



Moderner Nachbau eines Perpetuum-mobile-Vorschlags Leonardo da Vincis.

MEILENSTEINE DER CHEMIE 2024

Vor 200 Jahren (1824)

Perpetuum mobile bleibt eine Utopie

Eine Maschine zu bauen, die ohne Energiezufuhr ständig Arbeit verrichtet, ist ein uralter Traum der Menschheit (lat. *perpetuum mobile* = sich ständig Bewegendes). Von dem Universalgelehrten Leonardo da Vinci (1452–1519) sind mehrere Entwürfe für *Perpetua mobilia* bekannt. Er musste jedoch auf praktisch-empirischer Grundlage zu der Erkenntnis kommen, dass dieser Wunschtraum ein Hirngespinnst bleibt.

Nach der Erfindung der Dampfmaschine untersucht der französische Ingenieur und Physiker Sadi Carnot (1796–1832) eingehend das „Phänomen der Erzeugung von Bewegung durch Wärme“. In seiner 1824 veröffentlichten Arbeit beschreibt er erstmals die quantitativen Zusammenhänge zwischen zugeführter Wärme und geleisteter Arbeit in periodisch wirkenden Wärmekraftmaschinen. Die Gedankenexperimente Carnots gipfeln in der Vorstellung eines ideal gedachten thermischen Kreislaufprozesses als Modell, um maximale Arbeit bei reversibler Prozessführung zu gewinnen (Carnot'scher Kreisprozess). Danach lässt sich bewegte Kraft überall dort erzeugen, wo ein Temperaturunterschied existiert, da Wärme stets bestrebt sei, von einem heißen in einen kalten Zustand überzugehen.

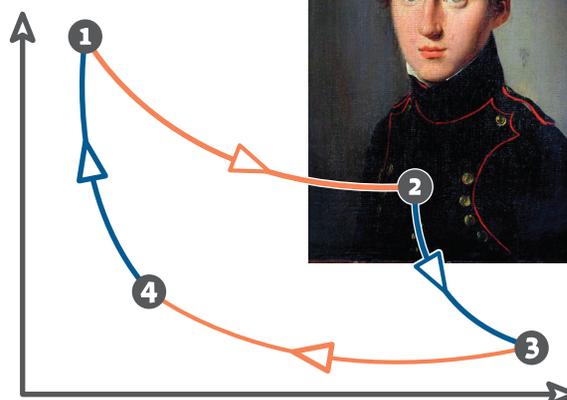
Carnot postuliert, dass sich der Vorgang auch umkehren lassen müsste. Daraus resultierte die Wärmepumpe als „umgekehrte Wärmekraftmaschine“ zum Heizen, die sich jedoch erst in heutiger Zeit rasant

verbreitet. Die Anwendung des Energieerhaltungssatzes (Erster Hauptsatz der Thermodynamik) auf den Carnot'schen Kreisprozess durch Rudolf Clausius (1822–1888) und William Thomson alias Lord Kelvin (1824–1907) mündet schließlich in der Formulierung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik, der besagt, dass ein Perpetuum mobile zweiter Art unmöglich ist.

Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance, Paris 1824

Betrachtungen über die bewegende Kraft des Feuers und die zur Entwicklung dieser Kraft geeigneten Maschinen. In: Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 37, Engelmann, Leipzig 1892

Sadi Carnot und die schematische Darstellung des Carnot'schen Kreisprozesses im p-V-Diagramm mit Isothermen (rot) und Adiabaten (blau).





Jöns Jakob Berzelius erkennt als erster die elementare Natur des Siliciums.



Wie aus silex Silicium wurde

Silicium ist nach Sauerstoff das zweithäufigste Element der Erdkruste. Doch erst Anfang des 19. Jahrhunderts gelingt es, (unreines) Silicium aus einer der Schlüsselsubstanzen darzustellen, dem Siliciumtetrafluorid (SiF_4). Das hatte der deutsche Apotheker und Chemiker Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) bereits 1771 durch Zufall erhalten, ohne dessen Natur zu erkennen.

Später versuchen die Franzosen Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) und Louis Jacques Thénard (1777–1857), das „Fluorkieselgas“ SiF_4 in seine Bestandteile zu zerlegen, indem sie es einer Reduktion mit Kalium unterwerfen. Dabei erhalten sie ein rotbraunes Pulver, bei dem es sich um stark verunreinigtes, amorphes Silicium gehandelt haben dürfte.

Der schwedische Chemiker Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) wiederholt den Versuch im Jahr 1824 und kommt dabei zu einem wesentlich reineren Silicium, indem er die Reaktionsprodukte ausgiebig mit Wasser wäscht und so die Verunreinigungen – Kaliumfluorid und schwer lösliches K_2SiF_6 – entfernt. Berzelius stellt auch fest, dass Silicium bei der Verbrennung in „Kieselerde“ (SiO_2) übergeht, und erkennt als Erster dessen elementare Natur. Deshalb benennt er das Element mit dem deutschen Wort „Kiesel“ und gibt ihm den latinisierten Namen Silicium (lat. silex = Kiesel).

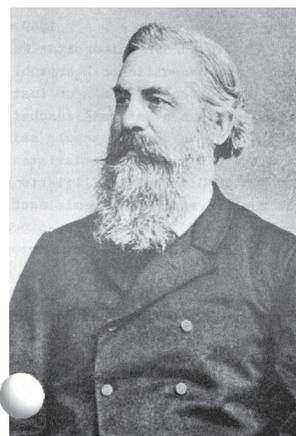
Ann. Physik 1824, 1, 169

Vor 150 Jahren (1874)

Geburtsstunde der Stereochemie

Die moderne Stereochemie (von griech. starr, fest, räumlich) als Lehre von der räumlichen Anordnung der Atome nimmt ihren Ausgangspunkt mit den Arbeiten von Jacobus Henricus van't Hoff (1852–1911, Nobelpreis für Chemie 1901) und Joseph Achille Le Bel (1847–1930) über die Tetraedergestalt des vierwertigen Kohlenstoffs, veröffentlicht im Jahr 1874. Beide erkennen, dass die Voraussetzung für das Auftreten optischer Isomere sowie die Ursache für die optische

Johannes Wislicenus hadert bei der Milchsäuresynthese mit zweidimensionalen Strukturformeln. Abhilfe schafft das 3-D-Konzept des asymmetrischen Kohlenstoffatoms.



Aktivität organisch-chemischer Verbindungen ein Kohlenstoffatom mit vier verschiedenen Liganden im Molekül ist.

Bei ihrem Konzept des asymmetrischen Kohlenstoffatoms knüpfen sie an die Synthese der Milchsäure an, über die Johannes Wislicenus (1835–1902) ein Jahr zuvor berichtet hatte. Er war zu dem Schluss gekommen, dass zweidimensionale Strukturformeln häufig unzureichend sind und es zur Klärung der Isomerieprobleme einer dreidimensionalen Anordnung bedarf. Daher schlägt van't Hoff unterschiedliche Strukturformeln für isomere organische Verbindungen mit asymmetrischen Kohlenstoffatomen vor.

Wislicenus begrüßt dieses Konzept und macht es durch die Herausgabe der van't Hoff'schen Schrift in deutscher Sprache unter dem Titel „Die Lagerung der Atome im Raum“ 1877 bekannt. Nach anfänglichen Schwierigkeiten setzt sich die „Raumchemie des Kohlenstoffs“ im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts durch.

Bull. Soc. Chem. (Paris) 1874, 22, 337

Arch. Néerl. Sci. Exact. Nat. 1874, 9, 445

Chem. unserer Zeit 1974, 8, 129

Angew. Chem. 1974, 86, 604

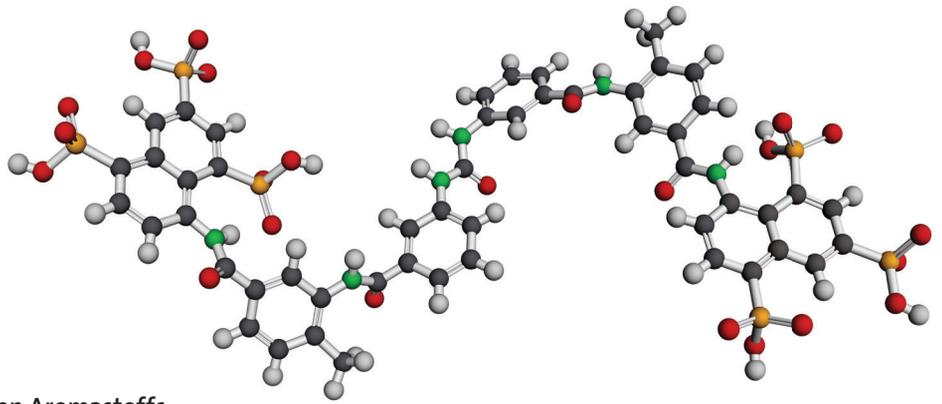
Yvonne Remane, Jahrgang 1977, ist Direktorin der Krankenhausaapotheke des Universitätsklinikums Leipzig und hält an der Universität Leipzig die Vorlesung „Geschichte der Naturwissenschaften/Pharmazie“. Sie studierte an der Universität Leipzig Pharmazie, im Jahr 2006 wurde sie promoviert.



Wladimir Reschetilowski, Jahrgang 1950, ist emeritierter Professor für technische Chemie an der TU Dresden und Chemiehistoriker. Für die *Nachrichten aus der Chemie* schreibt er regelmäßig über chemiehistorische Themen. wladimir.reschetilowski@tu-dresden.de



Im Jahr 1924 entschlüsselt:
die Molekülstruktur des Suramins.



Zapfenträger – Quelle eines süßen Aromastoffs

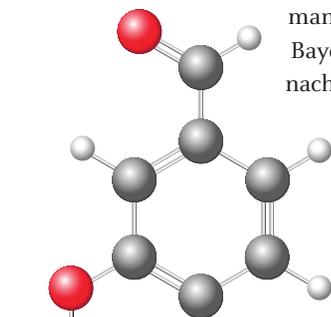
Eine Backstube ohne den Geruch nach Vanille ist schier undenkbar. Allerdings ist die Vanilleschote in Europa nicht heimisch und muss importiert werden. Im Jahr 1874 gelingt es den deutschen Chemikern Wilhelm Haarmann (1847–1931) und Ferdinand Tiemann (1848–1899) erstmals, Vanillin aus Coniferin herzustellen, das im Rindensaft von Nadelhölzern (Kiefernen) vorkommt.

Coniferin entsteht im Saft bei der Holzbildung und ist ein Glucosid des Coniferylalkohols. Durch den oxidativen Seitenkettenabbau des Coniferins in schwefelsaurer Lösung mit Kaliumdichromat bildet sich zunächst Glucovanillin, das sich mit dem Enzym Emulsin in Glucose und Vanillin aufspalten lässt.

Haarmann erkennt das wirtschaftliche Potenzial dieser Synthese und gründet 1875 in Holzminden Haarmann's Vanillinfabrik. Tiemann wird stiller Teilhaber und Berater in Haarmanns Firma. Gemeinsam mit Karl Reimer (1845–1883) gelingt es, Vanillin kostengünstiger aus Eugenol herzustellen, einem Bestandteil des Nelkenöls, und später aus Gujacol über einen neuen Syntheseweg, bekannt als Reimer-Tiemann-Reaktion.

Reimer wird gleichberechtigter Mitinhaber an Haarmann's Vanillinfabrik, danach umbenannt in Haarmann & Reimer. 1954 wird die Firma von Bayer aufgekauft und geht schließlich 2003 nach der Fusion mit dem ebenfalls in Holzminden ansässigen Unternehmen Dragoco in Symrise auf; hier steht auch heute noch die Herstellung von Duft- und Geschmacksstoffen im Vordergrund.

Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1874, 7, 608–623



Vor 100 Jahren (1924)

Ein streng gehütetes Geheimnis aus Elberfeld wird gelüftet

Erstmals 1916 synthetisieren Oskar Dressel (1865–1941), Richard Kothe (1863–1925) und Bernhard Heymann (1861–1933), Chemiker der Firma Bayer & Co. in Elberfeld, Suramin. Das farblose Analogon des Azofarbstoffs Trypanblau färbt zwar nicht, wirkt dafür aber chemotherapeutisch. Die Elberfelder Forschergruppe um Wilhelm Roehl (1881–1929) prüft mit Erfolg die Wirkung des Präparats auf Mäuse, die mit *Trypanosoma brucei*, dem Erreger der Tierseuche Nagana infiziert sind. Damit legt sie den Grundstein für die Entwicklung eines Arzneimittels gegen die humane Afrikanische Trypanosomiasis, im Volksmund Schlafkrankheit genannt. Die Krankheit führt in Afrika regelmäßig zu Epidemien und ohne Behandlung mit Pharmaka meist zum Tod.

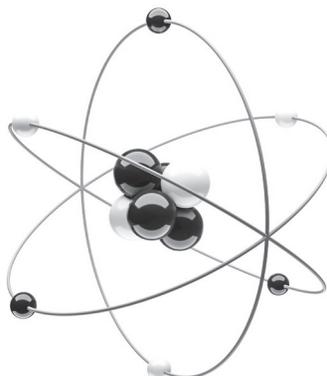
Die Kunde von ersten glücklichen Heilungen von Schlafkranken mit dem Präparat verbreitet sich wie ein Lauffeuer, und Bayer & Co. bringen das Arzneimittel für die Humantherapie unter dem Handelsnamen „Germanin“ Anfang der 1920er Jahre auf den Markt. Obwohl seine chemische Formel als Geheimsache gilt, entschlüsselt die Forschergruppe um Ernest Fourneau (1872–1949) am Institut Pasteur in Paris die Zusammensetzung; die französische Firma Rhône-Poulenc bringt Suramin daraufhin unter dem Handelsnamen Moranyl als Konkurrenzprodukt zu Germanin auf den Markt.

Angew. Chem. 1924, 37, 585

Compt. Rend. 1924, 178, 675

Dtsch. Med. Wochenschr. 1926, 52, 2017

Karl Reimer und Wilhelm Haarmann im Labor, etwa um 1878. Ihre Vanillinfabrik (Strukturformel links oben, Vanilleschoten unten) wird 1954 von Bayer gekauft.



Louis de Broglie (links) und Wolfgang Pauli machen sich Gedanken zum Innenleben der Atome. 1924 stellt de Broglie die Hypothese auf, dass Elementarteilchen Welleneigenschaften haben; Pauli definiert den Kernspin.

Das bewegte Innenleben der Atome

Die 1920er Jahre sind durch bahnbrechende theoretische Arbeiten zur Aufklärung der inneren Struktur des Atomkerns und der Atomhülle gekennzeichnet, die zur Entwicklung der Quantentheorie führten.

In Analogie zum Welle-Teilchen-Dualismus von Lichtquanten stellt Louis de Broglie (1892–1987, Nobelpreis für Physik 1929) im Jahr 1924 die Hypothese auf, dass jedem Elementarteilchen Welleneigenschaften zukommen. Den nächsten Schritt unternimmt Erwin Schrödinger (1887–1961, Nobelpreis für Physik 1933): Er entwickelt 1926 den mathematischen Formalismus der Wellenmechanik. Wenig später weisen Clinton J. Davisson (1881–1958, Nobelpreis für Physik 1937) und Lester H. Germer (1896–1971) sowie George P. Thomson (1892–1975, Nobelpreis für Physik 1937) experimentell nach, dass es zu einer Elektronenbeugung an Kristallen beziehungsweise an Kollodium- oder Metallfolien kommt, und bestätigen damit die Richtigkeit der These vom Wellencharakter des Elektrons.

Wolfgang Pauli (1900–1958, Nobelpreis für Physik 1945) untersucht 1924 die Hyperfeinstruktur von Atomspektren und schließt daraus, dass Atomkerne einen Eigendrehimpuls, den Kernspin, besitzen. Er führt die Spinquantenzahl als vierte Quantenzahl ein und formuliert das Pauli-Prinzip, nach dem sich alle Elektronen in einem Atom in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden müssen (Pauli-Verbot).

Ein Jahr später erkennt Friedrich Hund (1896–1997), dass, wenn für Elektronen eines Atoms mehrere Orbitale mit gleichem Energieniveau zur Verfügung stehen, diese zuerst mit je einem Elektron mit parallelen Spin besetzt werden, bevor sie durch das zweite Elektron vervollständigt werden. Diese Hund'sche Regel und das Pauli-Prinzip erklären die Elektronenverteilung in den Orbitalen der Atomhülle und damit den Aufbau des Periodensystems der Elemente unter völlig neuen Gesichtspunkten.

Phil. Mag. 1924, 47, 446

Ann. Physik 1926, 79, 361, 489 und 734

Nature 1927, 119, 558

Nature 1928, 122, 279

Naturwiss. 1924, 12, 741

Z. Physik 1925, 31, 765

Z. Physik 1925, 33, 345 und 855

Die Schwerkraft wird überwunden

Anfang des 20. Jahrhunderts werden in den Kolloidwissenschaften große Fortschritte erzielt, wobei sich neben Chemikern zunehmend auch Physiker mit diesem Forschungsgebiet befassen. So untersucht der französische Physiker Jean-Baptiste Perrin (1870–1942) den Sedimentationsvorgang und die Brown'sche Molekularbewegung dispergierter Teilchen in Gasen und Flüssigkeiten. Er entdeckt das Sedimentationsgleichgewicht, das die Verteilung von Kolloidteilchen in einem viskosen Medium als Wechselwirkung zwischen der Schwerkraft und der Brown'schen Bewegung der Teilchen beschreibt, und erhält dafür 1926 den Nobelpreis für Physik.

Der schwedische Chemiker Theodor Svedberg (1884–1971) knüpft daran an und erkennt, dass sich durch Zentrifugieren die Sedimentationsgeschwindigkeit von Teilchen in kolloiddispersen Systemen erhöhen lässt. Zu diesem Zweck konstruiert er 1924 die erste analytische Ultrazentrifuge mit $10\,000\text{ U}\cdot\text{min}^{-1}$, in der nicht mehr primär die Gravitationskraft, sondern die Zentrifugalkraft auf die dispergierten Teilchen wirkt. Mit dieser Ultrazentrifuge bestimmt er die Sedimentationskoeffizienten und Molekülmassen von Blutproteinen und zieht Rückschlüsse auf Form, Größe, Dichte und Masse von Partikeln und Biomolekülen. Für seine Forschungen über disperse Systeme wird er zudem 1926 mit dem Nobelpreis für Chemie geehrt.

J. Am. Chem. Soc. 1924, 46, 2677

Angew. Chem. 1960, 72, 699



Moderne Laborzentrifuge und der Konstrukteur der ersten analytischen Ultrazentrifuge: Theodor Svedberg.

Vor 50 Jahren (1974)

Gegen anthropogene Umweltbelastungen

Anfang der 1970er Jahre studieren Mario J. Molina (1943–2020) und Frank S. Rowland (1927–2012) das Verhalten fluorierter Chlorkohlenwasserstoffe (FCKW) in der Atmosphäre und erkennen dabei die negativen Auswirkungen des photochemischen Abbaus von FCKW auf die Ozonschicht. Sie warnen 1974 davor, dass selbst geringfügig erscheinende Emissionen gravierende Folgen für Menschen und Umwelt haben können.

Den Mechanismus des Ozonabbaus klärt 1986 Paul J. Crutzen (1933–2021) auf; das führt in der Folge zum ersten umfassenden multinationalen Vertrag zum weltweiten Schutz der Ozonschicht (Montrealer Protokoll 1987). Später führt Crutzen den Begriff „Anthropozän“ ein, für eine Erdpoche, in der Einflüsse der Menschheit auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde direkt oder indirekt Veränderungen der Umwelt verursachen. Alle drei Forscher erhalten 1995 den Chemienobelpreis.

Als man außerdem erkennt, dass der Phosphatgehalt der Waschlaugen wesentlich zur Eutrophierung (Überdüngung) von Oberflächengewässern beiträgt, schlägt die Firma Henkel vor, wasserunlösliche Natriumaluminiumsilicate vom Typ Zeolith 4A als Phosphatersatz und umweltfreundliche Wasserenthärter zu verwenden. Seitdem ist die Waschmittelindustrie den Prinzipien der Nachhaltigkeit verpflichtet.

Nature 1974, 249, 810

D.B. Pat. 2 412 837 (1974/1978) Henkel

D.B. Pat. 2 412 838 (1974/1980) Henkel



Glenn Seaborg ist der erste Mensch, dem zu Ehren noch zu Lebzeiten ein Elementname vergeben wurde: Seaborgium, Sg.

Ein neues Element und Streit um dessen Namen

Den Arbeitsgruppen um Georgi N. Fljorow (1913–1990) und Juri Z. Oganjesjan (*1933) im Kernforschungszentrum Dubna in der UdSSR sowie um Albert Ghiorso (1915–2010) und Glenn T. Seaborg (1912–1999, Nobelpreis für Chemie 1951) an der Universität von Kalifornien, Berkeley in den USA gelingt es, Atome des Elements 106 künstlich herzustellen. Das sowjetische Team erhält im Juni 1974 nach Beschuss von Blei-208 mit Chrom-54-Kernen Isotope des Elements 106 mit der Massenzahl 261. Das US-Team synthetisiert im September 1974 das Element 106 durch Beschuss von Californium-249 mit Sauerstoff-18-Kernen und weist das Isotop mit der Massenzahl 263 nach.

Die Benennung des neuen Elements, das zunächst den systematischen Namen Unnilhexium – entsprechend der Ordnungszahl 106 – trägt, löst in der Folgezeit Kontroversen aus. Die US-Amerikaner schlagen Anfang der 1990er Jahre den recht umstrittenen Namen Seaborgium vor – umstritten, weil Seaborg zu diesem Zeitpunkt noch lebte. Erst 1997 gibt die IUPAC dem Element 106 endgültig diesen Namen (Symbol Sg). Damit wird erstmals offiziell ein Element nach einem noch lebenden Wissenschaftler benannt.

JETP Letters 1974, 20, 580

Phys. Rev. Letters 1974, 33, 1490

Peter Tallack (Hrsg.), Meilensteine der Wissenschaft,

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin 2000

Auswirkung des Anthropozäns: Im September 2006 erreichte das antarktische Ozonloch mit etwa 30 Millionen Quadratkilometern seine größten Ausmaße.

Geburts- und Todestage

1. Jh. u. Z.

Maria die Jüdin oder Maria Prophetissa

Maria die Jüdin (lat. Maria Hebraea), auch bekannt als Maria Prophetissa, war eine legendäre Alchemistin der Antike, die in altägyptischen Tempelwerkstätten in Alexandria wirkte. Hier begann sich eine neue Wissenschaft zu formen, die damals aufgrund von handwerklichen Praktiken und



Maria Prophetissa, eine legendäre Alchemistin der Antike.

Kunstfertigkeiten als „Heilige Kunst“ in hohem Ansehen stand und die man viel später schließlich „Chemie“ nannte. In ihrem „Practica“-Traktat beschrieb sie einige Experimentiergeräte, die sie entwickelt hatte, darunter einen Destillierapparat mit Luftkühlung (alembicus) zur Destillation von Flüssigkeiten. Sie erfand auch das Wasserbad (balneum mariae, Marienbad), einen doppelwandigen Wassertopf, der bei Stoffwandlungen eingesetzt wurde, für die eine sanfte Hitze erforderlich war; das Wasser wurde in der Regel bis knapp unter den Siedepunkt erhitzt.

Daneben entwickelte Maria Prophetissa einen Sublimationsapparat (kerotakis), in dem sie unter Rückflussbedingungen Metalle, beispielsweise eine Kupfer-Blei-Legierung, mit Schwefeldampf behandelte und dabei ein schwarzes Reaktionsprodukt erhielt. Die sich bei der Reaktion mit Schwefel bildenden schwarzen Sulfide werden heute noch im Englischen „Mary's black“ (Schwarz der Maria) genannt.

10. März 1724

300. Todestag von Urban Hjärne

Der schwedische Mediziner und Chemiepädagoge Urban Hjärne (1641–1724) gilt als Begründer des Chemiestudiums in Schweden. Er bildete in seinem öffentlichen chemischen Laboratorium auf Kungsholmen auch ausländische Studierende aus.

Hjärne studierte Medizin an den Universitäten in Dorpat und Uppsala, wurde 1670 an der Universität Angers in Frankreich zum Dr. med. promoviert und widmete sich danach der Anatomie, Chirurgie und Chemie in Paris. 1674 kehrte er nach Schweden als praktischer Arzt zurück, wurde später Leibarzt des schwedischen Königshauses und entdeckte in Östergötland lange Zeit verschüttete, koh-

lensäurehaltige Medevi-Heilquellen (Sauerbrunnen) wieder. Es ist das älteste Heilbad Schwedens, das heute jedoch nicht mehr als Gesundheitszentrum betrieben wird. Die gesundheitsfördernden Mineralwässer aus dieser Quelle erfreuen sich dennoch weiterhin großer Beliebtheit.

Seine Faszination für Naturquellen und Wasseranalysen führte Hjärne in den darauffolgenden Jahren unter anderem an die Salzbrunnen nach Lüneburg. Während seiner Studienreisen inspizierte er auch Bergwerke im Harz, in Böhmen und Norwegen. Dabei beschrieb er neue Mineralien, zum Beispiel Kupfernickel (bergmännische Bezeichnung für Nickelin), und entdeckte die Ameisensäure als erste bekannte Säure im Tierreich.

12. März 1924

100. Todestag von Hilaire de Chardonnet

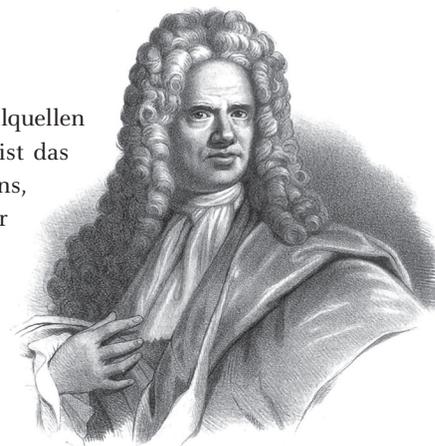
Der französische Ingenieur, Chemiker und Industrielle Hilaire de Chardonnet (1839–1924) erfand und erforschte die Kunstseide. Er studierte Chemie an seiner Heimatuniversität in Besançon und dann Ingenieurwesen am Polytechnikum in Paris, wo er 1861 graduierte. Danach richtete er am Familiensitz in Besançon ein chemisches Laboratorium ein und untersuchte unter anderem die Absorption von sichtbarem und UV-Licht sowie die Fotografie im Dunkeln.

Im Auftrag des Bakteriologen Louis Pasteur (1822–1895) studierte er den Spinnprozess der Seidenraupe und kam dabei auf die Idee, nach einem künstlichen Ersatz für Seide zu suchen.

Dafür wandte er sich besonders dem Zellstoff zu. Er verwandelte Maulbeerblätter, die Hauptnahrung der Seidenraupen, mit Salpeter- und Schwefelsäure in eine zähflüssige Kollodiumlösung, eine Form der nitrigen Cellulose in ei-



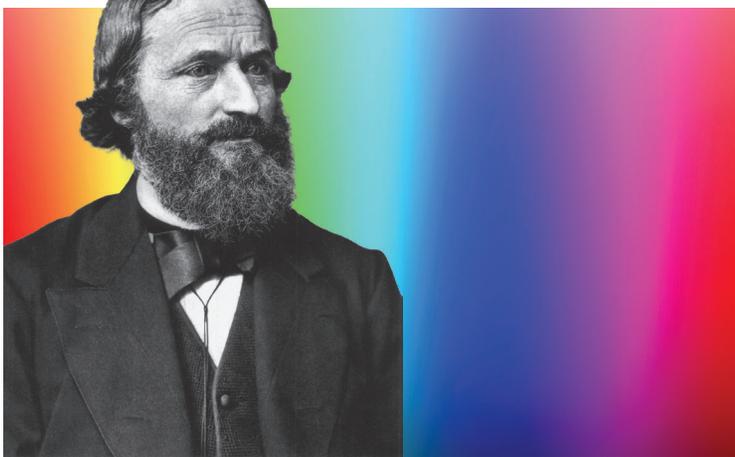
Hilaire de Chardonnet erfand und erforschte die Kunstseide.



Urban Hjärne führte das Chemiestudium in Schweden in die Hochschulen ein.

ner Mischung aus Ether und Alkohol. Diese presste er durch eine Glaskapillare oder durch eine 0,1–0,5 mm weite Metaldüse in die Luft (Trockenspinnverfahren) oder in ein wässriges Fällbad (Nassspinnverfahren) und stellte so endlose Fasern her. Diese ähnelten in ihren Eigenschaften der Naturseide und ließen sich zu Gewebe verarbeiten.

1891 begann Chardonnet mit der weltweit ersten Produktion künstlicher Garne aus Nitrocellulose. Im selben Jahr führte er sein Verfahren auf der Pariser Weltausstellung vor und gewann den großen Preis. Textilien aus dieser Seide waren wegen der im Cellulosemolekül enthaltenen Nitrogruppen allerdings leicht entflammbar; die Fasern ließen sich dafür daher erst nach deren Denitrierung mit reduzierenden Schwefelverbindungen verwenden.



Gustav Robert Kirchhoff und die Spektralfarben des Lichts.

12. März 1824

200. Geburtstag von Gustav Robert Kirchhoff

Der deutsche Physiker Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) gilt als einer der Begründer der mathematischen (theoretischen) Physik. Mit Robert Bunsen (1811–1899) entwickelte Kirchhoff das Flammenspektroskop und die Methode der Spektralanalyse, womit sich geringste Mengen von Elementen nachweisen und neue Elemente entdecken ließen.

Bereits 1845, also als 21-jähriger, formulierte Kirchhoff die nach ihm benannten Regeln der Spannungs- und Stromstärkenverteilung in Netzwerken (Knotenregel, Maschenregel). 1848 habilitierte er an der Universität Berlin und folgte 1850 einem Ruf als Extraordinarius an die Universität Breslau. Hier freundete er sich mit Robert Bunsen an, der nach drei Semestern an die Universität Heidelberg wechselte und dort erreichte, dass Kirchhoff 1854 auf die vakant gewordene Physikprofessur berufen wurde.

1859 gelang Kirchhoff bei der Spektrallinienanalyse des Sonnenspektrums die theoretische Deutung der Fraunhofer'schen Linien, die ihre Existenz der Anwesenheit verschiedener Elemente auf der Sonne verdanken. Zusammen mit Bunsen untersuchte Kirchhoff einge-

hend die Vorgänge bei der Emission und Absorption von Licht und kam zu dem Schluss, dass das Emissions- und Absorptionsvermögen aller Stoffe für Strahlung von der Wellenlänge und Temperatur abhängig ist (Kirchhoff'sches Strahlungsgesetz).

Bunsen und Kirchhoff erkannten, dass jedes chemische Element, das man zur Glut erhitzt, sein eigenes, eindeutig zuordbares Flammenspektrum erzeugt. So wiesen sie durch die Spektralanalyse 1860 ein neues Element nach, welches sie aufgrund von charakteristischen himmelblauen Emissionslinien in den Spektren Cäsium nannten (lat. caesius = himmelblau). Ein Jahr später entdeckten sie Rubidium, das eine dunkelrote Signatur im Spektrum aufweist (lat. rubidus = dunkelrot). Diese Entdeckungen revolutionierten nicht nur die chemische Analyse, sondern schufen auch ein neues Werkzeug für die Spektroskopie im Weltraum.

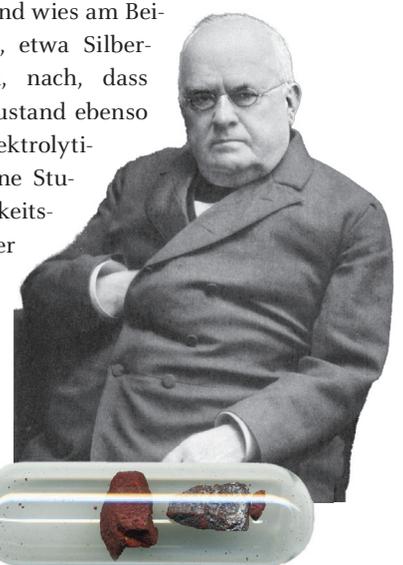
27. März 1884

200. Geburtstag von Johann Wilhelm Hittorf

Der deutsche Physiker und Chemiker Johann Wilhelm Hittorf (1824–1914) wurde insbesondere durch seine bahnbrechenden Arbeiten über die Ionenwanderung bei der Elektrolyse sowie durch die Entdeckung der magnetischen Ablenkung von Kathodenstrahlen bekannt. Er studierte ab 1842 Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Bonn und wurde dort 1846 promoviert. Ein Jahr später habilitierte er sich ebenda mit einer experimentellen Arbeit über die „Bildung einer blauen Oxydationsstufe des Platins auf galvanischem Wege“.

Bereits im Herbst 1847 nahm Hittorf seine Lehrtätigkeit in Münster auf, wo er 1856 zum ordentlichen Professor für Physik und Chemie ernannt wurde. Hier begann er mit Versuchen zur Elektrolyse von Festkörpern und wies am Beispiel einiger Sulfide, etwa Silber- und Kupfer(I)-sulfid, nach, dass sie auch im festen Zustand ebenso „metallische“ wie elektrolytische Leiter sind. Seine Studien zum Leitfähigkeitsverhalten chemischer Elemente, beispielsweise Phosphor und Selen, trugen wesentlich dazu bei, die Erscheinung der Allotropie aufzuklären.

Zur selben Zeit belegte Hittorf durch Messungen von Ionenkonzentrationen in den Elektrodenräumen, dass



Johann Wilhelm Hittorf und die nach ihm benannte Phosphormodifikation: Hittorfscher oder violetter Phosphor – rechts in der Ampulle.

Anionen und Kationen in einer Lösung unterschiedlich schnell wandern können. Außerdem erkannte er den Stromtransport in Elektrolytlösungen als Überführung von Ladungsträgern und ordnete ihnen charakteristische Transportfaktoren zu, die Hittorfschen Überführungszahlen.

10. Mai 1924

100. Todestag von Albert Hesse

Der deutsche Chemiker Albert Hesse (1866–1924) erforschte die Terpenalkohole ätherischer Öle, unter anderem von Geranium-, Jasmin- und Rosenöl. Hesse studierte zunächst Mathematik und Naturwissenschaften in Münster und Berlin und schloss ab 1889 ein Chemiestudium an der Universität Göttingen an. Bereits im Rahmen seiner Dissertation beschäftigte sich Hesse mit der Terpenchemie.



Albert Hesse untersuchte ätherische Öle.

1893 zog es Hesse nach Leipzig zur Firma Heine und Co. – sie galt damals als weltbekannte Stätte der Fabrikation ätherischer Öle und künstlicher Riechstoffe. Hier forschte er an der chemischen Zusammensetzung natürlicher ätherischer Öle und entwickelte Methoden, sie synthetisch herzustellen. Er wies den von ihm „Reuniol“ genannten Terpenalkohol in Rosenöl nach, das sich jedoch später als eine Mischung aus Citronellol und Geraniol herausstellte. Zwischen 1899 und 1901 führte er umfangreiche chemisch-analytische Studien an Jasminblütenöl durch und bewies, dass auch heterocyclische Stickstoffverbindungen Bestandteil ätherischer Öle sein können.

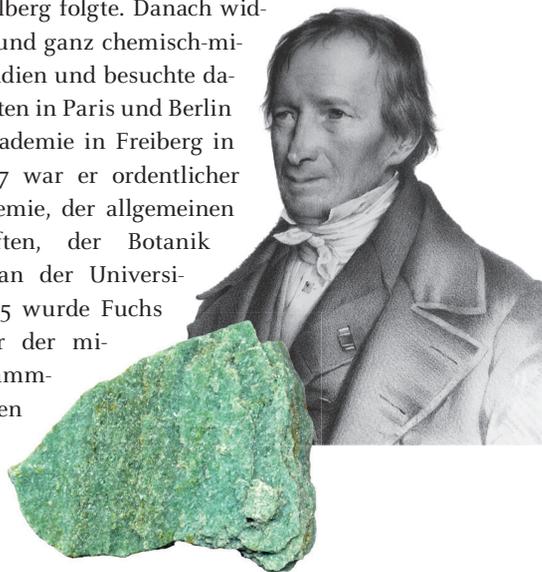
15. Mai 1774

250. Geburtstag von Johann Nepomuk Fuchs

Johann Nepomuk Fuchs (1774–1856) war einer der bedeutendsten deutschen Mineralogen und Chemiker des angehenden 19. Jahrhunderts. Er gilt als Erfinder des Wasserglases, auch Fuchs'sches Flüssiggas genannt.

Nach Abschluss seiner philosophischen Studien in Ingolstadt wandte sich Fuchs dem Medizinstudium in Wien zu, dem die Promotion zum Dr. med. an der

Universität Heidelberg folgte. Danach widmete er sich voll und ganz chemisch-mineralogischen Studien und besuchte dafür die Universitäten in Paris und Berlin sowie die Bergakademie in Freiberg in Sachsen. Ab 1807 war er ordentlicher Professor der Chemie, der allgemeinen Naturwissenschaften, der Botanik und Pharmazie an der Universität Landshut. 1825 wurde Fuchs zum Konservator der mineralogischen Sammlung des bayrischen Staates in München bestellt und trat zugleich nach Verlegung der Landshuter Universität nach



Johann Nepomuk Fuchs und das Mineral Fuchsit.

München wieder in deren Lehrkörper als Professor für Mineralogie ein.

Fuchs kam 1815 als Erster zu der Erkenntnis, dass sich in Mineralien gewisse Bestandteile austauschen lassen, ohne dass sich dabei die Kristallform ändert. Im gleichen Jahr berichtete er über die Analyseergebnisse eines neuen Kalk-Tonerde-Silicats, das er Gheleit nannte. Durch Auflösen feinverteilter Kieselsäure in konzentrierter Kali- oder Natronlauge bis zur Sättigung und anschließendem Eindampfen stellte Fuchs 1818 erstmals das Wasserglas her. Beim Wiederaufbau des im Jahr 1823 abgebrannten Münchner Theaters schlug er mit Franz Xaver Pettenkofer (1783–1850) vor, das Wasserglas für das Feuerfestmachen leicht brennbarer Materialien zu verwenden.

Fuchs zu Ehren erhielt ein chromhaltiges Glimmermineral den Namen „Fuchsit“ $(K(Al,Cr)_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2)$.

31. Mai 1824

200. Geburtstag von Ernst Schering

Der Apotheker 1. Klasse Ernst Christian Friedrich Schering (1824–1889) übernahm 1851 die Berliner „Schmeisser'sche Apotheke“, die er aufgrund seiner Naturliebe fortan „Grüne Apotheke“ nannte. Aus dieser Apotheke, wo Schering auch ein kleines Laboratorium zur Herstellung „reiner Präparate“ betrieb, ging später das weltweit agierende Unternehmen Schering hervor.

Schering lernte den Apothekerberuf von Grund auf: Er war von 1841 bis 1844 Apothekerlehrling in Berlin und arbeitete als Apothekergehilfe in Witten (Ruhr), Köln, Aachen und Pasewalk. Ab 1849 studierte er Pharmazie, Chemie, Physik und Botanik an der Universität Berlin, wo er 1850 das Apothekerstaatsexamen ablegte und dadurch berechtigt war, eine Apotheke zu führen.

Schering erkannte, dass sowohl für die Pharmazie als auch für die aufkommende Fotografie Chemikalien besonderer Reinheit benötigt werden. Daher stellte er



Ernst Schering und die Grüne Apotheke, Keimzelle des späteren Weltkonzerns Schering.

in seiner Apotheke hochreine Chemikalien für pharmazeutische und fotografische Zwecke sowie für die Parfümerie-, Textil-, Leder- und Feuerwerksindustrie her.

Die Nachfrage wuchs, und aus der „Grünen Apotheke“ entstand im Jahr 1864 zunächst die „Chemische Fabrik Ernst Schering“, die am 23. Oktober 1871 an die Börse ging und danach als „Chemische Fabrik auf Actien (vormals E. Schering)“ firmierte.

Schering leitete die Firma als Direktor bis 1881. Er unterhielt enge Beziehungen zu führenden Chemikern seiner Zeit und gehörte 1868 zu den Gründern der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Viele Jahre galt Deutschland – auch dank solcher Unternehmer wie Schering – aufgrund seiner florierenden pharmazeutischen Industrie als Apotheke der Welt.

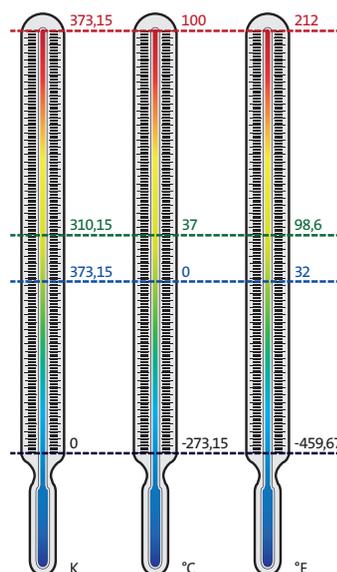
26. Juni 1824

200. Geburtstag von William Thomson, 1. Baron Kelvin

Der britische Physiker William Thomson alias Lord Kelvin (1824–1907) gehört zu den Gründern der klassischen Thermodynamik und führte 1848 die absolute Temperaturskala mit der Einheit Kelvin ein.

Bereits im Alter von zehn Jahren nahm er ein naturwissenschaftliches Studium an der Universität Glasgow auf, das er von 1841 bis 1845 an der Universität in Cambridge fortsetzte. 1846 wurde er Professor für Naturphilosophie und theoretische Physik an der Universität Glasgow, wo er das erste britische

Lord Kelvin und die unterschiedlichen gebräuchlichen Temperaturskalen. Links die Kelvinskala mit dem absoluten Nullpunkt bei $-273,15\text{ °C}$.



Laboratorium für Physik gründete und bis 1899 lehrte und forschte.

Thomson legte den Fixpunkt, bei dem keine Wärmeenergie mehr in der Materie vorhanden ist, als den Ursprung der absoluten Temperaturskala fest: null Kelvin, was $-273,15\text{ °C}$ entspricht. Ausgehend vom Wirkungsgrad des Carnot'schen Prozesses formulierte er um 1850 den 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Ab 1852 beschäftigte er sich gemeinsam mit James Prescott Joule (1818–1889) mit Wärmekraftmaschinen und deren Arbeitsvermögen. Bei ihren Untersuchungen, wie sich die Temperatur eines realen Gases bei Expansion ändert, beobachteten sie eine Abkühlung. Dieser nach beiden Forschern genannte Joule-Thomson-Effekt wurde Grundlage der technischen Luftverflüssigung und Gewinnung reinen Sauerstoffs und Stickstoffs. 1856 entdeckte Thomson den thermoelektrischen Effekt, später Thomson-Effekt genannt: Er beschreibt den Wärmetransport entlang eines stromdurchflossenen Leiters, in welchem ein Temperaturgradient vorliegt.

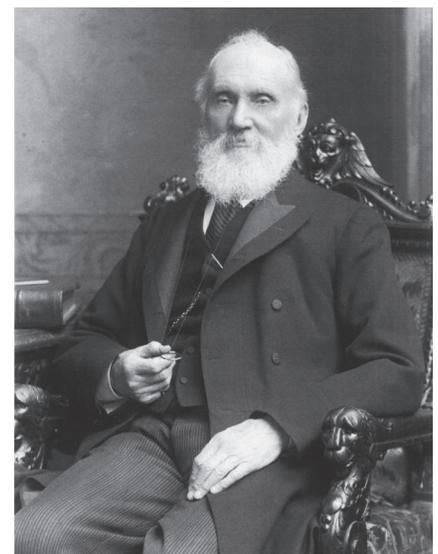
Seine Forschungen über den Charakter elektromagnetischer Schwingungen und Wellen hatten große Auswirkungen auf die Entwicklung der Tiefseekabeltelegrafie. Die Erlöse aus dem Kabelprojekt machten Thomson wohlhabend und waren ein wesentlicher Grund für seine Erhebung in den Adelsstand.

8. Juli 1874

150. Geburtstag von Wolf Johannes Müller

Der Schweizer Chemiker Wolf Johannes Müller (1874–1941) entwickelte ein Verfahren, um Schwefelsäure aus Gips herzustellen, wobei als Nebenprodukt hochwertiger Zement anfällt (Gips-Schwefelsäure-Verfahren). Das Verfahren wurde später von Hans Kühne (1880–1969) für die großtechnische Produktion perfektioniert und ist als Müller-Kühne-Verfahren bekannt.

Müller studierte Chemie an den Universitäten in Straßburg und Freiburg, wo er 1897 mit der Arbeit





Wolf Johannes Müller entwickelte das Gips-Schwefelsäure-Verfahren.

„Über einige neue Derivate des *o*-Methylchinolins“ promoviert wurde. Von 1898 bis 1900 war Müller an der Universität Münster bei Johann Wilhelm Hittorf (1824–1914) tätig und beschäftigte sich hier mit der Passivierung von Metallen. 1900 kehrte Müller an die Universität Freiburg zurück und habilitierte sich dort. 1909 wurde er Professor an der Universität Basel.

1911 übernahm Müller den Posten des Vorstands des anorganisch-chemischen Laboratoriums bei den Farbenfabriken vorm. Bayer & Co. in Leverkusen und befasste sich insbesondere mit der Entwicklung des Gips-Schwefelsäure-Verfahrens. Zur praktischen Erprobung des Verfahrens kam es aber erst 1915, als es in Deutschland während des Ersten Weltkriegs an Schwefelkies mangelte. Bereits 1916 ging in Leverkusen die erste Gips-Schwefelsäure-Anlage in Betrieb, die aus Gips, Tonschiefer und Koks bei 1200°C im Drehrohrföfen Schwefeldioxid produzierte, das zu Schwefelsäure weiterverarbeitet wurde.

1926 übernahm Müller die Professur für chemische Technologie anorganischer Stoffe an der TH Wien und später zusätzlich den Lehrstuhl für Technologie der Brennstoffe in Wien. Hier setzte er die bereits bei Hittorf begonnenen Arbeiten zur Metallpassivierung fort und formulierte die „Bedeckungstheorie“ der Passivität der Metalle. Sie erklärt das chemische Verhalten metallischer Oberflächen und die damit verbundenen Korrosionserscheinungen.

10. Juli 1874

150. Geburtstag von Mieczysław Centnerszwer

Mieczysław Centnerszwer (1874–1944) war ein polnisch-lettischer Physikochemiker. Bekannt wurde er durch seine Pionierarbeiten zu nichtwässrigen Lösungsmitteln sowie der Erforschung von Schmelzflusselektrolyse, um Alkali- und Erdalkalimetalle zu gewinnen. Er gilt als einer der Gründungsväter einer großen Schule von Chemikern, der baltischen Schule.

Ab 1891 studierte er Chemie an der Leipziger Universität und promovierte 1898 bei Wilhelm Ostwald (1853–1932, Nobelpreis für Chemie 1909) zum Dr. phil. Am Rigaer Polytechnikum arbeitete er an der Arrhenius-Theorie der elektrolytischen Dissoziation, angewandt auf nichtwässrige Lösungsmittel, insbesondere auf flüssiges Schwefeldioxid oder flüssige Blausäure, und entwickelte neue Methoden, um kritische Temperaturen der Lösungen zu bestimmen.

1919 erhielt er den Ruf zum ordentlichen Professor für anorganische und physikalische Chemie an die aus dem Polytechnikum hervorgegangene Universität Lettlands. Während dieser Zeit befasste er sich hauptsächlich mit der Auflösungskinetik von Metallen in Säuren und zeigte, wie sehr Verunreinigungen in Metallen die

Geschwindigkeit dieses Prozesses beeinflussen. Außerdem untersuchte er Korrosionserscheinungen an Metallen. 1929 wurde Centnerszwer zum Doktor honoris causa der Universität Lettlands ernannt und bekleidete in den Folgejahren eine Professur für physikalische Chemie an der Universität Warschau; dort untersuchte er vor allem die Schmelzflusselektrolyse von Natrium und Calcium.

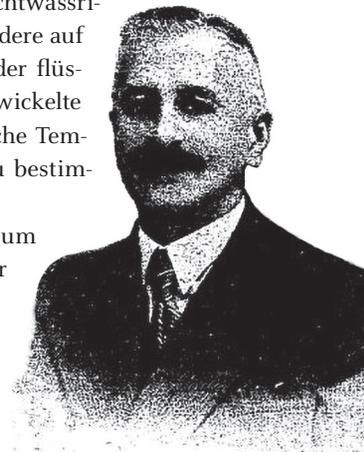
Nach dem Ausbruch des Zweiten Weltkrieges kam er aufgrund seiner jüdischen Herkunft ins Warschauer Ghetto. Seinen Lebensunterhalt verdiente er dort mit Vorlesungen über Chemie und Physik für handwerkliche Färber und Angestellte des Sanitätsdienstes. Am 27. März 1944 wurde er von der Gestapo erschossen.

14. Juli 1874

150. Geburtstag von André-Louis Debierne

Der französische Chemiker und Physiker André-Louis Debierne (1874–1949) forschte an der technischen Gewinnung und Anreicherung radioaktiver Substanzen aus Uranerzen und gilt als Erstentdecker des Elements Actinium.

Seinen Bachelorabschluss erwarb er 1895 in der naturwissenschaftlichen Fakultät der Pariser Universität und arbeitete danach zuerst als Assistent am Lehrstuhl für organische Chemie. Am chemisch-physikalischen Laboratorium der Pariser Sorbonne untersuchte er später Rückstände der Pechblende, die ihm das Ehepaar Curie zur Verfügung gestellt hatte (Pierre Curie, 1859–1906, Nobelpreis für Physik 1903, und Marie Curie 1867–1934, Nobelpreis für Physik 1903 und für Chemie 1911).



Mieczysław Centnerszwer war ein Pionier der Erforschung der Schmelzflusselektrolyse.

Aus Abfällen der Pechblende isolierte Debiere 1899 ein Oxid, das er als Verbindung eines bis dahin unbekanntes Elementes erkannte, welches er Actinium nannte (griech. aktis = Strahl). Später stellte er gemeinsam mit Marie Curie metallisches Radium her, indem er eine Radiumchloridlösung an einer Quecksilberkathode reduzierte. Zudem wies er nach, dass Actinium wie Radium bei seinem Zerfall Helium bildet, und bestimmte die Halbwertszeit sowie die relativen Atommassen der beim Zerfall entstehenden „Emanationen“.

Nach dem Tod Marie Curies übernahm er am 1. Januar 1935 Curies Lehrstuhl für allgemeine Physik und Radioaktivität und wurde Direktor des 1911 gegründeten Radiuminstituts.



Andre-Louis Debiere,
Entdecker des Actiniums.



NOBELPREISE: Vor 100 und vor 50 Jahren

Nobelpreise 1924

Chemie: Der Nobelpreis für Chemie wird nicht vergeben und das Preisgeld geht in den Fonds dieser Preiskategorie.

Physiologie oder Medizin: Der niederländische Mediziner und Neurophysiologe Willem Einthoven (1860–1927) erhält den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin „für seine Entdeckung des Mechanismus des Elektrokardiogramms (EKG)“. Er konstruiert 1903 ein Saitengalvanometer, das ermöglicht, Aktionsströme im Herzmuskel zu messen. Die Aufzeichnung dieser schnell veränderlichen Ströme mit geringer Intensität legte den Grundstein zur Entwicklung des EKGs.

Das Saitengalvanometer besteht hauptsächlich aus einem dünnen, versilberten Quarzfaden, der, wenn er von elektrischem Strom durchflossen wird, entsprechend dessen Intensität in einem Magnetfeld abgelenkt wird. Die Auslenkungen werden mit einem Mikroskop beobachtet und auf einer Fotoplatte abgebildet. Da das erste Gerät etwa 150 kg wiegt und nur schwer bedienbar ist, werden in den Anfangsjahren die EKGs der bettlägerigen Patienten aus dem Leidener Krankenhaus über eine 1,5 km lange

elektrische Leitung direkt in Einthovens Labor übertragen.

Die einzelnen Spitzen der elektrischen Potentialschwankungen belegt er mit den Buchstaben P bis T, die so auch heute noch bei der Interpretation des EKGs in der klinischen Diagnostik gebräuchlich sind. Ebenso sind auch Einthovens Extremitätenableitungen von Potentialschwankungen zwischen rechtem und linkem Arm sowie linkem Bein – das Einthoven-Dreieck – bis heute Standard.

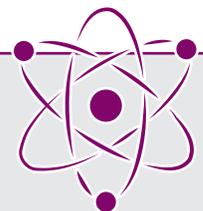
Physik: Der Nobelpreis geht an den schwedischen Physiker Karl Manne Georg Siegbahn (1886–1978) für seine Forschungen und Entdeckungen in der Röntgenspektroskopie. Er verbessert die Experimentiertechnik der Röntgenspektroskopie, was die Messgenauigkeit bei röntgenspektroskopischen Untersuchungen deutlich erhöht und zusammen mit der sich herausbildenden Quantenmechanik ein besseres Verständnis des Schalenbaus der Atome ermöglicht.

Siegbahn misst sehr genau die von Atomen verschiedener Elemente erzeug-

ten Röntgenwellenlängen und bestätigt dadurch endgültig die Position der Elemente im Periodensystem nach steigender Ordnungszahl. Die Beschreibung der Schalenstruktur der Atome mit 2 Elektronen in der K-Schale, 8 in der L-Schale und 18 in der M-Schale, wie wir sie heute kennen, ist den Untersuchungen Siegbahns zu verdanken. Seine Ergebnisse fasst er in dem 1923 erschienenen Buch „Spektroskopie der Röntgenstrahlen“ zusammen.

Nobelpreise 1974

Chemie: Der US-Chemiker Paul John Flory (1910–1985) wird mit dem Nobelpreis für seine bahnbrechenden experimentellen und theoretischen Forschungsarbeiten in der physikalischen Chemie der Makromoleküle ausgezeichnet. Flory schlägt erstmals einen Kettenübertragungsmechanismus bei Polymerisationsreaktionen vor, der die Molekularmasse von Polymeren beeinflusst, nicht jedoch deren Bildungsgeschwindigkeit.

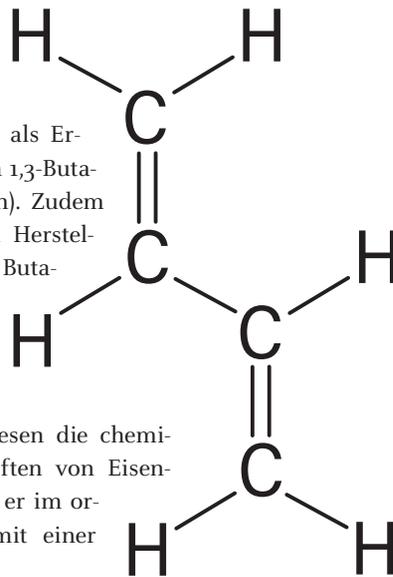


25. Juli 1874

150. Geburtstag von Sergei Wassiljewitsch Lebedew

Der russische Chemiker Sergei Wassiljewitsch Lebedew (1874–1934) gilt als Erfinder der katalytischen Synthese von 1,3-Butadien aus Ethanol (Lebedew-Verfahren). Zudem war er Wegbereiter der technischen Herstellung synthetischem Kautschuks auf Butadien-Basis.

Lebedew studierte von 1895 bis 1900 an der Universität in St. Petersburg und untersuchte danach am dortigen Institut für Verkehrswesen die chemischen und mechanischen Eigenschaften von Eisenbahnschienenstahl. 1913 promovierte er im organisch-chemischen Laboratorium mit einer



Sergei Lebedew – nach ihm ist das Lebedew-Verfahren zur katalytischen Synthese von 1,3-Butadien benannt.

Zusammen mit Günter Victor Schulz (1905–1999) berechnet er die Molmassenverteilung von Polymeren, mathematisch beschrieben mit der Schulz-Flory-Funktion. Er befasst sich mit der räumlichen Gestalt der Makromoleküle und erkennt die Zusammenhänge zwischen dem dreidimensionalen Charakter der Moleküle und den Polymer-eigenschaften. Bei seinen Arbeiten zur Thermodynamik von Polymerlösungen ermittelt er die nach ihm benannte Flory-Temperatur, bei der eine Polymerkette im Lösungsmittel in ungestörter Dimension vorliegt. Von ihm und Maurice Loyal Huggins (1897–1981) stammt eine Methode, um die mittlere Dimension eines Polymers in Lösung zu bestimmen (Flory-Huggins-Modell).

Physiologie oder Medizin: Die Belgier Albert Claude (1899–1983) und Christian René de Duve (1917–2013) sowie der US-Amerikaner George Emil Palade (1912–2008) erhalten gemeinsam den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin „für ihre Entdeckungen zur strukturellen und funktionellen Organisation der Zelle“. Durch das Zentrifugieren von Gewebe und anschließender elektronen-

mikroskopischer Analyse der Zellfraktionen gelingt es den Forschern, die bislang unbekanntesten Zellbestandteile zu identifizieren sowie diese morphologisch und biochemisch zu untersuchen.

Dazu wendet Albert Claude als Erster die Elektronenmikroskopie in der Zellforschung an. Durch die zusätzliche Vergrößerung, welche Elektronenstrahlen anstelle von Licht ermöglichen, entdeckt er das endoplasmatische Retikulum und beschreibt die Funktion und Struktur von Mitochondrien genauer.

Christian de Duve entdeckt bei der Zellpartikelforschung der tierischen Zellen weitere zelluläre Bestandteile: Lysosomen sowie Peroxisomen, die an der Verdauung und Entgiftung auf Zellebene mitwirken.

George Emil Palade verbessert die von Claude entwickelten elektronenmikroskopischen Techniken in der Zellbiologie weiter und klärt die Feinstrukturen von Mitochondrien, Chloroplasten und dem Golgi-Apparat auf. 1953 beschreibt Palade erstmals Ribosomen, die Eiweißfabriken der Zelle.

Physik: Den Nobelpreis teilen sich der britische Astrophysiker Antony Hewish

(1924–2021) und der britische Radioastronom Martin Ryle (1918–1984); damit wird ein Physiknobelpreis erstmals für die astronomische Forschung verliehen.

Hewish wird für die Entdeckung der Pulsare, schnell rotierende Neutronensterne, geehrt. Er gibt der gepulsten Radiostrahlung aus dem Weltraum, die seine Doktorandin Susan Jocelyn Bell (*1943) registriert hat, eine korrekte Interpretation. Danach sollen die schnell rotierenden Neutronensterne in regelmäßigen Abständen ein stark gebündeltes Radiosignal mit hoher Pulsfrequenz zur Erde aussenden.

Die Originalveröffentlichung zur Entdeckung des ersten Pulsars PSR J1921+2153 publiziert Hewish gemeinsam mit der Mitentdeckerin Bell, die vom Nobelpreiskomitee für die Auszeichnung jedoch nicht vorgeschlagen wird. Den Nobelpreis erhält hingegen Martin Ryle für die Entwicklung einer Apertursynthesetechnik und eines darauf aufbauenden Radioteleskopsystems. Dieses ermöglicht es, den Ort schwacher kosmischer Radioquellen präzise zu bestimmen, darunter den des ersten Pulsars.

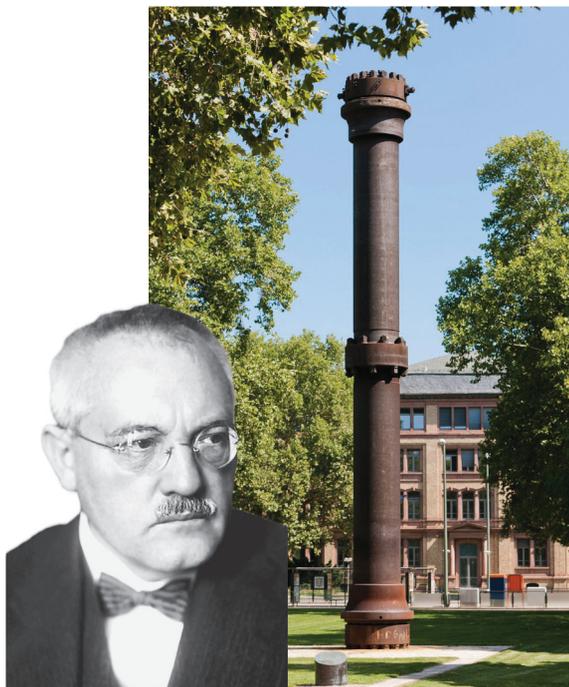
Arbeit über die Polymerisation von „Diethylen-Kohlenwasserstoffen“. Von 1917 bis zu seinem Lebensende hatte er den Lehrstuhl für allgemeine Chemie an der Militärmedizinischen Akademie inne. Hier intensivierte Lebedew seine experimentellen und theoretischen Arbeiten zur Polymerisation aliphatischer Kohlenwasserstoffe mit zwei Doppelbindungen (Diene).

Mitte der 1920er Jahre nahm er an einem in der UdSSR ausgeschrieben internationalen Wettbewerb teil, der die besten Methode zur „Gewinnung von künstlichem Kautschuk“ suchte. Mit einem Team von sieben Wissenschaftlern des von ihm an der St. Petersburger Universität geleiteten Laboratoriums für Erdöl und Kohle fand er in kürzester Zeit einen Katalysator, um 1,3-Butadien aus Ethanol herzustellen, Schlüsselrohstoff für Synthetikautschuk. Es handelte sich um ein Katalysatormischsystem, bestehend aus Wasserstoff-entziehendem Zinkstaub und Wasser-entziehendem Floridin (ein Tonmineral aus Lebedews Tonmineralsammlung). Im nächsten Schritt entwickelten sie die anerkannt beste Methode zur Gewinnung von Butadien-Kautschuk mit metallischem Natrium als Katalysator und waren in den Jahren 1931 bis 1933 maßgeblich an der Inbetriebnahme der weltweit ersten großtechnischen Anlagen für Synthetikautschuk beteiligt.

27. August 1874

150. Geburtstag von Carl Bosch

Der deutsche Chemiker und Industrielle Carl Bosch (1874–1940) gehört zum allerersten Rang der Wissenschaftler- und Technikerelite. Bosch entwickelte zu-



Carl Bosch – das nach ihm benannte Haber-Bosch-Verfahren (im Bild ein historischer Reaktor im Park vor der BASF, Ludwigshafen) ist einer der wichtigsten Prozesse der industriellen Chemie.

sammen mit Fritz Haber (1868–1934, Nobelpreis für Chemie 1918) das Hochdruckverfahren der Ammoniakproduktion (Haber-Bosch-Verfahren) und schuf die Grundlage für die großtechnische Herstellung von Stickstoffdüngemittel in der BASF.

Nach einer Lehre in Metallkunde in einer schlesischen Hütte begann er 1894 mit dem Studium des Maschinenwesens an der TH Berlin-Charlottenburg. 1896 wechselte er zum Chemiestudium an die Universität Leipzig. Zwei Jahre später promovierte Bosch mit einer Arbeit „Über die Kondensation von Dinatriumacetondicarbonsäurediethylester mit Bromacetophenon“. 1899 erhielt er eine Anstellung bei der BASF in Ludwigshafen, zunächst als Betriebs-, dann als Abteilungsleiter, Prokurist und Direktor, bis er 1919 Vorstandsvorsitzender der BASF wurde und danach zehn Jahre lang den Vorstand der von ihm 1925 mitbegründeten IG-Farbenindustrie anführte.

Zu Beginn seiner Tätigkeit in der BASF arbeitete er zunächst in der Phthalsäureproduktion. Danach übernahm er 1902 die Aufgabe, das von Wilhelm Ostwald (1853–1932) vorgeschlagene Verfahren zur Ammoniakherstellung aus Stickstoff und Wasserstoff mit fein verteiltem Eisen als Katalysator zu überprüfen. Die Versuche schienen aufgrund falscher experimenteller Ansätze wenig aussichtsreich zu sein, dennoch setzte Bosch, unterstützt durch seinen neuen Assistenten Alwin Mittasch (1869–1953), die Arbeiten zur Stickstofffixierung unter anderen verfahrenstechnischen Prämissen fort.

In den Jahren 1908 bis 1913 wurden unter Boschs Leitung – auf Grundlage der Laborversuche und Patente Habers sowie mit dem von Mittasch gefundenen Mischkatalysator auf Eisenoxiddbasis – die technischen und apparativen Voraussetzungen für die großtechnische Hochdruckammoniaksynthese geschaffen. Die erste Großversuchsanlage zur Ammoniaksynthese ging 1913 in Oppau bei Ludwigshafen in Betrieb. 1931 wurden Carl Bosch und Friedrich Bergius (1884–1949) für ihre Verdienste um die Entdeckung und Entwicklung der chemischen Hochdruckverfahren mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

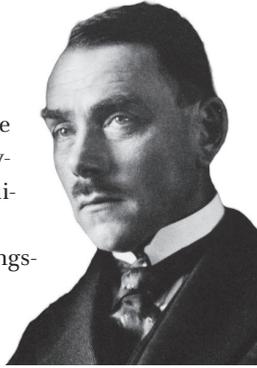
29. August 1874

150. Geburtstag von Volkmar Kohlschütter

Volkmar Kohlschütter (1874–1938), ein deutscher Chemiker, gilt als Begründer der Topochemie (griech. topos = Ort, Raum). Diese befasst sich mit chemischen Reaktionen, die an oder in einem Festkörper ablaufen und durch dessen makroskopische Form bestimmt sind, zum Beispiel bei der heterogenen Katalyse, Korrosionsvorgängen und der Festphasenpolymerisation.

Kohlschütter studierte Chemie in Freiburg und München. Hier promovierte er 1899 mit einer Arbeit über „Unorganische Hydroxylaminverbindungen“. Kurz nach seiner Habilitation ging er 1902 als Privatdozent an die Universität Straßburg und erhielt 1909

Volkmar Kohlschütter, Begründer der Topochemie.



die Professur für allgemeine und anorganische sowie physikalische Chemie an der Universität Bern.

Kohlschütters Forschungsinteressen erstreckten sich von der Konstitution anorganischer Verbindungen, vor allem der dispersen Stoffe, über die Komplex-, Kolloid- und Topochemie bis hin zu den Kristallbildungsvorgängen bei elektrolytischen Abscheidungen. So klärte Kohlschütter 1900 die Zusammensetzung von „Uranrot“ auf, einer uranhaltigen Farbglasur für Keramik. Er stellte Cadmium- und Quecksilber-Doppelsalze mit verschiedenen Säureresten her und gewann Erkenntnisse über deren Struktur und Eigenschaften. Darüber hinaus untersuchte er elektrolytisch erhaltene Metallkolloide und beschrieb ausführlich die „physikalisch-chemische Morphologie“ sowie die Reaktivität von Festkörperoberflächen.

26. Oktober 1874

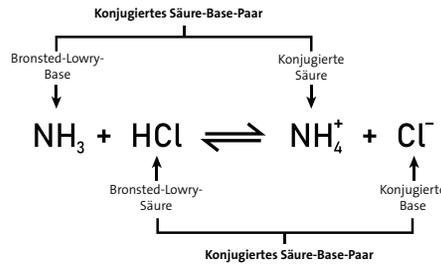
150. Geburtstag von Thomas Martin Lowry

Thomas Martin Lowry (1874–1936) war ein englischer Chemiker und Schöpfer der allgemeinen Protonentheorie der Säuren und Basen. Diese schlug er 1923 nahezu gleichzeitig und unabhängig von Johannes Nicolaus Brønsted (1879–1947) vor. Seine wichtigsten Arbeiten galten der optischen Aktivität organischer Verbindungen.

Lowry studierte ab 1893 Chemie am Central Technological College in London und wurde 1899 promoviert. 1898 entdeckte er bei einer frisch hergestellten Lösung von Nitro-d-Campher, dass sich deren optischer Drehwinkel mit der Zeit veränderte, und führte den Begriff Mutarotation ein (lat. mutare = ändern). Zugleich untersuchte er die Tautomerie organischer Verbindungen und entdeckte, dass die Geschwindigkeit, mit der Isomere das dynamische chemische Gleichgewicht erreichen, stark vom Lösungsmittel abhängt.

1913 übernahm er die Leitung der Guy's Hospital Medical School und erhielt die Professur an der Universität London. Von 1920 an bis zu seinem Tode war er der erste Lehrstuhlinhaber für physikalische Chemie an der Universität Cambridge.

Zu der Zeit, als Lowry mit seinen Arbeiten zur Mutarotation begann, war wenig über die Abhängigkeit der optischen Aktivität organischer Verbindungen von der Wellenlänge bekannt. Um diese zu untersuchen, entwickelte Lowry die Methoden der Polarimetrie weiter. Er analysierte, wie sich der optische Drehwinkel bei Säure- oder Base-katalysierten Umsetzungen von Campherderivaten veränderte, und entdeckte das Phä-



Thomas Martin Lowry forschte an Säure-Basen-Konzepten.



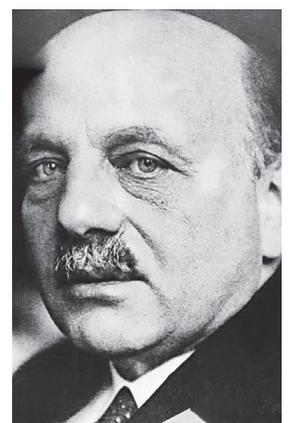
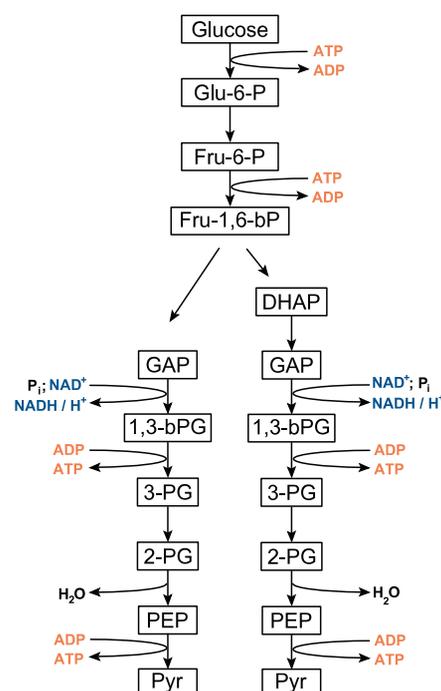
nomen der Protonenwanderung, das er Prototropie nannte. Dies veranlasste ihn, die Arrhenius'sche Säure-Base-Theorie zu modifizieren und auf alle Moleküle oder Ionen auch außerhalb eines wässrigen Mediums zu erweitern, die befähigt sind, Protonen abzugeben (Protonendonatoren) oder aufzunehmen (Protonenakzeptoren).

10. November 1874

150. Geburtstag von Gustav Georg Embden

Der deutsche Physiologe und Biochemiker Gustav Georg Embden (1874–1933) entschlüsselte erstmals vollständig einen kompletten Stoffwechselweg: den Glucoseabbau im Muskel (Glykolyse), heute in jedem Biochemielehrbuch als Embden-Meyerhof-Parnas-Weg (EMP-Weg) aufgeführt.

Nach seinem Medizinstudium an den Universitäten in Freiburg, München und Berlin sowie Approbation und Promotion zum Dr. med. in Straßburg übernahm Embden 1904 die Leitung des chemischen Laboratoriums im Städtischen Krankenhaus in Frankfurt am Main und wurde 1906 Direktor des daraus hervorgegangenen physiologisch-chemischen Instituts. Nach



Gustav Georg Embden und die Glykolyse: Er entschlüsselte erstmals vollständig den Glucoseabbau im Muskel.

Habilitation für experimentelle Pathologie an der Universität Bonn, wo er ab 1909 als außerordentlicher Professor wirkte, erhielt er 1914 den Ruf auf die Professur für physiologische Chemie an der neugegründeten Stiftungsuniversität in Frankfurt am Main.

Hier untersuchte Embden entgegen der gängigen Praxis nicht nur Anfangs- und Endprodukte des Stoffwechsels, sondern auch die Zwischenprodukte. So wies er an der isolierten Leber die Acetonbildung bei Diabetes mellitus nach. Die Entdeckung, dass sich bei der Glykolyse Milchsäure bildet, veranlasste ihn, sich intensiver mit dem Kohlenhydratstoffwechsel zu beschäftigen. Embden nahm an, dass es sich um einen zyklischen Ablauf handelt. 1932/33 präsentierte er ein komplettes Schema der Glykolyse im Muskel, das Otto Fritz Meyerhof (1884–1951, Nobelpreis für Medizin 1922) und Jakub Karol Parnas (1884–1949) bestätigten.

Emden wurde zwischen 1923 und 1933 zwölfmal für den Nobelpreis vorgeschlagen, den er jedoch nie erhielt. Seine Karriere fand ein jähes Ende, als er 1933 von nationalsozialistischen Studierenden öffentlich als Jude gedemütigt wurde. Nur kurze Zeit später verstarb er in einem Nervensanatorium in Nassau an der Lahn. Heute erinnert ein Stolperstein in der Kennedyallee 99 in Frankfurt am Main an den herausragenden Wissenschaftler.

21. November 1824

200. Geburtstag von Hieronymus Theodor Richter

Der deutsche Chemiker und Mineraloge Hieronymus Theodor Richter (1824–1898) entdeckte 1863 gemeinsam mit dem Physiker Ferdinand Reich (1799–1882) das Element Indium in schwarzer Zinkblende.

Richter absolvierte eine Apothekerlehre in Dresden und studierte von 1843 bis 1847 an der Bergakademie Freiberg. Danach arbeitete er bei den Freiburger Hüttenwerken, wurde 1857 Assessor des Oberhüttenamtes und 1863 als ordentlicher Professor für Lötrohrprobierkunst an die Bergakademie Freiberg berufen.

Im gleichen Jahr, ursprünglich auf der Suche nach Thallium, entdeckten Richter und Reich bei der spektralanalytischen Untersuchung einer Freiburger Zinkblendeprobe nicht die erwartete grüne Spektrallinie des Thalliums, sondern eine bis dahin unbekannt indigoblaue Linie bei 451,14 nm und damit ein neues chemisches Element, das sie aufgrund der Spektralfarbe Indium nannten. Zunächst vermuteten die Forscher hinter dem entdeckten Indiumoxid ein zweiwertiges Metallion; dessen Dreiwertigkeit wurde erst später geklärt, als Indium in das Periodensystem der chemischen Elemente eingeordnet wurde.



Hieronymus Theodor Richter, Entdecker des Indiums.

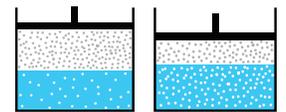
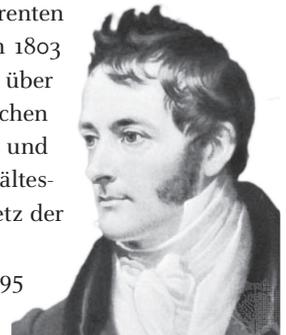
Durch Reduktion des Indiumoxids mit Wasserstoff isolierten seine Entdecker auch das metallische Indium; eine größere Menge wurde erstmals auf der Weltausstellung 1867 in Paris gezeigt. 1873 wurde Richter zum Professor für Hüttenkunde und metallurgische Probierkunde berufen und wirkte von 1875 bis 1896 auch als Direktor der Bergakademie Freiberg. Ihm zu Ehren ist das Mineral Richterit benannt.

12. Dezember 1774

250. Geburtstag von William Henry

Der englische Mediziner und Chemiker William Henry (1774–1836) erlangte Berühmtheit durch seine wegweisenden Untersuchungen zur „Löslichkeit von Gasen in indifferenten Flüssigkeiten“. Das von ihm 1803 aufgestellte Henry-Gesetz über den Zusammenhang zwischen der Löslichkeit eines Gases und seinem Partialdruck ist das älteste heute noch benutzte Gesetz der physikalischen Chemie.

Henry studierte ab 1795 Medizin an der Universität Edinburgh und promovierte dort 1807 zum Dr. med. mit einer Arbeit über „Harnsäure und Krankheiten, die durch deren übermäßige Sekretion entstehen“. Bereits während des Studiums erforschte Henry intensiv das Verhalten von Gasen in Flüssigkeiten und untersuchte den Einfluss



William Henry beschreibt in dem von ihm aufgestellten Henry-Gesetz den Zusammenhang zwischen der Löslichkeit eines Gases und dessen Partialdruck.

von Drücken und Temperaturen auf die Gaslöslichkeit. Diese ist bei konstanter Temperatur direkt proportional zum Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit, wobei die Proportionalität durch die Henry-Konstante ausgedrückt wird. Diese Erkenntnisse Henrys spielen heute noch eine bedeutende Rolle, etwa bei flüchtigen Anästhetika oder um die Dekompressionskrankheit bei Tauchern zu erklären.

Aus gesundheitlichen Gründen konnte Henry seine Tätigkeit als Arzt nicht ausüben und widmete sich fortan der chemischen Forschung, insbesondere der Analyse von Gasgemischen in Kohlendgasen. So identifizierte er 1808 Methan als den entzündbaren Bestandteil des Leuchtgases, bestimmte Olefin- und Schwefelwasserstoffgehalte und wies nach, dass Ammoniak frei von Sauerstoff ist. Er erkannte die desinfizierende Wirkung der Hitze und schlug während der Cholera-Epidemie 1831 vor, zur Seuchenabwehr die Kleidung durch Erhitzen zu desinfizieren.

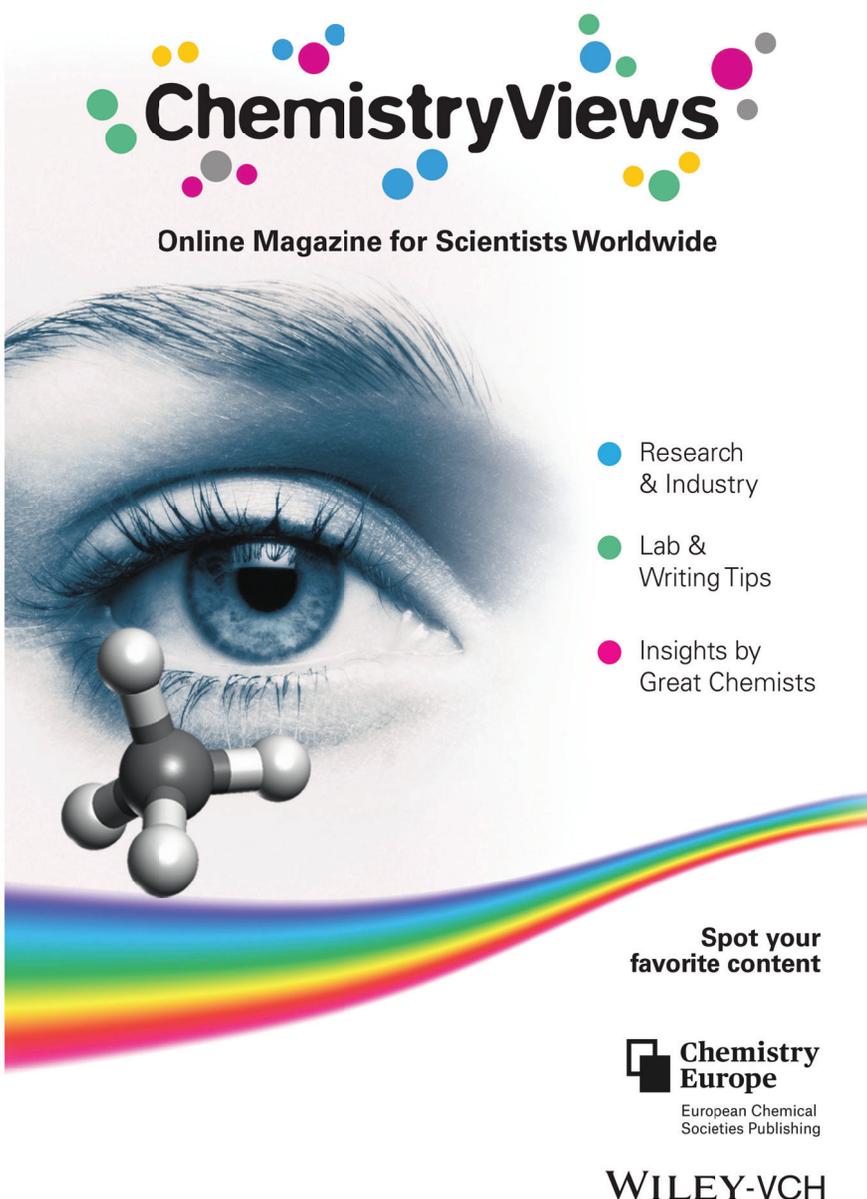
Verwendete Literatur und Bildquellen

- S. Engels, A. Nowak, Auf der Spur der Elemente, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1971
- S. Engels, R. Stolz et al. (Hrsg.), ABC Geschichte der Chemie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1989
- Freie Onlinezyklopedie Deutsche Biographie; deutsche-biographie.de/home
- Freie Onlinezyklopedie Österreichisches Biographisches Lexikon, biographien.ac.at/oebl
- Freie Onlinezyklopedie Wikipedia, de.wikipedia.org
- Harenberg Lexikon der Nobelpreisträger, 2. Aufl., Harenberg Lexikon Verlag, Dortmund 2000
- G. Harig, P. Schneck, Geschichte der Medizin, Verlag Gesundheit GmbH, Berlin, 1990
- K. Heinig (Hrsg.), Biographien bedeutender Chemiker, 4. Aufl., Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1977
- W. Jaenicke, 100 Jahre Bunsen-Gesellschaft 1894–1994, Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 1994
- W. Killy (Hrsg.), Deutsche Biographische Enzyklopädie, K. G. Saur Verlag, München, 1995
- Lexikon der Naturwissenschaftler, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin-Oxford, 1996
- S. Neufeldt, Chronologie Chemie 1800–2000, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2003
- W. R. Pötsch et al., Lexikon bedeutender Chemiker, 1. Aufl., VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1988
- Römpp Kompakt, Basislexikon Chemie, Georg Thieme Verlag, 1998
- K.-H. Schlote (Hrsg.), Chronologie der Naturwissenschaften, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt/Main, 2002
- P. Schneck, Geschichte der Medizin systematisch, UNI-MED Verlag, Bremen und Lorch/Württemberg, 1997
- C. G. Spilcke-Liss, Der Wirkungskreis von Wilhelm Ostwalds Leipziger Schule der physikalischen Chemie, Drei Birken Verlag, Freiberg (Sachsen), 2009
- W. Strube, Der historische Weg der Chemie, Band 1 und 2, 3. Aufl., VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1976
- W. Teltschik, Geschichte der deutschen Großchemie, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1992
- H.-L. Wußing (Hrsg.), Fachlexikon Forscher und Erfinder, Nikol Verlagsgesellschaft, Hamburg, 2005
- chemgeo.uni-jena.de/chegemedia/iaac/ag-chemie-didaktik/steckbriefe/ferdinand-reich-indium.pdf

Bildnachweise:

Porträtfotos von Carnot, Berzelius, Wislicenus, de Broglie, Pauli, Svedberg, Seaborg, Kirchhoff, Hittorf, Hesse, Fuchs, Schering, Kelvin, Müller, Centnerszwer, Debiere, Lebedew, Bosch, Kohlschütter, Lowry, Embden, Richter, Henry: Wikimedia Commons
 Perpetuum Mobile: Dr_Microbe / Adobe Stock
 Carnot'scher Kreisprozess: VectorMine / Adobe Stock
 Silicium: Björn Wylezich / Adobe Stock
 Suramin: bacsica / Adobe Stock
 Labor mit Reimer und Haarmann: Wikimedia Commons
 Vanillin: logos2012 / Adobe Stock
 Vanilleschoten: Unclesam / Adobe Stock

Atommodell: MikeCS images / Adobe Stock
 Zentrifuge: guruXOX / Adobe Stock
 Ozonloch: NASA
 Seaborgium: Negro Elkha – / Adobe Stock
 Spektrum: kurkalukas – / Adobe Stock
 Phosphor: Wikimedia Commons
 Hesse: aus Nachruf in doi: 10.1002/cber.19240570735
 Fuchsit: James St. John
 Grüne Apotheke: Bayer
 Temperaturskalen: attaphong / Adobe Stock
 Schwefelsäure: kittisak / Adobe Stock
 Actinium: concept w / Adobe Stock
 Wissenschaftssymbole: arkadiwna / Adobe Stock
 Haber-Bosch-Reaktor: BASF
 Indium: Björn Wylezich



ChemistryViews
 Online Magazine for Scientists Worldwide

- Research & Industry
- Lab & Writing Tips
- Insights by Great Chemists

Spot your favorite content

Chemistry Europe
 European Chemical Societies Publishing

WILEY-VCH