



Göttingen lässt das Herz der Chemiker höherschlagen

Teil 2– die Göttinger Nobelpreisträger der Chemie

Wolfgang Hasenpusch

Seit der Vergabe der renommierten Preise, die der kinderlose schwedische Chemiker Alfred Nobel (1833-1896) mit seiner Stiftung 1900 als Vermächtnis gab, erhielten bisher 44 Persönlichkeiten diese begehrte Auszeichnung, die mehr oder weniger lang die Göttinger Luft atmeten: 21 Physiker, 12 Chemiker, 7 Mediziner, 2 Literaten und 2 Friedens-Stifter.

Die 12 Nobelpreisträger der Chemie sollen im Folgenden kurz in den Focus rücken. Eine Zusammenfassung zeigt die Tabelle 1 auf Seite 4.

Otto Wallach, 1847-1931 (Nobelpreis 1910)

Als organischer Chemiker hatte Otto Wallach mehrere Reaktionen zum Aufbau heterozyklischer Verbindungen und von Farbstoffen entdeckt. In der „Terpen-Chemie“ leistete er grundlegende Arbeiten zur Strukturaufklärung und Synthese dieser Stoffklasse [11].

Er studierte in Göttingen und Berlin, ging 1872 nach Bonn und war von 1889 bis 1915 Direktor des Chemischen Instituts in Göttingen [12].

Theodore Richards, 1868-1928 (Nobelpreis 1914)

Der in Germantown geborene US-amerikanische Chemiker Theodore Richards ermittelte von zahlreichen Elementen das genaue Atomgewicht. Er studierte in England und promovierte 1888 an der Harvard University. In seiner Dissertation bestimmte er das relative Atomgewicht von Sauerstoff im Verhältnis zu Wasserstoff. Als Post-Doktorand verbrachte er ein Jahr an der Universität Göttingen. Zu seinen Hobbys zählten das Zeichnen und das Segeln.

Bis 1932 hatte er mit seinen Schülern von 55 Elementen die genaue Masse bestimmt, wobei er am Blei durch chemische Analyse als Erster Hinweise auf die Existenz von Isotopen erkannte [13].

Walther H. Nernst, 1864-1941 (Nobelpreis 1920)

Der preußische Physiker und Chemiker Walter Hermann Nernst wurde durch seine Arbeiten in der Thermochemie bekannt.

Mit dem Physiker Albert von Ettingshausen (1850-1932) entdeckte er an der Universität Graz die nach ihnen benannten Effekte der Wärme-Differenz im Magnetfeld stromdurchflossener Leiter.

1886 erhielt er eine Promotions-Stelle in Würzburg. In Leipzig konnte er 1889 die Habilitation zum Thema der elektromotorischen Wirksamkeit von Ionen abschließen. Nach kurzem Aufenthalt an der Universität Heidelberg wechselte Nernst 1890 nach Göttingen, wo er 1895 zum ordentlichen Professor ernannt wurde, ehe er von 1905 bis 1932 als Physikochemiker zur Universität Berlin wechselte.

In Göttingen entwickelte Nernst den 3. Hauptsatz zur Thermodynamik über die Nicht-Erreichbarkeit des absoluten Temperatur-Nullpunktes von $-173,15^{\circ}\text{C}$. Ebenfalls erfand er dort 1893 ein neues Verfahren zur Messung der Permittivität, der Polarisations-Fähigkeit eines Materials durch elektrische Felder [14, 15].

Auch die „Nernst-Lampe“ konnte er in Göttingen mit einem Magnesiastift (MgO) entwickeln und 1897 zum Patent anmelden [16].

Richard A. Zsigmondy, 1865-1929 (Nobelpreis 1925)

Der österreichische Chemiker ungarischer Abstammung Richard Adolf Zsigmondy, forschte auf dem Gebiet der Kolloidchemie und der Mikroskopie.

Nach der Promotion 1889 in München, Habilitation 1897 an der TU Graz, arbeitete er drei Jahre lang als Chemiker bei den Glaswerken Schott in Jena, wo er mehre Patente über Milchglas erhielt.

1908 bis zu seinem Tod im Jahr 1929 war er ordentlicher Professor für Anorganische Chemie an der Universität Göttingen. Bis 1912 entwickelte er das Immersions-Ultramikroskop, mit dem man Objekte bis in den Nanometer-Bereich sichtbar machen konnte. 1916 war er an der Herstellung von Membran- und Ultrafeinfilter in Zusammenarbeit mit De Haën, Seelze, und den Göttinger Satorius-Werken beteiligt [17, 18].

Adolf O. R. Windaus, 1876-1959 (Nobelpreis 1928)

Der Sohn eines Berliner Textil-Fabrikanten, Adolf Otto Reinhold Windaus, startete mit einem Medizin-Studium, wechselte nach dem Physikum jedoch 1897 zur Chemie an die Universität Freiburg. 1903 habilitierte er sich in Freiburg mit einer Arbeit über Cholesterin. In Innsbruck erhielt er 1915 den Lehrstuhl für Angewandte Medizinische Chemie. Als Nachfolger von Otto Wallach wechselte Windaus nach Göttingen, wo er bis zu seiner Emeritierung 1944 den Lehrstuhl für Chemie innehatte.

1919 gelang es Adolf Windaus, die Verwandtschaft zwischen dem Cholesterin und den Gallensäuren nachzuweisen. Außerdem klärte er die chemische Struktur verschiedener Vitamine des B-Komplexes und der D-Gruppe auf und bestä-

tigte seine Ergebnisse durch deren Synthesen [19].

Irving Langmuir, 1881-1957 (Nobelpreis 1932)

Der amerikanische Physiker und Chemiker Irving Langmuir wechselte nach seinem Bergbau-Studium 1903 an das Institut für Pysikalische Chemie in Göttingen zu Walther Nernst. Nach seiner Promotion in Göttingen wechselte er 1906 als Dozent an das Stevens Institute of Technology in Hoboken, New Jersey, gefolgt von Forschungs-Jahren im General-Electrics-Forschungslabor, New York. In dieser Zeit konnte Langmuir 1916 experimentell zeigen, dass Gasmoleküle nicht elastisch von Oberflächen abspringen, sondern als Monolage adsorbieren [20]. Die daraus abgeleitete „Langmuir-Isotherme“ gehört zu den fundamentalen Modellen der „Physisorption“ und „Chemisorption“ von Stoffen an Grenzflächen. 1932 erhielt Langmuir für seine Entdeckungen und Untersuchungen zur Oberflächen-Chemie den Nobelpreis für Chemie.

Langmuir entwickelte die Quecksilber-Vakuumpumpe, die gasgefüllte Wolfram-Glühlampe, zahlreiche Vakuum-Radioröhren sowie 1924 ein Verfahren zum Schweißen mit atomarem Wasserstoff, das „Arcatom-Schweißen“ [21].

Langmuir war einer der ersten Wissenschaftler, der mit ionisierten Gasen („Plasma“) arbeitete. 1924 erfand er eine Methode, um die nach seinem Konzept genannte „Elektronen-Temperatur“ zu messen, die „Langmuir-Sondenmessung“ [22].

In den 1940er Jahren untersuchte Langmuir bei General Electric die künstliche Wetter-Beeinflussung durch Impfen der Wolken mit Trockeneis [23]. Später praktizierte General Electric gleiches mit Silberiodid, AgI, ein bis heute angewandtes Verfahren für Regen und Schnee, besonders in der Nähe von Flughäfen.

Peter J. W. Debye, 1884-1966 (Nobelpreis 1936)

Der niederländische Physiker und theoretische Chemiker Petrus Josephus Wilhelmus Debye studierte an der RWTH

Aachen Elektrotechnik. 1906 ging er an die Universität München, wo er 1908 mit einer Arbeit über Strahlungsdruck promovierte. Zwei Jahre später beendete er die Habilitation und wechselte als Professor für Theoretische Physik als Nachfolger von Albert Einstein an die Universität Zürich. Er erhielt Professuren an der Universität Utrecht 1912 bis 1913 und sieben weitere Jahre an der Universität Göttingen. 1920 folgte Debye einem Ruf an die ETH Zürich und in weiteren Sieben-Jahres-Schritten 1927 der Universität Leipzig und ab 1934 der Universität Berlin, ein Jahr später als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik in Berlin-Dahlem.

Seine Wissenschaftlichen Leistungen waren breit gestreut. So entwickelte er eine Theorie der spezifischen Wärmekapazität von Materie bei tiefen Temperaturen (Debye-Temperatur), das Prinzip der Abschirmung einer Ladung (Debye-Radius), das „Debye-Scherrer-Verfahren“ in der Röntgen-Strukturanalyse, die „Debye-Hückel-Theorie“ über elektrostatischen Wechselwirkungen von Ionen in Elektrolyt-Lösungen sowie die „Debye-Funktion“ in der Mikrowellen-Spektroskopie von Flüssigkeiten.

Den Nobelpreis für Chemie erhielt er 1936 für seine Beiträge zur Kenntnis der Molekular-Strukturen durch Dipolmo-

mente, Beugung der Röntgenstrahlen und Elektronen in Gasen [24].

Walter Haworth, 1883-1950 (Nobelpreis 1937)

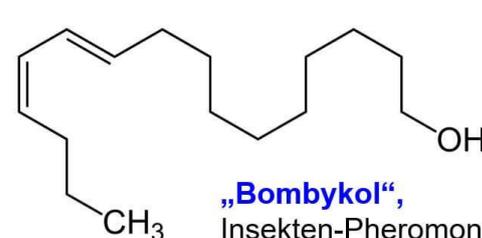
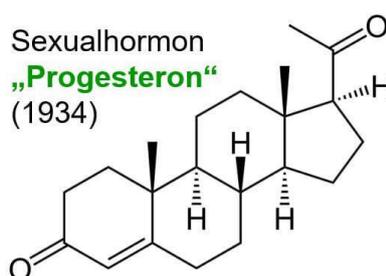
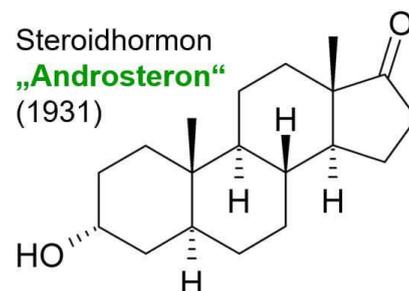
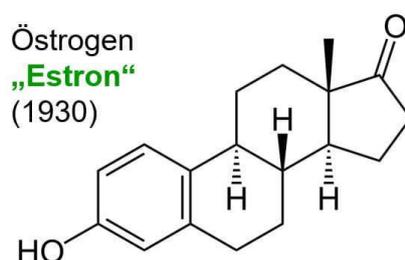
Der britische Chemiker Sir Walter Norman Haworth forschte über die Chemie der Zucker und klärte die Struktur von Vitamin C auf.

Nach seinem Abschluss als Chemiker an der Universität Manchester kam er 1906 zur Promotion nach Göttingen in die Arbeitsgruppe von Prof. Wallach. Mit Abschluss der Doktor-Arbeit über Derivate der Nitrosochloride semizyklischer Kohlenwasserstoffe 1910 kehrte Haworth zurück nach England. Von 1925 bis zur Emeritierung 1948 arbeitete er als Professor an der Universität Birmingham.

1915 gelang ihm mit der Methylierung von Zuckern die Strukturaufklärung ringförmiger Kohlenhydrate, das sich als Standard-Verfahren etabliert hat. 1934 gelang es Haworth, erstmals ein Vitamin, das Vitamin C, zu synthetisieren, dessen Struktur er zuvor aufklärte [25, 26].

Adolf F. J. Butenandt, 1903-1995 (Nobelpreis 1939)

Der bei Bremerhaven aufgewachsene Biochemiker Adolf Friedrich Johann Butenandt erwarb sich hohe Anerken-



„**Bombykol**“,
Insekten-Pheromon
der Seidenspinner-
Weibchen (1961)

Abb. 1 Isolierte Hormone und Pheromon von Adolf Butenandt

nung für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Steroidhormone.

Nach dem Abitur 1921 studierte er Chemie und Biologie an der Universität Marburg. 1924 wechselte Butenandt an die Universität Göttingen, wo er 1927 bei Adolf Windaus promovierte. Vier Jahre später habilitierte er sich mit Untersuchungen über das weibliche Sexualhormon „Östrogen“, das er 1929 isolierte und in seiner Struktur aufklärte. 1933 folgte ein Ruf an die TH Danzig. Drei Jahre später ging er als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biochemie nach Berlin-Dahlem.

Durch die Isolierung der Sexualhormone belegte Butenandt die Verwandtschaft mit den Steroiden, und ermöglichte damit die Synthese von „Cortison“

Mit Arbeiten zur Identifizierung von Insekten-Pheromonen, besonders der weiblichen Seidenspinne „*Bombyx mori*“ in den 1940er Jahren, wies Butenandt nach, dass Kommunikation unter Insekten auf stofflicher Basis erfolgt [27, 28].

Die Molekül-Strukturen von drei der zitierten Sexual-Hormone und des Insekten-Pheromons „Bombykol“ zeigt die Abbildung 1.

Otto Hahn, 1879-1968 (Nobelpreis 1944)

Der in Frankfurt am Main geborene Chemiker Otto Emil Hahn zeigte sich als weiterer Pionier der Radiochemie. Zwischen 1905 und 1921 entdeckte er zahlreiche Nuklide, 1909 den radioaktiven Rückstoß, 1917 das radioaktive Element der Ordnungszahl 91, das „Protactinium“ und 1921 die Kernisomerie beim „Uran“. Ende 1938 erbrachte er den radiochemischen Nachweis der Kernspaltung des Urans und Anfang 1939 folgte die Entdeckung des Actinoids Nr. 90, des Thoriums.

Nach dem Abitur in Frankfurt am Main begann Otto Hahn sein Studium der Chemie und Mineralogie 1897 in Marburg mit Zwischenstation in München, das er bereits 1901 mit der Promotions-Arbeit „Brom-Derivate des Isoeugenols“ abschloss.

1904 wechselte Otto Hahn, der seine Zukunft als Industrie-Chemiker sah, zur Verbesserung der englischen Sprachkenntnisse an das University College London zu dem Edelgas-Entdecker Sir William Ramsay (1852-1916). Dort kam er mit dem noch jungen Gebiet der Radiochemie zusammen.

Gegen Kriegsende 1945 wurde Otto Hahn mit neun deutschen Physikern in ein Internierungslager nahe Cambridge verbracht. Neun Monate später folgte die Entlassung nach Göttingen. Von 1948 bis 1960 amtierte Otto Hahn als Gründungspräsident der neugeschaffenen Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Göttingen.

Aufgrund seines Einsatzes für die globale Völkerverständigung sowie die internationale Entspannungspolitik, stand Otto Hahn mehrmals auf der Vorschlagsliste für den Friedensnobelpreis [29-31].

Manfred Eigen, 1927-2019 (Nobelpreis 1967)

Der in Bochum geborene Manfred Eigen befasste sich als Bio- und Physikochemiker mit Arbeiten zur Geschwindigkeitsmessung von schnellen chemischen Reaktionen.

1945 begann Manfred Eigen sein Studium der Physik und Chemie in Göttingen, wo er 1951 bei Arnold Eucken (1884-1950) auch promovierte. 1953 holte ihn Karl Friedrich Bonhoeffer (1899-1957) an das Max-Planck-Institut für physikalische Chemie in Göttingen, wo er 1958 wissenschaftliches Mitglied, 1962 Leiter der Abteilung für chemische Kinetik und 1964 Direktor des Instituts wurde.

Manfred Eigen entwickelte kinetische Methoden zur Untersuchung extrem schneller Reaktionen. Durch die Relaxations-Methode konnte er die Kinetik von schnellen biochemischen Reaktionen untersuchen.

Über die Erforschung von Enzym-Reaktionen wandte er sich später der Erforschung der Evolution zu. In Bioreaktoren konnte er Virus-Kulturen züchten und deren Evolution unter Laborbedingungen beobachten [32, 33].

Durch Gründung der Biotechnologie-Firmen, „Evotec“ (1993) [34], ein Wirkstoff-Forschungs- und -entwicklungs-Unternehmen in Hamburg und „Direvo“ in Köln, 2008 von der Bayer HealthCare AG übernommen, ein Unternehmen zur industriellen Nutzung von Biomasse [35], vermarktete Manfred Eigen erfolgreich das Hochdurchsatz-Screening und die gerichteten Evolutions-Reaktionen.

Gerhard Herzberg, 1904-1999 (Nobelpreis 1971)

Der in Hamburg geborene deutsch-kanadische Chemiker und Physiker Gerhard Herzberg war an der Entwicklung der Blitzlicht-Spektroskopie beteiligt: Durch die Beobachtung zweiatomiger Moleküle konnte Herzberg genaue Werte für Dissoziations- und Ionisierungs-Energien ermitteln. Als besondere Leistung gelten seine Beiträge zur Kenntnis der elektronischen Struktur und Geometrie von Molekülen, insbesondere von freien Radikalen.

Nach dem Abitur in Hamburg studierte Gerhard von 1924 bis 1928 an der TH Darmstadt, wo er 1928 mit einer Arbeit „Über das Nachleuchten von Stickstoff und Sauerstoff und über die Struktur der negativen Stickstoffbanden“ die Promotion erhielt. Es folgten Aufenthalte 1928 bis 1929 in Göttingen und von 1929 bis 1930 in Bristol sowie 1930 bis 1935 wieder an der TH Darmstadt.

1935 wanderte Herzberg wegen Diskriminierungen an ihn und seiner jüdischen Frau nach Kanada aus. Als Professor für Physik wurde er zehn Jahre später kanadischer Staatsbürger. Nach dreijähriger Lehrtätigkeit an der Universität Chicago arbeitete er seit 1948 wieder in Kanada, am National Research Council in Ottawa [36, 37].

Tab 1: Berühmte Chemiker in Göttingen

Name	Lebensspanne	Nobelpreis	Arbeiten
Otto Wallach	1847 – 1931 Königsberg – Göttingen	1910	Heterocyclen, Farbstoffe, Duftstoffe, Terpenchemie, Struktur-Aufklärung, "Leuckart-Wallach-Reaktion", Synthesen
<u>Theodore</u> William Richards	1868 – 1928 Germantown, USA – Cambridge, USA	1914	Bestimmungen des Atomgewichtes von zahlreichen chemischen Elementen; Hinweis auf Isotope; Erfindung des Nephelometers
<u>Walther</u> Hermann Nernst	1864 – 1941 Briesen – Zibelle	1920	Elektro-Chemie; Reaktions-Geschwindigkeiten; 3. Hauptsatz der Thermodynamik zum absoluten Nullpunkt
Richard Zsigmondy	1865 – 1929 Wien, A – Göttingen	1925	Konstruktion eines Ultramikroskops; Erfindung von Ultrafeinfilter; Kolloid- und Membran-Chemie; Zerteilung von Stoffen in Lösungsmitteln
<u>Adolf</u> Otto Reinhold Windhaus	1876 – 1959 Berlin – Göttingen	1928	Struktur-Aufklärung von Vitaminen; Cholesterin und Steroide; photochemische Vitamin D-Synthese; Medizinische Chemie
Irving Langmuir	1881 – 1957 Brooklyn, USA – Woods Hole, USA.	1932	Konstruktion von Kondensations-Quecksilber-Vakuumpumpe, gasgefüllte Wolfram-Glühlampen, Vakuum-Röhren; Verfahren zum Schweißen mit atomarem Wasserstoff; Oberflächen-Chemie
<u>Peter</u> Josephus Wilhelmus Debye	1884 – 1966 Maastricht, NL – Ithaca, USA	1936	Debye-Theorie; Debye-Radius; Röntgen-Strukturanalyse; Debye-Hückel-Theorie; Mikrowellenspektroskopie von Flüssigkeiten: (Debye-Funktion).
<u>Walter</u> Norman Haworth	1883 – 1950 White Coppice, GB – Barnt Green, GB	1937	Kohlenhydrate (Zucker); Haworthsche Zucker-Methylierung; Strukturaufklärung der Cellulose; Vitamin C-Synthese
<u>Adolf</u> Friedrich Johann von Butenandt	1903 – 1995 Lehe – München	1939	Isolierung und Synthese von Sexualhormonen; Steroide; Identifizierung von Insektenpheromonen; Synthese und Test stereoisomerer Pheromone
<u>Otto</u> Emil Hahn	1879 – 1968 Frankfurt/M. – Göttingen	1944	Pionier der Radiochemie; „Vater der Kernchemie“; Entdecker zahlreicher Isotope (heute: Nuklide); Entdecker des radioaktiven Rückstoßes sowie der Elemente Protactinium und Thorium
Manfred Eigen	1927 – 2019 Bochum – Göttingen	1967	Bio-Reaktoren mit Viren; Geschwindigkeits-Messung schneller chemischer Reaktionen; Gründung zweier Biotechnologie-Firmen
Gerhard Herzberg	1904 – 1999 Hamburg – Ottawa, CAN	1971	Ermittlung von Dissoziations- und Ionisierungs-Energien; Entwicklung der Blitzlicht-Spektroskopie; Kenntnis der elektronischen Struktur und Geometrie von Molekülen, insbesondere von freien Radikalen

Die Göttinger Zeit nach den Chemie-Nobelpreisen

Die Chemie an der Universität Göttingen nimmt weiterhin eine Spitzenstellung in der Güte ihrer Forschung ein (Abbildung 2): Das „Academic Ranking of World Universities 2020“ platziert die Uni Göttingen unter die 75 wichtigsten Forschungs-Stätten. Deutschlandweit landet sie mit München und Karlsruhe auf den ersten Plätzen [38].

Derzeitige Forschungs-Schwerpunkte umfassen z. B.:

- Liganden-Design
- Asymmetrische und homogene Katalysen
- Neue spektroskopische Methoden
- Membrane
- DNA-Chemie
- Selektive Krebs-Therapeutika
- Verbund-Werkstoffe.

Der Entwicklungsplan der Chemie in Göttingen beschreibt für die kommenden Jahre eine Fokussierung auf

- Funktionale Biomolekulare Chemie
- Nachhaltige Chemie und
- Analysen-Methoden zur Molekül-Interaktion [39].

Aber in Göttingen vergessen die Chemiker auch nicht ihre Wurzeln, aus denen ihre Institute von Weltruf entstanden. Ende 2019 zeichneten Vertreter der Gesellschaft Deutscher Chemiker, der Stadt und der Fakultät das „Alte Chemisches Laboratorium“ als Historische Stätte aus.

Eine Bronzetafel erinnert an die zahlreichen Chemiker von Weltruf, die in dem Haus gewirkt und gelebt haben (Abbildung 3). Sie waren es, die das hohe internationale Renommee der Göttinger Chemie begründeten [40].

Literatur

[11] Christmann, M.: *„Otto Wallach: Begründer der Terpenchemie und Nobelpreisträger 1910“*, *Angewandte Chemie*, 122/50, (2010) 9775–9781

[12] *Wikipedia* (O. Wallach)

[13] *Wikipedia* (T.W. Richards)



Abb. 2: Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut)



Abb. 3: Auszeichnung 2019 des Alten Chem. Laboratoriums der Uni Göttingen als „Historische Stätte der Chemie“ von der GDCh

[14] Bartel, H. G. und R. P. Huebener: *„Walther Nernst: Pioneer of Physics and of Chemistry“*, *World Scientific, Singapore* (2007)

[15] *Wikipedia* (W. Nernst)

[16] *Wikipedia* (Nernstlampe)

[17] *Wikipedia* (R. Zsigmondy)

[18] Mappes, T, N. Jahr, A. Csáki, N. Vogler, J. Popp und W. Fritzsche: *„Die Erfindung des Immersions-Ultramikroskops 1912 - Beginn der Nanotechno-*

logie?“, *Angewandte Chemie*. 124/45 (2012) 11307- 11375

[19] *Wikipedia* (A. Windaus)

[20] Langmuir, I.: *„The constitution and fundamental properties of solids and liquids. Part I. Solids“*, *J. Am. Chem. Soc.* 38/11 (1916) 2221- 2295

[21] *Wikipedia* (Langmuir-Fackel)

[22] *Wikipedia* (Langmuir-Sonde)

[23] *Wikipedia* (I. Langmuir)

[24] *Wikipedia* (P. Debye)

- [25] Pötsch, W. u.a.: „*Lexikon bedeutender Chemiker*“, Harri Deutsch-Verl. (1989)
- [26] *Wikipedia* (W.N. Haworth)
- [27] Butenandt, A. und E. Hecker: „*Synthese des Bombykols, des Sexuallockstoffes des Seidenspinners, und seiner geometrischen Isomeren*“, *Angew. Chem.* 73 (1961) 349
- [28] *Wikipedia* (A. Butenandt)
- [29] *Wikipedia* (O. Hahn)
- [30] Lorenz, R.: „*Otto Hahn. Der atomare Fluch und Segen*“ in Stine Marg, Franz Walter (Hrsg.): „*Göttinger Köpfe und ihr Wirken in die Welt*“, Göttingen (2012) 89-93
- [31] Keiser, V. (Hrsg.): „*Radiochemie, Fleiß und Intuition. Neue Forschungen zu Otto Hahn*“, GNT-Verlag, Diepholz, Berlin (2018)
- [32] *Wikipedia* (M. Eigen)
- [33] Eigen, M. und P. Schuster: „*The Hypercycle – A Principle of Natural Self-Organization*“, Springer, Berlin (1979).
- [34] *Evotec*
- [35] *DIREVO Industrial Biotechnology GmbH*
- [36] Stoicheff, B. P.: „*Gerhard Herzberg: An Illustrious Life in Science*“, National Research Council, Ottawa (2002)
- [37] *Wikipedia* (G. Herzberg)
- [38] Universität Göttingen – *Fakultät für Chemie*
- [39] *Entwicklungsplan 2018 – 2023 Fakultät für Chemie*
- [40] Göttinger Altes chemisches Laboratorium wird „*Historische Stätte der Chemie*“