

Meilensteine der Chemie 2026



Ein Blick in den historischen Chemiekalender:

Carl Wilhelm Scheele isoliert Harnsäure und beschreibt deren chemische Eigenschaften; Otto Unverdorben isoliert Anilin aus Indigo. Das Verfahren zur Polymerisation von 1,3-Butadien geht an den Start, und die erste Lithiumionenbatterie sowie ein atmungsaktives Textil werden entwickelt.

Vor 250 Jahren (1776)



James Watt

Der verbesserte dampfgetriebene Motor

Aus einem edlen Stamme spross er, der Junker Dampf
(Theodor Fontane)

Die Entwicklung der Dampfmaschine zum effizienten Arbeitsmittel markiert einen der Wendepunkte der Industriellen Revolution. Die von Thomas Newcomen (1663–1729) erfundene Dampfmaschine findet bereits im 18. Jahrhundert in der Industrie Verwendung, ist aber ineffizient. Denn im Arbeitszylinder wird nach jeder Expansion des Dampfes Wasser kondensiert und anschließend erneut aufgeheizt. Der spezifische Brennstoffverbrauch der Newcomen-Maschine war deshalb hoch und ihr thermischer Wirkungsgrad gering. Im Jahr 1765 verbessert der schottische Ingenieur James Watt (1736–1819) die Effizienz deutlich, indem er den Kondensationsprozess durch einen separaten Kondensator vom Arbeitszylinder trennt. Doch erst 1776 wird die verbesserte Dampfmaschine erstmals in der Eisenfabrik des britischen Unternehmers und Ingenieurs John Wilkinson (1728–1808) installiert. Wilkinson liefert nicht nur die technische Infrastruktur für die Installation der Maschine, sondern fertigt auch die Komponenten mit außergewöhnlicher Genauigkeit.

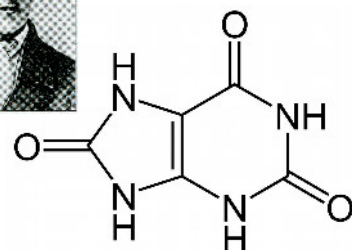
Pathobiochemie im Zeitalter der Aufklärung

Wie aus Kristall ein fremder Blick mir eiskalt in die Seele fällt
(Annette von Droste-Hülshoff)

Im Jahr 1776 isoliert der deutsch-schwedische Apotheker und Chemiker Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) erstmals Harnsäure als Hauptbestandteil bestimmter Urolithen und charakterisiert sie chemisch. Scheele führt an Blasensteinen Säure-Base-Reaktionen aus und erhält in saurer Lösung eine feinkristalline organische Substanz. Diese beschreibt er als „Acidum Uricum“ (Harnsäure), da sie sich auch im menschlichen Harn findet. Aufbauend auf Scheeles Forschungen bestimmt Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) die elementare Zusammensetzung der Harnsäure. Berzelius er-



Carl Wilhelm Scheele isolierte erstmals die Harnsäure (hier: Strukturformel der Ketoform).



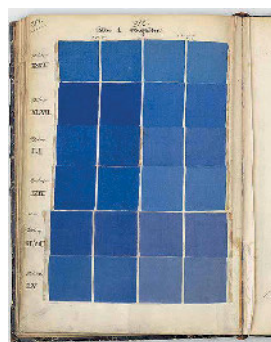
kennt Harnsäure als Ausscheidungsprodukt des Stickstoff-Stoffwechsels und stellt Zusammenhänge zwischen erhöhten Harnsäurespiegeln und Erkrankungen wie Gicht her. Unabhängig davon untersuchen auch William Hyde Wollaston (1766–1828) und Johann Friedrich Gmelin (1748–1804) die Zusammensetzung von Blasen- und Nierensteinen, wobei sie Scheeles Ergebnisse bestätigen und vervollständigen. Mit Torbern Olof Bergmann (1735–1784) stellt Scheele 1776 durch Oxidation von Zucker mit Salpetersäure Oxalsäure her. Natürliche Oxalsäure hatte Johann Christian Wiegand (1732–1800) bereits 1769 in Sauerklee (*Oxalis acetosella*) gefunden.

Vor 200 Jahren (1826)

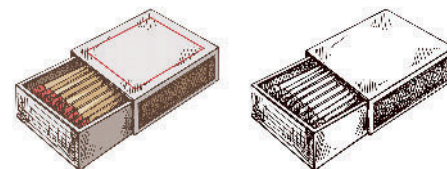
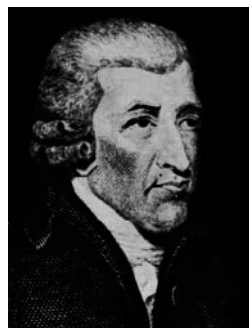
Entdeckung des Anilins

Hoch in blauer Blütenstille liegt der ganze Sternstrahl
(Joseph von Eichendorff)

Im Jahr 1826 isoliert der deutsche Chemiker Otto Unverdorben (1806–1873) erstmals Anilin. Bei Untersuchungen an Naturfarbstoffen gewinnt Unverdorben durch Kalkdestillation von Indigo eine ölige, alkalische Substanz. Da diese mit Säuren kristallisierende Salze bildet, nennt er sie „Krystallin“. Unabhängig von Unverdorben isoliert Friedlieb Ferdinand Runge (1794–1867) im Jahr 1834 eine ähnliche Verbindung aus Steinkohlenteer, die er „Kyanol“ nennt. Runge erkennt die enge Verwandtschaft seiner Substanz zu Unverdorbens „Krystallin“. Er schlägt in Anlehnung an die Indigopflanze *Indigofera anil* den neuen Namen „Anilin“ vor, der sich vom arabischen Wort „an-nil“ (dunkelblau) ableitet. Indigo wird einer der wichtigsten Substanzen beim Aufbau der Synthesefarbstoffindustrie.



Anilinblau-Abdrucke aus einem Fabrikations-Kontrollbuch (1862).



John Walker, Erfinder der ersten Streichhölzer mit Reibungszündung.

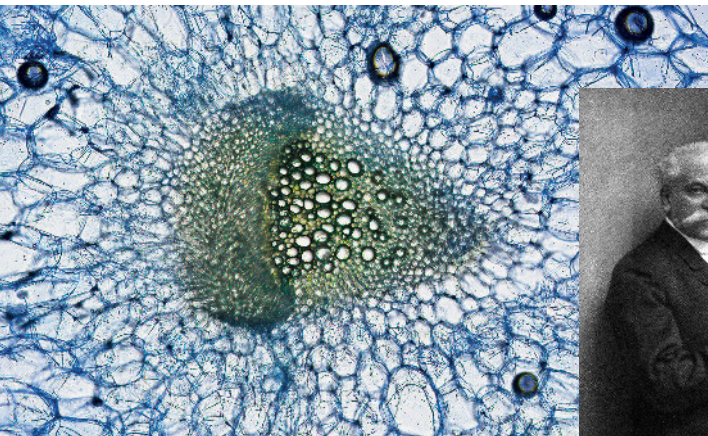
Zündimpulse für die Welt

Wohltätig ist des Feuers Macht (Friedrich Schiller)

John Walker (1781–1859), englischer Apotheker, erfindet 1826 das erste Streichholz mit Reibungszündung. Es besteht aus einem Zündkopf aus Antimon(III)sulfid und Kaliumchlorat, der sich durch Reibung an einer rauen Oberfläche entzünden lässt. Die Mischung stinkt und zündet schlecht, liefert aber erstmals eine handliche und sofort verfügbare Feuerquelle. Walker erkennt den praktischen Wert seiner Entdeckung und beginnt, die Streichhölzer („friction lights“) lokal zu verkaufen. Er lässt kleine Holzstäbchen schnitzen, taucht sie in seine Zündmasse und verkauft sie in Zinndosen zusammen mit einem Stück Sandpapier zum Anzünden. Obwohl die Erfindung schnell Verbreitung findet, verzichtet Walker auf die Anmeldung eines Patentes und macht die Technik damit frei zugänglich. Dies führt jedoch dazu, dass der Fabrikant Samuel Jones Walkers Streichhölzer unter der Marke „Lucifer Matches“ patentiert (1832 Brit. Pat. No. 6335) und kommerziell vermarktet. Erst der Schwede Gustaf Erik Pasch (1788–1862) löst die Probleme der Giftigkeit und der unkontrollierten Entzündung der frühen Streichhölzer, indem er in seinen 1844 entwickelten Sicherheitsstreichhölzern roten Phosphor auf der Reibfläche statt im Zündkopf verwendet.

Diesen Beitrag verfassten Yvonne Remane (oben) und Gisela Boeck. Remane, Jahrgang 1977, ist Direktorin der Krankenhausapotheke des Universitätsklinikums Leipzig und lehrt „Geschichte der Naturwissenschaften/Pharmazie“. Boeck, Jahrgang 1954, ist Chemehistorikerin und Vorsitzende der Fachgruppe Geschichte der Chemie.





Botanisches Präparat (Sellerie-Stängel mit Gefäßelement) im Querschnitt, gefärbt mit Methylenblau, optisches Mikroskop. Vergrößerung 160-fach. Heinrich Caro (rechts) stellte den Farbstoff erstmals her.



Vor 150 Jahren (1876)

Ein Farbstoff der Hoffnung

Stiller Abend trinkt das blaue Abendgift aus vergilbten Adern kranker Kinder
(Georg Trakl)

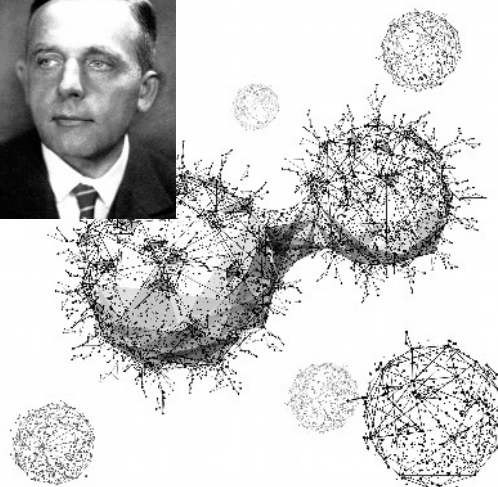
Im Jahr 1876 stellt der Chemiker Heinrich Caro (1834–1910) bei der Badischen Anilin- und Sodafabrik (BASF) erstmals den Farbstoff Methylenblau her. Die Synthese von Methylenblau basiert auf der Oxidation von N,N-Dimethylanilin mit Natriumthiosulfat. Der Farbstoff wird zunächst für die Textilfärbung entwickelt, doch bereits kurz nach seiner Markteinführung interessieren sich Forscher auch für seine biologische Anwendung: Methylenblau eignet sich, um Nervengewebe und Blutzellen anzufärben. Damit wird es zu einem der ersten Farbstoffe, die biologische Strukturen mikroskopisch visualisieren. Bis heute dient der Farbstoff beispielsweise als Gewebemarker. Als Medikament gegen Methämoglobinämie wirkt Methylenblau als Reduktionsmittel, das Methämoglobin wieder in funktionelles Hämoglobin überführt. In Kombination mit Artesunate, ein vom Artemisinin abgeleitetes halbsynthetisches Derivat, wirkt es gegen den Malaria-Erreger *Plasmodium falciparum*. Aktueller Forschung zufolge hemmt es möglicherweise auch die Aggregation von Tau-Proteinen: Seine Wirksamkeit gegen neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer wird derzeit untersucht.

Vor 100 Jahren (1926)

Die Warburg-Hypothese erklärt die Krebsentstehung

Panta rhei (Heraklit)

Im Jahr 1926 veröffentlicht der deutsche Physiologe Otto Heinrich Warburg (1883–1970; Nobelpreis 1931) in „Über den Stoffwechsel der Tumoren“ seine nach ihm benannte Hypothese, dass die primäre Krebsursache in einer Schädigung oder Insuffizienz der mitochondrialen Zellatmung liegt. Wie Warburg beobachtet, decken Tumorzellen ihren Energiebedarf (Adenosintriphosphat, ATP) vorwiegend durch die Glykolyse, einem Prozess, bei dem Glukose zu Pyruvat abgebaut wird. Dies geschieht selbst dann, wenn ausreichend Sauerstoff vorhanden ist, um die wesentlich effizientere oxidative Phosphorylierung in den Mitochondrien zu ermöglichen. Dieser Prozess heißt aerobe Glykolyse oder Warburg-Effekt. Warburg zufolge ist der Mechanismus, der eine normale Zelle in eine Krebszelle umwandelt, die Umstellung des Energiestoffwechsels von der Oxidation (Atmung) auf die Gärung (aerobe Glykolyse). Noch 1966 bekräftigt er seine Hypothese und bezeichnet den Ersatz der Sauerstoffatmung durch Zuckerfermentation als Hauptursache von Krebs. Obwohl der Warburg-Effekt bis heute relevant für die Tumor-Diagnostik ist, etwa bei Positronen-Emissions-Tomographie (PET)-Untersuchungen, gilt seine ursprüngliche Hypothese als weitgehend überholt und widerlegt.



Otto Warburg forschte zur Krebsentstehung (Schemazeichnung: künstlerische Darstellung einer Krebszelle während der Teilung).



Werbung für Vigantol aus dem Jahr 1927, Vigantol war das erste standardisierte Vitamin-D-Präparat gegen die Rachitis – eine bis dahin häufig auftretende Mangelkrankheit vor allem im Kindesalter.

Von der Schattenkrankheit zur Sonnenmedizin

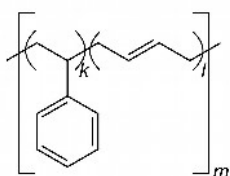
Kindsein ist kein Kinderspiel (Mascha Kaléko)

Im Jahr 1926 belegt der deutsche Chemiker Adolf Windaus (1876–1959, Nobelpreis 1928) zusammen mit Kurt Huldshinsky (1883–1940) die Wirksamkeit von Vitamin D zur Behandlung von Rachitis. Die Firma Merck in Darmstadt entwickelt und verkauft daraufhin Vigantol (Cholecalciferol), das erste kommerziell erhältliche Vitamin-D₃-Präparat. Synthetisieren lässt sich Vitamin D aus Vorläufersubstanzen wie 7-Dehydrocholesterin durch Bestrahlung mit UV-Licht (UVB, 290–315 nm). Wie Huldshinsky, ein Kinderarzt an der Berliner Charité, bereits 1919 nachgewiesen hatte, heilt künstliche UV-Bestrahlung rachitische Kinder. Er liefert den medizinischen Beleg dafür, dass Menschen Sonnenlicht benötigen, um Vitamin D zu bilden. In einer Zeit, in der Rachitis in Mitteleuropa weit verbreitet ist, verbessert Vigantol die öffentliche Gesundheit, insbesondere bei Kindern.

Ein Schlüsseljahr der Polymerchemie

Ein Steinhäufen hört auf, ein Steinhäufen zu sein, wenn jemand ihn mit der Idee einer Kathedrale vor Augen betrachtet (Antoine de Saint-Exupéry)

Im Jahr 1926 polymerisieren die Chemiker Walter Bock (1895–1948) und Eduard Tschunkur (1874–1948) im Labor der I.G. Farben in Leverkusen 1,3-Butadien mit metallischem Natrium als Initiator. Die anionische



Strukturformel von Styrol-Butadien-Kautschuk. Synthesekautschuk wird zu einem der wichtigsten Stoffe des beginnenden Kunststoffzeitalters (rechts: Autoreifen).



Polymerisation führt zu einem elastischen Polybutadien-Typ. Ein synthetischer Zugang zum damals teuren Naturkautschuk bietet einen Wettbewerbsvorteil. Mit Styrol bildet sich ein Styrol-Butadien-Copolymer, der Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR). Am 15. Januar 1927 melden Bock und Tschunkur das Verfahren zum Patent an. Die Bezeichnung „Buna“ leitet sich aus dem Ausgangsstoff Butadien und dem Katalysator Natrium ab. Das Polymer, das später den Namen „Buna-S“ erhält, besteht typischerweise aus etwa 70 % Butadien und 30 % Styrol. Am 11. Juli 1929 erfolgt die Eintragung der Wortmarke für die I.G. Farben. Ab 1937 wird der Buna-Kautschuk großtechnisch in den eigens zu diesem Zweck erbauten Buna-Werken in der Nähe von Schkopau hergestellt.



Lithiumionenbatterie

Vor 50 Jahren (1976)

Die erste Lithiumionenbatterie

Was aber bleibt, stiften die Dichter (Friedrich Hölderlin)

Im Jahr 1976 entwickelt Michael Stanley Whittingham (*1941; Nobelpreis 2019) die erste funktionsfähige wiederaufladbare Lithiumbatterie. Seine Forschung bei der Exxon Research and Engineering Company basiert auf der Interkalation von Lithiumionen in geschichteten Festkörpermaterien. Titan(IV)-sulfid als Kathodenmaterial lagert Lithiumionen reversibel zwischen Schichten ein, ohne deren Struktur zu verändern. Als Anodenmaterial dient metallisches Lithium, das hohe Energiedichten liefert. Als Elektrolyt dient eine organische Lösung mit Lithiumsalzen. Whittinghams Zelle erreicht eine Spannung von etwa 2,2 Volt und ist wiederaufladbar. Trotz des stabilen Lade-Entlade-Betriebs über mehrere Zyklen hinweg gibt es Probleme, sie sicher zu betreiben. Die Reaktivität des metallischen Lithiums, insbesondere bei Kontakt mit den organischen Elektrolyten, sowie die Tendenz zur Bildung dendritischer Strukturen führen zu Kurzschlüssen und verhindern zunächst den breiten Einsatz. Akira Yoshino (*1948; Nobelpreis 2019) löst diese Probleme im Jahr 1985 und macht die Zellen mit Graphit als Anodenmaterial sicherer.

Geschützt durch Membranen in der Natur

Wenn jemand eine Reise tut, so kann er was erzählen (Matthias Claudius)

Im Jahr 1969 generiert Robert W. Gore (1937–2020), Sohn des Textilunternehmensgründers Wilbert Lee Gore (1912–1986), durch schnelles, ruckartiges Dehnen unter kontrollierten thermischen Bedingungen mikroporöses Polytetrafluorethylen (ePTFE). Das ePTFE hat eine hohe Dichte submikrometergroßer Poren. Dadurch entsteht eine selektiv permeable Membran, die atmungsaktiv ist, da sie Wasserdampf durchlässt, flüssiges Wasser aber nicht. Gore-Tex wird im Jahr 1976 als Outdoorbekleidung auf den Markt gebracht, bei der die Membran als laminiertes Funktionstextil verarbeitet wird. PTFE selbst ist bereits seit den 1930er-Jahren bekannt; Roy J. Plunkett (1910–1994) synthetisiert es im Jahr 1938 erstmals bei Dupont. Aufgrund seiner hohen chemischen Inertheit und Temperaturbeständigkeit wird es unter dem Handelsnamen Teflon bereits industriell genutzt. Gore-Tex wird rasch zum Synonym für hochwertige, wetterfeste Kleidung im Freizeit- und Sportbereich und später auch in der Medizintechnik, beispielsweise als Material für Implantate oder beim Militär, verwendet.



Wasserabweisende Oberfläche einer Gore-Tex-Jacke, darunter der Erfinder Robert W. Gore, wie er mit einer PTFE-Faser experimentiert.



Die heilige Gertrud mit Äbtissinnenstab, Buch und Mäusen an ihrem Gewand auf einem Flügelaltar in der Kölner Pfarrkirche St. Pantaleon rechts neben der heiligen Katharina.

Geburts- und Todestage

626, Datum unbekannt

1400. Geburtstag der Heiligen Gertrud von Nivelles

Die Heilige Gertrud von Nivelles (626–659, auch Gertraud), eine Verwandte Karls des Großen (747–814), ist Äbtissin und Mitgründerin des fränkischen Doppelklosters Nivelles, das sich unter ihrer Leitung zu einem Zentrum frühmittelalterlicher Wissenskultur entwickelte. Ihre Bedeutung liegt in der Organisation, Pflege und Weitergabe medizinischer, botanischer und agrarischer Kenntnisse im Rahmen des klösterlichen Lebens. In Nivelles werden medizinisch-pharmazeutische Texte der Spätantike unter anderem von Galenos von Pergamon (zirka 129–199/216 n. Chr.), Pedanios Dioskurides (zirka 40–90 n. Chr.) und Isidor von Sevilla (zirka 560–636) abgeschrieben. Gertrud fördert zudem den Anbau von Heilpflanzen wie Salbei, Fenchel und Wermut nach dem Vorbild antiker römischer Gärten. Ihr Leben und Wirken sind in der „Legenda sanctae Gertrudis“ überliefert. In der volkstümlichen Darstellung wird sie als Patronin gegen Mäuseplagen, Pest und für geistige Klarheit verehrt. Mäuse gelten in der Symbolik des Frühmittelalters als Tiere der Dunkelheit und Zerstörung, da sie Ernten vernichten, Vorräte verseuchen und als Überträger von Krankheiten gelten. Ihre Vertreibung steht daher sinnbildlich für die Reinigung von äußeren wie inneren Bedrohungen, wie etwa Sünde, Versuchung oder Krankheit. Die von Gertrud geprägte Klostermedizin ist eng mit Beobachtungen der Natur verknüpft. Eine überlieferte Bauernregel bringt ihren Gedenktag am 17. März in Verbindung mit dem Frühling und der Aussaat: „Wer an Gertraud nicht in den Garten geht, steht im Sommer vor leeren Beeten.“

1526, Datum unbekannt

500. Geburtstag von Taqī ad-Dīn Muhammad ibn Maruf

Der osmanische Universalgelehrte Taqī ad-Dīn Muhammad ibn Ma'rūf (1526–1585) arbeitet am Hof Murads III. in Istanbul als Astronom, Mathematiker, Mechaniker und Naturforscher. Neben seinen astronomischen und ingenieurtechnischen Arbeiten beschäftigt er sich mit alchemistischen Fragen. In seinem Werk „al-Ṭuruq al-saniyya fī al-ālāt al-rūḥāniyya“ (um 1551) beschreibt Taqī ad-Dīn zum Beispiel mehrstufige Destillationsysteme mit regelbarer Hitzezufuhr, Retorten mit abnehmbaren Helmen oder Öfen für die kontrollierte Sublimation, die der Herstellung ätherischer Öle, alkoholischer oder metallischer Tinkturen dienen. Taqī ad-Dīn experimentiert mit Substanzen wie Salmiak, Schwefel, Quecksilber sowie Alaun und führt dabei Prozesse aus, die heute als Phasentrennung, Lösung, Fällung und Sublimation bezeichnet werden. Seine Untersuchungen sind nicht rein spekulativ, sondern stützen sich auf systematische Beobachtungen, Apparate und Anwendungen. Im Unterschied zu früheren Alchemisten versteht er Transmutation nicht nur als metaphysischen Akt, sondern auch als reale Umwandlung von Stoffen durch technische Verfahren. Seine Arbeiten stehen damit in einer Linie mit den experimentellen Traditionen von Gelehrten wie Abū Bakr (zirka 865–925) und Abū Mūsā ibn Ḥayyān (zirka 721–815), weisen zugleich aber auch Parallelen zu Zeitgenossen wie Paracelsus (1493–1541) oder Georgius Agricola (1494–1555) auf.



Astronomen am Istanbuler Observatorium von Taqī ad-Dīn.



Otto Liebknecht und eine zeittypische Reklame für Persil, für dessen Bestandteil Natriumperborat Liebknecht das Herstellungsverfahren entwickelte.

13. Januar 1876

150. Geburtstag von August Wilhelm Otto Eduard Liebknecht

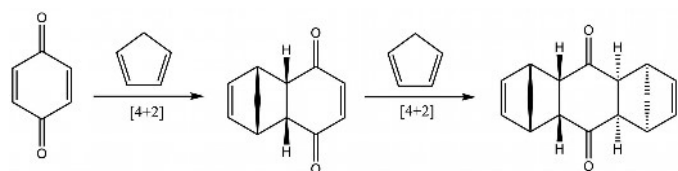
Otto Liebknecht (1876–1949) ist ein deutscher Chemiker, Industrieller und Hochschullehrer. Im Gegensatz zu seiner politisch aktiven Familie – er ist Sohn von Wilhelm Liebknecht (1826–1900) und Bruder von Karl Liebknecht (1871–1919) – wählt er die Naturwissenschaften. Liebknecht entwickelt unter anderem ein industrielles Verfahren, um Natriumperborat (1904) herzustellen, das sich gegenüber dem 1903 von George François Jaubert (1870–1959) patentierten Verfahren durchsetzt. Natriumperborat ist das zentrale Bleichmittel in Persil, dem weltweit ersten selbsttätigen Wasch- und Bleichmittel, das 1907 auf den Markt kommt. Insgesamt meldet Liebknecht 58 Patente an, die sich auf Farbstoffchemie, Bleichmittelherstellung und organische Synthese konzentrieren.

Nach der Promotion („Über Sauerstoffsäuren des Jods“) bei Arthur Rosenheim (1865–1942) an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin im Jahr 1899 arbeitet er unter anderem als Chefchemiker im Forschungslabor der „Deutschen Gold- und Silber-Scheidanstalt – Degussa“ in Frankfurt am Main (zwischen 1900 und 1925) und der Permutit AG in Berlin (ab 1925 bis 1939). Zudem lehrt er von 1931 bis 1935 sowie in den 1940er-Jahren an der Berliner Universität (seit 1949 Humboldt-Universität zu Berlin), wo er noch kurz vor seinem Tod 1949 zum Professor für organische und anorganische Chemie berufen wird.

23. Januar 1876

150. Geburtstag von Otto Paul Hermann Diels

Der deutsche Chemiker Otto Diels (1876–1954) ist durch seine nach ihm und seinem Schüler Kurt Alder (1902–1958) benannte Diels-Alder-Reaktion bekannt. In seiner wissenschaftlichen Arbeit befasst sich Diels zunächst mit Halogenverbindungen, Steroiden und der Strukturaufklärung komplexer organischer Moleküle, später wendet er sich intensiv der Synthesechemie zu. In Kiel legt er die Grundlagen für die Diels-Alder-Reaktion, deren Mechanismus und Anwendungs-



Otto Diels und das Reaktionsschema der Diels-Alder-Reaktion.



möglichkeiten er systematisch erforscht. Die 1931 veröffentlichte Reaktion beschreibt ein konjugiertes Dien, das mit einem Dienophil zu einem cyclischen Produkt reagiert. Die Reaktion findet Anwendung in der Herstellung natürlicher Wirkstoffe, Polymere und pharmazeutischer Verbindungen. Diels erhält gemeinsam mit Alder 1950 den Nobelpreis für Chemie.

Diels beginnt sein Chemiestudium an der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin, wo er 1899 bei Emil Fischer (1852–1919, Nobelpreis 1902) promoviert wird und später auch habilitiert. Anschließend arbeitet er als Assistent am Chemischen Institut der Universität Berlin, bevor er 1916 als Ordinarius und Direktor des Chemischen Instituts an die Universität Kiel berufen wird. Auch nach seiner Emeritierung im Jahr 1945 bleibt Diels wissenschaftlich aktiv, verfasst mehrere Arbeiten zur Anwendung seiner Reaktion und baut das im Zweiten Weltkrieg zerstörte chemische Institut wieder auf.

1. Februar 1976

50. Todestag von Werner Karl Heisenberg

Der deutsche Physiker Werner Heisenberg (1901–1976) formuliert im Jahr 1927 die nach ihm benannte Unschärferelation. Diese besagt, dass bestimmte physikalische Größen, wie Ort und Impuls eines Teilchens, nicht gleichzeitig mit beliebiger Genauigkeit messbar sind. Für seine Beiträge zur Quantenmechanik, insbesondere für die Entwicklung der Matrizenmechanik als früher Formulierung der Quantentheorie, erhält Heisenberg 1932 den Nobelpreis für Physik. Seine Erkenntnisse helfen, die Elektronenstruktur von Atomen und Molekülen sowie die Natur chemischer Bindungen besser zu verstehen.

Heisenberg beginnt sein Physikstudium an der Universität München, wo er Schüler von Arnold Sommerfeld (1868–1951) ist und 1923 promoviert wird („Stabi-



Werner Heisenberg

lität und Turbulenz von Flüssigkeitsströmen“). Nach Aufenthalt in Göttingen bei Max Born (1882–1970, Nobelpreis 1954), wo er auch 1924 habilitiert, und in Kopenhagen bei Niels Bohr (1885–1962, Nobelpreis 1922), entwickelt Heisenberg 1925 die Matrizenmechanik, die erste konsistente quantenmechanische Theorie. 1927 wird er als Professor für Theoretische Physik an die Universität Leipzig berufen, wo er die Grundlagenforschung zur Quantentheorie weiter vertieft. Während des Zweiten Weltkriegs leitet Heisenberg das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin-Dahlem und ist für das deutsche Uranprojekt zur Nutzung der Kernenergie verantwortlich. Heisenbergs Rolle darin ist bis heute umstritten. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges engagiert er sich für den Wiederaufbau der deutschen Wissenschaftslandschaft und ist einer der Mitbegründer der Max-Planck-Gesellschaft. 1953 wird er Präsident des Deutschen Forschungsrats. Im Lauf seiner wissenschaftlichen Karriere befasst er sich mit der Kernphysik, der Kosmologie und mit Versuchen, eine einheitliche Feldtheorie zu entwickeln.

11. Februar 1976

50. Todestag von Dorothy Maud Wrinch

Die britische Wissenschaftlerin Dorothy Wrinch (1894–1976) wird vor allem durch ihre interdisziplinären Arbeiten an der Schnittstelle von Mathematik, Biologie und Chemie bekannt. Insbesondere mit ihrer 1936 in *Nature* publizierten „Cyclol-Theorie“ versucht sie, die Struktur von Proteinen auf rein mathematischer Grundlage zu erklären. Ihre Theorie beruht auf der Annahme, Proteine bestünden als regelmäßige, symmetrisch aufgebaute Moleküle aus ringförmig verknüpften Aminosäuren. Obwohl sich diese Hypothese später als falsch erweist, trägt sie wesentlich zur Entwicklung der Strukturbiologie bei, da sie das Interesse an der molekularen Architektur biologischer Makromoleküle weckt und die Bedeutung theoretischer Modelle in der Biochemie betont. Zu ihren akademischen Mentoren zählt unter anderem der Logiker und Philosoph Bertrand Russell (1872–1970, Nobelpreis 1950), unter dessen Einfluss sie sich zunächst mit mathematischer Logik beschäftigt. In den 1920er-Jahren wendet sie sich naturwissenschaftlichen Fragen zu und wendet mathematische Prinzipien auf biologische Systeme an. In Zusammenarbeit mit dem Chemienobelpreisträger Irving Langmuir (1881–1957, Nobelpreis 1932) entwickelt sie das Cyclol-Modell zur Proteinstruktur. Zwar spiegelt Wrinchs Modell die experimentellen Daten der Röntgenkristallografie nicht korrekt, doch legt es den Grundstein für spätere Entdeckungen der Proteinstruktur. Linus Pauling (1901–1994, Nobelpreis 1954 und 1962) kritisiert die Theorie scharf, da Cyclol-Bindungen zu instabil seien. Paulings Arbeiten führen letztlich zur Beschreibung der grundlegenden Sekundärstrukturen von Proteinen als α -Helix und als β -Faltblatt.



Dorothy Maud Wrinch

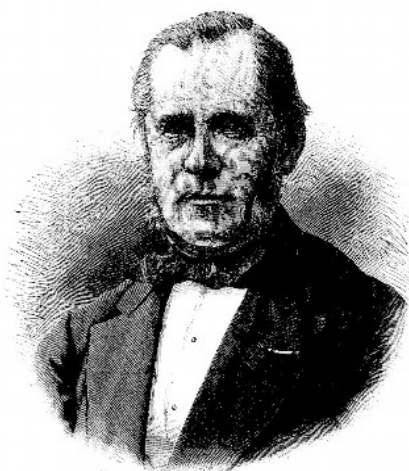
Wrinch studiert Mathematik und Philosophie am Girton College der Universität Cambridge. Am University College London ist sie von 1918 bis 1920 Lecturer in Mathematik, wo sie sowohl ihren Master abschließt (1920) als auch ihre Promotionsarbeit anfertigt, womit sie den Titel DSc der Universität London erlangt (1921). Sie übernimmt 1922 Lehrtätigkeiten an der Universität Oxford und ist 1929 die erste Frau, die dort den Dokortitel in Naturwissenschaften erhält. Sie ist ebenfalls eine der ersten Frauen, die vom Girton College und der Universität Oxford ein volles Stipendium erhält. Das ermöglicht ihr Studienaufenthalte an verschiedenen Universitäten. Mit Ausbruch des Zweiten Weltkriegs zieht Wrinch in die USA und ist zunächst als Gastwissenschaftlerin am Fachbereich Chemie der Johns Hopkins University Baltimore, Maryland, tätig. Trotz lokaler Widerstände wird sie 1941 zunächst zur Gastprofessorin und später zur Forschungsprofessorin ernannt und arbeitet am Amherst College, dem Smith College und dem Mount Holyoke College, die zum Five College Consortium im Pioneer Valley/Massachusetts gehören.

16. Februar 1826

200. Geburtstag von Hans Peter Jørgen Julius Thomsen

Der dänische Chemiker Julius Thomsen (1826–1909) untersucht Wärmemengen, die bei chemischen Reaktionen aufgenommen oder freigesetzt werden. Seine umfangreichen kalorimetrischen Messungen ermöglichen es, Reaktionsenthalpien präzise zu bestimmen. Thomsen formuliert gemeinsam mit dem französischen Chemiker Marcellin Berthelot (1827–1907) das nach ihnen benannte Thomsen-Berthelot-Prinzip. Demnach laufen chemische Reaktionen bevorzugt in die Richtung ab, bei der die größte Wärmemenge frei wird. Dieses Prinzip soll die Affinität erklären, wird jedoch später durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ersetzt.

Thomsen studiert Chemie und Naturwissenschaften an der Universität Kopenhagen und wird später als Professor für Chemie an die Polyteknisk Laeranstalt, die heutige Technische Universität Dänemark, berufen, wo er experimentell viele Reaktionswärmen bestimmt. Zwischen 1873 und 1886 veröffentlicht er systematisch seine Ergebnisse zuerst in Poggendorfs Annalen und dann in seiner vierbändigen Reihe „Thermochemische Untersuchungen“.



Julius Thomsen



Angelus Sala

21. März 1576

450. Geburtstag von Angelus Sala

Der italienische Arzt und Chemiker Angelus Sala (1576–1637) gilt als einer der frühen Wegbereiter der modernen Chemie. Sala untersucht die Eigenschaften unter anderem von Weinsäure, Zucker, Farbstoffen, Schwefelverbindungen und Metallsalzen. Dabei nutzt er damals moderne Verfahren wie Kristallisation, Sublimation und Destillation, um Reinstoffe zu isolieren und ihre medizinische Wirksamkeit zu analysieren. In seiner „Disputatio de saccharo“ (erschienen 1624) beschreibt Sala die Reinheit, das Kristallisationsverhalten, die Löslichkeit und sensorischen Eigenschaften von Zucker. Er erkennt, dass Zucker in Wasser vollständig löslich ist, sich durch vorsichtiges Eindampfen kristallisieren lässt und bei Hitze karamellisiert. Zudem diskutiert er seine physiologische Wirksamkeit, etwa seine leicht abführende Wirkung oder seine Verwendung in Arzneimitteln als Geschmackskorrektiv. Sala entdeckt, dass bestimmte Blütenfarbstoffe (Anthocyane), insbesondere aus Rosen, Malven und Veilchen, bei Kontakt mit sauren oder alkalischen Lösungen ihre Farbe verändern – ein mit Rosenextrakt gefärbtes Tuch bleibt in Essig rot, verfärbt sich in Lauge jedoch grünlich. Damit beschreibt er den ersten dokumentierten Gebrauch pflanzlicher pH-Indikatoren. Er gilt als einer der ersten Wissenschaftler, die chemische Prozesse nicht mehr im Rahmen mystischer Vorstellungen, sondern als naturgesetzlich erklärbare Vorgänge betrachten. In seinen Schriften betont er die Notwendigkeit klarer Sprache, exakter Beobachtung und reproduzierbarer Experimente, womit er sich von der symbolbeladenen Tradition in der Alchemie abgrenzt.

Sala studiert Medizin in Padua und wirkt später in Deutschland, insbesondere in Rostock, Hamburg und Bützow, als Arzt und Forscher. Als Leibarzt mecklenburgischer Herzöge verbindet er medizinische Praxis mit chemischer Forschung und entwickelt zahlreiche Arzneimittel auf Mineralbasis. Dazu gehören Queck-

silberverbindungen mit denen sich die damals weitverbreitete Syphilis behandeln lässt, ebenso wie Eisenpräparate gegen Blutarmut, Antimonverbindungen als Brechmittel sowie Kupfer- und Zinksalze bei Haut- und Augenkrankheiten. Salas Werke, etwa die „Opera Medico-Chymica“ (1617), haben großen Einfluss auf die damalige medizinische Chemie und werden in mehrere Sprachen übersetzt.

30. März 1876

150. Todestag von Antoine-Jérôme Balard

Der französische Chemiker Antoine-Jérôme Balard (1802–1876) isoliert im Jahr 1826 das Element Brom aus Meerwasser. Salzlake – ein Nebenprodukt der Salzgewinnung, etwa beim Verdampfen von Meerwasser in Salinen – enthält eine Mischung halogenhaltiger Ionen, insbesondere Chlorid- und Bromidionen. Ausgangspunkt der Bromentdeckung ist die Reaktion von Salzlake mit konzentrierter Säure, was Halogenwasserstoffe freisetzt. Im Anschluss werden die Bromidionen mit Oxidationsmitteln zu molekularem Brom umgesetzt, das sich als flüssige, rotbraune und stinkende Substanz von der Lösung abscheiden lässt (griechisch *brômos*: Gestank).

Ursprünglich absolviert Balard eine Ausbildung als Apothekergehilfe, was ihn früh in Kontakt mit chemischen Substanzen bringt und sein Interesse an Naturwissenschaft weckt. Er studiert anschließend Pharmazie und Chemie an der *École de Pharmacie de Montpellier*, wo er seine wissenschaftliche Karriere beginnt. Nach seiner Promotion wird Balard 1834 Professor für Chemie an der Universität Montpellier, später auch an der Sorbonne und an der *École Normale Supérieure* in Paris. 1851 wird er schließlich auch zum Professor am *Collège de France* berufen. Balard gilt als hervorragender Lehrer, zu seinen Schülern zählt unter anderen Louis Pasteur (1822–1895).



Brom in einer Borosilikatglasampulle, eingegossen in einem Acrylglaswürfel.



Ole Borch

7. April 1626

400. Geburtstag von Ole Borch (auch Oluf Borch, Olaf Borch, latinisiert Olaus Borrichius)

Der dänische Naturforscher und Universalgelehrte Ole Borch (1626–1690) ist durch seine Schrift „*De ortu et progressu chemiae*“ (1668) bekannt. Sie beschreibt die Entwicklung der Chemie von ihren alchemistischen Ursprüngen bis zu seiner Zeit. Borch ist ein Vertreter der Iatrochemie. Diese betrachtet chemische Prozesse als Grundlage für das Verständnis von Gesundheit und Krankheit. Ein Schwerpunkt von Borchs Arbeit liegt auf metallischen Arzneien, die er aus Substanzen wie Antimon, Quecksilber, Eisen oder Blei gewinnt. So werden zur damaligen Zeit Antimonsalze als Brechmittel genutzt, während mit Quecksilberverbindungen Syphilis behandelt wird. „Bleizucker“ (Bleiacetat) soll äußerlich angewandt Entzündungen und innerlich Durchfallerkrankungen lindern; eisenhaltige Salze wie Vitriol (Eisensulfat) finden Anwendung zur Kräftigung oder Blutstillung. Außerdem stellt Borch pflanzliche Tinkturen, Öle und Essenzen her. Besonders das *Aqua vitae*, ein hochprozentiger alkoholischer Kräuterauszug, ist ein häufig verwendetes Stärkungsmittel in seiner Praxis. Neben diesen Substanzen verwendet Borch klassische galenische Arzneiformen wie Pillen, Salben, Pflaster, Sirupe und Mixturen, die er mit pflanzlichen und mineralischen Inhaltsstoffen kombiniert. Seine Kenntnisse zur Arzneimittelherstellung und deren medizinischen Nutzen dokumentiert Borch in Schriften wie „*De usu chemiae in medicina*“ (1688). Er erkennt, dass Luft eine wichtige Rolle im Verbrennungsprozess spielen muss, ohne jedoch ihre Zusammensetzung und insbesondere die Wirkung des Sauerstoffs zu erkennen.

Borch beginnt sein Studium an der Universität Kopenhagen, wo er zunächst Theologie, später Medizin, Naturphilosophie und Philologie studiert. Zwischen 1649 und 1654 bereist er europäische Universitäten, darunter Leiden, Padua und Paris, und steht im Austausch mit Gelehrten wie Pierre Gassendi (1592–1655) und François de la Boë Sylvius (1614–1672). In Dänemark wird er zunächst Professor für Philologie, später für Medizin und Chemie an der Universität Kopenhagen, wo er chemische Labormethoden in der akademischen Ausbildung etabliert. Zu seinen Schülern zählt der spätere Naturforscher und Anatom Niels Stensen, latinisiert Nicolaus Steno (1638–1686).

9. Mai 1876

150. Geburtstag von Eduard Richard Karl Feist

Der deutsche Pharmazeut und Chemiker Karl Feist (1876–1952) prägt mit seinen Arbeiten zur Isolierung, Synthese und Strukturaufklärung pflanzlicher Wirkstoffe die Entwicklung einer wissenschaftlich fundierten Arzneimittelkunde, die sich zunehmend von der traditionellen Naturstoffverwendung und den Vorstellungen der Galenik entfernt. Feist widmet sich vor allem der chemischen Analyse und Aufbereitung von Alkaloiden, Bitterstoffen und Glykosiden, die er aus pflanzlichen Drogen wie der Berberitze (*Berberis vulgaris*), der Colombowurzel (*Jateorhiza palmata*) oder dem Bärentraubenblatt (*Arctostaphylos uva-ursi*) isoliert. Besonders seine Forschungen zur Spaltung des Amygdalins, eines cyanogenen Glykosids aus dem Samen des Bittermandelbaums (*Prunus amygdalus var. amara*), trägt wesentlich zum Verständnis komplexer Naturstoffsysteme bei. In seinen Versuchen setzt er das Enzymgemisch Emulsin (Hauptbestandteil: β -Glucosidase) aus Bittermandeln ein, um Amygdalin racemisch zu spalten. Das dabei entstehende Mandelonitril (Benzaldehydcyanhydrin) ist optisch aktiv. Ab 1919 leitet er ein eigenes Labor an der Universität Göttingen. Dort verbindet er chemische Syntheseverfahren mit pharmakologischer Forschung sowie praktischer Applikation mit dem Ziel, die Wirkung, Dosierung und Stabilität medikamentöser Wirkstoffe unter wissenschaftlichen Kriterien zu erfassen.

Nach einer Apothekerlehre in Nordhausen studiert Karl Feist zunächst Pharmazie und Chemie in Marburg, wo er 1901 bei Ernst Schmidt (1845–1921) mit der Arbeit „Condensationsprodukte des α -Picolins mit Aldehyden“ promoviert wird. Nach Stationen als Assistent von Johannes Gadamer (1867–1928) in Breslau (Habilitation 1907) und Marburg folgt er 1912 einem Ruf an die Universität Gießen. Während des Ersten Weltkriegs ist er als Marineapotheker (1914–1918) tätig, eine Erfahrung, die sein Interesse an der therapeutischen Wirksamkeit stabiler und lagerfähiger Arzneiformen weiter schärft. Schließlich wird Feist 1919 an die Universität Göttingen als persönlicher Ordinarius und Nachfolger von Carl Mannich (1877–1947) berufen. In der Zeit des Nationalsozialismus tritt Feist trotz anfänglicher ideologischer Anpassung zunehmend in Opposition zur politischen Instrumentalisierung der Wissenschaft. 1938 wird er frühzeitig emeritiert, kehrt jedoch nach dem Krieg 1946 in die universitäre Lehre auf dem Gebiet der Lebensmittelchemie an die Universität Göttingen zurück.



Jakob Meisenheimer

14. Juni 1876

150. Geburtstag von Jakob Meisenheimer

Der deutsche Chemiker und Pharmazeut Jakob Meisenheimer (1876–1934) erkennt, dass durch nukleophile Addition an elektronenarmen Nitroaromaten stabilisierte σ -Komplexe (Meisenheimer-Komplexe) entstehen. Die Nitrogruppe wirkt nicht nur elektronenziehend, sondern beeinflusst durch Resonanzeffekte die Reaktivität des Aromaten. Mit spektroskopischen und elektrochemischen Analysen weist Meisenheimer nach: Diese Komplexe verändern durch reversible Additionsreaktionen den elektronischen Zustand des Aromaten. Seine experimentellen Untersuchungen verbindet Meisenheimer mit theoretischen Modellen zur Elektronenverteilung und Reaktivität aromatischer Systeme. Damit prägt er die organische Chemie des 20. Jahrhunderts.

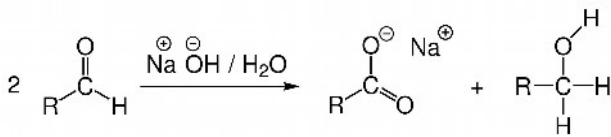
Meisenheimer studiert Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo er 1898 bei Johannes Thiele (1865–1918) promoviert wird. Danach setzt Meisenheimer seine wissenschaftlichen Arbeiten an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin bei Eduard Buchner (1860–1917, Nobelpreis 1907) fort, habilitiert sich 1904 und tritt 1909 Buchners Nachfolge an. Nach dem Kriegsdienst wird er 1918 ordentlicher Professor an der Universität Greifswald und 1922 als Nachfolger von Wilhelm Wislicenus (1861–1922) als Professor für Chemie an die Universität Tübingen berufen.

13. Juli 1826

200. Geburtstag von Stanislao Cannizzaro

Der italienische Chemiker Stanislao Cannizzaro (1826–1910) beobachtet 1853 bei seinen Untersuchungen mit Benzaldehyd in alkalischen Lösungen anstelle der erwarteten Verseifung eine basenkatalysierte Disproportionierung nicht enolisierter Aldehyde zu Alkoholen und Carbonsäuren (Cannizzaro-Reaktion). Damit zeigt er ein tiefes Verständnis der Redoxprozesse, die zu dieser Zeit noch relativ unerforscht sind. 1858 veröffentlicht Cannizzaro seine Abhandlung „Sunto di un corso di filosofia chimica“ und präsentiert eine Methode, um Atom- und Molekulargewichte systematisch zu bestimmen. Aus den Gasdichten – verschiedene ideale Gase mit gleichen Volumina enthalten bei glei-





Stanislao Cannizzaro und die Cannizzaro-Reaktion: eine basenkatalysierte Disproportionierung nicht enolisierter Aldehyde zu Alkoholen und Carbonsäuren.



chem Druck und gleicher Temperatur dieselbe Anzahl von Molekülen (Avogadro'sche Hypothese) – lassen sich Molekulargewichte und daraus präzise Atomgewichte ableiten. Cannizzaro macht dadurch die Avogadro-Konstante praktisch nutzbar und legt die Grundlage für das Periodensystem der Elemente, das Lothar Meyer (1830–1895) und Dmitrij Ivanovič Mendeleev (1834–1907) aufstellen. Auf dem ersten Internationalen Chemikerkongress in Karlsruhe 1860 präsentiert Cannizzaro seine methodischen Vorschläge zur Atomgewichtsbestimmung, was maßgeblich zur internationalen Akzeptanz der Avogadro-Hypothese beiträgt.

Cannizzaro studiert Medizin an der Universität Palermo und geht nach dem Studium zunächst zu Raffaele Piria (1814–1865) nach Pisa. Nach der niedergeschlagenen Sizilianischen Revolution muss er nach Marseille und Paris fliehen, wo er seine chemische Ausbildung bei Eugène Chevreul (1786–1889) gemeinsam mit François Stanislaus Cloëz (1817–1883) an Cyaniden und ihren Derivaten fortsetzt. 1851 kehrt Cannizzaro nach Italien zurück und wirkt als Professor für Chemie unter anderem in Alessandria, Genua, Pisa, Neapel, Palermo und Rom.

9. August 1776

250. Geburtstag von Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro

Der italienische Chemiker Amedeo Avogadro (1776–1856) formuliert die Hypothese: Ideale Gase mit gleichen Volumina enthalten bei gleicher Temperatur und gleichem Druck die gleiche Teilchenzahl. Sie wird 1811 in seiner Arbeit „Essay on the Determination of the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies“ veröffentlicht. Dies erlaubt es, klar zwischen Atomen und Molekülen zu unterscheiden und ist von zentraler Bedeutung für die korrekte Bestimmung von Molekulargewichten, was damals durch widersprüchliche experimentelle Befunde erschwert ist. Avogadro postuliert, dass gasförmige Substanzen aus Molekülen bestehen, die aus zwei oder mehr Atomen aufgebaut sind, und erklärt so die Diskrepanzen in den Gasvolumina und den Messungen der Gasdichten. Seine Arbeiten werden zu seinen Lebzeiten kaum anerkannt. Erst durch Stanislao Cannizzaro (1826–1910) erfährt



$6,022 \times 10^{23}$

Amedeo Avogadro und seine Konstante.

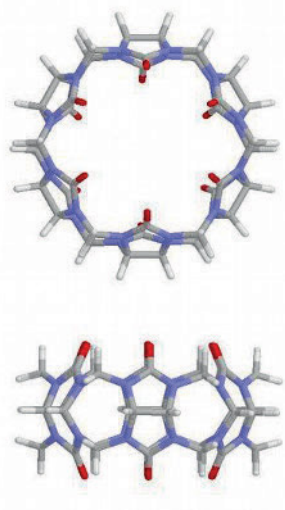
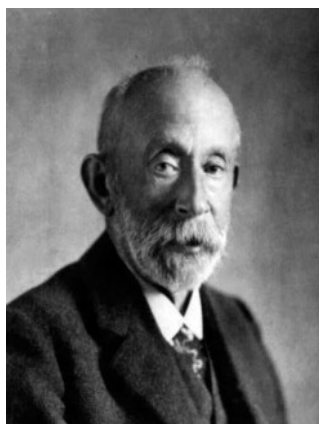
die Avogadro-Hypothese breite Akzeptanz und wird zur Grundlage der modernen Atom- und Molekültheorie.

Avogadro beginnt seine akademische Laufbahn zunächst auf einem juristischen Weg. Nach dem Abschluss seines Jurastudiums an der Universität Turin im Jahr 1796 und seiner Promotion zum Doctor of Canon and Civil Law im Jahr 1799 widmet er sich zunehmend den Naturwissenschaften. Ab etwa 1800 beginnt er autodidaktisch Mathematik und Physik zu studieren. 1804 wird Avogadro korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Turin, ab 1806 offizieller Demonstrator und 1809 zum Professor für Naturphilosophie am Reale Collegio in Vercelli ernannt. Hier beschäftigt er sich mit elektrischen und physikalisch-chemischen Phänomenen, insbesondere im Anschluss an die Entdeckungen von Alessandro Volta (1745–1827). 1820 wird Avogadro auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Physik an die Universität Turin berufen. Diese Position behält er mit einer Unterbrechung (zwischen 1822 und 1834, während der Italienischen Unabhängigkeitsbewegung) bis zu seiner Emeritierung 1850.

15. September 1926

100. Todestag von Anton Friedrich Robert Behrend

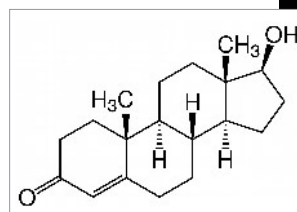
Dem deutschen Chemiker Robert Behrend (1856–1926) gelingt die Synthese von Harnsäure durch Umwandlungen von Purinderivaten. Ausgangspunkt seiner Synthese sind substituierte Purinverbindungen, die er systematisch an unterschiedlichen Positionen des Purinrings oxidiert, um die charakteristische Struktur der Harnsäure herzustellen. Zudem führt er die potentiometrische Titration ein, um Lösungskonzentrationen zu bestimmen. Bei der nach ihm benannten Behrend-Umlagerung werden Nitronen zu Isocyanaten oder ähnlichen Verbindungen umgewandelt. Sie wird in der organischen Synthese genutzt, um komplexere Moleküle aufzubauen, zum Beispiel Cucurbituril-Verbindungen. Cucurbiturile sind eine Klasse cyclischer Moleküle aus mehreren Glycoluril-Einheiten, die zu einem ringförmigen, fässchenartigen Gebilde verbunden sind. Ihren Namen verdanken sie ihrer Form, die an kleine Kürbisse erinnert, abgeleitet



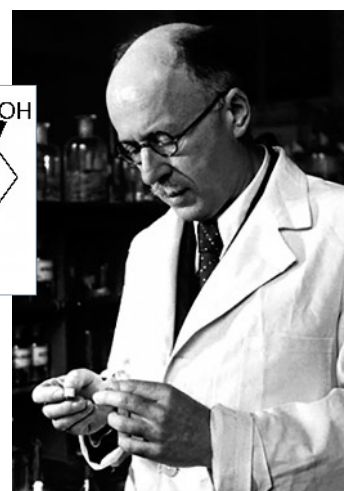
Robert Behrend und Cucurbit[6]uril.

vom lateinischen Wort „Cucurbita“ für Kürbis. Charakteristisch für Cucurbiturile ist ihr hohler, zylindrischer Innenraum, der es ihnen ermöglicht, kleinere Moleküle aufzunehmen und einzuschließen. Diese Eigenschaft macht sie zu wichtigen Akteuren in der supramolekularen Chemie. Sie sind chemisch stabil sowie wasserlöslich und können über Wasserstoffbrückenbindungen sowie hydrophobe Wechselwirkungen Moleküle binden.

Behrend beginnt seine Laufbahn zunächst mit einem Jurastudium in Heidelberg, wechselt jedoch 1877 zur Chemie. Er studiert unter anderem bei Wilhelm Ostwald (1853–1932, Nobelpreis 1909) in Leipzig, wo er 1881 mit einer Arbeit „Über substituierte Sulfamide und Amidosulfonchloride“ promoviert wird. Er bleibt zunächst als Assistent am Physikalisch-Chemischen Institut an der Universität Leipzig und habilitiert sich 1885 mit der Arbeit „Versuche zur Synthese von Körpern der Harnsäurereihe“. Anschließend ist er bis 1895 Privatdozent für Chemie an der Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig. 1895 wechselt Behrend an die Technische Hochschule Hannover, wo er zunächst Privatdozent und noch im selben Jahr ordentlicher Professor wird. Diese Position hat er bis zu seiner Emeritierung 1924 inne. In dieser Zeit beschäftigt er sich mit stereochemischen Problemen, insbesondere mit der Ringstruktur der Glucose.



Leopold Ružička, Struktur des Testosterons.



26. September 1976

50. Todestag von Leopold Ružička

Der schweizerisch-kroatische Chemiker Leopold Ružička (1887–1976), geboren als Lavoslav Stjepan Ružička, beschäftigt sich mit der künstlichen Herstellung biologisch aktiver Steroide. Zu seinen Erfolgen zählen die Synthese und Strukturaufklärung von Sexualhormonen wie Testosteron (1935) und Androsteron (1934/35; 1931 isoliert von Adolf Butenandt (1903–1995, Nobelpreis 1939)). Bei seinen Untersuchungen zu Terpenen und polycyclischen Verbindungen findet er die „Ružička-Regel“, nach der sich unter bestimmten Bedingungen stabile Ringsysteme mit mehr als zehn Atomen bilden. In einer handschriftlich vorbereiteten Einleitung zu einem Vortrag findet sich: „Allen meinen Arbeiten war im Beginn das Streben gemeinsam, die Konstitution von Naturverbindungen aufzuklären, denen industriell wichtige Eigenschaften zukommen. Geruch und Hormonwirkung.“ Für seine Arbeiten über Polymethylenverbindungen und höhere Terpene erhält er 1939 den Nobelpreis für Chemie.

Ružička beginnt seine akademische Laufbahn an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Zunächst forscht er unter Hermann Staudinger (1881–1965, Nobelpreis 1953) in Karlsruhe, später in Zürich. Er wird 1909 zu Struktur und Reaktionsweisen von Terpenverbindungen promoviert und 1913 habilitiert. Danach geht Ružička jedoch eigene Wege und beschäftigt sich mit natürlichen Duftstoffen. Seine frühen Arbeiten für die Parfümindustrie in Holzminden, Genf und in den Niederlanden (1917–1929) verschaffen ihm praktische Erfahrung in der Anwendung organisch-chemischer Prinzipien, insbesondere beim Isolieren und Charakterisieren von Moschusverbindungen. 1926 folgt er einem Ruf als Professor für organische Chemie an die Universität Utrecht, 1929 dann einem Ruf an die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich. Hier entwickelt er seine Theorie der Makrocyclen und synthetisiert komplexe biologische Moleküle. Über Jahrzehnte hinweg prägt er die ETH als Ort internationaler Spitzenforschung.



Lars Onsager

5. Oktober 1976

50. Todestag von Lars Onsager

Der norwegisch-amerikanische Physiker und Chemiker Lars Onsager (1903–1976) erklärt, dass Transportprozesse wie Wärmeleitung, elektrische Leitfähigkeit und Diffusion miteinander verknüpft sind. Mit der „Onsager-Relation“ erlangt er weltweit Anerkennung: In einem System nahe dem thermodynamischen Gleichgewicht ist die Kopplung zwischen verschiedenen Flüssen und Kräften symmetrisch (reziprok). Die Erkenntnis, dass die Koeffizienten für diese Prozesse paarweise gleich sind, beruht auf der zeitlichen Reversibilität der mikroskopischen Bewegung von Teilchen – wenn das System zeitumkehrsymmetrisch ist und keine äußeren Felder wie Magnetismus stören. Die praktischen Anwendungen seiner Theorie reichen weit: In der Elektrochemie helfen die Onsager-Relationen, die gekoppelten Flüsse von Elektronen und Ionen in Batterien und Brennstoffzellen zu optimieren. In der Biophysik liefern sie Erklärungen für den gleichzeitigen Transport von Stoffen und Energie durch Zellmembranen, was essenziell für das Verständnis vieler biologischer Vorgänge ist. Außerdem sind sie entscheidend für die Entwicklung thermoelektrischer Materialien, die Wärme in elektrische Energie umwandeln.

Onsager studiert ab 1920 an der Technischen Hochschule Trondheim, Norwegen, wo er sich zunächst auf Ingenieurwissenschaften konzentriert. Auf Empfehlung von Professoren, aber auch aus eigenem Interesse wechselt Onsager in den frühen 1920er Jahren zur theoretischen Physik und Chemie. Von 1926 bis 1928 ist er als Forschungsassistent an der ETH Zürich bei Peter Debye (1884–1966, Nobelpreis 1936), dessen Leitfähigkeitstheorie Onsager grundlegend korrigiert. 1928 erhält Onsager einen Lehrauftrag an der Brown University in Providence, USA. 1933 geht er an die Yale University zu Joseph E. Mayer (1904–1983), wo er 1934 seine Promotion abschließt („Solutions of the Mathieu equation of period 4π and certain related functions“). Dort ist er anschließend Assistant Professor, ab 1940 Associate Professor und ab 1945 Josiah-Willard-Gibbs-Professor für theoretische Chemie. 1972 bis 1976 ist Onsager als Professor am Center for Theo-

retical Studies der University of Miami in Coral Gables tätig. Für seine Beiträge zur Thermodynamik (Onsager Reziprozitätsbeziehung) wird er 1968 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet.

24. November 1976

50. Todestag von Egon Gustaf Martin Wiberg

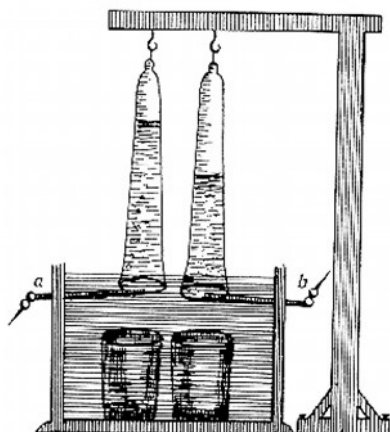
Im Zentrum der Arbeiten des deutschen Chemikers Egon Wiberg (1901–1976) stehen neben Verbindungen des Bors, Siliciums und Phosphors die Hydride zahlreicher Metalle, darunter die klassischen Metallhydride von Beryllium, Magnesium und Aluminium. Wiberg untersucht deren Struktur, Bindungsverhältnisse sowie Reaktivität und liefert damit das Fundament, um Metallhydride systematisch nach ihren Bindungstypen zu klassifizieren: von salzartigen über kovalente bis zu metallisch geprägten Hydriden. Mit der Entdeckung des Aluminiumhydrids (AlH_3) und der Strukturaufklärung von Bor- und Aluminium-Wasserstoffverbindungen legt er den Grundstein für das Verständnis reaktiver Metall-Wasserstoff-Systeme und chemischer Bindungen. Bis heute spielen Metallhydride eine zentrale Rolle bei Wasserstoffspeicherung und -transport, etwa in der Energietechnik und als Reduktionsmittel in der organischen Synthese. Auch neue Techniken wie Nickel-Metallhydrid-Akkus und Wasserstoffspeicher nutzen aus, dass Metallgitter Wasserstoff einlagern und reversibel freisetzen können. Neben seiner experimentellen Forschung veröffentlicht Wiberg als Co-Autor zusammen mit Arnold F. Holleman (1859–1953) das „Lehrbuch der Anorganischen Chemie“, das bis heute als Standardwerk gilt.

Wiberg beginnt seine Laufbahn 1921 mit dem Chemiestudium an der Technischen Hochschule Karlsruhe, wo er 1927 bei Stefan Goldschmidt (1889–1971) promoviert wird. Nach seiner Habilitation 1931 wird er 1936 zum außerplanmäßigen Professor an der TH Karlsruhe ernannt. 1938 folgt er einem Ruf an die Ludwig-Maximilians-Universität München, an der er zunächst als außerordentlicher und ab 1951 als ordentlicher Professor für anorganische Chemie wirkt. In den Jahren 1960/61 ist Wiberg Präsident der GDCh.



Egon Wiberg und Lehrbuch Holleman-Wiberg (Cover der 103. Auflage von 2017)





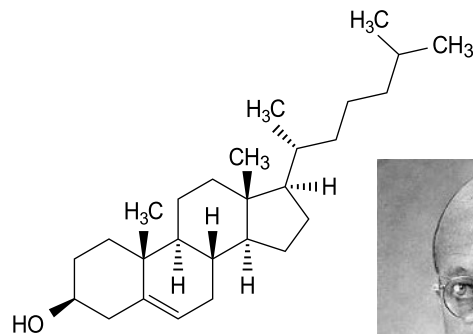
Apparatur zur Wasserelektrolyse von Johann Ritter.

16. Dezember 1776

250. Geburtstag von Johann Wilhelm Ritter

Der deutsche Naturforscher Johann Wilhelm Ritter (1776–1810) führt Untersuchungen zur Elektrolyse durch und zerlegt Wasser unter Stromfluss quantitativ in Wasserstoff und Sauerstoff. 1802 entwickelt Ritter einen Vorläufer des modernen Akkumulators, indem er Kupferplatten und mit Kochsalz getränktes Papier abwechselnd zu einer elektrochemischen Säule schichtet. Diese Anordnung demonstriert, dass wiederaufladbare Stromquellen möglich sind. Des Weiteren weist Ritter die Existenz von UV-Licht nach, indem er Silberchloridpapier photochemisch schwärzt.

Ritter beginnt seine Laufbahn in einer Apotheke. Trotz Immatrikulation an der Universität Jena 1796 forscht er weitgehend autodidaktisch im Umfeld der galvanischen Entdeckungen um Alessandro Volta (1745–1827). Im Austausch mit Zeitgenossen wie Alexander von Humboldt (1769–1859) und Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832) wirkt Ritter zunächst in Jena und ab 1804 als ordentliches Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München. Bereits 1799 gründet er die Zeitschrift „Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus“, in der er mit eigenständigen Untersuchungen darlegt, dass galvanische Vorgänge immer an Oxidations- und Reduktionsprozesse gebunden sind. Ritter zählt gemeinsam mit Theodor von Grotthuß (1785–1822) zu den Gründern der elektrochemischen Theorie, zu der beide unabhängig voneinander grundlegende Beiträge leisteten.



Adolf Windaus und die Strukturformel des Cholesterins.



25. Dezember 1876

150. Geburtstag von Adolf Otto Reinhold Windaus

Der deutsche Chemiker Adolf Windaus (1876–1959) weist nach, dass Cholesterin ein polycyclischer Alkohol mit einem Sterangerüst ist und damit zur Klasse der Sterole gehört. Er identifiziert Cholesterin nicht nur als Strukturbestandteil tierischer Zellmembranen, sondern auch als biochemische Vorstufe zahlreicher physiologisch aktiver Substanzen wie Gallensäuren, Steroidhormonen und Vitamin D. Seine Untersuchungen zeigen: Aus Cholesterin oder verwandten 7-Dehydro-Sterolen entsteht unter Einwirkung von Sonnenlicht in der Haut Vitamin D₃ (Cholecalciferol). Windaus legt so den Grundstein für das Verständnis hormoneller Regulation und Vitaminwirkung im menschlichen Körper. 1928 erhält er den Nobelpreis für Chemie für seine Forschungsarbeiten „... über den Aufbau der Sterine und ihren Zusammenhang mit den Vitaminen, insbesondere die Aufklärung der Struktur des Cholesterins und die Entdeckung des Vitamin D“, ein wichtiger Meilenstein zur Bekämpfung von Rachitis und anderen Vitamin-D-Mangelkrankheiten.

Windaus studiert Medizin in Berlin und geht nach dem Physikum 1897 zum Chemiestudium an die Universität Freiburg, wo er 1899 bei Heinrich Kiliani (1855–1945) mit seiner Dissertation über „Neue Beiträge zur Kenntnis der Digitalisstoffe“ promoviert wird. Anschließend wechselt er als Mitarbeiter von Emil Fischer (1852–1919, Nobelpreis 1902) wieder nach Berlin. 1901 kehrt er nach Freiburg zurück und habilitiert sich 1903 „Über Cholesterin“. Nach weiteren Forschungsstationen wird er als Nachfolger von Otto Wallach (1847–1931, Nobelpreis 1910) an die Universität Göttingen auf den Lehrstuhl für Chemie berufen.

LIVES IN CHEMISTRY

L-I-C.ORG

X.COM/LIVESINCHEM

STEPHEN B. H. BEST: INVENTING SYNTHETIC METHODS TO DISCOVER HOW ENZYMES WORK

GERHARD BERTL: MY LIFE WITH SCIENCE

LARRY E. OVERMAN: DESIGNING SYNTHETIC METHODS AND NATURAL PRODUCTS SYNTHESIS

HUBERT SCHMIDHAUF: FROM CHEMICAL CHAPMANSHIP TO THE ART OF GILDING ATOMS

KATHARINA ROBE-HÖINGHAUS: BUBBLING FOR SCIENCE — A WOMAN IN A TECHNICAL FIELD

RYOJI NOYORI: RESEARCH SHOULD BE FRESH, SIMPLE AND CLEAR

ALBERT ESCHENHÖSER: AWARDS ARE NICE BUT DISCOVERIES ARE BETTER

GDCh rethinking chemistry

FACHGRUPPE GESCHICHTE DER CHEMIE

covering four continents

Quellen, Literatur und Bilder

Meilensteine, Geburts- und Todestage

- C. W. Scheele, Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer, Magnus Swederus, Uppsala, 1776
- C. W. Scheele, Opuscula Chemica et Physica, Band II, Leipzig & Uppsala, 1788
- W. H. Wollaston, On gouty and urinary concretions, Philosophical Transactions of the Royal Society of London 1797, 87, 386–400
- O. Unverdorben, Ueber das Verhalten der organischen Körper in höheren Temperaturen, Annalen der Physik 1826, 84, 397–410
- C. Niedobitek, F. Niedobitek, Otto Unverdorben aus Dahme/Mark: Naturforscher und Kaufmann. Eine ungewöhnliche Wissenschaftskarriere, Lippe Verlag, 2014.
- heritage.stockton.gov.uk/articles/people/john-walker-inventor-of-the-friction-match
- BBC – A History of the World – Object : John Walker's Friction Light
- H. Caro, Untersuchungen über Methylenblau, BASF Mitteilungen, 1876
- G. B. Kauffman, Heinrich Caro and the Origins of the German Dyestuff Industry, Chymia, 1965, 10, 67–84
- P. Ehrlich, Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinischen Chemie
- W. Sneader, Drug Discovery: A History, Wiley, 2005
- basf.com/global/de/media/magazine/creatingchemistrystories/2015/pioneer-thinker-then-and-now-methylene-blue
- O. H. Warburg, Über den Stoffwechsel der Tumoren, Springer, Berlin, 1926
- innovations-report.de/gesundheits-leben/biowissenschaften-chemie/bericht-53673
- mdpi.com/journal/cancers/special_issues/K4F27V2235
- deutsches-chemie-museum.de/datei/anzeigen/id/4122,1089/mb_02_1996_2_kohle_zum_kautschuk_ii.pdf
- The development and application of expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) membranes, Dissertation an der University of Delaware, 2005
- S. Engels, A. Nowak, Auf der Spur der Elemente, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1971
- ABC Geschichte der Chemie [Hrsg.: S. Engels, R. Stolz et al.], VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1989
- Freie Onlineenzyklopädie Deutsche Biographie, deutsche-biographie.de/home
- Freie Onlineenzyklopädie Wikipedia, de.wikipedia.org/
- Harenberg Lexikon der Nobelpreisträger, 2. Auflage, Harenberg Lexikon Verlag, Dortmund, 2000
- G. Harig, P. Schneck, Geschichte der Medizin, Verlag Gesundheit, Berlin, 1990
- Biographien bedeutender Chemiker [Hrsg.: K. Heinig], 4. Auflage, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1977
- Deutsche Biographische Enzyklopädie [Hrsg.: W. Killy], K. G. Saur Verlag GmbH & Co KG, München, 1995
- Lexikon der Naturwissenschaftler, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg-Berlin-Oxford, 1996
- A. Kraft, Mitteilungen der Fachgruppe Geschichte der Chemie, 2023, 27, 3–21.
- S. Neufeldt, Chronologie Chemie 1800–2000, 3. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 2003
- W. R. Pötsch et al., Lexikon bedeutender Chemiker, 1. Auflage, VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1988
- Römpp Kompakt, Basislexikon Chemie, Georg Thieme Verlag, 1998
- Chronologie der Naturwissenschaften [Hrsg.: K.-H. Schlote], Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2002
- P. Schneck, Geschichte der Medizin systematisch, UNI-MED Verlag, Bremen und Lorch/Württemberg, 1997
- R. Strohmeier, Lexikon der Naturwissenschaftlerinnen und naturkundigen Frauen Europas, Verlag Harry Deutsch, Frankfurt am Main, 1998
- W. Strube, Der historische Weg der Chemie, Band 1 und 2, 3. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1976
- Fachlexikon Forscher und Erfinder [Hrsg.: H.-L. Wußing], Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co KG, Hamburg, 2005
- spektrum.de/lexikon/biologie/
- flexikon.doccheck.com
- H. Scholz, Heilkunde und Naturbeobachtung in merowingischen Klöstern, Medizinhistorisches Journal 1985, 20, 1–15
- F. Staab, Die Heilige Gertrud von Nivelles – Klosterfrau, Patronin und Legendenfigur, Frühmittelalterliche Studien 1990, 24, 93–112
- S. Tekeli, Taqi al-Din's Work on Mechanical and Chemical Devices, Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 1965
- leopoldina.org/mitgliederverzeichnis/mitglieder/member/Member/show/otto-diels/
- D. Wrinch, Energy of Formation of Cyclo Molecules, Nature 1936, 138, 241–242
- E. Wiberg, Neuere Ergebnisse der präparativen Hydrid Forschung, Angew. Chem. 1953, 65, 16–33
- britannica.com/biography/Amedeo-Avogadro
- J. Wisniak, Stanislaw Cannizzaro – Political and Science Revolutionary, Educación Química 2005, 16, 456–468
- Chemie-Nobelpreis 1968 für Lars Onsager Laudatio Von Professor Dr. J. Meixner, Aachen; doi: 10.1002/phbl.19690250204
- frankfurter-personenlexikon.de/node/4888
- encyclopedia.com/women/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/wrinch-dorothy-1894–1976
- Nobel Laureates in Chemistry 1901–1992 [Hrsg.: L. K. James], American Chemical Society and Chemical Heritage Foundation, USA, 1993
- nobelprize.org
- C. Friedrich, G. Melzer, Ernst A. Schmidt (1845–1921) und sein Schülerkreis, Die Pharmazie 1988, 43, 642–647
- European Women in Chemistry [Hrsg.: J. Apotheker, L. S. Sarkadi], Wiley-VCH, Weinheim, 2011
- Geschichte der Chemie IV [Hrsg.: H. Kopp], Georg Olms, Hildesheim, 1966
- Handschriftlich vorbereitete Einleitung zu an einem Kongress in Belgrad gehaltenen Vortrag „Biogenetische Isotopenregel“ aus A. Eschenmoser. Leopold Ruzicka: von der Isotopenregel zur Frage nach dem Ursprung des Lebens, Jugoslawische Akademie Znanosti i Umjetnosti, Zagreb, 1989
- gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97841573.texteImage#
- M. Walker, Hitlers Atombombe. Geschichte, Legende und das Erbe von Nationalsozialismus und Hiroshima, Göttingen, 2025

Genutzte KI-Tools: DeepL, ChatGPT und Perplexity

Bildnachweise:

- Watt; Anilinblau-Abdrucke; Walker; Caro; Warburg; Gemälde Heilige Gertrud; Osmanische Astronomen; Diels, Heisenberg; Wrinch; Thomsen; Sala; Brom-Würfel; Borch; Meisenheimer; Cannizzaro; Avogadro; Behrend; Cucurbit[6]uril; Ružicka; Onsa-ger; Windaus: Wikimedia Commons
- Streichholz: HTGanzo/Adobe stock; Scheele: juulij/Adobe stock; Streichholzschnitzwerk: Mariia Mazaev/Adobe stock; Mikroskopie-schnitt mit Methylenblau gefärbt: MikhailAfanasyev/Adobe Stock; Zeichnung Krebszelle während der Teilung: AntonKhrupin-Art/Adobe Stock; Vigantolwerbung: Merck; Autoreifen: Ta-ka/Adobe stock; Lithium-Ionen-Batterie: Coprid/Adobe Stock; Wissenschaftssymbole: arkadiwna / Adobe Stock; Gore: gore.de; Gore-Tex-Jacke: gubernat / Adobe Stock; Liebknecht: Potsdam Wi-ki; Reklame Persil: Henkel; Bittermandel: Cpro / Adobe Stock; Wi-berg: GDCh; Wasserelektrolyse-Apparat: Voigts Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, Bd.2., 1800