

Kosmochemie – Geschichte der Entdeckung und Erforschung
der chemischen Elemente im Kosmos

*Cosmochemistry – History of Discovery and Research
of Chemical Elements in the Cosmos*



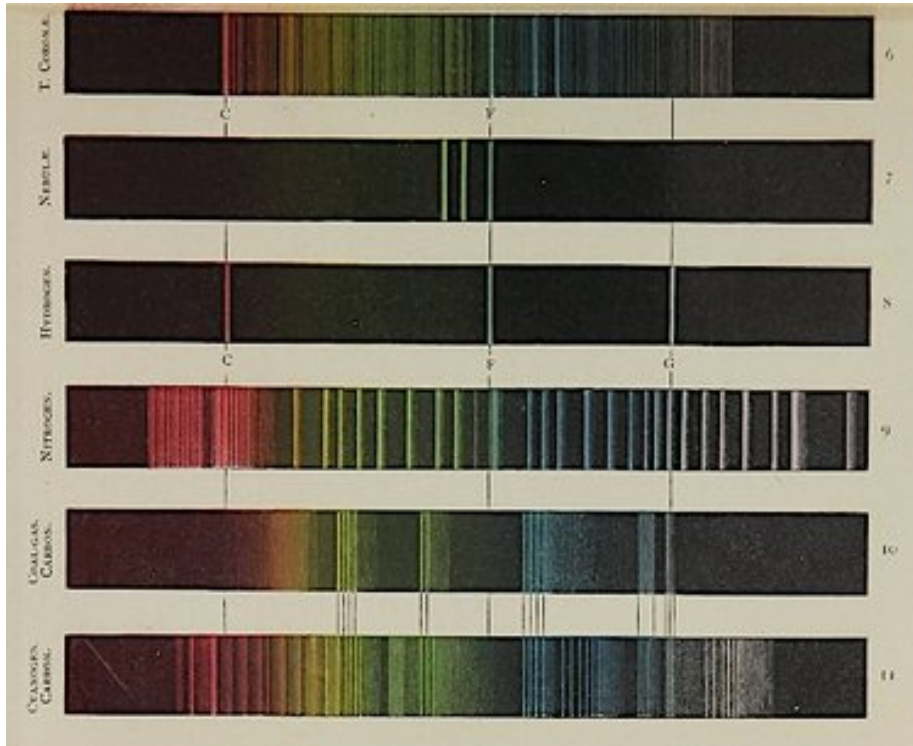


Abbildung 0.1:
 Spektren von Sternen und Nebeln (Spectra of Stars and Nebulae)
Roscoe, Henry E.: Spectrum Analysis. Six Lectures. Delivered in 1868
 Before the Society of Apothecaries of London. New York: Macmillan 1869.

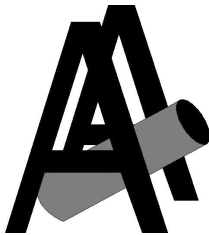
Nuncius Hamburgensis
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften
Band 50

Wolfschmidt, Gudrun (Hg.)

Kosmochemie

Geschichte der Entdeckung und Erforschung
der chemischen Elemente im Kosmos

zum 150. Jubiläum des Periodensystems der Elemente
und anlässlich des 50. Jubiläums der Mondlandung



Cosmochemistry – History of Discovery and Research
of Chemical Elements in the Cosmos

Hamburg: tredition 2020

Nuncius Hamburgensis

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften

Hg. von Gudrun Wolfschmidt, Universität Hamburg,
Arbeitsgruppe Geschichte der Naturwissenschaft und Technik
(ISSN 1610-6164).

*Diese Reihe „Nuncius Hamburgensis“
wird gefördert von der Hans Schimank-Gedächtnisstiftung.
Dieser Titel wurde inspiriert von „Sidereus Nuncius“
und von „Wandsbeker Bote“.*

Wolfschmidt, Gudrun (Hg.): Kosmochemie – Geschichte der
Entdeckung und Erforschung der chemischen Elemente im Kosmos
zum 150. Jubiläum des Periodensystems der Elemente
und anlässlich des 50. Jubiläums der Mondlandung.
Proceedings der Tagung des Arbeitskreises Astronomiegeschichte
in der Astronomischen Gesellschaft in Stuttgart 2019.
Hamburg: tredition (Nuncius Hamburgensis –
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 50) 2020.

*Cover vorne: Spektrum
Frontispiz: Spektren von Sternen und Nebeln (Roscoe 1869)
Cover hinten: PSE - Kosmos*

AG Geschichte der Naturwissenschaft und Technik,
Hamburger Sternwarte, MIN Fakultät, Universität Hamburg
Bundesstraße 55 – Geomatikum, 20146 Hamburg, Germany
<https://www.physik.uni-hamburg.de/hs/group-wolfschmidt/>

Dieser Band wurde gefördert von der Schimank-Stiftung und dem
Arbeitskreis Astronomiegeschichte.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Verlag und Druck: tredition GmbH, Halenreihe 40–44, 22359 Hamburg, Germany
ISBN – 978-3-347-02440-3 (Paperback), 978-3-347-02441-0 (Hardcover),
978-3-347-02442-7 (e-Book), © 2020 Gudrun Wolfschmidt.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort:	
<i>Wolfschmidt, Gudrun (Hamburg)</i>	10
ZUM 150. JUBILÄUM DES PERIODENSYSTEMS DER ELEMENTE	11
1 Zur Einführung – Das Periodensystem der Elemente und das Weltall	
<i>Katrin Cura (Hamburg)</i>	13
1.1 Einleitung	14
1.2 Elemente des Weltalls: Wasserstoff, Helium, Lithium	16
1.2.1 Wasserstoff	18
1.2.2 Helium und die anderen Edelgase	20
1.2.3 Lithium	21
1.3 Atomtheorie und Systematisierungsansätze bis zum Karlsruher	
Kongress 1860	22
1.4 Lebensläufe	28
1.4.1 Demitri Mendelejew	28
1.4.2 Lothar Meyer und die unveröffentlichte Tabelle von 1868	31
1.5 Das Periodensystem der Elemente von Meyer und Mendelejew .	37
1.5.1 Mendelejews Geistesblitz und erste Veröffentlichung von	
1869	37
1.5.2 Meyers Veröffentlichung von 1870	45
1.5.3 Mendelejew finales Periodensystem von 1871	48
1.6 Bestätigung des Periodensystems durch „Nationalelemente“ der	
Elemente	52
1.6.1 Gallium	52
1.6.2 Scandium	53
1.6.3 Germanium	54
1.6.4 Francium	56
1.6.5 Rhenium	57
1.6.6 Hafnium	57
1.7 Zusammenfassung	58
1.8 Literatur	61

KOSMOCHEMIE – CHEMISCHE ELEMENTE UND MOLEKÜLE IM UNIVERSUM 63

2 Kosmochemie – Chemische Elemente im Kosmos – Meteoriten, Sterne, Kosmologie <i>Gudrun Wolfschmidt (Hamburg)</i>	65
2.1 Literatur	66
3 Die Anfangsgeschichte der chemischen Analyse außerirdischer Materie <i>Xian Wu (Dresden)</i>	69
3.1 Astronomie und Chemie	70
3.2 Meteoritenchemie	71
3.2.1 Meteorite als außerirdische Materie	71
3.2.2 Chemische Analysen von Meteoriten	72
3.3 Warum erlebte die chemische Analyse von Meteoriten einen Auf- schwung Anfang des 19. Jahrhunderts?	79
3.4 Schlussfolgerung	82
3.5 Literatur	82
4 Deuterium in the Universe <i>Hans-Ulrich Keller (Stuttgart)</i>	85
4.1 Discovery of Deuterium and the <i>Miller-Urey-Experiment</i>	86
4.2 What is Deuterium?	87
4.3 Where Deuterium was coming from?	88
4.4 Who was George A. Gamow (1904–1968)?	91
4.5 Ralph Asher Alpher (1921–2007)	94
4.6 The Big Bang Standard Scenario	96
4.6.1 The Supernova Cosmology Project	98
4.7 Primordial Nucleosynthesis	100
4.8 Phillip James [Jim] Edwin Peebles (*1935)	101
4.9 Fred Hoyle (1915–2001)	102
4.10 Theory of Stellar Nucleosynthesis	103
4.10.1 Chūshirō Hayashi (1920–2010)	103
4.10.2 Robert Vernon Wagoner (*1938)	104
4.11 Where was the water on Earth coming from? NOT from comets!	106
4.12 Literature	108
5 Helium – Sonnenelement aus dem Urknall – Teil 1: Die Entdeckung des Heliums <i>Dietrich Lemke (Heidelberg)</i>	111
5.1 Einleitung – Vorgeschichte	112

5.2	Die Geburt der Astrophysik	114
5.3	Neues Werkzeug für Astronomen	116
5.4	Eine Sonnenfinsternis bringt Licht ins Dunkel	120
5.5	Linienfund in Londons Sonne	122
5.6	Chemische Spurensuche	123
5.7	Geheimnisvoller Stickstoff	126
5.8	Endlich: Helium im Labor	126
5.9	Fünf neue Elemente in vier Jahren	127
5.10	Eine dritte Entdeckung des Elements Helium	129
5.11	Wer hat Helium entdeckt?	131
5.12	Literatur	133
6	Helium – Sonnenelement aus dem Urknall – Teil 2: Ursprung und An- wendungen	
	<i>Dietrich Lemke (Heidelberg)</i>	137
6.1	Einleitung	138
6.2	Elemente aus dem Urknall	139
6.3	Ende bei Helium	143
6.4	Helium – Das erste Atom im Kosmos	143
6.5	Das Edelgas in Sternen	145
6.6	Heliumschwund in der Erdatmosphäre	147
6.7	Helium im Erdgas	147
6.8	Die Verflüssigung von Helium	149
6.9	Eine super Flüssigkeit	152
6.10	Helium in der Infrarotastronomie	155
6.11	Helium in der Ballonastronomie	157
6.12	Stoppt die Vergeudung von Helium!	159
6.13	Literatur	161
7	Stellar Evolution and the Production of Chemical Elements	
	<i>David Walker (Hamburg)</i>	163
7.1	The Situation after the Big Bang	164
7.1.1	Abundance of Elements in the Present Universe	164
7.1.2	Primordial Helium	165
7.2	Production of Metals by Nuclear Burning in Stars	169
7.2.1	Light and Heavy Elements	169
7.2.2	Stellar Life in a Nutshell	170
7.2.3	Stellar Mass and Stellar Life-Expectancy	174
7.2.4	The Main Nuclear Burnings	177

7.3	The Ongoing Enrichment of Space with Metals: The Chemical Evolution of the Universe	179
7.3.1	Stellar Populations: Evidence that the Metals were Produced by the Stars	179
7.3.2	Production of Heavy Elements by Neutron Capture	181
7.3.3	The <i>s</i> Process	182
7.3.4	The Star FG Sagittae	189
7.3.5	Supernovae	191
7.3.6	<i>r</i> Processes	202
7.4	Appendix: Processes of Radioactive Decay	209
7.5	Literature	211
8	200 Jahre nach Gadolins irdischer Entdeckung – Yttrium überrascht als Altersindikator von Sternen <i>Kalevi Mattila (Helsinki, Finnland)</i>	217
8.1	Eine schwarze Steinart vom Ytterby Steinbruch	218
8.2	Seltene Erden – gar nicht so selten	220
8.3	Johan Gadolin, Vater der chemischen Forschung in Finnland	221
8.4	Hundert Jahre später – Seltene Erden auch in Sternen nicht selten	226
8.5	Pekuliäre Sterne	227
8.6	Heute: Yttrium dient als kosmische Uhr	230
8.7	Literatur	233
9	Cosmochemistry – Discoveries of Molecules in Green Bank <i>Natalia Lewandowska (Haverford College, Pennsylvania, USA)</i>	237
9.1	Foreword	238
9.2	The beginning	238
9.3	Observations with the 300 foot radio telescope	244
9.4	Observations with the Green Bank Telescope	244
9.5	References	247
ZUM 50. JUBILÄUM DER MONDLANDUNG – MONDGLOBEN UND KARTEN		250
10	Die Mondgloben-Sammlung des Tobias-Mayer-Vereins Marbach <i>Armin Hüttermann (Marbach am Neckar)</i>	253
10.1	Einleitung: Kurzer Überblick über die Entwicklung der Herstellung von Mondgloben	254
10.2	Tobias Mayers Mondkarte	256
10.3	Tobias Mayers Mondglobus	259
10.4	Tobias Mayer „auf dem Mond“	265

10.5	Katalog der Globen des Tobias-Mayer-Vereins	265
10.6	Literatur	280
11	Der Tango von Science und Fiction auf dem Weg zum Mond <i>Susanne M. Hoffmann (Jena)</i>	283
12	„Die Rückseite des Mondes“ oder Die Herstellung von Mondgloben seit Lunik 3 vor 60 Jahren <i>Harald Gropp (Heidelberg)</i>	285
12.1	Literatur	287
13	Der Mond ist nicht schwarz-weiß – Von Apollo-Steinen zu Vollmond- Fotos <i>Daniel Fischer (Königswinter)</i>	289
13.1	Literatur	297
	ANHANG	297
14	Links – Astronomie, Museen in Stuttgart <i>Gudrun Wolfschmidt (Hamburg)</i>	299
14.1	Allgemeine Links zur Astronomie und Astronomiegeschichte . .	299
14.2	Links zur Astronomie und ihrer Geschichte in Stuttgart und Um- gebung	300
14.3	Museen in Stuttgart und Umgebung	302
15	Tagung des Arbeitskreises Astronomiegeschichte in Stuttgart 2019	305
15.0.1	SOC – Scientific Organizing Committee	305
15.0.2	LOC – Local Organizing Committee	305
15.1	Sonntag, 15. September 2019 – Exkursion nach Marbach am Neckar zum Tobias-Mayer-Museum, Torgasse 13	306
15.2	Stuttgart, Montag, 16. September 2019	308
16	List of Participants – „Kosmochemie“ – AKAG Stuttgart 2019	311
	Autoren	315
	Nuncius Hamburgensis	320
	Personenindex	328