhunderts, so weiß man, welche enormen Fortschritte auf diesem Gebiet erzielt wurden. Die Tatsache,

daß es speziell eine Gesellschaft für Medizinische Physik gibt, hier vertreten durch ihren Präsidenten, Herrn Leetz, zeigt, wie eng heutzutage die interdisziplinären Verknüpfungen sind.

Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, das Leben von Wilhelm Conrad Röntgen und seine Strahlen etwas zu beleuchten - hoffentlich nicht nur mit unsichtbarem Licht.

Die vier Gesellschaften, in deren Namen ich Sie begrüßen durfte, hatten keine vorherige Information über den Text meiner Rede, so daß mögliche Fehler und Ungenauigkeiten vollkommen in meine Verantwortung fallen. Alle Mitveranstalter sind sich jedoch einig in der Aussage, daß wir uns freuen, daß Sie hier sind.

Den Anschluß nicht verpassen

Hans Zehetmair, Grußwort

Vor etwa 100 Jahren erreichte einen meiner Vorgänger im Amt des Kultusministers, Herrn Dr. Bosse, ein kaiserlicher Befehl. Wilhelm II., der sich sehr für technische Neuigkeiten und die Wissenschaften interessierte, hatte den Entdecker neuer Strahlen, Wilhelm Conrad Röntgen, zu sich eingeladen, um dessen Vortrag über seine Arbeit persönlich anzuhören. Weil der Deutsche Kaiser die Bedeutung von Röntgens Forschung erkannte, hatte es Seine Majestät als angemessen erachtet, daß der Bayerische Kultusminister dem Vortrag beizuwohnen und unverzüglich nach Berlin zu reisen habe.

Auch wenn der Kultusminister heute keinem kaiserlichen Befehl mehr unterliegt, ist es für mich nicht nur eine Selbstverständlichkeit, sondern zugleich eine große Freude, den 100. Jahrestag der Entdeckung der Röntgenstrahlen mit Ihnen zu feiern. Gleichzeitig richte ich Ihnen die herzlichen Grüße des Bayerischen Ministerpräsidenten aus, der an dieser Veranstaltung zu seinem großen Bedauern nicht teilnehmen kann.

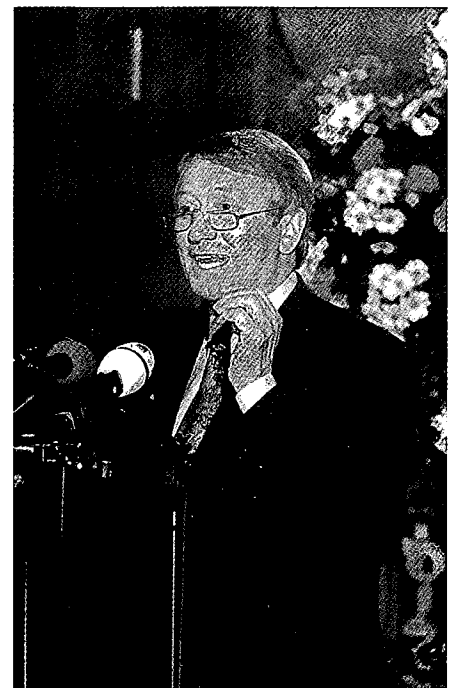
100 Jahre Röntgenstrahlen - damit verbindet sich ein Jahrhundert weltbewegender Entwicklungen in der medizinischen Diagnostik, der Strahlentherapie und der Nuklearmedizin; nicht zu vergessen die nichtme-

dizinischen Wissenschaften, die von der Entdeckung Wilhelm Conrad Röntgens profitiert haben. Wir blicken gleichzeitig auf ein Jahrhundert zurück, das wie kein anderes vorher von einem rasanten Fortschritt geprägt war. Sie brauchen nur an die ersten Automobile von Daimler und Benz zu denken oder an Zeppelins Luftschiff und Lumières Kinematographen. Der Vergleich mit unserer eigenen Zeit macht die explosionsartige Entwicklung deutlich. Das gilt natürlich auch für Röntgens X-Strahlen, wie er sie selbst nannte. Heute können Computertomographen den Körper - bildlich gesprochen - in einzelne kleine Scheiben zerlegen, ohne ihn zu verletzen. Wichtige medizinische Erkenntnisse werden so erst möglich gemacht.

Meine Damen und Herren, das Zeitalter der klassischen industriellen Revolutionen neigt sich seinem Ende zu. Das nächste Jahrtausend wird von der Informationstechnik bestimmt sein. Die Aufgabe von Politik wird es sein, die nötigen Weichenstellungen vorzunehmen, um den Anschluß nicht zu verpassen. Dazu gehört die Förderung innovativer Wissenschaft, ohne die jeder Fortschritt unmöglich wäre. Deswegen investiert der Freistaat Bayern 100 Millionen in Datenhochgeschwindigkeitsnetze und neueste Kommunikationstechnologien. Auch im Rahmen der “Offensive Zukunft Bayern” werden Gelder für die Forschung freigegeben. So erhält zum Beispiel die Chirurgie

der Universität Würzburg für den Neubau 160 Millionen Mark aus Privatisierungserlösen.

Wilhelm Conrad Röntgen ist ein gutes Beispiel dafür, daß in Bayern die Förderung der Wissenschaft immer schon Vorrang hatte. Dabei war es ein ausgesprochener Glücksfall, daß die Strahlen, die später nach ihrem Entdecker benannt wurden, hier in Bayern erforscht wurden. Röntgen war ja bekanntlich gebürtiger Preuße; er studierte



Staatsminister Hans Zehetmair

dann Maschinenbau in Zürich und kam erst über Straßburg und Gießen nach Würzburg. Und das auch nur, weil die vor ihm auf der Berufungsliste plazierten Kandidaten sich gegen den Lehrstuhl entschieden hatten. Nebenbei erwähnt: Daß Röntgen die Stelle angenommen hat, obwohl er eine weit geringere Besoldung angeboten bekommen hatte, zeigt die vielzitierte Bescheidenheit des späteren Nobelpreisträgers.

Röntgen nahm den Ruf an, und, wie es im Originaltext heißt, "im Namen Seiner Majestät des Königs Luitpold, von Gottes Gnaden königlicher Prinz in Bayern, wurde allergnädigst bewogen", Röntgen im Jahre 1888 zum ordentlichen Professor der Experimentalphysik der Universität Würzburg mit einem jährlichen Gehalt von sechstausend Mark zu ernennen.

Die Entdeckung, die Wilhelm Conrad Röntgen sieben Jahre später am 8. November 1895 in seinem Labor im Physikalischen Institut der Universität machte, hat bis heute nichts von ihrer Bedeutung und Aktualität verloren. Das beweist allein die Tatsache, daß hier in Würzburg zum Röntgenjahr über hundert wissenschaftliche Veranstaltungen angeboten wurden, darunter große interna-

tionale Kongresse sowie Vortragsreihen an der Universität und an der Fachhochschule.

Im Martin von Wagner-Museum in der Würzburger Residenz wurde eine Ausstellung konzipiert, die die Entdeckung der Strahlen und deren weitere Entwicklung sehr anschaulich aufbereitet und zahlreiche Besucher, vor allem auch Schulklassen, angezogen hat. Daneben bestand und besteht die Möglichkeit, das Originallabor Röntgens zu besichtigen, das von den Zerstörungen durch die Luftangriffe auf Würzburg im Zweiten Weltkrieg glücklicherweise verschont blieb und sich im jetzigen Gebäude der Fachhochschule Würzburg befindet.

Das Stadttheater Würzburg hatte Werke auf dem Spielplan, die sich mit dem naturwissenschaftlichen Fortschritt auseinandersetzten, und an der Hochschule für Musik kam sogar eine Auftragskomposition zum Thema Röntgenstrahlen zur Uraufführung.

Daran kann man erkennen, wie stolz Würzburg und seine Hochschulen auf die Entdeckung der Strahlen und ihren Erfinder sind. Und das mit Recht: Röntgen, der Professor an einer bayerischen Hochschule, hat im Jahre 1901 den allerersten Nobelpreis für Physik erhalten. Seitdem hat das schwedi-

sche Nobelpreiskomitee an zahlreiche weitere Wissenschaftler Nobelpreise verliehen, deren Arbeit direkt oder indirekt mit den Röntgenstrahlen zusammenhängen.

Allen Organisatoren, die diese beeindruckende Fülle von Veranstaltungen zustande gebracht haben, spreche ich meinem Dank und meine Anerkennung für die geleistete Arbeit aus. Ebenso danke ich der Deutschen Röntgengesellschaft, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik und der Physico medica Würzburg, die gemeinsam mit der Universität diese schöne Festveranstaltung ermöglicht haben.

Der Universität Würzburg wünsche ich auch weiterhin viel Erfolg für die wissenschaftliche Arbeit. An der Summe der eingeworbenen Drittmittel, die in den letzten fünf Jahren eine Steigerung von 75 Prozent erfahren hat, und den sieben Sonderforschungsbereichen, die durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit beträchtlichen Mitteln gefördert werden, wird ersichtlich, daß sich die Universität auf dem richtigen Weg befindet, um das Erbe Röntgens und anderer Würzburger Nobelpreisträger fortzuführen.

Leistungsfähigkeit ins Bewußtsein gerückt

Jürgen Weber, Grußwort



Oberbürgermeister Jürgen Weber

Es ist mir eine Ehre, an dieser Stelle ein Grußwort sprechen und Sie, Herr Bundespräsident, sowie alle auswärtigen Gäste im Namen der Bürgerschaft der Stadt Würzburg in der mainfränkischen Metropole begrüßen und willkommen heißen zu dürfen.

Die Vertreter der Stadt reihen sich ganz selbstverständlich ein in die große Zahl der Gäste dieses Festaktes unserer Universität, denn wir alle wissen, wie sehr eine der ältesten deutschen Universitäten über Jahrhunderte hinweg den Charakter und das geistige Leben Würzburgs geprägt hat, wieviel unsere Universität, unsere Hochschulen und die vielen anderen Schulen und Bildungseinrichtungen für das Erscheinungsbild, für die Attraktivität und für die Wirtschaftskraft unserer Stadt bedeuten.

Als Stadt sind wir stolz darauf, daß Wilhelm Conrad Röntgen seine Entdeckung in Würzburg machte, und daß damit das Physikalische Institut unserer Universität zu einer der Stätten wurde, in der die Entwicklung der modernen Physik grundlegend und entscheidend gefördert worden ist.

Mit Stolz sehen wir auch, daß der hohe Standard zahlreicher Fakultäten unserer Universität, von der Physik bis hin zur Medizin, weithin anerkannt ist. Weitsichtig hat sich unsere Universität den Aufgaben der Zukunft gestellt, zum Beispiel mit dem neuen Biozentrum oder mit zahlreichen Sonderforschungsbereichen. Was wir jetzt noch brauchen, für die Zukunft unserer Universität, für die Zukunft unserer Stadt und für den gesamten fränkischen Raum, das ist die Ergänzung und der Ausbau von technischen Studiengängen. Die Universität hat dafür eine überzeugende Konzeption vorgelegt.

Diese zu unterstützen muß nun ein vordringliches Anliegen aller Verantwortlichen unserer mainfränkischen Region sein.

Mit diesem Festakt für Wilhelm Conrad Röntgen ehren wir nicht nur einen überragenden Repräsentanten des schöpferischen Geistes, einen Wegbereiter der modernen Physik und einen Helfer der Menschheit, sondern auch einen Bürger unserer Stadt, dem der Stadtrat am 2. September 1921 das Ehrenbürgerrecht verliehen hat. In der Ehrenbürgerurkunde heißt es: "Die Bürgerschaft will damit den großen Forscher und Wohltäter der Menschheit ehren und der stolzen Freude Ausdruck geben, daß an der Universität Würzburg seit alten Zeiten Männer gewirkt haben, die eine Zierde des deutschen Volkes sind."

So wie die Stadt Würzburg seinerzeit dank gesagt hat, ist auch der heutige Festakt für mich ein Anlaß, danke zu sagen dafür, daß wir zur hundertsten Wiederkehr der Entdeckung der Röntgenstrahlen ein Würzburger Wissenschaftsjahr bekamen, mit Gästen aus vielen Nationen, mit über 120 Veranstaltungen, darunter internationale Kongresse

wie insbesondere der 10. Weltkongreß für Strahlenforschung.

Dieses Wissenschaftsjahr hat einerseits die Stadt Würzburg ein Jahr lang national und weltweit in den Mittelpunkt des Interesses gebracht. Andererseits hat es unsere Universität und deren Leistungsfähigkeit ins Bewußtsein der Würzburger und der mainfränkischen Bevölkerung gerückt. Wir sind unserer Universität dankbar für diese Idee und für die organisatorische Leistung, die wir seitens der Stadt gerne nach Kräften unterstützt haben.

Dankbar zu sein haben wir auch, daß wir heute in dieser Festaula zusammenkommen konnten. Das ist keine Selbstverständlichkeit. Denn vor 50 Jahren, am 16. März 1945, ist diese alte Kirche mit der gesamten Würzburger Innenstadt total zerstört worden. Jahrzehntlang stand sie dann als Ruine. Hartnäckig und zielstrebig hat die Universitätsleitung daran gearbeitet, diesen Raum wieder so erstehen zu lassen, wie er einmal war. Damit und mit der gesamten Wiederherstellung vieler Gebäude nach der Zerstörung hat die Universität einen bedeutenden Beitrag

zum Wiederaufbau unserer Stadt geleistet.

Meine Damen und Herren, gestern hat die Stadt Würzburg ihre Röntgen-Medaille an vier international anerkannte Wissenschaftler verliehen, die - jeder auf seinem Gebiet - die Forschung auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen bahnbrechend weiterentwickelt haben. Den Forscher Wilhelm Conrad Röntgen hat ausgezeichnet, was auch für seine Nachfolger an unserer Universität und für die Preisträger unserer Röntgen-Medaille gilt:

die Verbindung einer begnadeten Forschungsfähigkeit mit einer schöpferischen Suche nach bisher Unbekanntem, welche Experimente wagt und Fehlschläge nicht scheut. In Würzburg hat Röntgen als Lehrer wie als Forscher gewirkt, mit Worten *und* mit Taten.

Über solche Menschen sagt Zarathustra: "Ich liebe den, welcher goldene Worte seinen Taten vorauswirft und immer noch mehr hält als er verspricht." Wilhelm Conrad Röntgen und viele ihm nachfolgende "Röntgen-Forscher" haben dies verwirklicht.

Brücken zwischen Theorie und Praxis schlagen

Roman Herzog, Ansprache

Röntgens Entdeckung der X-Strahlen war eine bahnbrechende Erfindung, die unschätzbare Fortschritte für die Diagnose und Therapie von Krankheiten brachte. Es war, wie es in einer Röntgenbiographie heißt, der "Aufbruch in die Innenräume der Materie". Im übrigen ist sie eine der wenigen Erfindungen, die im Deutschen den Namen des Erfinders trägt.

Sie wurde bereits zu ihrer Zeit weltweit als wissenschaftliche Sensation anerkannt und fand in der nationalen und internationalen Öffentlichkeit eine ungewöhnliche Resonanz. Am 9. Januar 1896 gratulierte Kaiser Wilhelm II. dem Physiker Wilhelm Conrad Röntgen zu seiner Entdeckung, und schon fünf Jahre später, im Jahre 1901, erhielt Röntgen den ersten Nobelpreis für Physik.

Mir bietet das Röntgen-Jubiläum einen willkommenen Anlaß, wieder einmal über die Bedeutung von Wissenschaft und Forschung auch in ihrer Beziehung zu Wirtschaft und Gesellschaft zu sprechen. Wenn sich die Gesellschaft verändert - und das tut sie ohne Zweifel -, dann müssen auch Wissenschaft und Forschung diese Veränderung mitmachen, ja ihr möglicherweise sogar vorgehen. Denn in der weltweiten Konkurrenzlage, in der wir uns befinden, spielt der Zeitfaktor eine immer größere Rolle.

Ich will hierzu an eine Geschichte erinnern, die deutlich macht, wie weit der Weg von einer wissenschaftlichen Entdeckung über die experimentelle Auswertung zur tatsächlichen Anwendung sein kann. Nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1895 war noch lange nicht klar, daß die Medizin auch mit den Strahlen diagnostisch arbeiten kann.

Ein katholischer Pfarrer, Max Maier, im



Bundespräsident Prof. Dr. Roman Herzog

altbayerischen Schaufling hörte von der Entdeckung des Würzburger Professors und ließ sich einen Lichtverstärker, beschichtete Photoplaten, Akkumulatoren und Lichtmaschinen in sein Pfarrhaus bringen. Daraufhin forschte er über die Durchdringungskräfte der Röntgenstrahlen und durchleuchtete immer wieder seine eigene rechte Hand. 1899 legte er dem Professor Röntgen dann seine Doktorarbeit vor, woraufhin Röntgen schlicht kommentierte: "Das ist der Diagnosedurchbruch, jetzt erst kann mit den Strahlen gearbeitet werden." Der Schüler verhalf also der Erfindung des Meisters zum Durchbruch. Die Neugier und die Genialität zweier Menschen kamen zusammen.

So muß in der Forschung ein Rädchen ins andere greifen. Die Erkenntnisse bauen aufeinander auf. Grundlagenforschung wird anwendungsbezogen durch Menschen, die die Theorie mit der Praxis verbinden können. Erst beide Forschungsarten zusammen erbringen Nutzen für den Menschen. Und noch etwas anderes kann man hier lernen: Forschung kann selbst gefährlich sein, und sie kann auch darüber hinaus gefährliche Folgen haben. Pfarrer Maier starb an den noch unbekanntem Folgen der Strahlen. Die Technikfolgenabwägung war damals noch kein Thema; und sie ist es aber zu Recht heute. Gerade in diesen Tagen stehen wir ja auch wieder in einer Debatte über die nötige Vorsicht bei der Anwendung der Röntgenstrahlen.

Das Beispiel dieser Strahlen macht aber noch etwas deutlich. Eine Erfindung, so bedeutend sie in ihren wissenschaftlichen Erkenntnissen sein mag, wird nur dann für den Menschen wirksam, wenn an ihrer Entwicklung und ihren praktischen Anwendungen sukzessive oder parallel weiter gearbeitet wird. Wer hier - und sei es von politischer Seite - die Hürden zu hoch legt, vermeidet möglicherweise Gefahren. Er verhindert unter Umständen aber auch, daß Menschen ernährt oder geheilt, Umweltprobleme gelöst oder die Zeituhr globaler Sicherheitsrisiken angehalten wird. Man kann auch durch Forschungsreglementierung Risiken heraufbeschwören oder ihre Abwendung verhindern.

Nur weil seit der Erfindung der Röntgenstrahlen weitergeforcht wurde, haben wir heute verfeinerte Methoden der sogenannten "Durchleuchtung", ob sie nun Tomographie oder Ultraschall heißen. Wenn wir eine Erfindung wie die Röntgenstrahlen feiern, feiern wir also zugleich die Impulse für die weitere Forschung, die sie gegeben haben, und die Wissenschaftler, die den Spuren Röntgens gefolgt sind.

Das Beispiel Röntgens macht außerdem

deutlich, daß die negativen Nebenwirkungen einer Technologie durchaus beseitigt werden können. An einer Röntgenaufnahme stören sich heute nur noch die wenigsten, weil sie den konkreten Nutzen verstehen und täglich vor Augen haben.

Ich füge dem aber hinzu: Die Aufklärung über die Beherrschbarkeit der Risiken und den verantwortlichen Umgang mit Techniken ist Voraussetzung für ihre Anerkennung. Es gibt irrationale Reaktionen, wenn Sinn und Zweck von Forschung und Technologie den Betroffenen nicht klar genug erklärt werden. Und: Hier können nur die Forscher wirkliche Aufklärungsarbeit leisten. Der Dialog zwischen Wissenschaftlern und Öffentlichkeit wird folglich immer wichtiger. Dafür sollte sich auch kein Forscher zu gut sein.

Da auf die Politiker zu warten, ist ungerrecht. Ich frage mich oft, ob es nicht gerade damit zusammenhängt, daß die Forschung in Deutschland nicht mehr Anerkennung und Lob findet.

Anhand der Röntgenstrahlen lassen sich übrigens Probleme diskutieren, die wir heute bei vielen Entdeckungen und Erfindungen haben. Sie können ebenso zerstörend wie heilbringend sein; es kommt also darauf an, daß ihr Einsatz ausschließlich humanen Zwecken dient. Das klingt vielleicht in manchen Ohren zu abstrakt. Aber auch das ist unvermeidlich. Carl-Friedrich von Weizsäcker sagte einmal ganz zu Recht: Die eigentlichen Probleme der Zukunft sind nicht Probleme der Technik, sondern Probleme der Ethik.

Die humane Ausrichtung ist auch nicht mehr als die Frage nach dem Ethos des einzelnen Wissenschaftlers. Sie hat ein eindeutiges allgemeines Kriterium; daß der Nutzen der Forschung für den Menschen oberstes Ziel bleibt und der Mensch Subjekt, nicht Objekt der Forschung ist. Wir brauchen die Neugier, die Leidenschaft und den Eifer der Wissenschaftler, denn durch sie sind Fortschritte in der Forschung möglich. Aber ebenso dringend brauchen wir den verantwortungsvollen Umgang mit den Ergebnissen der Forschung.

Mir ist weiterhin die Überwindung von Hindernissen für die wissenschaftliche Ausbildung und Forschung in Deutschland wichtig. Mir geht es dabei nicht um einen Umbau unserer Wissenschafts- und Forschungslandschaft, wohl aber um besseres Funktionieren, um größere Effizienz, um mehr Dynamik und um ein forschungsfreundlicheres Klima. Ich meine: Hier müssen wir etwas tun. Die Zeiten sind nicht mehr wie vor hundert Jahren. Im Vergleich zu den USA kom-

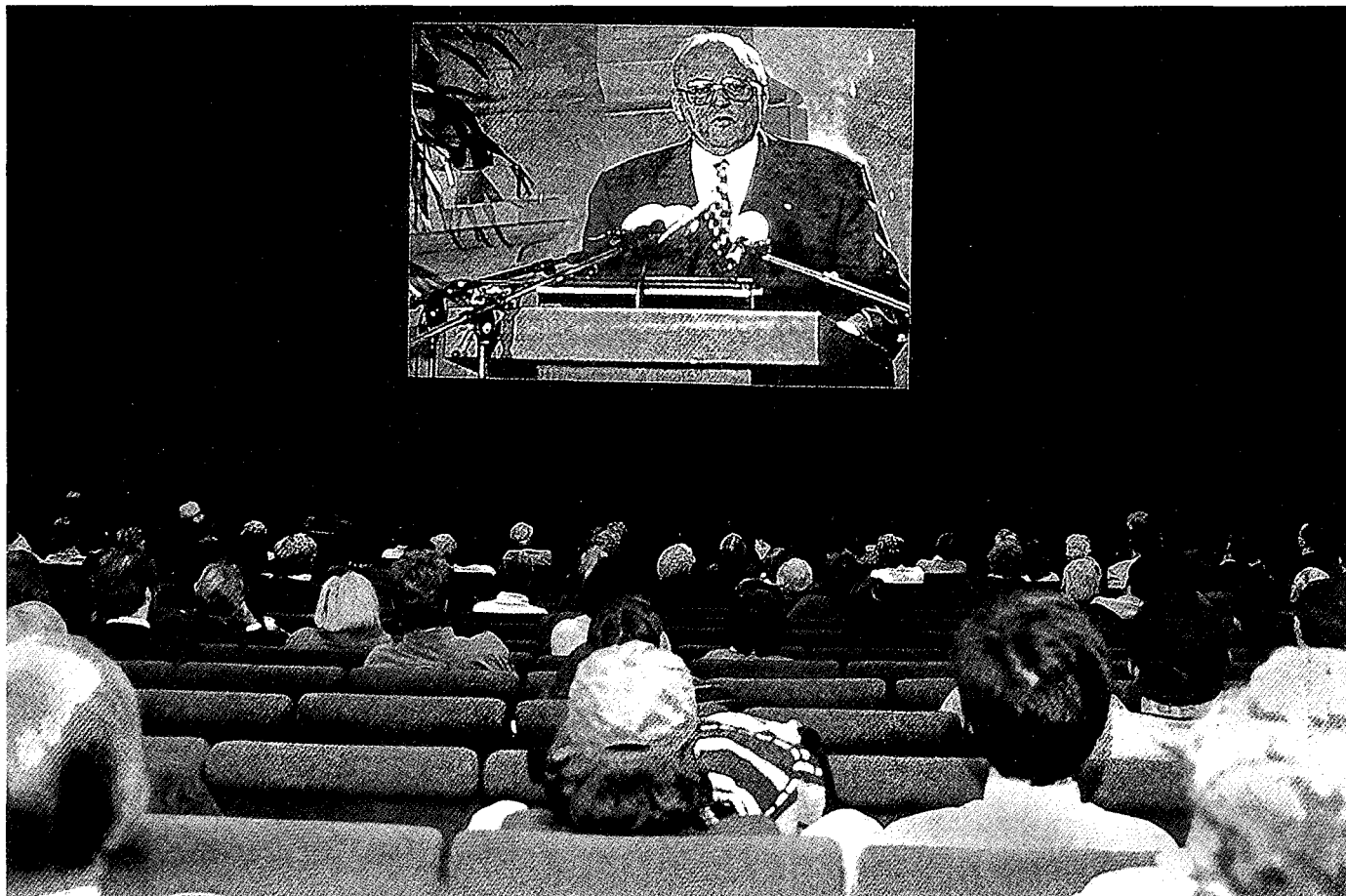
men - beispielsweise - in Deutschland weniger Patentierungen aus dem Hochschulbereich. Wir haben eine wachsende Zahl an arbeitslosen Akademikern und eine im internationalen Vergleich extrem lange Studiendauer. In letzter Zeit wollen wohl nicht zuletzt auch deswegen deutlich weniger ausländische Studenten aus westlichen Industrieländern in Deutschland studieren.

Lassen Sie mich diese Punkte etwas vertiefen: Weniger als zwei Prozent der Patentanmeldungen kommen aus der Wissenschaft. Das liegt zum Teil an achtenswerten Haltungen der Wissenschaftler selbst. Aber es liegt gewiß auch an den Kosten, die für viele von ihnen zu hoch sind, und die Fremdheit des Verfahrens. Die Technische Universität Dresden geht hier mit gutem Beispiel voran. Die Hochschulleitung selbst trägt dafür Sorge, daß die einzelnen Wissenschaftler ihre Erfindungen patentieren und auf den Markt bringen können. Die Einnahmen stehen nach Abzug ihrer Aufwendungen zu 90 Prozent dem Urheber zu. Das ist ein Vorbild.

Wir müssen es bundesweit möglich machen, daß jungen Leuten die Kosten für eventuelle Patente zumindest gestundet werden. Hier liegt auch eine mögliche Brücke zwischen Grundlagenforschung und wirtschaftlicher Anwendung. Diese Brücke ist elementar für unsere Volkswirtschaft. Denn es ist klar, daß die positiven ökonomischen Effekte einer Erfindung auch ein wichtiges Schwungrad der Forschung sind. Ökonomen haben nachgewiesen, daß in den USA rund 23 Prozent des Bruttosozialproduktes auf den wissenschaftlichen Durchbruch zur Quantenmechanik in der Physik zurückgehen. Bei uns dürfte die Zahl ähnlich hoch liegen. Transistoren, Computer, Laser und nukleare Energien beruhen zwar nicht nur auf der Quantenmechanik, aber sie sind ohne sie nicht denkbar. Ich bin sicher, daß auch auf anderen Gebieten ungeahnte Potentiale brachliegen. Sie zu mobilisieren, ist eine wirtschaftliche Überlebensfrage.

Um solche Brücken zwischen Theorie und Praxis zu schlagen, brauchen wir allerdings den reibungslosen Transfer von wissenschaftlichen Ergebnissen an diejenigen, die sie nutzen und umsetzen können. Die Nahtstelle zwischen Forschung und Wirtschaft ist nicht gut genug verschweißt. Ich nenne nur zwei Allerweltsbeispiele: Sowohl das Faxgerät als auch die Autofokuskamera wurden in Deutschland erfunden; sie sind aber primär von japanischen Firmen vermarktet worden.

Mit scheint deshalb, daß in Deutschland für die Forschung nicht die Erkenntnis-, sondern die Umsetzungshürden das Problem



Übertragung des Festaktes am 8. November aus der Neubaukirche in das Stadttheater

sind. Das liegt einerseits an übermäßigen staatlichen Reglementierungen und an überlangen und überängstlichen Genehmigungsverfahren. Es mag andererseits aber auch daran liegen, daß manche von uns eher dazu neigen, alles Theoretische höher zu schätzen als alles Praktische. Das war nicht immer so.

Wenn es heute in Deutschland Berührungsgängste zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gibt, so handelt es sich also nicht um ein deutsches Wesensproblem. Es gibt nicht den geringsten Grund, das, was in den USA völlig normal ist, bei uns als dogmatische Häresie oder als treuloses Überlaufen zur anderen Fraktion zu betrachten: den Wechsel von der Hochschule ins Unternehmertum und wieder zurück. Ich habe manchmal den Eindruck, daß es heute bei uns zu viele Einbahnstraßen gibt: Wissenschaftler auf Lebenszeit, dazu verbeamtet, auf der einen Seite und Praktiker in der Wirtschaft auf der anderen Seite. Mangelnde Rückkehrrechte, fehlende Flexibilität des einzelnen und Überbequemlichkeit scheinen mir hier die Gründe zu sein.

Wir werden uns diese Einstellung nicht mehr lange leisten können. Denn die Prognosen lauten, daß weiterhin industrielle Arbeitsplätze in Deutschland verlorengehen werden, dafür aber andere in Hochtechnologieberei-

chen und im Dienstleistungssektor entstehen. Ich sehe hier auch gar keine Möglichkeit, in Deutschland alte Besitzstände zu wahren. Es ist eine neue, internationale Arbeitsteilung im Gange, die sich nicht aufhalten läßt. Man sieht das beispielsweise schon an der doch so neuen Computerindustrie.

Gerade in der Frage der Informationstechnologie waren auch die Universitäten Vorreiter. Sie gehörten zu den ersten Institutionen, die weltweit über e-mail international vernetzt waren. Auch die digitale Übertragung von Bild, Ton, Text und anderen Informationen sind keine Utopie. Sobald diese Technik in Wohnungen und in Büros die Regel wird, werden wir mit neuen Formen der Kommunikation zu rechnen haben.

Parallel dazu müßte doch eigentlich die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Disziplinen und die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft gestärkt werden. Das gilt heute besonders deshalb, weil der Weg von der wissenschaftlichen Entdeckung bis zur wirtschaftlichen Anwendung und gesellschaftlichen Breitenwirkung teilweise sehr lang geworden ist. Hierzu will ich ein markantes Beispiel nennen:

Der erste Schritt der Informationstechnologie begann mit dem Leipziger Physikleh-

rer Ferdinand Braun, der 1876 auf den kristallinen Halbleiter stieß. Einen zweiten Schritt tat Konrad Zuse, als er in den dreißiger und vierziger Jahren die ersten Computer der Welt fertigstellte. Ein dritter wesentlicher Schritt folgte, als der Amerikaner Bill Shockley und seine Mitarbeiter in den vierziger Jahren den Siliciumchip erfanden. Den vierten Schritt tat IBM, als sie sich den Speicherchip für Computer patentieren ließ. Und der fünfte Schritt war dann in den siebziger Jahren die vorwettbewerbliche Forschungsk Kooperation der japanischen Elektronikfirmen, die das Chip-Monopol von IBM brach und durch die weltweite Vermarktung der Mikroelektronik den Grundstein für eine neue industrielle Revolution legte. Heute umgibt uns das alles in den unterschiedlichsten Formen, Robotern, Fotoapparaten, Autos, Küchengeräten und schließlich Telefonkarten.

Um solche gesellschaftlichen Umbrüche, wie es die Mikroelektronik tat, anzustoßen und zu unterstützen, brauchen wir nicht nur gute Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in den Unternehmen, sondern auch ein exzellentes Hochschulwesen. Ich frage mich, ob in Deutschland der derzeitige Zustand des Universitätswesens, das wir aufs höchste loben, diesen Anforderungen genügt. Ich

könnte mir zum Beispiel vorstellen, daß die Studienzeiten deutlich kürzer sein könnten.

Jedenfalls geht es nicht an, daß deutsche Hochschulabsolventen im Durchschnitt rund fünf Jahre älter sind als ihre europäischen Konkurrenten. Deutsche Absolventen sind zwar hoch qualifiziert, aber sie hinken gleichaltrigen Ausländern in der Berufserfahrung deutlich hinterher. Warum sollte man nicht die unbestritten exzellenten deutschen Maßstäbe der Wissenschaft kombinieren mit den viel flexibleren angelsächsischen Modellen des Studienablaufs? Was hindert uns eigentlich daran? Das müßte ja nicht bedeuten, daß weniger qualifizierte Menschen die

Universität verlassen. Vielmehr böte es denjenigen, die die Hochschule als Berufsqualifizierung sehen, eine Chance, in jungen Jahren in die Praxis zu gehen. Andere, die eher unter den wissenschaftlichen Nachwuchs gezählt werden wollen, könnten sich im Anschluß daran der speziellen Forschung widmen.

Hierher gehört auch das Thema Promotion und Habilitation. Auch hier sollten eingefahrene Wege überdacht werden. Ich habe es nie begriffen, warum in manchen Fächern in einem Jahr und in anderen Fächern erst in sechs Jahren promoviert werden kann. In naturwissenschaftlichen Fächern gleicht die

Promotion oft bereits einer Habilitationsleistung. Auch bei den Habilitationsanforderungen selbst existieren zwischen den Fakultäten erhebliche Unterschiede. Hier wäre es wichtig, daß sich die Fakultäten in ihren Anforderungen angleichen. Auch das gehört zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Ich hoffe darauf, daß wir weiterhin in Deutschland die geeigneten Voraussetzungen für Forscherpersönlichkeiten schaffen. Denn ohne solche Köpfe wird sich unsere Gesellschaft in ihrer Kultur und in ihrer zivilisatorischen Leistung nicht weiterentwickeln.

Universitäten am Übergang ins 21. Jahrhundert

Wolfgang Frühwald, Festvortrag

Wilhelm Conrad Röntgen und das Wissen des 19. Jahrhunderts

Die Literarhistoriker waren am Ende des 19. Jahrhunderts nicht sonderlich beliebt. Charakteristisch dafür ist die Besprechung von Albert Soergels Buch über "Dichtung und Dichter der Zeit", mit dem Eintrag "Meiner Braut gewidmet", der den Satiriker Karl Kraus zu folgender Kritik veranlaßte: "... 'Meiner Braut gewidmet.' Solche Intimitäten werde ich dem Herrn bald abgewöhnt



Prof. Dr. Wolfgang Frühwald

haben. Daß die Fortpflanzung der Literarhistoriker nicht erwünscht ist und tunlichst erschwert werden soll, habe ich bereits zu verstehen gegeben. Heiratet dennoch einer, so erspare er dem Publikum die Anzeige! Wäre ich ein Weib und fiel auf mich die Wahl, den Sörgel glücklich zu machen, weiß Gott, ich überlegte mir's nach diesem Buch und täte es nicht."

Die Universität Würzburg und einer ihrer berühmtesten Professoren, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), haben um die gleiche Zeit ein solches Urteil mit dem Satiriker durchaus geteilt. Im Dreikaiserjahr 1888, als Röntgen nach Würzburg berufen wurde, wohnten die Würzburger Professoren - mit Ausnahme der Historiker und der Philologen - im Pleicherviertel, so daß die "etwas verachteten" Geisteswissenschaftler nur am Rande in die standesbewußten gesellschaftlichen Aktivitäten dieser Professoren und ihrer Familien einbezogen waren.

Die Urteile Röntgens über Literatur und Literaturwissenschaft fügten sich diesem gesellschaftlichen Ambiente ein. Stendhals "Kartause von Parma" schien ihm - wie er am 14. Juli 1922 an Margret Boveri schrieb - "eine Mischung von Beschreibung in der Art von Indianergeschichten und von unmoralischem zynischem Hofklatz ohne Interesse"; und das damals bekannte Buch von Wolf über "Shakespeares Leben und Wirken" hat er lediglich durchgeblättert, "ohne viel Wissenswertes zu finden. Es ist eben so ein Produkt, wie es die Literarhistoriker

schreiben: schwulstig und voller Hypothesen und Behauptungen".

Ganz unabhängig von der Pikanterie, daß heute ausgerechnet ein Literarhistoriker im Zusammenhang eines mehrfachen Röntgen-Jubiläums (des 150. Geburtstages und der 100. Wiederkehr des Tages der Entdeckung der Röntgen-Strahlen) an der Universität Würzburg sprechen darf, geben die zitierten Anekdoten Hinweise auf die Struktur des Wissens und der Wissenschaft im 19. Jahrhundert, welches die Institution Universität heute (und dies nicht nur in Deutschland) in ihrem Selbstverständnis und ihrem äußeren Erscheinungsbild nicht immer bestimmt. Sie verändert sich derzeit rasant und in schweren, wehenartigen Schmerzen von Grund auf.

Die Entwicklung der modernen Wissenschaft und der Technik des 19. Jahrhunderts war, der Explosion des Erfahrungswissens im 18. Jahrhundert folgend, bürgerlich, naturwissenschaftlich-experimentell, theoretisch-exakt und individualistisch geprägt. Die nicht als Liebhaberei, sondern als Beruf betriebene Wissenschaft galt dabei durch das ganze 19. Jahrhundert hindurch als eine des alten Adels unwürdige Beschäftigung.

Als dem Freiherrn Josef von Hormayr 1826 ein Lehrstuhl an der Universität München angeboten wurde, hat er ihn auch deshalb abgelehnt, weil er "seinen Töchtern die opinion ihrer Abkunft nicht ... verderben" wollte. Der bürgerliche Beruf des Vaters also hätte die standesgemäße Verhehlung der

Töchter verhindert. Damit ist die Wissenschaft und insbesondere die Entwicklung der experimentellen Disziplinen im 19. Jahrhundert eine Domäne des Bürgertums, in seiner frühen bildungsbürgerlichen und nicht der besitzbürgerlichen Variante, das mit Tugenden wie Neugier, Fleiß, Wissensdurst, Unternehmungsgeist, Mobilität und Freiheitsdrang eine neue Welt errichtet hat. Das Bürgertum schuf das naturwissenschaftlich-technische Zeitalter in Europa und als notwendige Voraussetzung dafür den Verfassungsstaat; Rechtsstaat und moderne, naturwissenschaftlich begründete Technik sind zwei Seiten einer Medaille.

Die wirtschaftliche Durchsetzung der genannten Tugenden ging der politischen weit voraus; noch 1905 waren am Hofe des Prinzregenten in München als die einzigen Bürgerlichen die Rektoren der beiden Münchner Universitäten zugelassen; die Sehnsucht Thomas Manns, durch den persönlichen Adel courfähig zu werden, kennzeichnet seine berühmteste Erzählung aus der Prinzregentenzeit, den "Tod in Venedig". Der Eingangssatz dieser Erzählung ist 1911 auch ein Hinweis an den an der Schwelle des Thrones stehenden neuen König Ludwig III., mit dem Verfasser der Erzählung vielleicht doch so zu verfahren, wie in ihr der Fürst mit dem gefeierten Autor der Schullektüre: "Gustav Aschenbach oder von Aschenbach, wie seit seinem fünfzigsten Geburtstag amtlich sein Name lautete..."

Wilhelm Conrad Röntgen hat - im Gegensatz zu vielen seiner Kollegen, aber ganz konsequent - 1896 den ihm zusammen mit dem Königlich Bayerischen Kronenorden verliehenen persönlichen Adel abgelehnt, und die bürgerliche Welt Europas hat sich am Ende dieses ihres Jahrhunderts einen eigenen Adel geschaffen: mit der Stiftung der Nobelpreise, den Adel der Wissenschaft. Wilhelm Röntgen, der sehr bewußt alle gesellschaftlichen und beruflichen Nachteile in Kauf nahm, die ihm die Ablehnung des persönlichen Adels alsbald brachten, war 1901 der erste Nobelpreisträger für Physik.

Ohne Zweifel hat Wilhelm Conrad Röntgen seine bahnbrechende Entdeckung der X-Strahlen dem von ihm unermüdlich und mit Enthusiasmus gepflegten Experiment zu verdanken, trotzdem war er seiner Zeit darin weit voraus, daß er die Mathematik als Grundlage auch und gerade der Experimentalphysik gesehen hat: Drei Dinge, meinte er, brauche der Physiker zur Vorbereitung seiner Arbeit: "Mathematik, Mathematik und nochmals Mathematik." Er war der festen Überzeugung, daß nur ein theoretisch exakt überlegtes Experiment auch gute Resultate

bringen werde, und war damit doch auch ein Kind seiner Epoche, in der das Definitionsmonopol von den philosophischen auf die naturwissenschaftlichen Disziplinen übergegangen ist.

Vom Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter hat Rudolf Virchow - zwei Jahre vor der Entdeckung der Röntgenstrahlen - in einer berühmten Rektoratsrede gesprochen und dabei den Forscher, also den experimentell tätigen Wissenschaftler, vom Theoretiker und Methodiker unterschieden. Jetzt, meinte Virchow am 3. August 1893 in Berlin, "verlangt man von dem Gelehrten, daß er auch ein Forscher sei, und die Ansprüche in bezug auf die Lehre haben sich so sehr gesteigert, daß schon der akademische Unterricht sich die Aufgabe stellt, die lernende Jugend nicht bloß in die Methoden, sondern auch in die Praxis der Untersuchung einzuführen. Es bedarf keiner besonderen Beweisführung mehr, daß diese Art der Wissenschaft ein nützliche sei".

Trotzdem galten "Einsamkeit und Freiheit", die Humboldt'schen Kategorien der Wissenseinstellung, auch für den experimentellen Forscher des 19. Jahrhunderts. Anders nämlich ist es nicht zu verstehen, daß Röntgen nachdrücklich darauf bestanden hat, er habe alleine, am Freitag, dem 8. November 1895, in seinem Laboratorium "das merkwürdige Aufleuchten der Bariumplatinzyanürkristalle" beobachtet und niemand sei anwesend gewesen, der ihn auf das Phänomen hätte aufmerksam machen können. Zum Adel der Wissenschaft und des Wissens gehörten im bürgerlichen Jahrhundert die einsame Forscherleistung, die der widerstrebenden menschlichen Natur abgerungene Leistung, und - das Autonomiebewußtsein des Individuums, welches die gleiche Leistung, die sein Leistungsethos von ihm forderte, mit Härte auch von den anderen verlangte.

"Pöppeln Sie niemand hoch, es hat keinen Zweck" lautete Röntgens Anweisung an seinen Assistenten, wenn es um die Betreuung der Doktoranden ging. Mit 67 Jahren (1912) kämpfte er darum, nicht erst mit 70 Jahren (wie damals üblich) emeritiert zu werden. Er wollte sich noch einige Jahre ganz, ohne Lehrverpflichtungen auf die Forschung konzentrieren können. Das erkämpfte Zugeständnis hat er dann nicht verwirklicht, weil er 1914 mit den jungen Menschen, die in den Krieg ziehen mußten, solidarisch sein wollte.

Am 15. Januar 1896 schrieb der amerikanische Philosoph Muensterberg in einem Bericht an die Zeitschrift "Science": "Man weiß in der ganzen Welt, daß die physikali-

schen Laboratorien in Deutschland keine offenen Fenster nah dem Patentamt haben" - eine Haltung, die in den USA schon damals nur Kopfschütteln hervorgerufen hat. Röntgen verweigerte sich bekanntlich allen Patentierungsangeboten und meinte zu Max Levy, dem Abgesandten der AEG, er sei der "Auffassung..., daß seine Erfindungen und Entdeckungen der Allgemeinheit gehören und nicht durch Patente, Lizenzverträge u.dgl. einzelnen Unternehmungen vorbehalten bleiben dürfen. Er war sich darüber klar, daß er mit dieser Stellungnahme darauf verzichte, geldliche Vorteile aus seiner Erfindung zu ziehen" (Max Levy am 6. September 1929).

Röntgen starb mit 78 Jahren, als die Inflation in Deutschland ihrem Höhepunkt zustrebte. Die Universität Würzburg konnte wegen der Geldentwertung das Erbe der ihr vermachten 50.000 Kronen des Nobelpreises nicht antreten; der Stadt Weilheim in Oberbayern vererbte Röntgen im Februar 1923 339 Billionen 927 Milliarden Papiermark. Im November dieses Jahres gelang die Stabilisierung der deutschen Währung auf der Basis 1 Rentenmark = 100 Milliarden Papiermark.

Die Struktur des neuen Wissens

Es bedarf kaum eines Hinweises darauf, in welcher Weise sich die explosionsartige Entstehung neues Wissens heute von der uns allen vertrauten, hier am Beispiel Röntgens verdeutlichten Wissensgenerierung des 19. Jahrhunderts unterscheidet. Die Wissenssoziologie hat soeben begonnen, die neue Produktion des Wissens, die Dynamik von Wissenschaft und Forschung in zeitgenössischen Gesellschaften zu beschreiben. Drei Kriterien bestimmen vor allen anderen die Differenzqualität: (1) Die nicht mehr überschaubare Quantität des Wissens, (2) die noch immer zunehmende Geschwindigkeit der Ausbreitung dieses Wissens, (3) seine Entstehung auf Grenzfeldern zwischen den tradierten Disziplinen.

Nach Joachim Treusch beträgt die Verdopplungszeit der heute in den USA tätigen Naturwissenschaftler rund 13 Jahre. Weltweit hochgerechnet bedeutet dies, daß neun von zehn Naturwissenschaftlern, die je auf der Erde geforscht haben, dies heute tun. "Man kann diese verblüffende Tatsache auch anders formulieren: In den nächsten fünfzehn Jahren wird genausoviel geforscht und mehr publiziert als in den fast zweieinhalbtausend Jahren seit Demokrit und Aristoteles." Die Verdopplungszeiten bei Publikationen der

Chemie betragen etwa 10 Jahre, noch immer wachsen unsere Bibliotheken vom Typus Universitätsbibliothek um 1,5 Regalkilometer pro Jahr, in den nächsten zehn Jahren wird mehr gedruckt werden als in den Jahrhunderten zwischen der Erfindung des Buchdrucks und unserer Gegenwart, die Publikation von Forschungsergebnissen bewirkt vielfach das Gegenteil dessen, was der Begriff der Publikation meint: die Ergebnisse werden im Schutt der nicht mehr zu rezipierenden Informationen versteckt.

Die Erzeugung neuen Wissens also ist zu einer Industrie geworden, an der die Universitäten teilhaben, die sie aber längst nicht mehr dominieren. Von den fast 100 Milliarden Mark an jährlichen Wissenschaftsausgaben in der Bundesrepublik Deutschland entfällt nur ein Drittel auf die Hochschulen. Noch immer haben zwar die Universitäten das Monopol der Nachwuchsbildung, doch sind ihre Forschungsteams längst in vielfältige nationale und internationale Verbände mit außeruniversitärer Forschung und mit Industrieforschung verflochten. Die Wissenschaftsindustrie, die nicht mehr länger von großen Individuen in Einsamkeit und Freiheit gesteuert wird, ist so prozeßhaft geworden wie der Wirtschaftsprozess, die Entscheidungsketten sind in diesem Prozeß so verlängert worden, daß es kaum noch möglich ist, individuelle oder korporative Verantwortungsträger für einzelne - auch ungewollte - Ergebnisse zu identifizieren.

Vor diesem Befund ist die moderne Literatur zutiefst erschrocken. Friedrich Dürrenmatt hat schon 1969 die bemannte Raumfahrt nicht als den Beginn eines neuen Zeitalters, sondern als den Versuch des Menschen bezeichnet, "sich aus dem unbewältigten 20. Jahrhundert in den Himmel wegzustehlen", da es leichter sei, "auf den Mond zu fliegen, als mit anderen Rassen friedlich zusammenzuleben"; und Wolfgang Hildesheimer hat 1983 dem Wort, der Sprache der Schrift - in der sich ästhetische und intellektuelle Kulturen manifestieren - entsagt, um sich völlig dem weniger verantwortungsvollen ästhetischen Spiel kunstvoller Farbkollagen hinzugeben. "Veränderung auf Veränderung", schrieb er in den "Mitteilungen an Max". "Es ist eben nicht, wie die Wissenschaftler uns, mit beträchtlichem Erfolg, weiszumachen suchen, fünf Minuten vor zwölf, es besteht daher keinerlei Anlaß zur Panik, da es ... bereits dreiviertel drei ist, und jede Panik wäre eine müßige und unangemessene Anstrengung. ... Zwar eilt die Wissenschaft uns weit voraus, aber die Wissenschaftler rennen weit hinter ihr her und versuchen, sie wieder einzufangen, vergeblich

natürlich. Ich sehe sie da rennen, über Stock und Stein, laut rufend und gesticulierend, mit Schmetterlingsnetzen und Botanisiertrommeln, als seien sie von gestern, was sie natürlich nicht sind, sie sind von vorgestern."

Der "massification of research and education", wie Michael Gibbons und seine Mitautoren den Basisprozeß der Wissenschaft nach 1945 nennen, entsprechen neu entstandene Wissensmärkte und Marktnischen für - übrigens hochspezialisiertes - Wissen, entsprechen eine Vielzahl neuer Mittlerberufe und Wissensagenturen zur Förderung und Verbreitung industriell gefertigten Wissens, entspricht die Speicherungsmöglichkeit des massenhaft erzeugten Wissens in (demnächst digitalisierten) Bibliotheken und Datenbanken, entspricht auch die rasche, weltweite, allerdings dem Kommerz und der Eigentumsbildung völlig ausgelieferte Kommunikation dieses Wissens. 30 Millionen Menschen nehmen inzwischen bereits am Internet teil, keine Industrie der Welt hat größere Wachstumsraten als diese Wissens- und Informationsindustrie. Ich halte es allerdings für problematisch, die Universitäten aufzufordern, an dem rigiden internationalen Wettbewerb um die "Proprietarisierung" des Wissens teilzunehmen, da der Prozeß von "open science", auf den die Entstehung neuen Wissens angewiesen ist, zerstört werden wird, wenn nicht aus Wissen wieder Wissen entstehen kann und dieses Wissen im offenen (veröffentlichten - publizierten) Wettbewerb geprüft wird.

Die Patentierung der relativ rasch in Pharmaka umzuwandelnden Gensequenzen ist in vollem Gange, die Wissenschaft wird durch Geheimhaltung und Patentprüfung sonst frei verfügbaren Materials an der Entwicklung gehindert; große Populationen sind vom Eigentumsdenken der Konzerne in ihrer Existenz bedroht; so bedroht die Vermarktung des jahrhundertlang tradierten Wissens indischer Bauern um die als Insektizid verwendete Kraft der Samen des Neem-Baumes - die haltbarer gemacht und in dieser Verbesserung patentiert wurden - die Existenz von mehreren hundert Millionen Menschen, und schon werden Patente auf Entdeckungen und Erfindungen genommen und gegeben, die (wie zum Beispiel Algorithmen, also regelhafte Rechenvorgänge) bisher fraglos der offenen Wissenschaft verfügbar waren.

Der Konsens über die Grenze zwischen Erfindung und Entdeckung ist zerbrochen, die Unsicherheiten über die Patentierungsmöglichkeiten werden dadurch vergrößert, daß die Patente (unterschiedlicher Kulturkreise) nur gezählt, nicht gelesen werden. So ist der Vorwurf an die Universitäten, daß nur

ein geringer Prozentsatz der Patente von ihren Mitgliedern erworben werden, nicht gerechtfertigt, da wenigstens 35 Prozent aller Patente aus der Zusammenarbeit zwischen der Universitätsforschung und der Industrieforschung entstehen und die erste Aufgabe der Universitäten die Ausbildung des wissenschaftlichen und wissenschaftlich geschulten Nachwuchses ist. Diese Aufgabe kann nicht im Kreislauf des Eigentumswissens erfolgen, sondern nur im von diesem Kreislauf gravierend unterschiedenen Prozeß der offenen, auf Publikation und internationale Anregung angewiesenen Wissenschaft.

In den USA freilich zahlt es sich heute aus, daß die National Institutes of Health, die größte Forschungsförderungs-Organisation der Welt, seit etwa 20 Jahren die biomedizinische Grundlagenforschung so entwickeln konnte, daß die industrielle Nutzung heute darauf aufbauen kann. Die Konzentration auch deutscher Firmen auf diesem wissens- und wissenschaftsstarken amerikanischen Markt bedroht den Wissens- und den Wirtschaftsstandort Europa.

Wir können täglich deutlicher erkennen, daß die tradierten Disziplinen nicht mehr länger die organisierenden Einheiten des Wissens- und Wissenschaftsprozesses sind. Vernetzung, Globalisierung, Kommunizierbarkeit und Kommerzialisierung haben vielmehr ein, den Schaltplänen unseres Gehirns ähnliches, komplexes Wissensnetz geschaffen, das den Regeln komplexer Systeme gehorcht. Zu diesen Regeln gehört - nach den Erkenntnissen der modernen Hirnforschung -, "daß die Funktionen komplexer Systeme nicht aus den Funktionen ihrer Bestandteile abgeleitet werden können", also die Funktionen des weltweiten Wissensnetzes nicht aus den Funktionen einzelner nationaler oder disziplinärer Wissensnetze.

Transdisziplinarität, das heißt Grenzüberschreitung, ist das organisierende und daher in entsprechenden Arbeitsstrukturen abzubildende Prinzip der modernen Wissensentstehung. Transdisziplinarität meint nicht Multidisziplinarität, also die Nebeneinanderordnung mehrerer Disziplinen zu einem auf ein gemeinsames Ziel gerichteten Forschungsprozeß, sondern die Grenzüberschreitung aus den Disziplinen in andere und häufig unbekannte, sich auf den Grenzflächen zwischen den Disziplinen durch Grenzüberschreitung überhaupt erst konturierende Forschungs- und Erkenntnisfelder. Wer aber meint, daß mit dieser Skizze nur die natur- und lebenswissenschaftliche Wissenskultur beschrieben ist, kennt die Mechanismen moderner geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung

nur unzureichend. Auch für diese Wissenschaften gelten längst die Massenhaftigkeit von Forschung und Ausbildung als Kriterien, die Geschwindigkeit der Wissensausbreitung und die Organisierung des Wissens in trans- und interdisziplinären Arbeitsgruppen. Grenzüberschreitung ist auch inhaltlich das Kennzeichen der modernen, zu ihrem Überleben auf Wissen und Wissenschaft angewiesenen Welt. Wir haben die Grenzen in den Weltraum und in das Innere der Materie ebenso überschritten wie die Grenzen in das Innere des Lebens.

Das neue Wissen und die Universität

Angesichts der Herausforderung durch die veränderten Entstehungsbedingungen und die gewandelte Organisation des Wissens ist Flexibilität eine der Grundbedingungen für eine Wissen generierende und Wissen vermittelnde Institution wie die Universität. Noch immer sind schließlich die Universitäten die größten Institutionen der Grundlagenforschung und gehören damit zu den größten Wissensproduzenten der Welt. Eines der Hauptdefizite unserer Hochschulen, wodurch die rasche und adäquate Anpassung an die Bedingungen der neuen Wissensproduktion verhindert wird, ist ihre Unbeweglichkeit, die zum Teil hausgemacht ist, zum Teil aber durch staatliche Reglementierung vorgegeben wurde. Ich halte die Auseinandersetzungen um Regelstudienzeiten, um überlange Promotionsfristen und um eine Habilitationsförderung in den sogenannten "Insbesondere-Fächern", also in Fächern, in denen eine Habilitation häufig nur ein Formalakt oder, wie in den Ingenieurwissenschaften, nur die Ausnahme von der Regel ist, für statistische Scheingefechte, die ablenken von der Basisaufgabe, die Universitäten durch die lange versprochene Entflechtung der Studentenströme, das heißt durch eine attraktive Berufsbildung und ein flexibles und aufnahmefähiges Fachhochschulsystem, wieder beweglich zu machen. Ich beschreibe - in starker Verkürzung - die Situation einer unbeweglichen Institution, wie sie sich mir derzeit darstellt:

(1) Der bekannte Öffnungsbeschluß der Kultusministerkonferenz von 1977 verwandelte (mit dem Versprechen einer bloßen Übergangsphase) die westdeutschen Hochschulen in Massenanstalten. Die Studentenzahlen stiegen seither von 675.000 auf 1,9 Millionen. Die Zahl der Planstellen blieb mit rund 54.000 fast konstant und "preisbereinigt stagnierte auch die staatliche Finanzierung der Hochschulen" (U. Schimank). Dar-

aus errechnet sich das berüchtigte, jede weitere Diskussion stets im Keim erstickende Sieben-Milliarden-Loch der deutschen Hochschulen; 30.000 Planstellen müßten neu geschaffen werden, wenn der Zustand von 1975 wieder hergestellt werden sollte.

Der Zustand in den neuen Bundesländern ist völlig anders. Die Studienneigung der Absolventen höherer Schulen ist drastisch abgesunken, die Studienanfängerzahlen sind beängstigend zurückgegangen, vielerorts ist die Erneuerung des Lehrkörpers durch die Gerichte verändert worden, welche entlassenen Professoren wieder Zugang zu ihren Instituten verschaffen. Damit aber werden große Lehrgebiete so partialisiert, daß die Studenten in vielen Fächern kaum noch über Zusammenhänge unterrichtet werden.

(2) Wegen der mangelnden Grundfinanzierung der Hochschulen ist die Drittmittelwerbung gestiegen. Real stiegen die von den Hochschulen eingeworbenen Drittmittel zwischen 1975 und 1990 um zwei Drittel. Damit nahm der Anteil der Drittmittel an den gesamten Hochschulausgaben von 12 Prozent auf 18 Prozent zu. Diese Steigerungsrate korrespondiert mit einem Professorentypus, der "romantisch" deshalb genannt werden kann, weil für ihn das Projekt im Stadium des Planens bereits vollendet ist. Die moderne Universität nämlich hat unter dem Diktat der Einwerbung von Drittmitteln, mit denen alleine die große Zahl junger Menschen in den Fächern gehalten und forschungsnah ausgebildet werden kann, die eine wissensbasierte Gesellschaft braucht, den Typus des Managers, des Planers, des Projektentwerfers ausgebildet, der ständig neue Anträge stellen muß, ständig neue Ideen und Projekte planen muß, ohne jemals eines dieser Projekte selbst gründlich mit bearbeiten zu können.

Trotz steigender Überlast in der Lehre haben die Professoren in den alten Bundesländern den Forschungs- (beziehungsweise den Entwurf-) Anteil an ihrem Zeitbudget nochmals gesteigert. 1976/77 lag dieser Anteil bei 23 Prozent, 1991 bereits bei 28 Prozent. Auf dieser Steigerungsrate von etwa 5 Prozent beruht der verbreitete (falsche) Eindruck der Verdrängung der Lehre durch die Forschung. Die Ausbildung im Grundstudium allerdings ging dadurch in erheblichem Maße auf wissenschaftliche Mitarbeiter über, Forschung wird in ebenfalls erheblichem Maße in Form von Doktorandenprojekten betrieben.

(3) So stehen sich in der heutigen Hochschulpolitik zwei recht starre Fronten gegenüber, die der Öffentlichkeit den Eindruck der Stagnation vermitteln, obwohl hinter diesen

Fronten viel Leben, Dynamik und Bewegung herrschen. Die eine Seite (die Universität) verweist mit Recht darauf, daß die staatlichen Ausgaben für Bildung und Wissenschaft seit 1975 jährlich um 4,4 Prozent stiegen, für die Hochschulen gar nur um 4,1 Prozent, während die übrigen Staatsausgaben um 5,3 Prozent jährlich gestiegen sind. Die andere Seite (der Staat) kann ebenfalls mit Recht darauf verweisen, daß die Nettoausgaben für die Hochschulen im Jahrzehnt zwischen 1983 und 1992 um nominal 61 Prozent, real immer noch um 41 Prozent gestiegen sind, während die Studentenzahlen in diesem Zeitraum um 32 Prozent stiegen. Die Staatsseite kann auch darauf verweisen, daß ein unbedachtes "Daraufsatteln" die Hochschulen zusätzlich in die Krise gebracht hat, weil viele Verwaltungen bei jeder Neuberufung von dem Ausstattungsniveau ausgehen, das die scheidenden Stelleninhaber am Ende einer langen Amtszeit erreicht haben, nicht von dem Niveau, das am Anfang dieser Amtszeit stand. Die Hochschulen selbst haben - und auch darauf verweist Uwe Schimank - zwischen 1975 und 1990 nur fünf Prozent ihrer Planstellen umgeschichtet, also pro Jahr von 300 Stellen eine, - die dadurch erzeugte Bewegung hält sich in engen Grenzen.

In dieser Situation stehen die Hochschulen häufig an der Klagemauer, sie sprechen vom freien Fall, in dem sie sich befinden; der Staat dagegen versucht, durch Stelleneinzug und Poolbildung Bewegung zu erzeugen, wobei durch diese Poolbildung immerhin seit 1975 dreimal so viele Planstellen umgeschichtet wurden wie durch Universitätsgremien selbst, nämlich 15 Prozent aller Stellen, das heißt von 100 Stellen eine pro Jahr. Wirkliche Bewegung entsteht aber an den Hochschulen nur durch Schwerpunktsetzung über Drittmittel, so daß die Deutsche Forschungsgemeinschaft, von der rund 40 Prozent der Drittmittel unserer Hochschulen stammen, in die ihr wenig adäquate Rolle des Planungs-, Strukturierungs- und Evaluationsinstrumentes geraten ist. Wir wollen uns dieser Rolle nicht entziehen, aber wir sind auf die engagierte Mithilfe der Haushalts-, Planungs- und Forschungskommissionen der Universitäten angewiesen, welche die notwendige partielle und selektive Evaluation und Situationsverbesserung durch die Gutachtergruppen der DFG einem Gesamtkonzept der Universität einfügen müssen. Dieses ist den Gutachtergruppen für Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs, Innovationskollegs, Forschergruppen etc. meist unbekannt.

Ich habe nur wenige Vorschläge zur Bes-

serung der Situation, die bei ihrer Verwirklichung aber tiefgreifende Wirkungen hätten und als Generallinie einer verantwortungsbewußten Hochschulpolitik gelten könnten:

(1) Die Flexibilisierung der Institution, die sich den in ihr längst gelebten Formen der neuen Wissensentstehung anpassen müßte, sollte eine der Hauptaufgaben von Staat und Universität gemeinsam sein. Dies bedeutet für den Staat die längst geplante Entflechtung der Studentenströme, für die Universität, daß ihre disziplinäre Ausbildung, auf die sie wegen der Studierenden im Grundstudium nicht verzichten kann, ergänzt werden muß durch die Öffnung zur Transdisziplinarität im Hauptstudium und insbesondere in den Graduiertenstudien. Der einzige Wettbewerbsvorteil, den Westeuropa derzeit auf dem internationalen Arbeitsmarkt noch hat, ist - nach einer amerikanischen Studie - der freilich rasch schrumpfende Ausbildungsvorsprung seiner Arbeitskräfte. Wenn dieser Vorsprung verlorengeht, dann beginnt in der Tat der freie Fall.

(2) Die Universitäten und die Landesrektorenkonferenzen müßten bereit sein, über Schwerpunktsetzung in Forschung und Lehre eine Einigung herbeizuführen - oder diese Schwerpunktsetzung überhaupt als Aufgabe zu verstehen. Dies allerdings bedeutet dann - im Zusammenwirken von Haushalts- und kompetenzstarken Forschungskommissionen - auch eine Flexibilisierung der Grundausrüstungsmittel, die nicht mehr auf Lebenszeit vergeben, sondern leistungsbezogen verteilt werden müssen. Aus dem so entstehenden System von Anreiz und Belohnung dürften jene Dozentinnen und Dozenten, welche die Last der Lehre und der Prüfungen tragen, freilich nicht ausgeschlossen werden.

(3) Die Einführung eines Systems von Leistungsindikatoren, wie es die Hochschulrektorenkonferenz seit langem empfiehlt, ist überfällig. Diese profilbildenden und orientierenden Indikatoren müßten an die Stelle jenes als Unterhaltung betriebenen Spieles treten, das viele Magazine und Illustrierten durch die Befragung von Studenten und Professoren in einem fälschlich "ranking" genannten Bemühen spielen. Aus der jetzt recht unterhaltsamen, aber eher desorientierenden Befragung von Studenten und Professoren ging nur hervor, was wir ohnehin schon wußten, daß es große Universitäten gibt, an denen die Studierenden über Betreuungsmängel klagen, und kleine, an denen sie sich betreut fühlen, und daß die Meinung der Professoren - international - eher die Zustände ihrer Studienzzeit als die zur Zeit der Be-

fragung herrschende Wirklichkeit widerspiegelt.

(4) An die Stelle der Dauerklagen, der Resolutionen und Beschwerden sollte der immerwährende geduldige Versuch treten, ausschließlich durch Leistung zu überzeugen, weil dann nämlich die Finanzierung von selbst kommt. Die Behauptung eines "freien Falls" unserer Universitäten ist ja durch die Wirklichkeit dieser kostbaren und noch immer in ihren Hauptaufgaben erfolgreichen Institution nicht gedeckt. Wenn wir freilich, über längere Zeit hin, solche Behauptungen wiederholen, gibt es plötzlich Menschen, die an sie glauben, dann werden auch falsche Eindrücke zu politischen Fakten - und niemand wird sich mehr um eine Institution kümmern, die sich selbst aufgegeben hat.

(5) Und schließlich meine ich, daß wir darüber nachdenken müßten, wie es uns inmitten des entfesselten und gnadenlosen Wettbewerbs, inmitten der Globalisierung unserer Wissensindustrien gelingen könnte, ein Stück der Kultur, der monetären Unabhängigkeit, der moralischen Freiheit und der sozialen Vernunft zu bewahren, welche die Generation der Helmholtz, Röntgen, Hertz, Harnack und Planck ausgezeichnet haben. Auf dem Spiel steht nicht weniger als das Ethos und die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft in der modernen Gesellschaft.

An einer Hauswand in Wiesbaden, nahe dem dortigen Wissenschaftsministerium, las ich unlängst den Spruch: "Hört auf zu denken, fühlt!" Eines weiß ich, bei aller Desorientierung zwischen der Wissensindustrie und der einzelmenschlichen Existenz, sicher: Dies kann die Alternative nicht sein. Wir wollen lieber mit Herz und Verstand in eine

noch ungewisse, aber schon jetzt zu gestaltende Zukunft gehen.

Anmerkung

Der vorliegende Text wurde bei der Feier in Würzburg leicht gekürzt vorgetragen. Zitiert werden unter anderem folgende Texte:

Otto Glasser: Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. Mit einem Beitrag: Persönliches über W.C. Röntgen von Dr. Margret Boveri. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1959. 2. Auflage

Wolfgang Hildesheimer: Mitteilungen an Max über den Stand der Dinge und anderes. Frankfurt am Main 1983

Friedrich Dürrenmatt: Die vier Verführungen des Menschen durch den Himmel, in: Dürrenmatt: Philosophie und Naturwissenschaft. Essays und Reden. Zürich 1986, S. 26-32

Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, Martin Trow: The new production of knowledge. The dynamics of science und research in contemporary societies. London, Thousand Oaks, New Delhi 1994

Wolf Singer: Die Bedeutung von Alternativen für eine Verminderung von Tierversuchen in den Neurowissenschaften, in: Tierversuche in der Forschung. Denkschrift der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Weinheim 1993, S. 77-92

Ulrich Wengenroth: Historische Aspekte des Forschungs- und Innovationsprozesses, in: Von der Hypothese zum Produkt. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Villa Hügel-Gespräch 1994, S. 25-33, 149 f.

Vergabe der Röntgenpreise

Drei Röntgenpreise hat die Universität Würzburg 1995 ausgeschrieben. Gestiftet wurden die je mit 50.000 Mark dotierten Preise von der Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften bei der Universität Würzburg (Universitätsbund) für die Fachgruppe Biologie, der "Dipl.-Ing. Walter Preh-Stiftung" für den Bereich Medizin und der Firmenspende der Industrie- und Handelskammer Würzburg-Schweinfurt für die Fachgruppe Physik und Kristallographie. Die Preisträger wurden im Verlaufe des Jahres im Rahmen von wissenschaftlichen Tagungen der jeweiligen Fakultäten bekanntgegeben. Beim Festakt am 8. November erhielten Sie von Vertretern der Stifterorganisationen die Urkunden überreicht. Im folgenden werden Ihre Statements dokumentiert.

Fachgruppe Biologie

Albrecht Graf von Ingelheim

Der Universitätsbund Würzburg, die Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften bei der Universität Würzburg, ist stolz, am 100. Jahrestag der Entdeckung der Röntgenstrahlen heute drei Preise zu je 50.000 Mark an drei international angesehene Wissenschaftler überreichen zu dürfen. Der Röntgenpreis 1995 für Biologie stammt aus dem Eigenvermögen des Universitätsbundes. Ich freue mich, den Preis der Fachgruppe Biowissenschaften an Herrn Prof. Dr. Axel Thomas Brünger von der Yale-University, Department of Molecular Biophysics und Biochemistry, verleihen zu dürfen. Herr Prof. Brünger wurde 1956 in Leipzig geboren. Nach dem Studium in München und Hamburg und Forschungsaufhalten in Harvard und Martinsried erhielt Herr Prof. Brünger einen Ruf an die Yale-University in New Haven, Connecticut. Ich bin überzeugt, daß wir einen hochqualifizierten Preisträger gefunden haben und freue mich, ihm heute den Röntgenpreis 1995 für Biowissenschaften überreichen zu können.



Der Röntgenpreisträger im Fach Biowissenschaften, Prof. Dr. Axel Thomas Brünger (links), dürfte der von Proteinkristallographen am häufigsten zitierte Autor sein. Der Preis wurde vom Würzburger Universitätsbund gestiftet, vertreten durch den Vorsitzenden, Albrecht Graf von Ingelheim.

Fachgruppe Medizin

Rosemarie Preh

Ich bin dankbar und froh, heute an dieser Stelle das vollziehen zu dürfen, was mein Schwiegervater, Jakob Preh, in weit schwierigerer Zeit begonnen hat. Er hat in dem schlimmen Kriegswinter 1944/45 bei der Deutschen Industrie einen namhaften Betrag für einen Röntgenpreis anlässlich des 50. Jahrestages der Entdeckung der Röntgenstrahlen gesammelt. Jakob Preh ist schon 1923 Mitglied des Gesellschaftsrates des Universitätsbundes geworden und hat von 1939 bis zu seinem Tode 1945 den Vorsitz des Universitätsbundes innegehabt. Zu einer 50jährigen Jubiläumsfeier ist es 1945 nicht mehr gekommen. Am 16. März wurde Würzburg total zerstört. Jakob Preh wurde am 7. April 1945, bei der Übergabe von Bad Neustadt an die Amerikaner, aus dem Hinterhalt erschossen. Am 8. Mai war Kriegsende. Ich habe mich nun entschlossen, diese Stiftung anlässlich des 100. Jubiläums neu ins Leben



Er erhielt den Röntgenpreis der Universität Würzburg im Fach Medizin: Prof. Dr. Rolf W. Günther, Radiologe aus Aachen. Stifterin Rosemarie Preh benannte ihn bei einer Feierstunde in der Residenz.

zu rufen, um damit die Verpflichtung der Familie Preh einzulösen. Das Röntgenpreiskomitee hat mit Herrn Prof. Dr. Rolf Günther einen Preisträger vorgeschlagen, dessen innovative Forschung weltweit Anerkennung

gefunden hat. Herr Prof. Günther hat uns in einem Festvortrag im Juni 1995 die Entwicklung der Radiologie 100 Jahre nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen vorgestellt. Der Vortrag hat das große Auditorium da-

von überzeugt, daß Herr Prof. Günther ein würdiger Preisträger ist. Ich gratuliere Ihnen, Herr Prof. Günther, zu dieser Auszeichnung und freue mich, Ihnen diesen Preis verleihen zu dürfen.

Fachgruppe Physik und Kristallographie

Erwin Kohorst

Dem Preisträger des Röntgenpreises 1995 für Physik und Empfänger des Preisgeldes aus der Firmenspende der Industrie- und Handelskammer Würzburg-Schweinfurt, Herrn Prof. Dr. Schmahl, darf ich von dieser Stelle herzliche Glückwünsche der mainfränkischen Wirtschaft übermitteln. Die IHK-Firmenspende ist entstanden durch Spenden der mainfränkischen Wirtschaft anlässlich der 400-Jahr-Feier der Universität Würzburg im Jahr 1982. Ein Jahrzehnt später anlässlich der 150-Jahr-Feier der IHK hat die Wirtschaft in Mainfranken durch weitere Spenden das Vermögen der IHK-Firmenspende auf über eine Million Mark aufgestockt. Die IHK-Firmenspende wird als Sondervermögen vom Universitätsbund verwaltet. In einem Land, das an natürlichen Rohstoffen arm, dafür an geistigen reich ist, ist die Zusammenarbeit zwischen der Wirtschaft und Wissenschaft für beide Seiten von höchstem Nutzen. Der Stiftung und Pflege der IHK-Firmenspende liegt diese Überzeugung zugrunde. Mit der Spende soll nicht zuletzt die Symbiose zwischen Wirtschaft und Wissenschaft betont werden. Die Wissenschaft ist zwar nicht "die Magd praktischer Bedürfnisse", wie Theodor Heuss einst formulierte, doch der Zusammenhang zwischen leistungsfähiger Wissenschaft und wirtschaftlichem Wohlergehen ist heute jedermann



Mit seiner Arbeitsgruppe auf dem Gebiet der Röntgenmikroskopie weltweit führend ist der Röntgenpreisträger der Fachgruppe Physik und Kristallographie, Prof. Dr. Günter Schmahl aus Göttingen (links). Mit im Bild IHK-Präsident Dr. Erwin Kohorst als Vertreter des Preisstifters.

deutlich. Das Zusammenspiel von Wirtschaft und Wissenschaft bildet einen Humus für Forschung und Entwicklung und ist auch zunehmend ein direkter Ideengeber für neue Produkte. Nicht zu vergessen ist, daß die Wissenschaft der Wirtschaft ständig wissenschaftlich ausgebildete Nachwuchskräfte für

leitende Funktionen in allen Bereichen anbietet. Ich freue mich deshalb ganz besonders, heute den Röntgen-Preis 1995 in der Fachgruppe Physik und Kristallographie an Herrn Prof. Dr. Günter Schmahl überreichen zu können.

Festliche Stimmung am 8. November



Ankunft des Bundespräsidenten: Begrüßung durch die Dekane



Eintrag ins Gästebuch der Universität



Gang durch die Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen"



Gelockerte Stimmung zum Beginn des Festaktes in der Neubaukirche



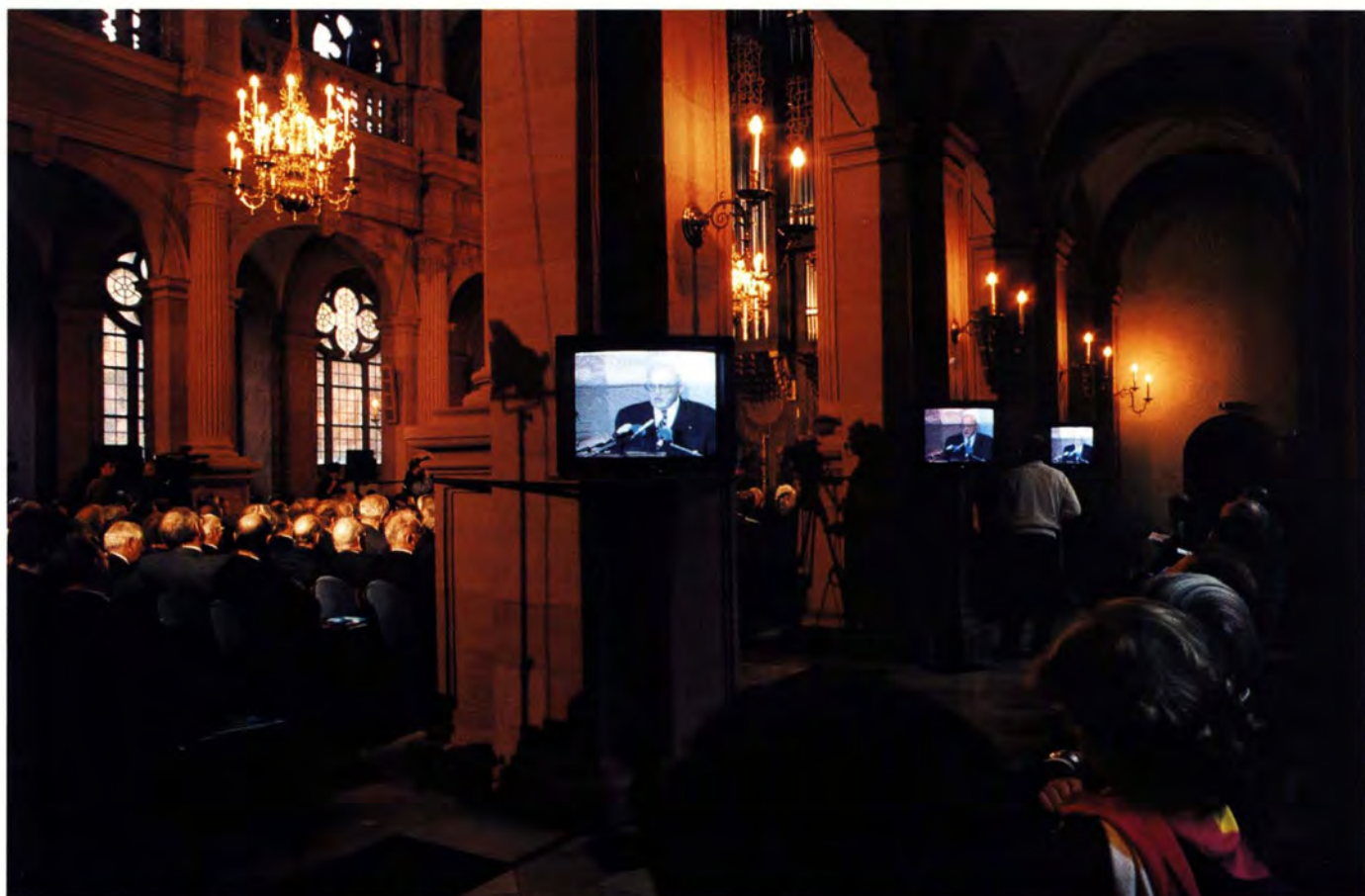
Festliche Aula der Universität: Neubaukirche



Prominente Gäste



Blick in den Kreis der Gäste



Übertragung der Festansprachen in die Seitenschiffe und Galerien über Monitor



Sorgte für den musikalischen Rahmen: Posaunenquartett der Hochschule für Musik, Würzburg



Gruppenbild der Röntgenpreisträger mit Stifter, Bundespräsident und Universitätspräsident



Empfang im Foyer der Neuen Universität am Sanderring



Andrang zur Küche



Minister Hans Zehetmair im Gespräch mit Studenten



Gäste aus dem Ausland



Lockere Gesprächsrunde beim Empfang



Verabschiedung des Bundespräsidenten vor der Neuen Universität am Sanderring

Fast 40 000 sahen die Ausstellung “100 Jahre Röntgenstrahlen”

Jost Lemmerich

Röntgens Entdeckung wurde der Öffentlichkeit 1896 zuerst durch die Tagespresse, dann durch Vorträge und Buchpublikationen bekannt gemacht. In den folgenden hundert Jahren berichteten zusätzlich Fernsehen und Rundfunk über die Ereignisse von damals und den Fortschritt heute. Die Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg entschloß sich, eine Ausstellung als interaktives Medium einzusetzen, damit sich möglichst viele Menschen mit sehr unterschiedlichen Interessen und Kenntnissen informieren konnten.

Dabei bot die Ausstellung nicht nur Wissenswertes über den Lebensweg Röntgens. Sie informierte auch darüber, was die einhundert Jahre der Anwendung von Röntgenstrahlen und die Forschung mit ihnen und auch über sie an Ertrag brachte. Das Projekt wurde in sechs Räumen der Gemäldegalerie des Martin von Wagner-Museums der Universität realisiert. Es galt, möglichst viele aussagekräftige Fotografien und Dokumente sowie Geräte zu beschaffen.

Die Universität Würzburg hatte von Röntgen testamentarisch die wissenschaftlichen Geräte erhalten, die er bei der Entdeckung und der weiteren Untersuchung der Eigenschaften der X-Strahlen, wie er sie immer nannte, benutzte. Zu dem Vermächtnis gehörten auch Röntgens Orden und Ehrenurkunden. Diese Dinge bildeten den wertvollsten Teil der Ausstellung.

Historische und modernste medizinische und physikalische Geräte sowie andere Gegenstände wurden in anerkannter Weise von wissenschaftlichen Instituten, Firmen, Museen und Privatpersonen leihweise überlassen. Nach Recherchen wurde aus mehr als fünfzehn Archiven auch genügend Bildmaterial zusammengetragen. Gemeinsam mit dem Technischen Dienst der Universität wurden nicht erhältliche historische Geräte und Demonstrationsmodelle nachgebaut.

Für die Ausstellung und insbesondere die Präsentation wertvoller Geräte sowie für physikalische Versuche mit Hochspannung

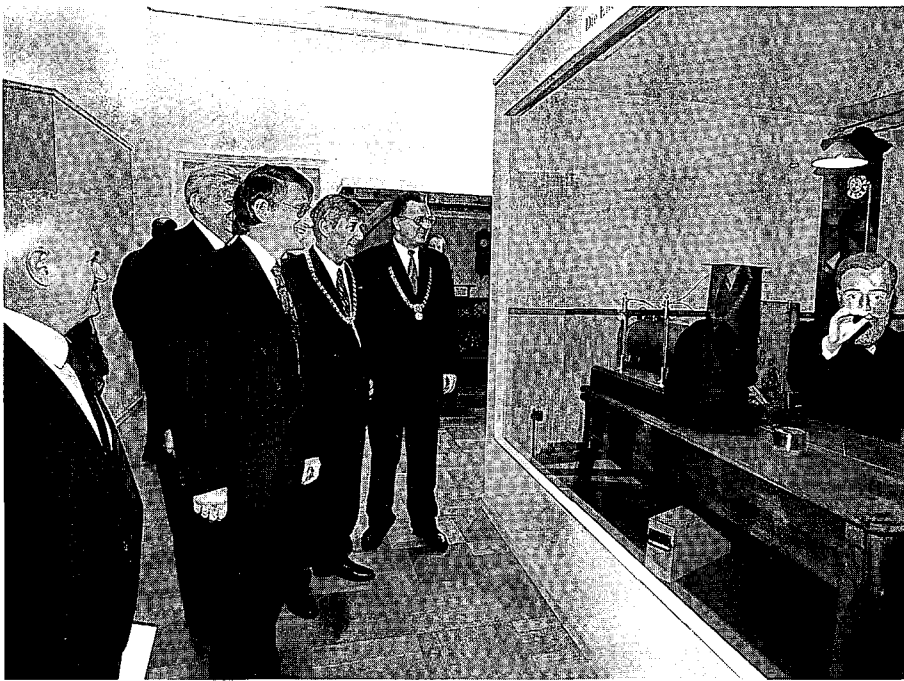
mußten stabile Aufbauten bereitgestellt werden. Sie wurden in der Nähe von Berlin gefertigt, dort probeweise aufgestellt und wieder zerlegt nach Würzburg gebracht. Insgesamt wurden rund 600 Quadratmeter Holz

verarbeitet. Der Technische Dienst übernahm die Montage und umfangreiche elektrische Installationen im Museum.

Eröffnet wurde die Ausstellung am 13. Februar nach dem Festakt zur Eröffnung des



Die Eröffnung der Ausstellung “100 Jahre Röntgenstrahlen”: Der Vorhang fällt (v.l.n.r.) Oberbürgermeister Jürgen Weber, Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem, Prof. Dr. Klaus von Klitzing und Staatssekretär Rudolf Klingler.



Nach der Eröffnung führte der Beauftragte der Universität für die Konzipierung und Realisierung der Ausstellung, Jost Lemmerich (links) Ehrengäste durch die Ausstellung: Blick auf das nachgebaute Versuchslabor von Röntgen.

Röntgenjahres in der Neubaukirche (siehe Foto). Anschließend besuchten die Gäste die Ausstellung, deren Spannweite vom Historischen bis zur Jetztzeit durch zwei Bilder im Eingangsbereich verdeutlicht wurde: ein Porträtfoto Wilhelm Conrad Röntgens aus der Zeit um 1885 und ein Ölbild der Berliner Malerin Marietta Thier. Als Motiv diente ihr die erste medizinische Röntgenaufnahme vom 22. Dezember 1895, die Röntgen von der Hand seiner Frau machte, verbunden mit historischen Apparaten und der heutigen Falschfarbendarstellung auf dem Bildschirm moderner Röntgengeräte.

Der erste Raum war der Biografie Röntgens bis zu seinem 50. Geburtstag gewidmet, also den Jahren vor der Entdeckung, die ihn berühmt machte. Das Geburtshaus in Lennep, die Fotografien der Eltern und des Schülers Wilhelm zeigten die wohlhabende bürgerliche Herkunft und stimmten auf die Zeit ein. Bereits 1848 siedelte die Familie nach Apeldoorn in Holland über, wo Verwandte mütterlicherseits lebten. Dort ging Röntgen zur Schule. Später besuchte er eine weiterführende Technische Schule in Utrecht, die er aber ohne Abschluß verlassen mußte, da er den Streich eines Mitschülers gedeckt hatte. Die Jugendbilder aus dieser Zeit zeigen eine große Ähnlichkeit mit der Mutter und noch nichts von der Entschlossenheit des 45jährigen.

Da Röntgen kein Abitur hatte, mußte er zum Studium nach Zürich ans Eidgenössische Polytechnikum gehen. Er wollte Inge-

nieur werden. Alte Abbildungen von Gebäuden, die Bilder im Kreis seiner Kommilitonen, seiner bedeutendsten akademischen Lehrer und seiner Braut Bertha Ludwig illustrierten diesen Abschnitt. Röntgen bestand das Examen mit sehr guten Noten und wurde anschließend mit einer mathematisch-theoretischen Arbeit über die Änderung des Volumens von Gasen in Abhängigkeit von der Temperatur an der Universität Zürich promoviert. Diese erste Hinwendung zur reinen Naturwissenschaft wurde durch einen Demonstrationsversuch veranschaulicht.

Der nach Zürich berufene Berliner Physiker August Kundt beeinflusste dann für zehn Jahre den Werdegang Röntgens. Unter Kundts Führung wurde er Experimentalphysiker, zuerst als Assistent, dann als Privatdozent. Beide gingen 1869 für kurze Zeit nach Würzburg, wo sie ihr Laboratorium in der Alten Universität hatten. Ein Stadtplan aus jenen Jahren interessierte überwiegend die Würzburger Besucher, ebenso wie ein kolorierter Stich mit der Residenz, der den Platz noch ohne Brunnen zeigt.

Die nächste gemeinsame Station war ab 1872 Straßburg. Nach dem Sieg über Frankreich wurde die ehemalige Deutsche Universität wiedererrichtet. Obwohl die äußeren Gegebenheiten des Laboratoriums, wie ein Foto zeigte, nicht gerade günstig waren, gelang es Kundt und Röntgen, wertvolle Beiträge zur Physik zu leisten. In welcher Umgebung Röntgen und seine Frau nun lebten, konnten die Besucher der Ausstellung aus

einer Ansicht der Stadt von der III aus nachempfinden.

1879 folgte Röntgen einem Ruf auf ein Ordinariat der Universität Gießen. Dies bot ihm zum ersten Mal finanzielle Unabhängigkeit. Auch wissenschaftlich ging er seinen Weg. Als Beispiel wurde sein bedeutendstes Experiment in Gießen ausgewählt, der Nachweis eines sehr geringen Stroms - des Röntgenstroms - in einem bewegten Isolator, der sich in einem elektrischen Feld befindet. Der Schauversuch sollte vor allem nochmals darauf hinweisen, wie vor über hundert Jahren geforscht wurde, als es noch keine elektronischen Meßgeräte gab.

Die Röntgens fanden bald einen frohen Freundeskreis, mit dem sie die Vorliebe für Pontresina als Urlaubsort teilten. Aber die beengten Verhältnisse im Physikalischen Institut ließen den Wissenschaftler trotz der Freunde und der Annehmlichkeiten 1888 den Ruf nach Würzburg annehmen, denn dort war vor wenigen Jahren ein schöner Neubau am Pleicherring, dem jetzigen Röntgenring, geschaffen worden. Auch die gute Sammlung an physikalischen Apparaten lockte. Zudem stand eine große Dienstwohnung im oberen Stockwerk zur Verfügung.

Röntgen schwor den Eid auf die Bayerische Verfassung und gelobte, sich nicht an oppositionellen Umtrieben zu beteiligen. Auch in Würzburg gestaltete sich das Leben angenehm. Seinem Ansehen verdankte er 1894 die Wahl zum Rektor der Universität, was durch eine Figur in historischem Talar und mit der goldenen Amtskette in voller



Abb. 1

Würde anschaulich gemacht war (Abb.1). Den Charakterkopf Röntgens schuf Prof. Goetz. Im gleichen Jahr unterzeichnete Röntgen die Berufung des Zoologen Theodor Boveri, der schon bald sein bester Freund wurde. Auch hier unterstützten Bilder die erläuternden Texte in ihrer Aussage.

1894 nahm Röntgen ein für ihn neues Arbeitsgebiet in Angriff, die Physik der Gasentladungen. Er arbeitete mit volkstümlich als Neonröhren bezeichneten Glasgefäßen, in denen bei niedrigem Druck und hoher Spannung eine sichtbare Entladung stattfindet. Dokumente und Apparaturen aus jener Zeit ließen erkennen, mit wie einfachen Mitteln Röntgen damals forschte. Durch Abweichen von der durch die Ausstellung führenden Linie konnten sich die Besucher an Hand von vier Versuchen etwas eingehender über die Physik der Erscheinungen informieren.

Am Ende des ersten Raums wurde auf die Problematik der medizinischen Diagnostik um 1890 durch das Beispiel der Untersuchung einer Schwangeren und einer Magenspiegelung aufmerksam gemacht.

Der 8. November 1895 gilt als Tag der Entdeckung der "neuen Art von Strahlen". Die Kopien einiger Würzburger Zeitungen spiegelten das Lokalkolorit an diesem Tag wider. Als zentrales Thema stand im zweiten Raum Röntgens Entdeckung. Als Großdiorama mit historischen Geräten und Nachbauten sah man Röntgen, im Laboratorium sitzend, gerade in dem Augenblick, als er zum ersten Mal den Knochenbau seiner Hand auf dem Leuchtschirm erblickte. Da er alle Unterlagen zur Entdeckung vernichtet hatte, konnte kein Dokument als historischer Beleg herangezogen werden.

Der Umgang um diesen zentralen Bau stellte alle Gegenstände aus Röntgens Nachlaß in ihrem physikalischen Zusammenhang aus. So konnte man nachvollziehen, wie er seine neuen Strahlen systematisch untersuchte, ihre Ähnlichkeit, aber auch ihr abweichendes Verhalten von Licht fand. Gerade die Schlichtheit der Gegenstände beeindruckte, alles war einfach und sinnvoll, angefangen von den Prismen und Linsen, um zu sehen, ob sich die Strahlen wie Licht ablenken lassen, bis hin zur Untersuchung des Laufes seines doppelläufigen Jagdgewehrs auf Materialfehler. So hat Röntgen viele spätere Anwendungen schon bei den ersten Untersuchungen vorweggenommen oder angedeutet. Auf einer Art Anzeigensäule waren historische Zeitungsausschnitte angebracht, deren Kernstück die Berichterstattung über Röntgens Vortrag bei Kaiser Wilhelm II. war.

Den einzigen öffentlichen Vortrag über die Strahlen hielt Röntgen am 23. Januar 1896



Abb. 2

im Institut in Würzburg. Dabei bot er seine Unterstützung bei der medizinischen Anwendung der Strahlen an. Aber der führende Mediziner stand dem Nutzen dieser neuen diagnostischen Methode skeptisch gegenüber, und es ist nichts von einer Zusammenarbeit überliefert.

Wie bei dem Ruf nach Würzburg, so auch bei dem Ruf nach München im Jahr 1900: Röntgen folgte ihm, wenn sich bessere Bedingungen für Lehre und Forschung zu bieten schienen. Wiederum verließ er die vertraute Umgebung und den besten Freund. Fotografien aus der Münchener Wohnung zeigten einen fast prunkvollen Lebensstil.

Aber die Verhältnisse an der Universität besserten sich erst nach langen Auseinandersetzungen.

Frau Röntgens Idee, ein Jagdhäusel zu kaufen, erwies sich dagegen als Glücksgriff, denn dort ging es im Freundeskreis ungewollt zu. Freilich zeigt das Foto keineswegs ein Häusel, sondern ein geräumiges, sehr ansehnliches Gebäude, hinter dem unmittelbar Röntgens Jagd anging. Mit Röntgens eigenen Ferienfotos wurden die Aufenthalte in Italien dokumentiert.

Ehrungen sind Röntgen schon bald nach dem Bekanntwerden der Entdeckung in reichem Maße zuteilgeworden, aber die höch-



Abb. 3

ste wissenschaftliche Ehrung, der erste Nobelpreis für Physik 1901, konnte ihm natürlich erst nach der Festlegung der Statuten verliehen werden. Als er davon erfuhr, schrieb er an den schwedischen Kollegen Svante Arrhenius: "Ein Märchen ist wahr geworden!"

In einer Vitrine waren einige der Ehrenurkunden, darunter eine kunstvolle, reich mit Zeichnungen geschmückte Dankadresse der Würzburger Verbindungen, ausgestellt. Eine weitere Vitrine zeigte Orden und Medaillen (Abb. 2), darunter die Nobelmedaille und Urkunde sowie die goldene Helmholtzmedaille, das einzige, noch erhaltene Exemplar dieser hohen Ehrung. Im Ersten Weltkrieg verlieh der Kaiser Röntgen das Eiserner Kreuz für seine Verdienste bei der Diagnose an Verwundeten mit den von ihm entdeckten Strahlen, eine Auszeichnung, die Röntgen hoch schätzte.

Mit Dokumenten und Fotografien, verbunden mit Texten aus den letzten Lebensjahren, endete der biografische Teil. Im zweiten Raum wurden noch Röntgenaufnahmen aus dem Frühjahr 1896 gezeigt, wobei die Qualität der alten Bilder auch Fachleute in Staunen versetzte.

Die älteste erhaltene Röntgeneinrichtung stammt aus den Jahren 1896/97 und gehörte dem Londoner Arzt Dr. Reynolds. Sie ist im Science Museum London zu sehen und konnte aus mehreren Gründen nicht nach Würzburg verliehen werden. Statt dessen war eine viktorianische Arztpraxis mit Patientin, Anstandsdame und Arzt im zeitgenös-

sischen Kostüm sowie Originalmöbeln und dem Nachbau der Röntgeneinrichtung aufgebaut (Abb. 3). Das lenkte die Aufmerksamkeit auf einen Nebeneffekt der Röntgenuntersuchung in einer Zeit großer Prüderie, denn zur Röntgenaufnahme oder Durchleuchtung brauchte sich die Patientin oder der Patient nicht vollständig zu entkleiden. Die damalige Strahlenbelastung betrug allerdings etwa das zehn- bis zwanzigtausendfache des heutigen Werts.

Der Schwerpunkt des allgemeinen Interesses an den Röntgenstrahlen liegt naturgemäß auf dem Bereich der Medizin und deshalb wurden die beiden folgenden Räume für diese Thema genutzt.

Noch lange nach der Jahrhundertwende war die Praxis eines niedergelassenen Arztes ein Teil seiner Wohnung und mit entsprechenden Möbeln ausgestattet. Aus diesem Grund wurden die früheren Röntgenröhren und Geräte, wie Kassetten aus Holz und ein Gerät zum Drücken des Magens, in den Rahmen dieser Atmosphäre gestellt. Zwei Gemälde mit Ansichten von Würzburg hatte Dr. Walter Brod für die Ausstellung zur Verfügung gestellt. Ein offener Bücherschrank zeigte eine Übersicht über die historische Röntgenliteratur.

Auf zwei heute noch angewendete Entwicklungen aus den Jahren um 1915 wurde ausführlicher eingegangen: die von dem Berliner Mediziner Bucky erfundene Streustrahlblende und die Röntgenröhre des Amerikaners Coolidge, welche die Einstellung der Strahlenhärte unabhängig von der Strahl-

intensität gestattet. Dazu gab es einen vielbenutzten Demonstrationsversuch.

Ein frühes Beispiel zahnärztlicher Röntgeneinrichtung hatte das Stadtgeschichtliche Museum in Wismar leihweise zur Verfügung gestellt. Um Film zu sparen, konnte der damalige Zahnarzt den Zahn auch mittels eines mit Leuchtstoff belegten Spiegels untersuchen - freilich mit einer hohen Strahlenbelastung. Vielen Besuchern war der Schuhdurchleuchter, der ebenfalls aus Wismar kam, noch aus eigener Erfahrung bekannt. Diese Geräte wurden aus strahlenschutztechnischen Gründen später verboten. Ähnliche Erinnerungen rief das Koch & Sterzel-Gerät (Abb. 4) zur Reihenpflichtuntersuchung auf Tuberkulose wach, wenn man die Worte "Tief einatmen, Luft anhalten, weiteratmen" hörte.

Gespensisch wirkte das Großbild eines Mannes in Strahlenschutzkleidung. Es führte zum nachdenklichen Betrachten eines Großfotos vom Gedenkstein für die Opfer der Röntgenstrahlen, der auf dem Gelände des St. Georg Krankenhauses in Hamburg steht. Vor einer Gefahr kann man sich nur sinnvoll schützen, wenn man um ihre Gefährlichkeit weiß, und im Fall der Röntgenstrahlen bedeutet das eine genaue Messung der Dosis. Die vier ausgestellten historischen Dosimeter aus unterschiedlichen Entwicklungsepochen der Meßtechnik und Elektronik waren Beispiele für das stetige Bemühen, den Schutz vor der Strahlung zu verbessern. Äußerlich zeigte das Personendosimeter von Siemens-Plessy seinen hohen Entwicklungsstand, von der ganz schwachen natürlichen Strahlendosis bis hin zu lebensgefährlicher Dosis messen zu können und den Träger bei Grenzwertüberschreitungen akustisch zu warnen sowie weitere Merkmale zu speichern.

Röntgens Entdeckung hat sehr schnell viele neue Arbeitsplätze zur Herstellung der Geräte, aber auch einen neuen Frauenberuf geschaffen: die medizinisch-technische Assistentin auf radiologischem Gebiet. Daran erinnerten ein altes Foto und der dazugehörige Text.

Für die Röntgenuntersuchung des Verdauungstraktes mußte der Patient ein Kontrastmittel schlucken. Früher lag dieses wie ein Stein im Magen, aber die Forschung hat viele Nebenwirkungen nach und nach völlig beseitigt und dabei auch die Erkennbarkeit von Einzelheiten wesentlich gesteigert. Ein Schauversuch zeigte die Sedimentierung von altem und neuem Kontrastmittel.

Großes Interesse fand die kurze Darstellung des Lebensweges von Werner Forßmann, der 1929 im Selbstversuch die Ka-

theterung der rechten Herzkammer vornahm und als Beweis eine Röntgenaufnahme mit dem eingeführten Katheter machen ließ. Die Weiterarbeit erfolgte dann in Amerika durch André Courmand und Dickinson Woodruff Richards. Das Nobelkomitee würdigte die Verdienste dieser drei Forscher durch die Verleihung des Nobelpreises für Medizin 1956.

Anders als bei Kunstausstellungen verlangen technisch-wissenschaftliche Ausstellungen weit mehr Beschreibungen der Gegenstände. In einigen Fällen ist es nicht zu vermeiden, daß man ohne entsprechende Vorkenntnisse auch den erläuternden kurzen Text und die Wirkungsweise nur unvollständig verstehen kann. Dennoch wurde in der Ausstellung auf solche Objekte nicht verzichtet und es zeigte sich, daß doch sehr viele Menschen bereit waren, die gebotene Information anzunehmen.

Zu diesen Objekten gehörten die Drehanodenröntgenröhren und der elektronische Röntgenbildwandler, der es dem Arzt am Operationstisch ermöglicht, auf dem Bildschirm im hellen Licht das Röntgenbild zu sehen. Eine frühe Röntgenapparatur der Firma Philips mit einem solchen Bildwandler hatte der Würzburger Chirurg Dr. Pracher ausgeliehen.

Das größte, schwerste und komplizierteste Ausstellungsstück war ein Computertomograf der Firma Philips, der von 1984 an bis kurz vor Ausstellungsbeginn in der Chirurgischen Klinik der Universität Würzburg betrieben wurde. Ein umfangreicher Text und ein Schaumodell erläuterten die Wirkungsweise. Zusätzlich gab es Informationen darüber, wie Sir Godfrey Newbold Hounsfield zu dieser Erfindung gekommen war. Am 14. Oktober besuchte Professor Dr. F. W. Zonneveld die Ausstellung und sah zu seiner Überraschung das Gerät, das er maßgeblich entwickelt hatte. Er berichtete interessante Einzelheiten über die Wirkungsweise und Eichung. Auch der ehemalige Leiter der Entwicklung der Röntgengeräte bei Siemens, Professor Dr. F. Gudden, war ein fachkundiger Besucher.

Während früher Universalröntgengeräte gebaut wurden, werden sie jetzt dem jeweiligen Anwendungszweck optimal angepaßt. Ein besonders wichtiges Beispiel dafür sind die Mammographiegeräte, deren Entwicklung an Hand zweier Bilder gezeigt wurde. Die Firma General Electric stellte ein hochmodernes Gerät für die Ausstellung zur Verfügung, das automatisch die geringste Strahlenbelastung bei höchster Bildqualität gewährleistet.

Manche Gebiete, wie die Röntgenthera-

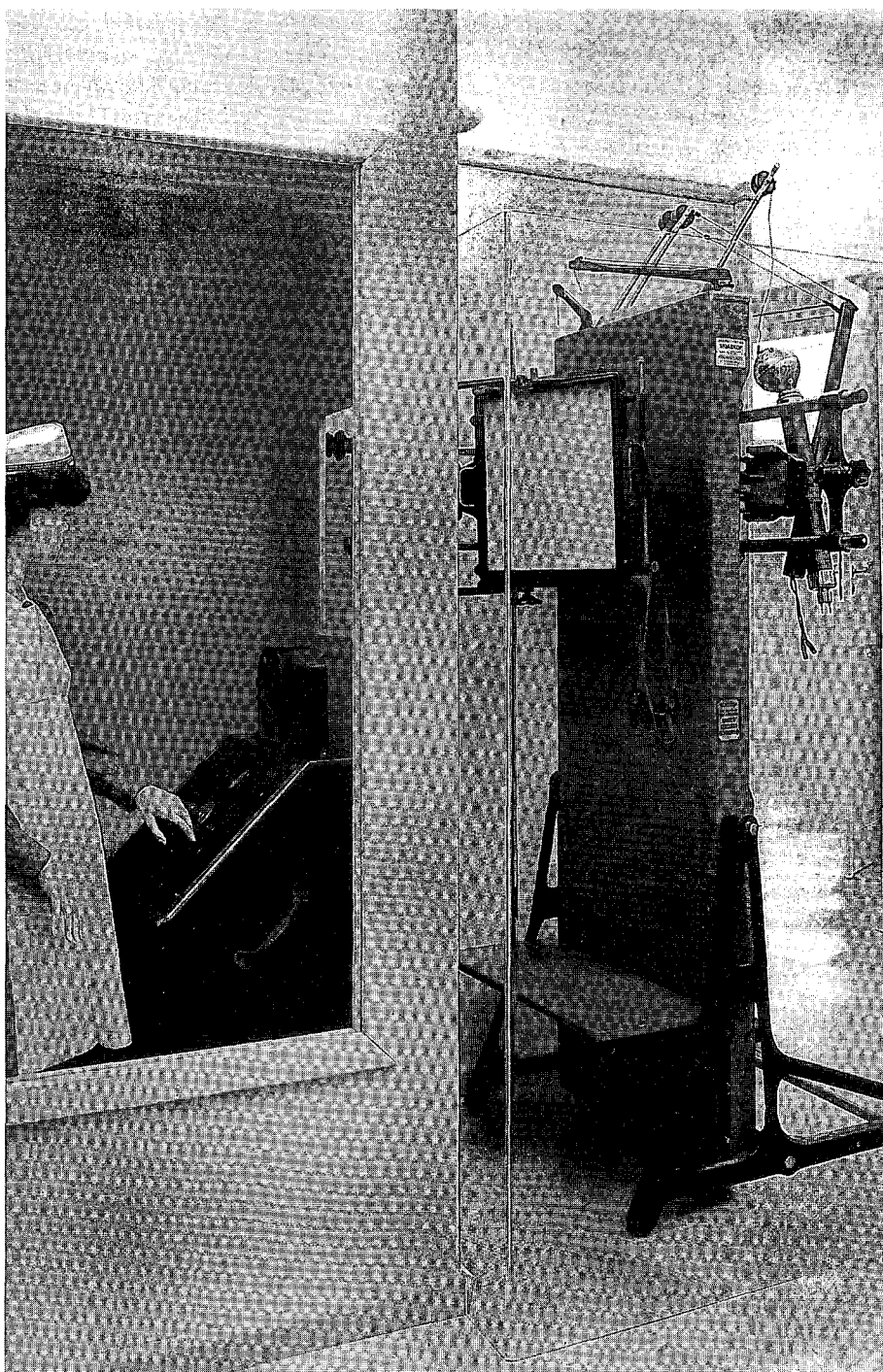


Abb. 4

pie, sind durch die Komplexität ihrer medizinischen Grundlagen und Anwendungen für eine Ausstellung weitgehend ungeeignet. Deshalb wurden nur ein einführender Text und ein eindrucksvolles Großfoto aus der Universitätsfrauenklinik Erlangen aus den zwanziger Jahren gezeigt.

Der amerikanische Strahlenbiologe Muller hat, beginnend in den zwanziger Jahren, die Grundlagen zum Verständnis der Erbschäden durch Röntgenstrahlen an Tauflieden erarbeitet. Seine Ergebnisse wurden anfangs skeptisch aufgenommen, da seinerzeit die Genforschung noch nicht existierte. Ein Pressebericht zur Verleihung des Nobelprei-

ses an Muller wies auf die damalige Situation hin.

Schon frühzeitig bestrahlte man Pflanzen und Samen, um künstlich Mutationen zu erzeugen, aber erst nach und nach konnte man mit diesem Verfahren wirklich verbesserte Pflanzen züchten. Am Beispiel der Süßlupine mit einem hohen Eiweißgehalt der Samen wurde die Bedeutung dieser Methode für die menschliche Ernährung gezeigt.

Der fünfte Raum war der Kristallographie und Physik vorbehalten. Hier war es noch schwieriger, die Einzelheiten zu verstehen. Die Idee, mit Röntgenstrahlen den atomaren Aufbau der Kristalle zu messen, wurde

mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Ihn erhielt Max von Laue im Jahr 1913. Eine einfache Apparatur mit einem alten Kartenständer, einer Röntgenröhre und einem drehbaren Halter für den Kristall sowie eine lichtdicht verpackte Fotoplatte waren die Elemente, mit denen dann Walter Friedrich und Paul Knipping das entscheidende Experiment aufgrund von Laues Überlegungen machten. Der Nachbau aus dem Deutschen Museum stand am Beginn des Rundgangs durch den Raum und ist auch der Beginn einer bis heute sich immer weiter entwickelnden Forschung über die Struktur der Materie.

Den nächsten Schritt der Geräteentwicklung beschritt H. W. Bragg in England. Sein großes Röntgendiffraktometer wurde von der Royal Institution of Great Britain geliehen. Bragg baute auch für seinen Sohn Lawrence ein Gerät, das vom Cavendish Laboratory aus Cambridge zusammen mit Kristallproben ausgeliehen wurde. Wenn es für den Laien auch nahezu unverständlich ist, wie man Kristallstrukturen ermittelt, so war doch ein bewegtes Modell, basierend auf einer Arbeit der englischen Kristallografin Kathleen Lonsdale, eindrucksvoll. Es stellte die Umwandlung des Kristallgitters des Diamanten in Graphit dar. Beide Stoffe, nur aus Kohlenstoffatomen aufgebaut, haben nur durch die unterschiedliche Anordnung der Atome verschiedene Eigenschaften.

Um zu zeigen, daß neben diesen wissenschaftlichen Anwendungen auch um 1930 bereits technische Anwendungen üblich waren, wurde ein von Diplom-Ingenieur Blume aus Schorndorf geliehenes Siemens-Feinstrukturgerät ausgestellt.

Weitere Höhepunkte der Strukturaufklärung, die auch mit Nobelpreisen geehrt wurden, waren die Arbeiten von Dorothy Hodgkin über Penizillin - dafür wurde das erste Modell der Elektronendichteverteilung gezeigt, das aus dem Museum in Oxford kam - Max Perutz Ermittlung der Struktur des Hämoglobins nach mehr als 15jähriger Arbeit - dies Modell stellte das Archiv zur Geschichte der Max Planck-Gesellschaft zur Verfügung - die Diffraktometer des Cavendish Laboratory, und John Kendrews Aufklärung der Struktur des Myoglobins. Viele Untersuchungen in den vergangenen Jahren wurden mit dem von Uli Arendt entwickelten 4-Kreis-Diffraktometer gemacht, das vom MRC in Cambridge kam.

Über den Köpfen der Besucher hing ein Großmodell der DNA, das Stefan Adler gebaut hatte. Die Struktur als Doppelhelix ist ebenfalls durch Röntgenbeugung bestimmt worden. Die Namen der hierfür ausgezeich-

neten Nobelpreisträger sind allen geläufig: Crick, Watson und Wilkins. Aber auch die Kristallografin Rosalind Franklin wurde genannt. In den vergangenen Jahren ist es einer Gruppe deutscher Forscher gelungen, die außerordentlich komplizierte Struktur eines Hüllproteins zu analysieren. Michel, Huber und Deisenhofer erhielten dafür den Nobelpreis 1988.

Brillante Röntgenstrahlenquellen werden zur Untersuchung biologischer Stoffe benötigt, denn deren Haltbarkeit außerhalb des biologischen Systems ist begrenzt - man darf nicht stundenlang belichten. Solche Quellen sind in den vergangenen Jahrzehnten durch Elektronenbeschleuniger geschaffen worden. Eine Text/Bildtafel wies auf den langen Weg dieser Entwicklung hin.

Der letzte Raum hatte das Thema: "Mit Röntgenstrahlen ein Blick in die Vergangenheit". Zuerst ging es nur rund 1000 Jahre zurück, zu den Funden aus der Eisenzeit. Leider war es nicht möglich, dazu Objekte aus der näheren Umgebung von Würzburg zu bekommen, aber das Württembergische Landesmuseum Stuttgart und das Rheinische Landesmuseum Bonn stellten Leihgaben zur Verfügung. Eisen mit geringem Kohlenstoffgehalt wird im feuchten Boden nach kurzer Zeit in Rost umgewandelt. Oftmals sieht man bei Grabungen nur noch den rostigen Sand. Wird ein solcher Sandklumpen vorsichtig geborgen und eine Röntgenaufnahme davon gemacht, so kann man gelegentlich noch die Umrisse des früheren Gegenstandes erkennen.

Ebenso gelingt es, bei verkieselten Stücken zu sehen, was verborgen ist. Als Beispiele wurden Funde aus dem Rheingebiet als Fotografien der Gegenstände mit den dazugehörigen Röntgenaufnahmen gezeigt. Eine umfangreiche, vielgestaltige Grabbeigabe aus einem Grab um 800 n. Chr. aus Eltingen bei Stuttgart veranschaulichte die Arbeitsweise der Bergung und Präparation solcher Funde, interessierte aber darüber hinaus die Betrachter durch das Beispiel der damaligen Amulettgläubigkeit.

Weiter zurück ging es bei den paläontologischen Funden aus dem Hunsrück, die das Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main gab. Diese Röntgenaufnahmen offenbarten die sonst verborgenen Eingeweide der Seetiere. Bekannt geworden ist das feinstrukturierte Bild der Seelilie *Acanthocrinus lingenbachensis*. Die Aufnahmetechnik verdankt man dem Physiko-Chemiker Dr. Stürmer, der im Nebenfach Paläontologie studiert hatte und bei der Firma Siemens die Entwicklung von Leuchtschirmen für Röntengeräte und Bildwandler leitete.

Um zu noch fernerer Zeiten zu blicken, müßte das Auge für Röntgenstrahlen empfindlich sein, dann könnte es einige der bisher gefundenen über 65 000 Röntgensterne sehen. Das Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching trennte sich nur ungern für so lange Zeit von dem Röntgenteleskop, das mit einer Rakete in den Weltraum geschossen und wieder geborgen wurde, sowie von den wertvollen Röntgendektoren, aber nur durch diese Ausstellungsstücke konnten sich die Besucherinnen und Besucher ein Bild von den Methoden der Forschungen der Röntgenastronomen machen.

In Garching wurde, aufgrund der guten Ergebnisse mit dem ersten Röntgenteleskop, ein verbessertes, lichtstärkeres Gerät entworfen und mit Schott in Mainz und Zeiss in Oberkochen gebaut, das unter dem Namen ROSAT seit 1990 den Himmel nach Röntgenquellen absucht und einzelne Objekte untersucht. Da man mit Linsen Röntgenstrahlen nicht fokussieren kann, muß man - nach einer von Wolter angegebenen Methode - mit Spiegeln im streifenden Einfall arbeiten. Ein Blick in das ausgestellte Teleskop zeigte, wie der Aufbau realisiert wird.

Der Berliner Physiker Nils Wiese fertigte für jeden Monat der Ausstellung den nördlichen und südlichen Sternhimmel mit den wichtigsten Sternbildern an. Die Röntgenstrahlen emittierenden Sterne waren durch blinkende, rote Leuchtdioden dargestellt, die anderen Sterne funkelten hell weiß. Viele Menschen waren überrascht zu sehen, wieviele der ihnen bekannten Sterne auch Röntgenstrahlen aussenden. Ein Video aus Japan zeigte die Sonne als Röntgenstrahler. Glücklicherweise absorbiert die Erdatmosphäre die Strahlen vollständig, so daß sie auf der Erde nicht nachweisbar sind. Röntgen hat als erster bewußt Röntgenstrahlen erzeugt, sie sind aber ein Bestandteil der Natur. Die lebensspendende Strahlung der Sonne kann nur mit Kernprozessen erzeugt werden, die auch Röntgenstrahlen aussenden.

Die Röntgen-Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen" der Universität im Martin von Wagner-Museum dauerte vom 14. Februar bis 19. November. Ihr Erfolg hat gezeigt, daß gerade das Medium Ausstellung in großem Umfang von der Öffentlichkeit angenommen wird. Mehr als 37 650 Besucherinnen und Besucher wurden gezählt. Bundespräsident Roman Herzog besichtigte die Ausstellung am 8. November, geführt von Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem und Nobelpreisträger Prof. Dr. Klaus von Klitzing.

Das Publikum der Ausstellung - Zahlen, Geschichten und Kuriositäten

Alfred Przybylski

Die Ausstellung der Universität Würzburg "100 Jahre Röntgenstrahlen" lockte zwischen 13. Februar und 19. November 37 650 Menschen in die Residenz. Darunter war auch eine Frau, bei der die Bilder und Exponate sicher so viele Erinnerungen wachriefen wie bei niemandem sonst: die 84jährige Enkelin Röntgens, Marianne Müller aus Hannover.

Besonders bewunderte Marianne Müller das Bild ihrer Mutter Josephine Bertha als junges Mädchen. Als sie die Figur von Röntgen als Rektor der Universität Würzburg sah, sagte sie spontan: "Nein, er hat aber viel schöner ausgesehen!"

Die Ausstellung zeigte die Geschichte einer Entdeckung und ihrer Anwendungen über einen Zeitraum von 100 Jahren. Die Zeit der Entdeckung war naturgemäß keinem Besucher persönlich lebendig, damals lebten die Großeltern bis Ururgroßeltern. Die ältesten fachkundigen Besucher waren eine 97jährige Röntgenassistentin und ein 103 Jahre alter Radiologe. Ihre Erinnerungen reichten bis in die zwanziger Jahre zurück. Die dreißiger und vierziger Jahre dagegen waren noch vielen Besuchern gegenwärtig.

Als älteres Gerät war der Schuhdurchleuchtungsapparat, der bis Anfang der sechziger Jahre verwendet wurde, noch sehr vielen bekannt. Er weckte Erinnerungen an die Neugier, mit der damals Schüler beim Schuhkauf das Knochengestänge ihrer Füße betrachteten. Besuchergruppen aus Kleinstädten strahlten jedoch beim Anblick dieses Apparates weniger. Das Gerät war ihnen unbekannt, weil kleine Schuhgeschäfte es sich damals nicht leisten konnten. Für die jüngsten Besucher waren die Röntgenastronomie und Raumfahrt am aufregendsten.

Erstaunlich war, wie konzentriert der Großteil des Publikums durch die Ausstellung ging. Denn anders als bei einer Kunstausstellung, bei der Ästhetik und Geschmacksfragen eine besondere Rolle spielen, setzten sich die Besucher hier mit einem Thema auseinander, zu dem fast jeder einen persönlichen Bezug hatte. Nur wenige jüngere Schüler hatten noch keine Rönt-

genuntersuchung erlebt. Viele Besucher berichteten, sie hätten bis zu vier Stunden damit verbracht, die erläuternden Texte zu studieren. Nur sehr wenige blieben kürzer als eine Stunde. Viele verteilten die Besichtigung auch auf mehrere Besuche. Immerhin 168 Dauerkarten waren verkauft worden.

Es fanden 36 öffentliche und 215 Führungen für angemeldete Gruppen statt. Den Besuch der Ausstellung hatten die Ausbildungsstätten für medizinische Hilfsberufe offenbar in den Lehrplan miteinbezogen. Viele Krankenpflegeschulen, MTA-Schulen sowie Berufsschulklassen für Zahnarzhelferinnen und Sprechstundenhilfen wurden geführt. Auch viele Ärzte verbanden den Betriebsausflug mit einem Besuch der Ausstellung; Radiologieabteilungen vieler Kliniken, Radiologie- und andere Arztpraxen kamen und beendeten den Tag auf gut fränkisch mit einer Weinprobe in der Umgebung. Selbst Ärzte und Zahnärzte der US-Armee in Süddeutschland blieben nicht fern.

Die Tagungen, die im Röntgenjahr in Würzburg stattfanden, sorgten für Besucher aus dem Wissenschaftsbereich. Dazu gehörten zum Beispiel die Hochschulrektorenkonferenz, der Deutsche Akademische Austauschdienst, Physiker, Chemiker, Röntge-

nologen, Medizinische Physiker, Medizinhistoriker und Röntgenastronomen. Auch der Alma Julia verbundene ausländische Universitäten zählten zu den Gästen, so unter anderem der Präsident der University of Texas in Austin, der Vorstandsvorsitzende der Osaka Sanyo Universität in Japan, der Rektor der Universität Prag sowie Vertreter der Universitäten Caen und Padua.

Der Verband Deutscher Unternehmerinnen, das Deutsche Maiskomitee bauten eine Führung durch die Ausstellung in den Rahmen ihrer Tagungen ein.

Gut besucht war die Ausstellung auch von Schülern aus Gymnasien, Realschulen, Berufsschulen sowie Haupt- und Grundschulen. Die Physiklehrer der Gymnasien in Unterfranken waren in einer vorbereitenden Veranstaltung mit der Ausstellung vertraut gemacht worden. So führten sie ihre Klassen selbst, falls sie nicht an einer der Führungen teilnehmen konnten.

Zwei Gruppen stachen besonders hervor. Beeindruckend war, wie konzentriert Lernbehinderte einer kirchlich betreuten Schule die Ausstellung besichtigten. Diese Schüler strahlten vor Freude, wenn sie die Exponate nach einer geduldigen Erklärung verstanden hatten. Die andere Gruppe waren Eltern und



Die Enkelin Röntgens, Marianne Müller, bei Ihrem Gang durch das Museum, geführt vom Beauftragten der Universität für das Röntgenjahr, Dr. Alfred Przybylski.

Kinder einer Elterninitiative für besonders begabte Schüler. Die Eltern sagten: "Erklären Sie die Dinge so, daß unsere Kinder es verstehen, dann werden wir es auch verstehen". Diese Kinder brauchen offenbar viel Anregung, um die Unterforderung in der Schule kompensieren zu können. Die vielen Fragen und Antworten zeigten, daß der Besuch diesem Anliegen offensichtlich voll genügte.

Die vierten Klassen einer Würzburger und der Gerbrunner Grundschule kamen - durch die Klassenlehrerinnen gut vorbereitet - zu einer zweistündigen Führung. Den 40jährigen Röntgen auf dem Porträt am Eingang schätzten die Kinder zunächst auf mindestens siebzig Jahre. Offenbar hatten das die solide Erscheinung Röntgens sowie sein voller Bart bewirkt. Bei den Orden und Auszeichnungen interessierte besonders der Wert des Goldes und die Frage, welche der Auszeichnungen die wichtigste sei. Doch die Zeit reichte nicht, um auf alle Fragen und Kommentare einzugehen.

Zu den Besuchern zählten auch Volkshochschulen und andere Bildungseinrichtungen aus der näheren und weiteren Umgebung sowie fachnahe Firmen, wie Siemens, Philips und Kodak. Viele Betriebe für medizinisches Zubehör und pharmazeutischen Bedarf hatten für ihre Kundschaft einen Besuch der Ausstellung organisiert.

Die bayerische Sozialministerin Barbara Stamm kam mit Förderern der von ihr organisierten Rumänienhilfe und bedankte sich bei ihnen mit einer Führung durch die Ausstellung. Diese bot auch den Anlaß für ehemalige Studenten der Universität, sich in diesem Jahr ihrer Alma Mater zu erinnern und Treffen in Würzburg zu organisieren. Die größte Gruppe mit über 130 Teilnehmern waren Physikabsolventen der fünfziger und sechziger Jahre.

Ein Arztehepaar - ehemals Würzburger Studenten - verband ein Familienfest mit dem Besuch der Ausstellung: Die Konfirmation einer ihrer Töchter begann mit einer

zweistündigen Führung durch "100 Jahre Röntgenstrahlen". Eine festlich gekleidete Schar, von den Großeltern über Paten und Basen bis zu Vettern, genoß zuerst Röntgen und begab sich später zur Kaffeetafel.

Viele Besucher kamen aus Orten, in denen Röntgen einen Teil seines Lebens verbracht hatte, wie Lennep, Apeldoorn, Zürich, Straßburg und Gießen. Auch Nachfahren von Menschen, die Röntgen besonders nahe gestanden hatten, wie zum Beispiel des Professors von Koelliker und des Züricher Arztes Emil Ritzmann, statteten der Ausstellung einen Besuch ab.

Wenn es auch niemand glauben mag, ist es dennoch wahr: Der Entdecker der X-Strahlen selbst besuchte die Ausstellung! Eines Tages erschien ein Herr mittleren Alters, zahlte und zückte seinen Personalausweis. Mit einem Augenzwinkern wies er sich als Wilhelm Conrad Röntgen aus. Doch wie der Herr mit Bedauern erklärte, sei er mit dem Entdecker der Strahlen leider nicht verwandt.

Universität würdigte Einsatz für die Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen"

Jost Lemmerich hat sein Herz der Wissenschaftsgeschichte verschrieben: Der 66jährige organisiert Ausstellungen, als Nebenberuf sozusagen. Im Röntgenjahr 1995 zeichnete er verantwortlich für die Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen" der Universität Würzburg. Deshalb wurde er zum Ehrenbürger der Alma Julia ernannt. Den Ehrentitel verlieh Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem am 21. November im Toscana-Saal der Residenz.

Sein sogenannter Nebenberuf, so der Präsident, sei wohl eher als Hauptberuf zu bezeichnen. Lemmerich lasse die Wissenschaftsgeschichte "mit unglaublicher Akribie in wohlorganisierten Ausstellungen" lebendig werden. 16 solcher Ausstellungen habe er bisher veranstaltet, darunter eine über Einstein, Hahn, Lise Meitner und von Laue zum 100. Geburtstag dieser vier Forscher (1979), die in Berlin und Peking - in der Halle des Volkes - gezeigt wurde. 1982 or-

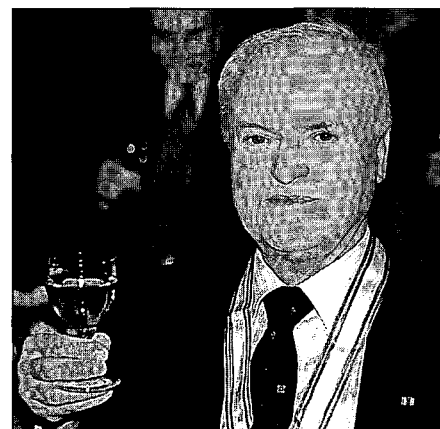
ganisierte Lemmerich die Ausstellung zu Max Born und James Franck, die in Berlin, Göttingen, Frankfurt, London und Eindhoven zu sehen war. Dies war übrigens die erste deutsche Ausstellung, die das Science Museum in London übernahm.

Jost Lemmerich wurde 1929 in Berlin geboren. Nach einer Lehre als Chemielaborant von 1949 bis 1952 widmete er sich ab 1956 sechs Jahre lang dem Studium der Physik an der TU Berlin. Nach seiner Tätigkeit bei der Firma Siemens ging er 1970 ans deutsche Patentamt Berlin und wechselte 1979 ans europäische Patentamt Berlin. Dort arbeitete er bis zum Jahr 1991.

Die Universität habe sich glücklich geschätzt, Jost Lemmerich als Organisator der Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen" gewonnen zu haben, sagte Prof. Berchem. Für diese seine 16. Ausstellung habe sich der neue Ehrenbürger der Universität - und zwar unentgeltlich - "unendliche Mühe gemacht und keine Arbeit gescheut, um auch dieses Werk zu seiner endgültigen Form zu bringen". Rund fünf Jahre lang habe er recherchiert und mit den Leihgebern verhan-

delt - es sind derer über 40. So sei es ihm gelungen, auch Stücke zu bekommen, die gewöhnlich nicht ausgeliehen werden oder die bisher noch nicht ausgestellt wurden.

Die zugänglichen Quellen waren auf ihren Wahrheitsgehalt zu prüfen und zu würdigen, ehe sie übernommen wurden. Damit habe Lemmerich einen "nicht hoch genug zu wertenden Beitrag zur Würdigung und Bewertung Wilhelm Conrad Röntgens und seines Wirkens geleistet", so Präsident Berchem.



Jost Lemmerich

Originale Schreiben von Röntgen in der Universitätsbibliothek

Gottfried Mälzer

An den Festveranstaltungen, mit denen Wilhelm Conrad Röntgen im Jahr 1995 geehrt wurde, beteiligte sich die Universitätsbibliothek Würzburg mit einer kleinen Ausstellung originaler Schreiben Röntgens, die in der Zentralbibliothek Am Hubland gezeigt wurde. Zu ihr ist auch ein Begleitheft erschienen, in dem die betreffenden Texte widergegeben werden.

Bis in die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg besaß die Universitätsbibliothek keine handschriftlichen und keine unveröffentlichten Materialien von Röntgen. Das änderte sich erst durch eine Schenkung der Publizistin Margret Boveri, der Tochter des renommierten Würzburger Biologieprofessors Theodor Boveri. Das Geschenk war für das Zoologische Institut der Universität bestimmt, an dem Margret Boveris Vater als Ordinarius eine wichtige Rolle gespielt hat. Es umfaßte Apparate, Präparate und Teile des Briefwechsels der Familie Boveri.

Das Zoologische Institut übergab die Briefe Anfang der 80er Jahre der Universitätsbibliothek zur Verwahrung in der Autographensammlung. Es handelt sich um Typskripte, die aus Abschriften von Briefen und Briefteilen sowie Briefregesten bestehen und Originale betreffen, die bei der Zerstörung Würzburgs im Zweiten Weltkrieg verbrannten.

Ankäufe von Röntgen-Autographen waren der Universitätsbibliothek in zwei Fällen möglich. 1988 wurde auf der Auktion 56 der Firma Hartung & Karl in München für 3000 Mark ein Brief Röntgens an Leo Graetz ersteigert. 1993 gelang es, auf der Auktion 62 der Galerie Gerda Bassenge in Berlin ein Konvolut zu erwerben (Katalognummer 3130), das folgende Stücke umfaßt: fünf Briefe beziehungsweise briefartige Mitteilungen, drei Schreiben auf insgesamt vier Briefkarten, 14 Postkarten, drei handgeschriebene Visitenkarten, zwei gedruckte Kondolenzkarten und mehrere handschriftlich adressierte Briefumschläge. Hierfür waren rund 47 000 Mark zu zahlen, die aus Sondermitteln der Universität aufgebracht wurden.

Bei all diesen Stücken handelt es sich um Teile der Korrespondenz Röntgens mit dem Physiker Dr. Rudolf Cohen.

Dieser hat in Röntgens Leben eine wichtige Rolle gespielt. Margret Boveri schreibt in ihrer Autobiographie über die Zeit nach dem Ersten Weltkrieg, bezogen auf ihren Patenonkel, den "Onkel Röntgen": "Er war in diesen Jahren viel mit einem jüngeren Freund, Dr. Cohen, zusammen, sprach mit großer Achtung von ihm, dämpfte allerdings meine Bewunderung für Cohens Kartei, in der er alle Personen versammelte, die bei Goethe erwähnt werden, solche Liebhaberereien nannte er jüdisch-unproduktiv. Er hatte auch für Theorie wenig übrig, weder für die seiner Kollegen Einstein und Sommerfeld noch für philosophische. Aber er war ein entschiedener Gegner des Antisemitismus, wie er in München und Würzburg damals praktiziert wurde."¹

Mit ähnlichen Formulierungen hat Margret Boveri das Verhältnis Cohen-Röntgen noch an anderer Stelle beschrieben, und zwar in einer Darstellung unter der Überschrift "Persönliches über W.C. Röntgen"². Dort heißt es: "Ich erinnere mich noch gut, wie wir von einem Besuch bei seinem Freund Dr. Cohen nach Hause kamen: Cohen war Physiker und einmal Röntgens Assistent gewesen, war dann in die Industrie gegangen, spielte ausgezeichnet Klavier, besuchte Galerien mit einem kleinen Zeichenblock in der Hand, studierte nebenbei mit seinem Sohn Medizin und hatte u.a. einen ganzen Schrank voll Daten über alle Personen, die in Goethes Leben eine Rolle gespielt hatten oder auch nur von ihm erwähnt werden, gesammelt. Ich war ganz entzückt von solcher Vielseitigkeit, aber Röntgen betonte fast schroff, daß bei alledem doch nichts herauskäme und daß solche Vielseitigkeit ein ganz unproduktives Leben ergebe, welches keine wirkliche Befriedigung gewähren könne."³

Wer war dieser jüdische Freund Röntgens? Rudolf Cohen legte 1887 an der Universität Straßburg eine Dissertation über "Experimentelle Bestimmung des Verhältnisses der beiden speziellen Wärmen des Wasserdampfes" vor, in der sich ein kurzer

Lebenslauf befindet. Er trägt folgenden Wortlaut: "Am 16. März 1864 als Sohn des Arztes Dr. Eduard Cohen zu Hamburg geboren, besuchte ich vom Herbst 1870 bis Michaelis 1876 die Privatschule des Dr. Franz Bülan zu Hamburg, trat dann in die Untertertia der Gelehrtenschule des Johanneums zu Hamburg ein und bestand dort Michaelis 1882 die Abiturientenprüfung. Die ersten zwei Semester studierte ich in Freiburg, die letzten 7 in Strassburg Physik und Mathematik." Seine letzten Lebensjahre hat Cohen in München, wohnhaft Kopernikusstraße 11/0, verbracht. Dort starb er am 10. September 1953.

In den Schriftstücken von Röntgens Hand, die in der zur Ausstellung vorgelegten Publikation mitgeteilt werden, kommt Cohen erstmals am 19. Februar 1890 vor, rund drei Jahre nach Abschluß seiner Doktorarbeit, und das letzte Mal in einem Schreiben vom 15. September 1922. Es geht also um einen Zeitraum von mehr als 32 Jahren. Der erste Brief enthält das Angebot, Cohen möge bei Röntgen in Würzburg eine Assistentenstelle antreten⁴. Es ist anzunehmen, daß Röntgen aufgrund seiner intensiven Beziehungen zur Universität Straßburg Cohen dort kennengelernt hat; denn Röntgen war ja als Assistent von Prof. August Kundt, bei dem er in Zürich promoviert worden war, mit diesem 1870 nach Würzburg und 1872 nach Straßburg gegangen.

Cohen, in jungen Jahren bei Röntgen in Würzburg als Assistent beschäftigt, hat ein halbes Menschenalter später auf dessen Wunsch für diesen zusammen mit Margret Boveris Mutter das Amt des Testamentsvollstreckers übernommen. Er hat also in besonderer Weise Röntgens Vertrauen genossen. Röntgens ehemaliger Assistent Ludwig Zehnder schreibt hierüber:

- 1) Margret Boveri: Verzweigungen. Eine Autobiographie hrsg. von Uwe Johnson. München: Piper 1977. Hier zitiert nach der Ausgabe in: dtv Biographie, 1982, S.100f
- 2) Als eigener Abschnitt in: Otto Glaser, Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. 2. Aufl. Berlin: Springer 1959, S. 117-157. In diesem Beitrag von Margret Boveri sind zahlreiche Briefe Röntgens an Mitglieder der Familie Boveri ausführlich zitiert.
- 3) Glaser, S. 164f

“Vor Jahren hatte mir Röntgen einmal gesagt, er habe seinen bewährten Freund v. Hippel und mich zu seinen Testamentsvollstreckern bestimmt, offenbar v. Hippel für den allgemeinen, mich für den speziell physikalischen Teil seines Nachlasses. Jetzt waren v. Hippel und manche anderen seiner Freunde leider gestorben, und ich lebte im Ausland, in der Schweiz, was für das Amt eines Testamentsvollstreckers in der Kriegszeit mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein könnte. In dieser Erwägung bestimmte nun Röntgen nach v. Hippels Tod und meinem Wegzug aus Deutschland zu Testamentsvollstreckern Frau Geh. Boveri und Herrn Dr. R. Cohen, der einst in Würzburg sein Assistent (mein Nachfolger) gewesen war. Cohen soll ein vorzüglicher Klavierspieler sein und Röntgens Lebensabend durch sein Klavierspiel sehr verschönt haben. Nach einer Aussage von Röntgens Dienstmädchen, Kätchen, soll Cohen einst zu Röntgen gesagt haben, weder Frau Boveri noch er selber verstehe etwas von der Jurisprudenz, es sollte doch noch ein Jurist für die Testamentsvollstreckung von ihm bezeichnet werden, und so sei Rechtsanwalt Dünkelsbühler zum dritten Testamentsvollstrecker ernannt worden.”⁵

Am 12. Mai 1921 schrieb Röntgen an Margret Boveri: “Ich war in letzter Zeit viel mit Cohen zusammen: er war sehr herzlich und gab mir Briefe seiner Mutter zum Lesen und außerdem Tagebuchblätter seines Vaters über dessen intimen Verkehr mit Bismarck, dessen Arzt er war, die höchst interessant sind und zum Teil in historischen Aufsätzen verwendet werden sollen.”⁶ Cohens Vater war also weit mehr als ein durchschnittlicher Arzt, und man darf annehmen, daß das Fundament für Cohens vielseitige Bildung und für seine weitgespannten Interessen schon in seinem Elternhaus gelegt worden ist.

Cohens Würzburger Assistentenzeit, die

sich vermutlich nur über etwa ein Jahr erstreckte, war längst vorbei, als Röntgen ihm am 19. Oktober 1894 nach München schrieb⁷. Die Adresse, unter der Cohen dort wohnte, war Habsburgerplatz 1. Genauso lautete sie auch noch 28 Jahre später. Aus dem Brief ist zu erfahren, daß sich das Lehrer-Schüler-Verhältnis mittlerweile zu einer Freundschaft entwickelt hatte: “Dass Sie Ihre Absicht, nach Würzburg zu kommen, aufgeben mussten, haben meine Frau und ich recht bedauert”. Und ein paar Zeilen später: “Ich habe noch ein paar gute Tropfen für Sie im Keller, trinken Sie sie bald, sonst bekommt sie ein anderer, der sie nicht so zu würdigen weiss, wie Sie.”

Es besteht zu jener Zeit noch eine enge Verbindung auf dem Gebiet der physikalischen Forschung. Röntgen arbeitet in seinem Institut an der Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten⁸ und verwendet dabei Präparate von Cohen. Ludwig Zehnder teilt einen Brief Röntgens vom 15. Oktober 1891 mit⁹, in dem dieser eine Liste mit den Namen jener Personen übermittelt, denen er seine Sonderdrucke zu schicken pflegte. Unter ihnen befindet sich Cohen: ein untrügliches Zeichen dafür, daß Röntgen auf Dauer mit ihm in Verbindung zu bleiben wünschte.

Die nächste in den genannten Autographen enthaltene Nachricht Röntgens an Cohen, auf einer Briefkarte, stammt vom 23. März 1904, ist also von der vorangehenden zehn Jahre entfernt¹⁰. Wie sich der Anschrift entnehmen läßt, war Cohen zu dieser Zeit bei den “Schuckert- & Siemenswerken” in Nürnberg tätig. Er hatte dort die Position eines Direktors inne, wie aus der Adresse auf einer Postkarte Röntgens vom 11. April 1910 zu ersehen ist.¹¹

Der vorliegende Bestand an Briefen und Postkarten vermittelt den Eindruck, daß die Beziehungen zwischen Cohen und Röntgen in dessen letzten Lebensjahren am intensivsten waren. Unter dem Datum 12. Juli 1919

schreibt Röntgen an Margret Boveri: “Heute ist Sonntag, da kommt am Nachmittag Dr. Cohen regelmäßig und spielt uns eine Stunde lang Klavier. Das ist ein großer Genuß für uns; er spielt nach unserem Empfinden sehr schön, insbesondere was Auffassung anbetrifft. Bach und Mozart namentlich, doch kommen auch Beethoven, Brahms und Schumann an die Reihe. Sein verehrtester Musiker ist Mozart, und ich muß zugeben, daß ich diesen aus Unkenntnis bisher wohl etwas unterschätzt habe. So hat mir z.B. die Sonate Nr. 2 neulich großen Eindruck gemacht, namentlich das Adagio. Bachs Violinkonzerte sind doch manchmal über alle Maßen schön, und ich kann nur sehr bedauern, alle diese Herrlichkeiten früher nicht oder nur wenig kennengelernt zu haben.”¹²

Cohen war aber für Röntgen nicht nur ein Freund und Partner für Stunden hohen kulturellen Genusses. Er hat ihm nicht weniger bei der Bewältigung von Alltagsproblemen beigetragen. Hier bestand die Freundschaft, die sie verband, ihre eigentliche Bewährungsprobe. Zum Beispiel half ihm Cohen in den Kriegsjahren bei der Beschaffung von Kohlenkarten¹³. Er wußte in finanziellen Fragen Rat zu geben¹⁴, war bereit, Röntgen einen Termin bei dessen Münchener Zahnarzt zu besorgen¹⁵ oder half ihm bei der Beschaffung eines Krudeherdes¹⁶. Erst recht stand der um neunzehn Jahre jüngere Cohen seinem alten Freund Röntgen mit Rat und Tat zur Seite, nachdem dessen Frau im Herbst 1919 gestorben war und er nun sehr unter dem Alleinsein litt.

Cohen verstand es, den alten Röntgen immer wieder aus seiner Vereinsamung zu reißen: Er spielte ihm weiterhin auf dem Klavier vor¹⁷, ging häufiger mit ihm spazieren¹⁸, versorgte ihn mit Lektüre, und brachte ihm immer wieder Neuigkeiten und Anregungen ins Haus.¹⁹

Margret Boveri schreibt über Röntgen in

4) Begleitheft zur Ausstellung, Text Nr. 2.- Vgl. hierzu Ludwig Zehnder (a.o. Professor für Physik an der Universität Basel): W.C. Röntgen. Briefe an L. Zehnder. Zürich: Rascher 1935, S. 15: „In meinem folgenden Brief berichtete ich ihm (d.h. Röntgen, d.Vf.) über die von ihm gewünschte Einführung meines Nachfolgers (als Assistent), des Dr. Cohen, den Röntgen in seinen letzten Lebensjahren zu einem seiner Testamentsvollstrecker gemacht hat.“- Vorangegangen war ein Brief Röntgens aus Venedig, vom 18. April 1890 (bei Zehnder, S. 15) in dem Röntgen schreibt: „Dr. Cohen wird nun wohl seit einiger Zeit in W. sein, und ich denke mir, daß Sie ihn, wie Sie mir versprochen, etwas eingeführt haben. Vielleicht schreiben Sie mir auch etwas darüber, wie das zugegangen ist.“- An gleicher Stelle (Zehnder, S. 15f) wird ein Brief Röntgens an Zehnder vom 27. Juni 1890 mitgeteilt. Dort heißt es: „Dr. Cohen ist sehr tüchtig und brauchbar; leider ist er für acht Wochen zum Dienst einberufen.“ Vgl. auch Zehnder, S. 18 mit einer kurzen Mitteilung Röntgens über Tä-

tigkeiten des Assistenten Dr. Cohen.- Vgl. auch Zehnder in Lebensläufe aus Franken 4, Würzburg 1930, S. 319-340: „28. Röntgen, Wilhelm Conrad, Professor der Physik, 1845-1923“.

5) Zehnder, S. 148.- Nach Röntgens Tod bemühte sich Ludwig Zehnder vergeblich um Briefe, die er einst an Röntgen geschrieben hatte, nun aber zurückzuhalten wünschte. Damals schrieb ihm Margret Boveri (Zehnder, S. 167): „Sehr geehrter Herr Professor! Da meine Mutter in Amerika ist und ich ihre Angelegenheiten hier für sie besorge, habe ich Ihren Brief vom 19. November gelesen und erlaube mir hiermit, ihn so gut ich kann zu beantworten. Da ich während der ersten Tage nach Röntgens Tod in München bei den Besprechungen zwischen meiner Mutter, Dr. Cohen und Dr. Dünkelsbühler öfters zugegen war, kann ich mich noch gut erinnern, wie schmerzlich es allen Beteiligten war, daß auf Röntgens Wunsch alle Papiere und Briefe aus der Zeit der Entdeckung der Strahlen „ungelesen“ zu verbrennen waren, was damals auch geschah. Es ist also

wohl anzunehmen, daß die Briefe, die Sie vermissen ... sich unter den zu verbrennenden befanden.“

6) Boveri-Nachlaß der UB Würzburg

7) a.a.O., Text Nr. 3.

8) Vgl. Glaser, S. 78

9) Zehnder, S. 22

10) a.a.O., Text Nr. 4

11) a.a.O., Text Nr. 5

12) Glaser, S. 167

13) a.a.O., Text Nr. 7, 11 und 12

14) a.a.O., Text Nr. 15

15) a.a.O., Text Nr. 21

16) a.a.O., Text Nr. 20

17) Boveri-Nachlaß der UB Würzburg: Brief an Frau Boveri vom 6.3.1920

18) Boveri-Nachlaß der UB Würzburg: Briefe an Frau Boveri vom 28.2.1920 und 17.5.1920

19) Vgl. z.B. Glaser, S. 155 und 156

20) Bei Glaser, S. 169

jenen krisengeschüttelten Kriegs- und Nachkriegsjahren: „Am häufigsten sah er Dr. Cohen, der ihm immer wieder etwas Neues, Interessantes zu erzählen wußte und der ihn auch über die wirtschaftliche Lage Deutschlands gut informieren konnte, so daß sich Röntgen wie wohl wenige Universitätspro-

fessoren den neuen Verhältnissen anpaßte und sogar noch mit dem Ankauf von Aktien begann, wobei er sich über sich selber lustig machte, daß er in seinen alten Jahren noch mit Börsengeschäften beginne. Er war in seinen letzten Lebensjahren außerordentlich sparsam, um nicht Kapital angreifen zu müs-

sen, und wäre tief unglücklich gewesen, hätte er erfahren, daß die große Erbschaft, die er der Würzburger Universität hinterließ, durch die Inflation fast zunichte wurde.“²⁰

Die Ausstellung in der Universitätsbibliothek am Hubland dauerte vom 4. Mai bis 30. November.

Die Stadt Würzburg zur Zeit Röntgens

Ulrich Wagner

Wilhelm Conrad Röntgens Entdeckung der X-Strahlen gehört zu den epochemachenden naturwissenschaftlichen Leistungen, welche die moderne Welt bis heute prägen. Mit ihr wurde die Universität Würzburg, kurz nach ihrer 1882 aufwendig begangenen 300-Jahr-Feier, in der Zeit Röntgens und seines in Fachkreisen ebenso bekannten Nachfolgers Wilhelm Wien zu einem renommierten Zentrum der Experimentalphysik.

Die vielen Entwicklungen und Veränderungen in Röntgens Lebenswelt während dieser Würzburger Jahre darzustellen, war Ziel der vom Stadarchiv Würzburg zusammengetragenen und mit einer illustrierten Begleitbroschüre ausgestatteten Ausstellung „Würzburg zur Zeit Röntgens (1888-1900)“

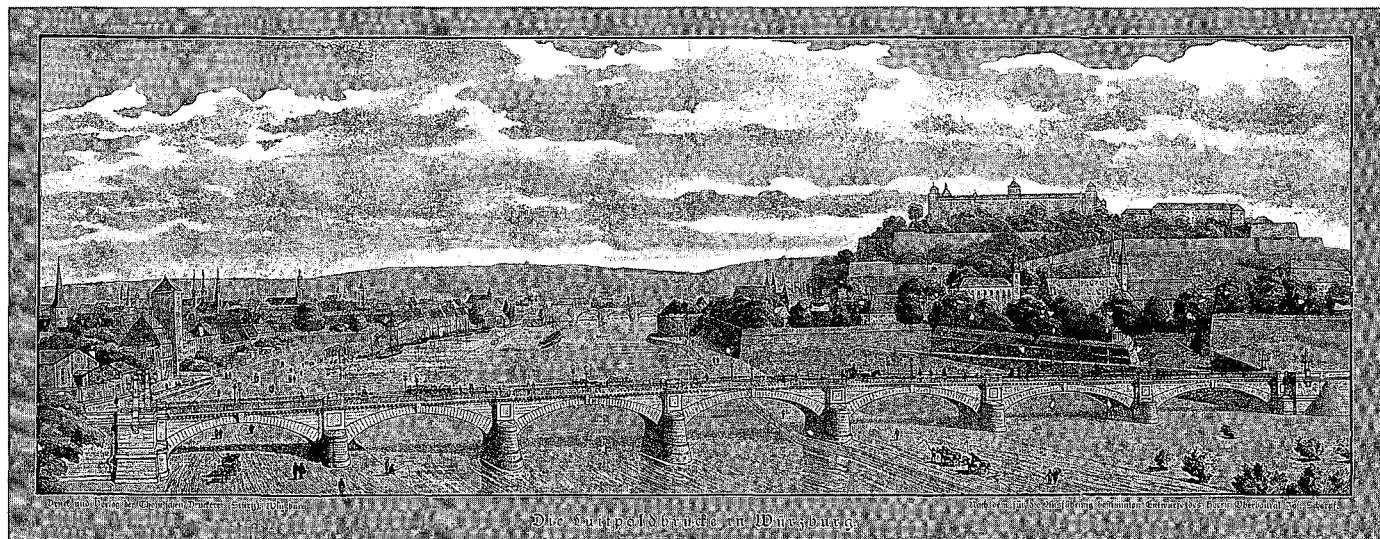
im Joseph-Greising-Saal der Barockhäuser. Sie war außerordentlich rege besucht - ein Zeichen der Verbundenheit von Würzburgs Bürgern mit der Geschichte ihrer Stadt und ihrer Universität.

Die aufsehenerregende Entwicklung des Faches Physik in Würzburg - wofür symbolisch die Verleihung des überhaupt ersten Physik-Nobelpreises an Röntgen steht - fand eine Parallele im gleichzeitigen Aufschwung der Stadt. Nach Jahrhunderten einer durch die Ummauerung verursachten demographischen, wirtschaftlichen und auch sozialen Stagnation konnte auch Würzburg seit der Aufhebung der Festungseigenschaft im Jahr 1867 am allgemeinen Wachstum der deutschen Städte in jener Zeit teilhaben.

Zwischen 1867 und 1900 stieg die Einwohnerzahl von rund 33 000 auf über 75 000 an. Der von 1865 bis 1884 amtierende Erste Bürgermeister Georg Zürn setzte durch, daß

die Stadt sämtliche Befestigungsanlagen erwarb, verhinderte die von manchen gewünschte Parzellierung der Grundstücke als Bauland und gab den Anstoß zur Anlage des Ringparks. Diese Entscheidungen verdienen hohe Anerkennung, waren sie doch Grundlage für die räumliche Entwicklung von Stadt und Universität.

Jenseits des nach Abriß der Mauern und Bastionen sowie durch Auffüllung der Gräben entstandenen Parkgeländes, zu dessen gärtnerischer Gestaltung die Stadt mit dem Schweden Jens Person Lindahl erstmals einen hauptamtlichen Stadtgärtner einstellte, dehnte sich die Stadt mit neuen Wohnvierteln und Gewerbebetrieben rasch aus. Zugleich war der Universität die Möglichkeit zum großzügigen Neubau von Institutsgebäuden gegeben. Entlang des Ringparks entstanden in rascher Folge neue Labor-, Klinik- und Kollegengebäude. Neben dem



Künstlerisch gestalteter Farbdruck der neuen Luitpoldbrücke, heute Friedensbrücke, nach dem zur Ausführung bestimmten Entwurf des städtischen Oberbauamtes Joseph Scherpf von 1888. (Stadarchiv Würzburg, ZGS „Luitpoldbrücke“)

1875 begonnenen neuen Physikalischen Institut am Pleicherring ist sicherlich das 1892 bis 1896 vom Architekten Rudolf von Horig errichtete neue Hauptgebäude der Universität am Sanderring ein besonders markantes und repräsentatives Wahrzeichen jener Ausbauperiode.

Die Verkehrssituation wurde durch den heute zweifellos bedauerten Abriß fast aller Stadttore und die Anlage neuer, breiterer Straßen verbessert. Große Bauprojekte in der Innenstadt waren die Straßendurchbrüche im Bereich des alten Kürschnerhofes, in der Sandgasse, der Eichhorn-, der Augustiner- und der Münzstraße. Der Verlust an historischer Bausubstanz wurde bei einer sehr regen privaten Bautätigkeit, deren Höhepunkt 1896 erreicht wurde, dadurch ausgeglichen, daß großstädtisch anmutende Plätze und Straßenzüge entstanden, die großbürgerliches Flair und urbane Eleganz ausstrahlten.

Gleichzeitig war die Stadt in der Lage, durch den Bau der Luitpoldbrücke (heute Friedensbrücke) 1886/88 und der 1895 fertiggestellten Ludwigsbrücke (Löwenbrücke) die innerstädtischen Verkehrswege zu entlasten und die Anbindung von Hauptbahnhof, Zellerau und Heidingsfeld den Erfordernissen der Zeit anzupassen. 1892 fuhr in Würzburg die erste, noch von Pferden gezogene Straßenbahn, gegen die man sich wegen befürchteter Gefährdung der Passanten und angeblich mangelnden Bedarfs lange gestraubt hatte. Nun fegten die Entfestigung, die Straßendurchbrüche und die schnelle Ausdehnung der bebauten Flächen diese Bedenken hinweg.

Schon im Jahr 1900 wurde die Pferdebahn durch die "Elektrische" ersetzt, die schneller, sauberer und billiger im Betrieb war. Das notwendige Elektrizitätswerk war im Jahr davor nach nur neunmonatiger Planungs- und Bauzeit in Betrieb genommen worden. Ein Plan, die Straßenbahn am Pleicherring entlang zu führen, scheiterte am Einspruch Röntgens, der Beeinträchtigungen der Messungen und Experimente in seinem Institut befürchtete. Die großzügige Planung des Ausbaus der städtischen Wasserversorgung und Kanalisation, der Bau eines städtischen Kühlhauses, der Aufbau eines Telefonnetzes seit 1887 und weitere Neuerungen ließen erkennen, daß Würzburg in den meisten Hinsichten ein dynamisches Gemeinwesen geworden war, das Anschluß an die entscheidenden Entwicklungen der Zeit gefunden hatte.

Nicht verändert hatte sich, daß weiterhin Kaufleute, Beamte, Pensionäre und nicht zuletzt die Studenten- und Professorschenschaft der Universität das Bild der Stadtbevölke-



Mit beträchtlichem Aufwand und unter großer Beteiligung der Stadtbevölkerung wurde vom 1. bis 3. August 1882 die 300-Jahr-Feier der Würzburger Universität begangen: Das Bild zeigt die erste Seite einer Einladung zum Gartenfest der "Harmonie", des größten und für das kulturelle Leben Würzburgs um die Jahrhundertwende wichtigsten Vereins. (Stadtarchiv Würzburg, ZGS "Universität")

rung prägten, denn zu der damals erhofften Industrieansiedlung in großem Stil kam es nicht. Weiterhin war es auch so, daß trotz der Zugezogenen und Ausländer an der Universität die allermeisten Einwohner der Stadt aus Franken und Bayern stammten. Das kulturelle Leben orientierte sich am Stadttheater, dem königlichen Musikonservatorium und den zahlreichen Gesellschaften und Vereinen. Als bedeutende Beispiele seien die "Harmonie", der Fränkische Kunst- und Altertumsverein, der Künstlerverein und die traditionsreichen Gesangsvereine genannt.

Röntgen nahm an den Aktivitäten dieser

Institutionen, soweit bekannt, wenig teil und trat auch im politischen Leben der Stadt nicht besonders hervor. Trotzdem war die Stadt, nachdem er für seine Entdeckung den Nobelpreis erhalten hatte, stolz auf den großen Mitbürger, der auch sehr gerne hier gelebt hatte. 1921 wurde Röntgen daher Ehrenbürger Würzburgs und der Pleicherring nach ihm umbenannt.

Die Dokumentation im Stadtarchiv Würzburg dauerte vom 17. Oktober bis 15. Dezember.

Preisträger der Biowissenschaften: Revolution in der Proteinkristallographie

Axel Thomas Brünger, Professor für Molekulare Biophysik und Biochemie an der Yale University in New Haven, erhielt den Röntgenpreis der Universität Würzburg im Fach Biowissenschaften. Bei einem akademischen Festakt am 18. Juli im Zentralgebäude Chemie gab der Vorsitzende des Würzburger Universitätsbundes, Albrecht Graf von Ingelheim, den Namen des Preisträgers bekannt. Stifter des mit 50 000 Mark dotierten Preises ist der Universitätsbund.

Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem begrüßte die über 300 geladenen Gäste und Studierenden. Anschließend würdigte der Dekan der Fakultät für Chemie und Pharmazie, Prof. Dr. Hans Joachim Gross, die Persönlichkeit und das Werk des Preisträgers.

Axel Thomas Brünger, 1956 in Leipzig geboren, 1975 Bundessieger im Bundeswettbewerb Mathematik, studierte Physik und Mathematik an der Universität Hamburg und wurde an der TU München mit einer biophysikalischen Arbeit promoviert. Die Studienstiftung des Deutschen Volkes förderte ihn von 1976 bis 1982. Danach ging er für ein Jahr mit einem NATO-Stipendium ans Chemistry Department der Harvard University in Cambridge, Massachusetts. 1984 arbeitete er am Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried, danach von 1985 bis 1987 als Research Associate wieder an der Harvard University. Von 1987 bis 1991 war er Assistant Professor am Department of Molecular Biophysics and Biochemistry der Yale University in New Haven, Connecticut. Dort war er von 1991 bis 1993 als Associate Professor und seit 1993 als Professor für Molekulare Biophysik und Biochemie tätig.

Durch seine Arbeiten, die in den renommiertesten Fachzeitschriften publiziert sind, hat sich Prof. Brünger hohe internationale Anerkennung erworben, was auch durch seine Berufung an die Yale University dokumentiert wird. Sein Ansehen beruht darauf, daß er durch die Einführung der Molekulardynamikmethode eine Revolution in der Proteinkristallographie bewirkt hat. Seine Methoden und Programme zur Verfeinerung von Proteinstrukturen werden weltweit bevorzugt. Er dürfte heute der von Proteinkristallographen am häufigsten zitierte Autor sein, auf dessen wegweisenden Arbeiten die wesentlichen Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenkristallographie in den Biowissenschaften beruhen.

Nach der Laudatio hielt der Preisträger den Festvortrag über sein Arbeitsgebiet "Modelle und Molekulardynamik zur Verfeinerung von biomolekularen Kristallstrukturen".

Preisträger der Fachgruppe: Physik und Kristallographie: Preis für Pionierleistungen

In der Fachgruppe Physik und Kristallographie erhielt Prof. Dr. Günter Schmahl, Lehrstuhlinhaber und Leiter der Forschungseinrichtung Röntgenphysik der Universität Göttingen, den Röntgenpreis der Universität Würzburg. Damit wurden seine Pionierleistungen bei der Erfindung und Entwicklung holographischer Verfahren zur Herstellung von Beugungsgittern und Zonenplatten sowie bei der Entwicklung der Röntgenmikroskopie gewürdigt.

Dr. Erwin Kohorst, Präsident der Industrie- und Handelskammer Würzburg-Schweinfurt, gab als Vertreter des Stifters "Fonds Jubiläumsspende der Mainfränkischen Wirtschaft", den Preisträger am 24. Oktober beim internationalen Kongreß "Röntgen Centennial" bekannt. Nach den Grußworten des Universitätspräsidenten Prof. Dr. Theodor Berchem sprach Prof. Dr. Gottfried Landwehr, Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie, die Laudatio.

Günter Schmahl studierte Physik in Hannover, Göttingen sowie Heidelberg und wur-

de 1966 im Fach Astrophysik promoviert. Nach dem Aufbau eines optischen Labors an der Universitätssternwarte in Göttingen begann er, mit Dietbert Rudolph Verfahren zur Herstellung holographischer Beugungsgitter und Zonenplatten zu entwickeln. 1972 habilitierte er sich in Göttingen und wurde dort 1980 auf eine C2-Professur berufen. Seit 1988 hat Prof. Schmahl eine C4-Professur für Röntgenphysik in Göttingen inne und leitet das Institut "Forschungseinrichtung Röntgenphysik". 1985 erhielt er den Niedersachsenpreis für Wissenschaft, 1992 die

Röntgenplakette des Deutschen Röntgenmuseums und der Stadt Remscheid. Prof. Schmahls ist Autor von weit über hundert wissenschaftlichen Publikationen und Mitglied in internationalen Kommissionen und Beiräten.

Prof. Schmahls preisgekrönte Arbeiten basieren auf der Idee, sogenannte Fresnelsche Zonenplatten mit Hilfe holographischer Techniken herzustellen. Die durch eine sol-

che Zonenplatte hindurchgehende Röntgenstrahlung wird gebeugt. Im Bereich des sichtbaren Lichts wirkt die Zonenplatte wie eine optische Linse und kann zum Beispiel in einem Röntgen-Mikroskop verwendet werden. Prof. Schmahls und Mitarbeiter sind bei der Herstellung von Zonenplatten inzwischen weltweit führend.

Nachdem Zonenplatten zur Verfügung standen, lag es nahe, auch ein Röntgenmikro-

skop zu entwickeln. Damit gelang Prof. Schmahls ein wissenschaftlicher Durchbruch. Auch auf dem Gebiet der Röntgenmikroskopie sind die Göttinger nicht nur die Pioniere, sondern die weltweit führende Arbeitsgruppe.

Höhepunkt der Veranstaltung war Prof. Schmahls Festvortrag über sein mit dem Preis ausgezeichnetes Forschungsgebiet "X-ray Microscopy".

Preisträger im Fach Medizin: Vielen Patienten schwierige Operationen erspart

Der Aachener Radiologe Prof. Dr. Rolf W. Günther ist Röntgenpreisträger der Universität Würzburg im Fach Medizin. Die Stifterin des mit 50 000 Mark dotierten Preises, Rosemarie Preh ("Dipl.-Ing. Walter Preh-Stiftung"), Bad Neustadt, benannte den zu den führenden Radiologen Europas und Amerikas zählenden Mediziner am 30. Juni bei einer Feierstunde in der Würzburger Residenz.

Die Festveranstaltung mit über 150 geladenen Gästen aus Universität, Wissenschaft und Industrie wurde mit einleitenden Worten von Prof. Dr. Klaus Wilms, Dekan der Medizinischen Fakultät, und Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem eröffnet. Der Vorstand des Instituts für Röntgen-

diagnostik, Prof. Dr. Dietbert Hahn, würdigte den Preisträger.

Rolf W. Günther studierte Medizin in Heidelberg und Wien. Seine Weiterbildung zum Arzt für Radiologie führte ihn von Heidelberg über Mainz 1984 auf den Lehrstuhl für Radiologische Diagnostik an der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen. Der Preisträger gehöre, so Prof. Hahn, zu den Mitbegründern und erfolgreichsten Vertretern der Radiologie, die sich nicht nur mit Röntgenuntersuchungen, sondern vor allem mit der Behandlung von Gefäßerkrankungen beschäftigen. Seine wissenschaftliche Phantasie und seine praktische Begabung hätten zu zahlreichen Erfindungen und Patenten geführt. Prof. Günther sei nicht nur Autor wissenschaftlicher Bücher, sondern auch Mitherausgeber einer großen Zahl von Fachzeitschriften in Europa.

Seine herausragende wissenschaftliche

Arbeit sei bereits mehrfach gewürdigt worden. Prof. Günthers Entwicklungen hätten den Patienten weit über das Fach Radiologie hinausgehend genutzt. Durch die Möglichkeit, Gefäßerkrankungen und Verengungen der Gallen- oder Harnwege mit Kathetern zu behandeln, seien vielen Patienten schwierige Operationen erspart geblieben. Prof. Günther habe radiologische Verfahren entwickelt, die völlig neue, patientenschonende Behandlungsmöglichkeiten eröffneten. Dazu gehören etwa Filtersysteme, die eine Abschwemmung von Blutgerinnseln aus den Beinen in die Lungen verhindern können.

Nach der Laudatio sprach der Preisträger im Festvortrag "Von der Diagnostik zur Therapie ohne Skalpell - Interventionelle Radiologie 100 Jahre nach Entdeckung der Röntgenstrahlen" über einen Schwerpunkt seiner Forschung.

Wilhelm Conrad Röntgen: Forscher und Mensch

*Gundolf Keil, Vortrag am 27. März
Vortragsreihe der Universität*

Ausgehend von der Dichotomie im Leben Röntgens, die sich in den Dokumentationslücken für die ersten 50 Jahre spiegelt und in der Belegdichte für die 28 Jahre nach der Hochfrequenzstrahlen-Entdeckung zum Ausdruck kommt, wird nach den Phänomenen von Kontinuität und Wandel gefragt, die sich für den Forscher im Zusammenhang mit den Ereignissen des Spätjahrs 1895 ergaben.

Dargestellt wird die Interaktion zwischen Entdecker und Umfeld, die sich einerseits in den Gelingensbedingungen für die Arbeiten spiegelt, andererseits bei multidimensionaler Sichtweise Wirkungsgeflechte aus

hemmenden wie fördernden Faktoren zutage treten läßt, deren Konstellation und Bedeutung 1896 jäh wechselt und danach noch wiederholtem Wandel unterworfen ist. Dabei läßt sich herausarbeiten, daß trotz multipler, anforderungsbedingter Varianten das Reaktionsmuster Röntgens in seinen Grundzügen unverändert bleibt und eine Persönlichkeitsstruktur hervortreten läßt, die bei aller empirisch-pragmatischen Intelligenz von invariablen Werthaltungen geprägt ist:

Tiefe christliche Religiosität exprimiert sich in hohem sittlichem Anspruch gegen sich selbst und manifestiert sich zugleich in ausgeprägtem Verantwortungsbewußtsein gegenüber Familie, Sippe und Volk. Bemerkenswert ist, daß Röntgen als Nationalkon-

servativer von einem Deutschlandbegriff ausgeht, der Niederländer und Flamen impliziert und bei hierarchisch-royalistischer Ausrichtung nur mühsam Akzeptanz (basis)demokratischer Entscheidungsprozesse findet; rassistische Vorstellungen lassen sich beobachten, bleiben indes sublim und spielen keine entscheidungsrelevante Rolle; gegenüber dem Sozialismus mit seinen vom Bolschewismus bis zur Sozialdemokratie auffächernden Erscheinungsformen bestehen keinerlei Berührungspunkte. Bemerkenswert ist des weiteren, daß Röntgen als Erforscher der Hochfrequenzstrahlung und Wegbereiter des Atomzeitalters charakteristischerweise dem Empirisch-Experimentellen verhaftet bleibt und entsprechend sich der neuen Weltansicht verweigert.

Echte oder gefälschte Kunst? Röntgenuntersuchungen helfen weiter

*Andreas Beck, Vortrag am 24. April
Vortragsreihe der Universität*

Bereits 1895 entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen, daß Bleifarben Röntgenstrahlen absorbieren. Damit war schon zur Urstunde der Röntgendiagnostik klar, daß insbesondere die metallischen Teile des Atom-Elementensystems den Röntgenstrahlen größeren Widerstand entgegensetzen als beispielsweise Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff, aus denen die Menschen zum größten Teil bestehen.

Diese Kenntnisse wurden unmittelbar nach Röntgen bereits im Jahr 1896 durch den Röntgenarzt W. König aufgegriffen. Einzelne Versuche von Röntgenuntersuchungen bei

Gemälden wurden bereits 1897 veröffentlicht. Die Möglichkeiten der Gemälderöntgendiagnostik untersuchte Dr. A. Faber im Jahr 1913 systematisch. Die Ergebnisse waren jedoch im anfänglichen euphorischen Stadium der Röntgenologie zu positivistisch, so daß sie in den 30er Jahren von ernstzunehmenden Forschern der Kunstwissenschaft als "Mumpitz und Gegenstück zum Wünschelrutening" bezeichnet wurden.

Erst im Verlauf der 30er und 40er Jahre gelang es, die Ergebnisse vorsichtig zu interpretieren und Überbewertungen zu vermeiden. Die Röntgendiagnostik war prinzipiell von ihren Anfängen im Jahre 1896 bis in die 60er Jahre unseres Jahrhunderts von denselben technischen, wenn auch weitest-

gehend verbesserten Voraussetzungen ausgegangen: Röhre, Objekt, Bildplatte waren hintereinandergeschaltet, so daß durch die Durchleuchtung des Objektes auf der Filmfolie eine mehr oder weniger in Graustufen sich abbildende Summationsstruktur zu erkennen war, die dann interpretiert werden mußte.

Seit der Einführung von Techniken wie der Computer-Tomographie, der digitalen Bildverarbeitung, der dreidimensionalen Bildrekonstruktionsmöglichkeiten sowie der Kernspin-Tomographie ist es möglich, das eingeschränkte Summationsbild auch in der zweiten und dritten Dimension aufleben zu lassen und es dem Betrachter somit außerordentlich anschaulich zu präsentieren. Dazu

werden große Datenmengen gebraucht, die, nach der Durchleuchtung des Objekts mit Gammaquanten, der Aufarbeitung und Weiterverarbeitung bedürfen.

Inwieweit die Techniken auch für die moderne Kernspin-Tomographie Eingang finden werden, ist noch offen: Es ist auch gelungen, Kunstgegenstände - insbesondere Holzfiguren - kernspintomographisch zu untersuchen, wobei hier das Röntgenprinzip der ionisierenden Strahlung verlassen wurde. Mit dieser Methode entstehen die Bilder letztendlich durch Darstellung von Wasserprotonen, die in großen Magnetfeldstärken zum Schwingen gebracht werden und je nach Gehalt verschiedene Resonanzen ergeben, die ebenfalls in Bildgebungen umgesetzt werden können. Einfach ist dies bei flüssigkeitshaltigen Strukturen wie dem menschlichen Körper, schwieriger wird es bei der Beurteilung von nahezu wasserlosen Strukturen. Außerdem verbieten sich sämtliche Metallgegenstände, die durch die große Feldstärke Schäden in den Objekten verursachen könnten.

Bei der experimentellen Methode wurden zur Untersuchung der Kunstwerke zunächst konventionelle Röntgengeräte mit einem Filmabstand von ungefähr einem Meter verwendet, wie sie in allen Röntgenabteilungen der Welt üblich sind. Mit neuen Methoden wurden dieselben Objekte an einem Computer-Tomographen der neuesten Bauart, einem Spiral-Computer-Tomographen, einer digitalen Lumineszenz-Radiographieeinheit sowie am Kernspin-Tomographen mit einer Feldstärke von 1,5 Tesla untersucht.

Dann wurden die Methoden auf ihren Aussagewert verglichen. Verwendet wurden bisher über 10 000 Objekte, hauptsächlich Bilder, Skulpturen Holz, Bronze, Stein und anderen Werkstoffen sowie Mumien, Ausgrabungsobjekte, Instrumente aus Holz und Metall, Porzellane und aus verschiedenen Materialien zusammengesetzte Objekte, wie Uhren und Möbelstücke.

Gemälde und Zeichnungen können technisch leicht untersucht werden. Meist liefert die konventionelle Röntgendiagnostik bereits genug Auskunft über Farbzusammensetzung oder Farbabsorption durch Röntgenstrahlen. So ist es leicht einsehbar, daß Stoffe wie Cadmium, Zinnober oder Blei durch ihre Positionierung im metallenen Elementbereich völlig anders absorbieren als beispielsweise nitratthaltige Farben, sogenannte Erdfarben, oder Kreidebasen. Noch unterschiedlicher ist das Verhalten von alten Farbelementen und neuen Polyacrylfarben, die sich röntgenologisch zumeist gar nicht abbilden lassen.

Somit ist es ohne weiteres möglich, den einzelnen Farben bestimmte Absorptionswerte zuzuordnen, die röntgenologisch auf der Leinwand leicht wiederzufinden sind. Beispielsweise sind weiße Strukturen, die makroskopisch gut erkennbar sind, auch röntgenologisch stark absorbierend. Wenn dies nicht der Fall ist, handelt es sich um modernere Farben oder gar Kreidegrundlagen, die beispielsweise in den früheren Jahrhunderten nicht verwendet wurden. Gold- und Silberauflagen, beispielsweise bei Ikonen, müssen radiologisch in jedem Fall als sehr gute "Kontrastmittel" zu erkennen sein. Falls dem nicht so ist, handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um spätere Auftragungen von Goldbronze oder Farbsurrogaten, die mit der alten Malerei nichts zu tun haben.

Neben der konventionellen Methode der Bilddurchleuchtung können auch computertomographische Meßmethoden herangezogen werden. Es ist möglich, feine, etwa einen Millimeter breite Schnittbilder durch die Farbschicht zu legen und den gesamten Malgrund nachzuweisen. Aufgrund von densitometrischen Messungen durch die Farbschicht kann sowohl der Maluntergrund (Holz, Papier, Kupfer, Keramik oder Leinwand) sehr leicht untersucht werden. Des weiteren sind Grundierungen, Unterzeichnungen oder die einzelnen, übereinanderliegenden Farbschichten leicht abzugrenzen. So können computertomographisch beispielsweise mehrere übereinanderliegende Farbschichten in einem eindeutigen Kurvenverlauf erkannt werden. Diese sogenannten Übermalungen ("Pentimenti" genannt, sog. "Reuezüge" des Malers) sind auch auf den Übersichtsaufnahmen in konventioneller Technik sehr gut zu sehen und stellen eine oft frappierende Diagnose dar.

Darüber hinaus kann im Übersichtsbild und im Computer-Tomogramm über Verleimungen, Doublierungen, Ersatz von Leinwandteilen, Reparaturen, Restaurierungen und die peripheren Merkmale beispielsweise des Rahmens, der Rahmenverzäpfung sowie auch der Nägel und der Leinwandverwahrung Auskunft gegeben werden. Oft hängt die Beurteilung von Bildern an Kleinigkeiten: Ein vermeintlicher Rembrandt, der zwar optisch so gut wie nicht von einer Fälschung unterschieden werden kann, ist beispielsweise leicht zu entlarven, wenn die Leinwandstrukturen auf einer mechanischen Webmaschine des 19. oder 20. Jahrhunderts hergestellt wurden.

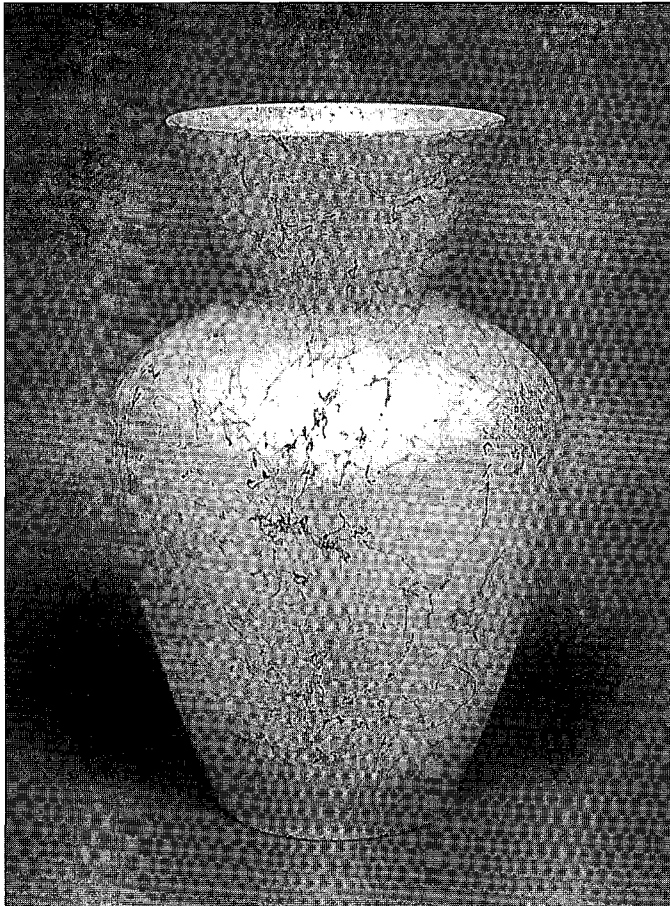
Besonders gut eignet sich die röntgenologische Darstellung bei figürlichen Kunstwerken. Mittels der Computer-Tomographie

können zerstörungsfreie Schnittbilder jeder beliebigen Größe durch eine Figur gelegt und somit ein Querschnitt durch das Holz dargestellt werden, der dendrochronologisch weiter geklärt werden kann. Die zerstörungsfreien CT-Bilder sind von einer qualitativ hochwertigen Art, so daß es jederzeit möglich ist, aus dem Bild sowohl Holzart, Alter, Herkunft und Erhaltungsgrad zu erkennen. Diese Methode wurde bis dato meist durch Holzstanzen mittels Hohnadeln oder gar durch ein abgesägtes kleines Teil aus dem Kunstwerk (!) diagnostiziert.

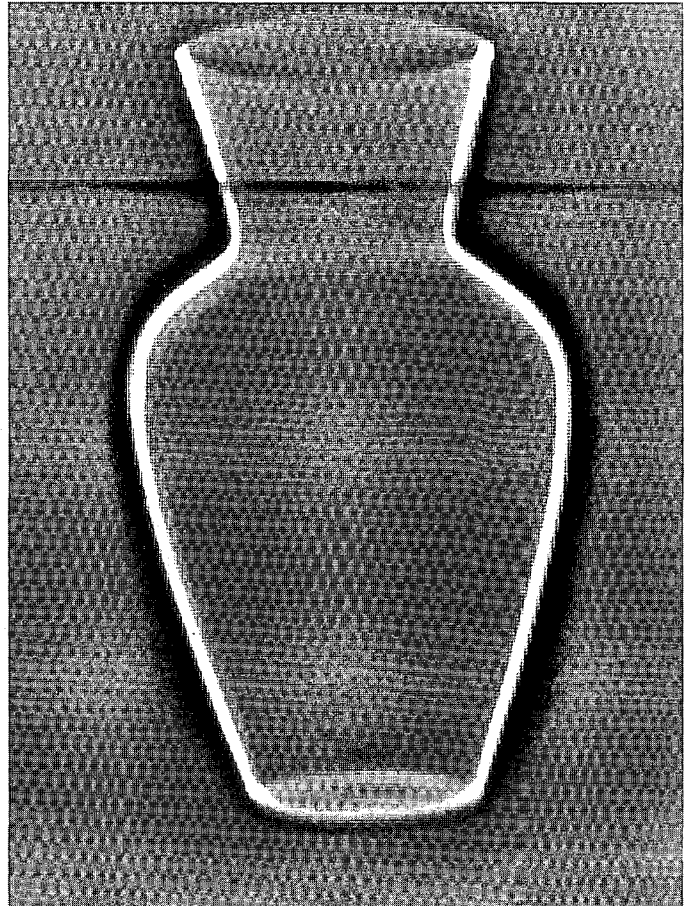
Zur Untersuchung des Holzes ist im CT-Bild auch die Fassung (Farbauftrag) leicht zu beurteilen, meist liegen mehrere derartige Fassungen bei alten Figuren vor, so daß auch für die Restauration von übereinanderliegenden Farbschichten wichtige Diagnosen erstellt werden können. So ist es nicht unerheblich zu wissen, welche weiteren Farbgebungen unter der modernen Fassung beispielsweise einer alten Figur liegen oder ob sich die Restauration nicht lohnt. Zu dieser Diagnostik können weitere Informationen über Reparaturen, Kittungen, Einbringung von Nägeln und Metallzwingen, deren Alter oft durch den Aspekt bereits klassifiziert werden kann, erstellt werden, insbesondere dann, wenn diese Metallstrukturen dem betrachtenden Auge unter einer dicken Farbschicht völlig verborgen bleiben.

Bei Glas und Porzellanstrukturen verhalten sich die Diagnosen analog zu den Holzobjekten. Auch hier ist es leicht möglich, die computertomographischen Kriterien für altes Glas aufzustellen: Beispielsweise sind insbesondere antike römische Gläser in der Regel von kleinen bis kleinsten Luft einschüssen begleitet, die als Binnenstrukturen im Computer-Tomogramm leicht festzustellen sind. Moderne Fälschungen haben dieses Kriterium nicht. Zudem können Gläser durch die computertomographischen Meßmethoden, auch wenn es sich nur um Fragmente handelt, virtuell ergänzt werden, so daß das gesamte Kunstwerk beurteilt werden kann. Des weiteren lassen sich auch die Innenraumstrukturen von Gläsern und Töpfen leicht vermessen.

Als mögliches Fälschkriterium könnte hier beispielsweise die Darstellung eines antiken Tongefäßes verwendet werden, dessen Innenmaße in allen Meßebenen elf Millimeter betragen, dessen Binnenstrukturen vollständig regelmäßig sind und somit niemals von einer römischen Töpferscheibe handgemacht stammen können. Für die Bemalungen auf Gläsern und Tongegenständen gelten die gleichen Kriterien wie für die Gemäldemalerei. Binnenstrukturanalysen von



Echt oder falsch? Eine angeblich römische Vase aus einem Antiquitätengeschäft in Italien, scheinbar aus einer neuen Ausgrabung stammend. Aber handelt es sich bei der weiß-grauen glasierten Tonarbeit wirklich um eine Vase aus dem 1. Jahrhundert nach Christus?

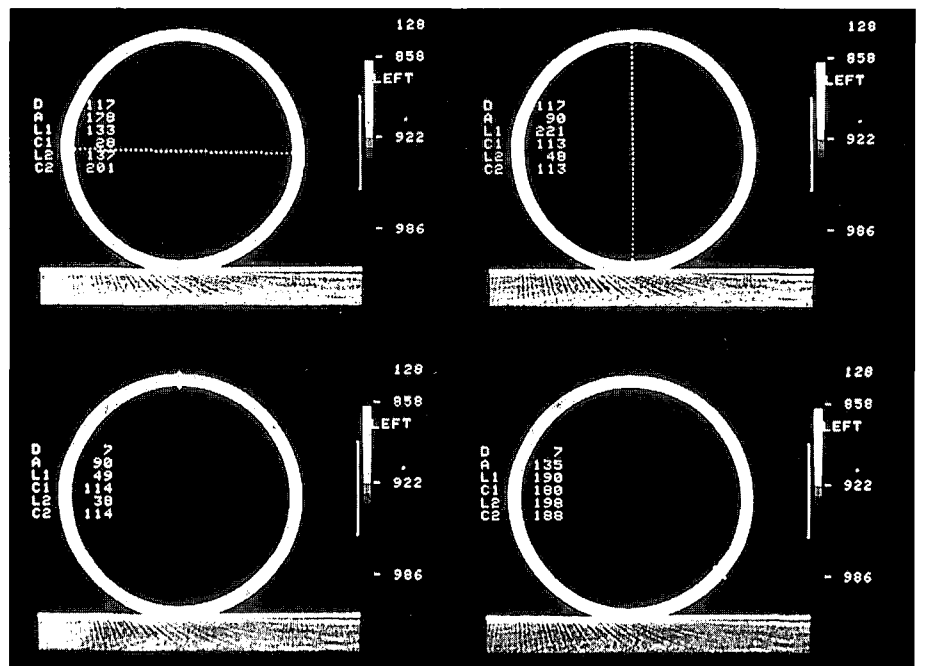


Röntgenübersicht der angeblich römischen Vase: In allen Abschnitten ihrer Wandung zeigen sich gleiche Strukturen. Änderungen der Binnenstruktur des Tons, wie sie bei Handarbeiten üblich wären, sind nicht auszumachen: Es bestehen Zweifel an der Handarbeit.

Steinskulpturen sowie Bronzeskulpturen sind ebenfalls röntgenologisch leicht durchführbar.

Weitere leicht durchzuführende Röntgenmethoden finden sich auch bei der Beurteilung von antiken Kunstgegenständen, beispielsweise Mumien, die zerstörungsfrei ohne die Eröffnung des Sarkophages bzw. die Wegnahme des Wickelmaterials dargestellt werden können. So ist es mit der neuen 3D-Methode im Computer-Tomogramm mittels verschiedener Schwellenwerte, die von vorneherein festgelegt werden, möglich geworden, einen geschlossenen Sarkophag aus ägyptischer Provenienz derart zu untersuchen, daß beispielsweise Haut, Muskulatur, Augen und sogar Fingernägel dargestellt werden können, ohne das Kunstwerk auch nur im entferntesten zu berühren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Röntgendiagnostik eine außerordentlich effektive, zweifelsfreie und billige Methode ist, Kunstwerke zu untersuchen und auf ihren Echtheitsgrad zu prüfen. Wichtig ist dabei, den kunstwissenschaftlichen Kontext nicht aus den Augen zu verlieren



Computertomographische Messung der angeblich römischen Vase: Ihre Innenmaße sind in allen Abschnitten genau elf Millimeter, der Ton ist in allen Teilen sieben Millimeter dick - für eine Handarbeit aus antiker Zeit nicht möglich. Bei der "römischen" Vase handelt es sich um eine Fälschung maschineller Machart aus neuester Zeit mit künstlich gealterter Oberfläche.

und die Ergebnisse mit Kunstwissenschaftlern zu besprechen. Die Röntgenkriterien, die an die einzelnen Kunstwerke herangetragen werden, sind solide, wobei es in der Tat nicht möglich ist, in allen Fällen den Sachverhalt Original/Fälschung zu klären. Häufig sind es nur kleine Mosaiksteine, die ein vermeintlich echtes Kunstwerk rasch "abstürzen" lassen.

Die Diagnostik von Kunstgegenständen

hat in der Regel auch Konsequenzen für die "Therapie" von Objekten, da der Zustandsbefund, der Zerstörungsgrad durch Parasiten oder Materialuntergang eines Kunstwerkes festgestellt werden kann und somit der Restaurierung eine wertvolle Hilfe ist. Das Röntgenbild eines Kunstgegenstandes hält in jedem Fall Informationen bereit, die nach sorgfältiger Analyse unter Einbeziehung sämtlicher Details um den abgebildeten Ge-

genstand zusammen ein harmonisches Ganzes ergeben müssen. Falls unüberwindbare Differenzen aufgrund des Röntgenbildes auftauchen, die nicht mit dem Kunstobjekt in Einklang zu bringen sind, handelt es sich nach unseren Erfahrungen in allen Fällen um problematische, teils überarbeitete, restaurierte, umfunktionierte, künstlerisch weitergeführte oder schlicht gefälschte Gegenstände.

Von Röntgens Entdeckung zur modernen Computertomographie

*Dietbert Hahn, Vortrag am 29. Mai
Vortragsreihe der Universität*

Durch Verkalkungen, Einengungen und Verschlüsse von Schlagadern bedingte Durchblutungsstörungen stellen heute eine der häufigsten Erkrankungen dar. Aufgabe des Radiologen ist nicht mehr allein die Darstellung der erkrankten Gefäße, sondern auch die Behandlung solcher Durchblutungsstörungen mit Hilfe von Gefäßaufdehnungen und Einsätzen von Gefäßprothesen. Durch den Fortschritt der Röntgendiagnostik bleiben daher vielen gefäßkranken Patienten Operationen erspart.

Die Nachricht von der Entdeckung der Röntgenstrahlen verbreitete sich damals wie ein Lauffeuer um die ganze Welt. Schon wenige Wochen später wurden an vielen Orten Röntgenaufnahmen durchgeführt. Aus den vielfältigen Entwicklungen und Fortschritten auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik sollen einige Meilensteine besondere Erwähnung finden.

In der Frühzeit der Röntgendiagnostik wurde vor allem das Skelett untersucht. Vor der Entdeckung der Röntgenstrahlen wurden zum Beispiel Knochenbrüche durch Prüfen der abnormen Beweglichkeit eines Armes oder eines Beines diagnostiziert - für die Patienten ein sehr schmerzhaftes Verfahren. Mit Röntgenaufnahmen dagegen konnten erstmals Knochenbrüche und Fehlbildungen ohne schmerzhaften Eingriff oder Operati-

on gesichert werden. Die Lungentuberkulose war zur Zeit Röntgens eine Volksseuche, die viele Todesopfer forderte. Die Einführung der Röntgenreihenuntersuchung der Lungen ermöglichte erstmals eine gezielte Behandlung der Lungentuberkulose in einem frühen Stadium sowie eine regelmäßige Nachsorge der Erkrankten und Vorsorgeuntersuchung für Kontaktpersonen.

Die Einführung der Röntgendiagnostik der Lungen war im wesentlichen verantwortlich für die Eindämmung dieser Volksseuche. Bei Erkrankungen der Knochen und der Lungen kann die Röntgendiagnostik derzeit durch kein anderes Verfahren ersetzt werden. Röntgenaufnahmen der Knochen und der Lungen werden heute mit einer wesentlich verbesserten Technik und einer sehr geringeren Strahlendosis durchgeführt. Während zur Zeit Röntgens die Röntgenstrahlen direkt einen speziellen Film belichteten, wurde bereits sehr früh die Bedeutung der Verstärkung des Bildeffektes durch fluoreszierende Stoffe, sogenannte Verstärkungsfolien, erkannt und erstmals durch Angelo Battelli und Georgio Antonio Garbasso eingesetzt.

Der Röntgenfilm wurde dadurch nicht mehr von den Röntgenstrahlen geschwärzt, sondern durch Licht, das in den Verstärkungsfolien erzeugt wurde. Die Weiterentwicklung dieser hochauflösenden Film-Folien-Systeme hat zu einer eindrucksvollen Verbesserung der Bildqualität bei gleichzeitiger Verringerung der notwendigen Strah-

lendosis geführt. Moderne Film-Folien-Systeme mit seltenen Erden benötigen im Schnitt nur noch 10 Prozent der Dosis im Vergleich zu Röntgenaufnahmen um 1960.

Einen wesentlichen Fortschritt für den Einsatz der Röntgenstrahlen in der Medizin stellte die Einführung der Gefäßuntersuchung dar. Die Hirngefäße eines lebenden Menschen wurden erstmals 1927 von dem portugiesischen Arzt Edgar Moniz dargestellt. Bereit zwei Jahre später führte Reynaldo dos Santos, ebenfalls ein Portugiese, die erste Kontrastmitteldarstellung der Bauchschlagader und ihrer großen Gefäßäste durch. Die Gefäßdarstellung wurde in den folgenden Jahrzehnten vorwiegend von der Verbesserung der Röntgenkontrastmittel und der Einführung der Kathetertechnik, bei der ein sehr dünner Plastikkatheter in die Schlagader eingeführt wurde, bestimmt.

Diese Entwicklung wurde durch eine spezielle Punktionstechnik der Beinschlagader ermöglicht, die der schwedische Radiologe Sven Ivar Seldinger 1952 entwickelte. Dafür erhielt er im Röntgenjahr die Röntgenmedaille der Stadt Würzburg. Die Weiterentwicklung der Computertechnik und Datenverarbeitung führte Ende der siebziger Jahre zu einem Wandel der Gefäßdarstellung, die nach ihrem Grundprinzip heute als digitale Subtraktionsangiographie bezeichnet wird.

Dabei wird aus zwei digitalen Röntgenbildern der selben Region - eines ohne, das andere mit Kontrastmittelfüllung der Gefä-

ße - mit Hilfe von Computern ein Subtraktionsbild erstellt. Überlagernde Strukturen wie Darmschlingen oder Knochen können dann elektronisch aus dem Bild entfernt werden, so daß die Gefäße überlagerungsfrei und besser beurteilbar zu sehen sind. Dieses Verfahren hat die normale Röntgengefäßdarstellung mittlerweile vollständig abgelöst. Diese hochauflösenden, digitalen Gefäßdarstellungen können in allen Regionen des menschlichen Körpers zur Diagnostik von Gefäßerkrankungen eingesetzt werden - von den Hirn- über die Herzkranzgefäße bis zu den Beinschlagadern.

Ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung des Einsatzes von Röntgenstrahlen stellte die Einführung des Schichtverfahrens, der Tomographie, dar, die bereits 1922 von Bocage beschrieben wurde. Dabei werden die Röntgenröhre und der Röntgenfilm um einen festgelegten Drehpunkt bewegt, so daß lediglich die Teile des menschlichen Körpers scharf abgebildet werden, die sich exakt im Drehpunkt zwischen Röhre und Film befinden. Durch die Weiterentwicklung dieser Schichttechnik gelang es, relativ überlagerungsfreie Schnittbilder einzelner Körperregionen zu erzeugen, die jedoch auf eine Ebene des menschlichen Körpers begrenzt waren. Ende der fünfziger Jahre wurde durch Arbeiten von Dabreuel, Rosenthal und Gebauer mit der Einführung der transversalen Tomographie, das heißt Schichtbildern senkrecht zur Körperlängsachse, eine Entwicklung eingeleitet, die zu einem fast vollständigen Wandel der Röntgendiagnostik führte.

Dieses Verfahren, das heute als Computertomographie bezeichnet wird, stellt mit Abstand die wichtigste Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik dar. Die neue Technik wurde 1972 von Sir Godfrey Newbold Hounsfield in die klinische Radiologie eingeführt. Erst die Entwicklung entsprechender Computer- und Datenverarbeitungssysteme hat diese digitalen Bilder ermöglicht. Die Computertomographie stellt das erste röntgendiagnostische Schnittbildverfahren dar, das überlagerungsfreie Schnittbilder des Menschen in einer transversalen Schichtebene erzeugte.

Die Computertomographie hat sich in den vergangenen 23 Jahren stürmisch entwickelt. Während in den ersten Jahren eine Schicht durch den Körper noch mehrere Minuten dauerte, können heute Aufnahmen im Millisekundenbereich erzeugt werden. Die Verbesserung der computertomographischen Technik erlaubt heute eine Erfassung selbst kleinster Kontrastunterschiede in den verschiedenen Organen und erreicht eine räum-

liche Auflösung unter einem Millimeter. Dieses Verfahren erlaubte zugleich zum ersten Mal eine direkte Messung der Dichte von verschiedenen Geweben, wie der Leber, der Milz, der Bauchspeicheldrüse und der Nieren.

Durch Messung und Vergleich der Dichte einzelner Organstrukturen konnten erstmals Geschwülste in Weichteilorganen sowie Stoffwechselerkrankungen einzelner Organe direkt nachgewiesen werden. Durch zusätzliche Gabe von Kontrastmitteln kann die Gewebedichte erhöht werden und damit ein besserer Kontrast zwischen erkranktem und gesundem Gewebe erreicht werden. Durch die Einführung der Computertomographie in die klinische Radiologie sind mittlerweile viele eingreifende Untersuchungsverfahren ersetzt worden. Eine Vielzahl von Erkrankungen konnte überhaupt erst durch den Einsatz der Computertomographie sicher diagnostiziert werden. Dazu gehören vor allem bösartige Geschwülste im Bereich des Gehirns und des Rückenmarks.

Die Computertomographie ist bei vielen schweren Erkrankungen heute das wichtigste diagnostische Verfahren in der Radiologie, etwa bei Unfallverletzten oder im Rahmen der Nachsorge von Tumorpatienten. Die Einführung moderner Computertomographen mit einer Bilderzeugung im Millisekundenbereich ermöglicht eine dreidimensionale Darstellung fast aller Körperregionen und durch Anwendung bestimmter Rechenprozesse eine dreidimensionale Darstellung der Gefäße im Bereich des Brust- und Bauchraumes. Diese sogenannte Computerangiographie ist heute bereits in der Lage, die bisher übliche Gefäßdarstellung über einen Katheter in der Schlagader teilweise zu ersetzen.

Als weiteres modernes, nichtinvasives Verfahren zur Untersuchung der Gefäße stehen heute verschiedene Ultraschallverfahren zur Verfügung, die ebenfalls in der Lage sind, Gefäßerkrankungen in vielen Regionen des menschlichen Körpers darzustellen und somit eine invasive Kontrastmitteldarstellung von Gefäßen zu ersetzen.

Nach der stürmischen Entwicklung der Röntgendiagnostik in den vergangenen 25 Jahren steht seit Ende der siebziger Jahre ein neues Schnittbildverfahren im Blickpunkt der radiologischen Diagnostik, das erstmals ohne Röntgenstrahlen arbeitet: die Kernspintomographie. Die Patienten werden dabei in einem großen, sehr starken Magnetfeld untersucht. Durch Anlegen und kurzzeitiges Einschalten eines zweiten Magnetfeldes können sehr schwache Signale aus dem menschlichen Körper mit einem Antennensystem

aufgefangen werden, aus dem mit Hilfe von Computern Schnittbilder des Körpers erzeugt werden.

Dieses neue Verfahren ist der Computertomographie in der Beurteilung von gesundem und krankem Gewebe in vielen Bereichen überlegen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß diese Bilder in allen Ebenen des Körpers - Längsachse, Querschnitt oder Schrägprojektion - durchgeführt werden können. Zusätzlich erlaubt die Kernspintomographie eine exakte Darstellung von Gefäßerkrankungen im Gehirn, dem Brust- und Bauchraum ohne die Einspritzung von Kontrastmitteln. Da dieses Verfahren keine Röntgenstrahlung benötigt, bietet es sich besonders für die Untersuchung von Kindern und Schwangeren an.

Entzündliche Erkrankungen des Gehirns und des Rückenmarks, wie die Multiple Sklerose, konnten erst mit diesem Verfahren sicher nachgewiesen und der Verlauf der Erkrankung und der Behandlung beurteilt werden. Die Kernspintomographie wird in den kommenden Jahren in vielen Bereichen bisher übliche Röntgenuntersuchungen und auch computertomographische Untersuchungen ablösen. Damit kann das Strahlenrisiko für den Patienten, vor allem wenn er häufiger untersucht werden muß, deutlicher gesenkt werden.

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen durch den Physiker Wilhelm Conrad Röntgen wurde 1901 mit dem ersten Nobelpreis für Physik gewürdigt. Die mit Abstand weiteste Verbreitung haben die Röntgenstrahlen in der medizinischen Anwendung gefunden. Die Entwicklung der Computertomographie durch den Physiker Godfrey Newbold Hounsfield hat zu einer fast vollständigen Neuorientierung der radiologischen Diagnostik geführt. Hounsfield erhielt für seine Entdeckung 1975 den Nobelpreis für Medizin.

Röntgenstrahlen werden auch weiterhin eine bedeutende Rolle in der Diagnostik von Erkrankungen vor allem im Bereich der Lunge und der Knochen besitzen. Die modernen Schnittbildverfahren in der Radiologie wie Ultraschall, Computertomographie und Kernspintomographie haben dazu geführt, daß die Erkennung von Erkrankungen für den Patienten schonender, schneller und sicherer geworden ist.

Röntgens Bedeutung für die Anthropologie

*Olav Röhrer-Ertl, Vortrag am 26. Juni
Vortragsreihe der Universität*

Das erste Röntgenbild eines Orang-Utan-Schädels wurde im Jahr 1903 veröffentlicht. Seitdem zählt die Röntgenologie auch in der Anthropologie zu den wichtigsten Methoden. Dabei werden mit ihr nicht nur Bereiche wie Evolutionsforschung oder die Identifikation von Skeletten mit historischen Personen (zum Beispiel der Heilige Emmeram aus Regensburg oder der Heilige Willibald aus Eichstätt) bearbeitet.

So stellt sich dem Anthropologen zum Beispiel auch die Frage, wie weit die Ethno- oder Volksmedizin in vorindustriellen Gesellschaften eine Krankenversorgung sichern konnte beziehungsweise heute noch kann. Und das berührt dann den seit Jahren in den Massenmedien geführten Streit "Natur"-Medizin kontra "Schul"-Medizin. Wird dieses Problem von der Ethnologie bearbeitet, untersuchen Teams aus Völkerkundlern, Ärzten und Pharmazeuten heute noch lebende Stammesgesellschaften. Dabei wurden als

unbeabsichtigtes Nebenprodukt eine Vielzahl von neuen pflanzlichen Wirkstoffen gefunden und analysiert, die zum Teil bereits in handelsüblichen Medikamenten auf dem Markt sind. Das erscheint so in Mitteleuropa nicht durchführbar.

Denn hier liegen - vor allem aus älteren Zeiten - lediglich Gräberserien zur Untersuchung vor. Werden diese nun auch röntgenologisch untersucht, finden sich regelmäßig am Knochen manifestierte Krankheitsbefunde. Deren statistische Werte zeigen sich



Abb 1a: Aufsicht auf die Schaftmitte von linkem Schien- und Wadenbein eines etwa 30- bis 40jährigen Mannes Kü-Br. 60/82. Gute Verheilung eines glatten Bruches bei optimaler Einrichtung der Knochen. Gegenüber dem rechten Bein ist keine Verkürzung feststellbar. Die volle Funktionsfähigkeit des linken Unterschenkels wurde wieder hergestellt.

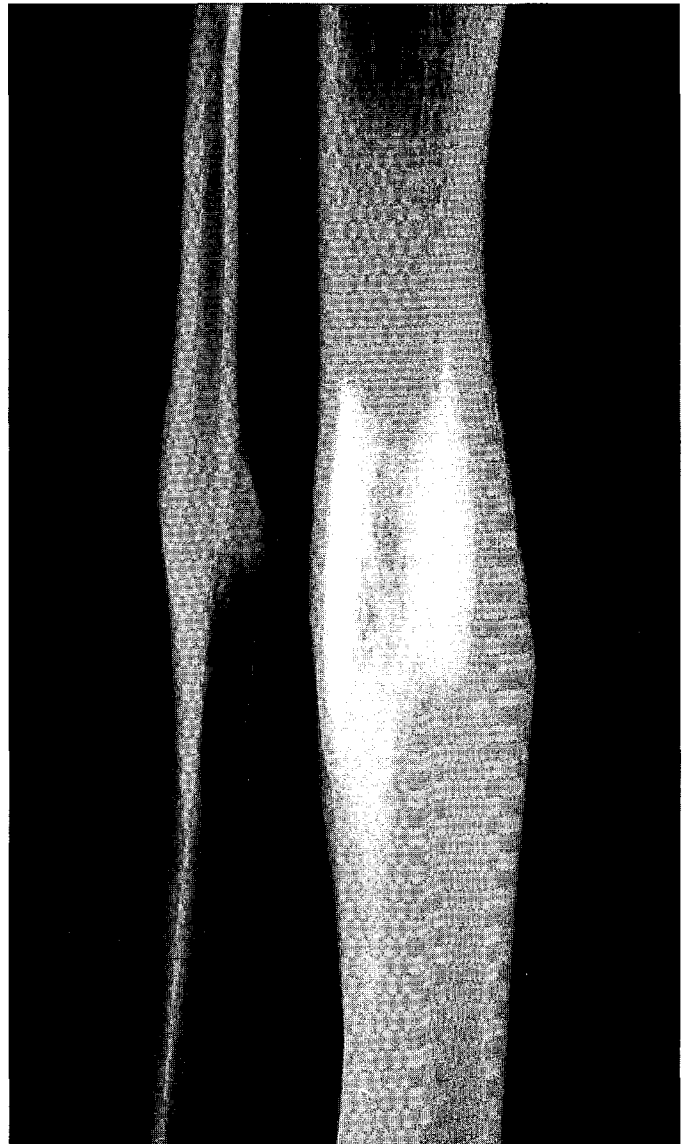


Abb. 1b: Röntgenbild in gleicher Orientierung. Fotos: Dörte Schulzebeer



Abb. 2a (links): Aufsicht auf den inneren Knöchel von linkem Schienbein des etwa 30- bis 40jährigen Mannes Kü-Br 34b/81-I. Obwohl er durch die Neubildung von Knochengewebe in der Bruchzone deutlich vergrößert erscheint, ist durch die hervorragende Einrichtung des gebrochenen inneren Knöchels die volle Funktionsfähigkeit des Sprunggelenkes so gut wie wieder erreicht worden.

Abb. 2b (oben): Röntgenbild in gleicher Orientierung. Fotos: Dörte Schulzebeer

insgesamt als überraschend stabil im Lauf der Zeit und im Verhältnis zu bestimmten modernen Daten.

Ins Auge fallen infektiöse und sogenannte degenerative Veränderungen an den Gelenken der Extremitäten und der Wirbelsäule. Es handelt sich dabei also um Krankheitsbilder des "rheumatologischen Feldes", welche sich dann nur zum Teil eindeutig diagnostizieren lassen. Die gefundenen statistischen Verhältnisse entsprechen im großen und ganzen weitgehend den heutigen - und das auch in ihren Schweregraden. Dabei ist allerdings noch immer eine Fehlerbreite zu berücksichtigen, welche aber mit jeder neu bearbeiteten Serie geringer wird.

Inzwischen ist auch eine Vielzahl scharfer und stumpfer Knochenverletzungen bekannt, die als Unfall- oder Kriegsfolgen anzusprechen sind. Sie sind teilweise so hervorragend behandelt worden, daß es auch ein moderner Chirurg kaum besser machen könnte. Dabei muß aber festgehalten werden, daß dies nicht nur einfache Fälle, etwa an der Schaftmitte von Schien- und Wadenbeinen betrifft (Abb. 1), sondern auch kompliziert zu behandelnde Brüche - zum

Beispiel Malleolous-Frakturen (Bruch des inneren Knöchels, Abb. 2). Lediglich dann, wenn bei Stauchungsbrüchen (Kompressionsfrakturen) - speziell im Bereich von Gelenkenden - der Knochen großräumig klein zersplitterte, konnte die Volksmedizin den ursprünglichen Zustand selten vollständig wiederherstellen (Abb. 3). Allerdings sind völlig gebrauchsunfähig gewordene Glieder selten gefunden worden.

Die "praechirurgischen" Fähigkeiten der Volksmedizin in der Bruch- und Wundbehandlung müssen demnach als denen der modernen Chirurgie in weiten Bereichen als nur wenig nachstehend bezeichnet werden. Dazu kam und kommt in der Volksmedizin der Vorteil, daß die Eingriffe prinzipiell weniger schwer waren und sind als in der modernen Chirurgie. Es fehlen ihr dazu ja auch die Möglichkeiten. Dem stand und steht als Nachteil gegenüber, daß in der Volksmedizin eine Schmerztherapie bestenfalls nur unvollkommen ausgebildet wurde, falls sich einschlägige Hinweise bestätigen sollten.

Sodann gibt es als weitere Gruppe auch statistisch auswertbare Befunde unter anderem zu verschiedenen Krebsarten, Anämien

oder Krampfadern, welche sich entweder als reguläre Haupt- oder Nebenfunde darstellen. Von daher lassen sich auf dem Wege des Vergleichs mit seit dem 19. Jahrhundert gut beschriebenen vorindustriellen Gruppen Rückschlüsse auf eine ganze Reihe direkt nicht am Skelett diagnostizierbarer Krankheiten ziehen.

Bis jetzt wurde noch kein auffällender Unterschied zwischen den Frequenzen im Auftreten so erfaßbarer Krankheitsgruppen bei prähistorischen mitteleuropäischen Serien und vorindustriellen, heute noch existierenden Gruppen außerhalb Europas gefunden. Im Falle von Krankheiten des "rheumatologischen Feldes" oder auch bestimmten Krebsarten war auch kein Unterschied zu heute feststellbar, faßt man jeweils alle Daten zusammen. Zwischen Einzelserien - hier wird der Beleg von Verwandtschaft normalerweise zu führen sein - können hier wie dort durchaus größere Unterschiede auftreten. Von daher wird also eine erbliche Veranlagung für den leichteren Erwerb solcher Krankheiten unabhängig belegt.

Führt man alle bislang erarbeiteten Daten zusammen, zeigt sich die "Volks"-Medizin

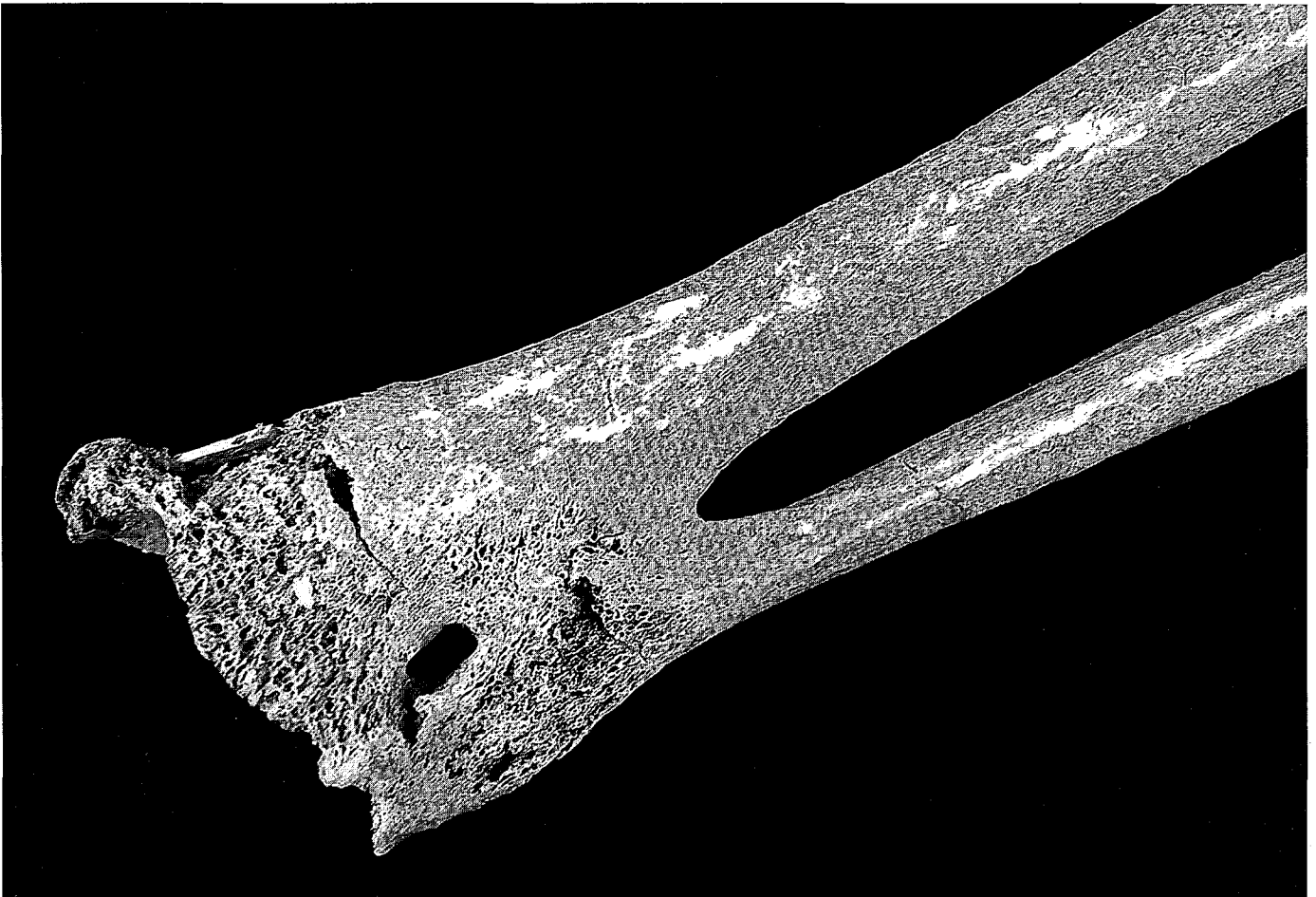


Abb. 3a: Aufsicht auf einen verheilten Stauchungs- und Trümmerbruch im Bereich über dem Sprunggelenk von linkem Schien- und Wadenbein. Als Folge der (unter diesen Bedingungen ausgezeichneten) Bruchbehandlung durch Schienen, Strecken und Ruhigstellen des Beines treten erkennbare Bewegungseinschränkungen auf. Diese sollten aber im täglichen Leben keine besonders ernsthaften Behinderungen verursacht haben, da das Sprunggelenk voll funktionsfähig blieb beziehungsweise wieder wurde, obwohl hier Schien- und Wadenbein sekundär miteinander verschmolzen sind. Eine Verkürzung gegenüber dem anderen Bein wird nicht nachweisbar.



Abb. 3b: Röntgenbild in gleicher Orientierung. Fotos: Dörte Schulzebeer

der "Schul"-Medizin zum Beispiel auf dem der inneren dann als nur wenig nachstehend, wird frühzeitig die richtige Diagnose gestellt. Aus unserer Sicht kommt dabei vorzugsweise die Kräutermedizin zum Tragen. (Deren Wirkstoffe finden bekanntlich in modernen Medikamenten Anwendung.) Auf dem Vorsorgesektor - zum Beispiel Schutzimpfungen - und in der Behandlung bereits ausgebrochener Infektionskrankheiten steht die "Schul"-Medizin ohne Alternative dar. Ebenso steht es mit der Chirurgie und fast allen Spezialgebieten.

Allein im Bereich von Psychologie und Psychiatrie sollte es Gebiete geben, in welchen die Volksmedizin der unseren überlegen sein könnte. Dies gilt insbesondere für Krankheiten, welche durch sogenannte psychische Blockierungen verursacht und deren Heilung gern als "Wunder" bezeichnet wird. Das wird damit begründet, daß in Stammesgesellschaften Arzt und Patient prinzipiell gleiche Anschauungen durch ihre sehr viel weiter eingrenzende Kultur haben. Eine Autosuggestion etwa kann unter sol-

chen Umständen vom Medizinmann sehr viel einfacher eingang gesetzt werden, als es in unserer Kultur möglich erscheint. Muß hier doch jeder Fall individuell und somit anders behandelt werden.

Der wesentlichste Vorteil der damit sehr zu Unrecht verschrieenen "Schul"-Medizin scheint so betrachtet der zu sein, daß ihre Diagnosemöglichkeiten in einem Maße erweitert und verfeinert wurden, das vor 100 Jahren völlig undenkbar schien. Denn insbesondere in der Medizin gilt ja doch die Volksweisheit: "Gefahr erkannt - Gefahr gebannt". Und daran ist Röntgen nicht unwesentlich beteiligt.

Röntgens Entdeckung und die moderne Physik

*Gottfried Landwehr, Vortrag am 24. Juli
Vortragsreihe der Universität*

Wilhelm Conrad Röntgen machte seine berühmte Entdeckung am 8. November 1895 im Physikalischen Institut der Universität Würzburg am damaligen Pleicherring. Innerhalb von sechs Wochen studierte er mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln die neue Erscheinung außerordentlich gründlich. In den folgenden 17 Jahren wurden zwar einige neue Erkenntnisse gewonnen, der Charakter der Strahlung blieb aber bis 1912 ungeklärt.

In diesem Zeitraum trugen die Röntgenstrahlen kaum zum Fortschritt in der Physik bei. Erst als Friedrich, vonLaue und Knipping an der Universität München im Jahre 1912 entdeckten, daß Röntgenstrahlen an Kristallen gebeugt werden, war der Wellencharakter der Röntgenstrahlung und gleichzeitig der Aufbau der Materie aus Atomen bewiesen. Von diesem Zeitpunkt an entwickelte sich die Röntgenstrahlung zu einem wichtigen Hilfsmittel der Physik, das wesentlich dazu beitrug, die Geheimnisse des Atombaus zu enträtseln.

Dagegen war die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Medizin sofort nach der Entdeckung für jedermann zu erkennen. 1897 wurden bereits mehr als 500 wissenschaftliche Arbeiten publiziert. Die Bildgebung für medizinische Zwecke war möglich, ohne die physikalische Natur der Röntgenstrahlen zu kennen. Auch die zerstörungsfreie Materialprüfung mit Röntgenstrahlen war sofort möglich. Es ist wenig bekannt, daß Röntgen unmittelbar nach seiner Entdeckung sein Jagdgewehr durchleuchtete. Die Kopie einer Aufnahme, die er eigenhändig beschriftet hat, ist in der Abbildung zu sehen.

An dem großen Zeitraum zwischen der Entdeckung der X-Strahlen - wie Röntgen sie wegen ihrer unbekanntem Natur nannte - und ihrer zweifelsfreien Deutung, erkennt man die Größe von Röntgens Entdeckung. Um diese zu würdigen, erscheint es sinnvoll, sich das wissenschaftliche Umfeld vor Augen zu führen. 1895 hatte die Physik einen gewissen Abschluß erreicht. Die Thermodynamik hatte sich als sehr leistungsfähige Methode erwiesen, um physikalische Phänome-

ne zu beschreiben. Das sichtbare Licht war als Spezialfall elektromagnetischer Strahlung erkannt.

Die Erscheinungen des Elektromagnetismus wurden durch eine umfassende Theorie des Engländers James Clark Maxwell beschrieben, die Vorhersagen seiner Theorie waren 1887 durch Heinrich Hertz in Karlsruhe glänzend bestätigt worden. Allerdings war die Leitung des elektrischen Stromes durch Metalle und Elektrolyte, das sind wässrige Lösungen gewisser Salze, nicht zufriedenstellend verstanden. Das galt erst recht für die Elektrizitätsleitung in verdünnten Gasen, die viele Forscher seit Mitte des 19. Jahrhunderts studierten. Wenn man in einem mit Metallelektroden versehenem gasgefüllten Glasgefäß den Druck reduzierte und eine hinreichend große elektrische Spannung anlegte, waren Leuchterscheinungen zu beobachten, die mit abnehmendem Druck schließlich verschwanden. Es entstanden eng eingeschnürte, schwach leuchtende Strahlen, die man Kathodenstrahlen nannte und die beim Auftreffen auf die verwendeten Glasgefäße einen leuchtenden Fleck erzeugten.

Der Erforschung der Kathodenstrahlen widmeten sich Gelehrte in England, Frankreich und Deutschland. Heinrich Hertz und seinem Assistenten Philip Lenard war es gelungen, die Kathodenstrahlen aus einem evakuierten Glasgefäß durch Verwendung eines dünnen Fensters aus Aluminiumfolie herauszuholen. Über die Natur der Kathodenstrahlen herrschte Uneinigkeit. Während die englischen Forscher - der prominenteste war J.J. Thompson - die Kathodenstrahlen für eine Korpuskularstrahlung hielten, war Hertz der Meinung, daß es sich um eine elektromagnetische Welle handelte oder, wie man damals sagte, um eine Ätherschwingung.

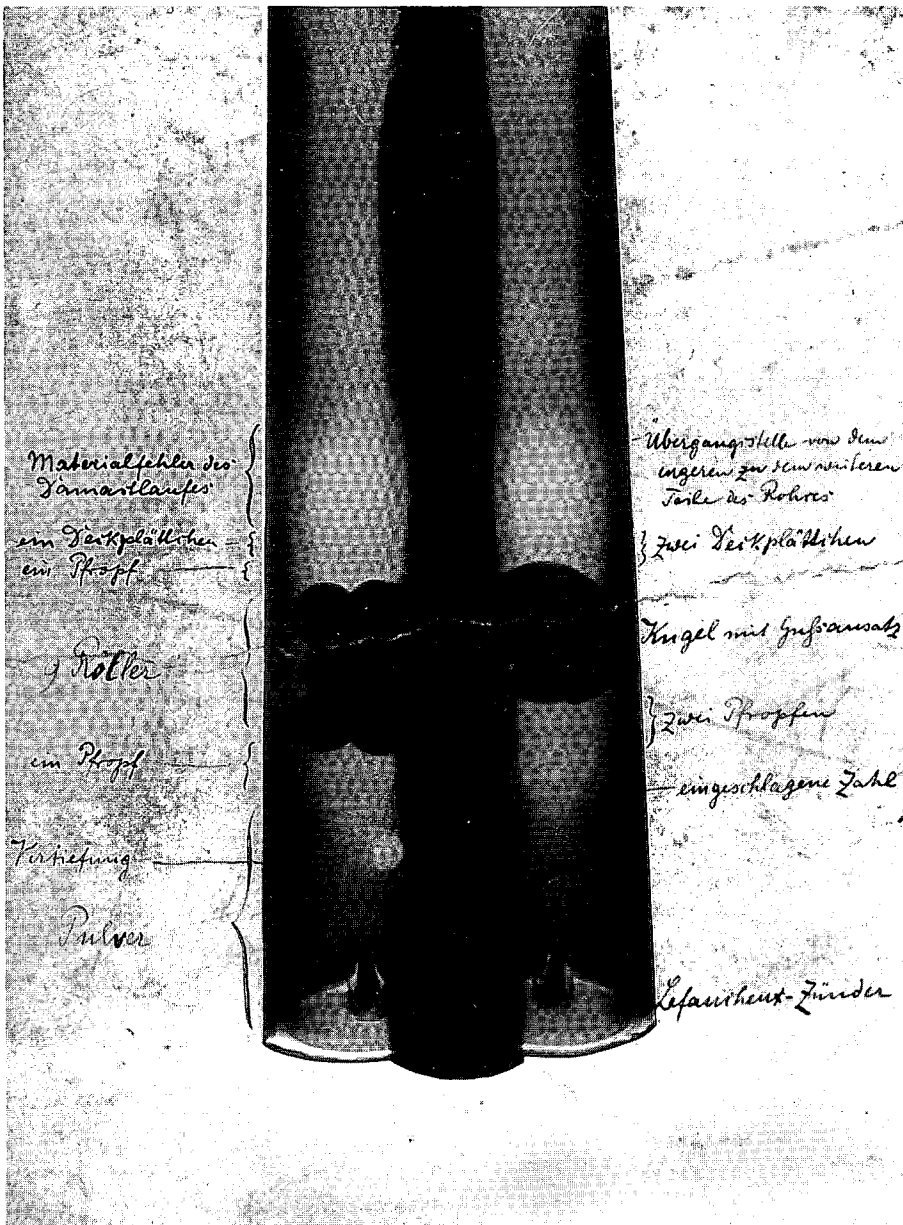
Aus Röntgens Gießener Zeit ist bekannt, daß er sich für Probleme interessierte, die mit dem Äther zusammenhingen. Beim Aufgreifen eines neuen Problems, das bereits andere bearbeitet hatten, versuchte er, frühere Experimente im Detail zu reproduzieren. Auch im Falle der Erforschung der Kathodenstrahlen ging er so vor. Dabei machte er seine epochale Entdeckung. Am Ende seiner ersten, durch ihre Prägnanz bestechenden Publikation äußert er die Vermutung, daß

es sich bei den X-Strahlen um longitudinale Schwingungen im Äther handeln könnte. Allerdings relativiert er seine Aussage sofort und sprach aus, daß seine Vermutung einer weiteren Begründung bedürfe.

Man darf nicht vergessen, daß das Elektron Ende 1895 noch nicht entdeckt war. Erst 1899 wiesen J. J. Thompson und etwa gleichzeitig Röntgens Würzburger Nachfolger Willy Wien durch Ablenkung von Kathodenstrahlen in einem Kondensator nach, daß es sich um negativ geladene Korpuskeln mit sehr geringer Masse handelt, um die Elementarteilchen der Elektrizität, die Elektronen. Hertz hatte bereits derartige Versuche angestellt und aus der nichtbeobachtbaren Ablenkung in einem elektrischen Feld den falschen Schluß gezogen, daß er es mit einer Wellenerscheinung zu tun hatte. Man sollte auch nicht vergessen, daß in der klassischen Physik des ausgehenden 19. Jahrhunderts für das Elektron kein Platz vorgesehen war.

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen war die erste von drei bedeutenden Arbeiten, welche die moderne Quantenphysik einläuteten. Die zweite überraschende Entdeckung betraf die Radioaktivität. Der Franzose Henri Becquerel hatte Fluoreszenzerscheinungen am Uran gefunden. Nach Röntgens Entdeckung brachte er die Lumineszenz mit den Leuchterscheinungen, die beim Auftreffen von Kathodenstrahlen auf Glas - wobei Röntgenstrahlen emittiert wurden - mit diesen in Verbindung. Er fand tatsächlich, daß eine unbekannte Strahlung vom Uran ausging und überzeugte sich bald davon, daß es sich nicht um Röntgenstrahlen handelte. Becquerel hatte die Radioaktivität entdeckt, die mit der klassischen Physik nicht zu deuten war.

Die dritte Erscheinung, für die die Physik des 19. Jahrhunderts keine Erklärung hatte, war die Wärmestrahlung. Nach den damals gängigen Vorstellungen sollte ein zur Glut erwärmter fester Körper mit zunehmender Temperatur seine Farbe nicht ändern, sondern lediglich mehr Strahlungsenergie aussenden. An der Formulierung der Strahlungsgesetze war Röntgens Nachfolger Willy Wien beteiligt, der für seine Arbeiten 1911 den Nobelpreis für Physik erhielt. Die endgültige Fassung der Gesetze der Wärmestrahlung gelang Max Planck, der zur Deu-



Röntgenaufnahme von Röntgens geladenem Jagdgewehr

tung von experimentellen Resultaten, die an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin erzielt worden waren, einen radikalen Bruch mit den Vorstellungen der klassischen Physik vollziehen mußte. Er postulierte, daß die Energie der Strahlung, die von einem sogenannten schwarzen Körper ausgesandt wurde, sich nicht kontinuierlich ändert, sondern in Form von kleinen Portionen - den Quanten - gestückelt ist.

Röntgen war 1900 einem Ruf an die Universität München gefolgt. Der Münchener Lehrstuhl für Theoretische Physik, den vorher Ludwig Boltzmann innehatte, war vakant. Die Zusage an Röntgen, diesen Lehrstuhl unverzüglich wiederzubeseetzen, wurde nicht eingehalten. Erst aufgrund von mehreren auswärtigen Rufen war man bereit, die Zusage einzuhalten. Nachdem der berühmte holländische Theoretiker Hendrik Antoon Lorentz bei Sondierungen Röntgen zu ver-

stehen gab, daß er einen Ruf nach München nicht annehmen würde, holte Röntgen den Theoretiker Arnold Sommerfeld. Dieser begründete eine weltberühmte Schule und leistete wichtige Beiträge zur Theorie atomarer Erscheinungen.

Sommerfeld hatte ein sehr enges Verhältnis zu Röntgen, sowohl in fachlicher als auch persönlicher Hinsicht. Um zu einer möglichst engen Kooperation mit den Münchener Experimentalphysikern zu kommen, informierte er sich durch intensive Diskussionen über deren Probleme. Sommerfeld hatte über die um die Jahrhundertwende entstandene Elektronentheorie der Metalle gearbeitet, die begrenzte Erfolge bei der Deutung der experimentell beobachteten Erscheinungen aufweisen konnte. Er war der Überzeugung, daß es sich bei den Röntgenstrahlen um elektromagnetische Wellen handelt, die bei der Abbremsung von energie-

reichen Elektronen, die auf Materie auftreffen, auftreten.

Die Ausarbeitung dieser Vorstellung führte zu Aussagen über die Winkelverteilung der Bremsstrahlung, die erstaunlich gut mit Experimenten übereinstimmten. Auch Albert Einstein hatte sich mit der Deutung der Röntgenstrahlen befaßt. Unter Benutzung der Planckschen Quantenhypothese, daß die Energie eines Strahlungsquants der Frequenz proportional ist, kam er zu dem Schluß, daß es sich bei der Röntgenstrahlung um eine sehr kurzwellige Wellenstrahlung handeln müsse, bei der die Wellenlänge viele tausendmal kleiner sein konnte als die des sichtbaren Lichtes.

Man hatte aufgrund der Arbeiten des Engländer Barkla im Jahr 1905 Hinweise darauf bekommen, daß wegen des plötzlichen Anstiegs der Röntgenintensität bei Erhöhung der Spannung in bestimmten Bereichen auch eine charakteristische, von der Natur des Auftreffmaterials abhängige Strahlung auftrat. Die Vorstellungen waren jedoch noch sehr qualitativ und erst später wurde die Ursache der Röntgenlinienstrahlung verstanden. Um jene Zeit wurden von Robert Pohl und Röntgens Assistent Peter Paul Koch Beugungsexperimente mit einem keilförmigen Spalt gemacht, die eine Abschätzung, jedoch keine quantitative Bestimmung der Wellenlänge der Röntgenstrahlen zuließen.

An Sommerfelds Lehrstuhl arbeitete damals der junge Privatdozent Max von Laue. Nach Unterhaltungen mit Sommerfelds Doktoranden Peter Paul Ewald kam Laue die Idee, daß natürliche Kristalle aufgrund ihres geringen Abstandes der Atome imstande sein müßten, Röntgenstrahlen zu beugen. Sowohl Röntgen als auch Sommerfeld hielten nicht viel von dieser Idee, aufgrund der früheren Ergebnisse zur Beugung an einem keilförmigen Spalt waren sie der Meinung, daß keine Kristallinterferenzen zustande kommen konnten. Wie sich bald herausstellte, waren die Annahmen unzutreffend.

Auch unter Röntgens Assistenten gingen die Meinungen über den Ausgang des von Laue vorgeschlagenen Beugungsexperiments weit auseinander. Abraham Ioffe berichtet, daß die Experimentatoren Friedrich und Knipping durch eine Wette um eine Schachtel Pralinen ermuntert wurden, das Experiment auszuführen. Es ging auch zunächst negativ aus, als die Photoplatte senkrecht zum beugenden Kristall aufgestellt war. Erst das Einschwenken der Platte in den Strahlengang brachte die gesuchten Interferenzerscheinungen. Röntgen hatte dem Experiment auch deshalb ablehnend gegenüber gestanden, weil er in seiner Würzburger Zeit

viele vergebliche Versuche zur Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen vorgenommen hatte. Seine Mißerfolge sind durch die geringe Leistungsfähigkeit der ersten Röntgenröhren zu erklären.

Mit der Entdeckung der Röntgenbeugung an Kristallen im Jahr 1912 war nicht nur gezeigt worden, daß man es mit elektromagnetischen Wellen zu tun hatte, gleichzeitig wurde demonstriert, daß es sich bei den Kristallen um eine regelmäßige, dreidimensionale Anordnung von Atomen handelt. Dies war auch gleichzeitig die Geburtsstunde der modernen Festkörperphysik, deren Ziel es ist, die Eigenschaften fester Körper auf die von Atomen zurückzuführen.

Die Publikation der Laue-Diagramme rief insbesondere in England rege Aktivitäten hervor. William Lawrence Bragg und sein Sohn William Henry Bragg, die an der Universität Cambridge tätig waren, gaben bald eine einfache Interpretation der Röntgeninterferenzen an Kristallen. Röntgen war von diesen Arbeiten begeistert und verfolgte sie mit großem Interesse. Der hochbegabte englische Physiker Henry Moseley, der leider im Ersten Weltkrieg gefallen ist, benutzte monochromatische Röntgenstrahlung zur Identifizierung der chemischen Elemente. Aus den ersten Röntgenbeugungsexperimenten entwickelte sich rasch die Wissenschaft der Kristallographie. Während es noch um 1960 sehr zeitaufwendig war, eine etwas kompliziertere Kristallstruktur zu bestimmen, ist heutzutage dank Computern und der Automatisierung der Apparaturen der Zeitaufwand beträchtlich geschrumpft.

Die Methoden der Kristallographie wurden nicht nur zur Bestimmung der Struktur von anorganischen Substanzen benutzt, sondern auch dazu, Aufschluß über organische Riesenmoleküle zu gewinnen. Ein Triumph der Kristallographie war die Bestimmung der Struktur der Desoxyribonukleinsäure (DNS), die unsere Erbsubstanz bestimmt. Was für ein mächtiges Werkzeug die Röntgenstrahlen darstellen, mag daraus hervorgehen, daß 22 Arbeiten, die Röntgenstrahlen betrafen, oder sie als Werkzeug benutzen, mit einem Nobelpreis gewürdigt wurden. An erster Stelle natürlich die Entdeckung, für die Röntgen 1901 den 1. Nobelpreis erhielt.

Die Entwicklung ist keineswegs abgeschlossen, es finden sich immer neue Anwendungen für Röntgenstrahlen in der Physik. Dies ist insbesondere durch die Verfügbarkeit von Synchrotrons möglich geworden, die ursprünglich für Zwecke der Kernphysik gebaut wurden. Es handelt sich dabei um Zirkularbeschleuniger, bei denen Elektronen auf eine Energie von mehreren Milliarden

Elektronenvolt beschleunigt werden. Von ihnen geht sehr intensive, scharf gebündelte Röntgenstrahlung aus. Ursprünglich eine unerwünschte Nebenerscheinung bei kernphysikalischen Experimenten, werden heute Synchrotrons gebaut, die nur für Forschung auf den Gebieten der Festkörperphysik, der Atomphysik und der Biologie konzipiert sind. Mit diesen Geräten wurde eine Fülle von interessanten Resultaten gewonnen. Die verfügbare Energie erstreckt sich vom weichen bis zum ultraharten Bereich.

Die naturwissenschaftliche Fakultät war stets bemüht, das Röntgensche Erbe zu wahren. In den zwanziger Jahren war ein Schüler Röntgens - der viel zu früh gestorbene Ernst Wagner - Direktor des Physikalischen Instituts. Sein Schüler Helmuth Kulenkampff übernahm in den vierziger Jahren den Würzburger Lehrstuhl für Experimentalphysik und erforschte das Zustandekommen der

Röntgenstrahlung. Bis in die jüngste Zeit wurde die Tradition durch Kulenkampffs Schüler Max Scheer fortgesetzt. Das Arbeitsgebiet von Wolfgang Hink, der den Lehrstuhl für Experimentelle Physik II innehatte, war weiche Röntgenstrahlung und ihrer Wechselwirkung mit Atomen gewidmet.

Sein Nachfolger Eberhard Umbach befaßt sich unter anderem mit der Erforschung von Oberflächen mit Hilfe von Synchrotronstrahlung. Am Lehrstuhl von Gottfried Landwehr werden Halbleiterheterostrukturen mit Hilfe hochauflösender Röntgenbeugung analysiert und charakterisiert. Nicht zuletzt ist Röntgens Vorliebe für sehr präzise Messungen den am Institut tätigen Physikern eine Verpflichtung und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Präzision des Quanten-Hall-Effektes Wilhelm Conrad Röntgen große Freude bereitet hätte!

Röntgenstrahlen aus dem Kosmos

*Bernd Aschenbach, Vortrag am 28. August
Vortragsreihe der Universität*

Als Wilhelm Conrad Röntgen die Röntgenstrahlen entdeckte, konnte er nicht ahnen, daß auch zahllose Himmelskörper intensive Röntgenstrahlen aussenden. Die erste und zugleich stärkste dieser kosmischen Röntgenquellen wurde 1962 mit einem Geigerzähler-Experiment auf dem Flug einer Höhenforschungsrakete entdeckt. Sie befindet sich im Sternbild Skorpion und wurde entsprechend Sco X-1 genannt, wobei das X für X-Strahlen steht.

Es war eine zufällige Entdeckung, denn das eigentliche Ziel - das übrigens mißlang - war die Suche nach Röntgenstrahlen von der Oberfläche des Mondes zur Vorbereitung des amerikanischen Mondlande-Programms. Dennoch war diese Entdeckung die Geburtsstunde der Röntgenastronomie.

In den seither vergangenen 33 Jahren hat die Röntgenastronomie eine zum Teil stürmische Entwicklung durchgemacht. Dieser Fortschritt ist nicht zuletzt der ständig fortschreitenden Entwicklung und Verbesserung

der Instrumente zu verdanken, mit denen Röntgenstrahlen abgebildet und nachgewiesen werden. In den ersten 16 Jahren der Röntgenastronomie wurden ausschließlich großflächige Detektoren wie Proportionalzähler zum Nachweis der Röntgenstrahlen benutzt.

Auch heute sind diese Geräte die einzige Möglichkeit, die harte Strahlung sehr kurzer Wellenlängen nachzuweisen. Im langwelligeren Bereich der Röntgenstrahlung können Spiegelteleskope mit Bilddetektoren eingesetzt werden, deren Entwicklung zwischenzeitlich so weit vorangeschritten ist, daß Röntgenbilder mit einer Winkelauflösung von einigen wenigen Bogensekunden gemacht werden. Eine Bogensekunde ist der 3600ste Teil eines Winkelgrades, und so groß erscheint eine Eine-Mark-Münze, die aus fünf Kilometern Entfernung betrachtet wird. So wird heute in der Röntgenastronomie eine Abbildungsqualität erreicht, die der von bodengebundenen optischen Teleskopen oder Radioteleskopen nicht wesentlich nachsteht.

Die Röntgenastronomie ist ein Kind des Raumfahrtzeitalters. Um kosmische Röntgenstrahlen messen zu können, müssen die

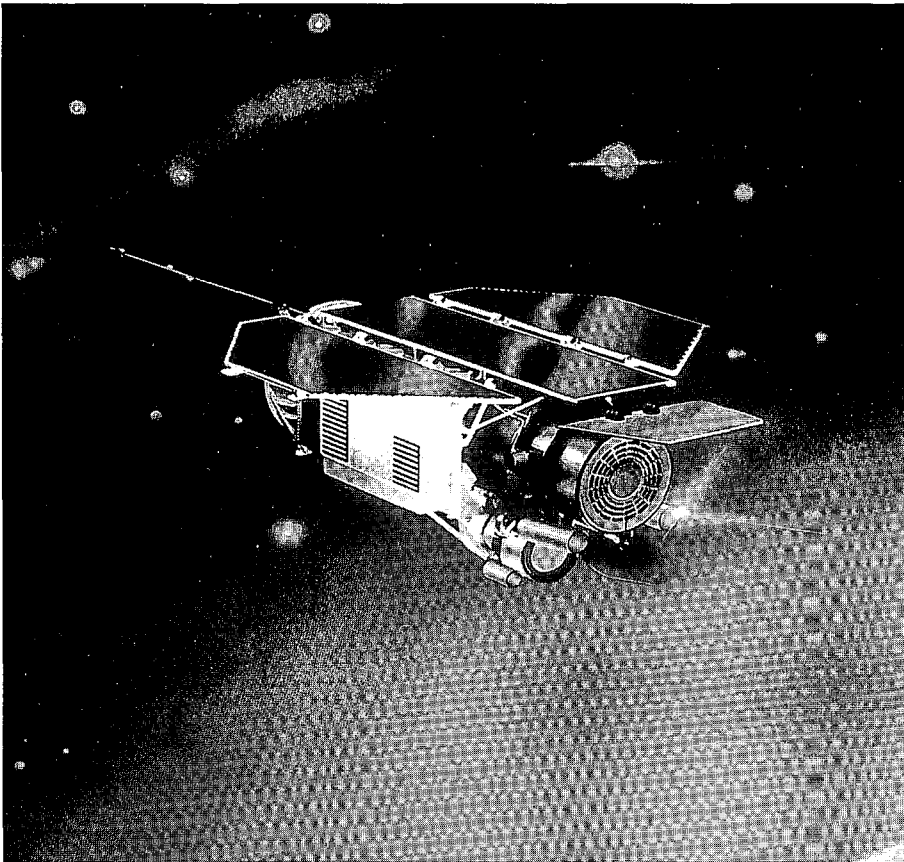


Abb. 1: Der Röntgensatellit ROSAT mit Blick auf die Öffnung des Röntgenteleskops.

Meßinstrumente die die Erde schützende Lufthülle verlassen. Denn diese ist dick genug, um jegliche Röntgenstrahlung aus dem Kosmos vollständig zu absorbieren. Satelliten, die die Erde außerhalb der Atmosphäre umkreisen, sind daher am besten geeignet, um Röntgenastronomie zu betreiben.

Röntgenstrahlung wird im Kosmos aus Gebieten abgestrahlt, in denen extreme Bedingungen herrschen. Stammt die Strahlung aus einem heißen Gas - einem thermischen Plasma - so herrschen dort Temperaturen von Millionen bis zu mehreren Milliarden Grad. In nichtthermischen Strahlern erzeugen extrem schnelle Elektronen bei relativistischen Geschwindigkeiten Synchrotronstrahlung durch Bremsung in Magnetfeldern, oder Energie wird von relativistischen Elektronen auf Photonen durch Stöße übertragen. Durch diesen Energiezuwachs werden diese Photonen zum Beispiel aus dem Bereich des sichtbaren Lichts zu Röntgenstrahlung gemacht.

Ein Meilenstein in der Entwicklung der Röntgenastronomie war der 1. Juni 1990, als der deutsche Satellit ROSAT, was für Röntgen-SATellit steht, gestartet wurde. ROSAT (Abb. 1) trägt ein Röntgenteleskop, das mit seiner Größe und seiner Abbildungsschärfe alles bislang Verfügbare bei weitem übertrifft. Mit dem Teleskop wird eine Winkelauflösung von weniger als vier Bogense-

kunden erreicht, und die nach dem Polieren der Spiegeloberflächen verbleibende Rest-Mikrorauhigkeit ist geringer als 0,3 Nanometer bei einer Spiegelfläche von etwa acht Quadratmetern. Es sind damit die glattesten Spiegel der Welt, die für ein Röntgenteleskop bislang hergestellt wurden. Überträgt man diese Werte zur Veranschaulichung von der Größe der Spiegel auf die Größe des Bodensees, entspricht die Mikrorauhigkeit der ROSAT-Spiegel einer Kräuselung der gesamten Wasserfläche von einem Hunderstel Millimeter!

Ähnlich wie die der Spiegel, ist die Qualität der ROSAT-Röntgenkameras unerreicht. Als "Arbeitspferd" im Fokus des Teleskops wurde am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik ein Vieldraht-Proportional-Zähler entwickelt und gebaut. Mit ihm werden Strukturen von weniger als 200 Mikrometer aufgelöst, und das Röntgenlicht einer kosmischen Quelle wird spektral mit einer Auflösung von 40 Prozent zerlegt. Mit dieser Kamera wird jedes einfallende Röntgenphoton hinsichtlich seiner Position, seiner Energie und Ankunftszeit einzeln vermessen. Diese und andere Daten werden vom Satelliten zur Bodenstation, das heißt einer Radioantenne, telemetriert und dann Photon für Photon am Boden zu einem Bild zusammengesetzt.

Zu den hervorragenden Eigenschaften

dieser Kamera gehört auch die außerordentliche Effizienz, mit der unerwünschte Störstrahlung durch geladene Teilchen, die in großer Zahl in der Umgebung des Satelliten im Weltraum vorhanden sind, unterdrückt wird. In einem Meßzeitraum von 40 000 Sekunden wird nur ein Ereignis pro Bild-Auflösungselement als Störereignis nicht erkannt und nicht eliminiert. Die Summe dieser Eigenschaften macht es aus, daß mit ROSAT die besten Bilder kosmischer Röntgenquellen gemacht werden konnten, was Abbildungsgenauigkeit, -schärfe, -kontrast und Dynamik angeht.

Im ersten halben Jahr seiner Mission hat ROSAT den gesamten Himmel einmal vollständig kartiert - im übrigen zum ersten Mal mit einem abbildenden Teleskop. In den weiteren 4,5 Jahren sind in einem weltweiten Programm, an dem sich mehr als 1000 Wissenschaftler beteiligt haben, mehr als 3000 Einzelbeobachtungen hinzugekommen. Insgesamt wurden mehr als 120 000 neue Röntgenquellen entdeckt. Vor ROSAT wußte man nur von etwa 5000 Röntgenstrahlern im Kosmos.

Die Palette der Objekte, die Röntgenstrahlen aussenden, reicht von unserem Mond, dessen Röntgenstrahlung nun doch nach den Anfangs- und einer Reihe von weiteren Versuchen mit ROSAT nachgewiesen wurde (Abb. 2), über die normalen Sterne in unserer Milchstraße und externen Galaxien, den erdgroßen Weißen Zwergen, den nur 20 Kilometer großen Neutronensternen, den Supernova-Explosionswolken, den Galaxien bis zu den Galaxienhaufen, die die größten zusammenhängenden Gebilde im Universum sind. Dazu gehören aber auch die aktiven Galaxien und Quasare, die die leuchtstärksten Objekte im Universum sind und die bis nahezu zum Rand des Universums zu beobachten sind.

Aufgrund der hervorragenden Instrumente gelang es mit ROSAT auch zum ersten Mal, detailgetreu die heiße interstellare Materie, die mit einer Temperatur von etwas mehr als einer Million Grad unsere Milchstraße zwischen den Sternen durchzieht, über den gesamten Himmel zu kartographieren. Mit ROSAT wurden in jeder dieser Kategorien wichtige Entdeckungen gemacht, die unser Wissen über die Physik, die sich in diesen Objekten abspielt, vertieft, zum Teil auch revolutioniert haben. An dieser Stelle soll nur ein Ergebnis detailliert beschrieben werden.

Der überwiegende Teil der Sterne ist extrem stabil und leuchtet über Jahrtausenden ohne großartige Veränderungen. Die dazu notwendige Energie wird aus der Fusion von Atomkernen in ihrem tiefen Inneren gewon-

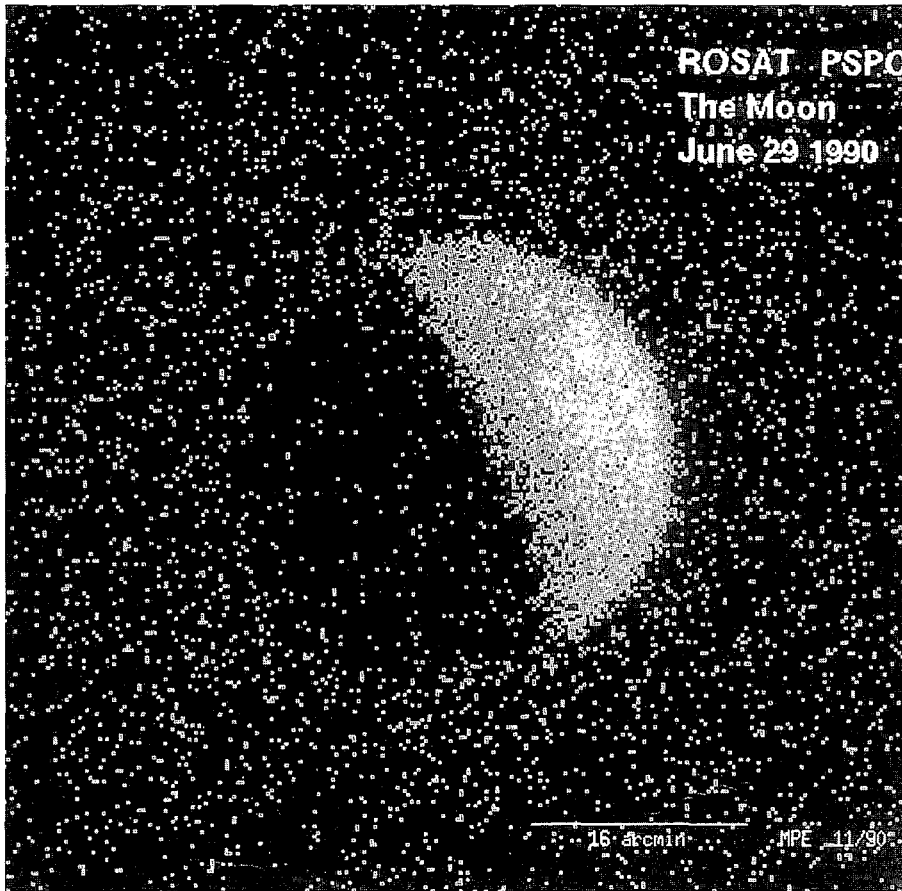


Abb. 2: Das erste Röntgenbild des Mondes, aufgenommen mit ROSAT. Die der Sonne zugewandte Seite ist auch im Röntgenlicht heller.

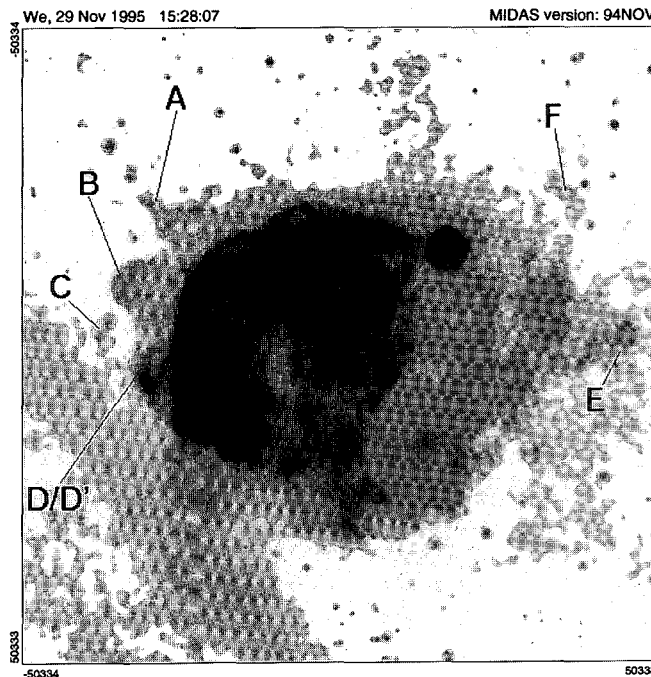


Abb. 3: ROSAT-Bild (Abmessung 14° x 14°) der Vela Supernova-Explosionswolke. Mit den sieben Objekten (A bis F) wurden zum ersten Mal Trümmer aus der Explosion eines Sterns entdeckt.

Frame : vela_bw_ima.bdf
 Identifier :
 ITT-table : neg.itt
 LUT-table : ramp
 Coordinates : -50334, 50333 : 50333, -50334
 Pixels : 1, 1 : 512, 512
 Cut values : 0, 250
 User : bra

EDO-340AS(94NOV); Wk. 29 Nov 1995 15:28:07

nen, die auch die Energie oder genauer den Gasdruck liefert, der die Kontraktion des Sterns durch seine eigenen Gravitationskräfte verhindert. Der Vorrat an Material, das zur Energiegewinnung durch Kernfusion herangezogen werden kann, ist jedoch beschränkt, so daß sukzessive nach dem Verbrennen von Wasserstoff auch die schweren Elemente verbraucht werden. Ist dieses Stadium erreicht, implodiert der Stern und wird in einer gigantischen Explosion zerstört. Das damit verbundene Ereignis heißt Supernova.

In der Supernova SN1993J, die Anfang April 1993 explodierte, wurden zum ersten Mal bereits in den ersten wenigen Tagen nach der Explosion auch riesige Mengen an Röntgenstrahlung durch ROSAT gemessen. Beim gravitativen Kollaps eines massereichen Sterns bildet sich überdies in seinem Zentrum zunächst ein Kern aus Eisen, von dem sich eine Überschallwelle löst, die die darüber liegenden Sternschichten absprengt. Dieser Eisenkern wird durch die fortschreitende Kontraktion weiter zusammengedrückt, bis die Atomkerne letztendlich in ihre Bestandteile, die Neutronen, zerlegt werden. Ein Neutronenstern entsteht, der nur 20 Kilometer groß ist, aber soviel Masse wie unsere Sonne beherbergt.

Im Sternbild Vela (Segel) ist vor etwa 11 000 Jahren ein Stern in solch einer Supernova explodiert. Von dieser Explosion sehen wir heute die Explosionswelle und in ihrem inneren einen Pulsar - einen Neutronenstern, der sich ungeheuer schnell, nämlich elfmal in einer Sekunde, um seine Achse dreht. Explosionswolke und Pulsar sind seit mehr als 20 Jahren von vielen Astronomen bei zahlreichen verschiedenen Wellenlängen, angefangen von langen Radiowellen über die Röntgenstrahlung bis hin zur Gamma-Strahlung, studiert worden.

Aber erst in der ROSAT-Himmelsdurchmusterung ist es zum ersten Mal gelungen, ein komplettes Abbild der Supernova-Explosionswelle zu erhalten. Danach ist die Wolke viel größer als bisher bekannt und hat eine Ausdehnung von nahezu 200 Lichtjahren erreicht (Abb. 3). Sie breitet sich weiterhin mit Überschallgeschwindigkeit aus, und wäre sie - im sichtbaren Licht - hell genug, erschiene sie 16mal größer als der Vollmond am Himmel. Die Wolke ist nahezu kreisförmig berandet, so daß ihr Zentrum mit guter Genauigkeit festgelegt werden kann. Das aus wissenschaftlicher Sicht überraschende und aufregende Ergebnis ist jedoch, daß außerhalb der kreisförmigen Explosionswolke mit ROSAT Röntgenstrahlung aus sieben räumlichen charakteristischen Regionen entdeckt wurde (Objekte A-F in Abb. 3).

Diese Emissionsregionen zeigen an ihrem äußersten Ende eine bogenartige Form, die sich zum Zentrum der Explosionswolke hin öffnet und zum Teil in ein langes kegelförmiges Gebiet übergeht, das bis zum Rand der Explosionswolke reicht. Diese Kegel haben Symmetrieachsen, die in ihrer Verlängerung bis in das Zentrum der Explosionswolke zurückverfolgt werden können. Dort schneiden sie sich alle in nahezu einem Punkt, der in unmittelbarer Nähe des Zentrums der Explosionswolke und der Position des Pulsars liegt. Somit sind wohl alle drei Phänomene aus ein und demselben Ereignis hervorgegangen, der Supernova-Explosion eines Sterns.

Von besonderem Interesse ist naturgemäß die Herkunft der sieben Objekte, die sich außerhalb der Explosionswolke befinden. Es liegt nahe, sie als Teilstücke des Sterns zu

verstehen, die aus seiner Materie in der Supernova-Explosion gebildet und anschließend nach außen geschleudert wurden. Der Vorschlag, daß die Explosion gewisser Supernova mehr der einer Splitter- als einer Druckbombe ähnelt, ist bereits früher gemacht worden. Aber erst kürzlich sind in Rechnungen zu Supernova-Explosionen Anzeichen gefunden worden, daß massereiche Sterne nicht sphärisch symmetrisch explodieren, sondern daß es im Verlauf der Explosion zur Klumpung und Durchmischung der Sternmaterie kommt.

Mit ROSAT ist es zum ersten Mal gelungen, solche Sterntrümmer zu beobachten. Ihre physikalischen Eigenschaften engen den bislang existierenden Freiraum zur Modellierung von Supernova-Explosionen erheblich ein, so daß die Forschung dem Verständnis der Physik, die sich beim Gravitations-

kollaps abspielt, erheblich näher kommen wird.

Nach nun mehr als fünf Betriebsjahren funktioniert und arbeitet ROSAT weiterhin einwandfrei. Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen nähert sich der 1000, dennoch wird es noch viel Arbeit erfordern, den gesamten ROSAT-Schatz zu heben und physikalisch zu würdigen. Die Astronomie mit Röntgenstrahlen hat nicht zuletzt mit ROSAT einen wichtigen Platz in der Forschung eingenommen, und sie wird mit großem Einsatz und Engagement in der Zukunft unter anderem mit den im Bau befindlichen großen Röntgen-Observatorien AXAF in den USA und XMM in Europa fortgesetzt werden, die gegen Ende der 90er Jahre in Betrieb gehen werden.

Röntgens Entdeckung aus ökonomischer Sicht

*Rainer Klump, Vortrag am 18. Dezember
Vortragsreihe der Universität*

Aus ökonomischer Sicht läßt sich die Entdeckung der Röntgenstrahlen und ihre kommerzielle Anwendung, insbesondere in der Medizintechnik, als ein Erfindungs- und Erneuerungsprozeß interpretieren, der sich nicht unabhängig von den wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungen der Zeit vollziehen konnte.

Läßt man sich von dieser Hypothese leiten, so wird bald klar, daß Entdeckung und Verwendung der Röntgenstrahlen sogar in hohem Maße prototypisch für die ökonomischen, sozialen und wirtschaftspolitischen Entwicklungstrends einer ganzen Epoche sind. Anhand der Entwicklung der Firma Röntgenmüller in Hamburg, heute Teil von Philips Medizin Systeme, können diese Zusammenhänge gut veranschaulicht werden.

Joseph Alois Schumpeter, der die Tätigkeit "dynamischer Unternehmer" als Triebkraft von Erneuerungen hervorhob, führte 1935 das Konzept der "langen Wellen der wirtschaftlichen Entwicklung" oder "Kondratieff-Zyklen" in die ökonomische Theo-

rie ein. Mit der Namensgebung knüpfte er dabei an die Arbeiten des russischen Ökonomen Nicolai D. Kondratieff aus den 20er Jahren an. Interessanterweise lassen sich aber die Ursprünge des Nachdenkens über langwellige Konjunkturzyklen mit einer Dauer von 40 bis 60 Jahren in die Zeit um 1895 zurückverfolgen, als nach einer längeren Phase der Depression eine langfristige ökonomische Aufschwungphase begann, die bis 1913 anhielt.

Schon Zeitgenossen sahen in diesem Entwicklungsschub einen neuen, den dritten langen Aufschwung des Industriezeitalters und brachten ihn, wie später auch Schumpeter, mit der Verwertung neuer Basisinnovationen in Verbindung. Moderne Erklärungen für die langfristige Zyklizität der Wirtschaftsentwicklung greifen mit dem "Buddenbrook"-Syndrom, das den Wertewandel in der Abfolge der Generationen beschreibt, auf den Roman von Thomas Mann zurück, der ebenfalls in dieser Zeit, zwischen 1897 und 1901, entstand und Erfahrungen aus der vorangegangenen "langen Welle", der Zeit zwischen 1835 und 1875, verarbeitete. Nach 1895 verbreitete sich offenbar der Eindruck, daß die

nachhaltigen Aufschwungstendenzen als Ausdruck eines gewissen regelmäßigen Musters verstanden werden könnten.

Verwendet man das Konzept der "langen Wellen", so werden die besonderen angebots- und nachfrageseitigen Faktoren deutlich, die den Innovationsprozeß im Umfeld von Röntgens Entdeckung prägten. Der dritte "Kondratieff-Zyklus", an dessen Beginn die Entdeckung der Röntgenstrahlen steht, wurde von Schumpeter sowohl als "Kondratieff der Elektrizität" als auch als "neo-merkantilistischer Kondratieff" bezeichnet. Die erste Benennung sollte auf das Gebiet aufmerksam machen, dem die besonderen Basisinnovationen entstammten, die das ökonomische Entwicklungsmuster der Epoche prägten.

Die zweite Benennung verwies auf die spezifischen institutionellen Bedingungen, unter denen sich die Diffusion technischer Neuerungen vollzog, nämlich intensive staatliche Eingriffe in das Wirtschaftsgeschehen, die vor allem aus sozialen und sozialpolitischen Überlegungen motiviert waren. Röntgens Entdeckung und ihre Weiterentwicklung steht nun auf der Angebotsseite in en-

gem Zusammenhang mit der rasanten Entwicklung des Wissens über die Elektrizität. Auf der Nachfrageseite profitierte in dieser Zeit gerade in Deutschland die Medizintechnik von der Einführung eines umfassenden Systems sozialer Sicherung.

Der aus Thüringen stammende Glasbläser C.H.F. Müller hatte als “dynamischer Unternehmer” schon frühzeitig die neuen Verwendungsmöglichkeiten der Elektrizität erkannt und zunächst die Herstellung von Glühbirnen aufgenommen. Nachdem er von Röntgens Entdeckung erfahren hatte, spezialisierte er sich schon 1896 ausschließlich auf die Produktion von Röntgenröhren und firmierte als “Röntgenmüller”. Entscheidende Impulse für diesen Schritt und für die in den folgenden Jahren ständigen Verbesserungen an den Röntgenröhren erhielt Müller durch die Zusammenarbeit mit Ärzten im Eppendorfer Krankenhaus in Hamburg, vor 1900 die größte deutsche Krankenanstalt.

Die wachsende Zahl von Ärzten und Krankenhausbetten in dieser Zeit, ebenso wie das starke Interesse der medizinischen

Diagnostik an der “neuen Art von Strahlen” läßt sich wiederum in Verbindung bringen mit den ökonomischen Folgewirkungen der Bismarckschen Sozialgesetzgebung, die mit dem Inkrafttreten des Invaliditäts- und Altersversicherungsgesetzes 1891 ihren Abschluß gefunden hatte. Der gerade in diesem Gesetz verankerte Grundsatz “Rehabilitation vor Rente” führte dazu, daß vor allem die Versicherungsanstalten ein Interesse an frühzeitigen Krankheitsdiagnosen, zum Beispiel bei der Volkskrankheit Lungen-Tuberkulose, besaßen. Ähnliches gilt für die Berufsgenossenschaften als Träger der Unfallversicherung, die immer wieder die Ärzte zur Röntgendiagnose aufforderten. Die herausragenden Verkaufserfolge von “Röntgenmüller” und die Anstrengungen zur weiteren Verbesserung der Röntgenröhren sind vor diesem Hintergrund zu sehen.

Die besondere Nachfragestruktur, die aus dem deutschen Sozialversicherungssystem resultiert, und die intensive Zusammenarbeit zwischen Forschern, Herstellern und Anwendern sind nach Ansicht des Harvard-Ökono-

men Michael E. Porter die Hauptursachen dafür, daß die deutsche Medizintechnik bis heute eine herausragende Stellung auf dem Weltmarkt einnimmt. Die Analyse, wie sich die kommerzielle Verwertung der Röntgenstrahlen vollzog, bestätigt Porters “Cluster-Ansatz”.

Am Schluß kann die Frage gestellt werden, inwieweit sich die historischen Erfahrungen auf die Gegenwart übertragen lassen beziehungsweise als Grundlage für Zukunftsprognosen dienen können. Die Häufung von Innovationen, die im vergangenen Jahrzehnt in den verschiedensten Bereichen stattgefunden hat, könnte prinzipiell auf den Beginn einer neuen “langen Welle” hindeuten. Ob die deutsche Medizintechnik bei der Verwertung dieser Innovationen auf die traditionell günstigen Nachfragebedingungen des deutschen Sozialversicherungssystems bauen kann, ist nach den massiven staatlichen Bestrebungen, die Kosten im Gesundheitswesen zu dämpfen, allerdings fraglich.

Nasenspiegel und Blutschau - frühe Versuche der Visualisierung und Endoskopie

*Gundolf Keil, Vortrag am 12. April
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin*

Die Ärztekritik des 13. bis 14. Jahrhunderts warf der Medizin vor, sie könne nicht wissenschaftlich sein, da sie den Menschen nur oberflächlich kenne und nicht in der Lage sei, in ihn hineinzuschauen. Ausgehend von dieser Situation, belegte das Referat die zahlreichen medizinischen Versuche, Einblick in den Menschen zu gewinnen.

Zur Darstellung kamen die hippokratischen Auskultationen des Brustkorbs ebenso wie die Vivisektionen am Menschen der Alexandriner und die Scheidenspiegel der Spätantike. Fürs Mittelalter wurde der Spreizkloben der Aussätzigen-Schauer vorgestellt und dessen Weiterentwicklung zum

Nasenspiegel Guys de Chauliac verfolgt, kam Rüdiger Frutgards Resonanzprobe auf Schädelfrakturen zur Darstellung und wurde auf spekulative Analog-Verfahren nach Art der Salerner Blutschau abgehoben. Auch die ihr zugrundeliegende Harnregionenlehre von Maurus kam zur Sprache.

Diese Lehre erfuhr ihre höchste Vollenendung im gläsernen Harnglasmännlein Thurneißers vom Thurn, wurde gleichzeitig aber von Pará-Celsus, einer der schillernden Gestalten der Frühmoderne, verworfen, verdammt und mitsamt der Blutschau schärfstens verurteilt: Der hochspekulative Hohenheimer entwickelte statt dessen makrokosmisch-mikrokosmische Analogiemodelle, die “im Lichte der Natur” zur Binnensicht des Menschen führen sollten und sich opti-

scher sowie osmischer Semiotik (nämlich der Signaturen und der Gerüche) bedienten, um das “liegende corpus” und damit die erkrankte Binnenstruktur sichtbar zu machen.

Da in dieses makrokosmisch-mikrokosmische Bezugsgeflecht auch Krankheit und zugehöriges Arzneimittel eingebunden wurde, war es möglich, die Entwicklung von der paracelsischen Astro-Organotherapie bis zur Binnensicht Samuel Hahnemanns zu verfolgen, dessen Einblick in den Menschen sich aus der Deckung(sgleichheit) zweier Symptomenprofile ergibt, nämlich von dem der Krankheit und jenem der angeblich beobachteten Arzneistoffwirkungen.

Was die frühneuzeitlichen Versuche rationaler Bildgebung betrifft, so wurde auf Fernglas, Brille und Mikroskop verwiesen, die

bereits das Mittelalter bereitgestellt hatte, und auf die aus Dunkeladaptation und Fokussierung zusammengesetzte Methode Fabrizio ab Acquapendente beim Ausleuchten des Gehörgangs näher eingegangen. Zur Darstellung kamen danach die Spiegelperforation Nicolas Deleaus, die Entwicklung des Stimreflektors durch Friedrich Hofmann,

des Augenspiegels durch Hermann von Helmholtz, die Erfindung der Spiegelkombinationen durch Manuel Garcia, und besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde der anspruchsvollen Apparatur Philipp Bozzinis, dessen „Frankfurter Lichtleiter“ als Prototyp aller Endoskope zu gelten hat und 1807 auch das Prinzip der Endoskopie vorweg-

nimmt. Die Verfahren des Abklopfens (Wien 1761) und des Abhorchens mit einem Stethoskop (Paris 1819) ließen sich demgegenüber weniger leicht als Vorläufer des Echolots beziehungsweise der Sonographie vorführen.

Die Entwicklung der urologischen Röntgendiagnostik

*Hubert Frohmüller, Vortrag am 10. Mai
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin*

Röntgenologische und ganz allgemein bildgebende Verfahren besitzen für die Diagnostik urologischer Erkrankungen einen außerordentlich hohen Stellenwert. Dies ist vermutlich der Grund dafür, daß vor allem auch Urologen wichtige Beiträge zu röntgendiagnostischen Methoden leisteten.

Bereits im Jahr nach der Entdeckung der „X-Strahlen“ wurden diese auf dem Gebiet der Urologie erstmals vom französischen Urologen Felix Guyon angewendet. Er untersuchte mit Hilfe der Röntgenstrahlen Harnsteine und stellte dabei fest, daß Konkremente aus Harnsäure nicht schattengebend sind. Im gleichen Jahr entdeckte John MacIntyre in Glasgow/Schottland den ersten Nierenstein durch Radiographie, wobei eine zwölfminütige Belichtungszeit notwendig war. Der positive Röntgenbefund wurde anschließend chirurgisch bestätigt. Ebenfalls 1896 diagnostizierten Swain in Bristol und 1897 Görl, Fenwick und Thyne in Australien ein Nierenkonkrement mit Hilfe der neu entdeckten Strahlen. Die Blase wurde erstmals 1902 durch Wittek röntgenologisch dargestellt, indem er sie mit Luft füllte.

In der Ausgabe der Münchener Medizinischen Wochenschrift vom 16. Januar 1906 erschien ein Artikel von Voelcker und Lichtenberg mit dem Titel „Pyelographie (Röntgenographie des Nierenbeckens nach Kollargol-Füllung)“. Mit dieser Einführung der retrograden Pyelographie eröffnete sich der Urologie eine vollkommen neue diagnostische Dimension. Durch diese Methode wurde die Diagnostik von Erkrankungen

der Niere und des Harnleiters erstmals auf eine exakte wissenschaftliche Basis gestellt.

Trotz der großen Fortschritte, die mit der retrograden Pyelographie erzielt wurden, war nicht zu verkennen, daß diese Methode beträchtliche Gefahren barg. Solange Kollargol (kolloides, in Wasser lösliches Silber) benutzt wurde, traten nicht selten schwere Schäden auf. Außerdem brachte die Erkenntnis, daß die Methode unphysiologisch ist, eine Reihe von Wissenschaftlern schon frühzeitig auf den Gedanken, die Kontrastfüllung umgekehrt vorzunehmen, also die Niere selbst zur physiologischen Ausscheidung des Kontrastmittels zu benutzen. Die Versuche schlugen aber zunächst fehl, weil es nicht gelang, ein peroral, rektal oder intravenös zu verabreichendes Mittel zu finden, das bei der Ausscheidung eine genügende Schattendichte im Röntgenbild zeigte.

Nach entsprechenden Versuchen an einer Reihe von Kliniken in Deutschland und den USA glückte der Durchbruch schließlich in den Jahren 1927 bis 1929. Binz, der ursprünglich am Ehrlich'schen Institut in Frankfurt gearbeitet hatte, und sein Assistent Räch hatten an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin auf der Suche nach einem bakterienabtötenden Mittel gegen Kokken-Infektionen ein Präparat entwickelt, das sie „Selektan“ nannten. Dieses Präparat übergab Binz an Professor Lichtwitz, der Internist am Städtischen Krankenhaus in Hamburg-Altona war. Bei Lichtwitz arbeitete um diese Zeit der Amerikaner Moses Swick, der das neue Präparat prüfte.

Nachdem sich herausstellte, daß bei Lichtwitz dafür zu wenig Kranke vorhanden wa-

ren, arrangierte dieser die Fortführung der Arbeiten von Swick am St. Hedwigs-Krankenhaus Berlin, das unter Leitung von Alexander von Lichtenberg 250 Betten für Urologie-Patienten hatte. Im Juni 1929 erstellte Swick die ersten Ausscheidungsurogramme mit „Uro-Selektan“, die überzeugend ausfielen. Nach Streitigkeiten bezüglich der Prioritätsansprüche erschienen in der Ausgabe der „Klinischen Wochenschrift“ vom 5. November 1929 zwei Artikel. In dem ersten Bericht beschrieb Swick die „Darstellung der Niere und Harnwege im Röntgenbild durch Uro-Selektan“ und im darauffolgenden Beitrag publizierten von Lichtenberg und Swick gemeinsam ihre Arbeit über die „Klinische Prüfung des Uro-Selektans“.

Nach Recherchen besteht heute kein Zweifel mehr darüber, daß Swick der entscheidende Verdienst zukommt, die intravenöse Ausscheidungsurographie als praktikable Methode in die Klinik eingeführt zu haben, während von Lichtenbergs Rolle mehr sekundärer Natur war, das heißt, er gab Swick an seiner Klinik die Möglichkeit für die ausgedehnten klinischen Untersuchungen. Außerdem gab er mit seiner langjährigen Erfahrung auf dem Gebiet der klinischen Urologie bereits damals die Deutung der Ausscheidungsurographie, die auch heute noch Gültigkeit besitzt.

Die Ärzte hatten mit der Ausscheidungsurographie nunmehr eine Methode zur Hand, die nicht nur eine morphologische Beurteilung der Nieren und ableitenden Harnwege erlaubte, sondern gleichzeitig eine röntgenologische Funktionsprüfung der Nieren darstellte. Diese Feststellung ist heute noch genauso gültig wie damals.

Die Unmoral der Röntgenstrahlen - das Presseecho von 1896

Angelika Schedel, Vortrag am 14. Juni
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin

Komplizierte technische Neuerungen sind heute wie vor 100 Jahren der Stoff, aus dem Thriller gemacht werden. Was heute die "Gentechnik" ist, waren im 19. Jahrhundert "Elektrizität" oder die "Röntgenstrahlen". Letztere versprachen phantastische Fortschritte - und schürten die Angst, durchschaut zu werden.

Es dürfte Zufall sein, daß schon 1870 der Romanheld Kapitän Nemo einen Blick hatte, der "bis in die Seele drang", "die dunklen Gewässer durchschaute und die Schrift des uns verhüllten Meeresbodens las". In Jules Vernes abenteuerlicher Zukunftsgeschichte "20 000 Meilen unter den Meeren" waren die Röntgenstrahlen noch kein Thema. Und doch hätten sie die Erfindung des ersten modernen Science-Fiction-Autors sein können, machte der sich doch technische Neuerungen zunutze, um seine Geschichten über Fluch und Glanz einer Gegenwart zu erzählen, die die Zukunft vorwegzunehmen schien.

Das merkte bereits Zacharis Lecher an, Präsident der Wiener Schriftstellervereinigung Concordia und der erste Journalist, der die Nachricht verbreitete, daß in Würzburg ein Physikprofessor einen ungeheuerlichen Fund gemacht hatte: "Es ist angesichts einer so sensationellen Entdeckung schwer, phantastische Zukunftsspekulationen im Style eines Jules Verne von sich abzuweisen. So lebhaft dringen sie auf denjenigen ein, der hier die bestimmte Versicherung hört, es sei ein neuer Lichtträger gefunden, welcher die Beleuchtung hellen Sonnenscheins durch Bretterwände und die Weichtheile eines thierischen Körpers trägt, als ob dieselben von crystallhellem Spiegelglase wären", schrieb Lecher am 5. Januar 1896 in der Wiener Tageszeitung "Presse".

Und um seine Nachricht noch plausibler zu machen, erinnerte er seine Leserschaft an jüngste, zunächst ähnlich phantastisch klingende Entdeckungen: "Wer im Anfange dieses Jahrhunderts gesagt hätte, das Enkelge-

schlecht werde von der Kugel im Fluge getreue Bilder fertigen und mit Hilfe eines elektrischen Apparates Zwiesgespräche über den großen Ocean hin und wieder zurück führen können, hätte sich auch dem Verdacht ausgesetzt, dem Irrenhause entgegenzureifen."

Dieser Gefahr war sich auch der Physiker Wilhelm Conrad Röntgen bewußt. Er befürchtete, mit der Mitteilung über seine Erfindung lediglich zu erreichen, daß "die Leute, wenn sie es erfahren, sagen würden: 'Der Röntgen ist wohl verrückt geworden'." Wirklich verrückt aber war nur, wie schnell und in welcher Art und Weise die Weltpresse über die Entdeckung der Röntgenstrahlen berichtete.

Ausgehend von der Wiener "Presse" machten die Strahlen bereits im Januar 1896 Schlagzeilen in den meisten großen Zeitungen, in der deutschen "Vossischen" ebenso wie in der "Times" und "Le Matin". Eine nicht geringe Rolle bei der Verbreitung der Nachricht spielte die Röntgenaufnahme von einer menschlichen Hand, die Röntgen selbst angefertigt hatte und die man überall sofort nachzumachen bemüht war. Erst sie vermochte die Menschen zu überzeugen, daß es sich "bei der Entdeckung weder um einen Witz noch einen Humbug, sondern um eine ernsthafte Entdeckung eines ernsthaften deutschen Professors" handelte, wie der Londoner "Standard" versicherte. Selbst Röntgens Berliner Kollege Otto Lummer konnte sich im Januar 1896 "des Gedankens nicht erwehren, ein Märchen vernommen zu haben", denn erst "die wirkliche Photographie vermochte für jedermann die Tatsache zur Gewißheit zu stempeln", wie er im Fachblatt für "Mechaniker" schrieb.

Zwar war nun gerade dieser angebliche Beweis mit Hilfe der Photographie ein Mißverständnis, eine unzulässige Vereinfachung, da der technische Vorgang ein völlig anderer war. Doch der Vergleich schien einleuchtend und nicht wenige Photographen erhofften, angestachelt von den Berichten in photographischen Fachzeitschriften, einen riesigen Geschäftszuwachs.

Die breite Öffentlichkeit reagierte gespal-

ten auf die neue Technik, mit Neugier ebenso wie mit Furcht. Schließlich muß daran erinnert werden, daß das 50 Jahre alte Medium Photographie die Aufgabe von gemalten Porträts - eine Art bildhaftes Gedächtnis über den Tod hinaus zu sein - übernommen hatte. Nun wurde man mit "Röntgen-Photographien" konfrontiert, die das genaue Gegenteil bewirkten: Sie seziierten den Menschen optisch, zeigten Skelette, Knochenhände und somit die Vergänglichkeit des Körpers.

Wir können die ängstlichen Reaktionen der Zeitgenossen noch besser nachvollziehen, wenn wir uns bewußt machen, daß man mit der Photographie, auch mit den Röntgen-Aufnahmen, am Beginn des Medienzeitalters stand. Heute ist es für uns selbstverständlich, fremde Welten mittels Photo oder via Bildschirm vorgeführt zu bekommen. Und in den phantastischen Szenarien, die Computer-Animateure schaffen, fühlt sich die jüngste Generation bereits wie zu Hause. Moderne Technologien ermöglichen es heute, die Realität so perfekt nachzubilden, daß kein Mensch mehr zwischen Dokument und Animation zu unterscheiden weiß. Damals ließ sich das kaum geschulte Auge schon von der ins Bild gesetzten Wirklichkeit, dem Bild-Dokument erschrecken. So auch von dem Zug, den die Brüder Lumière in einem ihrer ersten Filme 1895 auf das Publikum zurasen ließen.

Die Aufnahmen menschlicher Knochen waren das beliebteste Motiv der Röntgenstrahlen-Pioniere. Woraus man zum einen schließen darf, daß nach Grusel auch vor hundert Jahren bereits große Nachfrage bestand, und zum zweiten, daß die Wahl nicht umsonst auf dieses und kein anderes Körperteil gefallen war. Durfte man doch die Hände ohne Scham nackt in der Öffentlichkeit zeigen - im Gegensatz zu vielem anderen, was damals, im "Zeitalter des Etuis", in dem man möglichst alles einbettete und vor Licht und Einsicht durch Hüllen schützte, vor fremden Augen strengstens verhüllt bleiben mußte.

Nicht umsonst sprach der amerikanische

Physiker Dolbear spontan von einer "bedrohlichen Wirkung", als er von der Entdeckung hörte: "Wenn man durch Holz und Steinwände und auch im Dunkeln photographieren kann, dann gibt es keine Zurückgezogenheit mehr, dann wird es überall hell sein, außer für unsere Augen, und für diese wird es bald einen Ersatz geben", fürchtete er.

Aber nicht nur die Intimität der Wohnung schien durch Röntgens durchdringende Strahlen bedroht zu sein. Ein Londoner Detektiv bot im britischen "Standard" vom 8. August 1896 den kostenlosen Einsatz der "neuen Photographie" bei Scheidungsangelegenheiten an. Beide schienen zu befürchten beziehungsweise zu hoffen, daß mit Hilfe der Röntgenstrahlen im wahrsten Sinne des Wortes nackte Tatsachen an die Öffentlichkeit gelangen könnten.

Tatsächlich drehten sich die Befürchtungen vieler Zeitgenossen um die Frage, ob ihr bislang gut geschützter Körper mit den Strahlen zu sehen sein würde. Und natürlich richteten sich die Spekulationen nicht gegen die Ärzte, die ja ein ganz legitimes Interesse daran hatten, ohne chirurgischen Eingriff einen sicheren Befund über das Innenleben ihrer Patienten zu bekommen, sondern gegen unmoralische Zeitgenossen, in deren Hände die Röntgen-Technik gelangen könnte.

Da von technischen Details oft nicht die Rede war, glaubten viele, ein Röntgen-Gerät sei auch auf der Straße problemlos einsetzbar. Nahrung erhielten diese Befürchtungen mit der raschen Entwicklung des Fluoroskops und diesem verwandten Geräten, die tatsächlich einigermaßen handlich und mobil einsetzbar waren: Sie wurden wie ein Fernglas einfach vor die Augen gehalten, um Gegenstände und Menschen zu durchleuchten. Eine Aufnahme war mit Hilfe dieses Schirms nicht mehr nötig.

Kein Wunder, daß in der Londoner Zeitschrift "Electrical World" schon am 28. März 1896 eine Firma die erste X-Strahlen-sichere Unterwäsche anbot. Bezeichnend auch die Mitteilung einer englischen Zeitung im November 1896: Berichtet wurde von zwei älteren Damen, die sich anläßlich einer öffentlichen Demonstration der Strahlenwirkung zwar gegenseitig ihre Knochen zeigen wollten, aber nur bis zur Taille.

Ganz klar, daß auch die Karikaturisten solch blühende oder schwüle Phantasien aufs Korn nahmen. In der Zeitschrift "La nature" veröffentlichte der französische Künstler Albert Robida am 9. Mai 1896 eine Reihe von Karikaturen, von denen eine eine Straßenszene der Zukunft vorzugeben schien: Über ihren Kleidern tragen Frauen, Männer und

gar Hunde Rüstungen, die sie vor Blicken schützen.

Selbstverständlich meldete sich angesichts der drohenden Gefahr für Moral, Sitte und Anstand auch die Politik zu Wort: Ein Abgeordneter im amerikanischen Bundesstaat New Jersey forderte bereits im Februar 1896 ein Gesetz gegen den Einsatz von X-Strahlen in Operngläsern. Die Befürchtungen dieses Politikers dürfte eine Anfrage ausgelöst haben, die im Januar ein Mann an Thomas A. Edison gestellt hatte. Er bat um entsprechende "Aufrüstung" seines Opernglasses, wie in der Zeitschrift "Literary Digest" nachzulesen war.

Der amerikanische Physiker Edison hatte sich von Anfang an intensiv mit den X-Strahlen befaßt und war seinen Zeitgenossen als spektakulärer Erfinder, zum Beispiel des Phonographen, bekannt. Als er im Februar 1896 ankündigte, über die Röntgenstrahlen zu forschen, umlagerten sofort etliche Pressevertreter sein Haus in West Orange/New Jersey. Edison gelang der Nachweis, daß von 8000 getesteten Substanzen das Kalziumwolframat die geeignetste sei, unter der Einwirkung von Röntgenstrahlen eine Fluoreszenz zu bewirken.

Das schien im März 1896 einem Mitarbeiter der englischen "Pall Mall Gazette" nicht geheuer. Natürlich lag wieder ein Mißverständnis zugrunde, als er klagte: "Man hört jetzt - wir hoffen zu Unrecht - daß Herr Edison eine Substanz entdeckt habe mit dem anstoßenden Namen Kalziumwolframat, die auf die neuen Strahlen anspricht. Die Folge davon scheint zu sein, daß man mit bloßem Auge die Knochen der Leute und sogar durch acht Zoll Holz sehen kann. Wir haben nicht nötig, auf die revolutionäre Unmoral in dieser Möglichkeit besonders hinzuweisen", warnte er, empfahl das Kalziumwolframat, das im Fluoroskop zum Einsatz kam, "der Aufmerksamkeit der Regierung" und forderte "gesetzesmäßige Beschränkung der strengsten Art".

Edison hat 1896 zur Weiterentwicklung der Röntgentechnik seinen Teil beigetragen. Seinem eigentlichen Forschungsanliegen war er freilich nicht näher gekommen. Eigentlich hatte er nämlich im Auftrag des englischen Großverlegers William Hearst versucht, eine Röntgenaufnahme vom menschlichen Gehirn anzufertigen, was ihm jedoch nicht gelang.

Man darf annehmen, daß Hearst und Edison, wie viele Zeitgenossen, im Kopf den Sitz der Seele vermuteten, und die Intimität der Gefühlswelt auf einer Röntgenaufnahme festhalten zu können glaubten. Schließlich geisterte zur gleichen Zeit etwas ande-

res durch die Gazetten, das Sigmund Freud das "Unbewußte" genannt hat. Die Bekanntheit der Erforschung des Unterbewußten mit Hilfe von Hypnose und Suggestion durch Sigmund Freud beflügelte mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die Phantasie der Zeitungsleser, die nun zudem erfahren hatten, es sei ein Apparat erfunden worden, der es ermögliche, ins Innere des Menschen zu sehen. Gab es dort zu sehen, was Freud entdeckt zu haben glaubte? Ebenfalls 1895 hatte Freud zusammen mit Josef Breuer "Studien über die Hysterie" veröffentlicht, die den Grundstein seiner Psychoanalyse legten. Sie basierten auf einführenden Gesprächen, die auch tabuisierte Themen nicht unberührt ließen.

Das "Triebhaft-Unbewußte" sollte sich so offenbaren. Man bedenke: Schon mit der Erwähnung menschlicher Triebe setzte er sich über alle moralischen Bedenken hinweg. Selbst Freuds Ehefrau Martha merkte einem Bekannten gegenüber später an: "Ich muß gestehen, daß ich nicht begriffen habe, wie ernst mein Mann seine Behandlungen nimmt, ich hielt privat die Psychoanalyse für eine Art Pornographie." Walter Benjamin hat in seiner "Kleinen Geschichte der Photographie" diesem "Triebhaft-Unbewußten", das die Psychoanalyse postuliert hat, das "Optisch-Unbewußte" gegenübergestellt, dem sich die Menschen mit der Photographie ausgeliefert sahen. Erst die Photographie ermöglichte Bildwelten, die im Kleinsten wohnen: Benjamin nannte Zeitlupen, Vergrößerungen, Strukturbeschaffenheit - eben das bislang "Optisch-Unbewußte".

Sollten die Röntgenstrahlen diese Entwicklung fortsetzen, so könnten Zeitgenossen gedacht haben, dann wären Seele und Geist abzubilden! Röntgen als Handlanger Freuds! Die Angst vor diesem Zusammenspiel ist nachvollziehbar. Schließlich schienen nun plötzlich auf die letzten Fragen unwiderlegbare Antworten möglich zu sein. Denn wer nach dem Wesen des Bewußtseins und nach seinem Sitz fragt, wirft das uralte Leib-Seele-Problem auf, an dem sich die Denker seit Jahrtausenden die Zähne ausbeißen. Es ist eine Geheimzone, zu der auch heute noch vor allem Philosophen, Hirnforscher und Science-Fiction-Phantasten Zugang begehren. Womit sich der Bogen zur Science-Fiction wieder schließt. Einem ihrer Helden ist es letztendlich 1938 doch noch gelungen, die Phantasien, die man 1896 mit den Röntgenstrahlen verband, für den guten Teil der Menschheit zu retten.

Superman, dieser in der amerikanischen Gesellschaft unerkannt lebende charismatische Comic-Held, geschaffen von Jerry Sie-

gel, besitzt Augen, die wie ein Röntgengerät Wände und Mauern überwinden. Mit Hilfe seines Röntgenblicks beschützt er die Gesellschaft vor allem Bösen, sorgt für Recht

und Ordnung und, in erster Linie, für die Moral. Wo immer er jedoch "Das Unbewußte" in uns "normalen" Menschen orten könnte, schaltet er seine Röntgenaugen auf nor-

male Wellenlängen um, weil sich solch unmoralische Anwendung dieser großen Entdeckung damals wie heute verbietet.

“Mein Gott, ich sehe!” Röntgens Strahlen und die Veränderung der Wahrnehmung in der deutschen Literatur

*Günter Hess, Vortrag am 12. Juli
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin*

Wer in Würzburg über Röntgenstrahlen und deutsche Literatur spricht, kann einem poetischen Topos kaum entgehen, der in die Geschichte der Mythologisierung der epochemachenden Entdeckung vom 8. November 1895 am Pleicherring gehört.

Der junge Max Dauthendey, der von seinem Vater in alle Geheimnisse der Photographie, der Atelierbeleuchtung und des wechselnden Sonnenlichts, der polierten Glasplatten und ihrer chemischen Mixturen eingeweiht war, hat später mit seinem impressionistischen Blick, der alle Farben- und Lichteffekte so empfindlich reflektierte und selbst das unsichtbare Ultraviolett sichtbar machen wollte, die Geburt der Röntgenstrahlen aus dem Geist des "Würzburger Lichts" erklärt:

"Als Professor Röntgen hier im physikalischen Institut die X-Strahlen entdeckte und ein neues den Menschenkörper durchdringendes Licht den Augen sichtbar machte, war ich ein junger Mann und schrieb eben an meinem Buch ‚Ultraviolett‘. Und ich sagte mir später oftmals: In keiner andern Stadt, nur in Würzburg, konnten die X-Strahlen entdeckt werden. Nur hier kommt geheimes Licht den Menschen so nah wie selten wieder auf einem Punkt der Erde. Das Würzburger Licht, das an den sonnigen Tagen von den Bergen wie eine blaue Elektrizität rund um die Stadt in den Himmel scheint, kommt mir immer vor, wie aus einem Jubel geboren."

Der hier formulierte Licht-Enthusiasmus

sagt nichts über Röntgen, aber alles über Dauthendey's Wahrnehmung und Poetik. Die assoziative Spiegelung von Licht, Farbe und geheimnisvoller Strahlung verbindet die Wahrnehmung des Unsichtbaren in seinen "Einsamen Poesien" mit Röntgens neuem Licht. Den Dichter und Photographen interessiert das naturwissenschaftliche Phänomen ebensowenig wie die physikalische Versuchsanordnung. Sie darf ein unsichtbares Geheimnis bleiben, dessen ästhetischer Reiz allein von Bedeutung ist.

Beim Blättern in Zeitschriften und Büchern im Jahrhundert zwischen 1895 und 1995 begegnet man immer wieder den Spuren der Faszination, die Röntgens Entdeckung am Ende des 19. Jahrhunderts auslöste. Die Aura und Magie von Röntgens Strahlen beruht vor allem auf dem Geheimnis der "photographischen Aufnahmen" und "Schattenbilder", "deren Erzeugung mitunter einen ganz besonderen Reiz bietet", wie Röntgen selbst in seiner ersten Mitteilung "Über eine neue Art von Strahlen" bekennt.

Was den Dichter-Photographen und "Lichtbildner" Dauthendey in Würzburg so sehr fasziniert hatte, mußte die Phantasie der Leser in Erregung versetzen, die von den Bildern und Berichten der deutschen und internationalen Presse in Atem gehalten wurden. Und vor allem sind es die Röntgen-Bilder, die in den populären illustrierten Zeitschriften und Magazinen bereits 1896 sensationelle Spekulationen um das "neue Licht" und eine "neue Photographie" entzündeten.

Allein in den Schlagworten der wild wu-

chernden Reklame für unerhört neue photographische Apparaturen ist die mit Neugier und Angst erwartete Revolutionierung der Wahrnehmung zu erkennen: "Gespensterbilder", "Gehirnphotographie". Dabei berührten die phantastischen Assoziationen, die sich mit Röntgens Entdeckung verbanden, andere revolutionäre Entwicklungen und Strömungen, Bewußtseinslagen, Bilder und Denkformen des *Fin de siècle*: Aufbruchseuphorie und Endzeitstimmung, Erotisierung und sexuelle Emanzipation, Imaginationen der Entgrenzung und Transparenz verborgener Seelenzustände. Die Übergänge zwischen Traum und Realität werden fließend, die Fluchtbewegungen in unsichtbare Welten wie die Überschreitung der Grenzen der nicht mehr wahrnehmbaren Phänomene charakterisieren zunehmend die Werke der Poesie wie der bildenden Kunst.

Daß das Jahr 1895 neben der Entdeckung der X-Strahlen im Dezember zwei weitere epochemachende technische und wissenschaftliche Aufbrüche markiert, die im Grenzbereich von Wahrnehmung und Bewußtsein, Realität und Abbild, Imagination und illusionärer Täuschung miteinander zu tun haben, scheint mehr als ein Zufall zu sein.

Noch vor der Veröffentlichung der legendären "Traumdeutung" (1899), der Grundlegung einer analytischen Psychologie, die Sigmund Freud im Bewußtsein ihrer epochalen Bedeutung auf das Jahr 1900 vordatierte, erschienen im Mai 1895 die "Studien über Hysterie" von Freud und Josef Breuer, in denen die Rekonstruktion sexueller Trauma-

ta in den Tiefenschichten des "Unter"- oder "Unbewußten" beschrieben wurde.

Und am 28. Dezember 1895 veranstalteten die Brüder Louis und Auguste Lumière im Keller des Grand Café auf dem Pariser Boulevard des Capucines ihre erste öffentliche Filmvorführung. Die Dokumentation des realen Alltags, auf durchsichtiges Material gebannt, hatte in der perfekten Illusion der "Schattenbilder" laufen gelernt, und das mag so unglaublich gewesen sein wie die Nachricht eines englischen Korrespondenten im November 1896, man sei durch Röntgens Strahlen nun so weit, sehen zu können, "wie die Leber schlägt und das Herz pulsiert". Die Bewegung der Innenansicht ist sichtbar geworden. Aber solche Sichtbarkeit führte im fortschreitenden Prozeß der Visualisierung des Alltags wie der Analyse des Seelenlebens bei aller Faszination zu einer doppelten Tabuverletzung, zu Verunsicherung und verborgenen Ängsten.

I. Röntgen-Augen, Röntgen-Blicke Totentanz und Männerphantasien

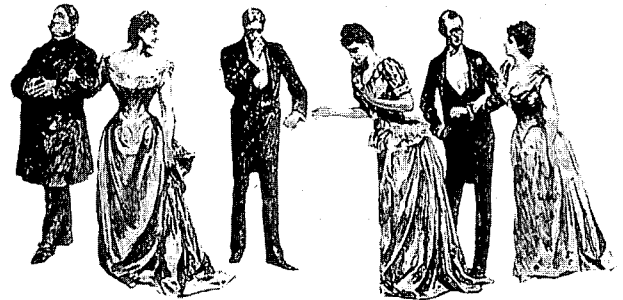
Der Blick auf Bilder und Karikaturen des Jahres 1896 macht die zweifache Tabuverletzung mit ihren Verunsicherungen und Ängsten sichtbar. Wir stoßen dabei im Vorfeld der literarischen Höhenlinie auch auf ganz banale Spuren und peinlich-triviale Reaktionen. Aber noch in der Banalität des plumpen Männerwitzes oder der trivialen Fliegenden Blätter wird im Grunde nur das Unheimliche und Undurchschaubare der neuen Strahlen gebannt.

Schon im April 1896 kontrastiert eine Illustration der Zeitschrift LIFE eine traditionelle Photographie aus dem Gesellschaftsleben mit ihrer makabren Variante nach den Möglichkeiten der "advanced photography". Das gesellschaftliche Ritual und seine in der Momentaufnahme erstarrte Etikette verwandelt sich durch die Möglichkeiten der neuen Kunst, der die Zukunft gehört, in einen Totentanz, der nicht nur die körperliche Identität, sondern auch Individualität und Geschlecht auslöscht. Die Körper mit all ihren modischen Accessoires erscheinen entzaubert, und so mündet das "moderne" Gruppenbild mit Damen in die alte Ikonographie des Memento mori ein, nach der dreihundert Jahre zuvor die Skelette und Präparate des "Theatrum Anatomicum" arrangiert und inszeniert worden waren. Dabei liegt die Komik des Makabren darin, daß die ritualisierte Etikette in der Choreographie des Totentanzes gesteigert und zugleich in ihrer Leere und Sinnlosigkeit entlarvt wird (Abb. 1).

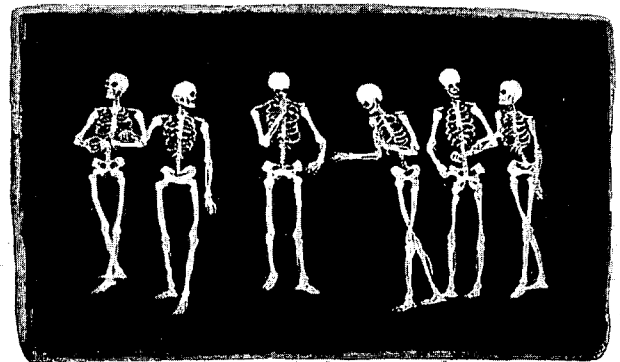
Ich möchte mich gerne photographieren lassen.
graph: „Jawohl Gnädigste, mit oder ohne?“
Mit oder ohne was?“
graph: „Knochen.“

[Life 27, 259 (27. April 1896)]

• LIFE •



THAT DELICIOUS MOMENT
WHEN YOU FIND YOU ARE TO TAKE INTO DINNER THE GIRL WHO YESTERDAY REFUSED YOU.



FOR those of our readers who like to get at the inside facts of a case we publish these companion pictures. They are interesting as showing the possibilities of the art of the future when developed by advanced photography. We have selected a well-known drawing from LIFE as better illustrating our point.

„Aufnahme mit gewöhnlicher Photographie und mit der „neuen Photographie“. [Aus Life 27, 313 (1896)]

Abbildung 1

Seltene Entdeckung

Natürlich mußte auch die Münchner Illustrierte, die "Jugend" hieß und, da sie dem Zeitgeist stets auf der Spur war, dem Stil der Jahrhundertwende den Namen gab, nur wenige Wochen nach "der neuen Entdeckung des Herrn Professors Röntgen in Würzburg" unter dem Titel "Die neuen Strahlen" ein "Originalphotogramm des gelehrten Forschers" und dazu einen "kleinen Roman" liefern: Ein Hörer des Würzburger Gelehrten entdeckt mit Hilfe der X-Strahlen, "die durch Kleider u.s.w. wie durch Butter hindurchdringen", das steinerne Herz seiner wunderschönen Geliebten (Abb. 2).

Das Mäntelchen der Moral kann die seltsame Mischung von Lüsterheit und Grauen angesichts der Entblößung durch den enttäuschten Voyeur nicht ganz verdecken. Ganz unverhüllt und platt führt die "Jugend" in einer der folgenden Nummern einen sittenstrengen und gottesfürchtigen Abgeordneten des Centrums vor, der in München nichts als Nuditäten sieht. "Es gibt nur eine Erklärung: der betreffende Abgeordnete ist ein medizinisch-physiologisch-optisch-chemisch-elektrisches Phänomen. Er leidet an X-Blicken, die wir analog den Rönt-

genstrahlen dem wackeren deutschen Gelehrten zu Ehren "Röntgen-Blicke" nennen wollen."

Was als matte Satire auf die Zensurpraxis der um Sitte und Moral bemühten Centrums-Partei getarnt ist, läßt sich selbst als Elaborat voyeuristischer Männerphantasien bloßlegen (Abb. 3).

Röntgens Strahlen, das dürften die Bilder und Spekulationen des Jahres 1896 belegen, haben es mit zwei Tabuverletzungen zu tun: Nicht nur die frühen Bilder der beringten Knochenhände sind als Chiffren und neue Embleme des verdrängten Todes zu lesen. Und die Vorstellung vom Eindringen in die Intimsphäre, die Entblößungsphantasien und die Fixierung auf den voyeuristischen Blick in dieser hoch- und enggeschnürten Epoche mit ihrem seltsamen Changieren zwischen Frivolität und Prüderie - sie betreffen die tabuisierte Sexualität und die im Unbewußten verdrängten Triebwünsche. Beide Aspekte sind in der Literatur nach 1895 als Leitmotive immer wieder zu finden, und die phantastische Vorstellung von einer durch Röntgens Entdeckung möglichen "Gehirnphotographie" kommt als weitere Verunsicherung

cherung dazu. Sie ist von der Entdeckung des Unbewußten durch die Psychoanalyse nicht zu trennen.

“Röntgen-Augen”, “Röntgenblicke” und “Röntgenstrahlen” werden im 20. Jahrhundert in sehr unterschiedlichen Kontexten durch die europäische und deutsche Literatur geistert. Fast immer ist ein gewisser Wahrnehmungsschock damit verbunden: die panische Erfahrung der eigenen Sterblichkeit, das Lesen der Herzensschrift und das Eindringen in die innersten Geheimnisse, die Verletzung durch die Magie des perforierenden Blicks, das Durchleuchten der Seele zwischen Bewußtsein, Traum und Tod. So spiegeln sich Röntgens Strahlen in Texten von Marcel Proust und Karl Kraus, von Ernst Jünger, Hans Carossa und Hans Henny Jahn.

Die Zitate und Fundstücke ergeben ein schillerndes Mosaik divergierender Bilder, Wahrnehmungen und Deutungen. Die literarischen “Variationen über die Röntgenstrahlen” belegen die ungeheure Wirkung auf Bewußtsein und Phantasien unseres Jahrhunderts. Zu den konstanten Themen im Wandel der Wahrnehmung gehört die Dissoziation der visuellen Erfahrung, die Verunsicherung von Blick und Identität, die Konfrontation mit dem tabuisierten Tod und der verdrängten Sexualität. Einige kleine Fallstudien sollen die zentrale Bedeutung der Röntgenstrahlen in Texten des 20. Jahrhunderts beleuchten. Dabei führt eine exemplarische Auswahl von den “Dichter-Ärzten” Arthur Schnitzler, Gottfried Benn und Hans Carossa über Thomas Manns “Zauberberg” in unsere unmittelbare Gegenwart: zu Peter Härtling und Durs Grünbein.

Der Wiener Arzt und Schriftsteller Arthur Schnitzler, der zu den bedeutendsten Autoren der Jahrhundertwende gehört, geht in seinen medizinischen Schriften, die seit 1988 in einer Ausgabe vorliegen, mit keinem Wort auf die neuen Strahlen ein. Dies mag vor allem damit zusammenhängen, daß das Corpus der wissenschaftlichen Berichte und Rezensionen 1894 mit dem literarischen Durchbruch (“Anatol” 1893, “Sterben” 1894, Uraufführung von “Liebelei” 1895) abbricht.

II. Röntgenräume, Bewußtseinskrisen, Andachtsbilder

Das bedeutet nun freilich nicht, daß Schnitzler, dessen analytisches Verfahren als Dichter den Studien Freuds kongenial verwandt gewesen ist, von Röntgens sensationeller Entdeckung nicht fasziniert war. Röntgenbilder haben den höchst sensiblen Schrift-

1896

JUGEND

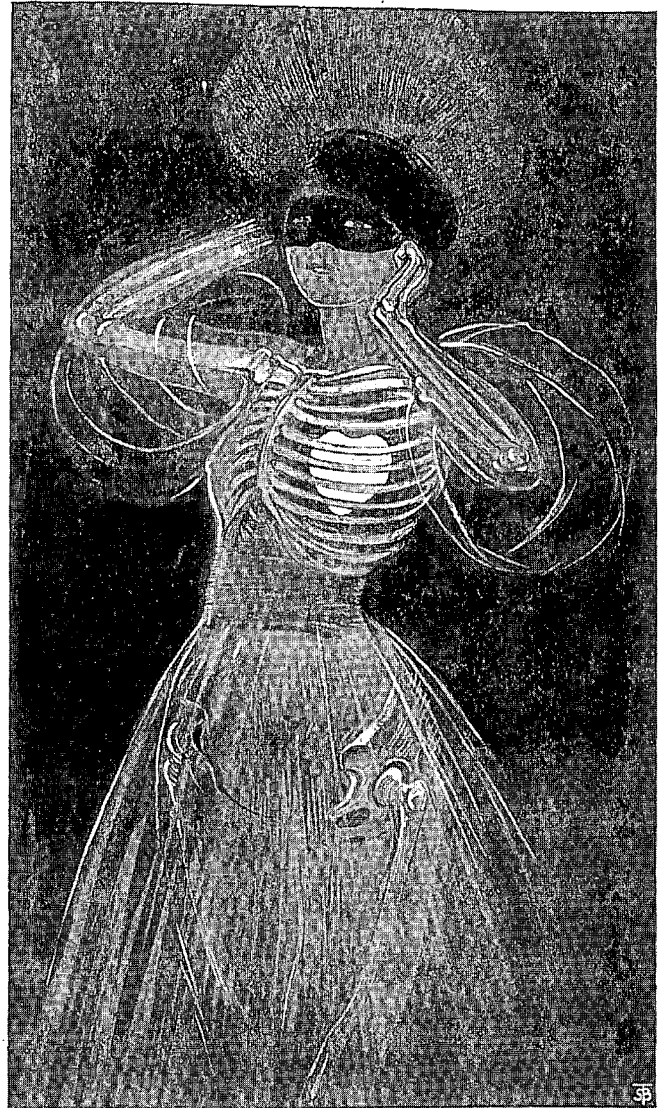


Abb. 2 (rechts): Nur wenige Wochen nach Röntgens Entdeckung lieferte die Münchener Illustrierte “Jugend” einen kleinen Roman zu dieser Abbildung: Mit Hilfe der X-Strahlen entdeckt ein Hörer des Würzburger Gelehrten das steinerne Herz seiner Geliebten.

Die neuen Strahlen.

die unendliche, riesen-, fabel-, gespensterhafte und unfaßbare Bedeutung dieser



Abb. 3: Die diffuse Vorstellung von der Natur der X-Strahlen weckte bei Röntgens Zeitgenossen voyeuristische Phantasien. Die Karikatur der Illustrierten “Jugend” führt einen sittenstrengen Abgeordneten der Centrumpartei vor, der an “X-Blicken leidet”.

steller sogar bis in die Träume verfolgt, die er in seinen Tagebüchern akribisch protokollierte und zu deuten versuchte. Seine Traumbeschreibung und Traumanalyse vom 17. Oktober 1915 belegt dies eindrucksvoll.

Noch komplexer stellt sich der Bewußtseinszerfall des jungen Arztes Rönne in Gottfried Benns Novelle "Gehirne" dar, die 1915 in "Die weißen Blätter" veröffentlicht wird, zeitgleich mit dem Röntgenraum des Arthur Schnitzler. Bereits die zeitgenössische Literaturgeschichtsschreibung diagnostiziert die "Depersonalisation" und "Entfremdung der Wahrnehmungswelt", wobei deutlich zu erkennen ist, daß Rönnes Krise die literarische Projektion der Krise des Dr. Benn darstellt.

Weit entfernt von solcher Verstörung ist die auf den ersten Blick magisch-naive Erhebung eines Röntgenbildes in Hans Carossas autobiographischer Erzählung "Der Tag des jungen Arztes": Eine Familie hatte ihren kleinen Sohn verloren, ein aspiriertes Uhrschlüsselchen im Lungengewebe war die Todesursache gewesen, und gewissermaßen als Reliquie wurde das Dokument dieses frühen Todes aufbewahrt: Beim Besuch der jungen Eltern fällt dem Arzt "etwas vorher nie Gesehenes in die Augen, das ich nie mehr vergessen konnte; zwischen den Bildern von Jesus und Maria hing als dritte Heiligentafel die Röntgenaufnahme der Münchener Universitätsklinik, die Vater Thomas mit einem hübschen hellbraunen Rahmen umgeben hatte." Carossa registriert "die andächtige Verehrung, welche die beiden Eltern dem unschuldigen Marterwerkzeug erwiesen", das Röntgenbild war zur Ikone geworden und hatte sich in den Augen der Eltern in ein Andachtsbild verwandelt, das an die Passionsgeschichte ihres Kindes erinnern sollte.

III. "Mein Gott, ich sehe!"

Hans Castorp im Röntgenlaboratorium des Zaubergebergs

Der Physiker Wilhelm Conrad Röntgen ist in der Familie Mann kein Unbekannter gewesen. Katia Pringsheim gehörte zum Schülerkreis des berühmten Professors, der 1899 an die Universität München berufen worden war. Und eine Röntgenaufnahme der Katia Mann aus dem Jahr 1912 und eine Fehldiagnose dieses Röntgenbildes sind schuld am "Zauberberg". Christian Virchow stellte dies bei einem Vergleich der Röntgenaufnahmen der Jahre 1912 und 1967 fest. Sein Attest: "Der 'Zauberberg' ist das Resultat einer übervorsorglichen, einer Verdachts-, einer Fehldiagnose."

Die Entstehungsgeschichte des Röntgenkapitels läßt sich aus den erhaltenen Tagebüchern des Jahres 1920 in detail rekonstruieren. Dies scheint insofern wichtig zu sein, als die Notate deutlich machen, wie groß das Interesse Thomas Manns an der "Durchleuchtungsszene" gewesen ist und wie unüberschbar das Schreiben an dieser Szene mit dem beklemmenden Gefühl einer aufsteigenden Todesangst verbunden war.

Daß der Autor seine Vorstudien zum Röntgenkapitel im Februar 1920 in der Münchener Universitätsklinik (Ziemßenstraße) vorbereitet, und daß seine Darstellung auf Autopsie beruht, wurde bisher so wenig beachtet wie das akribische Protokoll der Fortschritte der "Röntgen-Laboratoriums-Szene" in den folgenden Märzwochen.

Schließlich ist der Abschnitt im Brief an Ernst Betram vom 16. März 1920 als Schlüsseltext zu lesen, weil hier sehr nuanciert der Ton und die Perspektive der "Szenen" angedeutet werden: "Der Zaubergeberg wächst langsam aber gleichmäßig, darf ich sagen. Ein paar entschieden kuriose Szenen sind neuerdings entstanden: so bin ich bei einer, die im Röntgen-Laboratorium spielt - auch einer recht unerlaubten Veranstaltung in meinem Lichte. Alle Aerzte und ehemaligen Patienten, die von dem Unternehmen hören, lechzen nach der Satire. Wenn es mit dem bischen Satire nur eben gethan wäre!"

"Satire" und "kuriose Szenen", das klingt nach Satyrspiel und parodistischer Inszenierung. Indessen bleibt es nicht bei diesem Ton und dieser komischen Färbung: mit der Satire allein ist es eben nicht getan. Es gibt einen Rest von Indezenz und "unerlaubter Veranstaltung", und damit ist fraglos das Spiel um Liebe und Tod, Erotik und Vanitas gemeint. Das "Durchleuchtungslaboratorium" als *Theatrum Mundi*, als Welttheater und Hexenküche, Inferno und Purgatorium: kurz, eine "recht unerlaubte Veranstaltung" im Lichte Thomas Manns und Wilhelm Conrad Röntgens!

Wenn man das Raffinement der Konstruktion des Romans und seiner Siebenzahl der Großkapitel nach Zahl und Proportion zu rekonstruieren versucht, dann liegt das Röntgen-Kapitel an der Grenzlinie des ersten Drittels, während das berühmte "Schnee"-Kapitel den Übergang zum letzten Drittel der monumentalen Erzählung markiert. So läßt sich im kompositorischen Geflecht der Themen und Leit motive doch wohl die These riskieren, daß der "Durchleuchtungsszene", die Thomas Mann so sehr am Herzen liegt, an ihrem achsialen Wendepunkt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt: eben als komplexem Satyrspiel und Kontra-

punkt zur Botschaft des "Schnee"-Kapitels und seiner visionären Bilder.

Auf den wenigen Seiten, welche die "Epiphanie" im Durchleuchtungslaboratorium beschreiben, ist auf alle Nuancen zu achten: auf das Raffinement der Lichtregie zwischen "Halbdunkel", "künstlichem Halblight" oder "mattem Deckenlicht", auf die Richtungen und Brechungen der Blicke. Die Szene ist auf Spannung und Steigerung angelegt, die Raumsymbolik nicht zu übersehen. Denn dem Durchleuchtungslaboratorium gegenüber liegt Dr. Krokowskis analytisches Kabinett im selben gebrochenen Halbdunkel. Psychoanalyse und Röntgendiagnostik sind spiegelbildlich aufeinander bezogen.

Hofrat Behrens empfängt die "Dioskuren" Hans Castorp und Joachim Ziemßen in seiner "Hexenoffizin", und sein grober diabolischer Zynismus spielt alle Assoziationen, Bilder und Aktionen in eine unverhüllte Zweideutigkeit der Sprache hinüber. Die Führung durch seine "Privatgalerie" präsentiert zunächst die ästhetische Anatomisierung des ganzen Menschen, um unvermittelt auf die platten sexuellen Phantasien seiner "Lichtanatomie" zu kommen. Die Pantomime von Geschlechtsakt und Hinrichtung, dazu der Ausbruch fürchterlicher Naturgewalten, wie sie Thomas Mann bei seinen Beobachtungen in der Münchener Ziemßenstraße (!) wohl aufgezeichnet hatte, beherrschen die Szene.

Aber die Phänomene von Licht, Durchleuchtung und verstörender Wahrnehmung werden sich in einem wilden Szenario von Hexenküche und Walpurgisnacht zu ungeahnten Sensationen steigern: das "Rubinlicht" erlischt, und aus der dichtesten Finsternis läßt der teuflische Hofrat Behrens "auf seinem Schusterschemel" reitend, "die Schenkel gespreizt", auf dem bleichen Viereck des Leuchtschirms die wunderbarsten Bilder erscheinen, die jene "zerrende Lust der Indiskretion" wecken, die sich in Hans Castorps Brust "mit Gefühlen der Rührung und Frömmigkeit" mischen.

"Er studierte die Flecke und Linien, das schwarze Gekräusel im inneren Brustraum, während auch sein Mitspäher nicht müde wurde, Joachims Grabesgestalt und Totenbein zu betrachten, dies kahle Gerüst und spindeldürre Memento. Andacht und Schrecken erfüllten ihn. "Jawohl, jawohl, ich sehe", sagte er mehrmals. "Mein Gott, ich sehe!"

Im Spiel der Metaphern, die Joachims Herz, das "pulsierende Gehänge", "Qualle" und "Sack", zu umschreiben versuchen, spiegeln sich Schock und Verstörung, die "Zweifel an der Erlaubtheit seines Schauens". Der

Wahrnehmungsschock betrifft nicht allein das Bild gewordene Memento mori, den Blick in das tierisch ungestalte innerste Zentrum von Gefühl, Emotion, Lust und Schmerz. Und dennoch überlagern auf diesem Höhepunkt von Wahrnehmungsschock und Tabuverletzung die "Gefühle der Rührung und Frömmigkeit" die augenfällige Entmythologisierung, die "auf Veranstaltung der physikalisch-optischen Wissenschaft" zustande kam.

Aber Hans Castorp setzt sich auch noch der letzten Erfahrung aus, indem er am Ende Röntgens erste photographische Aufnahme auf seine Weise "nacherlebt" und rekonstruiert und seine eigene Hand durch den Leuchtschirm betrachtet. Mit "durchschauenden, voraussehenden Augen" "erblickte er einen vertrauten Teil seines Körpers" "und zum erstenmal in seinem Leben verstand er, daß er sterben werde."

Von der Verkörperlichung des Seelischen einmal abgesehen, erscheint hier das zentrale Thema, mit dem das Satyrspiel in der Hexenküche des Durchleuchtungslaboratoriums an ein ernstes Ende kommt, das im Kontrast von Zeit, Todeserfahrung und Vergänglichkeit das Thema "Zeit" als das beherrschende Leitmotiv im Zauberberg aufnimmt und zugleich relativiert.

Zweifellos gehört die "Röntgen-Laboratoriums-Szene", an der Thomas Mann im Frühjahr 1920 so viel gelegen ist, zu den Höhepunkten in der Geschichte der Wirkung von Röntgens Strahlen auf die deutsche Literatur. In ihrer Intensität überschattet sie alle späteren Versuche, den Wahrnehmungsschock, der zu Beginn des 20. Jahrhunderts ganz besonders heftig gewesen ist, in Bilder umzusetzen. Aber auch noch in der aktuellen Gegenwartsliteratur sind nicht nur schwache Reflexe von Röntgens Entdeckung oder ein Echo aus dem Zauberberg zu finden, sondern ein neues Interesse am faszinierenden Blick nach innen.

IV. "Herzwand" und "Schädelbasis- lektion"

Ein Ausblick

So steht der Eingang des Romans, der "Herzwand" heißt und der, als er 1990 erscheint, von Peter Härtling demonstrativ und mit gutem Grund den Untertitel "Mein Roman" erhält, im Schatten des "Zauberberg". "Ich betrachtete mein Herz und das, was vielleicht meine Seele war." Die Literaturkritik hat diesen Romananfang (mit der Kathetersonde auf dem Weg zur Herzwand) "atemberaubend" genannt, den "vorweggenomme-

nen Höhepunkt", auch wenn die Konsequenz des Wahrnehmungsschocks, des "kardialen Orgasmus", wie der Autor ihn bezeichnet, einen vertrauten Topos autobiographischen Schreibens auslöst. Die Verwirrung des inneren Gelächters hat "Wesen und Gedächtnis verändert". Der Blick ins Innerste, auf Herz und Seele, setzt Erinnerung an längst Vergessenes frei: Anamese im poetischen Sinn.

Wesentlich vertrackter, intellektueller, gewiß auch zynischer als Härtlings poetische Aufrichtigkeit, stellt sich der "Röntgenblick" in Durs Grünbeins Gedichten dar. Da begegnet der dreiunddreißig Jahre junge Büchnerpreisträger des Jahres 1995 ein Jahrhundert nach Röntgens Entdeckung immer noch den vehementen Folgen einer revolutionären Geschichte der Wahrnehmung, changierend "zwischen wissenschaftlicher Präzision und hochfliegender Metaphorik, zwischen zauberhafter Poesie und schickem Techno-Geklingel." Aber es ist ein unverkennbar neuer Ton, in dem er seine melancholischen To-

desvisionen und Schädelinnenansichten zur Sprache bringt.

Röntgen ist gegenwärtig in "Falten und Fallen" (1994) und auch in "Schädelbasislektion" (1991) herrschen Diagnose und Körpererfahrung vor.

Auch Grünbein vermag der verwundenen Wahrnehmung, dem harten Strahl des "Quecksilberblicks" des Spiegels nicht zu entgehen, der das Gesicht durchdringt "Wie ein Spion vom Clan der Röntgengeister."

Seine grobe Auflehnung gegen den Tod mag, 100 Jahre nach Röntgens Entdeckung, gerade in einem Anatomischen Hörsaal zitiert werden: Das Motto zu "Schädelbasislektion" als Balanceakt am Ende:

"Was du bist steht am Rand

Anatomischer Tafeln.

Dem Skelett an der Wand

Was von Seele zu schwafeln

Liegt gerade so verquer

Wie im Rachen der Zeit

(Kleinhirn hin, Stammhirn her)

Diese Scheiß Sterblichkeit."

Röntgentechnik - unverzichtbar für die Archäologie

Walter Janssen, Vortrag am 11. Oktober
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin

Das Bild, das viele Bürger von der vor- und frühgeschichtlichen Archäologie und den Archäologen haben, wird weitgehend von der Vorstellung bestimmt, es handele sich dabei um eine Art Schatzsucherei, bei der es gelte, im Boden verborgene wertvolle Schätze, womöglich aus Gold und Silber, zu bergen. Die Wirklichkeit sieht dagegen anders aus.

Die archäologische Arbeit auf dem Feld der Vor- und Frühgeschichte ähnelt eher einem ständigen Kampf der Ausgräber, dem vom Zahn der Zeit gezeichneten Boden der Vorzeit möglichst viel an Erkenntnis über das Leben vergangener Generationen abzugewinnen: Wie lebten die Menschen der Vorzeit? Wie sahen ihre Kleidung, ihre Waffen, ihre Behausungen, ihr Schmuck aus? Viele

dieser Fragen können Archäologen nicht mehr beantworten, weil Jahrhunderte und Jahrtausende die Spuren der Vergangenheit im Boden ausgelöscht haben oder undeutlich werden ließen. Fast möchte man zweifeln, ob es je gelingen werde, jahrhundert- oder gar jahrtausendealte Kulturspuren des vorgeschichtlichen Menschen im Boden wiederzuerkennen.

Durch die epochemachende Entdeckung Wilhelm Conrad Röntgens wandelte sich auch das Feld der vorgeschichtlichen Archäologie tiefgreifend. Die Röntgentechnik bescherte der Archäologie umfassende Einblicke in vor- und frühgeschichtliche Bodenschichten und Fundzusammenhänge, die bis dahin noch nicht erkannt und wissenschaftlich untersucht werden konnten. Eine Sternstunde der modernen Archäologie war gekommen!

Die neue Technik fand weniger Anwen-

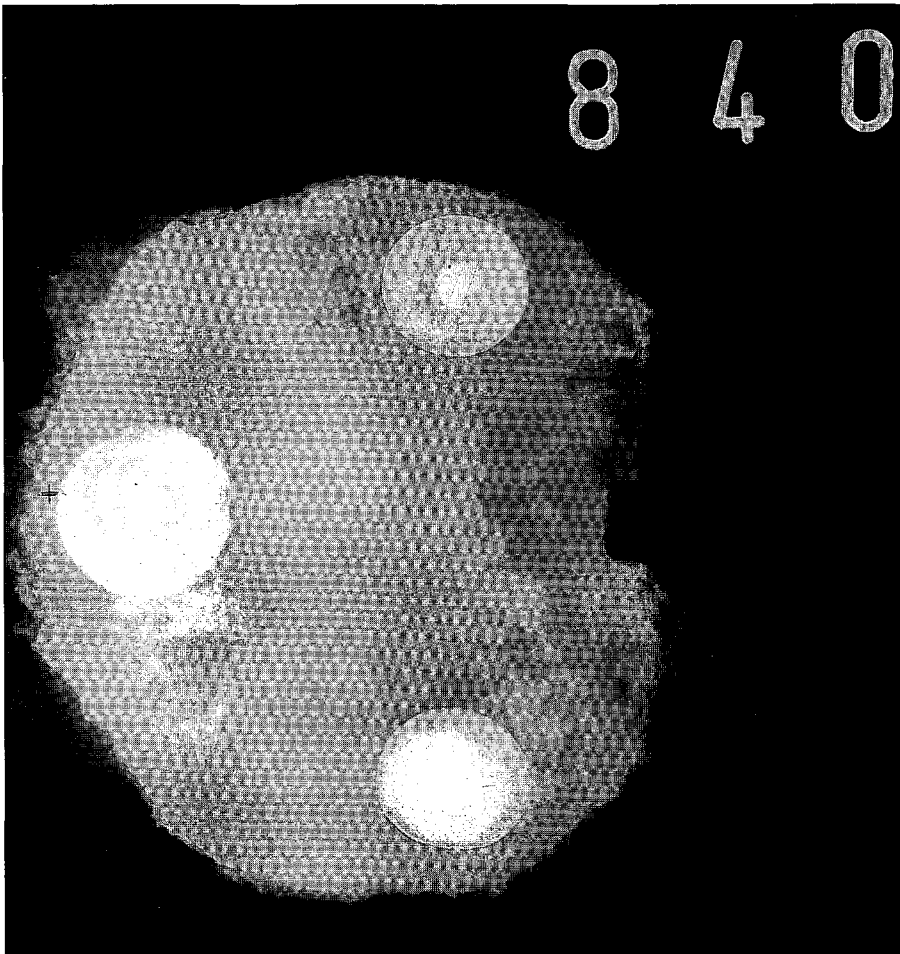


Abb. 1: Eiserner Beschlag mit Silbertauschierung und Silbernieten aus Grab 840 des Gräberfeldes von Wesel-Bislich.

dung in der archäologischen Feldforschung, also bei Ausgrabungen. Sie setzte vielmehr dort an, wo Fundobjekte bereits ausgegraben und zur weiteren Behandlung in die Museen und Labors gebracht worden waren. Frei vom Druck aktueller Zwänge, wie sie im Grabungsfeld gegeben sind, werden ausgegrabene Bodenpartien in den Labors in aller Ruhe und Präzision weiterbehandelt, um zu erkunden, was sich in den oft nichtsagenden Erdklumpen verbirgt.

Es waren französische Archäologen, die die Röntgentechnik als erste nutzten, indem sie zum Beispiel Metallobjekte der Merowingerzeit (5. bis 8. Jahrhundert n. Chr.) auf Form, Funktion und Dekoration hin untersuchten. Bis zu dieser Zeit hatte man solche Metallgegenstände mühsam aus den verrosteten Überresten freischleifen oder freipräparieren müssen. Das Verfahren war nicht nur sehr langwierig und teuer, sondern zerstörte die geringen Metallreste nicht selten teilweise oder gar vollständig, ohne daß man sie hätte identifizieren können. Die zerstörungsfreie Untersuchung von Metallobjekten revolutionierte die Archäologie der prähistorischen Metallzeiten, also für die Bronzezeit bis zum Mittelalter.

Obgleich die Röntgendiagnostik gelegentlich auch an Objekten aus Stein, gebranntem Ton oder fossilem Knochenmaterial Verwendung gefunden hat, blieben das große Feld ihrer Verwendung die prähistorischen Metallzeiten. Aus diesen stammen bis heute die meisten Untersuchungsobjekte.

Inzwischen sind Röntgenlabors entstanden, die auf prähistorische Metallobjekte spezialisiert sind, zum Beispiel in Bonn, Mainz, Stuttgart, Grenoble oder Paris. Denn konventionelle klinische Röntgenlabors eignen sich für die Untersuchung vor- und frühgeschichtlicher Objekte erfahrungsgemäß nicht. Der Bonner Archäologe Jürgen Driehaus hat als Leiter des Röntgenlabors am Rheinischen Landesmuseum Bonn deutlich gemacht, wie ungemein schwierig und verwickelt sich die Verwendung der Röntgendiagnostik bei vor- und frühgeschichtlichen Gegenständen gestaltet.

Erst langjährige Erfahrung und serielle Vergleiche mit Parallelen erlauben es, den prähistorischen Metallobjekten ein Maximum an Beobachtungsergebnissen abzugewinnen. Dafür einige Beispiele. Bei allen handelt es sich um Grabbeigaben aus dem merowingischen Gräberfeld von Wesel-Bis-

lich, das in den 70er Jahren ausgegraben werden mußte, weil das Gelände bebaut werden sollte. Das im 6. und 7. Jahrhundert mit schätzungsweise 1000 Gräbern belegte Fundgelände war von eisenhaltigen Kieschichten der Niederterrasse des rechten Rheinuferes bedeckt. Metallene Grabbeigaben konnten im sand- und kieshaltigen Boden kaum geborgen und identifiziert werden. Erst im Röntgenlabor enthüllte sich der Inhalt der Erdklumpen: Zahlreiche Männer- und Frauengräber waren mit qualitätvollen Grabbeigaben aus Edelmetallen, Bronze und Eisen ausgestattet worden.

Aus Grab 840 (Abb. 1) des Gräberfeldes stammt ein eiserner Beschlag mit Silbertauschierung und silbernen Nieten, der zur Garnitur eines Männergürtels gehörte und ins 7. Jahrhundert n. Chr. zu datieren ist. Weder die Form des Gegenstandes noch seine feine Dekoration wären ohne Röntgenaufnahmen zu erkennen gewesen, da er vollständig mit Kies verbacken war. Ohne Röntgenuntersuchung wäre er aus der wissenschaftlichen Bewertung herausgefallen und hätte nicht identifiziert werden können.

Das Grab 415 (Abb. 2) wurde durch eine geflügelte, geschlitzte Pfeilspitze als Männergrab identifiziert. Ihre Datierung ließ sich erst ermitteln, nachdem ein Röntgenbild vorlag: Sie gehört der Zeit um 600 n. Chr. an und erscheint in Gräbern der Merowingerzeit nicht häufig. Ohne Röntgenuntersuchung wäre auch sie aus der Reihe der Fundgegenstände herausgefallen. Dies hätte den Aussagewert des Gräberfeldes stark beeinträchtigt.

Ins 7. Jahrhundert n. Chr. gehört auch ein Paar reich verzierter kreuzförmiger Riemenverteiler aus Eisen mit Nielloeinlage aus Grab 616 (Abb. 3). Daß es sich um reich verzierte Ausstattungsstücke eines Männergrabes handelte, war bei der Bergung des rosthaltigen Klumpens nicht zu ahnen. Allein das Röntgenbild enthüllte Funktion, Konstruktionsweise und Silbertauschierung auf der Schauseite.

Die Röntgenbilder boten mehrfache Vorteile: Sie boten vor allem erste Einblicke in den Fundstoff, ohne restauratorische Maßnahmen beginnen zu müssen. Erste Erkenntnisse über Art und Anzahl der Grabbeigaben wurden möglich. Überblicke über die Datierung des Grabbeigabenbestandes wurden gewonnen und viele andere wichtige Hinweise für die weitere technische und wissenschaftliche Bearbeitung gewonnen.

Es hat nicht lange gedauert, bis auf das Entzücken über die röntgenologischen Möglichkeiten in der Archäologie auch bedrückende Erfahrungen folgten; denn die Rönt-

gentechnik ließ auch Versäumnisse und Fehler bei der Erhaltung und Rettung der Gegenstände in den Museen und Sammlungen offenbar werden. Regelmäßig durchgeführte röntgenologische Zustandskontrollen an den Objekten dürften manchem Museumsleiter bange werden lassen, wenn er an die still vor sich hinrostenden Funde aus Metallen denkt.

Die Röntgentechnik enthüllt schonungslos, welches Schicksal ein Metallgegenstand in den vergangenen fünf, zehn, zwanzig oder gar fünfzig Jahren seines Aufenthaltes im Museum erfahren hat. Wie auch immer: Der Sammlungsleiter hat zu entscheiden, ob er aktuellen Zwängen, etwa den Forderungen des Ausstellungsbetriebes, oder der Rettung und Erhaltung von Kulturgut den Vorzug geben soll. Und so bietet die Röntgentechnik in der Archäologie zuallererst eine auch preiswerte, verlässliche Methode zur Kontrolle von Museums- und Sammlungsbeständen, um sie vor weiterem Verfall zu bewahren.

In diesem Sinne dürfte das Röntgenmetallzeitlichen Kulturgutes in Deutschland, erst recht aber in den Nachbarländern, zum Offenbarungseid der Pflege und Erhaltung von Kulturgut führen. Hätte sich Röntgen diese etwas abseitigen Folgen seiner Entdeckung träumen lassen? Wir sind damit bei der höchst praktischen Frage angelangt, was denn im praktischen Gebrauch archäologischer Archäologie zu bewirken sei. Hier eröffnet sich eine lange Liste von Möglichkeiten.

Röntgen erlaubt die Materialbestimmung prähistorischer Fundobjekte - ob Gold, Silber, Kupfer oder Eisen vorliegt. Röntgen ermöglicht es, Form, Größe und Funktion von archäologischen Objekten zu bestimmen, ohne sie zu zerstören oder sie zu beschädigen. Röntgen wirft of genug Licht auf die Fertigungstechnik prähistorischer Metallobjekte. Durch Röntgen werden Reparaturen an prähistorischen Metallgegenständen offenbar. Recyclingprozesse manifestieren sich mit Hilfe des Röntgens. Feine, für metallführende Kulturen spezifische Dekorationstechniken und -formen werden sichtbar, die dem Archäologen anderweitig verborgen geblieben wären. Die Zahl röntgenologischer Anwendungsmöglichkeiten erschöpft sich in diesen wenigen Beispielen noch längst nicht. Im Verbund mit anderen Diagnoseverfahren, wie etwa der Luftbildarchäologie, der Dendrochronologie, der 14-C-Datierung, Archäo-Magnetismus, Erdmagnetismus-Messung, Thermolumineszenz-Verfahren, astronomischer Altersbestimmung und manch anderen Verfahren erweitert die Archäolo-

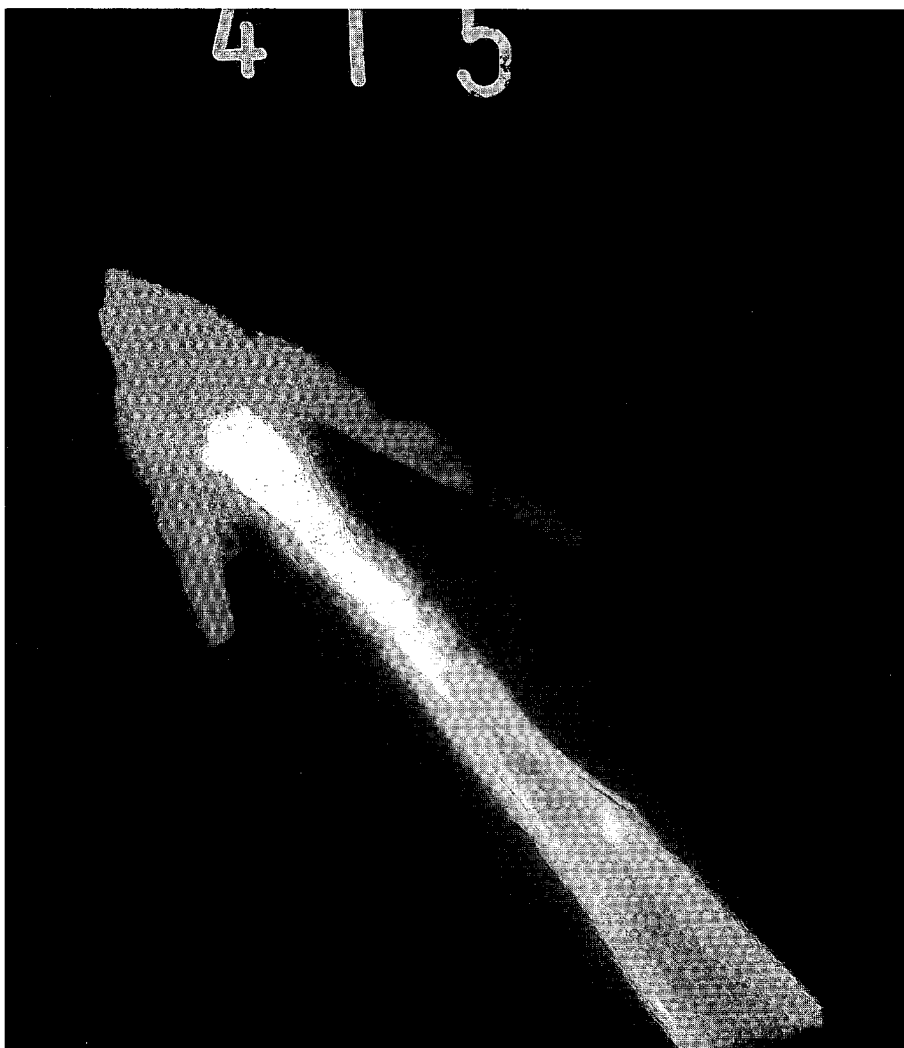


Abb. 2: Durch diese geflügelte Pfeilspitze wurde das Grab 415 als Ruhestätte eines Mannes identifiziert.

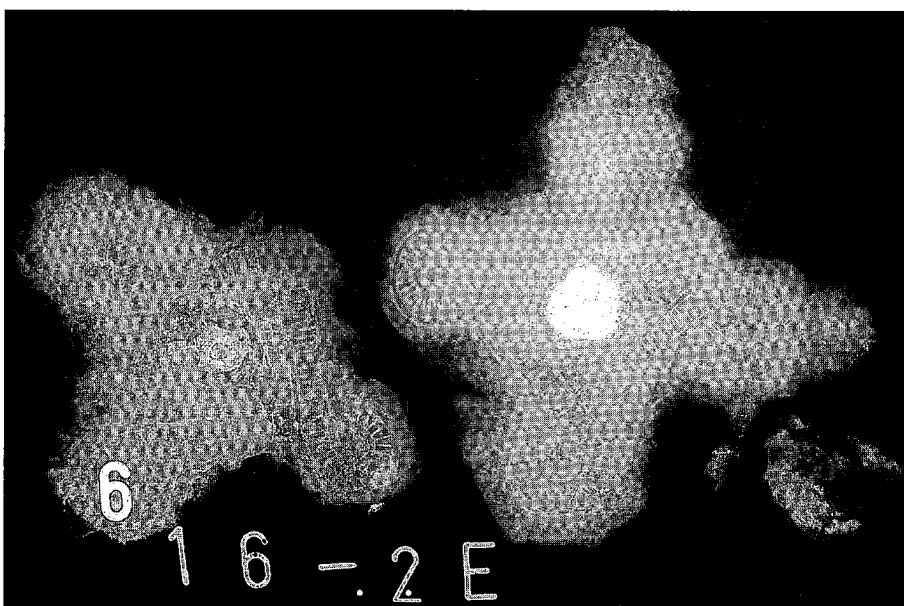


Abb. 3: Aus dem 7. Jahrhundert nach Christus stammt der reich verzierte, kreuzförmige Riemenverteiler, der in Grab 616 gefunden wurde.

gie ihre Erkenntnismöglichkeiten beständig.

Die wirkungsvollste dieser Techniken aber ist die Röntgenologie. Nur sie erlaubte den Archäologen, Dinge zu erkennen, die

nicht mehr existierten. Ihr besonderer Rang im Kreise der naturwissenschaftlich-technischen Ergänzungsfächer ist einzigartig und unverzichtbar.

Adolf Bingel - nicht nur der Miterfinder der Enzephalographie

Jürgen Müller, Vortrag am 9. August
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin

New York, 24. November 1912: Ein 47-jähriger Mann wird von einem Bus angefahren und mit einer Kopfverletzung in das New York Harlem-Hospital eingewiesen. Die Untersuchung bringt keinen ernsten Befund. Dank der 1895 in Würzburg entdeckten Röntgenstrahlen können die Schädelknochen abgebildet werden. Das Gehirn selbst läßt sich jedoch auch mit dieser Methode nicht abgrenzen. Das am selben Tag angefertigte Röntgenbild läßt eine Bruchlinie in der Hinterwand der Stirnhöhle erkennen.

Zwölf Tage später kann der Patient beschwerdefrei entlassen werden. Als er jedoch drei Wochen später heftig niesen muß, spürt er starke Kopfschmerzen. Gleichzeitig läuft eine größere, klare Flüssigkeitsmenge aus der Nase. Er wird erneut geröntgt. Jetzt sind die bislang nicht sichtbaren inneren Hirnkammern, die Liquorräume, eindrucksvoll zu erkennen und deutlich erweitert. Trotz der Operation stirbt der Patient nach drei Tagen. Bei der Obduktion findet man das Knochenstück aus der Hinterwand der Stirnhöhle, welches das Stirnhirn durchdrungen und die innere Hirnkammer eröffnet hat. Aus der normalerweise flüssigkeitsgefüllten Hirnkammer entweichen Luftblasen.

Die beteiligten Ärzte Luckett und Stewart erkennen die epochemachende Bedeutung dieser Beobachtung: Erstmals sind auf einer Röntgenaufnahme die inneren Hirnräume zu sehen, und zwar deshalb, weil die eingedrungene Luft sich deutlich vom umgebenden Gehirn abhebt. Luckett und Stewart veröffentlichen diesen ersten Fall einer spontanen Pneumenzephalographie 1913 in drei verschiedenen Zeitschriften. Trotzdem gerät ihre Beobachtung in Vergessenheit.

1918 berichtet der Amerikaner Walter Dandy über die "Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles". Er ist der erste, der Luft in die inneren Hirnräume spritzt, um das Gehirn auf Schädelaufnahmen von den Liquorräumen ab-

grenzen zu können. Dandy bevorzugt die direkte Methode des Lufteinblasens, bei der während einer Operation ein kleines Loch in den Schädelknochen gebohrt und hierüber Luft in die Hirnkammern gegeben wird. Bei der zweiten Methode der Pneumenzephalographie wird die Luft über eine im Bereich der Lendenwirbelsäule (lumbal) eingestochene Nadel in das Nervenwasser gegeben. Über die offene Verbindung steigt sie zu den inneren Hirnräumen auf.

Dandy führt als erster beide Methoden durch und ist damit deren Erstbeschreiber. Aus Angst vor gefährlichen Zwischenfällen bleibt er jedoch bei der direkten Luftkontrastierung. Dandy erwähnt nicht, wie er Luft als das ideale Kontrastierungsmittel der Liquorräume erkannt hat. Der medizinhisto-

risch Interessierte jedoch erkennt die Wurzeln dieser Entdeckung unschwer in der von Luckett und Stewart publizierten Beobachtung.

In Braunschweig führt eine Zufallsbeobachtung den deutschen Internisten Adolf Bingel (Abb. 1) zur Enzephalographie: Er sieht eine Luftblase in den Hirnräumen einer Patientin, der er am Vortag Nervenwasser entnommen hat. Bingel baut diese Erfahrung zur von lumbal durchgeführten Pneumenzephalographie systematisch aus, vervollkommnet die Technik und entwickelt einen "Injektionsapparat". Er erforscht die Nebenwirkungen und publiziert seine diagnostischen und therapeutischen Erfahrungen. Damit kommt ihm der große Verdienst zu, die erstmals von Dandy angewendete

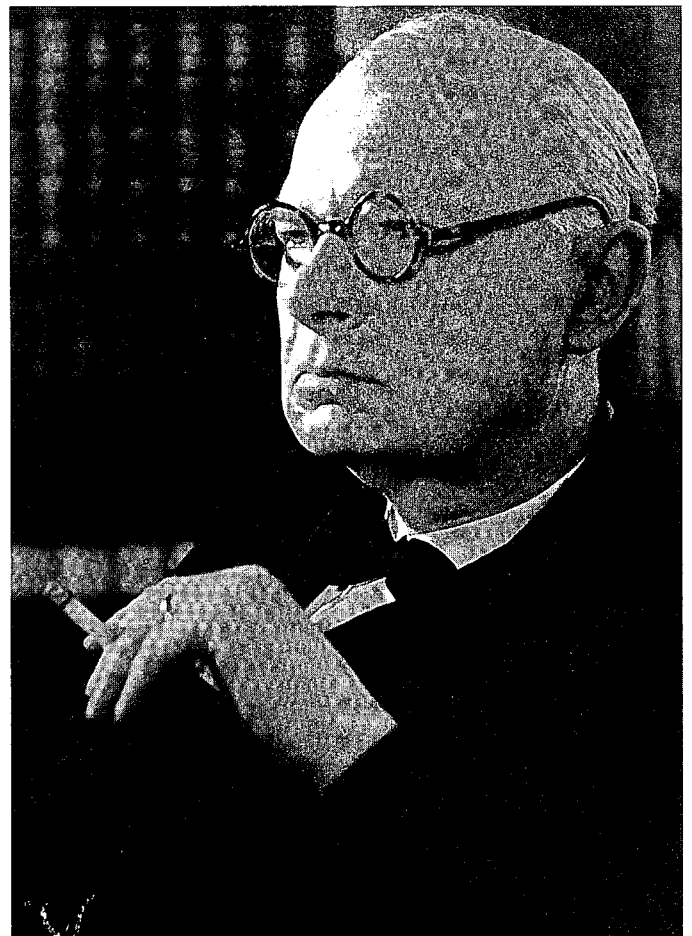


Abb. 1: Adolf Bingel

Methode der umfassenden klinischen Anwendung durchgeführt zu haben.

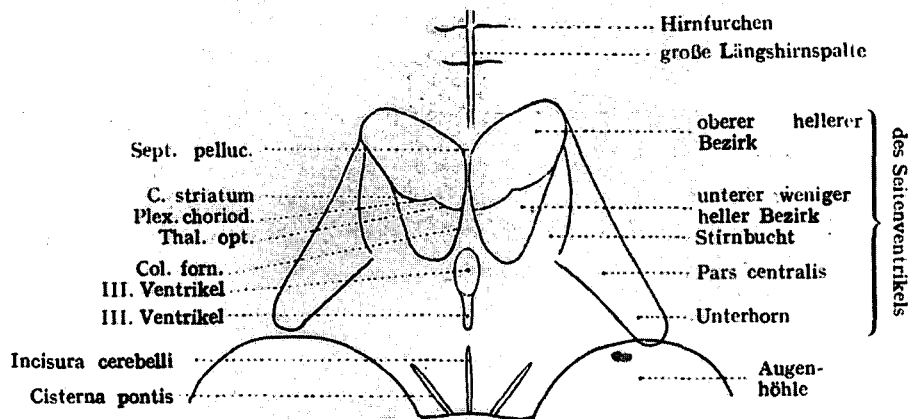
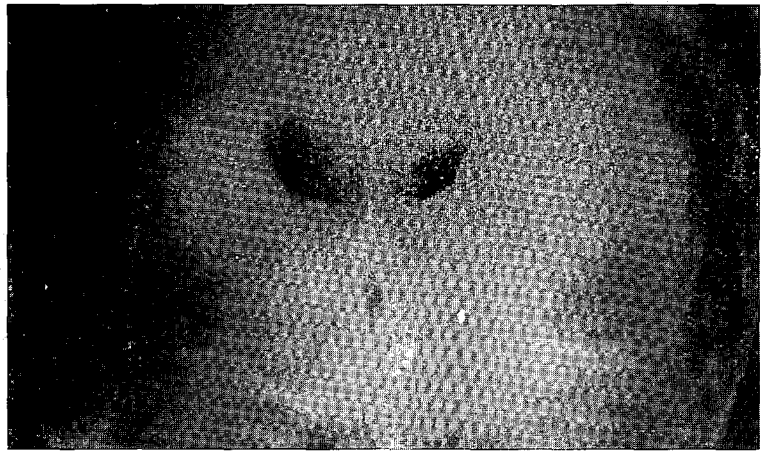
Bingel injiziert erstmals einem sitzenden Patienten Luft und macht anschließend Röntgenaufnahmen von vorne und von der Seite. Durch das Eindringen der Luft in die Hirnkammern kann Bingel zeigen, daß die Hirnkammern über Öffnungen der vierten Hirnkammer mit den spinalen Liquorräumen kommunizieren. 1921 publiziert Bingel seine ersten, anhand von 40 Patienten gewonnenen Resultate und stellt seine "Injektionsapparatur" vor.

Beim sitzenden Patienten wird die Lumbalpunktionsnadel zwischen dem dritten und vierten Lendenwirbelkörper eingestochen, der Hahn ist verschlossen. Die Punktionsnadel wird über ein T-Röhrchen mit einer Spritze und mit einem langen, in einen Glas-trichter auslaufenden Gummischlauch verbunden. Bei geöffnetem Hahn steigt das Nervenwasser im Gummischlauch nach oben, so daß der Liquordruck an Hand des Zollstocks abgelesen werden kann. Wird das untere Ende des Gummischlauchs durch Fingerdruck verschlossen und die Schlauchklemme zwischen Spritze und Punktionsnadel geöffnet, kann mit der Spritze eine bestimmte Menge Luft in den Nervenwasser-raum gespritzt werden.

Wird nun die Schlauchklemme wieder verschlossen und der Gummischlauch geöffnet, steigt die von der eingeblasenen Luftmenge verdrängte Nervenwassermenge im Steigrohr nach oben. Bingel beschränkt sich nicht auf die Forschung, sondern macht bereits 1922 seine "Erfahrungen mit der Pneumenzephalographie" einem größeren Leserkreis zugänglich. Seinen "Injektionsapparat" hat er inzwischen verfeinert.

Bingel verwendet jetzt zwei getrennte Systeme. Das eine besteht aus Lumbalpunktionsnadel mit Hahn, Gummisteigrohr und graduiertem Reagenzglas zum Auffangen des abgelassenen Nervenwassers. Das andere setzt sich aus der Lumbalpunktionsnadel, die durch einen mit einer Schlauchklemme verschließbaren Gummischlauch mit einer graduierten Druckflasche verbunden ist, und einem ebenfalls in die Druckflasche mündenden Steigrohr mit Trichter zusammen. Trichter und Gummisteigrohr werden mit Wasser gefüllt. Wird nun die Schlauchklemme geöffnet, wird eine bestimmte Menge Luft in den Liquorraum gepreßt. Der verdrängte Liquor verläßt den Liquorraum über die zweite Nadel und tropft in das Reagenzglaschen.

Dieses Verfahren gewährleistet, daß der Druck des Nervenwassers in hohem Maße konstant gehalten wird. Darüber hinaus ent-



Fronto-occipitalaufnahme, Übertischröhre, Platte unten, Rückenlage des Kranken, (Fall von Neuritis retrobulbaris), Druck: 250, Sauerstoff: 90, Liquor: 90.

Abb. 2: Mit dieser Skizze erläuterte Bingel das Ventrikelsystem bei einem von der Stirn zum Hinterhaupt orientierten Strahlengang.

spricht die verdrängte Liquormenge exakt der Menge der eingeblasenen Luft und kann sowohl an der Druckflasche als auch fraktioniert im Reagenzglas bestimmt werden. 1922 hat Bingel seine Apparatur bereits zum dritten Mal optimiert: Er verwendet jetzt eine rotierende Reagenzglasbatterie statt der einzelnen Röhrchen, füllt den Trichter mit gefärbtem Wasser, um die eingeblasene Luftmenge leichter ablesen zu können, und injiziert Kohlensäure, da diese rascher resorbiert wird.

Einen so gewonnenen Normalbefund erläutert Bingel anhand einer Skizze (Abb. 2 und 3). In Abhängigkeit vom Strahlengang bildet sich das Ventrikelsystem unterschiedlich ab. Abbildung 2 zeigt das Ventrikelsystem bei einem von der Stirn zum Hinterhaupt orientiertem Strahlengang, Abbildung 3 zeigt die Hirnkammern im seitlichen Strahlengang. 1928 gibt Bingel eine umfassende Darstellung der Pneumenzephalographie, wobei er auf mögliche Nebenwirkungen hinweist und den therapeutischen Nutzen hervorhebt.

Bingel betont, daß die verschiedenen Me-

thoden der Luftinjektion gleichberechtigt sind und einander ergänzen. Entscheidend für die Wahl der Methode seien lediglich die jeweils verbundenen Gefahren für den Patienten und das Ziel, das mit der Aufnahme verfolgt werden soll. Dabei sei jedoch keiner der Wege gefahrlos, so daß erst alle anderen diagnostischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden müßten. Dennoch würden die Gefahren überschätzt und seien durch die richtige Technik und die richtige Wahl des Zugangsweges auf ein Minimum zu reduzieren. Frühnebenwirkungen beständen in Kopfschmerzen, Schwindel und Kollaps. Spätschäden seien nicht bekannt geworden. Stattdessen sei die Pneumenzephalographie bei vielen Krankheiten therapeutisch nützlich. Bingel hält sie bei allen Formen von Hirnhautentzündung für notwendig, aber geradezu lebensrettende Wirkung entfalte sie bei akut toxischen Hirnerkrankungen und dem Status epilepticus.

Von 1921 bis 1929 stehen die Erforschung der Enzephalographie, die Fortentwicklung der Methodik und das Studium der klinischen Anwendbarkeit ganz im Mittelpunkt

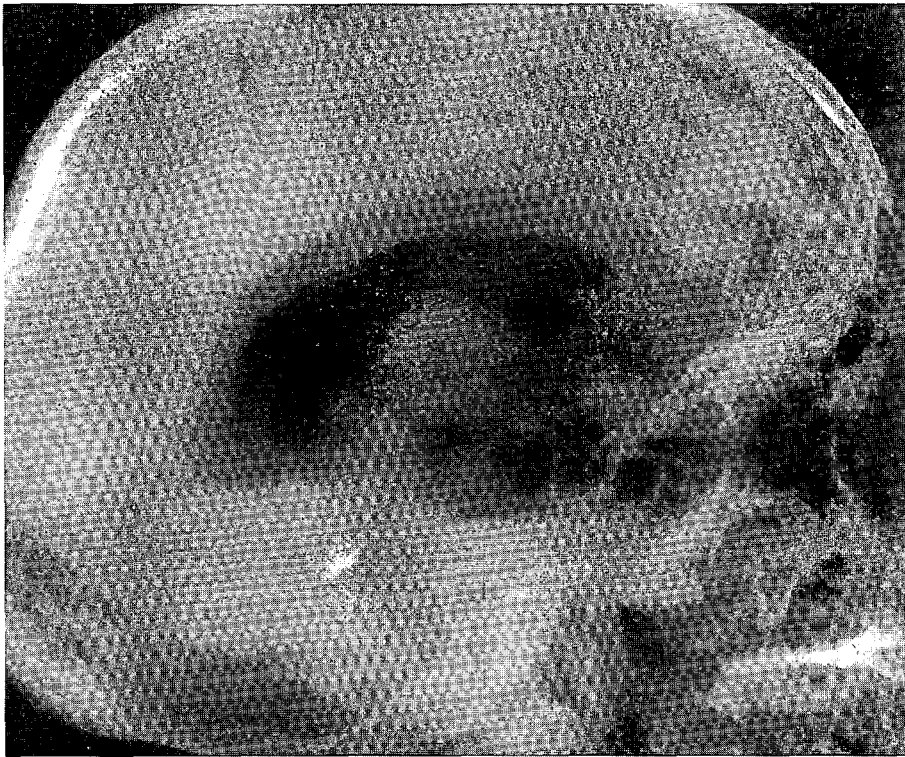


Abb. 3: Die Hirnkammern im seitlichen Strahlengang.

von Bingels Schaffen. Wenngleich Walter Dandy nach wie vor als Erstanwender sowohl der direkten als auch der von lumbal durchgeführten Pneumenzephalographie genannt werden muß, so ist Bingel unbestreitbar derjenige, der die lumbale Pneumenzephalographie zur radiologischen Standarduntersuchung gemacht und die Grundlage zu ihrer herausragenden klinischen Bedeutung gelegt hat. Die Pneumenzephalographie bleibt in der klinischen Diagnostik bis zur Einführung der Computertomographie unentbehrlich. Dies ist wesentlich Bingels Verdienst.

Doch ist er nicht nur als Miterfinder der Pneumenzephalographie von herausragender Bedeutung. Er verkörpert die zuendegehende Epoche des medizinischen "Allrounders". Aller überhandnehmenden Spezialisierung trotzend, ist Bingel firm in Chirurgie, Dermatologie, Innerer Medizin, Neurologie und Radiologie. Er forscht und publiziert in der Frauenheilkunde ebenso wie in der Endokrinologie und besitzt selbst als Operateur großes Geschick und umfangreiche Erfahrung.

Am 19. Februar 1879 als Sohn eines Kohlen- und Weinhändlers und der Verlegertochter Baedeker in Koblenz geboren, nimmt Bingel 18jährig das Medizinstudium in Tübingen auf. Er verbringt einzelne Semester in Leipzig, München und Berlin, wo er mit einer pathologisch-anatomischen Arbeit über die Treitzsche Hernie promoviert. Bereits

1902 besteht Bingel das Staatsexamen, um dann als Schiffsarzt einige Reisen nach Nordamerika und Ostasien zu begleiten. Zurückgekehrt, forscht er 1903 am pathologischen Institut Leipzig "Über Lebercirrhose im Kindesalter nach Scarlatina" (1907). Von 1904 bis 1906 ist Bingel Assistent an der Inneren Medizin unter Ernst von Romberg zuerst in Marburg, später in Tübingen.

Gerade 27 Jahre alt, entwickelt Bingel einen Sphygmomanometer, mit dessen Hilfe er insbesondere die diastolischen Blutdruckwerte genauer bestimmen und ein absolutes Sphygmogramm erstellen kann. Im selben Jahr rückt der Mediziner mit einer Untersuchung "Über den Einfluss des Biertrinkens und Fechtens auf das Herz junger Leute" ins Licht der Öffentlichkeit und findet großen Anklang in der Tagespresse. 1908 folgen Beiträge zur "Aetiologie der sogenannten orthostatischen Albuminurie" und erneut "Zur Blutdruckmessung beim Menschen". Bingels scharfe Beobachtungsgabe findet ihren Niederschlag in Arbeiten zu "Klinik und Bakteriologie des Paratyphus", wobei er erstmals die gastroenteritische, also die mit Durchfällen einhergehende Verlaufsförmigkeit beschreibt.

In tierexperimentellen Untersuchungen über das 1898 entdeckte Nierenenzym Renin heben Strauß und Bingel die Bedeutung des Renins bei gemeinsam auftretendem Bluthochdruck und Nierenerkrankung hervor. Sie stehen damit an der Schwelle zur

Erklärung des nierenbedingten Bluthochdrucks.

1910 wird Bingel 31jährig leitender Internist an der medizinischen Abteilung des Krankenhauses Braunschweig. Die hier entstehenden Arbeiten lassen das umfassende Spektrum des Klinikers erkennen: Monozytenleukämie, Salvarsantherapie und Encephalitis, Polyneuritis, Hypophysentumoren und Biermersche Erkrankung sind es, die Bingel neben der Pneumenzephalographie erforscht.

Eine Vorreiterrolle nimmt er auch in der Technik der Leberparenchypunktionen ein, von denen er über 100 selbst ausführt. Bingel senkt die Sterblichkeit des Eingriffs, indem er präoperative Blutungszeitbestimmung, vorabendliches Abführen und Nüchternlassen des Patienten ebenso wie die Injektion von Euphyllin beziehungsweise Hämosistan einführt. Über 150 Luftröhrenschnitte und eine direkte Herzpunktion belegen Bingels praktisches Geschick. Bereits 1912 und erneut 1927 fordert er, daß eine Schwangerschaftsunterbrechung bei zuckerkranken Patientinnen nicht begründet sei, sondern daß die Behandlung der Blutzuckerkrankheit zur Aufrechterhaltung einer Schwangerschaft genüge.

Nicht nur der Forschung, sondern auch der Lehre verpflichtet, ist Bingel regelmäßig Vortragender im ärztlichen Kreisverein Braunschweig, wo er 1932 Elektrokardiographie allgemeinverständlich darstellt. Inzwischen ist die Pneumenzephalographie im Braunschweiger Gebiet allgemein als "einen Luftkopf bekommen" bekannt geworden.

Während des Zweiten Weltkrieges greift Bingel seine in den Kriegsjahren des Ersten Weltkrieges erstellte und 1918 allgemein zurückgewiesene Arbeit zum Diptherie-Antitoxin wieder auf. In dieser Untersuchung an 4000 Diptheriekranken hat Bingel 1918 ebensowenig wie 1941 bis 1943 eine Überlegenheit des Diptherie-Antitoxins gegenüber gewöhnlichem Serum erkennen können. Bingels Ergebnisse werden knapp zurückgewiesen: er habe das Antiserum zu spät verabreicht.

Bis 1948, also 38 Jahre lang, wirkt Bingel als Chefarzt in Braunschweig und führt seine wissenschaftliche Tätigkeit noch über seine Amtszeit hinaus fort. Mancher politischer und gesellschaftlicher Umstrukturierung zum Trotz hat Bingel zwei Weltkriege, Weimarer Republik und Nationalsozialismus als Chefarzt der Medizinischen Klinik in Braunschweig überdauert. Er stirbt am 16. Mai 1953 im Alter von 74 Jahren.

Auswirkungen der Erfindung Röntgens auf die Orthopädie

Dieter Wessinghage, Vortrag 13. September
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin

1895 - zum ersten Mal wird die Antarktis betreten. Aus dem Reishäutchen wird ein Schutzstoff gegen die Krankheit Beri-Beri analysiert. In Frankreich stirbt Louis Pasteur, in Deutschland gelingt die Luftverflüssigung. Der Kaiser Wilhelm-Kanal wird eröffnet. Kurz vor Jahresende aber verbreitet sich bis in die entferntesten Winkel der Welt die Nachricht über eine neue Entdeckung, die die Medizin revolutionieren wird.

Die von Wilhelm Conrad Röntgen entdeckten Strahlen haben die Eigenschaft, unterschiedliche Stoffe zu durchdringen. Waren die ersten Versuche in der Öffentlichkeit mehr ein Kuriosum, so erschienen bald schon in physikalischen Instituten interessierte Ärzte mit ihren Patienten, um das Knochensystem über Photoplatten gezielt darzustellen. Es war naheliegend, daß primär solche Ärzte sich für diese neuen Methoden interessierten, deren Arbeitsgebiet das Skelettsystem mit seinen Knochen und Gelenken war: Chirurgen und Orthopäden.

Einer der ersten war Prof. Hermann Kümmell in Hamburg. Schon im März 1896 wurde eine Röntgeneinrichtung im Hamburg-Eppendorfer Krankenhaus errichtet. Dem Mitarbeiter Hermann Gocht sind viele neue Ideen und Entwicklungen sowie die Darstellung unterschiedlicher Anwendungsmöglichkeiten und frühe Erfahrungen zu verdanken. Julius Wolff, auch durch Gründung der Orthopädischen Poliklinik der Charité in Berlin einer der bedeutendsten Orthopäden Deutschlands, erkannte und propagierte bereits 1896/97 diese Darstellung von Knochen und Gelenken, boten sie doch die Möglichkeit, sein "Gesetz der Transformation der Knochen" am lebenden Patienten - nicht nur am Skelett - zu bestätigen.

Vor allem konnten so Knochenveränderungen im zeitlichen Verlauf verfolgt werden. Auch Wolffs Neffe, der Orthopäde Georg Joachimsthal, würdigte die Bedeutung dieser Erfindung in einer Reihe von Publikationen. Auch Albert Hoffa, seit 1886 Lei-

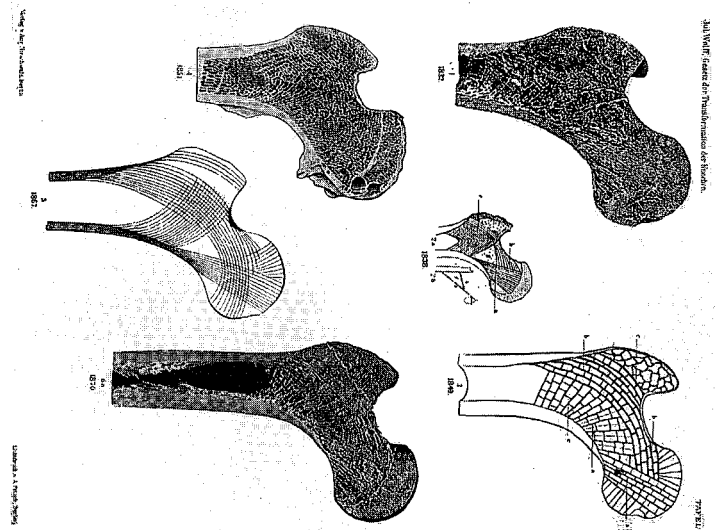
ter einer orthopädischen Anstalt in Würzburg, bezog schon bald die Röntgendiagnostik in seine Tätigkeit ein.

Daran war von 1897-1900 vor allem auch Gocht beteiligt. Ihm verdanken wird "Lehrbuch" und "Handbuch der Röntgenuntersuchungen" sowie die 15bändige Bibliographie "Die Röntgenliteratur". Bereits zwei Monate nach der Entdeckung Röntgens publizierte er die erste Arbeit mit dem Titel "Sekundenaufnahmen mit Röntgen'schen Strahlen" in der "Deutschen medizinischen Wochenschrift". Als einer der Ersten propagierte er 1897 die "Therapeutische Anwendung der Röntgenstrahlen", so bei Brustkrebs und der Trigeminusneuralgie.

Gochts Leben - er war Mitbegründer der

Deutschen Röntgengesellschaft - mit den Röntgenstrahlen ist nicht nur geprägt von Erfolgen. Die ständige Arbeit mit dem noch unbekanntem Medium führte zu ausgeprägten schmerzvollen Strahlenschäden an den Händen, an denen er bis zur Amputation eines Fingers über 40 Jahre seines Lebens litt. Seiner, wie auch etlicher anderer Opfer, wurde im "Ehrenbuch der Röntgenologen und Radiologen aller Nationen" gedacht. Bei einer verantwortungsbewußten, gezielten Anwendung der Strahlen kommt es heute für Ärzte und Patienten nur noch selten zu bleibenden Schäden. Die in Würzburg 1895 entdeckten Strahlen und ihre Weiterentwicklungen aber wurden zu einem Segen für die Menschheit.

Vor der Erfindung der Röntgenstrahlung wurde die Bälkchenstruktur mit Hilfe von Knochenschliffen, hier vom Oberschenkelknochen, dargestellt. Aus: Julius Wolff "Das Transformationsgesetz der Knochen", 1892.



Hermann Gocht berichtet 1898 in den Sitzungsberichten der "Physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg" über die diagnostische Anwendung der Röntgenstrahlen beim Klumpfuß.

Hermann Gocht: Resultat einer Klumpfußredression in Röntgen'scher Durchleuchtung.

Ich erlaube mir, Ihnen über einen Fall von angeborenem Klumpfuß zu berichten, der im Februar vorigen Jahres im Neuen allgemeinen Krankenhaus zu Hamburg-Eppendorf auf der Abteilung des I. Oberarztes Dr. Kümmell Aufnahme fand. Es handelte sich um einen 26 Jahre alten Patienten, Landmann, dem natürlich in seinem Berufe grosse Nachteile aus seiner Difformität erwachsen, die sich in der letzten Zeit immer mehr gesteigert haben sollten, so dass er sich zu einem chirurgisch-orthopädischen Eingriff entschloss. Einmal trat sehr schnell Ermüdung und Erschlaffung im Beine ein, ferner litt er an zunehmenden Schmerzen beim Gehen und Stehen, die so unerträglich wurden, dass er kaum noch eine Stunde hintereinander tätig sein konnte.

Da ich Ihnen den Patienten nicht selbst zeigen kann, muss

Röntgenstrahlen in der Ägyptologie

*Karl-Theodor Zauzich, Vortrag am 13. Dezember
Röntgen-Ring-Vorlesung Medizin*

Wer Ägyptologie hört, denkt sofort an Mumien. Tatsächlich ist die zerstörungsfreie Untersuchung von Mumien die derzeit wichtigste Anwendung der Röntgenstrahlen in der Ägyptologie, aber bei weitem nicht die einzige. Daß Wilhelm Conrad Röntgen den Ägyptologen eine neue Untersuchungsmethode beschert hatte, wurde sehr früh erkannt: Bereits im Jahr nach der Entdeckung veröffentlichte Walter König die Röntgenaufnahme einer ägyptischen Mumie aus dem Senckenberg-Museum Frankfurt.

Diese Untersuchungsmethode kam zur rechten Zeit, um die verbreitete Zerstörung ägyptischer Mumien zu beenden. Bis in die frühe Neuzeit waren Hunderte von Mumien in der "Dreckapotheke" bei äußerlicher und leider auch innerlicher Anwendung regelrecht verbraucht worden. Im 19. Jahrhundert war das Auswickeln ägyptischer Mumien, über die jedes bessere Kuriositätenkabinett verfügte, zu einer Mode geworden, die gelegentlich mehr zur makabren Volksbelustigung als zur wissenschaftlichen Untersuchung geriet.

Jede Auswicklung bedeutet zugleich eine mehr oder weniger starke Zerstörung der Mumie, da durch das Öffnen Bakterien und Pilze eindringen und ihr zerstörendes Werk beginnen. So sind auch die vor rund hundert Jahren geöffneten Mumien der Könige des Neuen Reiches inzwischen stark gefährdet. Erinnert sei an die Mumie des Pharaos Ramses II., die vor einigen Jahren im Louvre aufwendig restauriert und intensiv untersucht wurde, was seinerzeit die Presse stark beschäftigte.

Die Durchleuchtung und die ebenfalls auf Röntgenstrahlen beruhende, im Jahr 1972 entwickelte Computertomographie erlauben es, Mumien zu untersuchen, ohne ihre Umhüllung zu öffnen. Zunächst ist das Geschlecht der Mumie sofort zu bestimmen. Auch das Alter zum Zeitpunkt des Todes ist leicht zu erkennen, jedoch zur Zeit noch nicht mit einer für historische Fragestellungen ausreichenden Genauigkeit. Selbst die Todesursache - wenn sie auf Gewalteinwirkung be-

ruht - läßt sich in manchen Fällen ermitteln. Beim König Seqenenre, dessen Schädel fünf schwere Wunden aufweist, konnte durch eine Auswertung von Röntgenaufnahmen mittels Äquidensiten (Linien gleicher Dichte) festgestellt werden, daß zumindestens eine der Wunden verheilt war, der König an dieser also nicht gestorben ist.

In anderen Fällen ist die Interpretation eines röntgenologischen Befundes jedoch problematisch, so bei dem berühmten Knochensplitter im Schädel Tutanchamuns. Hinsichtlich der Krankheiten, an denen die Ägypter litten, eröffnen die röntgenologischen Verfahren enorme Erkenntnismöglichkeiten. Bei den Königsmumien des Neuen Reiches, über die ein eigenes Buch mit Hunderten von Röntgenaufnahmen auf Microfiche vorliegt (James E. Harris, Edward F. Wente, An X-Ray Atlas of the Royal Mummies, Chicago 1980), hat man unter anderem folgende Krankheiten festgestellt: Zahnabnutzung, Zahnlücken, Osteoarthritis (sehr verbreitet), Gallensteine, Harnleitersteine, (gelenkversteifende) Spondylitis, Chondrocalzinose, Poliomyelitis, Skoliose, Arteriosklerose.

Auch über Art und Technik der Mumifizierung lassen sich mit Röntgenstrahlen oft Erkenntnisse gewinnen, etwa über die Ausfüllung von Körperhöhlen, denen zuvor die Eingeweide entnommen worden waren, oder die teilweise Füllung des Schädels mit bestimmten Ingredienzien. Sehr häufig sieht man in Röntgenaufnahmen von Mumien Brüche und Dislozierungen einzelner Körperglieder, was kein gutes Licht auf die Sorgfalt der Mumifizierer wirft.

In manchen Fällen hat man mittels Röntgenaufnahmen festgestellt, daß Mumien überhaupt keine menschlichen Körperteile enthalten, daß also Pseudomumien vorliegen. Diese sind teils moderne Fälschungen - die Nachfrage nach ägyptischen Mumien konnte in Europa zeitweise nicht befriedigt werden -, teils wurden sie aber schon in der Antike hergestellt - aus für uns noch kaum verständlichen Gründen.

Von Interesse ist es schließlich, im Röntgenbild zu sehen, welchen Schmuck und welche Amulette manche Mumien an welchen Körperteilen tragen. Ein berühmtes

Beispiel für eine derartige Untersuchung ist die Mumie des Kha und seiner Frau Merit im Turiner Ägyptischen Museum. Ein solches Ergebnis ist umso willkommener, als man daraus auf die Verwendung und Bedeutung der vielen Amulette schließen kann, die sonst tausendfach erhalten sind, außerhalb ihres archäologischen Kontextes aber meistens "stumm" bleiben.

Die Untersuchung ägyptischer Mumien mit röntgenologischen Verfahren hat in den vergangenen Jahren so viele und reichhaltige Ergebnisse gebracht, daß es künftig nicht mehr zulässig sein wird, Mumien in Museen von dieser Untersuchung auszunehmen. Ganz besonders aber ist zu hoffen, daß Mumien in Zukunft nur noch in begründeten Ausnahmefällen ausgewickelt werden, mögen die im Röntgenbild erkennbaren Schmuckstücke und Amulette auch noch so sehr reizen!

Was hier von menschlichen Mumien gesagt worden ist, gilt sinngemäß natürlich auch für Tiermumien, die ebenfalls in tausenden Exemplaren erhalten sind.

Die Röntgenstrahlen eröffnen aber noch andere Möglichkeiten zur Erforschung archäologischer Objekte, insbesondere wenn es um Fragen bezüglich ihrer Herstellung und Echtheit geht. In jüngster Zeit wurde beispielsweise das berühmte Köpfchen der Königin Teje im Ägyptischen Museum Berlin gründlich untersucht, da es bereits in der Antike umgearbeitet wurde. Das Holzköpfchen trug ursprünglich reichen Ohrschmuck, der durch die Umarbeitung weitgehend verdeckt wurde. Mit der Computertomographie ist es möglich, die einzelnen Herstellungsphasen zu erkennen und sie im dreidimensionalen Bild darzustellen. Ohne daß der geringste Eingriff an dem Kunstwerk erfolgt, ist so eine genaue Klärung des Befundes und seine spätere Visualisierung im direkt nach der Tomographie zu erstellenden Modell möglich. In ähnlicher Weise wurde kürzlich geklärt, wie bei der Büste der Königin Nofretete über dem Kalkstein eine unterschiedlich dicke Schicht Gips aufgetragen ist.

Bei Objekten aus Metall bieten verschiedene röntgenologische Verfahren die Möglichkeit, die Patina zu untersuchen und damit die Echtheit zu beurteilen. Bei einem

Kupfer-Uschebti des Königs Ramses II., dessen Echtheit bezweifelt wurde, ließ sich so die Authentizität zweifelsfrei beweisen. Eine Statuette in der Sammlung Sigmund Freud wurde im Röntgenbild als aus vielen Teilen zusammengesetzt erkannt. Der Kopf eines Anubis-Schakals aus Lapislazuli ließ sich als Fälschung identifizieren, weil die Röntgendiffraktionsanalyse im Lapislazuli

ein Calcium-Silikat nachwies, das nur in sibirischen Lagerstätten vorkommt, die erst seit dem vorigen Jahrhundert abgebaut werden.

Die Naturwissenschaften stellen der Archäologie heute viele Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Viele davon beruhen auf Röntgens genialer Entdeckung. Die Anwendungsmöglichkeiten all dieser Verfahren in

der Archäologie sind mit Sicherheit noch nicht annähernd ausgeschöpft. Die Röntgenstrahlen haben auch der Ägyptologie einen gewaltigen Erkenntniszuwachs gebracht, und es bedarf keiner prophetischen Gabe vorherzusagen, daß sie in der Zukunft noch weitere Bedeutung gewinnen werden - vielleicht auch in Anwendungen, an die zur Zeit noch keiner denkt.

Vortragsreihe der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft

Axel Haase

Die Vortragsreihe der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg behandelt üblicherweise naturwissenschaftliche und medizinische Themen, die für Zuhörer aus den naturwissenschaftlichen und medizinischen Fachbereichen von allgemeinem Interesse sind. Im Röntgenjahr wurden Themen gewählt, die sich mit der Anwendung der Röntgenstrahlung und alternativer physikalischer Methoden in der Biologie und Medizin auseinandersetzen. Aber auch weitergehende, allgemeine Themen wurden behandelt.

Dr. W. Kühlbrandt, European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg: "Wie Pflanzen Sonnenenergie einfangen - Die atomare Struktur des Lichtsammelkomplexes". Kühlbrandt stellte biophysikalische Untersuchungen zur Struktur von Membranproteinen vor, die bei der photosynthetischen Umwandlung von Sonnenenergie in Pflanzen wirksam sind. Die Messung der dreidimensionalen Struktur membrangebundener Proteine ist ein wichtiges und überaus kompliziertes Feld der biophysikalischen Grundlagenforschung. Es gibt nur wenige membrangebundene Proteine, die mit der Röntgenstrukturanalyse oder NMR-Spektroskopie untersucht werden können. Kühlbrandt zeigte, daß die atomare Struktur des Lichtsammelkomplexes in Pflanzen mit der Kryoelektronen-Mikroskopie aufgeklärt werden kann.

Prof. Dr. U. Bogdahn, Neurologische Klinik der Universität Würzburg: "Ultraschall am Gehirn - Neue Perspektiven für Diagnostik und Therapie". Die bildgebende Diagnostik am Gehirn stützt sich heute vorwiegend auf Röntgencomputertomographie, magnetische Kernresonanztomographie und nukle-

armedizinische Techniken. Ultraschall-Bildgebung am Gehirn hat sich bisher noch wenig durchgesetzt. Prof. Bogdahn zeigte, daß mit modernen Computertechniken und mit dem Einsatz von neuentwickelten Ultraschallkontrastmitteln die Ultraschallbildgebung, insbesondere für die Tumordiagnostik am Gehirn, in Frage kommt. Besonders eindrucksvoll: Der Referent zeigte erste dreidimensionale Ultraschall-Angiogramme des menschlichen Gehirns.

Prof. Dr. H. Murer, Physiologisches Institut der Universität Zürich: "Zelluläre Mechanismen der Resorption von Phosphat in der Niere". Prof. Murer ist Träger des Adolf-Fick-Preises 1994, der von der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg gemeinsam mit der Deutschen Physiologischen Gesellschaft verliehen wird. Mit der Preisverleihung, die alle fünf Jahre stattfindet, ist ein Vortrag vor der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg verbunden. Prof. Murer stellte neue physiologische Untersuchungen zur Phosphatresorption in der Niere vor.

Prof. Benoit B. Mandelbrot, Yale University und IBM Laboratory Yorktown: "The beauty of fractals and their usefulness". Zu dem Vortrag von Prof. Mandelbrot kamen so viele Zuhörer, daß kurz vor Beginn der Hörsaal des Physiologischen Instituts am Röntgenring wegen Überfüllung geschlossen werden mußte. Prof. Mandelbrot stellte die mathematischen Grundlagen der Fraktale vor und zeigte eindrucksvolle Ergebnisse aus der Forschung an Fraktalen.

Sir John Maddox, Editor von NATURE, London: "X-rays, NATURE and Twentieth Century Physics". In der Zeitschrift NATURE wurde im Januar 1896 weltweit die erste englische Übersetzung von Röntgens Veröffentlichung "Über eine neue Art von Strahlen" publiziert. In der internationalen

Fachliteratur hatte NATURE damit einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung von Röntgens Entdeckung geleistet. Der Editor von NATURE, Sir John Maddox, stellte in seinem Vortrag die wichtigsten Entwicklungen in der Physik dar, die aufgrund der Entdeckung Röntgens angestoßen wurden. Viele Neuentwicklungen und Entdeckungen zu den physikalischen Grundlagen der Röntgenstrahlen wurden in NATURE in den Jahren unmittelbar nach dem Entdeckungszeitpunkt veröffentlicht.

Prof. Dr. Paul C. Lauterbur, University of Illinois at Urbana-Champaign: "Real Time Interactive Magnetic Resonance Imaging". Prof. Lauterbur ist der Entdecker der magnetischen Kernresonanz-Bildgebung, die eine wichtige Alternative zur Röntgenabbildung in der medizinischen Diagnostik darstellt. In vielen Bereichen der medizinischen Diagnostik hat sie die Röntgenstrahlen bereits abgelöst. Prof. Lauterbur beschrieb die Entdeckung und die erste Zeit der Entwicklung der magnetischen Kernresonanz-Bildgebung. Sein Vortrag spannte einen Bogen vom Beginn der magnetischen Kernresonanz-Bildgebung zu heutigen modernen Anwendungen, die im Bereich der funktionellen bildgebenden Diagnostik am menschlichen Gehirn mit magnetischer Kernresonanz liegen.

Prof. Dr. Christoph E. Broelsch, Chirurgische Universitätsklinik Hamburg: "Entwicklung der Lebertransplantation - 30 Jahre Rückblick". Prof. Broelsch ist einer der führenden Chirurgen Deutschlands auf dem Gebiet der Lebertransplantation. Er beschrieb den gegenwärtigen Stand dieser therapeutischen Maßnahme und stellte die aktuelle Grundlagenforschung dar, die auch von der geringen Anzahl an Spenderlebern stimuliert wird.

Experimente zu Röntgens Entdeckung

Max Scheer, Vortrag am 7. November

Am Vorabend des 8. November sprach vor über 500 Zuhörern - darunter sehr viele Schüler und Studenten - Prof. Max Scheer über die Voraussetzungen für Röntgens Entdeckung. Eingeladen zu dem öffentlichen Vortrag im großen Hörsaal am Hubland hatte die Fakultät für Physik und Astronomie der Universität Würzburg.

Prof. Scheer knüpfte bei seinen Demonstrationen an Röntgens historische Formulierungen an. Die Erzeugung von Hochspannung vor 100 Jahren ("damals kam der Strom noch nicht aus der Steckdose!") wurde ebenso gezeigt wie das Auspumpen der Luft aus

Glasgefäßen. Zuerst wurden die X-Strahlen durch Fluoreszenz nachgewiesen. Der Amateurfotograf Röntgen zeigte auch schon die Empfindlichkeit von Photoplatten. Er fand auch heraus, daß Luft unter dem Einfluß der X-Strahlung leitfähig wird und daß die Strahlung von verschiedenen Materialien verschieden stark absorbiert wird.

Der heute selbstverständliche Schutz des Menschen vor unnötiger Bestrahlung wurde bei allen Experimenten beachtet und erläutert. So wurde statt einer Hand eine ausgestopfte Meise "durchrönt", statt der Knochen zeigten sich die bei der Präparation verwendeten Drähte.

Vor allem für die Bedürfnisse der Medizin wurden die Röntgenröhren so weiterent-

wickelt, daß schärfere Schattenbilder und kürzere Belichtungszeiten möglich wurden. Zusätzlich wurde die Empfindlichkeit der Nachweismethoden für Röntgenstrahlung zum Schutz von Patienten und Personal etwa tausendmal verbessert.

Die Bedeutung der Röntgenstrahlen für unsere heutigen Kenntnisse vom Aufbau der Kristalle nach von Laues Entdeckung war Voraussetzung für die moderne Biologie mit der Aufklärung der Struktur der Erbsubstanz. Die Atmosphäre der Erde schützt die Lebewesen vor der Röntgenstrahlung aus dem Weltraum. Durch den Satelliten ROSAT (Röntgen-Satellit) wurden inzwischen weit über 100 000 Röntgenquellen von Sternen und Sternsystemen entdeckt.

Untersuchungen zu Ängsten aufgrund von Strahlen

Wilhelm Janke, Michael Hüppe und Michael Macht, Vortrag 18. Dezember

Vor etwa zehn Jahren wurde im Rahmen eines Forschungsschwerpunktes "Umweltpsychologie" am Lehrstuhl für Biologische und Klinische Psychologie der Universität Würzburg damit begonnen, die emotionalen Wirkungen belastender Umweltbedingungen zu untersuchen.

Mit der Entwicklung eines größeren Umweltbewußtseins in den vergangenen Jahrzehnten sind bei vielen Menschen auch Umweltängste entstanden. Viele Befürchtungen beziehen sich auf Umweltfaktoren, die nicht wahrnehmbar sind. Dazu gehören Strahlen, aber auch chemische Stoffe. Was Strahlen angeht, konzentrieren sich die Befürchtungen auf Kernreaktoren, weniger auf natürliche Strahlung und noch weniger auf Strahlung, die bei der medizinischen Diagnostik und Therapie entsteht.

In einer der Untersuchungen sollten Bewohner im Umkreis des Atomkraftwerks Grafenrheinfeld im Landkreis Schweinfurt das Ausmaß schädigender Wirkungen von Strahlung unterschiedlicher Quellen (zum Beispiel Röntgenuntersuchungen, Ozonloch, Atomkraftwerke) beurteilen. Etwa 20 Prozent der Befragten gaben an, aufgrund von Strahlung, die bei Röntgenuntersuchungen entsteht, in starkem oder sehr starkem Ausmaß langfristig Schäden zu erleiden.

Dies entspricht in etwa der Menge der Befragten, die eine schädigende Wirkung von Strahlung im Gebirge und in geschlossenen Räumen (zum Beispiel durch Radon) annehmen. Befürchtungen, daß gesundheitliche Schäden durch Röntgenstrahlen entstehen könnten, waren deutlich geringer als Angaben zur strahlenbedingten Gesundheitsgefährdung durch das Ozonloch oder intakte Atomkraftwerke. Für alle Strahlungsquellen

wurden eher langfristige Schädigungen befürchtet als kurzfristige.

Viele der Ängste vor Strahlen haben ihren Ursprung in dem Reaktorunfall in Tschernobyl im April 1986. Diese Katastrophe hatte auch die Untersuchungen am Lehrstuhl für Biologische und Klinische Psychologie angeregt. Ängste und Befürchtungen vor Gesundheitsschäden durch freigesetzte Strahlung wurden von 1986 bis 1991 in jährlichen Abständen bei Männern und Frauen im Alter von 18 bis 59 Jahren untersucht. Wichtige Ergebnisse: Frauen und jüngere Personen waren jeweils stärker subjektiv betroffen und die Ängste und Befürchtungen vor gesundheitlichen Schäden bestanden über Jahre hinweg.

Röntgenkristallographie: Fortschritte in Methoden und Anwendungen

Was passiert in 2000 Kilometern Erdtiefe? Kann man herausfinden, wie schnell ein Gestein abgekühlt ist? Und in welchem Zusammenhang stehen diese und ähnliche Fragen der Erdwissenschaften mit dem 8. November 1895, dem Tag, an dem der Professor für Experimentalphysik an der Universität Würzburg, Wilhelm Conrad Röntgen, die später nach ihm benannte Strahlung entdeckte?

Zum 100jährigen Jubiläum dieser Entdeckung führten die Stadt Würzburg und die Julius-Maximilians-Universität im Verlauf des Jahres 1995 eine Vielzahl von Veranstaltungen durch. Fast an deren Anfang lag am 2. und 3. März ein Festkolloquium der Fakultät für Geowissenschaften mit dem Titel "Röntgenkristallographie: Fortschritte in Methoden und Anwendungen" (Leitung: Prof. Dr. Armin Kirfel, Würzburg).

Für dieses vom Mineralogischen Institut der Universität Würzburg organisierte Symposium wurden namhafte deutsche Wissenschaftler gewonnen, die in hochinteressanten Übersichtsvorträgen die modernen Entwicklungen der Röntgenbeugung und Rönt-

genabsorptionsspektroskopie an kristalliner Materie sowie Anwendungen, insbesondere bei geowissenschaftlichen Fragestellungen, darstellten.

In thematisch weitgefächerten Vorträgen wurden die Konsequenzen von Röntgens Entdeckung und die einzigartigen Forschungsmöglichkeiten mit "Röntgenlicht" in Kristallographie, Mineralogie und Petrologie beleuchtet. Daraus ließ sich unschwer entnehmen, daß besonders zwei Entwicklungen der vergangenen zwei Jahrzehnte die geowissenschaftlich orientierte Röntgenkristallographie nachhaltig beeinflussten: Synchrotronstrahlung und Hochdruck-Technologie. Die Röntgenstrahlung, die an Elektronenbeschleunigern und Speicherringen (zum Beispiel am Deutschen Elektronensynchrotron, DESY, in Hamburg) erhalten wird, stellt aufgrund der besonderen Eigenschaften der sogenannten Synchrotronstrahlung gegenüber der Strahlung aus konventionellen Röntgenröhren qualitativ und quantitativ völlig neuartige Experimentiermöglichkeiten bereit.

Wie die sich daraus ergebenden methodischen Probleme angegangen werden und wie Geowissenschaftler die Herausforderungen auf allen Gebieten der Kristallstruktur- und

Materialforschung in steigendem Maße annehmen, wurde in nahezu allen Vorträgen exemplarisch belegt. Besonders spektakulär sind dabei die Fortschritte bei der Kombination von feinfokussierter Synchrotronstrahlung mit modernster Hochdruck-Hochtemperatur-Technologie: Hierbei wird es möglich, Kristalle von wenigen tausendstel Millimetern Größe unter den Druck- und Temperaturbedingungen des Erdmantels, ja sogar des Erdkerns, zu studieren.

Gerade diese zukunftsweisenden Experimente führen zu einem tieferen Verständnis von Aufbau und Entwicklung unseres Planeten, aber auch anderer Himmelskörper. Daß aber auch mit vergleichsweise konventionellen und weniger aufwendigen Methoden aufregende Ergebnisse erzielt werden können, zeigte ein vielbeachteter Beitrag aus dem hiesigen Mineralogischen Institut, in dem über neue Anwendungen der Röntgenanalytik in der Archäometrie berichtet wurde. Am Beispiel von Perlen aus präislamischen Gräbern des Oman wurde illustriert, wie Herkunft und historische Produktionsweisen nachvollzogen und damit wertvolle Beiträge zur archäologischen Forschung erbracht werden können.

Symposium "Bildgebende Verfahren in der Urologie"

Das Röntgenjahr der Universität Würzburg war Anlaß, bei einem Symposium ein Resümee über die modernen bildgebenden Verfahren zu ziehen, die direkt oder indirekt das Fachgebiet Urologie betreffen. Referenten aus der Urologie, der Radiologie und der Nuklearmedizin vermittelten einen Überblick über den derzeitigen Stellenwert der bildgebenden Methoden in der Urologie.

Die Computertomographie ist ein Röntgenverfahren, mit dem Schichtbilder des Körpers angefertigt werden. Sie spielt vor allem für die Diagnose von Nierentumoren und metastasierten Absiedlungen von Hodentumoren eine sehr wichtige Rolle. Bei Tumoren der Prostata und der Blase ist dieses Verfahren dagegen von geringer Bedeutung.

Die Kernspintomographie arbeitet mit Magnetstrahlen und liefert horizontale sowie vertikale Schichtbilder, ohne daß der Patient durch Röntgenstrahlen belastet wird.

Sie spielt derzeit in der Diagnostik krankhafter Veränderungen im urologischen Fachgebiet noch eine untergeordnete Rolle. Auch die Kontrastmitteldarstellung von Blutgefäßen ist heutzutage nur noch in Ausnahmefällen angezeigt.

Eine sehr wichtige Rolle spielt dagegen die Ultraschalluntersuchung, die sowohl von außen als auch durch das Einführen von Spezialinstrumenten in den Körper zur Anwendung kommen kann. Sie ermöglicht hervorragende diagnostische Möglichkeiten ohne jég-

liche Strahlenbelastung. Mit ihrer Hilfe können auch gezielt Proben aus bestimmten Organen entnommen werden. Sogar harnableitende Katheter können mit Hilfe dieses Verfahrens in Niere oder Blase gelegt werden.

Die Dopplersonographie ist ein Ultraschallverfahren, mit dem der Blutdurchfluß in den Gefäßen gemessen werden kann. Sie hat in der Urologie derzeit vor allem bei der Diagnostik von Erektionsstörungen sowie der Differentialdiagnose der sogenannten Hodentorsion Bedeutung.

Nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren, bei denen radioaktive Substanzen in den Körper gebracht werden und die unter anderem Funktionsprüfungen der Nieren ermöglichen, werden insbesondere bei Kindern eingesetzt, um angeborene Störungen der Nieren beziehungsweise der harnableitenden Organe zu klären.

Nicht zuletzt die speziellen urologischen Röntgenuntersuchungen, wie beispielsweise die Darstellung der Nieren nach Injektion eines Kontrastmittels in die Vene oder die

Kontrastmitteldarstellung der ableitenden Harnwege im Rahmen sogenannter endourologischer Eingriffe (Einführen kleiner optischer Instrumente in die Harnwege), haben weiterhin einen hohen Stellenwert.

Das von der Urologischen Klinik und Poliklinik der Universität Würzburg organisierte Symposium fand am 4. März unter der Leitung von Prof. Dr. Hubert Frohmüller statt.

Berufsbedingte Lungenerkrankungen im Mittelpunkt einer Tagung

Rund 100 Radiologen aus fast allen Ländern Europas kamen vom 11. bis 13. Juni zur Jahrestagung ihrer Fachgesellschaft, der European Society of Thoracic Imaging, nach Würzburg. Der Schwerpunkt dieses Europäischen Lungenkongresses lag auf der Verbesserung der Röntgendiagnostik und den sich daraus ergebenden Behandlungsmöglichkeiten.

Für Prof. Dr. Dietbert Hahn, Vorstand des Instituts für Röntgendiagnostik der Universität Würzburg, Mitbegründer und zur Zeit Präsident der Europäischen Thoraxröntgen-gesellschaft, war es bereits seit vielen Jahren klar: Die Jahrestagung 1995 durfte nur in Würzburg, „der Wiege der Röntgendiagnostik, stattfinden. Schwerpunktthemen waren bildgebende Verfahren zur Abklärung von Lungenerkrankungen bei Kindern, Erkennung und Einstufung berufsbedingter Staublungenerkrankungen sowie des Emphysems (Blählung), radiologische Verfahren zur Behandlung von Gefäßerkrankungen im Brustraum.

Der Einsatz moderner bildgebender Verfahren in der Diagnostik von Lungenerkrankungen ist in Europa zur Zeit noch sehr unterschiedlich. Während in Deutschland, Italien und Spanien in vielen Bereichen bereits die Kernspintomographie eingesetzt und damit auf Röntgenstrahlen verzichtet wird, werden in anderen Staaten, wie Frankreich

und England, für dieselben Fragestellungen immer noch Computertomographie und konventionelle Röntgenverfahren verwendet. Das liegt vor allem daran, daß einige Länder schlechter mit modernen Diagnosegeräten ausgestattet sind. Ziel der wissenschaftlichen Diskussion war es, einen gemeinsamen Standard für die Untersuchung von Kindern mit Erkrankungen des Brustraumes zu finden.

Ein wichtiges gesundheitspolitisches Thema in Europa: die berufsbedingten Staublungenerkrankungen. Das Lungenemphysem, die sogenannte Blählung, tritt zunehmend auch im Rahmen anderer Lungenerkrankungen auf und führt zu einer fortschreitenden Zerstörung des Lungengewebes. Der frühzeitigen Diagnose und der Erkennung der Ursachen dieser Erkrankung war der größte Teil der Vorträge gewidmet.

Durch die besseren Möglichkeiten der Früherkennung berufsbedingter Staublungenerkrankungen vor allem im Bereich des Bergbaus und der steinverarbeitenden Industrie kann diesen Patienten eine frühere und bessere Behandlung zuteil werden. In fortgeschrittenen Fällen können sie zumindestens über die Berufsgenossenschaften mit einer Rente entschädigt werden. Die Möglichkeit der Früherkennung berufsbedingter Lungenschädigungen durch moderne radiologische Untersuchungsverfahren hat jedoch auch zu einer deutlichen Verbesserung der Sicherheit am Arbeitsplatz Anstoß gegeben und zu geänderten Vorsorgeuntersuchungen in Betrieben geführt.

Ein wichtiger Schwerpunkt des Kongresses war auch die Behandlung von Gefäßveränderungen im Brustraum. Durch Geschwülste der Lunge oder chronisch entzündliche Veränderungen kann es zu Verengungen oder auch Verschlüssen vor allem der Venen im Bereich des Brustraumes kommen. Solche Veränderungen werden durch Dehnung der Gefäße und das Einbringen von Gefäßstützen behandelt, so daß eine früher notwendige Operation heute meistens vermieden werden kann.

Selbst Veränderungen an den großen Schlagadern im Brustraum werden in einigen Zentren bereits heute durch Dehnung mit einem aufblasbaren Ballon oder das Einbringen von Gefäßstützen behandelt. Diese sogenannten interventionellen radiologischen Verfahren haben die sonst bei Operationen auftretenden Komplikationen und die Sterblichkeit nach Gefäßoperationen erheblich verringert. Ein weiterer Vorteil für den Patienten bei solchen Eingriffen ist die extrem kurze Verweildauer von ein bis drei Tagen im Krankenhaus.

Die Jahrestagung der Europäischen Thoraxröntgen-gesellschaft hat noch erhebliche Unterschiede beim Einsatz moderner bildgebender Verfahren gezeigt - trotz des Engagements dieser Fachgesellschaft für die Weiterbildung in Europa. Doch wurde auch der Weg zu einer modernen standardisierten und optimierten Untersuchungstechnik umrissen.

Heterostruktur-Laser: Eckpfeiler moderner Elektronik

Am Physikalischen Institut der Universität Würzburg fand im Rahmen des Röntgenjahres vom 13. bis 17. März ein Internationales Symposium mit dem Thema "Heterostructures in Science and Technology" statt. Als Heterostrukturen bezeichnet man aufeinanderfolgende Schichten unterschiedlicher Halbleiter.

Die Schichten sind in der Regel nur wenige Atomlagen dick. Dadurch wird eine Modifizierung der elektronischen Eigenschaften bewirkt. Eine bekannte Heterostruktur ist der Halbleiterlaser, der in den 70er Jahren soweit perfektioniert wurde, daß sein technischer Einsatz möglich wurde. Die moderne, auf der Verwendung von Glasfasern beruhende Weitverkehrs-Nachrichtentechnik wäre ohne Halbleiterlaser undenkbar.

Halbleiterlaser, die im infraroten Spektralbereich emittieren, haben in den CD-Playern der Unterhaltungselektronik weltweite Verbreitung gefunden. Auch die moderne Mikroelektronik beruht auf Heterostrukturen, da die vorwiegend verwendeten MOS

(Metal Oxide Semiconductor)-Transistoren eine Schichtenstruktur aufweisen.

Heterostrukturen spielen aber nicht nur für Anwendungen eine Rolle, sie sind auch bevorzugter Gegenstand der Grundlagenforschung. So wurde der Quanten Hall Effekt 1980 von Prof. Dr. Klaus von Klitzing an einem Silizium-MOS-Transistor entdeckt. Der fraktionale Quanten Hall Effekt, der auf eine Wechselwirkung von Elektronen untereinander zurückgeführt wird, wurde zum ersten Mal an einer Heterostruktur mit dem Halbleiter Gallium-Arsenid (GaAs) nachgewiesen.

Auf dem Symposium wurden 39 Vorträge von renommierten Forschern aus der ganzen Welt gehalten. Unter ihnen waren Prof. Herbert Krömer von der University of California, der das Heterostrukturprinzip in die Bauelementephysik einführte, und Prof. Zhores Alferov, Direktor des A. F. Ioffe-Instituts der Russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg/Rußland, der mit seinen Mitarbeitern 1970 den ersten kontinuierlich arbeitenden Halbleiterlaser realisierte. Prof. Klitzing berichtete über neue Einsichten zum Quanten Hall Effekt.

Neueste Ergebnisse auf dem Gebiet der Heterostrukturforschung präsentierten Wissenschaftler aus aller Welt auf rund 100 Postern. Das Symposium hatte Bezug zum Röntgenjahr, weil Röntgenstrahlen ein wichtiges Hilfsmittel zur Charakterisierung von Heterostrukturen sind.

Röntgens Werk wurde durch einen Vortrag von Prof. Dr. Gottfried Landwehr mit dem Thema: "Röntgen's Discovery - 100 Years Later" gewürdigt. Ein Besuch in der Röntgenausstellung durfte nicht fehlen.

Das Symposium wurde von den Professoren Gottfried Landwehr und Alfred Forchel vom Physikalischen Institut der Universität Würzburg organisiert. Durch die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, DFG, konnten auch 14 osteuropäische Wissenschaftler teilnehmen. Auch das Bayerische Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, die Europäische Gemeinschaft und der Regionalverband Bayern der Deutschen Physikalischen Gesellschaft hatten die Veranstaltung gefördert.

Mit Radon und Röntgen auf Tumorsuche

Der Nutzen der Röntgenstrahlen für technische und physikalische Untersuchungen sowie für die medizinische Diagnostik ist allgemein bekannt. Was nur wenige wissen: Es waren Mathematiker, die mit ihren theoretischen Arbeiten die verfeinerte Nutzung dieser Strahlen erst ermöglichten.

Die Mathematischen Institute der Universität Würzburg organisierten unter der Federführung von Prof. Dr. Jürgen Appell am 12. Juli im Rahmen eines "Mini-Symposiums" drei Vorträge zum Thema „Inverse Probleme, Computertomographie und Signalerkennung“. Es sprachen: Prof. Dr. Gottfried Anger (Halle) über "Grundprinzipien der medizinischen Diagnostik unter besonderer Beachtung der Röntgendiagnostik", Prof. Dr.

Alfred K. Louis (Saarbrücken) über "Moderne Methoden der Signalerkennung in Verbindung mit der Computertomographie" und Prof. Dr. Frank Natterer (Münster) über "Die Geschichte der Tomographie aus der Sicht eines Mathematikers".

Der österreichische Mathematiker Johann Radon (1887-1956) hat die Theorie begründet, mit der man die Struktur eines höherdimensionalen Körpers rekonstruieren kann, wenn man seine niederdimensionalen "Schnitte" kennt. Mit dieser Theorie - und den notwendigen technischen Mitteln - kann man zum Beispiel Schichtaufnahmen anfertigen, die einen genauen Einblick in den menschlichen Körper erlauben. Radons berühmte Arbeit "Über die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten", erschienen 1917 in den Sitzungsberichten der Sächsi-

schen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, kann als Geburtsstunde der modernen Tomographie betrachtet werden.

Mathematisch gesprochen, handelt es sich bei der oben erwähnten Rekonstruktion um ein sogenanntes inverses Problem. Während bei einem direkten Problem die innere Struktur des zu untersuchenden Systems bekannt ist und nur dessen Wirkungen nach außen studiert werden sollen, kann man bei einem inversen Problem nur die Außenwirkungen messen und versuchen, daraus Schlüsse über die Struktur des Systems zu ziehen. Ein weiteres Beispiel für solche inversen Probleme sind Streuphänomene: Man lenkt zum Beispiel Schallwellen auf ein unbekanntes Objekt im Ozean und entscheidet aufgrund der Form der reflektierten und gestreuten Signale, ob es sich um einen Walfisch oder ein U-Boot handelt.

Magnetresonanz-Mikroskopie birgt ein Arsenal von Anwendungsmöglichkeiten

Weltweit sind es etwa 10 000 Geräte, die auf Basis der Magnetischen Kernresonanz (Nuclear Magnetic Resonance, NMR) arbeiten und mit deren Hilfe sich Mediziner ein Bild von der Krankheit der Patienten machen. NMR-Bilder zeichnen sich durch einen hohen Kontrast, detaillierte Darstellung der Weichteilgewebe und eine gute Ortsauflösung aus. Für medizinische Anwendungen allerdings ist die Bildauflösung auf etwa einen Millimeter beschränkt.

Die NMR-Mikroskopie ist vor wenigen Jahren erstmals beschrieben worden. Sie war Gegenstand einer internationalen Konferenz vom 27. bis 31. August aus Anlaß des Röntgen-Jahres in Würzburg. Die "International Conferences on Magnetic Resonance Microscopy" finden alle zwei Jahre statt und bringen die noch wenigen Arbeitsgruppen aus der ganzen Welt zusammen. Zur dritten Konferenz nach Würzburg kamen rund 250 Teilnehmer aus mehr als zwanzig Ländern. Anwesend waren auch viele interessierte, zukünftige Anwender dieser vielversprechenden Technik.

Organisiert wurde die Tagung vom Lehrstuhl für Experimentelle Physik V (Prof. Dr. Axel Haase). Die Schirmherrschaft hatte die "Division of Spatially Resolved Magnetic Resonance" der "Groupement Ampere". Diese Gruppe von Wissenschaftlern ist die älteste internationale Vereinigung, die sich mit den physikalischen Grundlagen und Anwendungen der NMR beschäftigt. Sie organisiert weltweit Tagungen und Workshops.

Die Dritte Internationale Konferenz für NMR-Mikroskopie in Würzburg wurde finanziell unterstützt vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft, DFG. Ehrengast war der Entdecker der NMR-Bildgebung, Prof. Dr. Paul C. Lauterbur von der Universität Urbana (USA). Auf der Konferenz wurden Vorträge gehalten und Poster präsentiert.

Die Magnetfeldstärken der medizinischen NMR-Geräte liegen im Bereich von ein bis

zwei Tesla. In etwa zehnfach höheren Magnetfeldstärken kann die Ortsauflösung der NMR-Bildgebung, zumindest theoretisch, in die Größenordnung von einem Mikrometer verbessert werden. Sie wird damit vergleichbar mit der Lichtmikroskopie. Die NMR-Mikroskopie eröffnet völlig neuartige Möglichkeiten: Während bei der Lichtmikroskopie Gewebeschnitte untersucht werden, kann die NMR-Mikroskopie an intakten Lebewesen (Tiere, Tierorgane und Pflanzen) eingesetzt werden - ohne diese zu zerstören.

1. Gerätetechnik für NMR-Mikroskopie und Medizin

Während der Konferenz wurden neue NMR-Meßsonden beschrieben, die mit modernen Verfahren der Mikrostrukturierung aufgebaut werden und in biologischem Gewebe detaillierte NMR-Information mit höchster räumlicher Auflösung erreichen. Hiermit sind bereits einzelne Zellen abbildbar, Stoffwechselvorgänge in einer lebenden Zelle können mit NMR-Spektroskopiemethoden untersucht werden.

Ein weiteres Thema waren neue, offene Magnetsysteme für die medizinische NMR-Bildgebung. Üblicherweise enthalten heutige NMR-Geräte für die medizinische Anwendung zylinderförmige, geschlossene supraleitende Magnete, in die der Patient auf einer Liege geschoben wird. Manchmal muß dabei die Messung abgebrochen werden, weil einige Patienten unter Klaustrophobie leiden. Weiterhin hat der Arzt während der NMR-Untersuchung kaum Zugang zum Patienten, so daß dringend notwendige Eingriffe, etwa mit Hilfe der Laserchirurgie, nicht möglich sind.

Anders bei den offenen Magnetsystemen: Sie ermöglichen nach einer Seite hin freien Zugang zum Patienten. Dieser hat während der Untersuchung ein freies Sichtfeld nach außen, der Arzt direkte Einsichtsmöglichkeit. Durch diese offenen Magnetsysteme wird die NMR-Bildgebung nicht nur in der Diagnostik, sondern auch in der Therapie eingesetzt werden, da Eingriffe am Patienten unter NMR-Kontrolle möglich sind. Diese Entwicklung könnte den Operationsaal der Zukunft entscheidend verändern.

2. Elektronenspin-Resonanz

Bei der Konferenz in Würzburg ging es auch um die Elektronenspin-Resonanz, mit der in biologischem Gewebe beispielsweise freie Radikale beobachtet werden können. Diese hochreaktiven Substanzen werden unter anderem für die Entstehung von Tumoren verantwortlich gemacht. Auf der Tagung wurden Elektronenspin-Resonanz-Experimente an intakten biologischen Systemen und auch Bilder der Verteilung freier Radikale in biologischem Gewebe beschrieben.

3. NMR in der Pflanzenphysiologie und Lebensmitteltechnologie

Die NMR-Bildgebung erlaubt es, zerstörungsfrei und nichtinvasiv den Wasser- und Stofftransport in den Leitbahnen intakter Pflanzen zu beobachten. Solche Experimente wurden erstmals auf der Tagung vorgestellt. Kombiniert man NMR-Spektroskopie mit NMR-Bildgebung, können weitere Informationen aus Pflanzen gewonnen werden. So kann man die Verteilung von Zuckern, freien Aminosäuren und Lipiden im pflanzlichen Gewebe beobachten und zeitliche Veränderungen nachvollziehen. Weltweit führend auf diesem Gebiet sind Arbeitsgruppen der Universität Würzburg, die im Graduiertenkolleg "Magnetische Kernresonanz" in den Fakultäten für Physik (Prof. Dr. Axel Haase), Biologie (Prof. Dr. Ulrich Zimmermann) und Chemie (Prof. Dr. Gerhard Bringmann) zusammenarbeiten.

Von Interesse ist die NMR-Bildgebung auch für die Lebensmitteltechnologie und -verarbeitung. Sie kann bei der Qualitätskontrolle, der Untersuchung von Transportprozessen für Lebensmittel, der Dehydrierung und zur Untersuchung der Langzeitstabilität eingesetzt werden. Die NMR könnte in der Lebensmitteltechnologie künftig eine wichtige Rolle zur Optimierung von Verarbeitung, Lagerung und Transport spielen.

4. NMR in der Materialforschung und an porösen Materialien

Auch für nichtbiologische Fragestellungen kommt die NMR in Frage. So wurde auf

der Würzburger Tagung erstmals der Einsatz in Bohrlöchern, bei der Erforschung von Gas- und Erdöllagerstätten, vorgestellt. Es können in Abhängigkeit von der Tiefe des Bohrlochs die Wasserverteilung im Gestein, die Ölverteilung und die Porösität gemessen werden. Darüber hinaus können mit der NMR-Bildgebung weitere Fragen zu porösen Materialien angegangen werden, wie etwa die Polymerphysik bei der Entstehung von Polymermaterialien oder Probleme der Adsorption und Desorption von Chemikalien.

Ein Hilfsmittel bei der NMR-Bildgebung in der medizinischen Diagnostik ist die kontrastreiche Darstellung von Erkrankungen

mit Hilfe von NMR-Kontrastmitteln. Hier hat sich in den vergangenen Jahren ein Arsenal von Möglichkeiten ergeben, die bis zu

5. Forschung an NMR-Kontrastmitteln für die Medizin

gewebe- und zellspezifischen Kontrastmitteln geführt haben. Diese Möglichkeiten wurden auf der Tagung ausführlich dargestellt. Neue NMR-Kontraste wurden unlängst mit den polarisierten Edelgasen Xenon und Helium erzielt. Diese Substanzen werden in geringen Konzentrationen eingeatmet und können dann in ihrer Verteilung

dreidimensional in der Lunge dargestellt werden. Damit kann die Magnetische Kernresonanzbildgebung auch zur Abbildung der Lunge und zu Lungenfunktionsuntersuchungen eingesetzt werden.

Die dritte internationale Tagung über Magnetresonanzmikroskopie hat interessante zukünftige Aspekte der höchstauflösenden NMR-Bildgebung gezeigt, insbesondere für die Grundlagenforschung an biologischen Systemen, aber auch für zukünftige klinische Anwendungen. Viele Anwendungen der Röntgenstrahlen in der medizinischen Diagnostik können bereits heute oder in naher Zukunft auch mit Methoden der NMR realisiert werden.

Diskussion über neue Richtlinie zur Kontrolle des Strahlenschutzes

Röntgenstrahlen sind nicht nur nützlich, sondern können - insbesondere bei unvorsichtiger oder unsachgemäßer Anwendung - Schäden verursachen. Dies zu vermeiden, ist Aufgabe des Strahlenschutzes. In Würzburg fand die 36. Jahrestagung der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte mit rund 160 Teilnehmern vom 7. bis 9. September statt.

Veranstalter war Prof. Dr. Christoph Reiners, Direktor der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Würzburg sowie Vorsitzender der Vereinigung Deutscher Strahlenschutzärzte. Diese hat sich seit nunmehr 37 Jahren den Medizinischen Strahlenschutz bei der Anwendung ionisierender Strahlen in Medizin, Wissenschaft und Kerntechnik zur Aufgabe gemacht. Sie fördert dieses Ziel durch die Veranstaltung wissenschaftlicher Tagungen und Seminare und die Herausgabe von Tagungsberichtsbanden. Darüber hinaus verleiht sie die Hanns-Langendorff-Medaille an verdiente Wissenschaftler und den Hanns-Langendorff-Preis an Nachwuchswissenschaftler, gemeinsam mit der Hanns-Langendorff-Stiftung Freiburg.

Bei der 36. Jahrestagung erhielt Prof. Dr. Ludwig Feinendegen, emeritierter Direktor der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universität Düsseldorf und des Instituts für Medizin des Forschungszentrums

Jülich, die Hanns-Langendorff-Medaille. Prof. Feinendegen gehört zu den Pionieren der Nuklearmedizin in Deutschland. Darüber hinaus hat er sich mit den Fragen der Strahlenwirkung (insbesondere kleiner Dosen) wissenschaftlich intensiv auseinandergesetzt.

Der Hanns-Langendorff-Preis 1995 ging an PD Dr. Michael Baumann von der Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie der Universität Dresden für seine Arbeit zum Einfluß der Fraktionierung bei der Strahlentherapie bösartiger Tumoren. Er hat gezeigt, daß die zur Tumorkontrolle erforderliche Strahlendosis weitgehend unabhängig von der Zahl der Einzelbestrahlungen ist und daß sich hingegen eine möglichst kurze Gesamtbehandlungsdauer mit vielen Einzelbestrahlungen günstig auf das Behandlungsergebnis auswirkt.

Der erste Teil der Tagung befaßte sich mit der neuen "Richtlinie für die Physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen", die kürzlich vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veröffentlicht wurde. Diese Richtlinie legt fest, wann, wie und mit welchen Methoden Messungen zur Ermittlung der inneren und äußeren Strahlenbelastung bei beruflich strahlenexponiertem Personal durchzuführen sind. Die Richtlinie ist Teil der auf europäischen Empfehlungen fußenden nationalen Strahlenschutzregelungen.

Die neue Richtlinie wirkt sich für die Be-

schäftigten, die in der Medizin, in Forschungslaboratorien oder in kerntechnischen Betrieben mit radioaktiven Stoffen umgehen, unterschiedlich aus. Während bei kerntechnischem Personal relativ häufige Kontrollen der Inkorporation radioaktiver Stoffe mittels Ganzkörper- oder Ausscheidungsmessungen gefordert werden, sind solche Untersuchungen bei medizinischem Personal aufgrund des wesentlich geringeren Risikopotentials der verwendeten Radionuklide viel seltener erforderlich. Daß die Richtlinie eine praktikable und sichere Basis für die Strahlenschutzüberwachung medizinischen Personals bietet, wurde durch eine auf der Tagung vorgestellte Studie von Prof. Reiners gezeigt. Diese beschäftigte sich mit der Inkorporationsüberwachung von Ärzten, medizinisch-technischen Assistentinnen und Pflegepersonal aus der Nuklearmedizin und wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert.

Der zweite Hauptprogrammpunkt befaßte sich mit dem von der Strahlenschutzkommission vorgelegten Leitfaden für Erstmaßnahmen bei begrenzten Strahlenunfällen. Die Kommission berät das Umweltministerium in allen Fragen des Strahlenschutzes. Der neue Leitfaden wendet sich an Ersthelfer, die bei Unfällen mit Möglichkeiten einer erhöhten Strahleneinwirkung tätig werden (zum Beispiel beim Transport von Radionukliden oder dem Umgang mit ionisierenden Strahlen in Laboratorien oder der Technik). Bei

diesen Unfällen sind in der Regel wenige Personen beteiligt; das Szenarium ist von Kernkraftwerksunfällen mit weitreichenden Folgen zu unterscheiden (hierzu wurden von der Strahlenschutzkommission gesonderte Empfehlungen veröffentlicht).

Der neue Leitfaden gibt Anweisungen für Sanitäts- und Rettungsdienste, Ärzte und Assistenzpersonal sowie Polizei und Feuerwehr. Die Maßnahmen betreffen Hilfe für die Verunglückten, Selbstschutz der Helfer, Beseitigung der Gefahr und Schutz der Umgebung beziehungsweise nicht unmittelbar Betroffener. Auf der Tagung wurde deutlich gemacht, daß die Erste Hilfe zunächst absoluten Vorrang vor Strahlenschutzmaßnahmen hat, da die unter Umständen erforderlichen lebensrettenden Sofortmaßnahmen bei begrenzten Strahlenunfällen ohne ein unvertretbar hohes Risiko für die Ersthelfer vorgenommen werden können.

Der Leitfaden gibt praktische Hinweise, um die Strahlenbelastung der Ersthelfer zu verringern. Er erläutert auch den Gebrauch

von Meßgeräten, Strahlenschutzabschirmungen sowie Maßnahmen, mit denen die Inkorporation offener radioaktiver Stoffe vermieden werden kann. Neben diesen Sofortmaßnahmen beinhalten die Empfehlungen Kapitel zu den medizinischen Maßnahmen bei Inkorporation offener radioaktiver Stoffe oder externer Bestrahlung, die nach sachgerechter Erster Hilfe zu ergreifen sind.

Die Strahlenexposition bei neuen diagnostischen Verfahren in der Medizin war das dritte Hauptthema der Tagung. Zu diesen Verfahren zählen Computertomographie, moderne röntgendiagnostische Methoden in der interventionellen Radiologie sowie Positronen-Emission-Tomographie in der Nuklearmedizin. Diese neuen Untersuchungsverfahren bereichern das diagnostische Instrumentarium in der Medizin wesentlich. Sie erlauben zum Beispiel neuerdings auch den Einsatz sogenannter minimal invasiver Therapieverfahren auf breiter Front, zum Beispiel die Ballonkatheter-Sprengung bei Verengungen der Herzkranzgefäße anstatt

der Bypassoperation am geöffneten Brustkorb.

Gerade an diesem Beispiel wird nach den vorliegenden Erfahrungen jedoch deutlich, daß der Vorteil der fehlenden Invasivität und dem damit nicht gegebenen Risiko eines operativen Eingriffs in der Regel mit einer erhöhten Strahleneinwirkung bei der für die Ballonkatheter-Anwendung erforderlichen Kontrastdarstellung der Herzkranzgefäße erkauft werden muß. Die Tagungsteilnehmer waren sich einig, daß unter dem Aspekt des Strahlenschutzes darauf hingearbeitet werden müsse, daß die für die Kontrolle der Katheterlage benutzten Röntgengeräte möglichst dosissparend arbeiten. Auch geeignete "Schutzschaltungen" müßten vorhanden sein, um die Strahlenexposition zu begrenzen.

Die Beiträge der Referenten zur Jahrestagung werden in der Buchserie "Strahlenschutz in Forschung und Praxis" veröffentlicht. Diese Buchserie stellt eine national und international beachtete Fundquelle zu allen Fragen des medizinischen Strahlenschutzes dar.

Charakterisierung und Qualitätssicherung neuer Werkstoffe

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen vor 100 Jahren war der Anlaß, die "bildgebenden Verfahren" als einen Schwerpunkt der 29. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik zu wählen. Diskutiert wurden die neuesten Entwicklungen im Bereich der Röntgen-Computertomographie, der Bildgebung mit Ultraschall, der Erzeugung von NMR-Schichtbildern sowie der medizinischen Anwendung von SQUID-Sensoren.

Zu der mit zwei Schwerpunktthemen "kleinen" Tagung am 14. und 15. September kamen 330 Teilnehmer. Sinn und Notwendigkeit der intensiven wissenschaftlichen Zusammenarbeit von Ärzten, Naturwissenschaftlern und Ingenieuren zum Wohl des Patienten wurde durch die vorgestellten Ergebnisse hervorgehoben.

Prof. Dr. Roger Thull, Lehrstuhl für Experimentelle Zahnmedizin, und Prof. Dr. Axel Haase, Lehrstuhl für Experimentelle

Physik V, hatten als wissenschaftliche Leiter der Tagung für die Themen: "Biokompatible Funktionswerkstoffe für die Medizin" und "Bildgebende Verfahren" ein Vortrags- und Poster-Programm zusammengestellt, das nicht nur den Stand der Technik zeigte. Es bot auch Raum für Strömungen und künftig zu bearbeitende Probleme mit interessanten Lösungsansätzen.

In der Bundesrepublik Deutschland werden jährlich mehr als 100 Millionen Röntgenaufnahmen angefertigt, wobei Gliedmaßen, Zähne, Lunge und Brustkorb am häufigsten abgebildet werden. Doch nicht nur für die Medizin hat Röntgens Entdeckung große Bedeutung. Nachdem Max von Laue die Strahlen als elektromagnetische Wellen gedeutet hatte, lieferte die Röntgen-Feinstruktur-Analyse die Grundlagen für die Entwicklung von Werkstoffen mit besonderen Eigenschaften. Hierzu gehören auch die biokompatiblen Funktionswerkstoffe. Diese werden in allen Bereichen der Implantologie sowie im Knochen- und Zahnersatz verwendet. Insbesondere für die Charakterisierung und Qualitätssicherung neuer Werkstoff-

fe sind auf Röntgenstrahlen basierende Verfahren unverzichtbar.

Deshalb wurden die biokompatiblen Funktionswerkstoffe als zweiter Schwerpunkt ins Programm genommen. Dies umso mehr, als am Lehrstuhl für Experimentelle Zahnmedizin die Wechselwirkungen der im Körper und in der Mundhöhle eingesetzten Materialien mit der biologischen Umgebung einen wichtigen Forschungsschwerpunkt darstellen. Das Ziel: "intelligente" Werkstoffoberflächen im künstlichen Funktionsersatz, die mit dem Abwehrsystem im Körper so kommunizieren, daß Unverträglichkeitsreaktionen seltener werden.

Handlungsbedarf besteht auch für die biomechanische Anpassung von Funktionsersatz, etwa Hüft- und Kniegelenkprothesen sowie dentale Implantate. Im Vordergrund steht die kraftübertragende Verbindung zum Knochen oder der Zahnhartsubstanz. Wie die Tagungsbeiträge und Diskussionen zeigten, werden sich Verbesserungen nur mit neuen Modellen über die Identifikationsmechanismen künstlicher Werkstoffe im Körper durch das Immunsystem und die

entsprechende Gestaltung der Oberflächen von Implantaten und Zahnersatz erreichen lassen.

Mit den "bildgebenden Verfahren" und den "Werkstoffen für die Medizin" wurden zwei der aktuellsten Themen der Medizintechnik in einer Zeit behandelt, in der sich auf beiden Gebieten zahlreiche neue Forschungs- und Entwicklungsansätze zeigen. Das wissenschaftliche Programm wurde abgerundet durch eine Reihe von Themen mit

Schwerpunkten in der Physiologischen Meßtechnik und in Arbeiten zur Funktion und Diagnostik des Herzens.

Einen Blick in die Zukunft wies der Vortrag, den Prof. Dr. Alfred Forchel, Lehrstuhl für Technische Physik der Universität Würzburg, bei der Eröffnung hielt: "Nanofabrikationstechnologien - von künstlichen Atomen auf Halbleiterbasis zu Anwendungen in der Medizintechnik". Die Mikroelektronik und die Mikromechanik lassen in miniaturi-

sierten Systemen sehr komplex gesteuerte oder geregelte Systeme erwarten, die für den künstlichen Funktionsersatz physiologisch adaptiert sind.

Fast schon Tradition ist der Wettbewerb, der im Rahmen der Tagung stattfand. Hierbei hatten junge, am Ende der Ausbildung stehende Studierende die Gelegenheit, die in ihrer Abschlußarbeit niedergelegten Ergebnisse einem größeren, fachkundigen Publikum vorzustellen.

Mit Röntgenstrahlen die elektronische Struktur von Festkörpern untersuchen

In den vergangenen Jahren hat sich die Röntgen-Strahlung als eine sehr empfindliche Meßtechnik etabliert, um die elektronische Struktur von Atomen, Molekülen und Festkörpern zu untersuchen. Mit ihrer Hilfe können heute zum Beispiel in der energie- und winkelaufgelösten Photoemission sehr genaue Aussagen über die Energie- und Impulsverteilung der elektronischen Ladungsträger in einem Festkörper gemacht werden.

"X-Rays and the Electronic Structure of Solids" - zu diesem Themengebiet organisierten die Lehrstühle für Theoretische Physik I (Prof. Dr. Werner Hanke) und Experimentelle Physik II (Prof. Dr. Eberhard Umbach) am 20. und 21. Juli ein Symposium. Wie die Organisatoren betonen, habe eine Veranstaltung dieser Art, welche die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Röntgen-Festkörperspektroskopie schwerpunktmäßig erfasste und verglich, in Deutschland bislang nicht stattgefunden.

Die Energie- und Impulsverteilung in ei-

nem Festkörper bestimmt die makroskopisch beobachtbaren, elektronischen Eigenschaften, wie Stromleitfähigkeit, Widerstand und auch Farbe eines Metalls, Isolators und Halbleiters. Um die interdisziplinäre Diskussion zu konkretisieren, wurden einige Unterthemen ausgewählt, wie zum Beispiel die elektronische Struktur stark korrelierter Festkörper mit dem Paradebeispiel der Hochtemperatur-Supraleiter auf Kuprat-Basis oder die Frage nach dem Einfluß der Dimensionalität eines Festkörpersystems und deren Auswirkung auf die elektronischen Eigenschaften.

Internationaler Röntgen-Gedächtnis-Kongreß der Medizin-Physiker

Wissenschaftler aus etwa 40 Ländern kamen zum Röntgen-Gedächtnis-Kongreß, veranstaltet von der internationalen Gemeinschaft der Medizin-Physiker. In den Vorträgen wurde nicht nur der Einfluß dargelegt, den Röntgens Entdeckung auf die verschiedenen Gebiete der Wissenschaft hatte. Für die Medizin wurde gleichzeitig ein Ausblick ins neue Jahrtausend gewagt.

Am Kongreß vom 20. bis 23. September waren die Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik, die Europäische Föderation der Gesellschaften für Medizinische Phy-

sik und die Internationale Organisation für Medizinische Physik beteiligt. Er war die zweitgrößte Tagung in der Reihe der Veranstaltungen in Würzburg zum Röntgenjahr. Prof. Dr. Jürgen Richter, Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie der Universität Würzburg, fungierte als Kongreßpräsident.

Zur Eröffnung sprach der Bayerische Staatsminister für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, Hans Zehetmair. In 14 Einladungsvorträgen referierten international renommierte Wissenschaftler, in rund 100 weiteren Vorträgen und über 100 Postern wurden neue Forschungsergebnisse präsentiert.

Eine Besonderheit des Kongresses: die "Nationen-Poster". Mehr als 30 nationale

Gesellschaften für Medizinische Physik stellten Poster vor, auf denen die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Medizin in den ersten drei Jahrzehnten nach der Entdeckung, hervorragende Forscherpersönlichkeiten oder besondere Entdeckungen beziehungsweise Entwicklungen in den jeweiligen Ländern gezeigt wurden.

Im Bereich Röntgendiagnostik wurde über die Verminderung der Strahlenbelastung bei verschiedenen diagnostischen Verfahren berichtet. Für die Mammographie wurde dazu eine neue Technik entwickelt. Auch in der Computertomographie (CT) läßt sich die Strahlenbelastung durch individuelle Aufnahmeverfahren weiter verringern.

Fortschritte in der Computertechnik ermöglichen es, sowohl mit der CT als auch mit der Kernspintomographie (MRT) dreidimensionale Datensätze aus großen Körperbereichen des Patienten zu gewinnen und weiterzuverarbeiten.

Die 3D-Darstellung von Blutgefäßen (CT-Angiographie und MRT-Angiographie) sowie die virtuelle Endoskopie am Computer erlauben Diagnosen ohne Eingriffe am Patienten. Für Interventionen wurden spezielle MRT-Systeme entwickelt, mit denen zum Beispiel eine Laserkoagulation unter MRT-Überwachung erfolgen kann. Mit Hilfe der 3D-Datensätze läßt sich am Computer eine "virtuelle Realität" erzeugen, die für die Planung von Operationen wichtig ist. Die MRT und die Nuklearmedizin ermöglichen nicht nur die Erfassung und Darstellung der Gestalt und Struktur von Organen, sondern auch die Untersuchung funktioneller Prozesse.

Für die klinische Praxis ist es vor allem von Bedeutung, die regionale Blutversorgung des Hirngewebes und des Herzens zu beurteilen. Denn an Erkrankungen dieser Organe (Herzinfarkt bzw. Schlaganfall) sterben in den Industrienationen die meisten Menschen. Die neurofunktionelle MRT bietet die einzigartige Möglichkeit, nicht-invasiv Änderungen in der Aktivität verschiedener Hirnregionen darzustellen. Der Kongreß zeigte, daß die Medizin-Physik zu diesen neuen Entwicklungen wesentliche Beiträge leistet.

Im Bereich der Strahlentherapie wurden neue Techniken vorgestellt, die eine bessere Konzentration der Strahlung auf den Tumor bei weitgehender Schonung des gesunden Gewebes ermöglichen. Durch die Sichtbarmachung der Strahlenfelder während der Bestrahlung wird ein Verfahren zur Qualitätssicherung in der Strahlentherapie zur Verfügung gestellt. Eine Leipziger Forschergruppe präsentierte ein neues Modell zur Berechnung der Strahlendosis im Patienten, das die heute üblichen Rechenzeiten am Computer etwa um den Faktor 30 verringert. Der Einsatz anderer Strahlenarten, wie zum Beispiel Protonen und Schwer-Ionen, kann eventuell eine höhere Tumorvernichtungsrates bewirken. Der technische Aufwand und die Kosten sind allerdings so hoch, daß diese Therapie gesundheitspolitisch wohl keine Bedeutung erlangen wird. Neben der Medizinischen Strahlenphysik wurden auch andere Themen diskutiert, etwa der Einsatz von Lasern und Ultraschall.

Im Zusammenhang mit dem wachsenden Ozonloch sind Untersuchungen zur Absorption der UV-Strahlung durch die Kleidung von Bedeutung. In einem Beitrag wurde deutlich, daß die Absorption der UV-Strah-

lung von Dicke und Farbe des Kleidungsstückes abhängt. Zum Beispiel absorbiert weiße Baumwolle deutlich schlechter als farbige. Die Durchlässigkeit gegenüber UV-Strahlung sinkt dagegen drastisch, wenn die Kleidungsstücke mit einer UV-absorbierenden Textilchemikalie behandelt wurden; in diesem Fall bieten dann auch dünne Baumwollstoffe Schutz.

Der Röntgen-Gedächtnis-Kongreß wurde von zwei Vorträgen eingerahmt, die auch der Öffentlichkeit zugänglich waren. Prof. Konrad Spindler aus Innsbruck, Koordinator der Forschung am "Mann im Eis", sprach zu Beginn des Kongresses. Er veranschaulichte die Geschichte des Fundes, den medizinischen Zustand, die Ausrüstung und die Umstände des Todes der Gletschermumie. Zu diesem Vortrag hatte auch die Physikalisch-Medizinische Gesellschaft Würzburg eingeladen.

Prof. van de Wetering aus Amsterdam diskutierte zum Abschluß des Kongresses die Beziehung zwischen Röntgenstrahlen und Kunst anhand der Forschung an Rembrandts Bildern. Prof. van de Wetering leitet das seit 1968 laufende Rembrandt-Forschungspro-

jekt, in dem alle 600 Bilder, die Rembrandt zugeordnet werden, untersucht werden. Bislang wurden von rund 300 Bildern Röntgenaufnahmen angefertigt. Diese sind die Basis für systemische Forschungen zum kreativen Prozeß bei der Bildentstehung, zu den verwendeten Materialien, der Maltechnik und der Werkstattpraxis.

Bei dem Kongreß wurden mehrere wissenschaftliche Preise verliehen. Der Preis für das beste Poster ging an P.M. Jakob vom Physikalischen Institut der Universität Würzburg für die Arbeit "Echo-Time-Encoded Burst Imaging".

Der Kongreß wurde von einer umfangreichen Industrieausstellung deutscher und ausländischer Firmen begleitet. Der enge Kontakt zwischen Medizin-Physikern und der Industrie ist für beide Seiten von großer Bedeutung. So kann einerseits die Industrie die Forschungsergebnisse direkt übernehmen sowie die Erfahrung der Medizin-Physiker beim Einsatz von Geräten für Weiterentwicklungen nutzen. Andererseits profitiert der Medizin-Physiker, wenn er aus erster Hand erfährt, welche Entwicklungen die Industrie umsetzt.

Strahlenschutz in der Pädiatrischen Radiologie

Die schnelle Weiterentwicklung der bildgebenden Verfahren hat auch die diagnostischen Möglichkeiten bei der Behandlung von Kinder immer mehr erweitert. Das Röntgenjubiläum sollte Gelegenheit geben, im Rahmen der 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie die Entwicklung der bildgebenden Diagnostik im historischen Zusammenhang darzustellen sowie aktuelle und zukünftige Möglichkeiten zu diskutieren. Daher lautete das Thema des ersten Kongreßtages: "100 Jahre Röntgenstrahlen. Radiologie/Kinderradiologie - gestern, heute, morgen".

Die Jahrestagung fand unter Leitung von Dr. Alfred E. Horwitz, Kinderradiologie an der Kinderklinik der Universität Würzburg, vom 21. bis 23. September in Würzburg statt. Die 188 Teilnehmer waren vor allem Kinderradiologen, Kinderärzte und Radiologen aus der Bundesrepublik, Österreich, der

Schweiz, Holland, den Ländern des ehemaligen Ostblocks sowie aus den USA und Israel.

Zum ersten Hauptthema stellte Prof. Ernst Richter (Hamburg) in seinem Referat Entwicklung und Situation der Kinderradiologie dar: Bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor 100 Jahren wurden diese auch bei Kindern angewandt. Schon früh gab es Veröffentlichungen von Kinderärzten über die Röntgendiagnostik im Kindesalter. In Deutschland, den anderen europäischen Ländern und den USA fanden sich schließlich die ersten Pioniere der Kinderradiologie zusammen. 1963 wurde die "Arbeitsgruppe Pädiatrische Radiologie" gegründet, aus der die "Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie" hervorging. Auch die "Europäische Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (ESPR)" veranstaltete in diesem Jahr ihren 32. Kongreß.

Anfangs entwickelte sich im deutschsprachigen Raum Europas die Kinderradiologie ganz überwiegend aus der Kinderheilkunde. Inzwischen ist sie ein Schwerpunkt der dia-

agnostischen Radiologie geworden. Neben Techniken wie Computertomographie, Magnetresonanztomographie und neueren nuklearmedizinischen Methoden nimmt die Sonographie eine zentrale und unverzichtbare Bedeutung ein. Sie gibt dem Kinderradiologen die Möglichkeit, den weiteren diagnostischen Fahrplan mit aufwendigeren und teureren Methoden festzulegen und unnötige Untersuchungen zu vermeiden.

Die Funktionseinheiten für Kinderradiologie sind zahlenmäßig zu gering: In Deutschland ist ungefähr jeder sechste Einwohner ein Kind unter 15 Jahren, aber nur ungefähr jeder 100. Radiologe ist ein hauptamtlicher Kinderradiologe. So kommen auf eine Million Einwohner ungefähr 60 Radiologen, aber weniger als vier hauptamtliche Kinderradiologen auf eine Million Kinder. Die meisten Kinder werden von Allgemeinradiologen geröntgt, von denen nur ein Teil auf dem Gebiet der Pädiatrischen Radiologie erfahren ist. Statt einer Erweiterung der kinderradiologischen Einrichtungen ist zur Zeit jedoch eine quantitative und qualitative Reduzierung festzustellen.

Weitere Vorträge befaßten sich mit der Anwendung moderner computertomographi-

scher Verfahren in der Diagnostik von Erkrankungen des knöchernen Schädels und der Lunge. Thema war auch der Einsatz der Kernspintomographie bei Skelett- und Gelenkerkrankungen.

Mit dem zweiten Schwerpunkt der Tagung sollte der Universität Würzburg Rechnung getragen werden: Gewählt wurde ein Thema aus der Pädiatrischen Neurochirurgie. So berichtete Dr. Fred Avni (Brüssel) über seine Erfahrungen bei der pränatalen und unmittelbar postnatalen Diagnostik von Fehlbildungen des Rückenmarkes. Prof. Niels Sörensen (Würzburg) sprach über diagnostische und therapeutische Aspekte bei Erkrankungen des Spinalkanals aus neurochirurgischer Sicht. Weitere Vorträge zu diesem Thema gewährten Einblick in die Forschungen im Bereich der bildgebenden Diagnostik des Spinalkanals und der Harnwege. Letzteres nimmt in der Kinderradiologie einen gewichtigen Platz ein.

Eine wesentliche Aufgabe der Pädiatrischen Radiologie ist, neben dem Einsatz bildgebender Verfahren, den Strahlenschutz in vernünftiger Form zu praktizieren. Zum 15. Mal fand in diesem Jahr ein Fortbildungskurs in Pädiatrischer Radiologie statt. Das

Thema: "Strahlenschutz in der Radiologischen Diagnostik bei Kindern". Gewidmet war der Kurs dem gestorbenen Leiter der Röntgenabteilung im Dr. von Hauner'schen Kinderspital der LMU München, Dr. Helmut Fendel, den man als Pionier des Strahlenschutzes in der Kinderradiologie bezeichnen kann.

Bei der Jahrestagung gab es auch Vorträge über praktische Dosimetrie in der Radiologischen Diagnostik, Indikationsentscheidungen in der konventionellen Radiologie und der modernen Schnittbilddiagnostik, über Möglichkeiten der Dosisreduktion bei Durchleuchtungen und bei Computertomographie sowie über die Dosis bei häufigen nuklearmedizinischen Untersuchungen von Kindern zu hören. Wegen der besonderen Situation im Jubiläumsjahr fand parallel zur Jahrestagung eine Fortbildung in Pädiatrischer Radiologie für medizinisch-technische Radiologie-Assistenten statt. In dieser Veranstaltung wurden Kenntnisse in der Röntgenanatomie, in der Diagnostik des Abdomens sowie in der Anwendung von Kontrastmitteln bei Kindern unter Berücksichtigung der Strahlenexposition vermittelt.

Weiter Weg zu künstlichen Sinnesorganen und intelligenten Implantaten

Die Deutsche Gesellschaft für Biophysik wurde vor etwa fünfzig Jahren gegründet. Sie beschäftigte sich zuerst vorwiegend mit den Wirkungen von Strahlen (Röntgen, UV, Radioaktivität) auf biologische Systeme. In den vergangenen Jahren kamen verstärkt andere Themen, wie die Biophysik von Proteinstrukturen oder biologischen Membranen und bildgebende Verfahren hinzu. Die Schwerpunkte der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biophysik in Würzburg lagen aus Anlaß des Röntgenjahres auf den letztgenannten Gebieten.

Die Tagung fand vom 25. bis 27. September an der Universität Würzburg statt. Organisatorisch und wissenschaftlich vorbereitet wurde sie vom Lehrstuhl für Experimentelle Physik V (Prof. Dr. Axel Haase, Prof. Dr.

Thomas Bayerl) und dem Lehrstuhl für Biotechnologie (Prof. Dr. Ulrich Zimmermann, Prof. Dr. Roland Benz). Es waren etwa 200 Teilnehmer, überwiegend aus Deutschland, registriert. Eingeladene Wissenschaftler hielten 30 Vorträge. Parallel dazu wurde eine Ausstellung mit 140 Postern gezeigt.

Viele Ergebnisse und Technologien zur Aufklärung der Struktur von Proteinen wurden auf der Tagung vorgestellt. Denn Proteine sind wichtig für alle Stoffwechselläufe und die Nutzung der biologischen Informationen der Zelle. Ohne die Kenntnis ihrer dreidimensionalen Struktur und ihrer Wechselwirkung mit anderen Substanzen kann ihre biologische Wirkung nicht verstanden werden.

Proteinstrukturen werden heute mit Techniken wie der Röntgenkristallstrukturanalyse, Kernresonanzspektroskopie, Elektronenmikroskopie und Rastermikroskopie aufgeklärt. Die Hauptvorträge wurden über diese

Techniken gehalten und deren Vor- und Nachteile sowie praktische Anwendung diskutiert. Der Schwerpunkt lag auf der Untersuchung von Membranproteinen, wobei insbesondere Membrankanäle behandelt wurden. Diese sind für einzelne Stoffe (Ionen, Zucker) selektiv wirksame Kanalsysteme und stellen den Kontakt des Zellinneren zu seiner Umgebung her.

Ein weiterer Schwerpunkt waren mikrostrukturierte Halbleiterbauelemente, die nicht nur den Aufbau von Prozessoren und Speichermedien für Computer, sondern auch die selektive Manipulation einzelner biologischer Zellen gestatten. In mehreren Vorträgen und Postern wurden diese Techniken und ihre Anwendung gezeigt. So können einzelne Zellen, Viren und sogar Moleküle in sogenannten Mikrofeldkäfigen aufbewahrt werden. Dort können sie einzeln untersucht und manipuliert werden.

Weiterhin wurde gezeigt, daß Nervenzel-

len mit Halbleiterbauelementen kombiniert werden können. Dies könnte in Zukunft zum Bau neuartiger intelligenter Implantate, Biosensoren und künstlicher Sinnesorgane führen. Der Weg in diese Richtung ist abzusehen, aber noch weit, und muß von weiterer biophysikalischer Grundlagenforschung begleitet werden.

Im Röntgenjahr waren bildgebende Techniken ein wichtiges Schwerpunktthema dieser Tagung. Mit dem Elektronenmikroskop können einerseits Röntgenquanten und andererseits die Elektronen, die bei der Wechselwirkung mit dem biologischen Präparat Energie verlieren, gemessen werden. Das erlaubt hochpräzise Elementanalysen und die Analyse des chemischen Gehalts der biologischen Probe. Ein weiteres Verfahren ist die

Atomkraftstrahermikroskopie, mit der die Oberfläche eines biologischen Präparats so genau abgebildet wird, daß einzelne Atome sichtbar werden.

Eine dritte Methode: die Röntgenmikroskopie, die zunehmend in der Biophysik eingesetzt wird. Mit ihr wird eine wesentlich bessere Auflösung als mit der Lichtmikroskopie erzielt. Zudem wird die Probe bei der Präparation nicht zerstört. Allerdings sind beim gegenwärtigen Stand der Technik nur Experimente an großen Elementarteilchenbeschleunigern, zum Beispiel am BESSY in Berlin, möglich.

In seinem vielbeachteten Hauptvortrag demonstrierte der Biophysiker Prof. Dr. Robert Shulman von der Yale University in New Haven (USA), wie mit Hilfe der Kernspin-

resonanz Informationen über den Stoffwechsel im Gehirn des Menschen zu erhalten sind. Der Hauptenergielieferant des Gehirns ist Glukose. Es wurde dargestellt, daß mit der Magnetresonanz die verschiedenen Stufen der Nutzung dieser Verbindung im Gehirn genau untersucht werden können. Auch der in einigen Regionen des aktiven Gehirns erhöhte Glukoseverbrauch wurde gezeigt. Hierbei wurden freiwillige Versuchspersonen mit Lichtblitzen optisch stimuliert. Man konnte dann den erhöhten Glukoseverbrauch in dem Bereich des Gehirns beobachten, der optische Reize verarbeitet. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, daß es vollkommen berührunglos ist und keine radioaktiven Substanzen benötigt, wie beispielsweise andere nuklearmedizinische Techniken.

Der Röntgenhimmel über Würzburg

Die Erdatmosphäre schützt die Lebewesen vor der gesundheitsschädlichen Wirkung der kosmischen Röntgenstrahlung. Für die Röntgenastronomie stellt sie aber zugleich eine undurchdringliche Barriere dar. Erst mit der Entwicklung raketengestützter Röntgenteleskope wurde der Röntgenhimmel für die Astronomie und Astrophysik zugänglich.

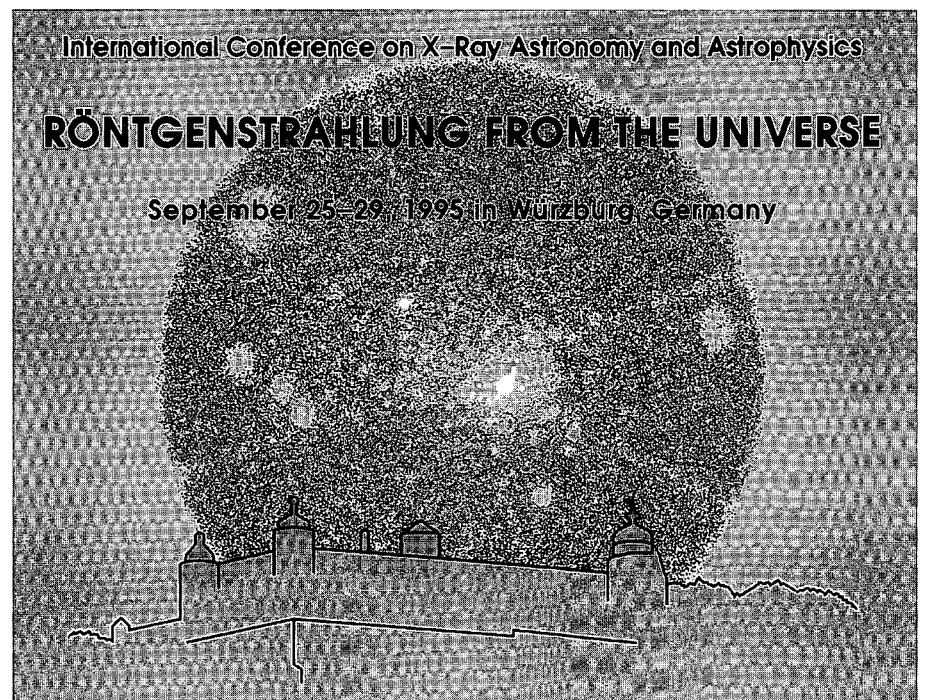
Aus Sicht der Astronomen war die internationale Konferenz "Röntgenstrahlung from the Universe", die vom 25. bis 29. September in Würzburg stattfand, der Höhepunkt des Röntgenjahres. Mehr als 350 Astronomen aus 26 Ländern trafen sich zur weltweit größten Tagung über Röntgenastronomie. Organisiert wurde die in der Neuen Universität am Sanderring ausgerichtete Konferenz vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (Garching) und vom Astronomischen Institut der Universität Würzburg. Prof. G. Burbidge von der University of California in San Diego erhielt im Rahmen der Veranstaltungen die Röntgenmedaille.

Die Röntgenstrahlung der Sonne wurde 1948 unter Leitung von T.R. Burnight mit Hilfe einer entsprechend modifizierten V2-Rakete entdeckt. Die erste Röntgenquelle außerhalb des Sonnensystems (der Röntgendoppelstern Sco X-1) fand eine Gruppe um

R. Giacconi (jetziger Generaldirektor der Europäischen Südsternwarte ESO) im Jahr 1962 durch Zufall. 1995 wurde nicht nur der 100. Jahrestag der Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen gefeiert, sondern auch der fünfte Jahrestag des Startes des Deutschen Röntgen-Satelliten ROSAT.

Durch ROSAT vergrößerte sich die Zahl

der bekannten kosmischen Röntgenquellen von etwa 3000 (1990) auf inzwischen weit über 100 000. Darüber hinaus konnten viele bereits zuvor bekannte Quellen mit hoher räumlicher und spektraler Auflösung detaillierter untersucht werden. Die meisten der 110 Konferenzvorträge und 230 Posterbeiträge beschäftigten sich denn auch mit den Ergebnissen der vollständigen ROSAT-Him-



Der Röntgenhimmel über Würzburg: Tagungsplakat mit der Silhouette der Festung Marienberg unter einer ROSAT-Aufnahme der Andromedagalaxie.

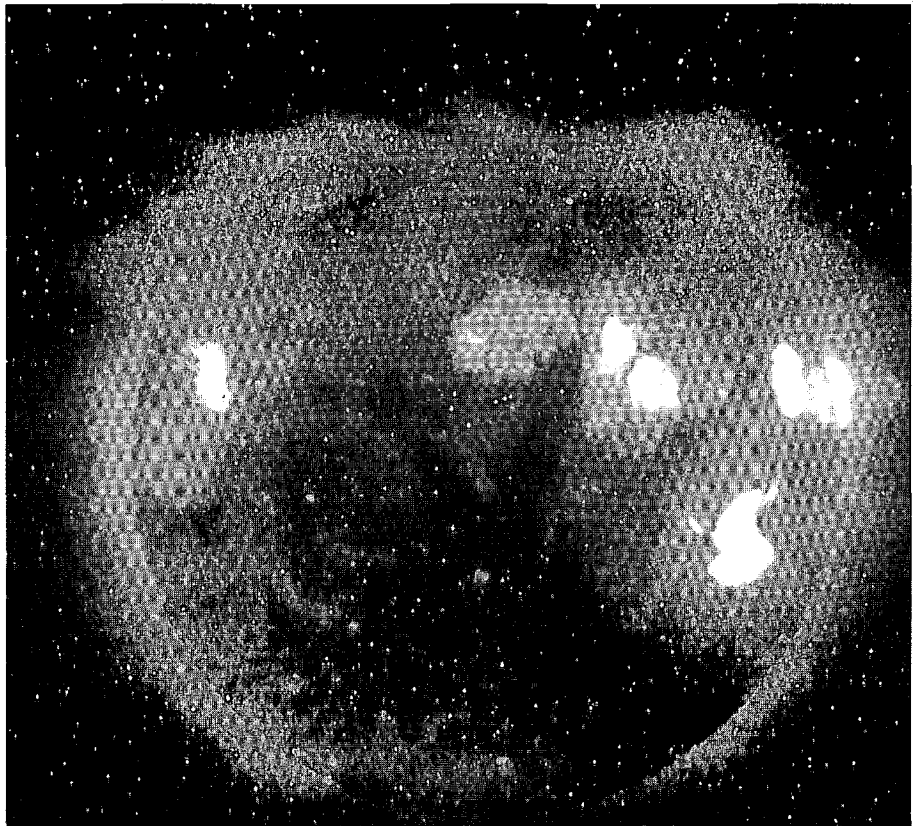
melsdurchmusterung und den ROSAT-Langzeitbelichtungen ausgewählter Himmelsregionen.

Neben den ROSAT-Daten wurden Ergebnisse weiterer Röntgensatelliten-Missionen, wie zum Beispiel der japanischen Röntgensatelliten ASCA, GINGA und YOHKOH oder des amerikanischen ROSAT-Vorgängers EINSTEIN, analysiert sowie präsentiert und zukünftige Projekte (SAX, AXAF, XMM) vorgestellt. In 13 Übersichtsvorträgen, 33 "Highlight"-Vorträgen und zahlreichen Kurzbeiträgen wurden eine Vielzahl astronomischer und astrophysikalischer Themen und Fragestellungen behandelt. Die Palette reichte von der Sternentstehung und jungen Sternen über normale Hauptreihensterne und weiße Zwerge, kataklysmische Variable, Röntgendoppelsterne, Supernovae und Supernovaüberreste und Neutronensterne bis hin zu Galaxien, Galaxienhaufen, aktiven Galaxienkernen und der extragalaktischen Röntgenhintergrundstrahlung.

Thomas Preibisch aus der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Harold W. Yorke vom Astronomischen Institut der Universität Würzburg berichtete über die überraschende Entdeckung der Röntgenemission junger Sterne mittlerer Masse (zwei bis acht Sonnenmassen) durch ROSAT, die mit den gegenwärtigen Vorstellungen zur Entstehung der Röntgenstrahlung nicht erklärt werden kann. Während bei massearmen Sternen (weniger als zwei Sonnenmassen) die Röntgenstrahlung in einer heißen, äußeren Schicht der Sternatmosphäre (Korona) entsteht, stammt sie bei massereichen Sternen (mehr als acht Sonnenmassen) aus Stoßfronten in den starken Sternwinden. Sterne mittlerer Masse besitzen nach den gängigen Vorstellungen jedoch weder eine Korona noch ausreichend starke Sternwinde. Mögliche Erklärungen für die Röntgenemission dieser Sterne werden derzeit untersucht.

Über ROSAT-Beobachtungen von Supernova-Überresten referierte Bernd Aschenbach vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik. Durch ROSAT gelang es, einige 100 neue Supernova-Überreste zu identifizieren. Detaillierte Untersuchungen bereits bekannter Überreste - wie des Krebsnebels oder des Nebels in Vela - zeigten, daß massereiche Sterne am Ende ihrer Entwicklung ganz entgegen früherer Annahmen nicht vollkommen symmetrisch explodieren. In den äußersten Bereichen der Supernova-Überreste wurden vielmehr ganze Fragmente des früheren Sterns entdeckt.

Mit dem diffusen extragalaktischen Röntgenhintergrund beschäftigte sich G. Hasinger vom Astrophysikalischen Institut Pots-



Eine Aufnahme der Sonne im Röntgenlicht: Neben aktiven Regionen der Sonnenkorona (helle Gebiete) sind Magnetfeldschleifen ("Loops") und koronale Löcher (dunkle Gebiete) zu sehen. Die Aufnahme stammt vom japanischen Röntgensatelliten YOHKOH.

dam. In bis zu 28 Stunden dauernden ROSAT-Langzeitbeobachtungen gelang es ihm und seinen Mitarbeitern, den diffusen Hintergrund erstmals in eine Vielzahl schwacher Einzelquellen aufzulösen. Nachfolgebeob-

achtungen mit dem 10m Keckteleskop auf Mauna Kea (Hawaii) bestätigten, daß es sich bei den neu identifizierten Einzelquellen um stark rotverschobene (und somit sehr weit entfernte) aktive Galaxienkerne handelt.

Knochenchips zu Rekonstruktionen am Schädel

Der Einsatz bildgebender Verfahren bei Operationen war Thema des Symposiums "3D-Darstellungsverfahren und Modellherstellung in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgischen Operationsplanung". Es fand aus Anlaß des Röntgenjahres am 13. und 14. Oktober statt, veranstaltet von der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Röntgendiagnostik der Universität Würzburg.

Bilddaten stammen in den meisten Fällen aus der Computertomographie (CT). Auf-

grund der erheblich kürzeren Untersuchungszeiten und den dadurch verringerten Bewegungsartefakten sowie dem besseren Auflösungsvermögen sollten Daten für die Operationsplanung und den medizinischen Modellbau mit der Spiral-CT-Technik gewonnen werden. Diese hat sich in den vergangenen Jahren gegenüber der konventionellen Computertomographie in Einzel-Schnittbildtechnik durchgesetzt.

Beschrieben wurde auch ein Verfahren, mit dem dreidimensionale Sonographien hergestellt werden. Dabei wird Ultraschall angewendet, Röntgenstrahlung fällt weg. Einen Schwerpunkt bildeten die Grundlagen der dreidimensionalen (3D) Visualisierung, basierend auf diesem Erfassungsverfahren, und

ihre Umsetzung im medizinischen Modellbau. Die vorgestellten Ergebnisse zeigten, daß ein Modellbau anatomischer beziehungsweise pathologischer Strukturen auf der Basis sonographischer Daten prinzipiell möglich ist.

Ein weiterer Schwerpunkt waren Verfahren der virtuellen Realität. Intraoperative 3D-Navigationssysteme, basierend auf einem Navigationsarm, ermöglichen es beispielsweise, mit Hilfe eines Bildschirms oder einer Datenbrille und räumlichem Koordinatensystem durch kleine Schnitte mit Operationsinstrumenten ohne direkte Sicht in den Körper einzudringen. Somit werden ausgedehnte Schnitte und die Gefährdung von Nachbarstrukturen vermieden.

Hat der Chirurg die relative Lage des fixierten Patientenkopfes zum Navigationsarm des 3D-Navigationssystems registriert, kann er die von ihm geführten Instrumente auf dem Monitor verfolgen. Die intraoperative Präzision liegt bei weniger als drei Millimetern. Diese Technik ermöglicht Operationen auch bei anatomisch schwierigen Situationen, ohne wichtige Nachbarstrukturen zu gefährden, und verringert somit das Operationsrisiko.

Besonderes Gewicht wurde auf die Techniken gelegt, mit denen Schnittbilddaten zur Herstellung von Schädelmodellen umgesetzt werden. Im Mittelpunkt stand auch die computerunterstützte Simulation der Rekonstruktion von Defekten nach Verletzung, Entfernung kranker Gewebe oder Fehlbildungen und die Herstellung eines Defektaufbaus aus konserviertem Knochen, Kunststoff oder Metall.

Grundlage für die Herstellung dreidimensionaler Modelle sind Schnittbild-Sequenzen, die besonderen Kriterien genügen müssen. Die in der Bildsequenz enthaltenen Artefakte (Bewegungsartefakte, Metallartefakte, Inhomogenität des Bildes, Partialvolumeneffekt), müssen korrigiert oder zumindest in ihren Auswirkungen abgeschwächt werden.

Prinzipiell sind vier Typen des medizinischen Modellbaus zu unterscheiden:

1. Fräsmodelle: Fräsen der äußeren Oberfläche von Hartschaumblöcken
2. Laminatmodelle aus Kunststoff-, Paraffin- oder Holzscheiben
3. Stereolithographie: Laserinduzierte Polymerisation aus monomerem Acrylat oder Epoxyharz
4. Lasersinterung aus Polystyrol-, Polycarbonat- oder Nylonpulver

Ein weiteres erfolgreiches Verfahren ist die Schädeldachplastik mit Titanimplantaten. Ein individuelles, rechnerinternes 3D-Modell

des Knochendefekts wird mit Hilfe von Spiral-CT-Daten erstellt. Davon wird die individuelle und idealisierte Implantatform abgeleitet und durch eine computergesteuerte Fräsmaschine gefertigt.

Am weitesten verbreitet ist die Stereolithographie, da diese nicht auf Oberflächen beschränkt ist, sondern auch die Darstellung komplexer dreidimensionaler Strukturen ermöglicht. Ein weiterer Vorteil liegt darin, sie bei operativen Eingriffen direkt einsetzen zu können, da Stereolithographie-Modelle sterilisierbar sind und keinen Oberflächenabrieb aufweisen. Eines der wichtigsten Einsatzgebiete der Schädelmodelle liegt in der Rekonstruktionsplanung ausgedehnter knöcherner Defekte und Fehlbildungen des Gesichts- und Hirnschädels unter Anwendung von gespiegelten oder aus Datensätzen intakter Schädel überlagerter Defektstrukturen.

Die Stereolithographie ist mittlerweile ein fester Bestandteil der Planung komplexer Rekonstruktionseingriffe. Sie ermöglicht es, Hilfsmittel oder Implantate vorzubereiten, beschleunigt den Operationsablauf und verkürzt die Behandlungsdauer. Die Rekonstruktion erfolgt in der Würzburger Klinik mittels konservierter, knöcherner Transplantate:

Autolysierter, antigen-extrahierter allogener Knochen (AAA-Knochen) wird aus kortikalem Knochen von Multiorganspendern hergestellt. Solche AAA-Knochenimplantate kommen in verschiedenen Knochenpräparationen zum Einsatz. Im Lauf von vier Jahren erhielten 21 Patienten eine Schädeldachplastik mit AAA-Knochenimplantaten. Die klinischen Resultate belegen den therapeutischen Nutzen von AAA-Knochen bei Schädeldachplastiken. Großflächige AAA-Knochenchips erleichtern die Rekonstruktion in Schädelbereichen mit großer Konvexität. Dies gilt insbesondere dann, wenn ein Modell des Defektes zur präoperativen Planung zur Verfügung steht.

Den Teilnehmern wurde ein Ausblick auf die Anwendung biodegradierbarer Materialien geboten. Das sind Stoffe, die sich nach einer bestimmten Zeit im Körper zersetzen. Für bestimmte Polymere der Milchsäure ist die vollständige Biodegradierbarkeit inzwischen nachgewiesen. Neben der Verwendung als Osteosynthesematerial, Membran oder Medikamententräger bietet insbesondere der Einsatz als gleichzeitig lasttragendes, substanzfreisetzendes und formgebendes Implantat in der Zukunft besondere Perspektiven.

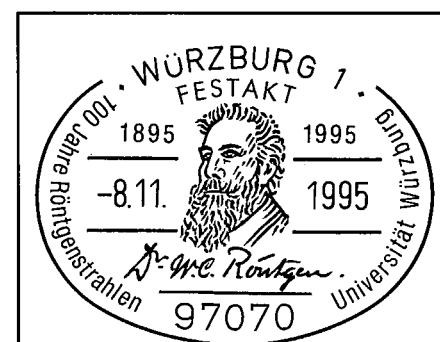
Werden Modelle auf der Basis computer-tomographischer Daten aus vollständig ab-

baubaren und osteosynthesefähigen Biomaterialien hergestellt und mit Gewebe-Wachstumsfaktoren beladen, so können solche biodegradierbaren, lasttragenden und formgebenden Implantate in naher Zukunft für die plastische Rekonstruktion von Defekten eingesetzt werden. Diese Methode wird möglicherweise in vielen Fällen die Knochenentnahme- und Metallentfernungs-Operation überflüssig machen.

In Kombination mit Proteinen, die die Knochenbildung anregen, kann sich eine Defektrekonstruktion aus biodegradierbarem Material langsam zersetzen, während sie gleichzeitig durch körpereigenen Knochen ersetzt wird.

Nach den Vorträgen des Symposiums wurde ein Patient, Anamnese- und Befunderhebung mit anschließender Planung einer Schädeldachplastik am Schädelmodell und die Vorbereitung eines knöchernen Implantats, vorgestellt. Am folgenden Tag wurde der Rekonstruktionseingriff durchgeführt - mit Video-Übertragung in den Hörsaal und bidirektionaler Tonübertragung, die den Teilnehmern den Dialog mit dem Operateur ermöglichte.

Das Symposium verschaffte einen Blick über den aktuellen Stand der Bildgebungs-, Simulations- und Modellbautechnik in der medizinischen Anwendung. Anhand der umfassenden Operationsplanung und -durchführung war die vollständige Darstellung des klinischen Einsatzes in der Rekonstruktionschirurgie des Schädels möglich.



Sonderstempel zur Entdeckung der Röntgenstrahlen

Am Jahrestag der Entdeckung der Röntgenstrahlen eröffnete die Bundespost im Foyer der Universität am Sanderring ein Sonderpostamt, in dem sie Röntgen-Sonderbriefmarken und einen Sonderstempel anbot. Der Absatz an die Briefmarkenfreunde war reißend.

“Röntgen-Centennial” am Physikalischen Institut

Die Entdeckung der Röntgenstrahlung hat nicht nur die Medizin, sondern die gesamte Entwicklung der Naturwissenschaften in den vergangenen hundert Jahren zum Teil entscheidend beeinflusst. Auch heute noch sind viele Gebiete der naturwissenschaftlichen Forschung wesentlich von Röntgens Entdeckung geprägt. Diese Vielfalt der modernen Forschung mit Röntgenstrahlung wurde beim Internationalen Kongreß “Röntgen Centennial” zum 100. Jahrestag der Entdeckung der Röntgenstrahlen am Physikalischen Institut der Universität Würzburg vom 23. bis 27. Oktober dargestellt.

Beteiligt waren mehr als 40 hochkarätige Redner, darunter drei Nobelpreisträger. Der Kongreß wurde von den Nachfolgern Röntgens am Physikalischen Institut, den Professoren Dr. Axel Haase, Dr. Gottfried Landwehr und Dr. Eberhard Umbach sowie den Hochschulassistenten Dr. Rainer Fink und Dr. Moritz Sokolowski organisiert. Er war als einmalige Veranstaltung zum Jubiläum konzipiert. Ziel war, Spitzenvertreter und zum Teil sogar die Gründer möglichst vieler Forschungsgebiete, in denen Röntgens Entdeckung heute noch eine herausragende Bedeutung hat, eine Woche lang zusammenzubringen, um den heutigen Stand der Forschung mit Röntgenstrahlen zusammenzufassen.

Die verschiedenen Forschungsgebiete wurden von den jeweils ausgewählten Repräsentanten ausschließlich in Plenarvorträgen vorgestellt. Für die Präsentation spezieller und sehr neuer Forschungsergebnisse waren zwei sogenannte Posterveranstaltungen vorgesehen, bei denen Daten und Schlußfolgerungen auf Plakaten vorgestellt wurden.

Bei der Auswahl der Themenbereiche und Redner wurden sämtliche Forschungsbereiche einbezogen, in denen Röntgenstrahlung heute eine große Bedeutung hat. Dadurch waren neben der Physik und Medizin auch die Biologie, Chemie, Kristallographie, Geowissenschaften, Astronomie, Metrologie und technologische Aspekte vertreten. Viele naturwissenschaftliche Grundlagen und moderne Forschungsgebiete, wie die Quantenphysik, die heutige Festkörperphysik oder die Strukturanalyse von biologischen Mole-

külen und chemischen Substanzen, wurden entscheidend von der Röntgenstrahlung stimuliert oder sind ohne diese undenkbar.

Die Eröffnungsveranstaltung des Kongresses wurde von Prof. Dr. Gottfried Landwehr, Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie, moderiert. Der erste Vortrag stammte von Joachim Trümper (Garching), der unter dem Titel “X-rays from the Universe” das relativ junge Forschungsgebiet der Röntgenastronomie repräsentierte und das Alter und die Weite der „Anwendungen“ der Röntgenstrahlung symbolisch zeigte.

In der folgenden Sitzung wurden medizinische Diagnostik und Therapie mit Röntgenstrahlung in drei Übersichtsvorträgen (Peters, Münster; Dühmke, München; Dix, Hamburg) beleuchtet. Die Behandlung medizinischer Themen zu Beginn der Tagung symbolisierte sowohl die Reihenfolge der historischen Entwicklung von Röntgenanwendungen als auch deren Bedeutung für die Menschen. Doch dann wurde das Thema gewechselt: Die folgenden Vorträge des ersten Tages beschäftigten sich ausschließlich mit Synchrotronstrahlung.

Auch diese Programmfolge hatte symbolische Bedeutung, denn die meisten modernen Anwendungen und Weiterentwicklungen von Röntgentechniken finden heute in großen Synchrotronstrahlungslabors statt, da die Eigenschaften dieser Strahlungsquellen denen von konventionellen Laborquellen um Größenordnungen überlegen sind. Drei Vorträge beschäftigten sich mit der Entwicklung der Synchrotronstrahlung von einem ungeliebten “Abfallprodukt” der Elementarteilchenphysik zu höchstqualitativen Quellen an speziell dafür konzipierten Elektronen-Speicherringen (Winick, Stanford, USA; Gudat, BESSY, Berlin; Petroff, ESRF, Grenoble).

In einer weiteren Sitzung wurden Anwendungen der Synchrotronstrahlung in der Radiometrie (Wende, PTB Berlin), in der Tiefenlithographie zur Herstellung kleinster Geräte auf der Mikrometerskala (Ehrfeld, Mainz) und in der Halbleiterlithographie (Weihreter, BESSY, Berlin) vorgestellt.

Der zweite Tag brachte eine Übersicht über die Entwicklung der Röntgenabsorptions-Spektroskopie mit Anwendungen in der Festkörperforschung, Oberflächenphysik und auf dem Gebiet des Magnetismus (Stern, Seattle; Stöhr, IBM San Jose; Schütz, Augsburg).

Ein Höhepunkt der Tagung war die Bekanntgabe des Röntgenpreisträgers 1995 der Universität Würzburg in der Fachgruppe Physik und Kristallographie. Den Preis erhielt Prof. Günter Schmahl (Göttingen) für seine Verdienste um die Entwicklung von Beugungsgittern und Fresnelschen Zonenplatten im Bereich weicher Röntgenstrahlung sowie für seine großen Leistungen auf dem Gebiet der Röntgenmikroskopie. Über dieses von ihm initiierte neue Forschungsgebiet referierte Prof. Schmahl in seinem Preisträgervortrag im Anschluß an die Zeremonie.

Am Dienstag nachmittag war die Biologie an der Reihe. Die Vorträge befaßten sich mit der Dynamik von Biomolekülen (Holmes, Heidelberg) und der NMR-Methode als Alternative zur Röntgenkristallographie für die Strukturbestimmung von Proteinen (Wüthrich, Zürich). Vorträge zu neuartigen mikroskopisch/spektroskopischen Röntgentechniken für analytische Anwendungen folgten (Tanner, Durham; Kunz, Hamburg).

Der Mittwochvormittag war den Röntgen-induzierten Elektronenspektroskopien gewidmet, die auch in Würzburg eingesetzt werden. Zwar mußte der Vortrag des Nobelpreisträgers K. Siegbahn wegen Krankheit abgesagt werden, sein Nachfolger auf dem Lehrstuhl in Uppsala, N. Martensson, sowie die anderen Redner dieses Vormittags (Bradshaw, Berlin; Menzel, München; Sonntag, Hamburg; Crasemann, Oregon) füllten die Lücke aber ausgezeichnet.

Der Donnerstag begann mit mehreren Vorträgen über biologische Fragen, wobei Vorträge zur Kristallographie von Proteinen und komplexeren Systemen (Huber, Martinsried; Frauenfelder, Los Alamos), zu Strahleneffekten (Harder, Göttingen) und zum Vergleich verschiedener Sondenmethoden (Budininger, Berkeley) zu hören waren. Anschließend wurde die wieder sehr aktuelle Methode der Röntgenemission vorgestellt (J. Nordgren, Uppsala), bevor Anwendungen der Röntgenstrahlung in der Polymerforschung, der Mikroelektronik, der Materialforschung und in den Geowissenschaften zur Sprache kamen (Zachmann, Hamburg; Laderman, Hewlett-Packard, Palo Alto, USA; Hart, Manchester; Boehler, Mainz).

Der Donnerstag endete mit einem Vortrag eines Nobelpreisträgers: Prof. Dr. Klaus von Klitzing, Stuttgart, sprach bei einer öffentli-

che Abendveranstaltung im Gartensaal der Residenz. Er beleuchtete in kurzweiligem Stil die Persönlichkeit und das Wirken Röntgens und zog Parallelen zwischen dem ersten und (bisher) letzten Würzburger Nobelpreisträger.

Der Freitag war fast vollständig modernen Anwendungen und Experimenten der Röntgenstreuung und -beugung gewidmet, die überwiegend an Synchrotronquellen

durchgeführt werden. Röntgeninterferometrie, Röntgenstreuung an Oberflächen, stehende Röntgenfelder, Streuung an Gitterschwingungen, Defekten, in Flüssigkeiten, amorphen Materialien sowie magnetischen Festkörpern wurden am Vormittag diskutiert (Bonse, Dortmund; Als-Nielsen, Roskilde; Materlik, Hamburg; Bienenstock, Stanford, USA; Vettier, ESRF, Grenoble).

Am Nachmittag folgten Vorträge zur

Streuung höchstenergetischer Röntgenstrahlung, zur Mößbauerspektroskopie, zu Compton- und Plasmonenstreuung sowie zu Röntgenzerfällen in hochstionierten Atomen (Schneider, Hamburg; Gerdau, Hamburg; Schülke, Dortmund; Mokler, GSI, Darmstadt). An diesem Tag konnte man deutlich erkennen, auf welchem hohem Niveau sich die Forschung mit Röntgenstrahlung seit ein paar Jahren befindet.

Gefahr für das Erbgut durch ionisierende Strahlung?

Fast die Hälfte der durchschnittlichen Strahlenexposition wird in den Industriestaaten durch die Medizin verursacht. Für den Rest sind natürliche Strahlenquellen verantwortlich. Ob ionisierende Strahlen eine Gefahr für das Erbgut des Menschen sind, war Thema des Hauptvortrags bei der Tagung des Bayerischen Forschungsverbundes Humangenetik, die am 25. und 26. Oktober im Biozentrum der Universität Würzburg stattfand.

Prof. Dr. Tiemo Grimm vom Institut für Humangenetik der Universität Würzburg leitete die Tagung. Um die Frage nach dem Einfluß ionisierender Strahlen auf das Erbgut zu beantworten, faßte Prof. Karl Sperling (Berlin) zunächst die Langzeitbeobachtungen nach Hiroshima und Nakasaki zusammen. Diese Studien zeigen übereinstimmend, daß die Nachkommen exponierter Personen keine signifikant erhöhten genetischen Schädigungen haben. Hochsignifikant ist hingegen der Anstieg von Leukämien und Tumorerkrankungen unter den direkt Betroffenen. Die erbgutverändernde und krebserzeugende Wirkung von ionisierender Strahlung auf die Körperzellen des Menschen wurde durch die Tschernobyl-Katastrophe bestätigt.

Zu den gegenüber ionisierender Strahlung besonders empfindlichen Menschen zählen solche mit Mutationen in einem als "ATM" bezeichneten Gen. Es gibt erste Hinweise dafür, daß heterozygote Träger dieser Mutation häufiger Brust- und andere Tumoren entwickeln. Sowohl für die diagnostische als auch therapeutische Verwendung von ionisierender Strahlung am Menschen wäre es wünschenswert, ATM-Genträger vorher zu identifizieren.

Prof. Sperling diskutierte abschließend Daten aus einer eigenen Studie, welche einen hochsignifikanten Anstieg von Geburten mit Trisomie 21, dem sogenannten Mongolismus, im Großraum Berlin genau neun Monate nach der Katastrophe von Tschernobyl dokumentieren. Möglicherweise hängt diese noch unerklärte Häufung mit der Wirkung von radioaktivem Jod auf die Bildung von Keimzellen zusammen. Selbst die sehr geringen damaligen Strahlendosen könnten so in ausgesprochenen Jodmangelgebieten zu einer Beeinträchtigung der meiotischen Reifeteilungen geführt haben.

Fazit der Vorträge und Diskussionen: Nach dem heutigen Wissensstand löst ionisierende Strahlung genetische Veränderungen vor allem in den Körperzellen, weniger

in den Keimzellen aus. Weil es relativ lange dauert, bis diese Veränderungen offen zutage treten, müssen vor allem Kinder und Jugendliche vor unnötiger Strahlung geschützt werden. Aus Sicht der Humangenetik sind im medizinischen Bereich bildgebende Verfahren ohne hohe Strahlenbelastung (Ultraschall, NMR) vorzuziehen.

Übertriebene Angst vor Strahlen ist jedoch genauso wenig gerechtfertigt, da die meisten Menschen über sehr gute Reparatursysteme verfügen, die das Erbgut in den Zellen nach einer Schädigung durch ionisierende Strahlung wieder in Ordnung bringen. Offensichtlich ist auch die mit der Strahlenexposition einhergehende Gefährdung eher eine Frage der Dosis als eine Frage der Gene.

Mit Röntgentechnik dem Mörder auf der Spur

Auch in der Rechtsmedizin ist die Röntgentechnik von Bedeutung. Tote können beispielsweise röntgenologisch untersucht werden, um die richtige Strategie der Leichenöffnung herauszufinden. Die Hauptanwendungsgebiete bildgebender Verfahren in der Rechtsmedizin waren das Thema beim 58. Kolloquium des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Würzburg am 3. November.

In einer Einführung umriß Prof. Dr. Dieter Patzelt, Vorstand des Instituts, die Ein-

satzgebiete bildgebender Verfahren in seinem Fach. Es sind:

1. die röntgenologische Untersuchung von Toten, bei denen erst die Röntgenuntersuchung die richtige Leichenöffnungsstrategie weist, die jedoch auch eigene, methodenspezifische Zusatzergebnisse erbringen kann,
2. die digitale Bildverarbeitung mit Superimposition, bei der zum Beispiel gefundene Skelett-Teile einem bestimmten Menschen zugeordnet werden können,
3. die röntgenologische Altersbestimmung bei Lebenden, um die Frage der Strafmündigkeit straffällig gewordener Personen

am Übergang vom Kindes- zum Jugendlichen- und schließlich zum Erwachsenenalter zu klären.

Letzteres Verfahren blieb jedoch bei dem Kolloquium weitgehend unberücksichtigt, da gegenwärtig immer mehr Nicht-Europäer zum Kreis der betroffenen Personen hinzukommen. Deshalb gestatten die an Europäern gewonnen Vergleichsdaten keine Aussagen über das Alter, die so gesichert sind, daß sie im Strafverfahren verwendet werden können. Der Redner bekannte sich aber ausdrücklich zur Legitimität der Fragestellung, die frei von ideologischer Überfrachtung bearbeitet werden müsse.

Prof. Dr. Richard Helmer vom Institut für Rechtsmedizin der Universität Bonn gilt derzeit auch international als bester Sachkenner auf dem Gebiet der Personenidentifizierung mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung. Anhand eines bestechenden Bildmaterials schilderte er den Gang der Untersuchung. Dieser beruht auf dem Grundprinzip, daß zum Beispiel Skelett und Weichteile eines Gesichts in einem gesetzmäßigen Formzusammenhang stehen. So lassen sich Schädelformen über charakteristische Meßpunkte digital erfassen und mittels Computer in den Ebenen des Raumes bewegen.

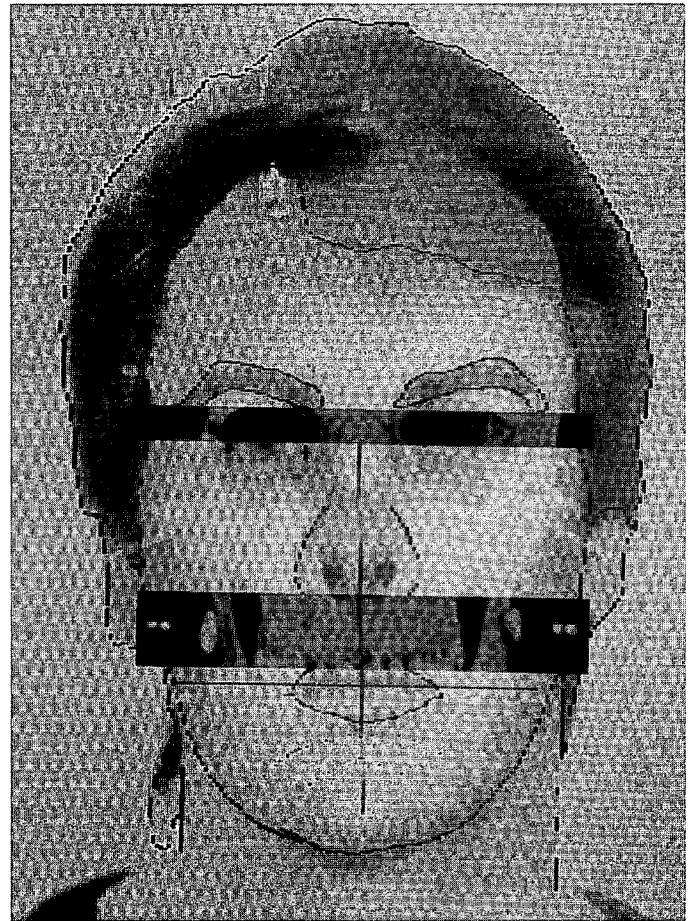
Anhand von Bildern vermißter Menschen kann so ein gefundener Schädel oder das davon gewonnene Röntgenbild projiziert (superimponiert) werden. Stimmen die Meßpunkte an Porträtaufnahme und digitalisiertem Schädelbild überein, kann die Identität festgestellt werden. Ein solches Vorgehen zeigt die Abbildung exemplarisch. Die Methode eignet sich auch dazu, maskierte Täter zu identifizieren, die beispielsweise bei einem Banküberfall von der Überwachungskamera gefilmt wurden. In diesem Fall fließen auch Körpermerkmale und Formen der Körperhaltung in die Bewertung ein.

Dr. Thomas Riepert vom Institut für Rechtsmedizin Mainz hat sich auf die forensische Radiologie spezialisiert. In seinem Vortrag über die postmortale Röntgendiagnostik zeigte er eindrucksvoll, daß auch Besonderheiten des Skeletts außerhalb des Schädels zur Identifizierung von Toten herangezogen werden können, zum Beispiel Variationen der Knochenform, Behandlungs- oder Traumafolgen und Zusatzbildungen. Hier genügt es, die unter anderer Fragestellung von einem lebenden Menschen, etwa einem Patienten, angefertigten Röntgenbilder mit denen eines unbekanntes Leichnams zu vergleichen.

Dabei ist es nötig, die Häufigkeit der bewerteten Merkmale in der Population zu kennen, aus der der Betroffene stammt oder

stammen könnte. Bei der Feststellung der Todesursache können am Verstorbenen wichtige Vorbefunde vorgenommen werden. Erkennbar werden neben Knochenbrüchen vorwiegend Bluteinlagerungen in Brust- und Bauchhöhle, Lufteinlagerung in Brusthöhle und zentralen Blutgefäßabschnitten (Luftembolie), aber auch andere Befunde. Bei Schußverletzungen oder Explosionen kann unter Umständen nur die Röntgenuntersuchung Hinweise auf Anzahl und Lokalisation von Projektilen und Metallsplittern geben. Ein Projektil zu finden und zu identifizieren (es kann durch Knochenkontakt abgelenkt worden sein), ist oft wichtiger als die Leichenöffnung. Denn das Projektil kann zur Waffe, die Waffe zum Täter führen.

Die Diskussion gab einen Eindruck von der Vielfalt der Erwartungen und Anforderungen an eine faszinierende Technik, etwas abseits vom üblichen Gebrauch in der Me-



dizin. Es wurde deutlich, daß die Röntgentechnik auch im 100. Jahr ihrer Anwendung nichts von ihrer Bedeutung eingebüßt hat und offenbar noch nicht annähernd an die Grenzen ihrer Einsatzmöglichkeiten gestoßen ist.

Geschichte, Gegenwart und Zukunft der Röntgenstrahlen

Das Festkolloquium der Physikalisch Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der Deutschen Röntgen-Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik am 8. November sollte die Fachgebiete zusammenführen, die heute Röntgenstrahlen anwenden. Zu beleuchten waren historische Entwicklung, gegenwärtiger Stand und zukünftige Aspekte der Röntgenstrahlen.

Vier hervorragende Wissenschaftler aus der Biologie, Physik und Medizin waren eingeladen, die Bedeutung der Röntgenstrahlen für ihr Fachgebiet darzustellen.

Den ersten Vortrag hielt Prof. Goercke, emeritierter Ordinarius für Geschichte der Medizin an der Universität München. Er stellte die historische Entwicklung der Anwendung der Röntgenstrahlen vom Beginn mit dem ersten Bild der Hand von Röntgens Frau bis zu den modernsten Techniken dar. Auch die ersten Einsatzmöglichkeiten und die hohen Erwartungen in diese neuen Strahlen kurz nach ihrer Entdeckung sprach er an.

Ein weiterer Aspekt war die schnelle technische Entwicklung der Röntgenröhren und Detektorsysteme, die zunächst überwiegend von Ärzten geleistet wurde.

Prof. Goercke betonte, daß dadurch nicht nur die Bildqualität entscheidend verbessert, sondern auch die Untersuchungszeit verkürzt und die Dosis für Patient und Personal verringert wurde. Er beschrieb auch die bereits in den ersten Monaten nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen beobachteten Nebenwirkungen, wie Hautrötungen, Tumoren oder Haarausfälle. Dadurch konnten erste therapeutische Anwendungen der Röntgenstrahlen, zunächst bei Hauttumoren, beschrieben werden.

Die langjährige Exposition von Ärzten und Personal mit Röntgenstrahlen führte aber auch zu ersten massiven Verletzungen und Strahlenschäden. Die Zahl der Opfer war im ersten Jahrzehnt der Nutzung der Röntgenstrahlen unter Ärzten und medizinischem Personal extrem hoch. Der Referent betonte, daß keine vergleichbare Technik in der Medizin so viele Opfer gefordert habe.

Prof. Goercke beschrieb dann die weitere Entwicklung der Röntgenstrahlen in der medizinischen Anwendung zu Beginn der 70er Jahre mit der Einführung der Röntgen-Computertomographie, die erstmals zweidimensionale Schnittbilder des menschlichen Körpers aufnehmen konnte. Voraussetzung hierfür war die Entwicklung und Verbesserung der Computertechnologie. Auch die Kernspinresonanz-Tomographie wurde als neue bildgebende Technik in der Radiologie in den 70er Jahren eingeführt. Prof. Goercke schloß mit der Bemerkung, daß ärztliches Handeln ohne Röntgendiagnostik heute nicht mehr möglich sei.

Den zweiten Vortrag hielt Prof. Dr. Ernst Helmreich, emeritierter Ordinarius für Physiologische Chemie an der Universität Würzburg. Er beschäftigte sich mit der "Physik und der Revolution in der Biologie" und besprach zuerst den Einfluß der Quantentheorie auf die Entwicklung der Biologie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und schließlich den Einfluß der Physik auf die Biologie und Molekularbiologie der Gegenwart. Er beschrieb auch die Anwendung der Röntgenkristallographie zur Messung der dreidimensionalen Struktur biologischer Makromoleküle.

"Röntgens Entdeckung und die moderne Physik" - diesen Vortrag hielt Prof. Queisser, Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart. Er beschäftigte sich vor allem mit der Frage, was den Physikern heute die Entdeckung Röntgens bedeutet und welchen Einfluß sie auf unser

heutiges physikalisches Weltbild hat. Wie Prof. Queisser sagte, sei die physikalische Natur der Strahlen weitgehend unklar geblieben, obwohl sich die Medizin damals sofort auf die Anwendung von Röntgens Entdeckung konzentrierte.

Es dauerte lange, bis sich die Entdeckung fügenlos in das physikalische Weltbild einpaßte beziehungsweise bis neue Erkenntnisse und neue Theorien einen Ansatz zum Verständnis der Röntgenstrahlung lieferten. Röntgens Entdeckung geschah schließlich lange bevor das Elektron gefunden wurde, lange vor Einsteins Relativitätstheorie und Plancks Quantisierung der Strahlungsenergie. Prof. Queisser spannte den Bogen von den ersten Röntgenquellen bis zu den modernen Röntgenquellen, den großen Teilchenbeschleunigern.

Eine wesentliche Anwendung der Röntgenstrahlen ist auch die Strukturanalyse von Festkörpern. Die Festkörperphysik, in der heute über 60 Prozent aller forschenden Physiker arbeiten, verwendet die Röntgenstrahlen als wichtiges Forschungsinstrument. Auch die Entwicklung der modernen Halb-

leitertechnologie und Bauelementphysik, die zu Computern und Datenkommunikation führte, ist ohne die Anwendung der Röntgenstrahlen nicht denkbar.

Der vierte Vortrag wurde von dem Physiker Prof. Cormack von der Tufts University gehalten. Prof. Cormack ist gemeinsam mit Prof. Hounsfield Nobelpreisträger des Jahres 1979 für die Entwicklung der Röntgen-Computertomographie. In seinem Beitrag stellte er eindrucksvoll die Entwicklung der Röntgen-Computertomographie dar. Er beschrieb, wie er bereits in den 60er Jahren in ersten Experimenten versucht hatte, mit Röntgenmethoden computertomographische Bilder von einfachen Phantomen aufzunehmen..

In seinem Beitrag spannte er den Bogen vom Beginn der Röntgen-Computertomographie, die ein weiterer wichtiger Schritt in der medizinischen Anwendung von Röntgens Entdeckung war, bis zur modernen bildgebenden Diagnostik in der Medizin mit Hilfe von magnetischer Kernresonanztomographie und nuklearmedizinischen Techniken.

Jubiläumstagung der Bayerischen Röntgengesellschaft in Würzburg

Die Jubiläumstagung der Bayerischen Röntgengesellschaft in Würzburg stellte anhand der ausgewählten Themen sehr deutlich die klinische Bedeutung und zentrale Stellung der modernen Radiologie für alle medizinischen Bereiche heraus. Rund 400 Teilnehmer aus ganz Bayern diskutieren drei Tage lang aktuelle Probleme der modernen Radiologie.

Vom 10. bis 12. November fand zum sechsten Mal die gemeinsame wissenschaftliche Tagung der Radiologen, Nuklearmediziner, Strahlentherapeuten, Strahlenbiologen und Medizinphysiker in Würzburg statt. Nach 1959 (Prof. Kohler), 1967 (Prof. Anacker), 1970 (Prof. Braun), 1983 (Prof. Viehweger) und 1987 (Prof. Bohndorf) stand die Jubiläumstagung 1995 unter der Leitung des Vorstands des Instituts für Röntgendiagnostik der Universität Würzburg, Prof. Dr. Dietbert Hahn.

Bei der Feierstunde zur Eröffnung der Ju-

biläumstagung in der Neubaukirche waren der Präsident der Universität Würzburg, Prof. Dr. Theodor Berchem, der Dekan der Medizinischen Fakultät, Prof. Dr. Klaus Wilms, und Würzburgs Oberbürgermeister, Jürgen Weber, anwesend. Die Eröffnung wurde durch den Festvortrag von Prof. Dr. J. Lissner über W. C. Röntgen und die Radiologie geprägt. Er faßte das Ergebnis der modernen Radiologie, zu der Röntgen vor 100 Jahren den Anstoß gegeben hatte, für den Patienten folgendermaßen zusammen: "Die Diagnose ist schonender, schneller und sicherer, die Therapie gezielter geworden". Dem Fortschrittsenthusiasmus stellte Prof. Lissner kritisch einen Satz von Aldous Huxley entgegen: "Die Medizin hat solch große Fortschritte gemacht, daß man kaum noch einen Gesunden findet".

Schirmherrin der Veranstaltung war Barbara Stamm, bayerische Staatsministerin für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Gesundheit. Während der Eröffnung der Tagung betonte sie die Verantwortung der

Staatsregierung für die Forschung auf dem Gebiet der Medizintechnik im Interesse der Patienten. Bayern verfüge flächendeckend über eine sehr gute Versorgung mit modernen Computertomographen. Auch die Zahl der Kernspintomographiegeräte in Bayern übertreffe den Bundesdurchschnitt. Auf dem Gebiet der Strahlentherapie ist in den vergangenen Jahren eine deutliche Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten von Krebspatienten eingeleitet worden.

Mit einem unterschiedlichen wissenschaftlichen Schwerpunkt der Verwendung von Röntgenstrahlen setzte sich der zweite Festvortrag über die Möglichkeiten der modernen Proteinkristallographie von Dr. Hans D. Bartunik auseinander. Die Erforschung biologischer Makromoleküle bildet die Grundlage für die Entwicklung völlig neuer Therapieansätze, auch für Krebserkrankungen.

Hauptthemen der Jubiläumstagung waren

die Zukunftsperspektiven der modernen Radiologie. Ein Schwerpunkt: die moderne Diagnostik von Gefäßerkrankungen sowie die Fortschritte auf dem Gebiet der Kernspintomographie. Für viele Jahrzehnte war die direkte Einspritzung von Kontrastmitteln in die Gefäße die einzige Möglichkeit, Gefäßerkrankungen sicher zu erkennen. Neue radiologische Untersuchungsverfahren erlauben heute in vielen Fällen eine sichere Untersuchung der Blutgefäße ohne eine das Einspritzen von Kontrastmitteln.

Als patientenschonende, nichtinvasive Verfahren konkurrieren bei der Abklärung von Gefäßerkrankungen heute moderne Ultraschallverfahren und die Kernspintomographie. Ein wichtiges Gebiet für Radiologen und Strahlentherapeuten stellen Fragen des Strahlenschutzes der Patienten bei Untersuchungen und Behandlungen dar. Gemeinsam mit Medizinphysikern und Strah-

lenbiologen wurden die Möglichkeiten der Verringerung des Strahlenrisikos der einzelnen Verfahren kritisch diskutiert.

Ein besonderes Anliegen und Schwerpunkt der Jubiläumstagung stellte für Prof. Hahn die Röntgendiagnostik bei Kindern und Jugendlichen dar. Bedingt durch die geringe Zahl von kinderradiologischen Zentren oder Untersuchungseinrichtungen werden Kinder häufig nicht nach dem modernsten Stand der Technik untersucht. Durch den Einsatz moderner bildgebender Verfahren, wie Ultraschall und Kernspintomographie, können heute bereits bei vielen Kindern Erkrankungen des Brust- und Bauchraumes ohne Röntgenstrahlen erkannt werden. Neue, nichtinvasive Untersuchungsverfahren zur Diagnostik von Geschwülsten des Gehirns sowie moderne Behandlungsverfahren waren der wissenschaftliche Schwerpunkt zum Abschluß des Kongresses.

Juristen eröffneten den Reigen der Ehrenpromotionen

Eine Reihe von Fakultäten folgte dem Hinweis der Hochschulleitung, im Röntgenjahr über Ehrenpromotionen nachzudenken. Am 24. Januar eröffnete die Juristische Fakultät diesen Reigen und verlieh Prof. Dr. Walter Schmitt Glaeser die Ehrendoktorwürde. Der Professor ist Ordinarius für Staats- und Verwaltungsrecht an der Universität Bayreuth und Präsident des Bayerischen Senats.

Bei einem Festakt in der Neubaukirche hob Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem hervor, daß mit Prof. Schmitt Glaeser ein herausragender und hochangesehener Wissenschaftler und Politiker, der sich durch seine fachlich bestechende Arbeit internationale Geltung verschafft habe, in den Kreis der Ehrendoktoren der Würzburger Juristischen Fakultät eingereiht werde. Deren Dekan, Prof. Dr. Klaus Tiedtke stellte klar, daß dieser akademische Grad nur "als seltene Auszeichnung für besondere wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Rechtswissenschaft" verliehen werde und daß sich die Fakultät mit der Verleihung der Ehrendoktorwürde deshalb immer sehr zurückgehalten habe.

In der Laudatio würdigte Prof. Dr. Franz-Ludwig Knemeyer die Verdienste seines Bay-

reuther Fachkollegen. Diesem gelinge es immer wieder, mit Mitteln der Rechtswissenschaft auch in den politischen Raum hineinzuwirken. Aus Prof. Schmitt Glaesers umfangreichem wissenschaftlichen Werk wurde eine Reihe von Publikationen herausgegriffen. Das Werk des Geehrten stelle sich beispielhaft für eine Verschmelzung von staatswissenschaftlicher Forschung und Arbeit als homo politicus dar. Es entspreche dem credo von Prof. Schmitt Glaeser, als Wissen-

schaftler in die Gesellschaft hineinzuwirken.

In seiner Dankadresse betonte der Geehrte, daß er mit der Würzburger Juristen-Fakultät in wissenschaftlicher Gemeinsamkeit eines Bekenntnisses zu einer Rechtswissenschaft stehe, die nicht apolitisch, sehr wohl aber unparteiisch zu sein habe. Als "bescheidenen Ausdruck tiefempfundenen Dankes" referierte er bei dem Festakt zum Thema "Alte Werte, neue Zweifel - über den Minimalkonsens in einer offenen Gesellschaft".

Zwei Ehrendoktoren bei Geowissenschaftlern

Am 31. Januar verlieh die Fakultät für Geowissenschaften den Professoren Dr. Hermann Flohn (Bonn) und Dr. Horst Mensching (Hamburg) die Ehrendoktorwürde. Grußworte sprachen der Präsident der Universität, Prof. Dr. Theodor Berchem, und der Dekan der Fakultät für Geowissenschaften, Prof. Dr. Franz Theodor Fürsich.

Prof. Dr. Horst Hagedorn und Prof. Dr. Horst-Günter Wagner hielten die Laudationes. Horst Mensching wurde am 5. Juni 1921 in Möllbergen-Porta Westfalica geboren. Er studierte Geographie, Geologie und Chemie an der Universität Göttingen. Nach seiner Promotion war er ab 1951 als wissenschaftlicher Assistent bei Prof. Dr. Julius Büdel an der Universität Würzburg tätig, habilitierte sich hier 1952. Sechs Jahre später

wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt.

1962 wurde Prof. Mensching Ordinarius für Geographie an der Technischen Hochschule Hannover. 1974 nahm er einen Ruf auf die ordentliche Professur für Geographie an der Universität Hamburg an. Emeritiert ist er seit 1985. Die Fakultät für Geowissenschaften verlieh ihm die Würde eines Ehrendoktors der Naturwissenschaften in Anerkennung seiner Verdienste im Bereich der Geomorphologie, der wissenschaftlichen Landeskunde, der Desertifikationsforschung

und der angewandten physischen Geographie.

Hermann Flohn wurde am 19. Dezember 1912 in Frankfurt am Main geboren. Dort und an der Universität Innsbruck studierte er Meteorologie, Geographie, Geophysik sowie Geologie. 1934 wurde er promoviert. Nach der Kriegsgefangenschaft leitete er die Abteilung Forschung im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes. Danach setzte er seine akademische Laufbahn in Würzburg fort, wo er sich 1941 habilitierte und 1953 zum außerplanmäßigen Professor ernannt

wurde. 1961 folgte er einem Ruf auf den Lehrstuhl für Meteorologie an der Universität Bonn, wo er 1977 emeritiert wurde. Mit der Verleihung der Ehrendoktorwürde würdigte die Geowissenschaftliche Fakultät sein Gesamtwerk als Forscher und Gelehrter.

In den Festvorträgen sprachen die neuen Ehrendoktoren über "Klimatologie 1930-1995: Von Köppens Windkarte zum Super-Glashauseffekt" (Prof. Flohn) und "Schwerpunkte geographischer Forschung - ein persönlicher Rückblick auf die letzten fünf Jahrzehnte" (Prof. Mensching).

Ein äußerst komplexes Problem ganz einfach gelöst

Beim internationalen Symposium "X-rays and the Electronic Structure of Solids" hat die Fakultät für Physik und Astronomie Prof. Dr. Walter Kohn aus Santa Barbara zum Ehrendoktor ernannt. Er wurde am 20. Juli in den Egloffstein-Hofstuben auf der Festung Marienberg ausgezeichnet.

Damit sollten die Verdienste des Wissenschaftlers um die Theoretische Festkörperphysik und insbesondere um die Entwicklung der Dichtefunktionsanalyse zur Beschreibung elektronischer Eigenschaften von Atomen, Molekülen und Festkörpern gewürdigt werden. Kaum ein Physiker habe das moderne Verständnis der kondensierten Materie so sehr geprägt wie Prof. Kohn. Sein Name sei mit einer Vielzahl grundlegender Erkenntnisse der modernen Theoretischen Physik verbunden.

1961 erhielt Prof. Kohn den wichtigsten Preis der amerikanischen Physikalischen Gesellschaft, den Oliver-Buckley-Preis. Der Geehrte hatte sich damals mit der Frage beschäftigt, ob sich das komplizierte Zusammenspiel der etwa 10^{23} Elektronen und Ionen, die in einem Kubikzentimeter Festkörpersubstanz in Wechselwirkung treten, auf einfache Bewegungsgleichungen der individuellen Elektronen beziehungsweise Atome zurückführen läßt.

Die wichtigsten Arbeiten von Prof. Kohn stammen aus der Mitte der 60er Jahre. Damals leitete er eine für die gesamte heutige Beschreibung der elektronischen Eigenschaften von Festkörpern, Molekülen und Atomen fundamentale Theorie her. Weil er

dabei ein äußerst komplexes Problem vereinfachen konnte, wird dieses sogenannte Kohn-Sham-Verfahren heute mit Abstand am erfolgreichsten und am häufigsten dazu verwendet, die elektronische Struktur von Festkörpern zu berechnen.

Auch als wissenschaftlicher Organisator und Lehrer war Prof. Kohn tätig. So baute er 1979 bis 1984 an der Universität von Kalifornien in Santa Barbara als erster Direktor das berühmte "Institute for Theoretical Physics" auf, das weltweit als eines der bedeutendsten Zentren der Theoretischen Physik gilt.

Zwischen Prof. Kohn und der Fakultät für Physik und Astronomie existieren enge Verknüpfungen. Langjährige Zusammenarbeit besteht vor allem in der Theoretischen Physik, besonders auch bei Anwendungen in der Supraleitung sowie Oberflächen- und Halbleiterphysik. Zahlreiche Würzburger experimentelle Arbeiten, besonders in der Oberflächenphysik, hängen mit Arbeiten von Prof. Kohn zusammen.

Nach Kriegsgefangenschaft Studium aufgenommen

Im Rahmen des Festkolloquiums "Röntgenkristallographie: Fortschritte in Methoden und Anwendungen" hat die Fakultät für Geowissenschaften am 3. März in der Neubaukirche die Professoren Dr. Heinz Jagodzinski (München) und Dr. Friedrich Karl Franz Liebau (Kiel) mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet.

Grußworte sprachen Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem und Prof. Dr. Martin Okrusch, Inhaber des Lehrstuhls für Mineralogie der Universität Würzburg. Prof. Dr. Heinz Schulz (München) und Prof. Dr. Ekkehard Tillmanns (Wien) stellten in ihren Laudationes Biografie und Lebenswerk der

Geehrten vor. Die Urkunden überreichte Prof. Dr. Franz Theodor Fürsich, Dekan der Fakultät der Geowissenschaften der Universität Würzburg.

Heinz Jagodzinski wurde am 20. April 1916 in Aschersleben geboren. Er studierte Physik in Greifswald und Göttingen, wurde 1941 promoviert und habilitierte sich 1944 in Marburg. Zunächst leitete er die Abteilung für Kristallkunde im Max-Planck-Institut für Silicatforschung in Würzburg. 1955 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Ab 1959 hatte er den Lehrstuhl für Mineralogie der TH Karlsruhe inne. 1963 wechselte Prof. Jagodzinski nach München und übernahm dort das Ordinariat für Kristallographie und Mineralogie der Universität.

Der Geehrte hat rund 150 wissenschaftliche Arbeiten publiziert und ist Verfasser zahlreicher Handbuchartikel sowie Mitherausgeber wissenschaftlicher Zeitschriften. Unter anderem ist er Mitglied der Arbeitsgemeinschaft für Kristallographie der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Prof. Jagodzinski ist seit 1964 Direktor der Bayerischen Staatssammlungen für Mineralogie. Er gehört der Max-Planck-Gesellschaft seit 1965 an sowie seit 1969 der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. 1984 wurde ihm das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen. Zur Zeit ist er Sekretär der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Friedrich Karl Franz Liebau wurde am 31. Mai 1926 in Berlin geboren. Aus der Kriegsgefangenschaft zurückgekehrt, studierte er von 1946 bis 1951 Chemie an der Humboldt-Universität Berlin. 1951 folgte das Diplomexamen, 1956 die Promotion. Er war Dozent für Chemie an der Fachschule für medizinisch-technische Assistentinnen in Berlin, wissenschaftlicher Mitarbeiter und später Leiter der Röntgenabteilung am Institut für Anorganische Chemie der Deutschen Akademie der Wissenschaften in Berlin-Adlershof. 1959 erhielt er einen Lehrauftrag an der Humboldt-Universität Berlin.

Ein Jahr später kam er zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Röntgenabteilung an das Max-Planck-Institut für Si-

licatforschung nach Würzburg, deren Leitung er schließlich übernahm. 1963 habilitierte er sich. Von 1965 bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1992 war er ordentlicher Professor für Mineralogie/Kristallographie an der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Prof. Liebau war unter anderem Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Mitglied in deren Apparate-Ausschuß sowie Leiter der Arbeitsgemeinschaft für Kristallographie der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. Zudem hat er zahlreiche Gastprofessuren im Ausland wahrgenommen. 1990 wurde ihm die Abraham-Gottlob-Werner-Medaille der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft verliehen.

Der Entdeckung des Quanten-Hall-Effektes den Boden bereitet

Die Fakultät für Physik und Astronomie hat im Rahmen des Internationalen Symposiums "Heterostructures in Science and Technology" zwei Professoren aus Japan mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet: Dr. Yasutada Uemura und Dr. Tsuneya Ando aus Tokio wurden am 13. März in der Neubaukirche geehrt.

Mit der Verleihung des Ehrendoktorgrades wollte die Fakultät die "hervorragenden Verdienste der beiden Wissenschaftler um die Physik der Halbleiter und insbesondere die Theorie zweidimensionaler elektronischer Systeme in starken Magnetfeldern" würdigen. In einer Reihe von Pionierarbeiten über den zweidimensionalen Transport in Inversionsrandschichten von Halbleitern haben die Professoren Uemura und Ando wichtige theoretischen Grundlagen gelegt. Diese seien Voraussetzung für die Entdeckung des Quanten-Hall-Effektes durch Prof. Klaus von Klitzing im Jahr 1980 gewesen.

Bereits seit 1974 pflegen die beiden Japaner enge Beziehungen zu den Würzburger Festkörperphysikern. Ausgiebige Dis-

kussionen bei internationalen Konferenzen in den Jahren 1974 und 1976 am Physikalischen Institut der Universität Würzburg trugen entscheidend zu einem Fortschritt der Würzburger experimentellen Arbeiten bei, die schließlich in der Entdeckung des Quanten-Hall-Effektes gipfelten.

Prof. Uemura wurde am 18. April 1921 in Tokio geboren. Das Studium der Physik an der Universität Tokio erhielt beendete er 1944 mit dem Bachelor-Diplom. Den Doktor Sc.-Grad erhielt er im Jahr 1948. Nach Tätigkeiten als Associate Professor an der Chuo Universität und als Mitglied des Forschungslaboratoriums der Toshiba Company wurde er 1956 Associate Professor am Physics-Department der Universität Tokio. Dort wurde er 1963 Professor für Theoretische Physik, 1972 Councilor der Universität Tokio, 1973 Dekan des Department of Physics und schließlich 1977 Vizepräsident der Universität Tokio. 1982 bis 1990 war er Professor am Department für Angewandte Physik der Science University of Tokio, und seit 1990 ist er Präsident der Musashigaku-School in Tokio.

Prof. Ando wurde am 20. Dezember 1945 in Yamagata geboren. 1968 erwarb er am

Physics-Department der Universität Tokio den Bachelor-Grad, 1973 den Doktorgrad mit Prof. Uemura als Mentor. Er blieb als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Prof. Uemura und ging 1975 als Gastwissenschaftler an die TU München. In dieser Zeit war er häufig Gast bei Diskussionen am Physikalischen Institut in Würzburg. 1983 ging er als Associate Professor an das Institut für Festkörperphysik der Universität Tokio, wo er 1990 Professor wurde. Prof. Ando ist ein sehr produktiver Wissenschaftler: Seine Veröffentlichungsliste umfaßt mehr als 155 Titel, die häufig zitiert werden. Ein zusammen mit A.B. Fowler und F. Stern verfaßter Reviewartikel von 235 Seiten wurde mehr als 1.600 Mal zitiert.

Die Professoren Uemura und Ando wurden in Japan vom Kaiser mit dem höchsten für Wissenschaftler zu vergebenden Orden ausgezeichnet. Durch ihre Arbeiten haben sie zur Entwicklung des Gebietes "Niedrigdimensionale Systeme" entscheidend beigetragen. Mit modernen Methoden der theoretischen Physik haben sie Probleme gelöst, die für die Weiterentwicklung der experimentellen Forschung entscheidende Anstöße und Interpretationshilfen gaben.

Bekannte Wissenschaftler mit enger Verbindung zu Würzburg

Bei einem akademischen Festakt wurden am 18. Juli Prof. Dr. Hartmut Michel, Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysik (Frankfurt), und Prof. Dr. Hans Georg von Schnering, Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (Stuttgart), mit der Ehrendoktorwürde der Fakultät für Chemie und Pharmazie ausgezeichnet. Die Laudationes sprachen Prof. Dr. Hans Joachim Gross und Prof. Dr. Helmut Werner.

Prof. Michel ist der Würzburger Fakultät seit 1975 verbunden: Damals kam er mit seinem Doktorvater, Prof. Dr. Dieter Oesterhelt, von Tübingen in die Stadt am Main. Hier wurde er im Jahr 1977 promoviert. Zwei Jahre später ging er ans Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München, wo er bald eine eigene Arbeitsgruppe gründete. Sein Ziel: ein membrangebundenes Reakti-

onszentrum der Photosynthese zu isolieren, zu kristallisieren und seine Struktur aufzuklären. 1981 war es dann soweit: Aus dem Purpurbakterium *Rhodospseudomonas viridis* gewann Prof. Michel die ersten Kristalle des Reaktionszentrums. Seitdem verdankt ihm die Wissenschaft bahnbrechende Untersuchungen, die in der Aufklärung der dreidimensionalen Struktur des Reaktionszentrums gipfelten.

Damit war erstmals ein Einblick in die wichtigste chemische Reaktion der Biosphäre möglich. Man begann zu verstehen, wie die Grundlage des Lebens auf der Erde, der Prozeß der Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie, in der grünen Pflanze auf molekularer Ebene abläuft. Prof. Michel hat für seine Arbeiten zahlreiche Auszeichnungen erhalten, darunter 1988 den Nobelpreis für Chemie, zusammen mit den Professoren Robert Huber und Johann Deisenhofer. Die Verleihung der Ehrendoktorwürde sollte die Verbindung der Fakultät zu ei-

nem ihrer berühmtesten Absolventen erneuern und festigen.

Zu Prof. von Schnering bestehen durch die Zusammenarbeit mit der anorganischen und organischen Chemie in Würzburg seit fast zwei Jahrzehnten Kontakte. Unter anderem ist es dem mehrfach ausgezeichneten Wissenschaftler zu verdanken, daß Mitte der 70er Jahre ein Laboratorium für Röntgen-Strukturanalysen im Institut für Anorganische Chemie der Universität Würzburg etabliert wurde.

Als Direktor des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung in Stuttgart arbeitete er auf dem Gebiet der Röntgen-Strukturanalyse intensiv mit den Würzburger Kollegen zusammen. Das offenbarte sich in den vergangenen Jahren in über 100 gemeinsamen Veröffentlichungen. Durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde anlässlich des Röntgenjahres wollte die Fakultät ihre fachliche und persönliche Beziehung mit dem bedeutenden Wissenschaftler zum Ausdruck bringen.

Verdienste auf den Gebieten Onkogene und Muskelerkrankungen

Im Rahmen des Internationalen Symposiums des Sonderforschungsbereichs 165 "Genes controlling growth of normal and malignant cells" und des 15. Seminartages des Bayerischen Forschungsverbundes "Humangenetik" hat die Medizinische Fakultät am 26. Oktober zwei Wissenschaftler mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet. Die Akademische Feier für Prof. Dr. Alan Emery (Edinburgh) und Prof. Dr. Peter Vogt (La Jolla, USA) fand in der Neubaukirche statt.

Grußworte sprach der Vizepräsident der Universität, Prof. Dr. Horst Hagedorn. Zusammen mit Prof. Dr. Klaus Wilms, Dekan der Medizinischen Fakultät, verlieh er auch die Ehrentitel. Prof. Dr. Tiemo Grimm und Prof. Dr. Eberhard Wecker stellten in ihren

Laudationes Biografie und Lebenswerk der Geehrten vor. Danach sprachen die Ehrendoktoren zu den Themen "From Anatomy to Gene Therapie in 200 Years - The Story of Muscular Dystrophy" (Prof. Emery) und "Virusgene und Krebs" (Prof. Vogt).

Alan Emery ist Professor für Humangenetik an der University of Edinburgh. 1957 war er einer der ersten ausländischen Gaststudenten an der Medizinischen Fakultät in Würzburg. Auch an der Gründung des "Muskelzentrums" in der Domstadt ist er beteiligt. Der Mediziner und Naturwissenschaftler arbeitete viele Jahre als Direktor des Department of Medical Genetics an der Universität Edinburgh. Heute ist er als Research Director beim Aufbau eines Europäischen Netzwerks von Forschungszentren auf dem Gebiet der neuromuskulären Erkrankungen tätig. Er ist unter anderem gewähltes Mitglied des Royal College of Physicians, Ehrenmit-

glied des American College of Medical Genetics und Ehrendoktor der Medizinischen Fakultät der Universität Neapel.

Prof. Dr. Peter Vogt studierte von 1951 bis 1955 Biologie in Würzburg. Nach der Promotion in Tübingen ging er als Post-Doktorand in die USA. Dort blieb er, kam aber 1984 als Preisträger der Humboldt-Stiftung nach Würzburg und hielt hier regelmäßig Vorträge im Institut für Virologie und Immunbiologie. Seit fast 30 Jahren ist er einer der führenden Virologen auf dem Gebiet der Onkogene, das heißt der genetischen Informationen für die Entstehung bösartiger Tumore. Prof. Vogt ist Mitglied der National Academy of Sciences der USA sowie der American Philosophical Society. Geehrt wurde er unter anderem mit dem Charles S. Mott-Preis, dem Irene-Vogeler-Preis der Max-Planck-Gesellschaft (1976) sowie dem Paul-Ehrlich und Ludwig-Darmstädter-Preis (1988).

“Nestor des Internationalen Privatrechts” als Ehrendoktor

Vor dem Nazi-Regime war Kurt Lipstein nach England geflüchtet. Dort bereitete er, auf der Grundlage seines Doppelstudiums der Rechtswissenschaften in England und Deutschland, den Boden für seine wissenschaftliche Laufbahn. Bei einem Festakt in der Neubaukirche am 14. November bekam Prof. Lipstein die Ehrendoktorwürde der Juristischen Fakultät verliehen.

Nach der Begrüßung durch Dekan Prof. Dr. Michael Wollenschläger sagte Präsident Prof. Dr. Theodor Berchem, die Auswahl des zu Ehrenden reflektiere das Bestreben der Universität, ihre Tradition der Kontaktpflege zu in- und ausländischen Persönlichkeiten und Institutionen fortzuführen. Die Laudatio hielt Prof. Dr. Karl Kreuzer, der zunächst

den Lebensweg des frischgebackenen Ehrendoktors nachzeichnete.

Geboren wurde Kurt Lipstein am 19. März 1909 in Frankfurt am Main. Dort besuchte er auch das Goethe-Gymnasium, begab sich zum Studium der Rechtswissenschaft jedoch nach Grenoble und Berlin. 1931 legte er die Erste Juristische Staatsprüfung beim Kammergericht Berlin ab. Aus dem Referendardienst wurde Prof. Lipstein 1933 wegen seiner jüdischen Abstammung entlassen. Er emigrierte nach England, wo er in Cambridge ein zweites Mal das Studium der Rechtswissenschaften aufnahm.

Wegen der sehr geringen Zahl an Professuren an den englischen juristischen Fakultäten erhielt Prof. Lipstein erst 1973 - drei Jahre vor seiner Emeritierung - einen Lehrstuhl für Rechtsvergleichung in Cambridge. Unter den zahlreichen akademischen Eh-

rungen, die ihm zuteil wurden, befindet sich auch der seltene Grad eines LL.D. (Doctor legum), den ihm die Cambridger Fakultät für sein wissenschaftliches Gesamtwerk im Jahr 1977 verlieh.

Prof. Lipstein leistete unter anderem Beiträge zu den Teildisziplinen Zivilrecht, insbesondere Schuld- und Familienrecht, Internationales Privatrecht, Internationales Verfahrensrecht, Rechtsvereinheitlichung, Europarecht und Völkerrecht. Prof. Kreuzer ging vor allem auf Prof. Lipsteins Rolle als Mittler zwischen verschiedenen Rechten, Rechtsfamilien und -kulturen ein. Zusammenfassend sagte Prof. Kreuzer: “In Kurt Lipstein ehren wir den Nestor des Internationalen Privatrechts und der Rechtsvergleichung und zugleich einen der weltweit angesehensten Vertreter unserer Wissenschaft.”

In der Tradition des europäischen Humanismus

Ganz auf den Gast hatte sich Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem bei einer akademischen Feier im Toscana-Saal der Residenz eingestellt: Er begrüßte Prof. Dr. Louis Bernard Callebat von der Universität Caen mit einer Rede in französischer Sprache. Prof. Callebat wurde am 8. Dezember zum Ehrendoktor der Philosophischen Fakultät I ernannt.

Nach der Begrüßung durch den Dekan der Fakultät, Prof. Dr. Dieter Kuhn, dankte Prof. Berchem dem französischen Professor für lateinische Sprache und Literatur für das Engagement, das er im Rahmen der Universitätspartnerschaft zwischen Caen und Würzburg gezeigt habe.

Die Laudatio sprach Prof. Dr. Udo W. Scholz vom Institut für Klassische Philologie. Gleich zu Beginn wies er darauf hin, daß es den Rahmen sprengte, wenn er alle Ver-

dienste des zu Ehrenden aufzählen würde, habe dieser doch mehr als 100 Publikationen veröffentlicht, darunter auch “zehn stattliche Bücher”. Prof. Callebat sei ein Weltbürger, offen für den geistigen Austausch, und stehe in der Tradition des europäischen Humanismus. Durch sein großes wissenschaftliches Werk habe er das Verständnis der Antike vertieft und bereichert sowie wesentliche Beiträge zum Verständnis der Romanliteratur überhaupt geliefert. Darüber hinaus habe er Überlegungen zum Symbol der Rose angestellt, “und dies schon vor Umberto Eco”, so Prof. Scholz.

Dabei sei Prof. Callebat auf allen Feldern der Philologie aktiv, arbeite auf dem Gebiet der Text- und Überlieferungsgeschichte, sei Editor von Texten, Übersetzer, Kommentator und “feinsinniger Interpret”. Seine Sprach- und Stiluntersuchungen hätten auf dem Gebiet der Romanforschung eine neue Epoche eingeleitet. Prof. Callebat sei zu einem international gefragten Gelehrten

geworden. In Frankreich wurde er 1994 zum “Officier des Palmes académiques” ernannt - eine pro Fach jeweils nur einmal vergebene Ehre.

Louis Callebat wurde 1933 in Toulouse geboren. Ab 1957 war er zunächst im gymnasialen Schuldienst tätig, ehe er 1962 seine Universitätslaufbahn in Toulouse begann. Seit 1966 ist er an der Universität Caen tätig, seit 1974 als ordentlicher Professor für lateinische Sprache und Literatur.

Nachdem ihm die Ernennungsurkunde überreicht worden war, sagte Prof. Callebat, die Ehrendoktorwürde sei ein gut geeignetes Mittel, um die Verbindung zwischen den Universitäten Caen und Würzburg weiter zu festigen. Und bei seiner Dankesrede zeigte sich, daß nicht nur Präsident Berchem sich sprachlich auf den Festakt eingestellt hatte: Prof. Callebat wandte sich in deutscher Sprache an die Gäste - ein offenkundiger Beweis, daß die deutsch-französische Verständigung funktioniert.

Preisträger des Schüler-Wettbewerbs zum Röntgenjahr ausgezeichnet

Auch die Schülerinnen und Schüler der unterfränkischen Gymnasien wurden durch den Wettbewerb "X-Ray" ins Röntgenjahr eingebunden. Am 24. Juli zeichneten Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem und Main-Post-Chefredakteur David Brandstätter im Toscanasaal der Residenz die Preisträger und Teilnehmer aus. In seinem Grußwort betonte der Präsident die Bedeutung der Wechselbeziehung zwischen Universität und Schulen.

44 Schülerinnen und Schüler hatten sich um die von der Main-Post gestifteten Förderpreise beworben. Eingereicht wurden 22 Facharbeiten in Physik, jeweils 10 Facharbeiten in Chemie und Biologie sowie zwei Essays über die Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen". Ausgeschrieben wurde "X-Ray" auf Initiative von Main-Post, Uni-

versität Würzburg und dem Ministerialbeauftragten für die Gymnasien Unterfrankens, Hermann Mündlein. Voraussetzung für die Teilnahme: Die eingereichten Facharbeiten mußten mit Note 1 bewertet und von einem Lehrer für den Wettbewerb vorgeschlagen worden sein. Die Jury bestand aus Vertretern der Universität, der Gymnasien und der Main-Post.

Für die ersten Plätze gab es jeweils 500 Mark, für die zweiten 300 Mark und für die dritten 200 Mark. Die übrigen Teilnehmer wurden mit einem Anerkennungspreis von jeweils 100 Mark bedacht. Einige Arbeiten stammten offensichtlich von hervorragenden Eltern: In der Physik waren die Gutachter von Originalität und Qualität der Arbeiten so überzeugt, daß sie den zweiten und dritten Preis gleich doppelt vergaben.

Nachdem die Jury jeweils kurz in die Thematik eingeführt hatte, referierten die Gewinner der ersten Preise über Entstehungs-

geschichte, Grundidee und Ergebnisse ihrer Arbeiten. In seiner Chemie-Facharbeit hatte Franz Köhler aus Waldaschaff (Hanns-Seidel-Gymnasium Hösbach) "Untersuchungen zum Primärstoffwechsel der Kerzenflamme - eine Hommage an Michael Faraday" angestellt. Die Schweinfurterin Claudia Wehner (Celtis-Gymnasium Schweinfurt) sprach über ihre "Beobachtungen der Auswirkungen radioaktiver Strahlung auf Pflanzensamen", Martin Stahl aus Kronungen (Alexander-von-Humboldt-Gymnasium Schweinfurt) über "Die Physik des Heißluftballons. Experimentelle Untersuchung der Mindestgröße".

Zweite und dritte Preise gewannen Daniel Engelhardt (Hösbach), Michael Wohlleben (Würzburg), Bernhard Wiesmüller (Miche-lau), Matthias Stephan (Gerolzhofen), Andreas Klein (Marktheidenfeld), Ralph Schäfer (Alzenau), Frank Koch (Dittelbrunn) und Thomas Schmitt (Strahlungen).

"Nun kann der Teufel losgehen!"

Dietbert Hahn

Am Donnerstag, dem 23.01.1896, hielt Wilhelm Conrad Röntgen den einzigen öffentlichen Vortrag über seine Entdeckung im Hörsaal des Physikalischen Instituts für die Würzburger Physikalisch-Medizinische Gesellschaft. Mit einer Fest-sitzung gedachte die Physikalisch-Medizinische Gesellschaft am Dienstag, dem 23.01.1896, dieses bedeutenden Ereignisses. Der frühere Lehrstuhlinhaber für Physik, Prof. Dr. rer. nat. Max Scheer, ließ in einem Experimental-Vortrag mit dem Thema "Experimente zu Röntgens historischer Entdeckung", die Schwierigkeiten und die Bedeutung der Experimente W. C. Röntgens vor den Augen der Zuhörer nochmals deutlich werden.

Als W. C. Röntgen am Abend des 28.12.1895 sein handschriftliches Manu-

skript dem Vorsitzenden der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Prof. Lehmann, zum Druck übergeben hatte, ahnte er nur z. T. welcher Trubel auf ihn zukommen würde. Nach seiner Rückkehr soll Röntgen zu seiner Frau gesagt haben: "So, nun kann der Teufel losgehen"! Schneller als erwartet verbreitete sich die Nachricht der Entdeckung Röntgens rund um die Welt.

Während die Neue Presse in Wien die Nachricht bereits in ihrer Sonntagsausgabe am 05.01.1896 berichtete, wurden Würzburgs Bürger erst am Donnerstag, dem 09.01.1896, über Röntgens Entdeckung im Generalanzeiger informiert. Am Sonntag, dem 12.01.1896, stellte W. C. Röntgen seine Entdeckung in einem Experimental-Vortrag im Berliner Stadtschloß dem deutschen Kaiser vor. Später lehnte Röntgen alle Einladungen, über seine Entdeckung vor dem Reichstag oder dem bayerischen König zu sprechen, strikt ab.

Den einzigen öffentlichen Vortrag über

seine Entdeckung hielt W. C. Röntgen am Donnerstag, dem 23.01.1896, vor der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. Das Auditorium an diesem Abend umfaßte nicht nur die Professoren der Universität, sondern auch die Generalität mit ihren Kommandeuren der Garnison, die Honoratioren der Stadt, Studenten und interessierte Bürger. Nach einigen kurzen einführenden Erläuterungen über die Entwicklung der Experimente auf diesem Gebiet, ging Röntgen auf die Entdeckung ein, die er am Abend des 08.11.1895 gemacht hatte. Er demonstrierte in zahlreichen Versuchen die neue Art von Strahlen und zeigte die Röntgenaufnahmen des Gewichtssatzes, der Holzspule sowie die Aufnahme der Hand seiner Frau vom 22.12.1895.

Zum Abschluß seines Experimental-Vortrages fertigte Röntgen eine Aufnahme der Hand des Seniors der Mediziner, Exzellenz Geheimrat Professor Alfred von Koelliker, an.

In der abschließenden Dankesrede von Koelliker über die epochale Bedeutung dieser Entdeckung schlug Koelliker vor, die Strahlen in Zukunft Röntgen'sche Strahlen zu nennen. Der damalige Vorsitzende der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft, Prof. Dr. Karl Bernhard Lehmann, wurde später über die Vortragsweise Röntgens gefragt. Seine Antwort lautete: "Wie er sprach? Ganz schlicht und einfach ohne jeden Versuch, das Unerhörte, was er uns berichtete, durch Zutaten, Hypothesen, gelehrte Berechnung und dergleichen zu vergrößern, er trug

vor den gedrängt lauschenden Zuhörern seine Entdeckung vor und zeigte die wichtigsten Versuche. Aber gerade durch seine schlichte Größe erweckte der Vortrag die weihvollste Empfindung".

Der Experimental-Vortrag W. C. Röntgens vor der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg stellte sicherlich einen Höhepunkt in der Geschichte dieser Gesellschaft dar. Kein Sitzungsbericht der Gesellschaft hat jemals wieder eine solche Verbreitung erfahren. Die Festsitzung 100 Jahre nach dem öffentlichen Vortrag von W. C.

Röntgen soll zum einen an diesen denkwürdigen Abend, zum anderen jedoch an die Bedeutung einer interdisziplinären Zusammenarbeit der einzelnen Wissenschaftsgebiete erinnern, die seit 1849 in der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg gepflegt wurde. Auch wenn einzelne Entdeckungen bedeutender Persönlichkeiten die Geschichte einer wissenschaftlichen Gesellschaft prägen, ist die interdisziplinäre wissenschaftliche Diskussion dagegen der unauffällige, aber notwendige Motor für den wissenschaftlichen Fortschritt.

Stadt ehrte verdiente Radiologen

Zum vierten Male verlieh die Stadt am 7. November die Röntgen-Medaille. Oberbürgermeister Jürgen Weber übergab sie im Rahmen eines Festaktes im Ratssaal an vier Wissenschaftler.

Die Röntgenmedaille der Stadt Würzburg wurde 1970 aus Anlaß der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor damals 75 Jahren geschaffen. Sie soll an Radiologen verliehen werden, die sich auf dem Gebiet der Strahlenforschung Verdienste erworben haben. Über die Verleihung entscheidet der Stadtrat.

Die Geehrten im Jahre 1995 waren:

- Prof. Dr. Clément Fauré, der wegen seiner Verdienste als Kinderradiologe geehrt wurde. Der Pariser Wissenschaftler habe auch maßgeblich an der Gründung der Europäischen Kinderradiologischen Gesellschaft mitgewirkt.
- Prof. Dr. Sven-Ivar Seldinger, Mora/Schweden, wurde für seine 1952 entwickelte Methode der perkutanen Kathetereinführung ausgezeichnet. Die Technik ermöglichte es, Gefäße und Organe mit Hilfe von Kontrastmitteln und Röntgenstrahlen darzustellen und so therapeutische Maßnahmen ohne aufwendige chirurgische Eingriffe durchzuführen. Die Laudationes auf die beiden Geehrten hielt Prof. Dr. Herbert J. Kaufmann (Berlin).
- Prof. Dr. Hartmut Michel, Chemie-Nobelpreisträger, erhielt die Medaille für seine bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiet der Photosynthese. Er promovierte von 1975 bis 1977 bei Prof. Dr. Dieter Oesterhelt in Würzburg.
- Auch Oesterhelt, ehemaliger Ordinarius für Biochemie an der Universität Würzburg, zählte zum Kreis der Geehrten. Er

erhielt die Medaille für wichtige Pionierarbeiten, die Erkenntnisse über Struktur und Funktion von Membranproteinen ge-

liefert hätten. Für beide Geehrte hielt Prof. Dr. Hans-Joachim Gross, Universität Würzburg, die Laudationes.



Wilhelm Conrad Röntgen starb am 10. Februar 1923. Seine Grabstätte befindet sich in Gießen. Die Universität nahm den Jahrestag zum Anlaß, durch Vizepresident Prof. Dr. Jobst Böning am Grabe einen Kranz niederzulegen.

Weitere Veranstaltungen im Röntgenjahr

Universitätspräsident Prof. Dr. Theodor Berchem hat das Jahr 1995 zum Jahr der Wissenschaft ausgerufen und dazu aufgefordert, über die Veranstaltungen um das Thema "100 Jahre Röntgenstrahlen" hinaus eine möglichst große Zahl weiterer wissenschaftlicher Veranstaltungen an der Universität und unter Mitwirkung der Universität durchzuführen. Ergänzend zu den direkt mit Röntgenstrahlen befaßten Veranstaltungen, die in diesem Heft ihren Niederschlag finden, sollen sie im folgenden aufgeführt werden und den großen Kreis der wissenschaftlichen Veranstaltungen an und mit der Universität im Jahr 1995 dokumentieren.

Ausstellungen

Dauerausstellung mit Exponaten aus dem Nachlaß Röntgens, Ausstellungsort: Physikalisches Institut, Am Hubland

4. Mai bis 30. November: "Alt-Würzburg einst und jetzt", Ausstellung anlässlich der Zerstörung Würzburgs vor 50 Jahren, Ausstellungsort: Universitätsbibliothek, Am Hubland

15. Juni bis 13. August: "Griechisches Luxusgeschirr keltischer Fürsten", Ausstellung auf der Festung Würzburg, Mainfränkisches Museum und Martin von Wagner Museum der Universität

26. Juni bis 4. August: "Kunst-Musik-Poesie", Ausstellung in der Neubaukirche mit Vorträgen, Leitung: Prof. Dr. Rainer Goetz, Prof. Dr. Louis Debes

Vorträge

Vortragsreihe "Bedeutende Gelehrte an der Universität Würzburg"

23. Januar: "Röntgen in Würzburg", Prof. Dr. Gundolf Keil, Institut für Geschichte der Medizin

15. Mai: "Der Mathematiker Emil Hilb (1882 - 1929)", Prof. Dr. Hans-Joachim Vollrath, Mathematisches Institut

12. Juni: "Der Physiker und Nobelpreisträger Wilhelm Wien (1864 - 1928)", Prof. Dr. Gottfried Landwehr, Physikalisches Institut

17. Juli: "Der Germanist Matthias von Lexer (1830 - 1892)", Prof. Dr. Horst Brunner, Institut für deutsche Philologie

13. November: "Der Rechtswissenschaftler und Romanautor Felix Dahn (1834 - 1912)", Prof. Dr. Dietmar Willoweit, Institut für deutsche und bayerische Rechtsgeschichte

4. Dezember: "Der Alttestamentler Johann Ferdinand Hehn (1873 - 1932)", Prof. Dr. Klaus Wittstadt, Institut für Historische Theologie

Vortragsreihe des Theodor-Boveri-Instituts für Biowissenschaften mit auswärtigen und ausländi-

schen Referenten von Januar bis Juli, Leitung: Prof. Dr. Werner Goebel

27. November: "Rund 100 Jahre Erfinder- und Urheberrecht - vom nationalen zum internationalen Schutz des „geistigen Eigentums“", Prof. Dr. Hans Forkel, Institut für bürgerliches Recht und Handelsrecht

Fachtagungen, Kongresse, Symposien, Kolloquien

14. Januar: "Tumorerkrankungen des Gastrointestinaltraktes - Diagnostische und therapeutische Aspekte", Tagung der Medizinischen Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Klaus Wilms

17./18. Februar: 9. Wissenschaftliche Arbeitstagung der DGA, Fachtagung, Institut für Anästhesiologie, Leitung: Prof. Dr. Karl Heinz Weis

18. Februar: "Amyotrophe Lateralsklerose und andere Erkrankungen des Motoneurons", Patientenforum, Neurologische Klinik und Poliklinik, Leitung: PD Dr. Günter Ochs

20./21. Februar: Sitzung des Plenums der Hochschulrektorenkonferenz in Würzburg

22. Februar: "Stellenwert der autologen Transplantation peripherer Blutstammzellen in der Therapie maligner Erkrankungen", Fortbildungsveranstaltung im Rahmen des Tumorzentrums, Leitung: Prof. Dr. Klaus Wilms

4. März: "Amputationsverletzungen der Hand", Fortbildungsveranstaltung der Plastischen Chirurgie und Handchirurgie, Chirurgische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Peter Eckert

6./7. März: "Optische Signalverarbeitung", DFG-Kolloquium, Physikalisches Institut, Veranstalter: Prof. Dr. Alfred Forchel, Physikalisches Institut

15. bis 17. März: "Klinisch-anatomischer Kurs - Nasennebenhöhlen/Schädelbasis", Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Leitung: PD Dr. Jan Pahnke

18. März: "Bedeutung der Röntgendiagnostik in der Urologie", 14. Nordbayerische Fortbildungstagung für Schwestern, Pfleger und Arzthelferinnen im Fachgebiet Urologie, Urologische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Hubert Frohmüller

25. März: "Klinisch-neurophysiologisches Seminar", Neurologische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Karlheinz Reiners

1. April: "Das vordere Kreuzband", Veranstaltung des Lehrstuhls für Orthopädie, Leitung: Prof. Dr. Jochen Eulert

24. bis 26. April: "Mikrochirurgie des Ohres", Operationskurs, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Leitung: Prof. Dr. Jan Helms, PD Dr. Rudolf Hagen

26. bis 29. April: "XXIV. Wissenschaftliche Tagung der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie", Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Leitung: Prof. Dr. Andreas Warnke

27./28. April: Wullstein Symposium "Implantate in der Ohrchirurgie", Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Leitung: Prof. Dr. Jan Helms, PD Dr. Götz Geyer

5. Mai: "Forensisch-psychiatrische Beurteilung von Straftaten", Symposium, Institut für Rechtsmedizin, Leitung: Prof. Dr. Ernst Schulz

6. Mai: "27. Fortbildungstagung der Medizinischen Poliklinik", Leitung: Prof. Dr. Klaus Wilms

11. Mai: 413. Stiftungsfest der Universität Würzburg in der Neubaukirche

15. bis 17. Mai: "Euroceptor-Meeting", Symposium, Institut für Pharmakologie und Toxikologie, Leitung: Prof. Dr. Martin Lohse

19. Mai: "Untersuchung nichtkristalliner Stoffe mit Röntgenbeugung und Röntgenspektroskopie", Vortragsveranstaltung im Rahmen der GDCh, Prof. Bertagnolli, Institut für Physikalische Chemie, Universität Stuttgart

26./27. Mai: "Seelische Aspekte körperlicher Erkrankungen", Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Psychologie, Institut für Psychotherapie und med. Psychologie, Leitung: Prof. Dr. Hermann Lang

8. bis 10. Juni: "Tag der Funktionentheorie", Wissenschaftliche Tagung, Mathematisches Institut, Leitung: Prof. Dr. Stephan Ruscheweyh

9. Juni: "6. FORMAT-Treffen", Forum zu Aspekten der Theoretischen Informatik, Informatik Institute der Universitäten Darmstadt, Frankfurt, Kassel und Würzburg, Lehrstühle Informatik II/IV der Universität Würzburg, Leitung: Prof. Dr. Jürgen Albert

15./16. Juni: "Molecular pathogenesis of fungal infections", Workshop über pathogene Pilze, Zentrum für Infektionsforschung, Leitung: Prof. Dr. Jörg Hacker, Prof. Dr. Jürgen Heesemann

17. Juni: "Diagnostik und Therapie der Hodentumoren", Symposium, Urologische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Hubert Frohmüller

21. Juni: "Retinoide in der Dermatologie", Dermatologisches Kolloquium der Würzburger Dermatologischen Gesellschaft, Leitung: Prof. Dr. Eva Bettina Bröcker, Prof. Dr. Henning Hamm

21. bis 24. Juni: 3. Würzburger Cochlear-Implant-Workshop, Fortbildungstagung, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Leitung: Dr. Joachim Müller

28. Juni: "Therapeutische Probleme bei Epilepsie", 4. Epilepsieseminar der Neurologischen Klinik und Poliklinik, der Kinderklinik und Poliklinik sowie des Juliusspitals Würzburg, Leitung: Prof. Dr. Klaus Viktor Toyka, Dr. Hans Molitor, Dr. Thomas Dorn

12. Juli: Interdisziplinäres Kolloquium der Informatik und Radiologie, Institut für Röntgendiagnostik/Institut für Informatik/Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie

15. Juli: "Bildgebende Verfahren in der HNO-Praxis", Fortbildung für HNO-Ärzte, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Leitung: Prof. Dr. Jan Helms

27. August bis 1. September: "10th International Congress of Radiation Research", Physikzentrum, Präsident: Prof. Dr. U. Hagen, Neuherberg

7. bis 9. September: 30. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie gemeinsam mit der 5. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Neuroradiologie, Abteilung für Neuroradiologie in der Kopfklinik, Präsident: Prof. Dr. Maschallah Nadjmi

11. bis 13. September: "First European Congress of Virology", Institut für Virologie und Immunbiologie, Leitung: Prof. Dr. Volker ter Meulen

21. bis 23. September: "Strahlenschutz in der pädiatrischen Radiologie - aktueller Stand", Fortbildungskurs der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie, Kinderklinik und Poliklinik, Leitung: Dr. Alfred Eldad Horwitz

24. bis 27. September: Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biophysik, Lehrstuhl für Experimentelle Physik V (Biophysik), Veranstalter: Prof. Dr. Axel Haase, Physikalisches Institut

28. bis 30. September: "Irradiation and melanoma", Herbsttagung der EORTC-Melanoma Cooperative Group, Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten, Leitung: Prof. Dr. Eva Bettina Bröcker

4. bis 6. Oktober: Arbeitstagung der Anatomischen Gesellschaft, Anatomisches Institut, Leitung: Prof. Dr. Detlev Drenckhahn

4. bis 6. Oktober: 47. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), Institut für Hygiene und Mikrobiologie, Leitung: Prof. Dr. Jürgen Heesemann

5. Oktober: "Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen", Seminar für Bauingenieure, Süddeutsches Baustoff-Forum der LGA Würzburg

6./7. Oktober: IV. Symposium Stiftung Coloplastik, Chirurgische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Arnulf Thiede, Prof. Dr. Peter Eckert, Elisabeth Rüdinger

11. bis 13. Oktober: "Molecular Basis of Cellular communication", Symposium des Sonderforschungsbereichs 176

12. bis 15. Oktober: "Rheumatologie in Klinik und Praxis", XXXVI. Fortbildungstagung des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft medizinischer Assistenzberufe für Rheumatologie, Leitung: Prof. Dr. Dieter Wessinghage, Bad Abbach

20./21. Oktober: "Depressive Syndrome. Prävention und Therapie", 4. Würzburger Therapeutische Gespräche, Symposion, Psychotherapeutisches Kolleg Würzburg/Nordbayern, Leitung: Prof. Dr. Gerhardt Nissen

22. bis 24. Oktober: Statusseminar der Lehrstühle und Institute des Biozentrums in Verbindung mit einem internationalen Symposium, Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften (Biozentrum), Leitung: Prof. Dr. Werner Goebel

24. Oktober: "Spezifische Immunabsorptionsverfahren - Eine Alternative zur Plasmaaustauschbehandlung", Symposium, Abteilung für Transfusionsmedizin und Immunhaematologie

26. bis 28. Oktober: "Genes Controlling Growth of Normal and Malignant Cells", Internationales Symposium des Sonderforschungsbereich 165, Organisation: Prof. Dr. Manfred Schartl, Prof. Dr. Ulf Rapp

27. bis 29. Oktober: "XV. Würzburger medizinhistorisches Kolloquium", Würzburger medizinhistorische Gesellschaft e.V., Institut für Geschichte der Medizin, Leitung: Prof. Dr. Gundolf Keil

28. Oktober bis 1. November: "Schlesien 1918-1922", Gerhard Möbus-Institut für Schlesienforschung e.V. an der Universität Würzburg, Historische Kommission für Schlesien, Stiftung Kulturwerk Schlesien, Symposium in Jauernick bei Görlitz, Leitung: Prof. Dr. Peter Herde

1. bis 4. November: "El joven Unamuno en su epoca", Internationales Kolloquium, Institut für romanische Philologie, Veranstalter: Prof. Dr. Theodor Berchem/Prof. Dr. Hugo Laitenberger

4. November: "Klinisch-neurophysiologisches Seminar", Neurologische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Karlheinz Reiners

9. bis 11. November: "Second congress of the european society for clinical neuropharmacology", Psychiatrische Klinik und Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Peter Riederer

15. bis 17. November: "Fortschritt als Schicksal?", 8. Würzburger Symposium, Podiumsdiskussion der Universität Würzburg und des Ernst Klett Schulbuchverlages, Stuttgart, im Rahmen des Studium generale

25. November: "Neue diagnostische und therapeutische Methoden in der Kardiologie", Medizinische Poliklinik, Leitung: Prof. Dr. Klaus Wilms

7. Dezember: "Theologie der Schöpfung und Naturwissenschaft", Vortrag mit Podiumsdiskussion. Referent: Prof. Dr. Wolfhart Pannenberg (München). Diskussteilnehmer: Dr. Martin Heisenberg/Würzburg (Genetik), Dr. Otto E. Rössler/Tübingen (Chaosforschung); Moderation: Prof. Dr. Alexandre Ganoczy, Lehrstuhl für Dogmatik, Universität Würzburg

7./8. Dezember: 3. Internationale Wissenschaftliche Tagung des Arbeitskreises Biologische Kinder- und Jugendpsychiatrie, Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Leitung: Prof. Dr. Andreas Warnke

Weitere Veranstaltungen

Mai bis Juli: "Der gläserne Mensch. Röntgenstrahlen und die Geschichte der Wahrnehmung", Oberseminar, Institut für deutsche Philologie, Leitung: Prof. Dr. Günter Hess

Kinder- und jugendpsychiatrische Nachmittage, Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, vier Tagungstermine über das Jahr verteilt, Leitung: Prof. Dr. Andreas Warnke

Mittwochs-Kolloquien der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie: Acht Vortragsabende über das Jahr verteilt, Leitung: Prof. Dr. Jürgen Warnke

Röntgenmedaille der Universität Würzburg

Auf der Vorderseite dieser offiziellen Medaille der Universität zum 100. Jahrestag der Entdeckung findet sich im Hintergrund des Röntgenportraits das Weichbild der Stadt Würzburg nach einem Photo, das der leidenschaftliche Photograph W. C. Röntgen zur Zeit der Entdeckung von der linken Mainseite aufgenommen hat. Röntgen arbeitete in seinem Labor in Würzburg mit verschiedenen Entladungsröhren. Es ist nicht mehr festzustellen, welche Röhre Röntgen bei der Entdeckung benutzte. Er vermachte in seinem Testament den größten Teil der von der Entdeckung verbliebenen Gerätschaften dem Physikalischen Institut der Universität Würzburg. Darunter befinden sich auch einige von Röntgen benutzte Röhren. Auf der Rückseite der Medaille ist der klassische Typ einer



Röntgenröhre (nach F. Voltz und F. Zacher) abgebildet, wie er in der Frühzeit nach der Entdeckung auch für medizinische Anwendungen verwendet wurde. Die Medaillen

wurden in Feinsilber, Feingold und Bronze ausgeprägt. Der Verkauf wurde von der Städtischen Sparkasse Würzburg und der Universität Würzburg durchgeführt.

Autorenverzeichnis

Aschenbach Bernd, Dr., Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, München
Beck Andreas, PD Dr. Dr., Spitalstiftung Konstanz
Berchem Theodor, Prof. Dr. Dr. h.c. mult., Präsident der Universität Würzburg
Bötsch Wolfgang, Dr., Bundesminister für Post und Telekommunikation, Bonn
Frohmüller Hubert, Prof. Dr., Urologische Klinik und Poliklinik, Universität Würzburg
Frühwald Wolfgang, Prof. Dr., Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft
Haase Axel, Prof. Dr., Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Hahn Dietbert, Prof. Dr., Institut für Röntgendiagnostik, Universität Würzburg
Herzog Roman, Prof. Dr., Bundespräsident
Hess Günter, Prof. Dr., Institut für deutsche Philologie, Universität Würzburg
Hüppe Michael, Dr., Institut für Psychologie, Universität Würzburg
Ingelheim Albrecht Graf von, Vorsitzender des Universitätsbundes, Würzburg
Janke Wilhelm, Prof. Dr., Institut für Psychologie, Universität Würzburg
Janssen Walter, Prof. Dr., Institut für Archäologie sowie Vor- und Frühgeschichte, Universität Würzburg
Keil Gundolf, Prof. Dr., Institut für Geschichte der Medizin, Universität Würzburg
Klinger Rudolf, Staatssekretär im Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, München
Klitzing Klaus von, Prof. Dr., Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
Klump Rainer, Prof. Dr., Volkswirtschaftliches Institut, Universität Würzburg
Kohorst Erwin, Dr., Präsident der Industrie- und Handelskammer Würzburg-Schweinfurt
Landwehr Gottfried, Prof. Dr., Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Lemmerich Jost, Konzeption, Organisation und Durchführung der Ausstellung "100 Jahre Röntgenstrahlen"
Macht Michael, Dr., Institut für Psychologie, Universität Würzburg
Mälzer Gottfried, Dr., Leiter der Universitätsbibliothek Würzburg
Müller Jürgen, Dr., Bad Homburg
Preh Rosemarie, Dipl. Ing. Walter Preh-Stiftung, Bad Neustadt
Przybylski Alfred, Dr., Beauftragter der Universität Würzburg für das Röntgenjahr
Röhler-Ertl Olav, Dr. Dr., Anthropologische Staatssammlung, München
Schedel Angelika, Literaturwissenschaftlerin, Erlabrunn
Scheer Max, em. Prof. Dr., Physikalisches Institut, Universität Würzburg
Wagner Ulrich, Dr., Leiter des Stadtarchivs Würzburg
Weber Jürgen, Oberbürgermeister der Stadt Würzburg
Wessinghage Dieter, Prof. Dr., Bad Abbach
Zauzich Karl-Theodor, Prof. Dr., Institut für Ägyptologie, Universität Würzburg
Zehetmair Hans, Stellvertreter des Ministerpräsidenten und Bayerischer Staatsminister für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst

Fotonachweis

Schwarzott Norbert /Main-Post:	7
Obermeier Thomas/Volksblatt:	2
FZB-Ateliers, Gerchsheim	3
Herrmann Marion	3
Düll Georg	1
Farbfotos: Hans Heer	16

