WILHELM CONRAD RÖNTGEN

1895 – 2020

EINE AUSSTELLUNG DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Am Sonntag, den 8. November, jährt sich zum 125. Mal einer der größten Momente in der Geschichte der Wissenschaft: Im Labor des Physikers Wilhelm Conrad Röntgen an der Universität Würzburger schimmert ein beschichtetes Papier in der Dunkelheit: Die Röntgenstrahlen betreten die Bühne der Menschheit.

Diese »neue Art von Strahlen« haben nicht nur unmittelbar ein Fenster in das bislang unsichtbare Innere des menschlichen Körpers geöffnet und dadurch die Existenz eines völlig neuen medizinischen Fachgebietes begründet, der Radiologie. Dank ihrer Hilfe blicken wir heute auch in die verborgensten Strukturen, die unsere Welt bilden. Und sie verschaffen uns tiefe Einblicke in die Dimensionen des Universums fern unserer Vorstellungskraft.

Die schier unendlichen Möglichkeiten der Röntgenstrahlen werden seit ihrer Entdeckung weltweit intensiv erforscht und genutzt. Wilhelm Conrad Röntgen, der in diesem Jahr 175 Jahre alt geworden wäre, wäre sicherlich verblüfft darüber, wie viele Anwendungsfelder seine Entdeckung heutzutage eröffnet.

Mit dieser Ausstellung und verschiedenen Veranstaltungen gedenkt die Universität Würzburg ihrem berühmten Wissenschaftler und seiner bahnbrechenden Erfindung im doppelten Röntgen-Jubiläumsjahr 2020.

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN X RAY

RÖNTGENS AUSBILDUNG

KINDHEIT UND JUGEND

Am 27. März 1845 kommt Wilhelm Conrad Röntgen im idyllischen Lennep nahe Remscheid im Bergischen Land zur Welt. Drei Jahre später ziehen seine Eltern, Tuchhändler Friedrich Conrad und Charlotte Constanze, in die Niederlande, die Heimat der Mutter. In Apeldoorn nehmen sie die niederländische Staatsbürgerschaft an.

Mit 17 Jahren geben die Eltern ihren Sohn zu einer in Utrecht lebenden befreundeten Familie in Pension, damit er dort die »Technische Schule« absolvieren kann. Hier kommt Röntgen zum ersten Mal mit der Naturwissenschaft in Kontakt.

Aber seine Schullaufbahn findet ein jähes Ende. Die Karikatur eines Klassenlehrers wird ihm zum Verhängnis. Irrtümlich für den Urheber gehalten, verweigert Röntgen die Nennung des wahren Schuldigen – ein Verweis ist die Folge, Röntgen muss die Schule ohne Abschluss verlassen.

Röntgen mit seinen Eltern, Charlotte Constanze und Friedrich Conrad, Utrecht, 1862

OHNE ABITUR AN DIE UNIVERSITÄT

Ohne Abitur bleibt ihm der Zugang zu einem regulären Studienplatz an einer niederländischen oder deutschen Universität verwehrt.

Das fehlende Abitur hält Röntgen nicht davon ab, zwei Semester an der Universität Utrecht als Gasthörer Kurse in Chemie, Physik, Zoologie und Botanik zu belegen.

Im Wintersemester 1865 wechselt er an das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich, die heutige ETH Zürich. Dort werden Bewerber nach einer erfolgreichen Aufnahmeprüfung auch ohne Abitur zum Studium zugelassen. Röntgen wird aufgrund seines »reiferen Alters« von 20 Jahren und seiner »vortrefflichen Zeugnisse namentlich in den mathematischen Fächern der technischen Schule in Utrecht« prüfungsfrei aufgenommen.

Röntgen schreibt sich als ordentlicher Student ein und studiert Mechanik, was heute der angewandten Mathematik entspricht. Als Wahlfächer belegt er Vorlesungen über Ästhetik.

Er genießt die Studienzeit in vollen Zügen und erhält im August 1868 mit 23 Jahren sein Diplom als Maschinenbauingenieur. Die Abschlussprüfung schließt er sogar mit Bestnoten ab.

Röntgen als Student in Zürich, 1868

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAY

»KURZ UND GUT, MIT 24 JAHREN UND SO HALB UND HALB SCHON VERLOBT, FING ICH DANN AN, PHYSIK ZU STUDIEREN UND ZU TREIBEN. IHR BLIEB ICH TREU.«

(RÖNTGEN AN MARGRET BOVERI, 12.07.1919)

FORSCHER-KARRIERE MIT HINDER-NISSEN

Promoviert werden kann Röntgen nur an der Universität Zürich. Von Seiten des Polytechnikums wird seine Promotion betreut durch den jungen Physikprofessor August Kundt. Röntgen absolviert bei ihm ein physikalisches Aufbaustudium und wird später sein Assistent.

Eine theoretische Untersuchung über physikalische Zusammenhänge zwischen Volumen und Temperatur von Gasen bildet den Kern seiner Dissertation, mit der er nur ein Jahr später, im Juni 1869, die Doktorwürde der Philosophie erhält.

Im Frühjahr 1870 kommt Röntgen zum ersten Mal nach Würzburg: Begeistert von der Gewissenhaftigkeit und Begabung seines Schützlings nimmt Kundt ihn nach seiner Berufung an die Universität Würzburg mit als – unbezahlten - Assistenten.

Beruflich scheint Röntgen in einer Sackgasse festzustecken: Seine von ihm angestrebte und von Kundt unterstützte Habilitation an der Universität Würzburg scheitert – ihm fehlt das Abitur als eine der nötigen Voraussetzungen.

Röntgen (rechts) im Kreis seiner Kommilitonen, circa 1868

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAY

WISSEN-
SCHAFTLICHE
WANDERJAHRE

Uni Gießen, 1879

IN GIESSEN GELINGT IHM DURCH AKRIBISCHE ARBEIT DER NACHWEIS DES SOGENANNTEN »VERSCHIEBUNGSSTROMS«.

Ausgerechnet der Deutsch-Französische Krieg 1870 - 71 bringt für Röntgen die Wende: Die französische Akademie in Straßburg wird in eine Reichsuniversität umgewandelt – und sein Mentor August Kundt nimmt einen Ruf von dort an.

Röntgen folgt ihm erneut und kann in Straßburg Anfang 1874 auf besonderen Antrag endlich die Lehrbefugnis erwerben, er ist neunundzwanzig Jahre alt.

So steht einer Anstellung als Privatdozent nichts mehr im Wege. Nach einer akademischen Zwischenstation an der kleinen Hohenheimer Akademie bei Stuttgart kehrt Röntgen 1876 an die Universität Straßburg zurück. Im selben Jahr kann er die Drehung der Polarisationsebene des Lichts in Gasen nachweisen. Hierum hatten sich zuvor Michael Faraday und andere vergeblich bemüht.

Er erforscht weiter mit Kundt den Einfluss von polarisiertem Licht auf Gase und Dämpfe.

Diese Zusammenarbeit endet erst, als Röntgen 1879 eine Stelle als ordentlicher Professor in Gießen annimmt. Hier gelingt ihm durch akribische Arbeit der Nachweis des von James C. Maxwell als Teil von dessen elektrodynamischer Theorie (Maxwells Gleichungen) vorhergesagten Verschiebungsstroms. Hiermit setzt Röntgen einen zentralen Meilenstein in der Elektrodynamik und wird zu einem weltweit angesehenen Physiker.

Julius-Maximilians
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG

RÖNTGEN
RAT

RÖNTGENS BERUFUNG NACH WÜRZBURG

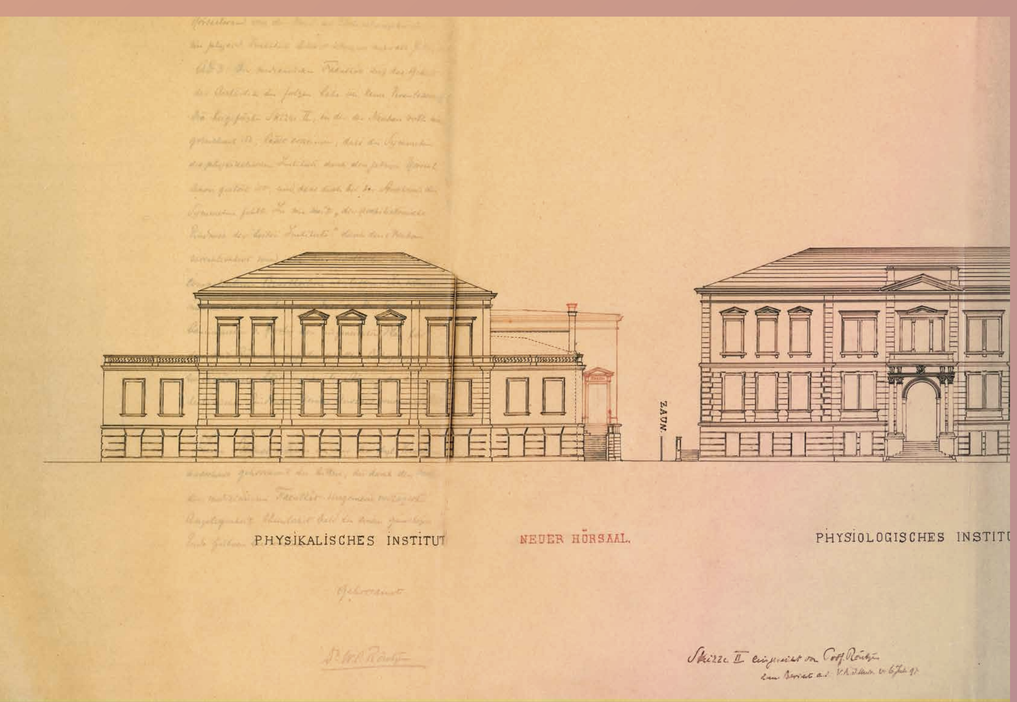
Röntgens Berufung nach Würzburg ist umfangreich dokumentiert: Im März 1888 legt die Universität eine Liste möglicher Nachfolger für den scheidenden Lehrstuhlinhaber Friedrich Kohlrausch fest und Röntgen erhält die Stelle.

Am 1. Oktober 1888 tritt Röntgen die Stelle als Professor für Experimentalphysik und Direktor des Physikalischen Instituts an, Berufungen an die Universitäten Jena und Utrecht hatte er abgelehnt.

Zwölf Jahre ist Röntgen in Würzburg tätig, nimmt Ämter in verschiedenen Gremien wahr und ist 1893 und 1894 Rektor der Universität.

Röntgen als Rektor, ca. 1893

Fassade des Physikalischen Instituts mit Ergänzungen für den neuen Vorlesungssaal auf der linken Seite durch Röntgen, 6. Juli 1897

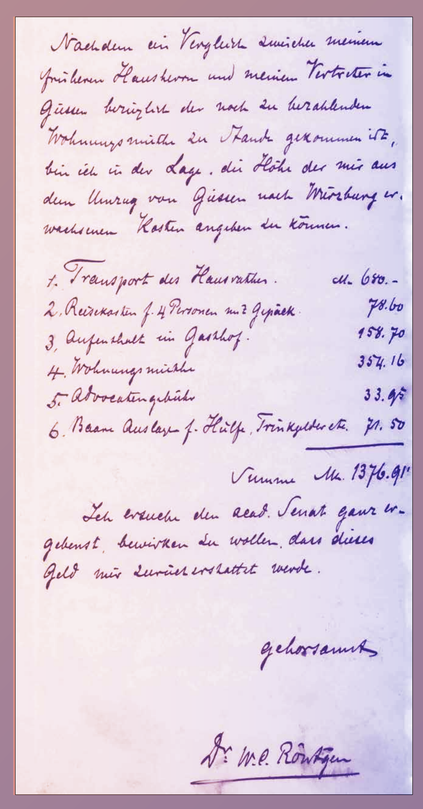


VOM »PHYSIKALISCHEN CABINET« ZUR FORSCHUNG AUF SPITZENNIVEAU

Röntgens Vorgänger, Friedrich Kohlrausch, wirkt im »Physikalischen Cabinet« in der Alten Universität. Er empfindet die Räumlichkeiten zunehmend als unzureichend. Daher entwirft er ein neues Institutsgebäude am Pleicher Ring (heute Röntgenring), das 1879 gebaut wird. Darin gibt es zwei Hörsäle (darunter ein Auditorium für bis zu 240 Personen), Laboratorien für bis zu 40 Praktikanten und ein Privatlabor mit Schreibzimmer für den Ordinarius sowie Wohnungen für Institutsleitung, Assistenten und Bedienstete. Die Räume erhalten eine eigenständige Stromversorgung durch einen gasbetriebenen Dynamo und sind gemäß des damaligen Standards für Präzisionsmessungen eingerichtet und gegen Temperaturschwankungen, Erschütterungen oder Magnetfelder isoliert.

So findet Röntgen in Würzburg ein hochmodernes Institut vor, das mit einer Ausstattung auf Weltniveau glänzt.

Der auf die Bedürfnisse der experimentellen Physik ausgerichtete Bau sowie die Anschaffung von Geräten durch Röntgen bilden die Grundlagen für seine eigenen bahnbrechenden Entdeckungen – und die Arbeiten seiner Nachfolger. Dank der Forschungen Röntgens und später Wilhelm Wiens erlangt die Würzburger Physik Weltrang.



Nachdem ein Vergleich zwischen meinem früheren Hauswirth und meinem Vertreter in Gießen bezüglich der noch zu bezahlenden Wohnungsmiethe zu Stande gekommen ist, bin ich in der Lage, die Höhe der mir aus dem Umzug von Gießen nach Würzburg erwachsenen Kosten angeben zu können.

1. Transport des Hausrathes.	ca. 650.–
2. Reisekosten f. 4 Personen mit Gepäck	78.60
3. Aufenthalt im Gasthof.	158.70
4. Wohnungsmiethe	354.16
5. Advocatengebühr	33.95
6. Baare Auslagen f. Hülfe, Trinkgelder etc.	71.50
Summe	Mk. 1376.91

Ich ersuche den verehr. Senat ganz ergebenst, bewirken zu wollen, dass dieses Geld mir zurückerstattet werde.

gehorsamst

Dr. W. C. Röntgen

Röntgens Antrag auf Erstattung der Kosten des Umzugs von Gießen nach Würzburg, 1888

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN X RAY

PHYSIK IN WÜRZBURG – EINE LANGE TRADITION

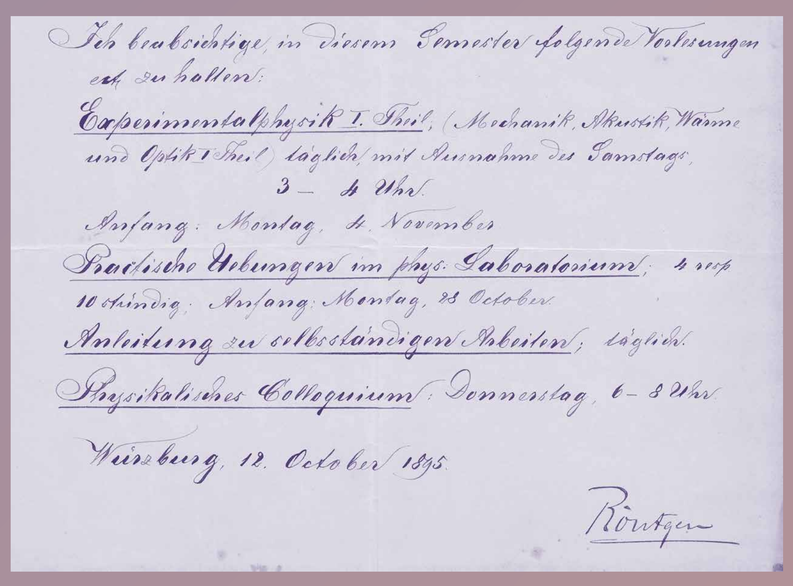
Die Forschung und Lehre in der Physik haben an der Universität Würzburg eine lange Tradition: 1628 wird der berühmte Universalgelehrte Athanasius Kircher nach Würzburg berufen. Neben anderen Bereichen beginnt er auch, sich mit Themen zu beschäftigen, die heute der Physik zugerechnet werden. In dieser Tradition wird 1749 ein Lehrstuhl für Experimentalphysik in Würzburg errichtet.

Das Fach Physik ist zu dieser Zeit mehr durch Gedankenspiele und Theorien im Sinne aristotelischen Erkenntnisgewinns geprägt. Experimente dienen oft nur der Unterhaltung des Publikums. Im Laufe des 19. Jahrhunderts verändert sich die physikalisch-wissenschaftliche Methode: Erkenntnisgewinn durch systematische Beobachtungen von physikalischen Experimenten hält Einzug in die traditionelle Physik.

Rudolf Clausius bringt durch seine Berufung auf den Lehrstuhl der Alma Julia (1867 - 1869) die Grundlagen der modernen Physik nach Würzburg. Dank der hervorragenden Forschung und Lehre Friedrich Kohlrauschs (1875 - 1888) sowie des Bedeutungsgewinns der experimentellen Physik unter Wilhelm Conrad Röntgen steigen die Studierendenzahlen in den 1890ern rasant an.

Röntgen genießt die Zeit in Würzburg sehr. Er ist ein engagierter Dozent. Im späten 19. Jahrhundert zählt Würzburg etwa 60.000 Einwohner, mehr als 1.500 davon Studenten, von denen wiederum etwa 200 Vorlesungen über Physik hören.

Seine Zeit als akademischer Lehrer ist voll ausgefüllt. Er liest wöchentlich fünfstündig am Vormittag die ganze Experimentalphysik, am Nachmittag gibt er von Montag bis Freitag privatim Physik und kümmert sich darüber hinaus um das Praktikum sowie die Doktoranden.



Ich beabsichtige, in diesem Semester folgende Vorlesungen zu halten:

Experimentalphysik I. Theil, (Mechanik, Akustik, Wärme und Optik I Theil) täglich, mit Ausnahme des Samstags, 3 – 4 Uhr.

Anfang: Montag, 4. November

Practische Uebungen im phys. Laboratorium; 4 resp 10 stündig; Anfang: Montag, 28 October

Anleitung zu selbstständigen Arbeiten; täglich.

Physikalisches Colloquium: Donnerstag, 6 – 8 Uhr.

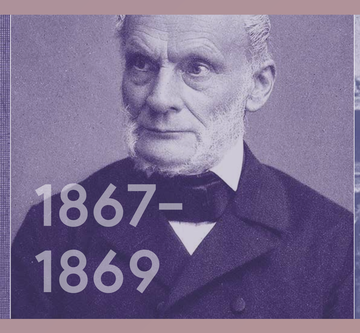
Würzburg, 12. October 1895.

Röntgen

Vorlesungsankündigung Röntgens für das Wintersemester 1895

BERÜHMTE PHYSIKER AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Athanasius Kircher, Universalgelehrter



Rudolf Clausius, formulierte den 2. Satz der Wärmelehre

August Kundt, entdeckte die Dispersion von Gasen

Friedrich Kohlrausch, verfasste das bis vor wenigen Jahren gültige Standardwerk zur Experimentalphysik

Wilhelm Conrad Röntgen, Erster Nobelpreis für Physik

Wilhelm Wien, Nobelpreis für Physik für seine Arbeit zur Wärmestrahlung

Klaus von Klitzing, Nobelpreis für Physik für die Entdeckung des Quanten-Hall-Effekts

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAT

EINE ENTDECKUNG REVOLUTIONIERT DIE WISSENSCHAFT

»ICH HATTE VON MEINER ARBEIT NIEMAND ETWAS GESAGT: MEINER FRAU TEILTE ICH NUR MIT, DASS ICH ETWAS MACH, VON DEM DIE LEUTE, WENN SIE ES ERFAHREN, SAGEN WÜRDEN: ›DER RÖNTGEN IST WOHL VERRÜCKT GEWORDEN‹.«

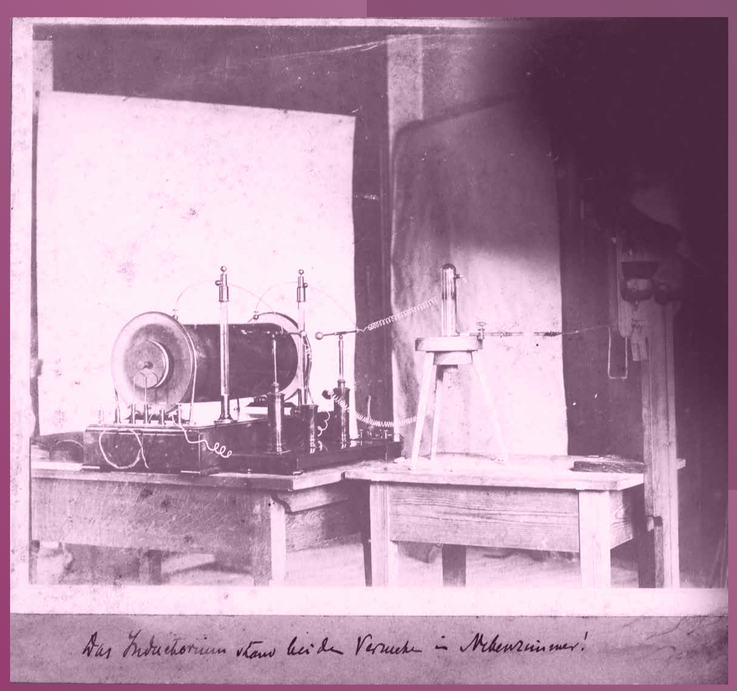
(RÖNTGEN IN EINEM BRIEF AN ZEHNDER, 1896)

In Würzburg beginnt Röntgen mit der systematischen Untersuchung von Gasentladungen mit Kathodenstrahlröhren. Dass die Versuchsröhre dabei im Inneren zu Leuchten beginnt, ist bekannt. Röntgen experimentiert mit unterschiedlichen Röhren, Materialien und Spannungen.

In seinem Experiment am Abend des 8. November 1895 erkennt er im Dunkeln plötzlich ein Schimmern außerhalb der Röhre auf einem etwas weiter entfernten Fluoreszenzschirm. Der Physiker geht der Sache systematisch nach, verdunkelt sein Labor und schirmt die Röhre mit schwarzem Karton ab. Dennoch bleibt das Schimmern auf dem Platincyanid-Schirm auch in unterschiedlichen Stellungen zur Röhre sichtbar. Röntgen schlussfolgert aus dem Phänomen eine unbekannte Strahlung, die er »X-Strahlen« nennt: eine Sternstunde der Wissenschaft!

Röntgen ist sich der Tragweite seiner Entdeckung sofort bewusst. Er erzählt niemandem davon und arbeitet unablässig und zurückgezogen von Familie und Kollegen in den nächsten Wochen in seinem Labor daran, Herkunft und Eigenschaften der geheimnisvollen Strahlen auf den Grund zu gehen. Seine Untersuchungen weisen einen ungewöhnlich hohen Grad an Genauigkeit auf und belegen seine hervorragenden experimentellen Fähigkeiten. Er stellt fest, dass die Strahlen einige Materialien wie Holz, Papier oder Glas gut durchdringen können, bestimmte Metalle hingegen nicht.

Da Röntgen verfügt, dass seine ausgesonderten Forschungsaufzeichnungen nach seinem Tod ungelesen zu vernichten sind, lassen nur die von ihm öffentlich gemachten Ergebnisse Rückschlüsse auf seine Experimente zu.



Versuchsaufbau
von Röntgen,
Herbst 1895

Julius-Maximilians
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG

RÖNTGEN
X
RAY

Das erste Röntgenbild der Geschichte fertigt Röntgen am 22. Dezember 1895 von der Hand seiner Frau Anna Bertha an.

DIE ERSTEN RÖNTGENAUFNAHMEN – BILDER, DIE DIE WELT STAUNEN LASSEN. RÖNTGEN HÖCHSTPERSÖNLICH FERTIGT DIE ZWEI WOHL BERÜHMTESTEN HANDAUFNAHMEN DER GESCHICHTE. OBWOHL ZWISCHEN DEN BEIDEN AUFNAHMEN NUR EIN ZEITRAUM VON VIER WOCHEN LIEGT, IST DER UNGEHEURE FORTSCHRITT IN DER AUFNAHMETECHNIK, DIE RÖNTGEN BESTÄNDIG VERFEINERT, MIT BLOSSEM AUGE ZU ERKENNEN.

Röntgenaufnahme der Hand von Professor Albert von Koelliker in der Sitzung der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg, 23. Januar 1896

Die beiden berühmten Hände an der Kaffeetafel vereint. Anna Bertha Röntgen und Albert von Koelliker, 1898, fotografiert von Wilhelm Conrad Röntgen.

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAY

WIE EIN LAUFFEUER

Die Entdeckung sorgt sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der wissenschaftlichen Welt rasch für Schlagzeilen. Am 28. Dezember 1895 übermittelt Röntgen nach mehrwöchiger intensiver Forschung seine Mitteilung »Über eine neue Art von Strahlen« mit dem Röntgenbild von der Hand seiner Frau an die Zeitschrift der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft in Würzburg.

Er selbst verschickt am Neujahrstag 1896 nahezu 100 Sonderdrucke, manche mit Fotografien im Anhang, an Freunde und Kollegen. Schon wenige Tage danach kann man in Berliner und Wiener Zeitungen über diese neue Entdeckung lesen. Während die Berliner Zeitung die Entdeckung Röntgens aus physikalischer Sicht beschreibt, spiegelt die Wiener Presse die Wahrnehmung der Menschen recht gut wider, bezieht sich nahezu ausschließlich auf die Fotografien und stellt bereits einen medizinischen Nutzen in Aussicht.

UNGEWOLLT IM RAMPENLICHT

Röntgen ist das überragende Medienecho eher unangenehm, er selbst sieht sich nicht gerne im Mittelpunkt. Der Bitte des naturwissenschaftlich begeisterten Kaisers Wilhelm II. nach einer Demonstration seiner Entdeckung kommt er trotzdem nach: Am 13. Januar 1896 empfängt ihn der Kaiser, um sich über die Entdeckung zu informieren.

Zehn Tage später hält Röntgen in Würzburg vor großem Publikum seinen einzigen öffentlichen Vortrag über die neuen Strahlen. Als Höhepunkt der Veranstaltung ersucht er seinen geschätzten Kollegen Albert von Koelliker um ein Röntgenbild. Dieser stellt bereitwillig seine Hand zur Verfügung. Von Koelliker kommt daraufhin der Vorschlag, die X-Strahlen nach ihrem Entdecker zu benennen. Das Publikum stimmt unter Ovationen zu.

Aus den Sitzungsberichten der Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft 1895.

W. C. Röntgen: Ueber eine neue Art von Strahlen.

(Vorläufige Mittheilung.)

1. Lässt man durch eine *Hittorf*'sche Vacuumröhre, oder einen genügend evacuirten *Lenard*'schen, *Crookes*'schen oder ähnlichen Apparat die Entladungen eines grösseren *Ruhmkorff*'s gehen und bedeckt die Röhre mit einem ziemlich eng anliegenden Mantel aus dünnem, schwarzem Carton, so sieht man in dem vollständig verdunkelten Zimmer einen in die Nähe des Apparates gebrachten, mit Bariumplatincyanür angestrichenen Papierschirm 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.

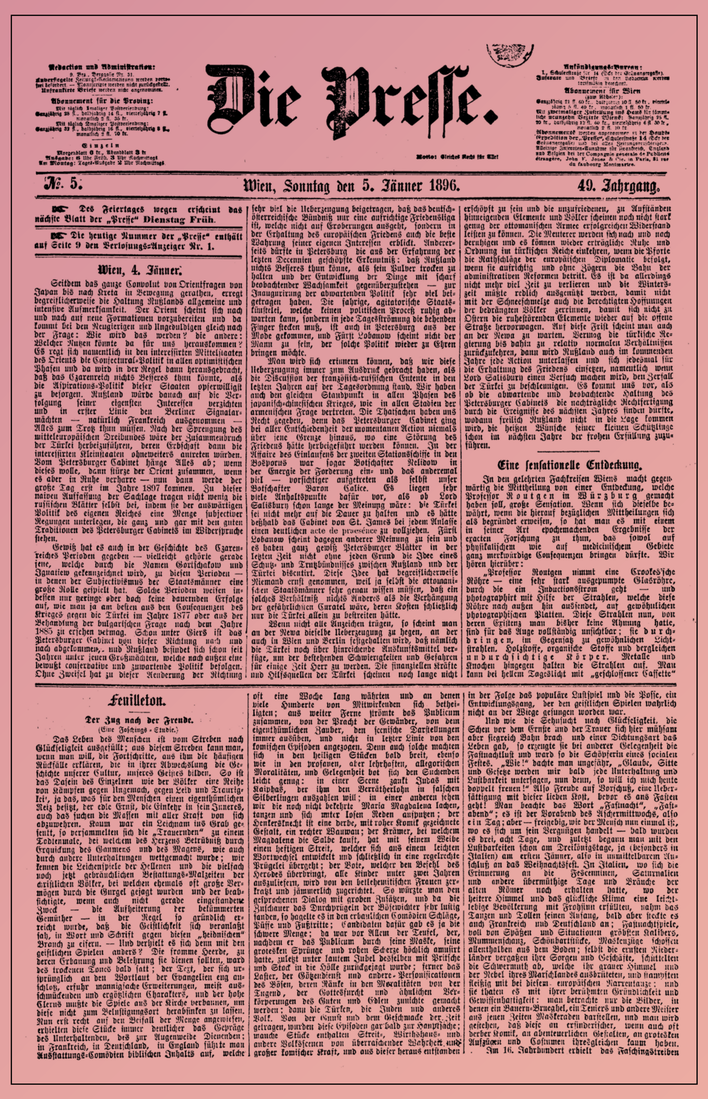
Man überzeugt sich leicht, dass die Ursache der Fluorescenz vom Entladungsapparat und von keiner anderen Stelle der Leitung ausgeht.

2. Das an dieser Erscheinung zunächst Auffallende ist, dass durch die schwarze Cartonhülse, welche keine sichtbaren oder ultravioletten Strahlen des Sonnen- oder des elektrischen Bogenlichtes durchlässt, ein Agens hindurchgeht, das im Stande ist, lebhafte Fluorescenz zu erzeugen, und man wird deshalb wohl zuerst untersuchen, ob auch andere Körper diese Eigenschaft besitzen.

Man findet bald, dass alle Körper für dasselbe durchlässig sind, aber in sehr verschiedenem Grade. Einige Beispiele führe ich an. Papier ist sehr durchlässig: [1]) hinter einem eingebundenen Buch von ca. 1000 Seiten sah ich den Fluorescenzschirm noch deutlich leuchten; die Druckerschwärze bietet kein merkliches Hinderniss. Ebenso zeigte sich Fluorescenz hinter einem doppelten Whistspiel: eine einzelne Karte zwischen Apparat

[1]) Mit „Durchlässigkeit" eines Körpers bezeichne ich das Verhältniss der Helligkeit eines dicht hinter dem Körper gehaltenen Fluorescenzschirmes zu derjenigen Helligkeit des Schirmes, welcher dieser unter denselben Verhältnissen aber ohne Zwischenschaltung des Körpers zeigt.

Röntgens erste Veröffentlichung "Über eine neue Art von Strahlen", 28. Dezember 1895



Die Presse.

Redaction und Administration: Praterstraße Nr. 21. Unfrankirte Briefe werden nicht angenommen.

Abonnement für die Provinz: Mit sofort. freier Postversendung: Ganzjährig 24 fl., halbjährig 12 fl., vierteljährig 7 fl. Mit sofort freier Postversendung: Ganzjährig 30 fl., halbjährig 15 fl., vierteljährig 8 fl., monatlich 2 fl. 50 kr.

Einzelnes Morgenblatt 6 kr. Abendblatt 3 kr. Redaktionsstunde: Täglich von 10 bis 11 Vormittags. Für Mittwoch: Sonn-Feiertags 10 Uhr Vormittags.

Nr. 5. Wien, Sonntag den 5. Jänner 1896. 49. Jahrgang.

Des Feiertages wegen erscheint das nächste Blatt der „Presse" Dienstag Früh.

Die heutige Nummer der „Presse" enthält auf Seite 9 den Verlosungs-Anzeiger Nr. 1.

Wien, 4. Jänner.

Seitdem das ganze Konvolut von Orientfragen von Janyn bis nach Kreta in Bewegung gerathen, erregt begreiflicherweise die Politik Aufsehen allgemeine und intensive Aufmerksamkeit. Der Orient scheint sich nach und nach auf neue Formationen vorzubereiten und da kommt bei den Neugierigen und Ungeduldigen gleichwohl der Frage: Wie wird das werden? die andere: Welcher Zustand könnte so für uns herauskommen? Es sagt sich namentlich in den unterrichteten Mittelkreisen des Orients die Gesetzestreu-Partei so allen optimistischen Phasen und da wird in der Regel dann herausgekehrt, daß das Gegenwärtige nichts Besseres thun könnte, als die Aspirationen Rußlands und Frankreichs allgemeine und intensive Aufmerksamkeit. Der Orient scheint sich nach und nach auf neue Formationen vorzubereiten und da kommt bei den Neugierigen und Ungeduldigen gleichwohl der Frage: Wie wird das werden? die andere: Welcher Zustand könnte so für uns herauskommen? Es sagt sich namentlich in den unterrichteten Mittelkreisen des Orients die Gesetzestreu-Partei so allen optimistischen Phasen und da wird in der Regel dann herausgekehrt, daß das Gegenwärtige nichts Besseres thun könnte, als die Aspirationen Rußlands und Frankreichs allgemeine und intensive Aufmerksamkeit zu besorgen. Anscheinend würde danach auf die Verfolgung seiner eigenen Interessen verzichten und in erster Linie den Beiden gleichstarken möchten — natürlich Frankreich ausgenommen — Alles zum Trotz thun müssen. Nach der Sprengung des mittelsteuropäischen Dreibundes wäre der Zusammenbruch der Türkei herbeigeführt, deren Erdbestand dann die interessirten Mächtegruppen abzuwechseln anreihen würden. Vom Petersburger Cabinet hänge Alles ab; wenn dieses wolle, dann könne der Orient gerettet, wenn es aber in Ruhe verharre — nun dann werde der große Tag erst im Jahre 1897 kommen. In dieser meiner Skizzirung der Lage dürfen Einige noch wenig historischen Blätter selbst bei, indem sie der auswärtigen Politik des einzigen Rußland eine Stimme, die bisherigen Regungen unterlegen, die ganz und gar mit den guten Traditionen des Petersburger Cabinets im Widerspruche stehen.

Gewiß hat es auch in der Geschichte des Zarenreiches Phasen gegeben — vielleicht gehörte gerade jene, welche durch die Namen Gortschakow und Ignatiew gekennzeichnet wird, zu dieser Periode — in denen das Cabinet von St. Petersburg einer eine große Rolle gespielt hat. Solche Periodien weisen indessen nur geringe oder doch keine bemerkenswerthen Erfolge auf, wie man so am ersten aus den Gestaltungen des Krieges gegen die Türkei im Jahre 1877 aber aus der Behandlung der bulgarischen Frage nach dem Jahre 1885 zu ersehen vermag. Schon unter Giers ist das Petersburger Cabinet von dieser Richtung nur wenig abgekommen, und Rußland behielt sich schon seit Jahren unter jenen Großmächten, welche nach außen eine bewußt conservative und zuwartende Politik betrieben. Ohne Zweifel hat zu dieser Aenderung der Richtung sehr viel die Uebergangung beigetragen, daß das deutsch-österreichische Bündniß zur eine aufrichtige Friedensliebe ist, welche nicht auf Eroberungen ausgeht, sondern in der Erhaltung des europäischen Friedens auch die beste Wahrung seiner eigenen Interessen erblickt. Unbezweifelt dürfte in Petersburg die auch der Erfahrung der letzten Decennien gebiegte Gewißheit, daß Rußland nichts Besseres thun könne, als sein Pulver trocken zu halten und der Entwicklung der Dinge mit scharf beobachtender Wachsamkeit gegenüberzustehen — zur Inangurirung der abwartenden Politik sehr viel beigetragen haben. Die jahrlangen, antitatischen Staatskünstlerei, welche keinen politischen Proceß ruhig abwarten kann, sondern in jede Tagesströmung die bebenden Finger tauchen muß, ist auch in Petersburg aus der Mode gekommen, und Fürst Lobanow scheint nicht der Mann zu sein, der solche Politik wieder zu Ehren bringen möchte.

Man wird sich erinnern können, daß wir diese Uebergangung immer zum Ausdruck gebracht haben, als die Diskussion der französisch-russischen Entente in den letzten Jahren auf der Tagesordnung fand. Wir haben auch den gleichen Standpunkt in allen Phasen des japanisch-chinesischen Krieges, wie in allen Stadien der armenischen Frage vertreten. Die Tatsachen haben uns Recht gegeben, denn das Petersburger Cabinet ging bei aller Entschiedenheit der unumstimmen Action niemals über eine Grenze hinaus, wo eine Störung des Friedens hätte herbeigeführt werden können. In der Affaire des Einlaufens der zweiten Staatsschiffe in den Bosporus war sogar Botschafter Nielidow in der Energie der Forderung eine und doch andererseits viel vorsichtiger aufgetreten als selbst unser Botschafter Baron Calice. Es liegen sehr viele Anhaltspunkte dafür vor, als ob Graf Lamsdorf schon lange der Meinung wäre: die Türkei sei nicht mehr auf die Dauer zu halten und es hätte schließlich das Cabinet von St. James bei jedem Anlaß einen beurtlichen acte de présence zu vollziehen. Fürst Lobanow scheint dagegen andere Mittel zu sein und es haben ganz gewiß Petersburger Blätter in der letzten Zeit nicht ohne jeden Grund die Idee eines Schutz- und Trutzbündnisses zwischen Rußland und der Türkei diskutirt. Diese Idee hat begreiflicherweise Niemand erst gemacht, weil in selbst die ottomanische Staatsmänner sehr genau wissen müssen, daß ein solches Verhältniß nichts Anderes als die Verhängung der gesetzlichen Carotel wäre, deren Kopfen schließlich nur die Türkei allein zu betreiten hätte.

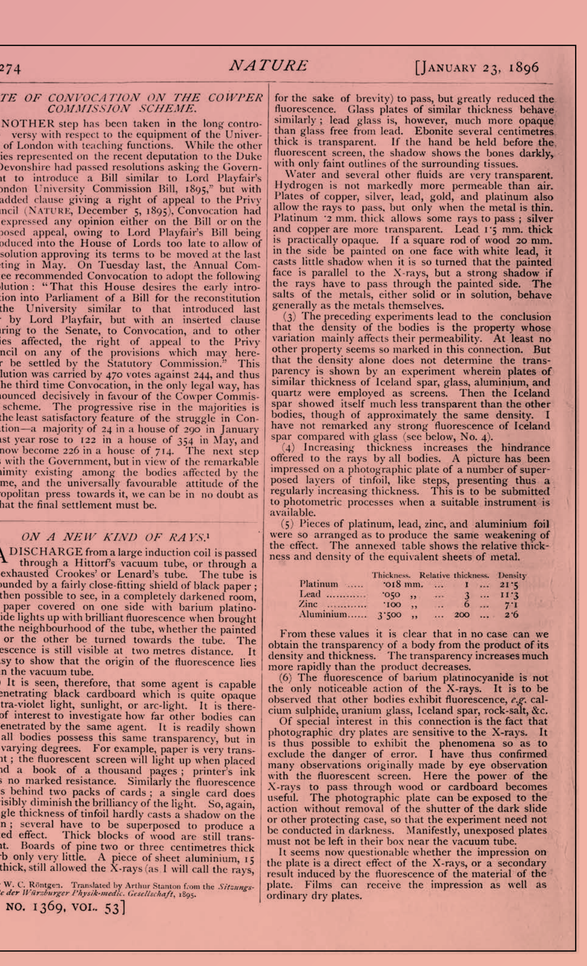
Wenn nicht alle Anzeichen trügen, so scheint man an der Newa dieselbe Ueberzeugung zu hegen, an der auch in Wien und Berlin festgehalten wird, daß nämlich die Türkei noch über hinreichende Auskunftsmittel verfügt, um der bestehenden Schwierigkeiten und Gefahren für einige Zeit Herr zu werden. Die finanziellen Anleihen und Aufsaugeilen der Türkei scheinen noch lange nicht erschöpft zu sein und die unzufriedenen, zu Aufständen kriegerischen Elemente und Völker scheinen noch nicht genug der ottomanischen Armee erfolgreichen Widerstand leisten zu können. Die Meinter werden sich noch und noch beruhigen und es können neuerdings Ruhe und Ordnung im türkischen Reiche einkehren, wenn die Pforte die Antikaliäge der europäischen Diplomatie beziehe, wenn sie aufrichtig und ohne Zögern die Sache der administrativen Reformen betreit. Es ist so allerdings nicht mehr viel Zeit zu verlieren und die Winterzeit wäre reblich ausgenützt werden, damit nicht mit der Schneeschmelze jene bereichtigen Erscheinungen der bedrängten Völker zerrinnen, damit sich nicht zu Ohren die rubeloseren Elemente wieder an die offene Straße herumtreiben. Auf diese Zeit scheint man auch an der Newa zu warten. Bezüglich der türkische Regierung bis dahin zu erleichtern, nämlich Verhältnisse zurückzuführen, kann wird Rußland auch im kommenden Jahre jede Aktion unterlassen und sich schonend für die Erhaltung des Friedens einsetzen, nämentlich wenn Lord Salisbury einen Versuch machen wird, den Zerfall der Türkei zu verschleunigen. Es kommt und wer, als ob die abwartende und beobachtende Haltung des Petersburger Cabinets die nächstnächste Nichtstellung durch die Zeit des nächsten Jahres finden würde, wodurch freilich Rußland nicht in die Lage kommen wird, die heißen Wünsche seiner Kleinen Gehüstinne schon im nächsten Jahre der frohen Erfüllung zuzuführen.

Eine sensationelle Entdeckung.

In den gelehrten Fachkreisen Wiens macht gegenwärtig die Mittheilung von einer Entdeckung, welche Professor Röntgen in Würzburg gemacht haben soll, große Sensation. Wenn sich dieselbe bewahrheiten sollte, so hat man es mit einem Ereignisse zu thun, das sowohl auf physikalischem wie auf medicinischem Gebiete ganz unerhörte Consequenzen bringen dürfte. Wir hören hierüber:

„Professor Röntgen nimmt eine Crookes'sche Röhre — eine sehr fest zugeschmolzene Glasröhre, durch die ein Inductionsstrom geht und photographirt mit Hilfe der Strahlen, welche diese Röhre nach außen hin aussendet, auf gewöhnlichen photographischen Platten. Diese Strahlen nun, von deren Existenz man bisher keine Ahnung hatte, sind für das Auge vollständig unsichtbar; sie durchdringen, im Gegensatz zu gewöhnlichen Lichtstrahlen, Holzkisten, organische Stoffe und dergleichen undurchsichtige Körper. Metalle und Knochen dagegen halten die Strahlen auf. Man kann bei hellem Tageslicht mit „geschlossener Cassette"

Der erste Pressebericht über die Röntgenbilder in der Wiener Presse, 5. Januar 1896



274 NATURE [JANUARY 23, 1896

VOTE OF CONVOCATION ON THE COWPER COMMISSION SCHEME.

ANOTHER step has been taken in the long controversy with respect to the equipment of the University of London with teaching functions. While the other bodies represented on the recent deputation to the Duke of Devonshire had passed resolutions asking the Government to introduce a Bill similar to Lord Playfair's "London University Commission Bill, 1895," but with an added clause giving a right of appeal to the Privy Council (NATURE, December 5, 1895), Convocation had not expressed any opinion either on the Bill or on the proposed appeal, owing to Lord Playfair's Bill being introduced into the House of Lords too late to allow of a resolution approving its terms to be moved at the last meeting in May. On Tuesday last, the Annual Committee recommended Convocation to adopt the following resolution: "That this House desires the early introduction into Parliament of a Bill for the reconstitution of the University similar to that introduced last year by Lord Playfair, but with an inserted clause securing to the Senate, to Convocation, and to other bodies affected, the right of appeal to the Privy Council on any of the provisions which may hereafter be settled by the Statutory Commission." This resolution was carried by 470 votes against 244, and thus for the third time Convocation, in the only legal way, has pronounced decisively in favour of the Cowper Commission scheme. The progressive party in Convocation, not the least satisfactory feature of the struggle in Convocation—a majority of 24 in a house of 290 in January of last year rose to 122 in a house of 354 in May, and has now become 226 in a house of 714. The next step rests with the Government, but in view of the remarkable unanimity existing among the bodies affected by the scheme, and the universally favourable attitude of the metropolitan press towards it, we can be in no doubt as to what the final settlement must be.

ON A NEW KIND OF RAYS.[1]

(1) A DISCHARGE from a large induction coil is passed through a Hittorf's vacuum tube, or through a well-exhausted Crookes' or Lenard's tube. The tube is surrounded by a fairly close-fitting shield of black paper; it is then possible to see, in a completely darkened room, that paper covered on one side with barium platinocyanide lights up and becomes fluorescence when brought into the neighbourhood of the tube, whether the painted side or the other be turned towards the tube. The fluorescence is still visible at two metres distance. It is easy to show that the origin of the fluorescence lies within the vacuum tube.

(2) It is seen, therefore, that some agent is capable of penetrating black cardboard which is quite opaque to ultra-violet light, sunlight, or arc-light. It is therefore of interest to investigate how far other bodies can be penetrated by the same agent. It is readily shown that all bodies possess this same transparency, but in very varying degrees. For example, paper is very transparent; the fluorescent screen will light up when placed behind a book of a thousand pages; printer's ink offers no marked resistance. Similarly the fluorescence shows behind two packs of cards; a single card does not visibly diminish the brilliancy of the light. So, again, a single thickness of tinfoil hardly casts a shadow on the screen; several have to be superposed to produce a marked effect. Thick blocks of wood are still transparent. Boards of pine two or three centimetres thick absorb only very little. A piece of sheet aluminium, 15 mm. thick, still allowed the X-rays (as I will call the rays, for the sake of brevity) to pass, but greatly reduced the fluorescence. Glass plates of similar thickness behave similarly; lead glass is, however, much more opaque than glass free from lead. Ebonite several centimetres thick is transparent. If the hand be held before the fluorescent screen, the shadow shows the bones darkly, with only faint outlines of the surrounding tissues.

Water and several other fluids are very transparent. Hydrogen is not markedly more permeable than air. Plates of copper, silver, lead, gold, and platinum also allow the rays to pass, but only when the metal is thin. Platinum ·2 mm. thick allows some rays to pass; silver and copper are more transparent. Lead 1·5 mm. thick is practically opaque. If a square rod of wood 20 mm. in the side be painted on one face with white lead, it casts little shadow when it is so turned that the painted face is parallel to the X-rays, but a strong shadow if the rays have to pass through the painted side. The salts of the metals, either solid or in solution, behave generally as the metals themselves.

(3) The preceding experiments lead to the conclusion that the density of the bodies is the property whose variation mainly affects their permeability. At least no other property seems so marked in this connection. But that the density alone does not determine the transparency is shown by an experiment wherein plates of similar thickness of Iceland spar, glass, aluminium, and quartz were employed as screens. Behind the Iceland spar showed itself much less transparent than the other bodies, though of approximately the same density. I have not remarked any strong fluorescence of Iceland spar compared with glass (see below, No. 4).

(4) Increasing thickness increases the hindrance offered to the rays by all bodies. A picture has been impressed on a photographic plate of a number of superposed layers of tinfoil, like steps, presenting thus a regularly increasing thickness. This is to be submitted to photometric processes when a suitable instrument is available.

(5) Pieces of platinum, lead, zinc, and aluminium foil were so arranged as to produce the same weakening of the effect. The annexed table shows the relative thickness and density of the equivalent sheets of metal.

	Thickness.	Relative thickness.	Density
Platinum	·018 mm.	... 1	... 21·5
Lead	·050 „	... 3	... 11·3
Zinc	·100 „	... 6	... 7·1
Aluminium.....	3·500 „	... 200	... 2·6

From these values it is clear that in no case can we obtain the transparency of a body from the product of its density and thickness. The transparency increases much more rapidly than the product decreases.

(6) The fluorescence of barium platinocyanide is not the only noticeable action of the X-rays. It is to be observed that other bodies exhibit fluorescence, *e.g.* calcium sulphide, uranium glass, Iceland spar, rock-salt, &c.

Of special interest in this connection is the fact that photographic dry plates are sensitive to the X-rays. It is thus possible to exhibit the phenomenon so as to exclude the danger of error. I have thus confirmed many observations originally made by eye observation with the fluorescent screen. Here the power of the X-rays to pass through wood or cardboard becomes useful. The photographic plate can be exposed to the action without removal of the shutter of the dark slide or other protecting case, so that the experiment need not be conducted in darkness. Manifestly, unexposed plates must not be left in their box near the column.

It seems now questionable whether the impression on the plate is a direct effect of the X-rays, or a secondary result induced by the fluorescence of the material of the plate. Films can receive the impression as well as ordinary dry plates.

[1] By W. C. Röntgen. Translated by Arthur Stanton from the *Sitzungsberichte der Würzburger Physik-medic. Gesellschaft*, 1895.

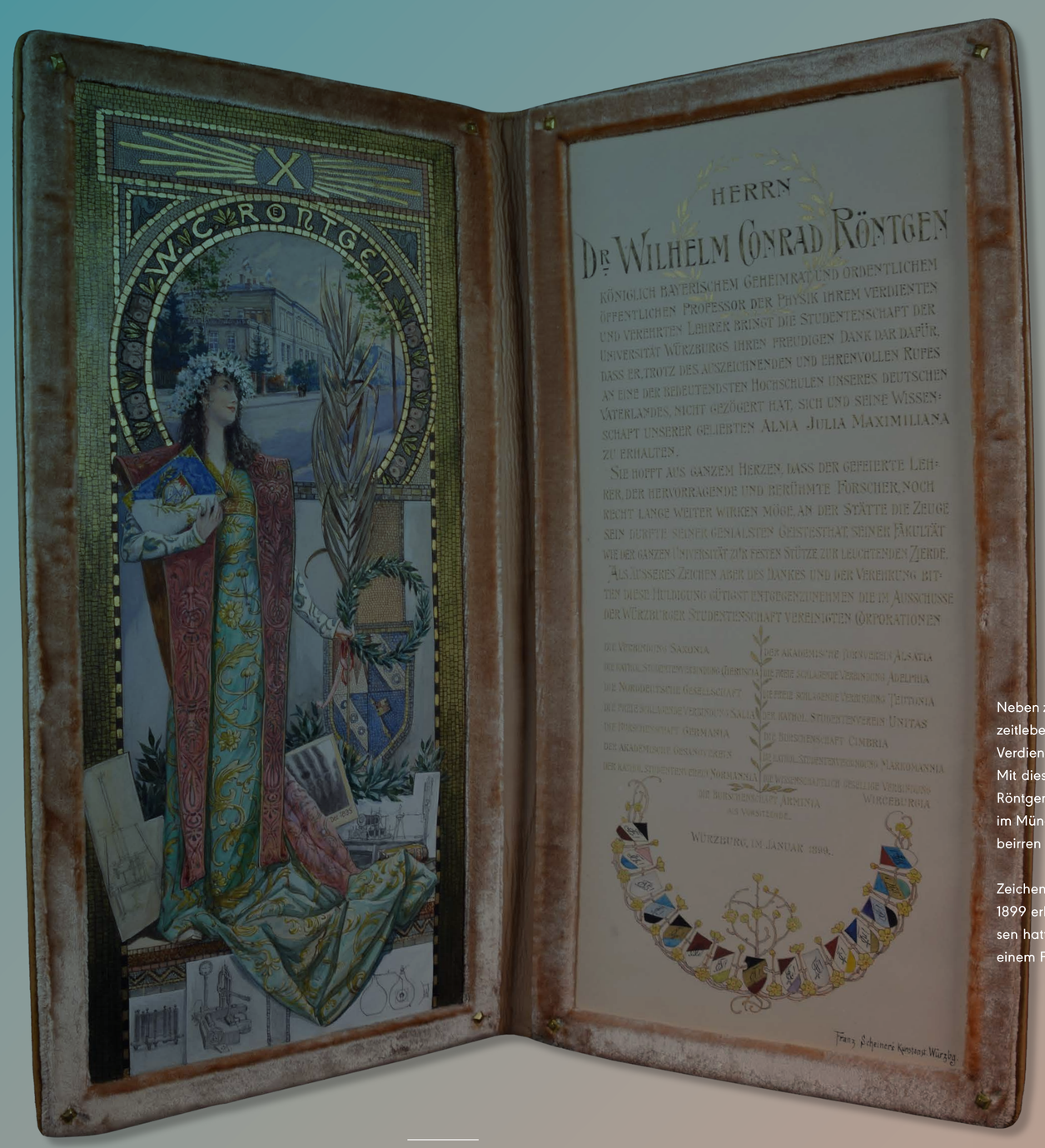
NO. 1369, VOL. 53]

Übersetzung von Röntgens Bericht »On a new kind of rays« in Nature, 23. Januar 1896

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAY

GROSSZÜGIG UND BESCHEIDEN



Franz Scheiners Kunstanstalt
Würzburg, Januar 1899
Leder, Pergament und Stoff.
Handgefertigt und vergoldet

KEIN PATENT AUF RÖNTGEN-STRAHLEN – ZUM WOHLE DER MENSCHHEIT

Obwohl er mehrfach dazu aufgefordert wird, die Patentrechte an seinem Verfahren zur Durchleuchtung von Gegenständen wahrzunehmen oder Anwälten zu übertragen, tut Röntgen dies nie. Er ist der Meinung, dass seine Erfindungen und Entdeckungen der Allgemeinheit gehören und nicht durch Patente, Lizenzverträge und dergleichen einzelnen Unternehmen vorbehalten bleiben dürften.

Durch seinen Verzicht auf die Patentierung und die wirtschaftliche Vermarktung ermöglicht er die sofortige praktische Nutzung der Strahlen zum Wohle der Menschheit.

Die einzelnen Apparate, die man zur Erzeugung von Röntgenstrahlen benötigt, sind mehr oder weniger in allen Physikalischen Instituten in Europa vorhanden. Zahlreiche Forscher, die von der Entdeckung Röntgens fasziniert sind, vollziehen sein Experiment selbst nach.

ABLEHNUNG DES ADELSTITELS

Neben zahlreichen Ehrungen und Ordensverleihungen, aus denen sich Röntgen zeitlebens nie viel macht, erhält er im März 1896 das Ritterkreuz des königlichen Verdienstordens der Bayerischen Krone.
Mit diesem wird die Erhebung in den persönlichen Adelsstand verbunden, die Röntgen jedoch kategorisch ablehnt. Die Ablehnung des Adelsprädikats sorgt im Münchner Ministerium für Verstimmung. Röntgen lässt sich davon aber nicht beirren - und bleibt bürgerlich.

Zeichen der Wertschätzung seiner Studenten ist ein Dankesschreiben, dass er 1899 erhält, weil er Würzburg nicht zugunsten einer Anstellung in Berlin verlassen hatte. Würzburger Studentenverbindungen überreichen das Schreiben bei einem Fackelzug, den sie zu seinen Ehren organisiert haben.

Ritterkreuz des Verdienstordens der Bayerischen Krone, März 1896, Emaille und Gold

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RAT

DER ERSTE NOBELPREIS FÜR RÖNTGEN-STRAHLEN

Der in Stockholm geborene und in Russland aufgewachsene Alfred Nobel (1833 –1896) war durch die Entwicklung des Sprengstoffs Dynamit zu großem Reichtum gekommen. Unverheiratet und kinderlos stiftete er mit einem großen Teil seines Vermögens die nach ihm benannten Preise für Physik, Chemie, Physiologie oder Medizin, Literatur sowie den Friedensnobelpreis.

1901, im Jahr der ersten Preisverleihung, stehen die großen Entdecker und Erfinder der vorangegangenen Jahrzehnte zur Auswahl. Elf Kandidaten werden der Schwedische Akademie der Wissenschaften vorgeschlagen. Fast alle von ihnen erhalten jeweils eine oder zwei Nominierungen, Wilhelm Conrad Röntgen wird 16-mal vorgeschlagen. Die Entscheidung fällt schließlich eindeutig zugunsten der Entdeckung der Röntgenstrahlen aus.

Der Preis wird am 10. Dezember 1901 in der reich geschmückten Halle der Königlich Schwedischen Musikakademie in Stockholm verliehen. Der Direktor des Nationalarchivs würdigt die Entdeckung der neuen Strahlen, anschließend überreicht der schwedische Kronprinz Röntgen die erste jemals verliehene Nobelpreisurkunde.

Nachdem auch die weiteren Nobelpreise verliehen worden sind, zieht die Festgesellschaft in das nahe Grand Hotel zum Festbankett. Röntgen reist bereits am nächsten Tag wieder ab. Anders als die weiteren Preisträger verzichtet er unerklärt auf eine Festvorlesung. Preisgeld, Medaille und Urkunde vermacht er testamentarisch der Universität Würzburg.
Bis zu seinem Tod am 10. Februar 1923 wird Röntgen noch fünfmal für den Medizin-Nobelpreis vorgeschlagen.

Der erste Nobelpreis für Physik, 1901
Sofia Gisberg; Leder, Pergament und Gold

Nobelpreisverleihung, 1901

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN

RÖNTGEN PRIVAT

Als Student in Zürich kehrt Röntgen häufig in die Gaststätte und Fechtstube »Zum Grünen Glas« ein. Dort verliebt er sich in Anna Bertha Ludwig, die sechs Jahre ältere Tochter des Gastwirtes. Nach längerem Zögern geben Röntgens Eltern 1869 schließlich ihr Einverständnis zu einer Verlobung.

Am 19. Januar 1872 heiratet das Paar im holländischen Apeldoorn. Eltern und Verwandte der Braut sind allerdings nicht eingeladen. Damit geben Röntgens Eltern zu verstehen, dass sie sich für ihren Sohn eine bessere Partie gewünscht haben.

Anna Bertha Ludwig heiratet einen nicht ganz einfachen Menschen. Röntgen hat ein aufbrausendes Gemüt und vergisst zuweilen über die Wissenschaft Freunde und Familie. Die zahlreichen Liebeserklärungen in den Briefen an seine Frau zeugen aber von einer äußerst glücklichen Ehe. Er nimmt große Rücksicht auf seine Frau, die an einer Nierenerkrankung leidet.

Da die Ehe der Röntgens kinderlos bleibt, nehmen sie 1887 Berthas sechsjährige Nichte Josephine zu sich auf.

Bei der Erziehung der kleinen Adoptivtochter haben sie jedoch unterschiedliche Ansichten: Während sich Bertha äußerst liebevoll und nachsichtig zeigt, erweist sich Wilhelm als strenger und fordernder Vater. Überhaupt zeigt Röntgen eine gewisse Distanz zu Josephine und hält nach dem Tod Berthas keinen Kontakt mehr zu seiner Adoptivtochter.

Mit seiner kleinen Familie wohnt Röntgen in der Direktorenwohnung im Physikalischen Institut. Sie besitzt fünf Zimmer in Richtung des Boulevards sowie weitere vier Zimmer und eine Küche mit Blick auf den damaligen Botanischen Garten.

Röntgen mit seiner Frau
Anna Bertha, Engadin, 1903

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN X RAY

DIE BOVERIS – EINE ENGE BEZIEHUNG

Röntgen lernt Theodor Boveri 1893 im Professorenkolleg der Universität Würzburg kennen. Seit 1893 ist Theodor Boveri als Professor für Zoologie und vergleichende Anatomie in Würzburg. Als Begründer der Chromosomentheorie der Vererbung erlangt er Berühmtheit.

Schnell sind die Röntgens mit der Familie Boveri eng und freundschaftlich verbunden. Der 17 Jahre jüngere Biologe ist Röntgens bester Freund und begleitet ihn bei zahlreichen Urlauben und Jagdausflügen. Bis zu seinem Tod pflegt Röntgen auch einen umfangreichen Briefwechsel mit Frau und Tochter Boveris, in deren Gesellschaft er als Witwer auch die Weihnachtsfeste verbringt.

Boveris Frau Marcella, geb. O'Grady, kommt 1895 nach Würzburg, nachdem sie als erste Frau am Massachusetts Institute of Technology in Boston promoviert hat. Gegen den Widerstand vieler Professoren wird sie als erste weibliche Hörerin an der Universität Würzburg zugelassen.

Röntgen ist einer der wenigen, der sie in Deutschland als Wissenschaftlerin, und nicht nur als Frau an der Seite des großen Theodor Boveri, wahrnimmt. Margret, das einzige Kind der Boveris, wird im Deutschland der Nachkriegszeit eine der bekanntesten Journalistinnen.

Für Margret, die Tochter der Boveris, ist ihr Taufpate, »Onkel Röntgen«, zeitlebens ein wichtiges Vorbild, vertrauter Ratgeber und Begleiter. Besonders nach dem Tod ihres Vaters 1915 unterstützt Röntgen sie tatkräftig in ihrem persönlichen und beruflichen Fortkommen und Wohlergehen.

»ES WAREN DOCH SCHÖNE ZEITEN MIT DEN LIEBEN FREUNDEN IN WÜRZBURG WO MAN SICH DOCH ZUEINANDER HINGEZOGEN FÜHLTE UND SICH GEGENSEITIG AUSSPRECHEN KONNTE.«

(ANNA BERTHA RÖNTGEN AN MARCELLA BOVERI, 27.12.1902)

Marcella Boveri,
1890er Jahre

Theodor Boveri,
1890er Jahre

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN RATT

RÖNTGEN-STRAHLEN – NEUE EINBLICKE IN VIELEN BEREICHEN

Der Doppelstern Circinus X1 Ist der Überrest einer Supernova. Er strahlt unsichtbare Röntgenstrahlen ab, die hier blau eingefärbt sind. (2)

RÖNTGENSTRAHLEN wirken sich auf viele Bereiche unseres alltäglichen Lebens aus. Unabhängig davon, ob wir mit ihnen Ereignisse kosmischen Ausmaßes erforschen oder einen prüfenden Blick auf die kleinsten Dinge werfen: Sicher ist, dass diese unsichtbaren Universalgenies aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten trotz ihrer langjährigen Tradition noch lange nicht zum alten Eisen gehören.

In der **MEDIZIN (1)** haben die Strahlen von Beginn an Therapie und Behandlung revolutioniert. Dank vieler technischer Fortschritte liefern sie heute in der Computertomografie in kürzester Zeit dreidimensionale hochauflösende Abbildungen des menschlichen Körpers.
Auch bei Entwicklung von Medikamenten, Herstellung von Medizinprodukten und Sterilisation medizinischer Geräte spielen sie eine wichtige Rolle.

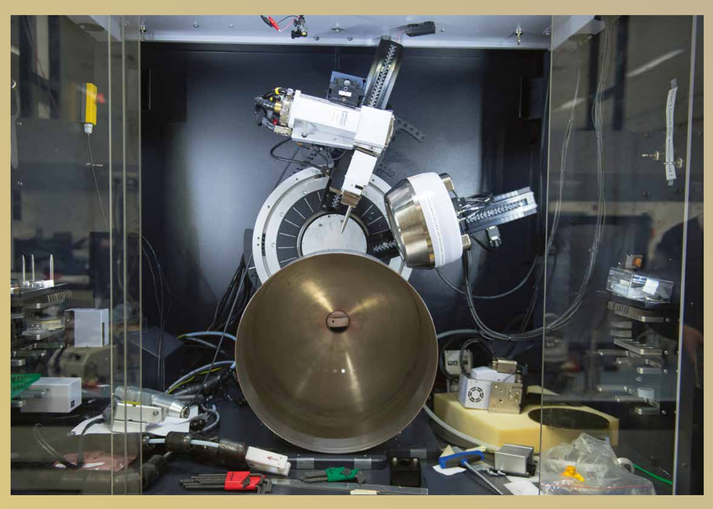
Der Weltraum ist voller Röntgenstrahlung. Spezielle Teleskope machen die von Sternen ausgesendete Röntgenstrahlung messbar und sichtbar. Wissenschaftler aus dem Fachbereich der **RÖNTGENASTRONOMIE (2)** erforschen mit ihrer Hilfe Schwarze Löcher, Dunkle Materie und die Strukturen des Alls. Weil die Atmosphäre der Erde große Teile der Röntgenstrahlen aus dem Weltall filtert, werden Teleskope häufig in Forschungssatelliten eingebaut.

Zur Sicherheit tragen Röntgenstrahlen unter anderem in Herstellungsprozessen vieler **INDUSTRIEZWEIGE (3)** bei. Mit ihrer Hilfe lassen sich im Rahmen von Materialprüfungen zerstörungsfrei Fehler in Werkstoffen und Bauteilen finden – wie Risse oder Lufteinschlüsse. Auch bei der Fertigung von hoch verdichteten elektronischen Komponenten für Computer und Smartphones verlassen sich die Entwickler auf die unsichtbaren Helfer.

In **NATURWISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGEN**, wie in der Biologie oder den Geowissenschaften, spielen Röntgenstrahlen eine wichtige Rolle bei der Untersuchung verschiedener Materialien. Sie geben zum Beispiel Auskunft über atomare Strukturen von Kristallen und Gesteinen.

Die beiden Detektoren und die Röntgenröhre dieses Computertomografen benötigen weniger als eine Sekunde, um den gesamten Oberkörper eines Menschen zu erfassen.
Der 1,6 Tonnen schwere Aufbau dreht sich viermal pro Sekunde um den Patienten. (1)

Künstlerische Darstellung eines Schwarzen Lochs, das Röntgenstrahlen aussendet. (2)



Das ESA-Labor für Werkstoffe und elektrische Komponenten verwendet ein Röntgengoniometer zur Prüfung von Schweißnähten. (3)

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

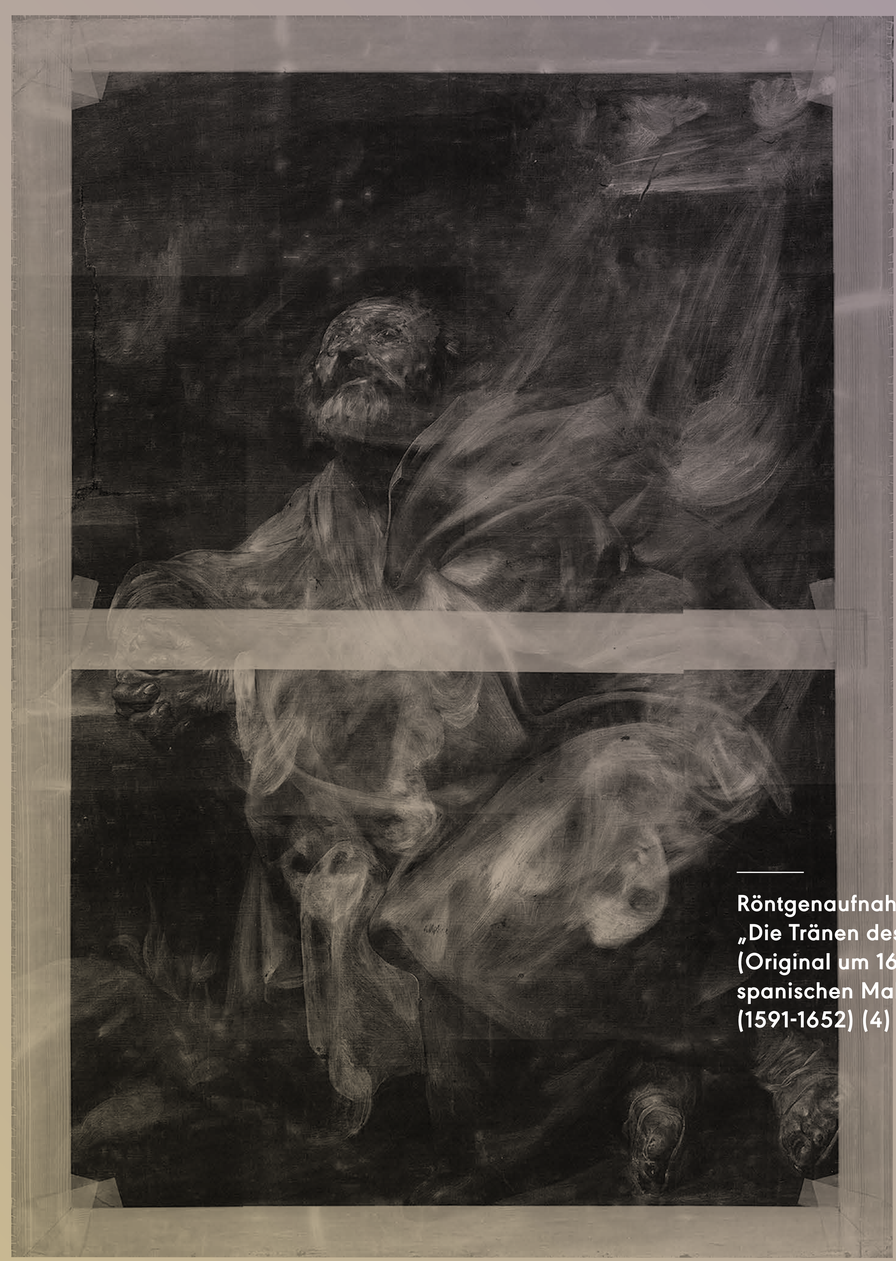
RÖNTGEN X RAY

Auch in **KUNST UND KULTUR (4)** verlässt man sich auf ihre Möglichkeiten. Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) analysiert Elemente, die sich auf Oberflächen von Gegenständen befinden. Sie zeigt, welche Farbpigmente ein Künstler an einer bestimmten Stelle seines Bildes aufgetragen hat. Fälschungen und Skizzenzeichnungen lassen sich dadurch aufdecken.

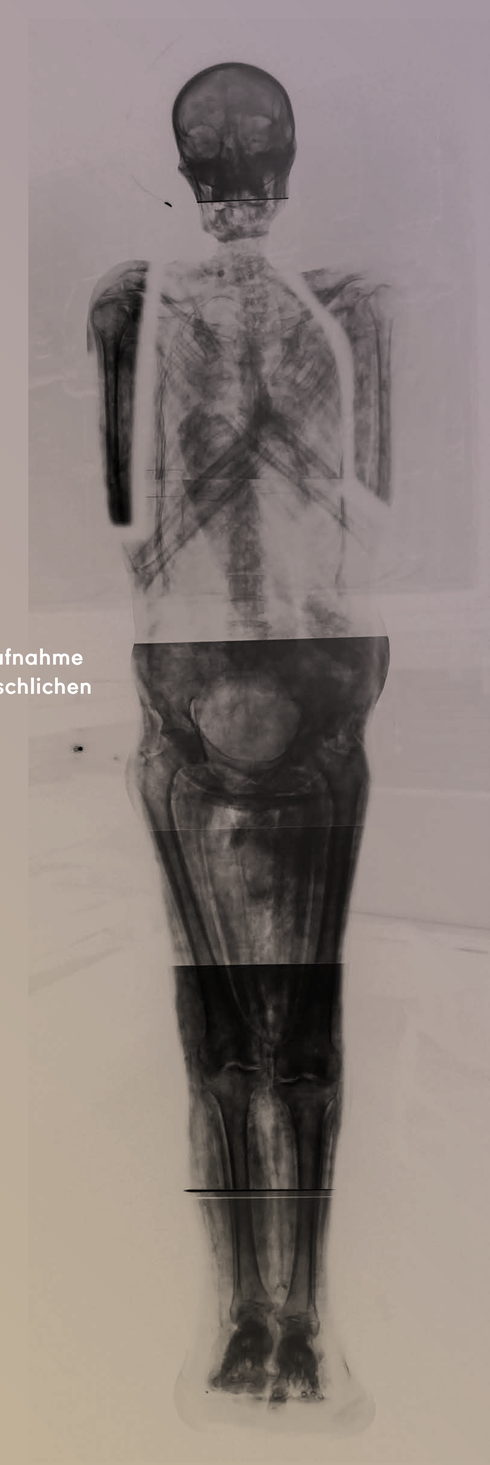
In der **MEDIZINGESCHICHTE** und **ARCHÄOLOGIE (5)** werden die Strahlen auch zur Untersuchung von Mumien genutzt. Sie geben Aufschluss über Erkrankungen und Todesart, Wicklungstechniken, Zahnstatus und Grabbeigaben, ohne dabei die Mumien zu öffnen oder zu beschädigen. Auch historische Funde wie Schmuck oder Werkzeuge lassen sich schonend untersuchen.

In unserem **ALLTAG** begegnen wir den Strahlen meist an **FLUGHÄFEN**: Durchleuchtungen von Koffern und Handgepäck gehören zu jeder Flugreise und erhöhen die Sicherheit. An Zollgrenzen können ganze Container- und Lkw-Ladungen durchleuchtet werden.

In der **FORSTWIRTSCHAFT** können mithilfe von Röntgenstrahlen Alter und Zustand von Bäumen ermittelt werden. Die Untersuchung von Fäulnisprozessen im Holz geben Hinweise auf die Stand- und Bruchfestigkeit, auf die »Gesundheit« und die Erhaltungsmöglichkeit von Bäumen. Biologen verwenden die Strahlen.



Röntgenaufnahme des Ölgemäldes „Die Tränen des Heiligen Petrus“ (Original um 1612/1613) des spanischen Malers Jusepe de Ribera (1591-1652) (4)



Röntgenaufnahme einer menschlichen Mumie (5)

Künstlerische Röntgenaufnahme einer Pflanze (4)

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN X RAY

IMPRESSUM

KONZEPTION & LEITUNG

Dr. Marcus Holtz (Universitätsarchiv)
Dr. Esther Knemeyer Pereira
(Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

TEXT

Jörg Fuchs
Dr. Esther Knemeyer Pereira
(Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)
Mareile Mansky (Universitätsarchiv)

REDAKTION

Dr. Marcus Holtz (Universitätsarchiv)
Mareile Mansky (Universitätsarchiv)
Dr. Esther Knemeyer Pereira
(Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

LAYOUT & GESTALTUNG

icue medienproduktion GmbH & Co. KG

BILDNACHWEISE

Deutsches Röntgen-museum Remscheid	Tafeln 2, 3, 7, 11, 12, 13
Universitätsarchiv Würzburg	Tafeln 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11
Universitätsarchiv Gießen	Tafel 4

TAFEL 6:
Deutsches Museum (Porträt Wilhelm Wien)
Klaus Mellenthin (Porträt Klaus von Klitzing)

TAFEL 9:
Wikimedia Commons (Sitzungsberichte)
ANNO - AustriaN Newspapers Online (Presse)
Biodiversity Library [public domain] (Nature)

TAFEL 14:
Siemens Healthineers (CT)
NASA/JPL Caltech (Schwarzes Loch)
NASA/CXC/Univ. of Wisconsin-Madison/S. Heinz/CSIRO/ATNF/ATCA (Circinus X1)
ESA/-G Porter (CC BY-SA 3.0)

TAFEL 15:
Jusepe de Ribera, MET Xray QS:P170,Q297838; CC0 1.0 (Die Tränen des Heiligen Petrus)
Tia Monto / Swansea Museum [CC BY-SA 3.0] (Mumie)
Cadop / Pixabay (Pflanze)

Julius-Maximilians UNIVERSITÄT WÜRZBURG

RÖNTGEN X RAY

Julius-Maximilians
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG