

Klaus Hentschel

Unsichtbares Licht?
Dunkle Wärme?
Chemische Strahlen?

Eine wissenschaftshistorische und -theoretische
Analyse von Argumenten für das Klassifizieren
von Strahlungsorten 1650–1925 mit Schwerpunkt
auf den Jahren 1770–1900

Berlin 2026

GNT

BIBLIOGRAFISCHE INFORMATION DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.dnb.de>> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Verlag und der Autor gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch der Autor übernehmen Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

In diesem Buch wird das generische Maskulinum verwendet. Keinesfalls sind damit Diskriminierungen beabsichtigt.

UMSCHLAGABBILDUNGEN

Die Illustrationen des Buchumschlags stammen vorne aus Orontius Finnaeus: *De speculo uestorio. Ignem ad propositam distantiam generante* (1551) bzw. hinten: Photographie eines Versuchsaufbaus Macedonio Mellonis für Wärmestrahlungsexperimente (ca. 1842), aus: *Museo di Fisica, Neapel*, Inventarnr. 152.

VERLAG

GNT Publishing GmbH, Lasiuszeile 2, 13585 Berlin, Germany
<<https://www.gnt-verlag.de>>

UNVERÄNDERTE AUSGABE DER PRINTAUSGABE VON 2007

© 2007, 2026 GNT Publishing GmbH, Berlin, Germany
ISBN 978-3-86225-631-0 (E-Book/PDF, Version 2/260421)
<doi.org/10.47261/1631>

Alle Rechte vorbehalten. ALL RIGHTS RESERVED.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	15
Die Historiographie von Klassifikationen und Taxonomien	16
Wandlungen der Konzepte ‘Strahl’, ‘Strahlung’ und ‘Spektrum’	18
Argumentationstheorie und Argumentationstypen	22
Die Jahre 1770 bis 1830 als disziplinäre Umbruchphase	25
Zum Aufbau des Buches	33
Danksagungen	36
1 Die systematischen Themen des Buches	37
1.1 Allgemeines über Klassifikationen und Taxonomien	37
1.1.1 Ziele der Klassifikation	37
1.1.2 Prinzipien der Klassifikation	39
1.1.3 Eine Klassifikation von Klassifikationen	43
1.1.4 Zur Struktur von Taxonomien	44
1.1.5 Zur Entstehung von Klassifikationen und Taxonomien	46
1.1.6 Historische Metaphysik?	53
1.1.7 Zur Relevanz von Klassifikation und Taxonomien	55
1.2 Zur älteren Literatur über Klassifikation und Taxonomien	57
1.2.1 Die Aristotelische <i>Diairesis</i>	57
1.2.2 Neue Klassifikationsansätze seit der wissenschaftlichen Revolution	59
1.2.3 Historischer Wandel und ‘rigid designation’	62
1.2.4 Klassifikationen im 18. Jahrhundert	64
1.2.5 Klassifikationen und Gesellschaft	68
1.3 Über Spezies, ‘natural kinds’ and all that	71
1.3.1 ‘Naturgemäße Klassifikation’ und ontologische Ordnung	71
1.3.2 Real kinds (Mill), natural kinds (Venn), relevant kinds (Goodman)	72
1.3.3 Weitere systematische Überlegungen zu ‘natural kinds’	81
1.3.4 Auf welcher Ebene gibt es ‘natural kinds’?	88
1.4 Kognitive Repräsentationsformen von Licht und Wärme	90
1.4.1 Taxonomien in der Wissenschaftsgeschichte	90
1.4.2 Die Abfolge von Taxonomien der Optik als Lehre vom Licht	92
1.4.3 Frames und Schemata	98
1.4.4 Mentale Modelle	102
2 Argumentationstypen für bestimmte Klassifikationen oder Taxonomien	110
2.0 Zur Bedeutung von ‘Argument’ in dieser Studie	111
2.1 Homogenität	112
2.2 Heterogenität	114
2.3 Separabilität	117
2.4 Gegensatz sowie Gegenläufigkeit	118

2.5	Demarkation	119
2.6	Kontinuität (nahtloser Übergang)	120
2.7	Ausschluß	123
2.8	Umwandlung oder wechselseitige Transformation	124
2.9	Analogie oder Ähnlichkeit	125
2.10	Defizienz	126
2.11	Konvergenz	127
2.12	Konkommitanz	130
2.13	Das holistische Argument	132
2.14	Ontologische Sparsamkeit und Vereinheitlichung	133
2.15	<i>ignoramus, non ignorabimus</i>	136
2.16	Die chemische Analogie und das induktive Argument	137
2.17	Zur Klassifikation in Reihen, Perioden und Kontinua	138
2.17.1	Aufreihung: Ordnung chemischer Elemente nach Atomgewicht	139
2.17.2	Periodisierung: die Aufstellung des Periodensystems der Elemente	140
2.18	Das evolutionäre Argument	141
2.19	Weitere Analyse dieser Argumente	141
3	Das Verhältnis von Licht, Wärme u.a. Strahlen in älteren Texten (bis ca. 1775)	143
3.1	Exkurs: außereuropäische und antike Klassifikationen	143
3.2	Konzeptionen von Licht und Wärme in der frühen Neuzeit	145
3.2.1	Weiterwirken und Kritik der Vier-Elementenlehre	145
3.2.2	Francis Bacon und die kinetische Theorie der Wärme	146
3.2.3	<i>philosophus per ignem</i> . Johannes Van Helmont, posthum 1648	148
3.2.4	Die Renaissance des antiken Atomismus und seine Kritiker	151
3.2.5	Die Korpuskularphilosophie von Robert Boyle	156
3.2.6	Die Accademia del Cimento 1657–67	160
3.2.7	René Descartes 1644 und die Cartesianische Schule	161
3.3	Das Projektmodell des Lichts	165
3.3.1	Spekulationen des späten Isaac Newton 1701–06	165
3.3.2	Die Newton-Rezeption im 18. Jahrhundert	172
3.3.3	De Mairan, Halley & Melvill zur Aufheizung durch Sonnenstrahlen	173
3.3.4	Die Preisschriften Voltaires und der Marquise du Châtelet 1738	178
3.3.5	Segners <i>Einleitung in die Natur-Lehre</i> 1746/54/70	188
3.4	Fluidumsmodelle der Wärme und des Lichts	189
3.4.1	Louis Lemery 1709 und Wilhelm Homberg 1702–08	189
3.4.2	“Vernünftige Gedancken”: Christian Wolff 1723 und 1728	196
3.4.3	‘Philosopher of Fire’: Herman Boerhaave 1727–32	198
3.4.4	Pieter Musschenbroek 1734–62	206
3.4.5	Ein- und ausströmendes Fluidum: Abbé Nollet 1745–60	209
3.4.6	Der Gegenspieler Nollets: Benjamin Franklin 1747–84	216
3.5	Frühe Äthertheorien der Wärme und des Lichts	221
3.5.1	Michail W. Lomonossow ca. 1743–60	221
3.5.2	Periodisch pulsierendes Licht: Leonhard Euler 1746–72	225
3.6	Chemische Theorien des Feuers und Lichts	230
3.6.1	Georg Ernst Stahl 1709–32	230

3.6.2	Potts <i>chymisch-physicalische Betrachtungen</i> 1746	235
3.6.3	Das Phlogiston als Mischung: Buffon 1747–74	237
3.6.4	Die zweite Phlogistontheorie: Pierre-Joseph Macquer 1766–78	242
3.6.5	Patrick Dugud Leslie zum Phlogiston im Blut 1775–78	246
3.6.6	Das ‘allerreinste Feuerwesen’ des Apothekers J.F. Meyer 1764/70	248
3.6.7	Des Apothekers Weigels ‘physische Chemie’ 1773/79	250
3.6.8	Voigts “Paarung von männlichem und weiblichem Brennsstoff”	252
3.7	Das ‘kalte Licht’ der Phosphoreszenz im 18. Jahrhundert	254
3.8	Übersicht zur Geschichte ‘chemischer Strahlen’ vor 1800	262
4	Feuerluft, Sauerstoff und Caloricum 1775-1800	264
4.1	Eine Variante der Phlogistontheorie: C. W. Scheele 1775/77	264
4.1.1	Scheeles ‘Feuerluft’ und das Phlogiston	264
4.1.2	Die ‘strahlende Hitze’	265
4.1.3	Scheeles Taxonomie	266
4.2	Die neue Chemie von Antoine Lavoisier	269
4.2.1	Physikalisierte Chemie	270
4.2.2	Die Reinterpretation von Verbrennen und Rosten	273
4.2.3	Licht und Caloricum unter den Elementen der Körper	277
4.2.4	Lavoisiers mentales Modell von Licht und Wärme	280
4.2.5	Die Reinterpretation von Gasen	282
4.2.6	Die Messung der Wärmemenge und -intensität	286
4.2.7	Fourcroy Taxonomie der Stoffklassen 1787–1800	288
4.3	Hybridsysteme zwischen Phlogistik und Antiphlogistik	289
4.3.1	Die ‘Mittelstraße’ von Richter und Göttling	289
4.3.2	Einige deutschsprachige Lehrbücher: Erxleben, Gren und Yelin	294
4.3.3	Klaproths Vorlesungen 1807/08 und 1811/12 im Vergleich zu 1789	298
4.3.4	Mayers physikalischer Zugang zum Wärmestoff 1791	300
4.3.5	Links Betrachtungen über den Wärmestoff 1796	302
4.3.6	Scherer über die <i>Grundzüge der neuern chemischen Theorie</i>	304
4.4	Experimentatoren über materielle Theorien der Wärme	308
4.4.1	Ein anarchistischer Außenseiter: Jean-Paul Marat 1779–88	308
4.4.2	Der ‘practical chemist’ Bryan Higgins 1775–86	311
4.4.3	Weitere irische Beiträge: Adair Crawford und William Cleghorn 1779	315
4.4.4	Johann Lambert über das “Ausmeßbare bei Feyer und Wärme” 1755–79	318
4.4.5	Landrianis und Abbé Rochons thermometrische Exploration 1776/83	324
4.4.6	Bonnet und Senebier zur Wirkung des Lichts auf Papier und Pflanzen	327
4.4.7	Die Genfer Deluc 1780–90 und de Saussure 1786–96	330
4.4.8	Reflexion der Wärme und Kälte: Marc-Auguste Pictet 1790	338
4.4.9	Das dynamische Gleichgewicht: Pierre Prevost 1791–1832	343
4.4.10	Das Feuer des Geologen: James Hutton 1792–94	347
4.4.11	Joseph Blacks <i>Lectures on the Elements of Chemistry</i> : 1790er Jahre	352
4.4.12	Der Instrumentenmacher George Adams 1794	355
4.4.13	Der selbsternannte Killer des Fluidumsmodells: Rumford 1798	357

5 Die Neuordnung des Wissens über Licht und Wärme 1800–50	361
5.1 Debatten um neue Strahlungsarten	362
5.1.1 Invisible Light: William Herschel 1800–01	362
5.1.2 Weitere Arbeiten zur Lage des Maximums der Wärmestrahlung: Leslie vs. Englefield 1802	366
5.1.3 Chemisch wirkende Strahlen: Johann Wilhelm Ritter 1801–06	369
5.1.4 Wedgwood & Davy: ‘making profiles by the agency of light’ 1802	371
5.1.5 Fulhame, Böckmann und Wollaston über chemische Strahlen	372
5.1.6 Jacques-Étienne Bérard über die verschiedenen Strahlentypen	375
5.1.7 Analogie-, Kontinuitäts- und Homogenitätsargumente bei Delaroche	381
5.1.8 Die Klärung der Lage des Maximums durch Seebeck 1810–19	382
5.2 Licht in Analogie zum Schall	385
5.2.1 Eine frühe Form des Wellenmodells: Thomas Young 1800–07	386
5.2.2 Graf Rumford über <i>calorific</i> und <i>frigorific rays</i>	391
5.2.3 Die Kontroverse mit John Leslie 1804	392
5.2.4 Prechtl’s Elision des Lichts in Wärme: 1805	397
5.2.5 Mathematisierung der Wellentheorie durch Fresnel ab 1815	399
5.3 Weitere Beiträge zur Chemie des Lichts und der Wärme	400
5.3.1 Berthollet über chemische Wirkungen des Lichts	400
5.3.2 Opoix über chemische Bindungen von Licht- und Wärmestoff 1808	403
5.3.3 Die St. Petersburger Preisschriften von Heinrich und Link 1808	406
5.3.4 Heinrich über Phosphoreszenz 1811–20	410
5.3.5 Humphry Davy 1812	413
5.3.6 Antoine César Becquerel 1823–ca. 1850	419
5.3.7 Charles Daubeny über Pflanzenphysiologie 1836–48	421
5.4 Vertreter der Umbruchphase	422
5.4.1 Das doppelte und dreifache Spektrum bei John Murray	422
5.4.2 Der Polytechnicien Sadi Carnot 1824	426
5.4.3 Der klassifikatorische Zugang von Ampère 1832/35	428
5.4.4 Die Polarisierbarkeit der Wärmestrahlung: James D. Forbes 1835–40	431
5.5 Chemische Strahlen im Dienste der Photographie	432
5.5.1 Daguerre, Arago und Biot 1839	432
5.5.2 ‘Rayons excitateurs et continuaturs’: Edmond Becquerel 1839–43	435
5.5.3 John F.W. Herschel um 1840	438
5.5.4 Eine 3. Klasse ‘intermediärer Strahlen’: Foucault & Fizeau 1844–46	443
5.5.5 Die Koexistenz dreier Spektre bei Robert Hunt 1840–52	445
5.5.6 Die ‘Moserstrahlen’: Ludwig Moser 1842–44	447
5.5.7 Karl von Reichenbachs ‘Od’ 1849	453
5.6 Plädoyers für die Identität in den Jahren 1840 bis 1850	457
5.6.1 William Whewell 1835–44	457
5.6.2 Zur Absorption der Strahlen im Auge: Ernst Brücke 1845–46	458
5.6.3 Mary Somerville 1835–46	462
5.6.4 Die Interferenz der Wärmestrahlen: Fizeau & Foucault 1845–49	464
5.6.5 Knoblauch über Polarisation, Beugung und Doppelbrechung	467
5.6.6 Provostaye & Desains sowie Masson & Jamin 1850	468

6	Zwei Beispiele für Konversionen	470
6.1	Macedonio Melloni	470
6.1.1	Thermosäule und Thermomultiplikator von Nobili und Melloni	471
6.1.2	Wärme-Transmission und Absorption verschiedener Stoffe	474
6.1.3	Die Konversion Mellonis 1841/42	479
6.1.4	Mellonis Ausflug in die Sinnesphysiologie des Sehens	481
6.1.5	Breite Rezeption Mellonis	483
6.2	John William Draper	483
6.2.1	Stichworte zu John William Draper	484
6.2.2	Drapers empirische Befunde zur chemischen Wirkung des Lichts	486
6.2.3	Grundsätze und Argumente für Drapers Interpretation	491
6.2.4	Das Drapersche Gesetz 1847	499
6.2.5	Die Gründe für Drapers späte Konversion	501
7	Spätere Entwicklungen	507
7.1	Breite Akzeptanz des elektromagnetischen Spektrums	507
7.1.1	Groves <i>Correlation of Physical Forces</i> 1846/74	507
7.1.2	Robert Clausius 1857 und Gustav Robert Kirchhoff 1859/61	509
7.1.3	Angelo Secchi über die Einheit der Naturkräfte, 1864/76	511
7.1.4	Elektromagnetische Wellen: James Clerk Maxwell 1864–73	512
7.1.5	William Crookes und sein Radiometer 1875	514
7.1.6	Samuel Pierpont Langley und sein Bolometer	516
7.1.7	Heinrich Hertz und die Hertzschen Wellen 1887/88	520
7.2	Die Flut neuer Strahlen um 1900	525
7.2.1	Kathodenstrahlen und Kanal-Strahlen	526
7.2.2	Röntgenstrahlen ab Ende 1895	529
7.2.3	Schwarzes Licht? Die <i>rayons Le Bon</i>	533
7.2.4	N-Strahlen	536
7.2.5	α - und β -Strahlen	539
7.2.6	γ -Strahlen	541
7.2.7	Der Welle-Teilchen-Dualismus	546
7.3	Beispiele für Popularisierungen pro und contra	548
7.3.1	Lomonossows Klage über unbefugte Kompilationen	549
7.3.2	Die <i>Conversations on Chemistry</i> der Mistreß Marcet 1805/39	550
7.3.3	Liebigs <i>Chemische Briefe</i> 1844	552
7.3.4	Brewers <i>Katechismus der Naturlehre</i> 1855	554
7.3.5	Alexander von Humboldts <i>Kosmos</i> 1845–62	556
7.3.6	Wärme als Form der Bewegung: John Tyndall 1859–65	560
7.3.7	<i>Physikalische Plaudereien</i> : Gerland, Börnstein und Konen	563
7.3.8	Die Strahlen der Techniker: Slaby und Lummer	566
7.4	Der Niederschlag taxonomischer Umbrüche in der Alltagssprache	569
7.4.1	Auszüge aus Lexika	569
7.4.2	Kollokationen im heutigen Wortschatz	570

8 Zusammenfassung	574
8.1 Zur Zeitverteilung der verwendeten Argumente	575
8.2 Die absoluten Häufigkeiten der verschiedenen Argumente	576
8.3 Gleichverteilung oder Präferenzen je nach Forschungsfeld und -ansatz?	577
8.4 Zur Ubiquität der Argumentationstypen	578
8.5 Vom Einfluß oder der Überflüssigkeit von Argumenten	581
Anhang	585
Tabellarische Übersicht verwendeter Argumentationstypen	585
Bibliographie	591
1. Teil: Texte über Licht, Wärme und andere Strahlungssorten	592
2. Teil: Texte über Klassifikationen, Taxonomien und natural kinds	655