

Universität Regensburg
Lehrstuhl Wissenschaftsgeschichte
Hauptseminar „Elektrodynamik im 19. Jahrhundert“
Dozent: Prof. Matthias Brack und Dr. Roland Wittje
WS 2008/09

Hausarbeit
„Über Hans Christian Ørsted und die Geisteshaltung hinter der Entdeckung des
Elektromagnetismus anno 1820“

Abgabe am 27. April 2009

Von An Rettig
Matrikel-Nr. 1303390
An.Rettig@gmail.com

Inhaltsangabe

1. Einleitung
 - 1.1. Einleitendes
 - 1.2. Zum Aufbau
2. Quellen- und Literaturlage, Forschungsstand
 - 2.1. Zur Quellenlage
 - 2.2. Zur Literatur
Zur aktuellen Forschung
3. Die Entdeckung des Elektromagnetismus anno 1820
 - 3.1. Zu dem zentralen Experiment der Entdeckung
 - 3.2. Zum Forschungsstand anno 1820
 - 3.3. Die Schritte zur Entdeckung
4. Ørsteds Kindheit und Jugend
 - 4.1. Zur Geschichte Dänemarks
 - 4.2. Ørsteds Kindheit
 - 4.3. Ørsted und die christliche Religion
 - 4.4. Kant
 - 4.5. Zum Geistesleben in Kopenhagen
5. Begegnung mit der Romantik.
 - 5.1. Allgemeineres zur Romantik
 - 5.2. Zu Ritters Anfängen
 - 5.3. Zum jungen Schelling und den Zielen der romantischen Naturphilosophie
 - 5.4. Zu Jena um 1800
 - 5.5. Zu Ritters weiterem Leben und Wirken
 - 5.6. Ørsted und Ritter
6. Das Arbeitsleben von Ørsted
 - 6.1. Die Jahre 1804 bis 1820
 - 6.2. Ørsteds romantische Naturphilosophie
 - 6.3. Reaktionen auf die Entdeckung des Elektromagnetismus 1820
 - 6.4. Die Jahre von 1824 bis 1851
7. Zusammenfassung und Ausblick
8. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

1.1. Einleitendes

Das heutige Leben unterscheidet sich massiv und essentiell von dem aller vorheriger Zeitalter auf Grund der (Be-)Nutzung der Elektrizität. Wie anders wurde das Dasein der Menschen durch Elektrifizierung und Elektrotechnik – mit stetiger Lichtversorgung, mit Waschmaschinen, Telefonen, Stabmixern. Maschinen, die menschliche und tierische Kraft ersetzen, gab es schon in der Antike – aber ein Gerät, das auf Knopfdruck ein unsichtbares Sinfonieorchester den 2. Satz der Eroica anstimmen läßt? In früheren Jahrhunderten, Jahrtausenden hätte sich solch' „Zauberkasten“ nur als Werk von Dämonen respektive himmlischen Heerscharen erklären lassen.

Unsere elektrifizierte Welt wurde ermöglicht, als im Laufe des 19. Jahrhunderts das Verständnis der lang bekannten Naturkräfte Magnetismus und Elektrizität gelang – als also die grundlegende Struktur erkannt wurde, aus der sich die verschiedenen elektrischen und magnetischen Phänomene einheitlich und einfach erklären lassen.

Dieses Verstehen wurde wiederum möglich durch eine neue große Idee. Eine Idee, die nicht mehr in die damals vorherrschende Art von Naturwissenschaft, in die „Newton'schen Mechanik“,¹ hineinpasste – sondern sie sprengte. Es war die Naturphilosophie des 19. Jahrhunderts, die sogenannte „romantische Naturphilosophie“.

Von ihr wurde quasi alles, wodurch die Newton'sche Mechanik definiert wird, als zu eng, zu idealisiert oder auch einfach als falsch angesehen (falsch für die Beschreibung und Erklärung des Naturgeschehens per se): Von der Fernwirkung und dem Kraftbegriff² bis hin zu der Materie-Vorstellung, der absoluten Zeit und dem absoluten Raum.

Die romantischen Naturphilosophen definierten die Begriffe neu, beurteilten Methoden anders, sie setzten neue Prämissen, markierten andere Grenzen, steckten größere Ziele. Kurzum: Sie schufen eine andere, erweiterte Vorstellung von der Natur und von dem, was Naturwissenschaft zu sein und zu leisten hat. - Und damit waren sie sehr erfolgreich.

Unter den romantischen Naturphilosophen, die maßgeblich am Verständnis der Elektrizität mitwirkten, findet sich neben Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), André-Marie Ampère (1775-1836) und Michael Faraday (1791-1867) der Däne Hans Christian Ørsted (1777-1851), der Entdecker des Elektromagnetismus.

¹ Zu dem Begriff „Newton'sche Mechanik“: Diese war zu Ørsted's Lebenszeit nicht mehr die Mechanik, wie Newton sie geschaffen und verstanden hatte - sondern bereits geprägt durch die Aufklärung, vorallem die französische. Ab den 1770ern wurde die Newton'sche Mechanik vorallem durch Pierre-Simon Laplace (1749-1827) weiterentwickelt. So zeigte Laplace ab 1773 (durch mathematische Überlegungen), wie das Sonnensystem auch ohne Einwirkung von Gott stabil sein könne. Vgl. Artikel „Laplace“ in „Brockhaus-Enzyklopädie in 30 Bänden“, 21. Auflage, Mannheim, Leipzig 2006, Band 16, S. 335.

² Z.B. ist die Kraft in der Newton'schen Mechanik eine Funktion des Körpers – in der romantischen

Im folgenden wird ein Blick auf das Leben und Wirken von Hans Christian Ørsted gegeben, das kulturelle, gesellschaftliche, persönliche Aspekte mit einbezieht. Anhand dieses breiten Fächers soll das Weltbild der Naturphilosophen verständlich, ihre Grundhaltung nachvollziehbar werden.

1.2. Zum Aufbau

Nach einem Blick auf die Lage der Quellen, der Literatur und der aktuellen Forschung, werden zunächst die Schritte und Stufen erläutert, die Ørsted zur Entdeckung des Elektromagnetismus anno 1820 machte. Dann geht der Blick zunächst zurück: Im vierten Teil dreht es sich um Ørsteds Kindheit und Jugend. Der fünfte Teil behandelt die Begegnung mit der Romantik, der sechste schließlich die Forschungen, die Arbeiten und das Wirken des erwachsenen Ørsted bis zu seinem Lebensende anno 1851.

In dieser Darstellung gibt es Blicke auf Ørsted selbst und Blicke auf Geschehnisse, Verhältnisse und Personen, die für das Verständnis von Ørsteds Werdegang zu dem jeweiligen Zeitpunkt wichtig sind. Durch dieses Wechselspiel von Informationen zu Ørsted und zur ihn umgebenden Welt soll die Vorstellung von naturwissenschaftlichen Ereignissen in historischen Vacuis umgangen werden - und statt dessen eine Vorstellung der Person in ihrer Zeit und ihrem „Raum“ vermittelt werden.

2. Quellen- und Literaturlage, Forschungstand

2.1. Zur Quellenlage

Weit verbreitet und in viele Sprachen übersetzt ist die Sammlung von Schriften, die Ørsted noch kurz vor seinem Tode unter dem Titel „Der Geist in der Natur“ selbst herausgab. Bereits im 19. Jahrhundert sind in einer mehrbändigen Ausgabe Ørsteds „Gesammelte naturwissenschaftliche Schriften“ auch in deutscher Übersetzung publiziert worden. Unter dem Titel „Breve fra og til Hans Christian Ørsted“ wurde von Ørsteds Tochter Mathilde Ørsted 1870 in zwei Bänden sein wissenschaftlicher Briefwechsel herausgegeben. Leider war es unmöglich zu prüfen, inwiefern die unter dem Titel „Correspondance de H. C. Ørsted avec divers savants“ anno 1920 herausgegebenen Bücher von M. C. Harding eine Übersetzung davon sind.

Nicht zu erörtern war im Rahmen dieser Arbeit, was an Reise- und Labortagebüchern vorhanden ist, und was mit der Korrespondenz geschah, die als nicht-wissenschaftlich klassiert worden war.

Naturphilosophie wird sie definiert als Funktion von Raum und Zeit.

2.2. Zur Literatur

Es finden sich nicht unüberschaubar viele Publikationen zu Hans Christian Ørsted, aber immerhin wurde Ørsteds Wirken über die Jahrzehnte hinweg unter verschiedenen Aspekten (politischen, philosophischen, naturwissenschaftlichen) untersucht. Eine umfassende aktuelle Biographie ließ sich nicht finden.

2.3. Zum Forschungsstand

Für eine tiefere Auseinandersetzung mit Ørsted und seinem Wirken wäre es hilfreich, der dänischen Sprache mächtig zu sein. Der Sprachfaktor war auch Grund, daß bis zum Ende des 20. Jahrhunderts (als eine Auswahl von Ørsteds wissenschaftlichen Schriften in Englisch veröffentlicht wurde³), Ørsted von der anglo-amerikanischen Forschung quasi unangetastet blieb. Im Mai 2002 gab es ein erstes großes internationales Symposium in Harvard zu Ørsted. Aus diesem ging 2007 die Monographie „Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science: Ideas, Disciplines, Practices“ hervor, die die aktuelle Forschungslage vieler Aspekte widerspiegelt – und auf der auch die vorliegende Arbeit zu einem großen Teil basiert.

3. Die Entdeckung des Elektromagnetismus anno 1820

Hans Christian Ørsted war ein erfolgreicher Naturforscher. Er gewann diverse Preise, wurde zum Mitglied von allen wichtigen europäischen Instituten und Akademien ernannt und mit Ehrungen geradezu überhäuft. Unter den Aufgaben, die man ihm in seinem Heimatland übergab waren z.B. Sekretär der Königlichen Dänischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität von Kopenhagen, Rektor derselben, Gründervater der Gesellschaft für die Verbreitung der Naturlehre, Gründer, Direktor und Physiklehrer der dänischen Polytechnischen Lehranstalt und Präsident der Skandinavischen Naturforschertagung. Ørsted kümmerte sich um eine neuere, bessere Notenskala an den Schulen (sie wurde bis in die 1960er benutzt) und um chemische Übungslaboratorien für Studenten an der Universität. Er förderte Naturforscher und Künstler. Er vermittelte Kontakte und Anfragen in alle europäischen Zentren. Und schließlich forschte er natürlich auch: Vornehmlich im Bereich dessen, was heute Chemie und Physik genannt wird. So entdeckte Ørsted z.B. das Piperin (der Stoff, der dem Pfeffer

³ Ørsted, Hans Christian, et al. „Selected scientific works. Translated and edited by Karen Jelved, Andrew D. Jackson, and Ole Knudsen, with an introduction by Andrew D. Wilson“, Princeton 1998.

die Schärfe gibt). Letzteres geschah im Winter 1819/20 – und es war am 18. Februar 1820, als er die Entdeckung durch eine Mitteilung veröffentlichte. Wenig später, auf den 21. Juli 1820 datiert, verschickte der da 42-jährige Ørsted wieder eine Mitteilung. Sie trug den Titel „*Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*“ („Experiment hinsichtlich der Wirkung des elektrischen Konflikts auf eine magnetische Nadel“) und war in Latein verfaßt. Es war eine kurze Schrift, auf wenige Seiten begrenzt – und sie erfüllte alle Prämissen, die die Gründer der englischen Royal Society einst für die Erzeugung und Darstellung von neuen wissenschaftlichen Fakten verfügt hatten.⁴ Das neue Faktum, das Ørsted in seiner Schrift behandelte, war ein Zusammenhang von Elektrizität und Magnetismus: Der Elektromagnetismus.

3.1. Zu dem zentralen Experiment der Entdeckung

Im Kern des Experiments stand – mit heutigen Begriffen gesprochen - eine frei beweglich aufgehängte Magnetnadel und ein Stück Draht, durch den man elektrischen Strom fließen lassen kann (wie z.B. der Draht eines Weidezauns): Über die Magnetnadel, die sich - wie stets unter normalen Umständen - in Nord-Süd-Richtung ausgelenkt hat, wird parallel ein Stück des Drahts gehalten. Läßt man nun Strom durch den Draht laufen, so wird sich die Magnetnadel aus ihrer natürlichen Nord-Süd-Richtung rausdrehen und sich in die Ost-West-Achse, also senkrecht zu ihrem eigentlichen Platz, stellen. Hält man den stromdurchflossenen Draht unter die Magnetnadel, geschieht das gleiche – nur daß sich nun die Nadel in die andere Richtung bewegt, sich also in die andere Richtung in die Ost-West-Achse positioniert.

Mit diesem Experiment bewies Ørsted unter anderem, daß die beiden Naturkräfte Elektrizität und Magnetismus miteinander verwandt und verknüpft sind, daß die Wirkung, die die Elektrizität verursacht, „is not confined to the conductor, but dispersed pretty widely in the circumjacent space“, „that this conflict performs circles“ und daß „electricity moves in a spiral lines bent towards the right“⁵ bzw. nach links. Und dieses bewies er zu einem Zeitpunkt, an dem viele noch von grundverschiedenen Arten von Elektrizität ausgingen (so unterschied man z.B. zwischen tierischer Elektrizität und chemischer Elektrizität) und der Begriff „Strom“ noch nicht geklärt war – weswegen Ørsted in seinen Publikationen nicht von Strom, sondern von „Konflikt der Elektrizität“ sprach.

⁴ So z.B. die Bezeugung durch zuverlässige Zeugen. Vgl. dazu auch William Eamon „*Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture*“, Princeton 1994, S. 336-340.

⁵ H.C. Ørsted „*Experiments on the Effect of a Current of Electricity on the Magnetic Needle*“. In Thomson's „*Annals of Philosophy*“, Vol. 16, 1820, S. 273–276, S. 275.

3.2. Zum Forschungsstand anno 1820

Ørsteds Nachricht schlug im Sommer 1820 in den gelehrten Zirkeln wie eine Bombe ein – die Entdeckung war für die Naturforscher zuerst unglaublich, dann unerwartet und erstaunlich. Zwar hatten schon viele eine Beziehung von Magnetismus und Elektrizität angenommen, aber niemand hatte einen klaren Hinweis, geschweige denn einen Beweis gefunden. So versuchte Benjamin Franklin (1706-1790) anno 1750 erfolgreich Nähnadeln mittels einer Leidener Flasche zu magnetisieren – nur kam er zu dem Schluß, der Grund der Magnetisierung läge in der Erwärmung der Nadel (die durch die Entladung geschah).⁶ Und so schrieb Franklin am 10. März 1773 in einem Brief: „As to the magnetism, which seems produced by electricity, my real opinion is, that these two powers of nature have no affinity with each other, and that the apparent production of magnetism is purely accidental.“⁷

Andererseits war doch soviel von Elektrizität und Magnetismus bekannt, daß die Ähnlichkeiten nicht übersehen wurde, so z.B. daß es zwei Arten von Magnetismus und zwei Arten von Elektrizität gibt, und daß bei beiden gilt: Das gleichartige stößt sich ab, das Verschiedenartige zieht sich an. Und natürlich suchten nach der Erfindung der Volta-Säule anno 1800 viele auch nach einer Wechselwirkung von Volta-Säule und Magnet.⁸ Dennoch gelang es praktisch niemanden in den ersten 2 Jahrzehnten die Ablenkung einer Magnetonadel durch einen stromdurchflossenen Draht zu bemerken.⁹ Und niemand zeigte, daß die elektrische Kraft nicht gradlinig, sondern rotierend wirkt.

Auch Ørsted selbst hatte sich 1800 gleich eine Voltasäule mit 60 Zink- und Graphitplatten gebaut und experimentiert. So konstruierte er u.a. Geräte zur Wasserspaltung und für Elektrizitäts-Messungen.¹⁰ Aber es brauchte dann doch rund 2 Jahrzehnte an geistiger Reifung, bevor Ørsted sich ab 1818 konkret an die Suche nach dem Zusammenhang von Elektrizität und Magnetismus machte. Johan Georg Forchhammer, damals Ørsteds

⁶ Vgl. Roberto De Andrade Martins „Resistance to the Discovery of Electromagnetism: Ørsted and the Symmetry of the Magnetic Field“. In: F. Bevilaqua und E. Gianetto (Hrsg.) „Volta and the history of Electricity“, Pavia/Milan 2003, S. 245-265. Hier S. 246. - Der Effekt entsteht durch das Erd-Magnetfeld: Eine Stahlnadel kann magnetisiert werden, indem sie in eine Nord-Süd-Achse gebracht wird und dann erhitzt oder behämmert wird. Durch die elektrische Entladung einer Leidener Flasche wird die Wirkung des Erdmagnetfelds erleichtert. Vgl. Martins 2003, S. 246, Anm.6.

⁷ Brief an Dubourg. - J. Sparks (Hrsg.) „The Works of Benjamin Franklin“, Philadelphia 1840, 10 Vol, Vol. 5, S. 450f. - Zitiert nach Martins 2003, S. 246f.

⁸ Vgl. Martins 2003, S. 247.

⁹ Zwar hatte Gian Domenico Romagnosi (1761-1835), ein italienischer Jurist und Naturforscher, in Trento bereits 1802 ein ähnliches Experiment gemacht, und auch veröffentlicht (das erste Mal am 3. August 1802 in der „Gazzetta di Trento“). Allerdings erhielt es keine Beachtung. Vgl. Sandro Stringari und Robert R. Wilson „Romagnosi and the discovery of elektromagnetism“. In: Rendiconti Lincei, Vol.11, Nr.2, Mailand 2000, S.115-136.

¹⁰ Vgl. Egon Schmidt „Mit der naturwissenschaftlichen Elite Europas auf Gesprächsfuß“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977, S. 24-29. S. 25f.

Assistent: „Ørsted was searching for this, and I, who associated with him daily in the years 1818 and 1819, can state from my own experience that the thought of discovering this still mysterious connection constantly filled his mind.“¹¹

3.3. Die Schritte zur Entdeckung

Die finale Entdeckung erfolgte über drei Schritte, deren Gemeinsamkeit die Grundvorstellung war, so Ørsted 1828 rückblickend „that just as a body charged with a very strong electric current emits light and heat at all times, so it might also similarly emit the magnetic effect [I] [...] assumed to exist.“¹² Die Frage war für Ørsted nur, w i e dies geschieht.

In der Phase des ersten Entdeckungs-Schrittes ging Ørsted davon aus, daß sich der magnetische Effekt entlang des Drahtes, also parallel zu ihm zeigen würde. Und so hielt er in Experimenten den Draht in Ost-West-Richtung – in der Erwartung, daß die Magnetpole gezwungen werden würden, sich parallel zum Draht, aber in Gegenrichtung, zu stellen.¹³

Beim zweiten Schritt, der sich, so Roberto De Andrade Martins, an Hand seiner Labor-Tagebücher ersehen läßt, hatte Ørsted 1820 eine neue Hypothese entwickelt: Die elektrische Wirkung breite sich radial, also strahlend, vom Draht aus und würde also einen transversalen magnetischen Effekt verursachen. Dementsprechend hielt Ørsted den Draht jetzt parallel zur Magnetnadel (also in Nord-Süd-Richtung), aber in ihrer Ebene, also rechts bzw. links der Magnetnadel. Und in der Tat drehte sich die Magnetnadel weg – aber stets in dieselbe Richtung. Und das hätte nach der Hypothese von einem radial, transversalen Effekt nicht sein können (vielmehr hätte sich die Magnetnadel, je nachdem, ob der Draht sich rechts oder links von ihr befindet, einmal in die eine dann in die andere Richtung drehen müssen).¹⁴

Den 3. Schritt begann Ørsted - so zeigen die Labor-Aufzeichnungen – spätestens am 15. Juli 1820. Da wurde der Draht schließlich ü b e r die Magnetnadel gehalten¹⁵ - und Ørsted sah zunächst eine schwache Bewegung der Magnetnadel. Nachdem er den elektrischen Strom vergrößert hatte, zeigte sich auch der Effekt größer, also klarer.¹⁶ Und so gelang es Ørsted schließlich – wie er 1830 in dem Artikel “Thermoelektrizität” für “The Edinburgh

¹¹ Zitiert von R.C. Stauffer “Persistent errors regarding Ørsted’s discovery of electromagnetism”. In: „Isis“, 44 (1953), S. 307-10. S. 309.- Hier zitiert nach Martins 2003, S. 248f.

¹² Zitiert nach Martins 2003, S. 250. Es handelt sich bei der Quelle um eine kurze Autobiographie von 1828, die auch zu finden ist in: H.C. Ørsted „Scientific Papers – Naturvidenskabelige Skrifter“, K. Meyer ed., Copenhagen: Andr. Fred. Høst & Søn, 1920, 3 Vol.

¹³ Vgl. Martins 2003, S. 255.

¹⁴ Vgl. Martins 2003, S. 254 und 257f.

¹⁵ Vgl. Martins 2003, S. 259.

Encyclopaedia” schrieb: “In the month of July 1820, [...] [I] then discovered by continued experiments during a few days, the fundamental law of electromagnetism, viz. that the magnetical effect of the electrical current has a circular motion around it.“¹⁷

In dieser Aussage betont Ørsted es nochmal: Der Kern der Entdeckung war nicht die Beeinflussung der Magnetnadel durch den Strom. Der Kern war die Entdeckung des “Bildes” von einer rotierenden Kraftwirkung.¹⁸ Neben diesem Kernpunkt gab es weitere Neuigkeiten durch Ørsteds Experiment:

- a) Die magnetische Nadel bewegt sich nur dann, wenn der elektrische Kreis geschlossen – und nicht, wenn er offen ist.
- b) Es macht überhaupt keinen Unterschied, welches Material der Leiter hat.
- c) Der Effekt wirkt auch durch viele verschiedene Materialien hindurch, z.B. durch Glas, Metalle, Wasser, Holz, Steine.¹⁹

(Recht daneben lag Ørsted mit einer Hypothese von magnetischen Teilchen, die den magnetischen Körpern innewohnen würden und auf die der Strom wirke).²⁰

In letzter Konsequenz wies Ørsteds Entdeckung auf einen eklatanten Widerspruch zum Physik-Konzept der Zeit (Newtonianismus), der sich auch nicht mit einigen zusätzlichen Annahmen erklären lassen würde. In letzter Konsequenz würde die Naturwissenschaft von Grund auf erweitert werden müssen. Und genau das war es, was Ørsted schon lange wünschte und anvisierte.

4. Ørsteds Kindheit und Jugend

4.1. Zur Geschichte Dänemarks

Ørsted lebte von 1777 bis 1851. Während dieser Zeit durchlief sein Heimatland einen großen äusseren und inneren Wandel. Als Ørsted die Erde verließ war Dänemark im Prinzip eine kleine konstitutionelle Monarchie. Zur Zeit von Ørsteds Geburt war es eine absolutistische Monarchie, zu der außer dem eigentlichen dänischen Königreich (in etwa das heutige Staatsgebiet) noch gehörten: Norwegen, die Herzogtümer Schleswig und Holstein, Island, Grönland, die Faröer, die Virgin Islands, die Nikobaren (eine Inselgruppe

¹⁶ “Edinburgh Encyclopaedia”, Vol XVIII, 1830 - Vgl. Martins 2003, S. 261.

¹⁷ Zitiert nach Martins 2003, S.261.

¹⁸ Zu der Annahme einer rotierenden Kraft wurde Ørsted womöglich auch durch die Entdeckung der optischen Aktivität von Jean-Baptiste Biot (1774-1862) anno 1815 couragiert. Biot fand, daß die Polarisationssebene von polarisiertem Licht rotiert – wenn das Licht durch gewisse Flüssigkeiten (z.B. viele Zuckerlösungen) geht.

¹⁹ Vgl. Ørsted 1820.

²⁰ Vgl. Ørsted 1820.

östlich von Indien), sowie Teile des heutigen Ghana.

Die Einwohnerzahl dieses Bereichs belief sich auf 3 Millionen Menschen, von denen eine Million im Königreich Dänemark lebte. Und von diesen wiederum lebten 4/5 auf dem Land, dessen Boden in Besitz von rund 100 Gutsbesitzerfamilien war. Um ihnen die nötige Arbeitskraft zu garantieren, war es allen Männern der Landbevölkerung im Alter von 4-40 Jahren laut Gesetz verboten, den Heimatort zu verlassen (und wer unangenehm auffiel, konnte damit rechnen vom Gutsherrn zum Soldatendienst gegeben zu werden).²¹ In den 1780ern begannen die ersten Veränderungen dieser Gesellschafts-Struktur: 1788 wurde der Bauernstand befreit (durch Aufhebung der Schollenbindung), dann das Volksschulwesen eingeführt und die Adels-Privilegien vermindert.²²

Ende des 18. Jahrhunderts erlebte Dänemark dank seiner politisch neutralen Haltung während der Kriege der großen Mächte²³ einen enormen Aufschwung – die Dänen belieferten einfach alle Kriegsparteien. Der so erwirtschaftete Reichtum wurde groß genug, um ihre Handelsschiffe unter Geleit von Kriegsschiffen segeln zu lassen. Das war Großbritannien schließlich ein Dorn im Auge²⁴ und es „erbat“ die dänische Flotte für sich – eine Bitte, der Dänemark nicht nachkommen wollte. Nach britischen Seeangriffen 1801 und 1806, bei denen Kopenhagen auch bombardiert und schließlich eingenommen wurde²⁵, gaben die Dänen klein bei, übergaben ihre Flotte zähneknirschend den Briten – und schloßen sich Napoleon an. Eine Allianz, die Dänemark in den folgenden 7 Jahre ruinierte und in der Folge auch immer mehr Landesteile einbüßen ließ (so ging z.B. 1814 Norwegen an die Schweden, die nach der Schlacht bei Leipzig gegen Dänemark marschiert waren).²⁶ Der Handel und die Schifffahrt lagen darnieder, es kam zu einer großen wirtschaftlichen Krise, die sich in bitterer Armut großer Teile der Bevölkerung zeigte. Die Lösung aus diesem Dilemma kam nach und nach mit dem aufstrebenden Bürgertum, das Bildung, Industrie und Technologie vorantrieb.²⁷ Das setzte seinen Einfluß schließlich durch und so wurde am 5. Juni 1849 ein demokratisches Grundgesetz in Dänemark eingeführt, das den

²¹ Vgl. Ove Hornby „Über den Bankrott zur Demokratie“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977, S. 6-12. S. 6f

²² Vgl. Robert Bohn „Dänische Geschichte“, München 2001, S. 84ff.

²³ Der Kolonialkrieg zwischen Frankreich und England 1756-63, der amerikanische Unabhängigkeitskrieg 1776-83, die französischen Revolutionskriege. Vgl. Bohn 2001, S. 87.

²⁴ Die Briten hatten nämlich sehr wohl bemerkt, daß Dänemark es französischen und niederländischen Reedern genehmigte, zur dänischen Flagge zu wechseln – und so von britischen Kapernfahrern unangetastet blieben. Vgl. Bohn 2001, S. 90.

²⁵ Mit schlimmer Wirkung: Rund 2000 Kopenhagener starben, 1000 Gebäude wurden zerstört. Vgl. Bohn 2001, S. 90f.

²⁶ Vgl. Hornby 1977, S. 9f.

²⁷ Vgl. Bohn 2001, S. 91f. Oder auch: „Anden i naturen – Dansk guldalder 1800-1850“, Ausstellung des Nationalmuseet, Kopenhagen vom 26. August 2000 – 21. Januar 2001. -

Absolutismus abschaffte und das allgemeine Wahlrecht anerkannte.²⁸

4.2. Ørsteds Kindheit

Hans Christian war der Sohn eines wenig begüterten Apothekers in Rudkøbing auf der Insel Langeland (nicht weit von der heutigen deutschen Grenze entfernt). Dort kam er am 14. August 1777 zur Welt. Ein gutes Jahr später, am 21. Dezember 1778, wurde sein Bruder Anders Sandøe geboren. Den ersten Unterricht erhielten die Brüder von ihren Eltern, den weiteren überliessen diese einem deutschen Perückenmacher-Ehepaar: Er las auf deutsch aus der Bibel vor, die Jungen übersetzten es ins Dänisch. Bei ihr lernten sie eine damals bekannte Bibelauslegung auswendig. Exakt auswendig. So exakt, daß nicht erlaubt war, „Sankt Peter“ zu sagen, wenn im Buch „S.T. Peter“ stand. Das war so auszusprechen: „S Punkt T Punkt Peter“. Auch das Rechnen, wenn auch nur das Zusammenlegen und Abziehen, brachte ihnen der Perückenmacher bei. Das Malnehmen lernten die Kinder von einem älteren Freund, der auf der höheren Schule gewesen war. Und das Teilen (passenderweise) beim örtlichen Pastor. Für das Latein wurden immerhin Lateinlehrer konsultiert. Das Zeichnen lehrte sie ein bereister Bäckergehilfe, weitere Mathematik ein Landvermesser, Englischkenntnisse gab's vom Stadtrichter,²⁹ das Französisch beim Bürgermeister. Etwas regelwidrig, nannte Ørsted später selbst diese Ausbildung, deren Abschluss aber konkret war: Beide Söhne mußten beim Vater eine Lehre machen, erhielten so auch eine Einführung in die Chemie ihrer Zeit.³⁰ Sie selber wollten lieber Theologie studieren.³¹

Im Frühjahr 1794 gingen der da 16-jährige Ørsted und sein 15-jähriger Bruder nach Kopenhagen – wo sie zunächst ihr Examen Artium (Abitur) machten, sich dann Studien an der Kopenhagener Universität widmeten: Der jüngere, Anders Sandøe, wählte Jura (Examen 1797), Hans Christian Astronomie, Pharmazie und Physik (Examen chemicopharmaceuticum 1797, Promotion zum Dr. phil. 1799).³²

4.3. Ørsted und die christliche Religion

www.natmus.dk/saer/aandeninaturen/engelsk/engelsk.htm am 9. März 2009.

²⁸ Vgl. Bohn 2001, S. 98f. Oder auch: Hornby 1977, S. 10f.

²⁹ Vgl. Victor Rasmussen „Ein ungeschwächtes Bedürfnis neues Wissen zu finden und zu verbreiten.“ In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977, S. 30-35 - S. 30.

³⁰ Vgl. Preben Gudmandsen „In der vordersten Frontlinie der Forschung“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977, S. 2-5 - S. 3.

³¹ Vgl. Ole Immanuel Franksen „H.C. Ørsted – a man of two cultures“, Birkerød 1981, S. 6.

³² Vgl. Knud Max Møller „H.C. Ørsteds Lebenslauf kurz erzählt“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977, S. 47-48 – S. 47.

Ganz so wie in allen Regionen Dänemarks, so verlief auch das Leben in Rudkøbing in durch und durch protestantisch-christlicher Tradition. Man lernte mit der Bibel und ihren Auslegungen lesen, schreiben, diskutieren, erzählen, - denken. Die Welt war selbstverständlich und natürlich die des Christengottes. Jeder hatte darin seinen Platz, seinen Weg, seine Aussichten. Und natürlich war die Theologie auch in den Ordnungsstrukturen der Gesellschaft verankert: Z.B. waren die meisten öffentlichen Posten von Klerikern besetzt,³³ die Kopenhagener Universität war lutherisch-theologisch und etablierte erst Ende des 18. Jahrhunderts Fächer wie politische Wissenschaften, mathematische Physik oder Ökonomie.³⁴

Einen eben so großen Raum nahm die Theologie auch im Denken der Ørsted-Brüder ein. Besonders schätzten die Jugendlichen den damals berühmten Kopenhagener Kleriker Christian Bastholm (1740-1819).³⁵ Dieser folgte dem Freiherrn und Aufklärer Christian Wolff (1679-1754) in seinem Bemühen um eine rationale Theologie. Bastholm setzte wie Wolff auf eine Harmonie zwischen Offenbarung und Vernunft und er meinte diese am besten in der Natur vorzufinden. Er schrieb: „It is [God], says Jeremiah, who made the world with his power, who made the earth with his understanding. If we therefore will only open our eyes to the wonder of God’s great wisdom, and look around us a little, we will soon find the same in nature as Jeremiah did because all of nature calls out to us with a loud voice: God is wise.“³⁶ Bastholm (der lieber Naturwissenschaft und Philosophie studiert hätte, auf Wunsch des Vaters Theologe wurde) vertrat also eine Naturtheologie. In seinem Denken, seinen Schriften und Predigten ist die Vernunft der Natur Beweis von Gottes Größe. Die Natur schafft mit der Kraft Gottes, ergo mit einer göttlichen Kraft. Und es war diese Vorstellung, mit der die Ørsted-Brüder in der ersten Jugend ihr Weltbild formten.³⁷ In Kopenhagen modifizierten sie dieses durch den Kontakt mit den neuesten Strömungen der Aufklärung. Ja, es kam geradezu zu einem Umsturz in ihrem religiösen Empfinden. Anders Ørsted bemerkte rückblickend zu dem Wandel: „whoever took part in the Enlightenment ... admitted, in general, nothing of value from Christianity other than its ethics, and even believed that one could find the same good and wholesome ethics

³³ Vgl. Arne Hessenbruch „The making of a danish Kantian: Science and the new civil society“. In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 21-54 – S. 28.

³⁴ Vgl. Dan Charly Christensen “The Ørsted-Ritter Partnership and the Birth of Romantic Natural Philosophy”. In: “Annals of Science”, 52, 1995, S. 153-185 – S. 158.

³⁵ Vgl. Andrew D. Wilson „The Way from Nature to God“. In: R.M. Brain, R.S. Cohen, O. Knudsen (Hrsg) „Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science“, Springer 2007, S. 1-11 – S. 6.

³⁶ Zitiert nach Wilson 2007, S. 8.

³⁷ Vgl. Wilson 2007, S. 10.

elsewhere.“³⁸

Der Christengott löste sich also auf. An seine Stelle trat “das Göttliche” - und Ørsted verfasste Sätze wie diesen (am 1. November 1807 an Adam Oehlenschläger): „The most beautiful and striking is that nature is nothing other than the revelation of the Divine.“³⁹

4.4. Kant

Die neuen Strömungen der Aufklärung waren Ende des 18. Jahrhunderts mit einem Namen verbunden: Immanuel Kant (1724-1804). Im Unterschied zu Groß-Britannien und Frankreich, wo sich die Rezeption von Kants Erkenntnissen nur schleichend vollziehen konnte,⁴⁰ wirkte sie in Deutschland und Skandinavien revolutionär auf das Denken. In dieser Zeit war Kant so etwas wie le dernier cri, galt geradezu als neuer Messias, und es gab nicht wenige Stimmen, die Kants Philosophie als die richtige Basis für ein politisches und juristisches System ansahen. Anders Ørsted bezeichnete Kant 1798 als einen Giganten, dessen Arbeiten zur Moral ein neues Fundament liefere, welches der Ewigkeit trotzen werde.⁴¹

Dabei wirkte Kant nicht, in dem er ein neues Weltbild oder Denk-System schuf (wie z.B. Descartes oder Locke), sondern vorallem in dem er die Mittel untersuchte und klarstellte, mit denen der Mensch seiner Welt gegenübertritt und versucht, sie zu verstehen. So wollte Kant mit der “Kritik der reinen Vernunft” von 1781 vorallem grundlegend klären, was man als Mensch wissen kann, und wo prinzipielle Grenzen auftauchen. So wird zum Beispiel bloßes Spekulieren, das Aufstellen von Hypothesen, die Anwendung von phantastischen Erklärungsmustern von Kant nicht verworfen oder als Übel gebrandmarkt. Im Gegenteil wies Kant ihnen Aufgaben im Erkenntnisprozeß zu. Als Problem wird eine Spekulation erst da gesehen, wo sie nicht als solche angesehen, sondern fälschlicherweise als absolut und richtig gesetzt wird.

Hans Christian Ørsted setzte sich, wie sein Bruder, während seines Studiums intensiv mit

³⁸ Zitiert nach Wilson 2007, S. 6.

³⁹ Mathilde Ørsted (Hrsg.) „Breve fra og til Hans Christian Ørsted“, 2 vols. Kopenhagen 1870, Vol. 1, S. 230. - Zitiert nach Wilson 2007, S. 3.

⁴⁰ Heinrich Heine (1797-1856) reflektierte in Paris über Kants „Kritik der reinen Vernunft“: „Mit diesem Buche, welches durch sonderbare Verzögerung erst am Ende der [17]80er Jahre allgemein bekannt wurde, beginnt eine geistige Revolution in Deutschland, die mit der materiellen Revolution in Frankreich [1789] die sonderbarsten Analogien bietet und dem tieferen Denker ebenso wichtig dünken muß wie jene. Sie entwickelt sich mit denselben Phasen, und zwischen beiden herrscht der merkwürdigste Parallelismus. Auf beiden Seiten des Rheines sehen wir denselben Bruch mit der Vergangenheit, der Tradition wird alle Ehrfurcht aufgekündigt; wie hier in Frankreich jedes Recht, so muß dort in Deutschland jeder Gedanke sich justificieren, und wie hier das Königtum, der Schlußstein der alten sozialen Ordnung, so stürzt dort der Deismus, der Schlußstein des geistigen alten Regimes.“ - Zitiert nach L. Marcuse „Heinrich Heine“, 76.-80.Tausend, Reinbek 1975, S. 148.

⁴¹ Vgl. Keld Nielsen und Hane Andersen „The Influence of Kant’s philosophy on the young H.C. Ørsted“.

Kant auseinander. So wurde er sich seiner eigenen Metaphysik (d.h. seinen Grundsätzen)⁴² bewußt und begann sie umzubilden. 1798 verfasste der da 21-jährige ein langes Essay zu Kants “Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft”, das er im folgenden überarbeitete, und auch zur Basis seiner Doktorarbeit (Titel: “Die Grundzüge der Naturmetaphysik”) von 1799 machte. Kants Naturphilosophie war für Ørsted – so u.a. Dan Ch. Christensen⁴³ – der Rahmen, in dem er seine gesamten Naturforschungen betrieb. Zu ihren wichtigen Punkten gehören:

a) Kant bejahte – wie Newton – die Vorstellung von der Einheit der Natur,⁴⁴ wozu auch die Idee der Einheit der Naturkräfte gehörte. Diese Idee aber wird - so Kant – nicht aus der physischen Natur selbst genommen, sondern “vielmehr befragen wir die Natur nach diesen Ideen, und halten unsere Erkenntnis für mangelhaft, so lange sie denselben nicht adäquat ist.”⁴⁵

b) Kant postulierte eine fundamentale repulsive Kraft (wie Newton sie schon für sehr kurze Distanzen angenommen hatte⁴⁶), die sich mit der attraktiven Kraft Gravitation die Waage halten sollte⁴⁷ - da das ganze Universum ohne sie in einem Punkt von unendlicher Dichte kollabieren würde.⁴⁸ Kant definierte die repulsive Kraft als jene, die zwischen Körpern wirkt, wenn sie versuchen in einander einzudringen. Diese repulsive Kraft setzte Kant als primär (also noch vor die Gravitation) und argumentierte dann weiter: Weil es eine repulsive Kraft zwischen den Körpern gibt, muß es auch eine attraktive Kraft geben – und die muß über Distanzen wirken (ansonsten würden sich die Körper in einem unendlichen Raum verteilen. Und das ist nicht der Fall).⁴⁹

c) Im Gegensatz zum Newtonianismus setzte Kant nicht Materie, also eine Quantität, als primär, sondern Bewegung und Kraft noch davor, und Materie erst als Folge dieser. In seinen 1786 erschienenen “Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft” schrieb Kant in der Einleitung: “Die Grundbestimmung eines Etwas, das ein Gegenstand äusserer

In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007, S. 97-114. – S. 100f.

⁴² Metaphysik (vom griechischen „meta“ = „nach“, „mit“ und „physis“ = „Natur“) wird allgemein definiert als Lehre von den Gründen und Zusammenhängen des Seienden. Gewisse Denker, wie Empiristen oder Positivisten bestreiten die Möglichkeit einer Metaphysik grundsätzlich (Artikel „Metaphysik“, dtv-Lexikon, August 1978, Band 12, S. 180) – womit ihre Metaphysik ist, Zusammenhänge des Seienden zu negieren. - Es scheint mir äußerst problematisch, die Metaphysik zu ignorieren – und im Gegenteil wichtig, stets nach der metaphysischen Vorstellung einer Person zu fragen, da diese maßgeblich die jeweiligen Entscheidungen, Zielsetzungen, Werte definiert und also ein zentraler Punkt für das Verständnis ist.

⁴³ Vgl. Christensen 1995.

⁴⁴ Vgl. Christensen 1995, S. 173.

⁴⁵ Immanuel Kant „Kritik der reinen Vernunft“, Stuttgart 1978, S. 676 – A 646-B674.

⁴⁶ Vgl. Christensen 1995, S. 156.

⁴⁷ Vgl. Christensen 1995, S. 156.

⁴⁸ Vgl. Timothy Shanahan „Kant, Naturphilosophie, and Ørsted ’s Discovery of electromagnetism: A reassessment“. In: Stud. Hist. Phil. Sci., Vol. 20, No. 3, 1989, S. 287-305. - S. 293f.

Sinne seyn soll, mußte Bewegung seyn; denn dadurch allein können diese Sinne afficirt werden. Auf diese führt auch der Verstand alle übrigen Prädicate der Materie, die zu ihrer Natur gehören, zurück, und so ist die Naturwissenschaft durchgängig entweder reine oder angewandte Bewegungslehre.”⁵⁰

Erst durch Kräfte in Bewegung ist die Wahrnehmung von Substanz möglich. “Die Substanz im Raum kennen wir nur durch Kräfte, die in demselben wirksam sind, entweder andere dahin zu treiben (Anziehung), oder vom Eindringen in ihn abzuhalten (Zurückstoßung und Undurchdringlichkeit).” Und dann deutete Kant auf eine Grenze: “andere Eigenschaften kennen wir nicht, die den Begriff von der Substanz, die im Raum erscheint, und die wir Materie nennen, ausmachen.”⁵¹

d) Kant meinte bereits, daß Kräfte an sich nicht erkennbar sind. Kräfte gehören, so der Königsberger, dem noumenalen Bereich an, wie Geist und Seele.⁵² Diese Kräfte seien qualitativ, und liessen sich weder in Zahlen noch in geometrischer Form beschreiben.⁵³ Kant konnte also nur – so Christensen 1995 – auf die Entwicklung einer neuen Mathematik hoffen – oder auf neue Instrumente, die die kleinsten Körperchen untersuchen könnten.

e) Für die Erklärung physikalischer Phänomene benannte Kant neben der mechanischen Naturphilosophie eine zweite mögliche Methode: Die dynamische.

Die mechanische Naturphilosophie definiere die Materie bestehend aus einer Kombination von dem absolut Vollen und dem absolut Leeren (Atom und Leere) – während die dynamische Methode das Gegenteil tut: Sie erklärt die Verschiedenheiten der Materien “durch die bloße Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstoßung und Anziehung”⁵⁴ (also nur aus den Kräften).

Im folgenden zeigte Kant, in wiefern die mechanische Art mit zu vielen (prinzipiell nicht überprüfbaren) Hypothesen behaftet ist (“Das wesentliche derselben besteht in der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit der primitiven Materie, in der absoluten Gleichartigkeit dieses Stoffs und dem allein übriggelassenen Unterschiede in der Gestalt, und in der absoluten Unüberwindlichkeit des Zusammenhanges der Materie in diesen Grundkörpern selbst.”⁵⁵).

Die dynamische Art dagegen sei “der Experimentalphilosophie weit angemessener und

⁴⁹ Vgl. Christensen 1995, S. 156f.

⁵⁰ Immanuel Kant „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“, Frankfurt und Leipzig 1794, S.XXf.

⁵¹ Kant 1798, S. 351 – A265-B321.

⁵² Vgl. Christensen 2007, S. 132.

⁵³ Vgl. Christensen 1995, S. 157.

⁵⁴ Kant 1794, S. 92.

⁵⁵ Kant 1794, S. 93.

beförderlicher [...], indem sie gerade darauf leitet, die den Materien eigene bewegende Kräfte und deren Gesetze auszufinden, die Freyheit dagegen einschränkt, leere Zwischenräume und Grundkörperchen anzunehmen, die sich beide durch kein Experiment bestimmen und ausfindig machen lassen”.⁵⁶

Kurzum: Kant erklärte die mechanische Naturphilosophie mit ihrem Atomismus als zu hypothetisch und setzte auf eine dynamische Naturphilosophie. Und Ørsted folgte ihm darin: In der Ablehnung des Atomismus und dem Eintreten für eine dynamische Naturphilosophie.⁵⁷

Mit seiner Doktorarbeit hatte sich Ørsted mit Kant theoretisch auseinandergesetzt, in den folgenden Jahren versuchte er Kants Naturphilosophie anzuwenden. Damit aber stand er in Konfrontation zu den einflußreichsten Professoren, da an der Universität zu dieser Zeit die mechanische Philosophie dominierend war⁵⁸ - und zwar in Form des Newtonianismus, wie er gerade in den 1790ern durch Pierre-Simon Laplace (1749-1827) zur Blüte getrieben wurde.

4.5. Zum Geistesleben in Kopenhagen

Als die Brüder Ørsted 1794 nach Kopenhagen zogen, hatte die Stadt rund 100.000 Einwohner, war das Herzstück des dänischen Reiches, Drehscheibe des nordeuropäischen Marktes⁵⁹ und in vieler Hinsicht multikulturell. In Zeiten, in denen weder Fernsehen noch Radio erfunden waren, mußte man schon selbst aktiv werden, um Unterhaltung genießen zu können. Um 1800, als auf Grund der Aufklärung die Bildung und Kultivierung immer weitere Kreise zog, begab man sich ins Theater, in die Oper – oder man traf sich in Salons, Clubs, Zirkeln. Unterhaltung, das war nicht nur unterhalten werden, sondern auch selbst Unterhaltungen führen und Unterhaltungen liefern.

⁵⁶ Kant 1794, S. 94.

⁵⁷ Nicht folgen wollte Ørsted Kant zunächst darin, daß erst durch Bewegung ein Objekt wahrnehmbar sei. Ørsted wollte die Materie primär, also noch vor die Bewegung setzen – und machte so die Wissenschaft von der Bewegung zu einem Teil einer Wissenschaft der Materie. Dabei ging er von dem „Realen“ aus. „The real in phenomena, then, manifests itself to our senses through the intensive size of its quality, i.e. through a force. Now, matter is the real in material objects.“ (H.C. Ørsted „D. Johann Christian Ørsted's Ideen zu einer neuen Architektonik der Naturmetaphysik“, Berlin, 1802, S.59f. - Zitiert nach Nielsen und Andersen 2007, S.108f) Ørsted meinte einen Fehler in Kants Denken gefunden zu haben, „when he [Kant] states that the notion of matter must be derived from experience, for in this way its universality and necessity will be lost.“ (H.C. Ørsted, “Dissertation on the Structure of the Elementary Metaphysics of External Nature” in K. Jøved, A.D. Jackson, O. Knudsen (Hrsg. und Übersetzer) “Selected Scientific Writings of Hans Christian Ørsted ” (Princeton 1998), S. 79-100, hier S. 96.- Zitiert nach Nielsen und Andersen 2007, S. 109) Was Ørsted nicht bedachte, war, dass er diesen Überlegungen die Erscheinungen gleichsetzte mit dem Ding-an-sich - was Kant gerade nicht tat. Vgl. Nielsen und Andersen 2007, S. 106-112. Wenig später hatte Ørsted umgedacht und meinte, daß Materie aus polaren Kräften bestehe, die einen Raum füllen. Vgl. Christensen 2007, S. 116.

⁵⁸ Vgl. Christensen 1995, S. 155 und 158.

⁵⁹ Wie gewaltig groß Kopenhagen zu dieser Zeit war sieht man im Vergleich mit der Einwohnerzahl der zweitgrößten Stadt Dänemarks, Odense: 6000. Vgl. Bohn 2001, S. 88f.

Die Ørsted -Brüder, die – wie ein Jahrhundert später die Brüder Niels und Harald Bohr ganz ähnlich – zunächst alles gemeinsam machten, unternahmen, erforschten, Arm in Arm gingen und den Beinamen “Castor und Pollux”⁶⁰ erhielten, waren schnell Teil der Kopenhagener Gesellschaft geworden. Der naturforschende Hans Christian und der Jurist Anders Sandøe, der bald oberster Richter und später Premier-Minister von Dänemark (1853-54) werden sollte, verkehrten in verschiedenen Salons, u.a. im “Bakkehuset” der Rahbeks⁶¹, beim Grafen Ernst Heinrich Graf von Schimmelmann⁶² (1747-1831, dänischer Finanz- und Aussenminister), in der Skandinavischen Literatur Gesellschaft, in Musikklubs.⁶³ Und die Brüder organisierten auch selbst Salons. Vornehmlich literarische, wo u.a. die Gedichte und Schauspiele rezitiert wurden, die dann am Königlichen Theater aufgeführt wurden.⁶⁴

Und ganz selbstverständlich hatte Ørsted - trotz seiner Studien von Astronomie, Pharmazie, Physik und Kantscher Philosophie – Muße für Fragen der Kunst, der Musik, der Lyrik.⁶⁵ Er schrieb Gedichte, und er verfaßte Abhandlungen für die Universität. So gewann er 1797 als 20-jähriger die Preisaufgabe in Ästhetik mit einer Arbeit über die Grenzen zwischen prosaischer und poetischer Sprache. Und ein Jahr später die in Medizin mit der Arbeit “Über den Ursprung und den Nutzen des Fruchtwassers”.⁶⁶

Wie stark die dänische Gesellschaft sich bereits vom alten Standesdenken zu einer Bürgergesellschaft hin entwickelt hatte, wie weit eine neue Realität bereits Raum genommen hatte, sieht man gerade an den Ørsted-Brüdern. Sie stammten aus kleinen Verhältnissen, und verstanden sich als nicht verschieden vom Großteil der Bevölkerung, auch nicht von den Bauern. Dennoch gab es scheinbar wenig Probleme, in die Mitte der besten Gesellschaft von Kopenhagen zu geraten.

Sehr wohl aber sahen sich die Ørsted-Brüder als Teil einer Elite auf Grund ihrer Bildung und Kultivierung⁶⁷ - was sie aber nicht als Privileg, sondern Verantwortung verstanden.

Die Vielfältigkeit an Bildungs- und Interessensfelder der Ørsted-Brüder war zu dieser Zeit nichts so besonderes: Die Kunst mit Malerei, Literatur, Musik wurde gerade nicht als

⁶⁰ Vgl. Arne Hessenbruch „The making of a danish Kantian: Science and the new civil society“. In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 21-54. - Hier: S. 22.

⁶¹ Vgl. Franksen 1981, S. 6f. - Kamma (1775-1829) und Knud Lyne Rahbek (1760-1830), sie eine hoch gebildete Frau mit besonderem Faible für die Botanik, er ein berühmter Literat, bezogen Bakkehuset 1802 und machten es zum wichtigen kulturellen Treffpunkt. Heute ist das Haus ein Museum für Literatur und Kulturgeschichte.

⁶² Vgl. Franksen 1981, S. 7.

⁶³ Vgl. Christensen 2007, S. 121ff.

⁶⁴ Vgl. Christensen 2007, S. 123.

⁶⁵ Vgl. Christensen 2007, S. 123.

⁶⁶ Vgl. Møller 1977, S. 47.

komplett wesensfremd von der Naturforschung empfunden. Einsichten hier würden Zusammenhänge dort verständlich machen. Entdeckungen des einen Feldes würde Inspiration für Kreationen dort sein. Die Welt war kleiner und intimer, die Wege waren kürzer, das Miteinander schneller hergestellt - und der Fachmann noch nicht in einer eigenen Welt. Schon immer entstand Wissenschaft im Dialog, in der Kommunikation – und die war ohne Telefon, Fax, Internet direkter, einfacher und intensiver. Schwer vorstellbar für Menschen im 21. Jahrhundert: Aber wer in der damaligen Gesellschaft (in denen die Kreise natürlich auch kleiner und übersichtlicher waren) einen Mann wie Goethe treffen wollte und niemanden kannte, der ihn in dessen Haus einführen konnte, der klopfte eben an Goethes Tür.⁶⁸ Der fremde Klopfende war selten Belästigung, eher ein interessanter Interessent, und auch ein Überbringer von Neuem. So durchmischten sich also die kulturellen Teile nicht zuletzt auch durch die Kommunikationskultur, durch die direkten menschlichen Kontakte.

Und so durchmischten sich auch die Menschen verschiedener Herkunft: Damals war etwas, was heutige Deutsche lieber nicht thematisieren, weil es die Dänen eher ungern zu hören scheinen und bei einer Thematisierung eine (nicht ausgesprochene) große Verachtung fühlbar wird. - Die der Dänen gegenüber den Deutschen wegen den Entsetzlichkeiten im 2. Weltkrieg.⁶⁹

Damals aber waren die norddeutsche und dänische Gesellschaft eng verwoben. Es gab eine Tradition von deutschen Ministern in der dänischen Regierung und unter den wichtigsten Reform-Minister, die im Geiste der Aufklärung wirkten, waren vorallem Deutsche. So Johann Hartwig Ernst Graf von Bernstorff (1712-1772), Johann Friedrich Struensee (1737-1772, Abschaffung der Folter und der Pressezensur, Reform des Schulwesens), Andreas Peter Graf von Bernstoff (1735-1797, führte die Bauernbefreiung von 1788 durch, setzte sich für die Abschaffung der Leibeigenschaft in Schleswig-Holstein ein)⁷⁰ Was deutsch und was dänisch war, ließ sich oftmals nicht differenzieren in einem dänischen Reich, das 1814 Norwegen verloren hatte und nach Süden hin immer noch bis zum heutigen Hamburg-Altona reichte. Die Übergänge waren oft fließend. Und die Wirkungen auch. So kamen junge deutsche angehende Maler an die Königliche Akademie in Kopenhagen (wie Caspar David Friedrich, 1774-1840, ab 1794 und Philipp Otto Runge, 1777-1810, von 1799 bis 1801). Und natürlich zog es quasi alle Gelehrten und Künstler zu Besuchen, Aufhaltenen

⁶⁷ Vgl. Hessenbruch 2007, S. 28.

⁶⁸ Vgl. als Beispiel Andersen sucht Siboni auf. In: Andersen 1964, S. 59.

⁶⁹ Vgl. dazu z.B. Bohn 2001, S. 116f.

⁷⁰ Vgl. Artikel „Dänemark“ in dtv-Lexikon, Band 3, Juni 1979, 216-219. - Hier S. 218.

und Studien nach Deutschland.⁷¹ Eine der ersten Veröffentlichungen von Hans Christian Andersen (1805-1875) erfolgte in der "Kopenhagener Post" in Dänisch und Deutsch (am 25. 9. 1827 "Det doende Barn" - "Das sterbende Kind").⁷² Und die Ehrengabe von jährlich 1000 Taler für drei Jahre, die Schiller im Dezember 1791 erhielt, kam vom dänischen Finanzminister und dem Erbprinzen von Schleswig-Holstein-Sonderburg-Augustenburg.⁷³ So erklärt sich, daß es in Dänemark keine echten Grenzen zwischen dänischer und deutscher Kultur gab.

Abgesehen davon entwickelte sich die dänische Kultur als Ganze auch im Widerhall zu den anderen Nachbarn und zu den großen europäischen Veränderungen. So begann zur Zeit von Ørsteds Geburt in den 1770ern eine französisch-revolutionierende Periode. Politisches und Soziales rückten ins Zentrum – und es blühte eben jener lehrender, aufklärender, rationalisierender Habitus,⁷⁴ zu dem auch der Newtonianismus in der Laplaceschen Form gehörte, wie ihn der Student Ørsted an der Universität erlebte.

In einer Art von "Konkurrenz" dazu stand die deutsche Klassik mit Schiller und Goethe. Und als diese sich Ende der 1790er zuerst in Deutschland zur Romantik entwickelte⁷⁵ und von Henrik Steffens⁷⁶ nach Kopenhagen gebracht wurde, wirkte sie umwerfend. Nun begann das, was die Dänen als "Dansk Guldalder" bezeichnen (dänisches Goldenes Zeitalter). Eine Epoche der Jahre 1800-1850, über die die das Nationalmuseet in einer Ausstellung schrieb: "No other era in Danish history has probably created so many important personalities."⁷⁷

⁷¹ Auf einer Reise wurde Andersen in Paris von Heinrich Heine am 10. August 1833 folgendes in sein Reisebuch geschrieben: „Leben Sie wohl und heiter. Amüsieren Sie sich recht hübsch in Italien, lernen Sie recht gut Deutsch in Deutschland, und schreiben Sie dann in Dänemark auf deutsch, was Sie in Italien gefühlt haben. Das wäre mir das Erfreulichste.“ - Hans Christian Andersen „Meines Lebens Märchen“, hrsg. von Fritz Meichner, Weimar 1964, S. 150.

⁷² Vgl. Fritz Meichner „Vorwort“. In: Andersen 1964, S. 5-24. Hier S.6.

⁷³ Vgl. Friedrich Burschell „Schiller“, Berlin, Darmstadt, Wien 1970, S. 285f.

⁷⁴ Vgl. Artikel „Dänische Literatur“ in Meyers Großes Konversations-Lexikon, 20 Bände, Sechste Auflage, Leipzig und Wien 1908, Band 4, S. 492-497. - Hier S. 494.

⁷⁵ Durch eine Generation von in den 1770ern geborenen: Vorallem Wilhelm Heinrich Wackenroder (1773-1798), Johann Ludwig Tieck (1773-1853), Novalis (1772-1801), die Schlegel-Brüder Friedrich (1772-1829) und August Wilhelm (1767-1845), Friedrich Wilhelm Schelling (1775-1854).

⁷⁶ Henrik Steffens (1773-1845) war Philosoph, Naturforscher, Dichter. Geboren in Norwegen, hatte er seit 1790 in Kopenhagen Naturwissenschaften studiert, ging nach Norwegen, hielt in Kiel Vorlesungen, ging 1797 nach Jena, wo er auch Anhänger von Schelling wurde. Ab 1800 war er an der Bergbauakademie in Freiberg, machte geologische Studien. 1802 kam er nach Kopenhagen, wo er an der Universität Vorlesungen hielt. Vgl. Artikel „Steffens“ in Meyers Großes Konversations-Lexikon, 20 Bände, Sechste Auflage, Leipzig und Wien 1909, Band 18, S. 885.

⁷⁷ Vgl. „Anden i naturen – Dansk guldalder 1800-1850“, Ausstellung des Nationalmuseet, Kopenhagen vom 26. August 2000 bis 21. Januar 2001. www.natmus.dk/saer/aandeninaturen/engelsk/engelsk.htm am 9. März 2009 – Hier: „Introduction“.

5. Begegnung mit der Romantik

Nach seiner Promotion 1799 hielt Ørsted Vorlesungen an der Chirurgischen Akademie, leitete die "Löwen-Apotheke" des Chemie-Professors J.G.L. Manthey⁷⁸ und bereitete sich auf die Reise durch Europa vor, die in dieser Kulturepoche zum Umfang einer vollwertigen Bildung gehörte. Nach dem die Spannung zwischen Groß-Britannien und Dänemark am 2. April 1801 mit der Seeschlacht von Kopenhagen (unter Lord Nelson) ihren ersten Abschluß gefunden hatte, konnte Ørsted losfahren – für eine Reise von 3 Jahren. Ausgestattet durch ein Stipendium und Mitteln aus einem Fond,⁷⁹ ging es für längere Aufenthalte nach Berlin (6 Monate) und Paris (15 Monate), dazwischen für kürzere Zeiten in deutsche, holländische und belgische Orte.⁸⁰ Und dann ging die Reise auch in die neue Epoche hinein, die gerade geboren wurde - in die Romantik nebst romantischer Naturphilosophie.

5.1. Allgemeineres zur Romantik

Nach der mittelalterlichen Romanik und Gotik, nach Renaissance, Barock, Aufklärung und Klassizismus ist die Romantik die letzte große Stil- und Geistes-Epoche, die ganz Europa und alle Kulturbereiche umfasste. Danach kamen nur noch Strömungen, Moden, Gruppen. Die Romantik entstand – wie erwähnt – zuerst in Deutschland, im ästhetisch-literarischen Bereich. Bald wirkte sie auf weitere und schließlich auf alle kulturelle Bereiche ein und übersprang die Landesgrenzen.

Mit der "Romantik" trat zum Rationalen der Aufklärung das Gefühlvolle, das Ahnungsreiche hinzu. Dabei wurde "alles Dasein als ewiges Werden, das einzelne als Ausdruck eines Unendlichen" aufgefaßt. Die Natur wurde – explizit auf Kant aufbauend - neu und anders angeschaut – und ein neues Verhältnis von Natur und Geist definiert.⁸¹

Die Romantik durchlief Phasen (Früh-, Hoch- und Spätromantik). Sie produzierte viele Blüten, initiierte neue Bereiche und inspirierte zu Meisterwerken (- und sie schuf, wie jede Epoche, auch so manche Merkwürdigkeit und Extremität). Musik der Romantik, das ist die von Schubert, von Weber, Schumann, Mendelssohn-Bartholdy, Chopin – und dann auch Wagner. In der Architektur zeigte sie sich u.a. als Neugotik (z.B. Schinkels Werdersche Kirche in Berlin, Initiierung der Vollendung von gotischen Bauwerken wie des Regensburger Doms), in der Malerei u.a. in den Werken von Friedrich, Runge und den Nazarenern.

⁷⁸ Vgl. Møller 1977, S. 47.

⁷⁹ Vgl. Møller 1977, S. 47.

⁸⁰ Vgl. Schmidt 1977, S. 27.

Im wissenschaftlichen Bereich begründete die Romantik die moderne Geisteswissenschaft und es entstanden nun u.a. die Literaturwissenschaft (durch die Schlegelbrüder), die Sprach-, Religions- und Dichtungsgeschichte (Grimmbrüder), die Germanistik (Uhland, von der Hagen) und die Rechtsgeschichte (Savigny). Im Gesellschaftlichen kam es zu einem lockereren Umgang mit den Sitten, einer Neuinterpretation der Mann-Frau-Beziehung und größerer Anerkennung des weiblichen Genius.⁸²

Wie in keiner Epoche, so läßt auch sich nirgends in der Romantik etwas wirklich homogenes finden. Die Romantik bildete sich ja nicht nur in jeder Nation auf eine andere Weise aus - letztendlich formte jedes Individuum die Romantik nach eigenem Temperament, eigenem Vermögen, eigener Vorstellung.

Allen Richtungen und Formen gemein war, daß neben der Ratio dazu auch Gefühl und Seele thematisiert wurden, dass ihnen auf neue Weise Raum und Bedeutung gegeben wurde (- und nicht mehr der Religion überlassen blieb).

In der Naturforschung träumte man zuvor, in der Aufklärung, im Rationalismus des Newtonianismus, den Traum vom "losgelösten Beobachter".⁸³ In der Romantik tauchte die Forderung nach mehr Realismus auf, nach Erweiterung des bisherigen.

Ein großes Mißverständnis gegenüber der romantischen Naturphilosophie war (und ist), sie als ein Ansatz zu verstehen, der die vorherige Naturwissenschaft ablehnte. Als einen Ansatz, der auf Kosten der Klarheit der bisherigen Naturwissenschaft ins Dämmerige, in Illusion und Phantasterei abdriftete.⁸⁴ - Dabei basierte die Romantik gerade und explizit auf dem neuen Verhältnis von Mensch und Natur, das durch die Erfolge der bisherigen Naturwissenschaften geschaffen wurde.

Dieses Mißverstehen ggü. der romantischen Naturphilosophie ist so alt wie die Romantik selbst, und hat verschiedene Gründe: Zum einen den unterschiedlichen Grad der Kant-Rezeption in Deutschland und Skandinavien einerseits und England und Frankreich andererseits. Ohne Kenntnis von Kants Einsichten (siehe oben) ist das wissenschaftliche Fundament der romantischen Naturphilosophie nicht erkennbar - und wirkt als

⁸¹ Vgl. Artikel „Romantik“ im dtv-Lexikon, Band 15, Oktober 1980, S.233-237, hier: 233ff.

⁸² Vgl. Artikel „Romantik“ im dtv-Lexikon, Band 15, Oktober 1980, S.233-237, hier: 233ff.

⁸³ Wolfgang Pauli „Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u.a.“, Band IV, Volume IV: 1955-1956, hrsg. Karl von Meyenn, Berlin Heidelberg 2001, S. 120ff. - Vgl.Christensen 1995, S. 160f.

⁸⁴ Beispiele für Unverständnis finden sich z.B. beim Physiker Emilio Segrè (1905-1989), der sich in den 1980ern auch als Wissenschaftshistoriker betätigte und seine Abneigung von „romantischen Vorstellungen [wie die] [...] Vollkommenheit der Natur“ so ausdrückte: „Im großen und ganzen habe ich den Eindruck, daß dieses nebulöse deutsche Ideengut nicht von großem Wert gewesen ist und einem modernen Wissenschaftsverständnis eher im Weg gestanden hat.“ - Emilio Segrè „Die grossen Physiker und ihre Entdeckungen“, Band 1, 2. Auflage, April 1990, S. 203. - weitere Beispiele ähnlicher Meinungen in Bezug auf Ørsted, u.a. von Léon Rosenfeld oder Wilhelm Ostwald bei Christensen 1995, S. 183f.

Phantasterei.

Ein anderer Grund liegt in dem Abdriften von so manchem Charakter der Romantik in Mystik, bloße Schwärmerei, Scheinwelten, überbordenden Subjektivismus. Widerwille gegen solche Haltung gab es bereits innerhalb der ersten Romantik. So verfaßte einer der großen dänischen Romantiker, Ørsteds Freund Adam Oehlenschläger, diesen Spottvers:

„Verschiedene Zeiten, verschiedene Richtung,

so alles, so die deutsche Dichtung.

Lessings Ästhetik wollte Wahrheit,

Natur in kräft'ger Klarheit.

Die beiden Schlegel wollen Wehmut

in mönchischer und stolzer Demut.

Man liebte alles Schöne weiland,

jetzt ruft man affektiert den Heiland.

Aus Wildnis stieg ein edles Bildnis,

das Bild verfliegt, wird wieder Wildnis.

Ach, hätten wir statt Schlegeln Lessing,

nur ein Stück Gold für zwei Stück Messing.“⁸⁵

5.2. Zu Ritters Anfängen

Auf der Reise von Berlin nach Paris besuchte Ørsted auch Jena und Weimar, wo er eine Freundschaft für's Leben schloss: Mit Johann Wilhelm Ritter (1776-1810).

„Am 18. September reiste ich nach Weimar und ging noch am selben Nachmittag zu Ritter, der in Oberweimar, einem etwa 1/4 Meile von hier entfernten Dorf lebt. Dieser Mann hat grosse Entdeckungen gemacht“,⁸⁶ schrieb Ørsted. Ritter war gerade mal 8 Monate älter als Ørsted, aber die beiden hatten mehr als ihr Alter gemeinsam: Beide stammten aus kleinen Verhältnissen, beide machten eine Lehre als Apotheker, begannen danach Naturwissenschaften zu studieren, beide waren Kantianer, begeisterten sich für dessen Ansätze zur Naturforschung.

Johann Wilhelm Ritter, Sohn eines protestantischen Pastors, wurde am 16. Dezember 1776 im schlesischen Samitz (heute Polen) geboren. Mit 14 Jahren begann er in Liegnitz seine Apotheker-Ausbildung. Im April 1796, ging er, 19 Jahre alt, nach Jena, um Medizin und Chemie zu studieren.⁸⁷ Nebenbei begann er mit experimentellen Studien zum

⁸⁵ Zitiert nach Andersen 1964, S. 6.

⁸⁶ Zitiert nach Schmidt 1977, S. 26.

⁸⁷ Vgl. Robert J. McRae „Ritter, Johann Wilhelm“. In: Charles C. Gillispie (Hrsg.) „Dictionary of scientific

„Galvanismus“ (wie er es damals, Jahrzehnte bevor die Einheit aller elektrischen Phänomene dargelegt wurde, nannte), mit denen er sich sehr prompt in ganz Europa einen Namen machte:

In dem einen großen Streit dieser Zeit – dem zwischen Volta und Galvani bzgl. der Interpretation von Galvanis Froschschenkel-Experimenten – nahm der junge Ritter eine dritte Position ein, eine synthetische: Diese Elektrizität entstehe weder allein durch Kontakte der Metalle (Volta), noch sei sie eine eigene Form, eine tierische Elektrizität (Galvani). Ritter sah dort etwas drittes:⁸⁸ Er schaute (mit „Augen“, die durch Kant geschult waren) statt auf die Bestandteile auf einen natürlichen, dynamischen Prozess.⁸⁹ Und so zeigte er durch den „Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess im Tierreiche begleite“ (1798) und den „Beweis, daß die galvanische Action oder Galvanismus auch in der anorganischen Natur möglich ist und wirklich sey“⁹⁰ (1800), daß bei einem galvanischen Stromkreis auch eine chemische Reaktion abläuft.

Ritter deckte also die Wesens-Verbindung von Chemie und Elektrizität auf,⁹¹ und zeigte, daß diese Verbindung von Chemie und Elektrizität, die Elektrochemie, sowohl Prozesse des Lebendigen wie solche im anorganischen Bereich bewirken. Er verstand die Elektrizität dabei als etwas, das eine noch nicht vollendete chemische Umwandlung ist.⁹² Die Entdeckung der Verbindung von Elektrizität und Chemie begeisterte die Gemeinde der Naturforscher – und sie warf Fragen auf, die mit den gängigen Vorstellungen („Newtonianismus“) nicht beantwortet werden konnten.⁹³

Seine Experimente machte Ritter u.a. mit einer galvanischen Zelle, bei der zwei unterschiedliche Metalle einen Muskel anregen. Mit solch einer Zelle produzierte er 1799 auch die Elektrolyse von Wasser.⁹⁴ Bei vielen seiner Versuche setzte Ritter den eigenen Körper ein – um seine Annahme zu prüfen, daß die Elektrizität zentral für die Stimulanz und Eindrücke der Sinne ist. Nach der Erfindung der Volta-Säule 1800 hielt er deren Leiter an die verschiedenen Sinnesorgane und erkundete die Reaktionen. An der Hand, an der Zunge, der Nase, am Ohr, am Auge. Oft erst mit schwacher, dann steigender Elektrizität – um auch die qualitativen Veränderungen, die er dabei bemerkte, genauer zu eruieren.⁹⁵

biography“, 18 Bände, New York 1981, Band 11/12, S. 473-475. Hier S. 473.

⁸⁸ Vgl. Christensen 1995, S. 161.

⁸⁹ Vgl. Wilson 1997, S. 326f

⁹⁰ Vgl. Wilson 1997, S. 328.

⁹¹ Vgl. Wilson 1997, S. 325.

⁹² Vgl. Wilson 1997, S. 327.

⁹³ Vgl. Wilson 1997, S. 325.

⁹⁴ Vgl. McRae 1981, S. 474.

⁹⁵ Vgl. Christensen 1995, S. 171f.

Diese Versuche hatten eine wichtige Konsequenz: Da die Sinneseindrücke des Menschen sich bei diesen Versuchen in ihrer Qualität verändern, könne man nicht davon ausgehen, daß bei der Naturforschung ein exakter, stets gleicher Beobachter eine objektive Natur untersucht. Da in den Sinnesorganen selbst Elektrizität wirke, ist eine Wechselwirkung zwischen Beobachter und Beobachtetem, zwischen Subjekt und Objekt nicht zu vernachlässigen. - Für ein echtes Verstehen der Natur, so Ritter, gilt es anzuerkennen, daß sich Subjekt und Objekt nicht prinzipiell trennen lassen, und ergo reicht es nicht, das Objekt, das Beobachtete genau zu kennen - auch das Subjekt, der Beobachter muß erforscht, verstanden, ergründet werden.⁹⁶

Als sich Ritter 1796 in Jena zum ersten Mal an seine Experimente setzte, begann Friedrich Wilhelm Schelling (1775-1854) sich in Leipzig intensiv für die Naturwissenschaften zu interessieren. Im Dialog von Ritter und Schelling, die damals Anfang 20 Jahre alt waren, entstand die romantische Naturphilosophie. Ritter machte seine Versuche – zunächst von Kants Ideen geleitet. Schelling suchte nach einem allgemeinen Konzept – inspiriert von Ritters Versuchsergebnissen. Schellings Konzeptionen wiederum wurden von Ritter bei seinen weiteren Versuchen einbezogen,⁹⁷ deren Ergebnisse wiederum Schelling zur weiteren Ausarbeitung nutzte, usw.⁹⁸ Ohne Ritters Anteil hätte der romantischen Naturphilosophie ihre experimentelle, ohne Schelling ihre konzeptionelle Grundlage gefehlt. Der Zauber und die große Überzeugungskraft, die damals von dieser neuen Naturforschung ausging – auch auf Ørsted - lag eben darin begründet, daß zu den erstaunlichen Forschungsergebnissen von Ritter auch eine umfassende neue Sichtweise auf die Natur trat, die Schelling entwickelte.

5.3. Zum jungen Schelling und den Zielen der romantischen Naturphilosophie

Friedrich Wilhelm Schelling (1775-1854) hatte bereits mit 15 Jahren ein Studium im Tübinger Stift begonnen. Geprägt von den Gedanken der späten Aufklärung und Rousseau, studierte er einerseits intensiv Kant und Fichte (1762-1814), andererseits – angeregt von Schiller und Winckelmann (1717-1768) - griechische Philosophie, insbesondere Platon. Ab 1796 vertiefte sich Schelling an der Universität von Leipzig in Studien der Mathematik und Naturwissenschaften. Ab 1797 veröffentlichte er Arbeiten zu einer Naturphilosophie, so "Ideen zu einer Philosophie der Natur" (1797) und "Von der Weltseele" (1798). 1798 wurde Schelling mit 23 Jahren durch die Unterstützung von Goethe, Fichte und Schiller

⁹⁶ Vgl. Christensen 1995, S. 172.

⁹⁷ Vgl. Breidbach 2007, S. 185.

⁹⁸ Bis sich die beiden 1799 über einen Prioritätsstreit in die Haare bekamen. Vgl. McRae 1981, S. 474.

Professor in Jena (ab 1803 in Würzburg, später in München und Berlin).⁹⁹

Schelling bildete seine Naturphilosophie angesichts des Spannungsfeld zwischen dem mathematischen Newtonianismus einerseits und Fichtes Weltbild andererseits (in dem die Welt erst im "Auge" des Betrachters entsteht, also durch die vernünftige Geisteskraft des Subjekts).¹⁰⁰ Kurzum: Schelling suchte nach dem Weg zwischen einem tot-anmutenden extremen Objektivismus und einem schwammig-wirkenden extremen Subjektivismus.

Dazu fragte er (in "Ideen zu einer Philosophie der Natur", 1797): Wie kann das, was etwas erkennt und das, was erkannt wird (menschlicher Geist einerseits, körperliche Welt andererseits) zusammenkommen? Schellings Antwort: Sie müssen beide von gleicher Art sein. - Das wiederum ist nur möglich, wenn Natur nicht nur körperlich, sondern auch geistig ist, so wie z.B. in jedem Organismus: Dort organisiert sich Einzelnes zu einem Ganzen, wobei zugleich Körperliches ist, wie auch Intelligenz, also Geist.¹⁰¹

Es gilt, so Schelling, die Natur per se als ein einheitliches und zusammenhängendes organisches Ganzes zu betrachten. Und es gilt, Kants Materie-Vorstellung nicht so stehen zu lassen: Es sei zu kurz gegriffen, in der Materie nur die Füllung von Raum durch Kräfte in definierten Graden zu sehen, alle Art von Materie also nur als unterschiedliche räumliche Dichte zu beschreiben.¹⁰² Die Natur sei lebendig und produktiv. Nicht nur natura naturata, auch natura naturans. Natur an sich – inklusive des Menschens, menschlichen Geistes und Bewußtseins - sei Manifestation des Göttlichen. Mensch, Natur, Weltseele, Gott – es seien nur verschiedene Ausformungen ein und desselben.

Aufgabe der Naturphilosophie sei zu klären, wie Natur aus sich selbst wirksam ist, wie sie manifestiert. – Wobei der strebende Mensch mit der Lösung der Aufgabe auch zu einem "mythischen Bewußtsein" komme, das sich im Gefühl der Einheit mit der Welt ausdrücke.¹⁰³ „Natur soll der sichtbare Geist, der Geist die unsichtbare Natur seyn. Hier also, in der absoluten Identität des Geistes in uns und der Natur außer uns, muß sich das Problem, wie eine Natur außer uns möglich sey, auflösen. Das letzte Ziel unserer weiteren Nachforschung ist daher diese Idee der Natur.“¹⁰⁴

Von Schelling zuerst in ein Konzept gefasst, bildete sich die Naturphilosophie in der

⁹⁹ Vgl. Artikel „Schelling“ in „Brockhaus-Enzyklopädie“ 2006, Band 24, S. 204ff.

¹⁰⁰ Vgl. Artikel „Fichte“ in in „Brockhaus-Enzyklopädie“ 2006, Band 29, S. 190ff.

¹⁰¹ Vgl. Walter D. Wetzels „Johann Wilhelm Ritter: Physik im Wirkungsfeld der deutschen Romantik“, Berlin, New York, 1973, S. 4

¹⁰² Vgl. Shanahan 1989, S. 296 . Und F.W. Schelling „Einleitung zu dem Entwurf eines Systems der Naturphilosophie“ von 1799.

¹⁰³ Vgl. Artikel „Schelling“ in www.brockhaus-enzklopaedie.de - XXX

¹⁰⁴ F.W. Schelling „Ideen zu einer Philosophie der Natur“. In: Schellings Sämtliche Werke, Band 2, München 1927. - zitiert nach Andrew D. Wilson „Die romantischen Naturphilosophen“. In: K. v. Meyenn „Die großen Physiker“, 2 Bände, München 1997. Vol 1, S. 319-335. Hier S. 321.

Epoche der Romantiker weiter aus: Dabei wurde die Natur als ein System aus unendlichen, polaren Kräften (wie die attraktive und repulsive Kraft) verstanden. Die Kräfte sollten fähig sein, sich ineinander zu transformieren (wie die elektrische in eine chemische und diese in eine lebendige) – und auf allen Ebenen wirken (Mineralien, Pflanzen, Tiere, Mensch).¹⁰⁵ Und natürlich war auch keine prinzipielle Trennung mehr zwischen den organischen und anorganischen Bereichen angedacht.¹⁰⁶

Polarität (Dualismus), Potenzierung, Kontinuität, Analogie, wie auch die Miteinbeziehung der Kunst gehörten zum breiten Fächer der Methoden, mit denen man nach Fortschritten suchte.

Summa summarum war die romantische Naturphilosophie um 1800 dann auch der Versuch, das Weltbild des deutschen Klassizismus (was mit den Namen Schiller, Goethe und Kant verbunden ist) programmatisch umzusetzen.¹⁰⁷

5.4. Zu Jena um 1800

Als Geburtsort der romantischen Naturphilosophie gilt Jena. Die Universitätsstadt zählte um 1800 rund 5000 Einwohner, war so groß, daß man sie in 15 Minuten zu Fuß durchqueren konnte, und bildete mit dem rund 20 Kilometer entfernten Weimar auch eine kulturelle Einheit. Die Namensliste der Gelehrten und Künstler, die hier um 1800 wirkten, ist geradezu schwindelerregend. Darauf finden sich, als die bis heute berühmten: Fürstin Anna Amalia, Clemens Brentano, Sophie Brentano, Fürst Karl August, Peter Eckermann, Fichte, Goethe, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Johann Gottfried Herder, Friedrich Hölderlin, Christoph Wilhelm Hufeland, Alexander und Wilhelm Humboldt, Jean Paul, Karl Ludwig von Knebel, August von Kotzebue, Novalis, Lorenz Oken, Karl Leonhard Reinhold, Ritter, Schelling, Schiller, die Schlegel-Brüder, Caroline Schlegel-Schelling, Dorothea Schlegel, Johanna Schopenhauer, Henrik Steffens, Charlotte von Stein, Ludwig Tieck, Christoph Martin Wieland.¹⁰⁸

Die eigentliche Geburtsstätte der romantischen Naturphilosophie lag denn auch in diesen geistigen Kreisen und Zirkeln – und weniger an der Jenaer Universität. Dort wurde der allgemeine Standard gelehrt, wie sich bei der Betrachtung von Studienplänen zeigte. Von den 334 naturwissenschaftlichen Vorlesungen in den Jahren 1790-1807 waren die meisten

¹⁰⁵ Vgl. Christensen 1995, S. 174.

¹⁰⁶ Vgl. Wilson 1997, S. 321.

¹⁰⁷ Vgl. Wetzels 1973, S. 14 – Vgl. dazu z.B. von Goethe „Zueignung“ (1784), „Natur und Kunst“ (1800).

¹⁰⁸ Vgl. Olaf Breidbach „The Culture of Science and Experiments in Jena around 1800.“ In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 177-216. Hier S. 179f.

in Chemie, gefolgt von Botanik und dann Physik.¹⁰⁹ Während sich also zur selben Zeit am selben Ort Ritter mit Experimenten beschäftigte, die ihn bereits 1796 in ganz Europa berühmt machten, und obwohl die Erfindung der Volta-Säule 1800 natürlich auch in Jena bekannt wurde, gab es in dem o.g. Zeitraum von 17 Jahren gerade mal 5 Vorlesungen zu dem Themenbereich.¹¹⁰ Die Physik in Jena war also weder speziell, noch aktuell. Anders war es bei der Botanik: Hier suchte man – angeregt durch Goethe – nach neuen Methoden und Ansätzen, auch mittels der romantischen Naturphilosophie.¹¹¹

5.5. Zu Ritters weiterem Leben und Wirken

Ritter war in den Jenaer Kreisen sehr geschätzt. Alexander von Humboldt (1769-1859) konsultierte Ritter früh zu Galvanismus-Fragen. Goethe sprach von Ritter – im Schreiben an Schiller vom 28. September 1800 – „als eine Erscheinung zum Erstaunen, ein wahrer Wissenshimmel auf Erden“.¹¹² Novalis schrieb: „Ritter ist Ritter, und wir sind nur Knappen“ und Clemens Brentano (an seine Schwester Bettina): „Er ist im Begriff, die Schöpfung auszusprechen.“¹¹³

Trotz all der Wertschätzung und Achtung vermochte die Gesellschaft von Jena-Weimar es aber nicht, diesen jungen Genius mit einem gesicherten Dasein zu unterstützen. Ritter hatte weder eine Professur an der Universität noch die Möglichkeit, dort zu experimentieren. Ohne Einkommen und ohne familiäres Vermögen, arbeitete Ritter unter schwierigen, wenn nicht denkbar schlechtesten Umständen.¹¹⁴ Seine Forschungen wurden ermöglicht durch ein paar Zuwendungen und Kredite (u.a. von Goethe), und dem Eifer, der Begeisterung, der Hingabe von Ritter selbst. Er war schier unermüdlich. Was er dadurch vermochte, zeigt eine Episode von 1801, in der er für kurze Zeit gesicherte Bedingungen hatte. Der Fürst von Gotha und Altenburg, Ernst II, hatte Ritter für 6 Wochen eine Batterie mit 600 Platten in seinem Schloß zur Verfügung gestellt. In diesen 6 Wochen experimentierte Ritter täglich 13 Stunden – und gewann experimentelle Daten, die andere nicht in Jahren erbrachten.¹¹⁵

1804, nachdem Ritter u.a. die ultraviolette Strahlung entdeckt hatte, erhielt er einen Ruf als Akademiker der Königlich Bayrischen Akademie der Wissenschaften. 1805 zog er, nun

¹⁰⁹ Vgl. Breidbach 2007, S. 186.

¹¹⁰ Eine zu elektrischen Experimenten vom Hofmedikus Schmidt, eine über himmlische Elektrizität vom Mineralogen Johann Georg Lenz (1745-1832), zwei von Johann Carl Fischer (1763-1833) und eine von Laurenz Johann Daniel Sukow (1722-1801) zu Elektrizität und Magnetismus. Vgl. Breidbach 2007, S. 193 und S.197.

¹¹¹ Vgl. Breidbach 2007, S. 197.

¹¹² Emil Staiger (Hrsg.) „Der Briefwechsel zwischen Schiller und Goethe“, Frankfurt 1977, S. 878.

¹¹³ Zitiert nach Wilson 1997, S. 328.

¹¹⁴ Vgl. Christensen 1995, S. 175.

¹¹⁵ Vgl. Christensen 1995, S. 175.

verheiratet und Vater des ersten seiner insgesamt vier Kinder, nach München.¹¹⁶ In Bayern arbeitete Ritter weiter am Galvanismus und suchte nach allgemeinen Prinzipien, die das Geistige und das Materielle zusammen bestimmen. U.a. experimentierte er dazu mit besonders empfindlichen Pflanzen.¹¹⁷ Und er probierte okkulte Mittel, wie Pendeln – was seinem Ruf in der Gelehrtenwelt nicht gerade förderte.¹¹⁸ 1810, mit 33 Jahren, verstarb Ritter verarmt¹¹⁹ und verzweifelt an Tuberkulose.

5.6. Ørsted und Ritter

Auch Ørsted bewunderte, als er Ritter in Jena 1801 kennenlernte, dessen Forschungseifer. Ørsted: „Nicht selten nahm er nachts Zink- und Silberplatten mit ins Bett, um recht ungestört Versuche mit der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge anstellen zu können.“¹²⁰ Und er wunderte sich über Ritters Lebensführung: Über dessen vielen amourösen Verbandelungen, z.B., und wie offenherzig Ritter über seine eigenen Fehler sprach.¹²¹

Die Mitt-Zwanziger tauschten sich über Naturwissenschaften aus – über Ansätze, Vorstellungen, Ziele, Werte. Gemeinsam wollten sie nach Methoden suchen, Kants Ansatz weiter ausarbeiten und über die dynamische Natur forschen.¹²² Und gemeinsam wollten sie die Finanzen aufbessern. Dazu setzten sie auf Ørsteds anstehenden Besuch von Paris, dem Ort, der damals als El Dorado der Naturwissenschaft erscheinen konnte: Während in Deutschland die Naturwissenschaften an den Universitäten den niedrigsten Status hatten, erhielten in Frankreich die Naturwissenschaftler gut bezahlte Positionen (Laplace z.B. verdiente 100.000 Francs pro Jahr).¹²³ Ausserdem vergab man im Paris von Napoleon Preise für besondere naturwissenschaftliche Entdeckungen und Erfindungen. Und so wollte Ørsted dort eine neue Idee von Ritter präsentieren, mit der sie z.B. den Napoleon-Preis (60.000 Francs) gewinnen könnten: Ritter meinte, man könne mit einer Ladungssäule auch einen globalen, polaren Galvanismus nachweisen. Aber Ørsted, der das Experiment in Paris am Nationalinstitut vorführte, konnte die französischen Gelehrten nicht

¹¹⁶ Vgl. McRae 1981, S.473.

¹¹⁷ Vgl. Wilson 1997, S. 330.

¹¹⁸ Vgl. McRae 1981, S. 474.

¹¹⁹ Ritter war so arm, daß er sich oft nicht einmal Papier und Briefmarken kaufen konnte, und schließlich war er so verschuldet, daß er seine Frau und vier Kinder in die Obhut anderer geben mußte. Vgl. Christensen 1995, S. 175ff.

¹²⁰ Zitiert nach Schmidt 1977, S. 26.

¹²¹ Vgl. Schmidt 1977, S. 26.

¹²² Vgl. Christensen 1995, S. 166.

¹²³ Vgl. Christensen 1995, S. 174f.

überzeugen.¹²⁴ Und so wurde auch Ritters Erfindung übersehen: Die Ladungssäule war der erste Akkumulator.¹²⁵

Der Mißerfolg in Paris dürfte Ørsteds skeptische Gefühle gegenüber der französischen Art der Naturforschung verstärkt haben. Bei diesem, seinem ersten Aufenthalt in Paris, erschienen ihm auch die französischen Kollegen äusserst arrogant. Er berichtete aus Paris: „Wir [er und ein französischer Forscher] sprachen am meisten über den Galvanismus, und als ich ihm etliche deutsche Neuigkeiten über diese Sache mitgeteilt hatte, fragte er mich, ob ich eine galvanische Batterie gesehen hätte. So unheilbar sind die Franzosen in ihrer Einbildung, dass ausserhalb Frankreichs nichts existiert.“¹²⁶

6. Das Arbeitsleben von Ørsted

6.1. Die Jahre 1804 bis 1820

Nachdem Ørsted im Januar 1804 nach Kopenhagen zurückgekehrt war, begann er sein eigentliches Arbeitsleben. Den Posten als Leiter eines geplanten Instituts für Technologie schlug er direkt aus: „you will no doubt admit, that I'm not fond of starting my career at home with *a mere technical enterprise*. It might be more prosperous, but would also thwart the ideals of my life“,¹²⁷ schrieb er an Professor L. Manthey. Ørsted definierte sich als experimenteller Naturphilosoph einer wirklich neuen Epoche. „The study of Physics has never offered a greater interest than now, when a more forceful renaissance of Physics than we have ever experienced throughout History, is within reach“,¹²⁸ schrieb er an Professor L. Manthey. Daran wollte Ørsted mittun.

Er tat es. Und das sicherer und geordneter als sein Freund Ritter: Vom dänischen König Frederik VI. (1768-1839) erhielt er 1804 eine physikalisch-chemische Instrumentensammlung, dazu für 3 Jahre jeweils 300 Reichstaler per anno für Experimente und 300 Reichstaler per anno Gehalt.¹²⁹

Wie erwähnt sah Ørsted (mit Ritter) einen zentralen Punkt der neuen Wissenschaft in der Umsetzung von Kants dynamischem Naturbild (siehe dazu Kapitel 4.4). Nur gab es für eine Untersuchung der Natur als dynamisches Ganzes noch keine wissenschaftlichen

¹²⁴ Vgl. Christensen 1995, S. 165.

¹²⁵ Ritter hatte zwei Goldmünzen um eine feuchte Stoffscheibe gelegt und diese mit einer Voltasäule verbunden. Wenn man nun die Verbindung unterbricht, so liefert die Goldmünzenanordnung Strom – aber in entgegengesetzter Richtung. Vgl. Schmidt 1977, S. 26.

¹²⁶ Zitiert nach Schmidt 1977, S. 28.

¹²⁷ Brief an Manthey. Zitiert nach Christensen 1995, S. 178.

¹²⁸ Zitiert nach Christensen 1995, S. 178.

¹²⁹ Vgl. Møller 1977, S. 47.

Methoden - sicher war nur, daß die bisherigen, wie Mechanik und Mathematik, hier zu nichts führen würden. Es galt neues auszuprobieren. Z.B. in dem man mit Symbolen, Hieroglyphen, Metaphern, Allegorien und Analogien arbeitete – um so auch mehr über die Natur-Mensch- (Objekt-Subjekt-) Beziehung zu erfahren.¹³⁰ Ein Feld dafür waren die elektrischen Figuren von Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799) und die Klangfiguren von Ernst Florens Chladni¹³¹ (1756-1827) - über die Ørsted ab 1804 in seiner ersten großen experimentellen Forschung arbeitete.

Die Mathematiker Jean-Baptiste le Rond D'Alembert (1717-1783) und Leonhard Euler (1707-1783) hatten bereits versucht, an Hand der Chladni-Figuren die Gesetze der Akustik zu enträtseln.¹³² Und in England hatte Thomas Young (1773-1829) just in den Jahren 1801-1804 mit der Annahme einer Analogie von Schall und Licht einen Fortschritt gemacht: Durch experimentelle Anordnungen entwickelte Young die Wellentheorie des Lichts und entdeckte das Interferenzprinzip.¹³³

Ørsted ging nun davon aus, daß sich nicht nur Schall und Licht, sondern auch die anderen Naturkräfte Wärme, Elektrizität und Magnetismus durch Wellen fortpflanzen.¹³⁴ Und er stellte sich die Frage, ob die akustischen und optischen Wellen die Sinne (Ohr respektive Auge) elektrisch stimulieren. Und ob die Chladni-Figuren auch Elektrizität erzeugen können. Und inwiefern dieses dazu in einem ästhetischen Zusammenhang gesehen werden kann. Denn die Schönheit von gewissen Chladnifiguren entsprächen der Schönheit einer Mozart-Symphonie, die wiederum – so meinte Ørsted – auf das Gehirn eines Zuhörers wirkt.¹³⁵

Mit den Studien der Chladnifiguren verstärkte sich in Ørsted das Bild von der Einheit der Natur im allgemeinen, der Einheit der Naturkräfte im speziellen und dem wellenartigen Charakter ihrer Wirkungen im expliziten.

In diesen Jahren blieb Ørsted durch Briefe in engem Kontakt mit Ritter,¹³⁶ mit dem er u.a.

¹³⁰ Vgl. Christensen 1995, S. 166

¹³¹ Vgl. Christensen 1995, S. 166.

¹³² Vgl. Christensen 2007, S. 123.

¹³³ Vgl. Günter D. Roth „Thomas Young, Augustin Jean Fresnel und Joseph von Fraunhofer“. In: Karl von Meyenn „Die großen Physiker“, 2 Bände, München 1997. Vol 1, S. 303-318. Hier S. 305f.

¹³⁴ Vgl. Christensen 2007, S. 125. Ritter sah es ähnlich. Am 20. Mai 1803 hatte er an Ørsted geschrieben: „Aller Sinnesempfindung liegt Oscillation zum Grunde.“ Zitiert nach Christensen 2007, S. 126.

¹³⁵ Vgl. Christensen 1995, S. 170f.

¹³⁶ Ritter anmierte Ørsted u.a. zur Lektüre klassischer griechischer Literatur und zur Beachtung der Kunst, des Poetischen in der Physik. Vgl. Christensen 1995, S. 177. So berichtete Ritter an Ørsted z.B. über seine Arbeit zu dem Buch „The electrical System of Bodies“: „When I had finished the last chapter, my mind was literally empty. I was writing in high spirit during a divine night of spring, my window open and complete silence except for the warbling of the nightingale. There must be some tones of it in the book.“ Zitiert nach Christensen 1995, S. 177.

an Versuchsreihen zur Leitbarkeit verschiedener Materialien arbeitete.¹³⁷ Während Ritter in München immer weiter in die gesellschaftliche Isolation und Armut absank, begann sich Ørsteds Position in Kopenhagen weiter zu festigen. Bis 1805 gab er öffentliche Vorlesungen über Physik und Chemie, ab 1806 war er ausserordentlicher Professor der Physik an der Kopenhagener Universität. Im Februar 1808 erhielt er für seine Arbeit über die Klangfiguren die Silberne Medaille der Königlich Dänischen Akademie der Wissenschaften – und wurde wenig später (am 25. November 1808) zu ihrem Mitglied ernannt.¹³⁸ Zwei Jahre nach Ritters Tod (1810) machte Ørsted 1812 bis 1813 eine zweite große Auslandsreise, die ihn wieder nach Berlin und Paris brachte. Danach heiratete Ørsted Inger Birgitte Ballum (sie bekamen 4 Töchter und 3 Söhne).¹³⁹

In dieser Zeit versuchte Ørsted auch, die Bildung einer naturwissenschaftlichen Fakultät an der Universität von Kopenhagen zu initiieren.¹⁴⁰ Noch erfolglos. 1815 wurde Ørsted zum Ritter des Dannebrogordens gewählt und zum Sekretär der Königlich Dänischen Akademie der Wissenschaften ernannt. Diese einflußreiche Position behielt er bis zu seinem Tode inne und sie brachte ihn in Kontakt mit vielen anderen Forschern (Ørsted korrespondierte u.a. mit Arago, Fresnel, Fourier, Young, Davy, Berzelius und Gauß).¹⁴¹

1817 wurde Ørsted Ordentlicher Professor der Physik an der Kopenhagener Universität. Ab 1818 nahm er ausserdem an Untersuchungen der Mineralvorkommen auf Bornholm teil (auf königlichen Befehl), initiierte das erste chemische Übungslaboratorium für Studenten der Universität, forschte u.a. an der Kompressibilität von Flüssigkeiten, chemischen Fragen und der Natur der Elektrizität.¹⁴²

6.2. Ørsteds romantische Naturphilosophie

All sein Wirken, seine Entscheidungen, seine Forschungen machte Ørsted in dem Weltbild der romantischen Naturphilosophie. Oder exakter: In dem Weltbild seiner romantischen Naturphilosophie.

Zur selben Zeit, in der Ørsted ab 1804 sein eigentliches naturphilosophisches Wirken begann, löste sich der Kreis der Jenaer Romantik auf: Schelling war nach Würzburg gegangen, Steffens hatte es nach Halle gezogen, Ritter, wie erwähnt, nach München, Friedrich Schlegel via Dresden nach Paris, August Schlegel mit Madame de Staël (1769-

¹³⁷ Vgl. Christensen 1995, S. 168f.

¹³⁸ Vgl. Møller 1977, S. 47.

¹³⁹ Vgl. Møller 1977, S. 47.

¹⁴⁰ Vgl. Jelved und Jackson 2007, S. 14.

¹⁴¹ Vgl. Franksen 1981, S. 9.

¹⁴² Vgl. Møller 1977, S. 48.

1817) in die Schweiz, Ludwig Tieck in die Nähe von Frankfurt/Oder - und Novalis ins Jenseitige. Im Bereich der romantischen Naturwissenschaften war es um 1800 zu einer Polarisierung von experimentellen und spekulativ-mystischen Naturphilosophen gekommen. Letztere setzten die spekulativen Elemente von Schellings Ansätzen als feststehende Grundsätze, konstruierten aus willkürlichen Hypothesen und wandten sich immer mehr von naturwissenschaftlichen Fragen ab,¹⁴³ sie trennten sich also vom wissenschaftlichen Anspruch.¹⁴⁴ Viele versuchten statt dessen, dem Beispiel von Jakob Böhme (1575-1624) folgend, durch geistige Versenkung einen Zugang zur Natur zu finden.¹⁴⁵

Die Vertreter der experimentellen romantischen Naturphilosophie, wie Ritter, Novalis, Oken hegten Mißtrauen gegen soviel Willkür. Und so auch Ørsted: In „Der Geist in der Natur“, Ørsteds zusammenfassendem Alterswerk, befasste er sich auch mit „Aberglaube und Unglaube in ihrem Verhältnisse zur Naturwissenschaft“. In dem Kapitel führt er gerade das Mittelalter, also jenes Zeitalter, das die der Mystik anhängenden Naturphilosophen zum Sehnsuchtsort deklarierten, als Beispiel eines abergläubischen Zeitalters an, und versuchte zu zeigen, inwiefern der Aberglaube das ganze Leben verwirre und der Unglaube das Fortschreiten behindere.¹⁴⁶

Ørsted hatte schon über Schellings 1790er-Werke „Ideen zu einer Philosophie der Natur“ (1797) und „Von der Weltseele“ (1798) kritisch bemerkt: „These two books no doubt deserve attention for the beautiful and great ideas we find in them, but on account of the not very rigorous method by which the author intermingles empirical propositions without sufficiently distinguishing them from *a priori* propositions these books are robbed of much of their value, especially as the empirical propositions adduced are often utterly false.“¹⁴⁷

Zweifelsohne war Ørsted stets der Meinung, daß es ohne Experimente überhaupt keinen Fortschritt in der Naturphilosophie geben würde: „To experiment is the true art of science, and when the man of science has, in fact, with his trained eye, witnessed a part of Nature reconstruct itself, he has acquired a point from where he can overlook or at least have a foreboding of a coherent Nature.“¹⁴⁸

Ørsted zog es also nicht in den Sog des verklärend Spekulativen, Phantastischen – aber auch nicht in den Sog des mechanistisch-mathematischen oder des Empirismus. Für Ørsted

¹⁴³ Vgl. Breidbach 2007, S. 210.

¹⁴⁴ Vgl. Breidbach 2007, S. 183.

¹⁴⁵ Vgl. Wetzels 1973, S. 8.

¹⁴⁶ Siehe H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 1. Band, Leipzig 1853, S. 81-129.

¹⁴⁷ Zitiert nach Franksen 1981, S. 35.

¹⁴⁸ Aus „What is chemistry“ - zitiert nach Christensen 1995, S. 174.

waren Experimente echte Prüfsteine – aber genauso unfähig aus sich selbst Einsichten zu liefern wie reine Spekulation: „It is self-evident, that the true definition and construction of science are inseparable, and that the method of speculation is exactly the opposite of that of empiricism. The latter only provides diverse objects, provoking reflection and by that an order of coherent links, whereas the former is in search of first principles, deducing the construction thereof, and preferring the basic construction of science to its definition.“¹⁴⁹

Und auch wenn Ørsted Schelling für dessen laxen Umgang mit Experimenten kritisierte, so schätzte er den Schwaben sehr. In einem Brief an Oehlenschläger vom 1. November 1807 schrieb Ørsted: „As is known, Schelling’s merit is to have established *Naturphilosophie* and with it affected all sciences.“ Es war Schelling, so Ørsted, der lehrte, die Natur anzusehen “as a whole organization”, der definierte: “Nature is a productive product.“ Ørsted: “The most beautiful and striking is that nature is nothing other than the revelation of the Divine.“¹⁵⁰

Überhaupt neigte Ørsted nicht zu harscher Polarisierung – eher zur Abfederung. So schrieb er z.B. über Franz von Baader (1765-1841), dessen “writing on Nature Philosophy are so beautiful that one would wish to make the acquaintance of the author, and often so obscure that one needs to get the explanation.“ Auch an von Baader fand Ørsted gemeinsame Ziele: „He persistently urges that moral and physical nature are most closely connected, and that without such a connection physical science has no real value. In this he accords very closely with [myself].“¹⁵¹

Ørsted nahm das Bild der Einheit der Natur sehr ernst und grundsätzlich. Es bestand für ihn kein Zweifel daran, daß Elektrizität, Licht, Magnetismus und Wärme keine körperlichen imponderablen Fluida seien, sondern Kräfte. Und zwar Kräfte, die alle letztendlich aus einer Quelle kommen – und daher auch ineinander umwandelbar seien.¹⁵² - Eine Vorstellung, die heute weitestgehend allgemein ist.

Ørsted aber dachte weiter: Er blieb nicht beim Dualismus von Mensch und Natur, sondern suchte nach dem größeren Zusammenhang. In seinem Weltbild war der Mensch Teil der Natur – und die Natur selbst das Göttliche. Einen der Dialogpartner in seinem Essay “Der Springbrunnen” läßt Ørsted sagen: “Es scheint mir, daß wir bei solchen Gelegenheiten vergessen, oder vielmehr uns selbst nicht daran erinnern, daß die ganze Natur ein Werk desselben Geistes ist, dem wir unser eigenes Dasein verdanken. Wenn wir uns den

¹⁴⁹ Aus „Hvad er Chemie?“ - zitiert nach Christensen 1995, S. 173.

¹⁵⁰ Mathilde Ørsted (Hrsg.) „Breve fra og til Hans Christian Ørsted“, 2 vols. Kopenhagen 1870, Vol. 1, S. 230. - zitiert nach Wilson 2007, S.3.

¹⁵¹ Mathilde Ørsted (Hrsg.) „Breve fra og til Hans Christian Ørsted“, 2 Vols, Kopenhagen 1870, Vol. 1, S. 81-82. - zitiert nach Shanahan 1989, S. 298.

Gedanken recht lebendig vorhalten, daß es dieselbe Vernunft ist, dieselben schaffenden Kräfte sind, die sich in der äusseren Natur und in unserem eigenen Denken und Fühlen zeigen, so muß dieses unser Verhältnis zur Natur also vor uns auftreten wie ein Theil der großen Harmonie des Daseins, und nicht wie eine Folge der Uebermacht des Körperlichen über das Geistige.”¹⁵³

Ørsted wollte mittels der experimentellen Naturforschung nicht nur die allgemeinen Gesetze der Natur finden – dazu wollte er auch zeigen, wie die Naturgesetze ein vernünftiges Ganzes bilden, und wie die Natur selbst eine Offenbarung der schaffenden, lebenden Vernunft ist.¹⁵⁴

“Kraft” und “Vernunft” sah Ørsted als jene finale Elemente, durch die das Universum entstand und besteht: “Die schaffende Kraft gibt einem Ding seine Wirkung, Vernunft gibt der Wirkung seine Form.”¹⁵⁵

Wobei Ørsted unterschied zwischen der göttlichen Vernunft (die die Religion Gottes Wille nennt¹⁵⁶) und der bloß menschlichen Vernunft. Letztere ist ein Teil der ersten, Teil der “alles durchdringende[n] Vernunft [...], welche das Formende in allen Wirksamkeiten ausmacht.”¹⁵⁷ Menschliche Gedanken gehören sehr wohl auch der Natur an, und das ästhetische Empfinden, der “Schönheitssinn” ist nur ein anderer Weg als durch Erkundung der Naturgesetze, die unendliche Vernunft wahrzunehmen. Auf der höchsten Ebene würden sich Naturwissenschaft und Kunst liebenswürdig als Geschwister annähern.¹⁵⁸

Ørsted hielt es gerade so wie die meisten der großen Naturforscher (von Kepler und Newton bis Planck und Einstein): Er wollte mit seiner Forschung das „Ewige in den Dingen“ suchen,¹⁵⁹ und zwar in allem (den Menschen eingeschlossen). Und er wollte Erfolge. Gegenüber einem Studenten sagte Ørsted um 1810: „It is also my firm conviction, and my lectures bear witness thereof, that a great fundamental unity pervades the whole of nature; but just when one has become convinced of this, it becomes doubly necessary to direct one's whole attention to the world of the manifold, wherein this truth above all finds its confirmation. If one does not do this, unity itself remains an unfruitful and empty idea

¹⁵² Vgl. Nielsen und Andersen 2007, S. 97.

¹⁵³ H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 1. Band, Leipzig 1853, S. 57.

¹⁵⁴ Vgl. Wilson 2007, S. 2.

¹⁵⁵ H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 2. Band, Leipzig 1850, S.42. - Zitiert nach Wilson 2007, S. 4.

¹⁵⁶ Vgl. Rasmussen 1977, S. 35.

¹⁵⁷ H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 2. Band, Leipzig 1850, S.XV.

¹⁵⁸ Vgl. Christensen 2005, S. 133.

¹⁵⁹ H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 1. Band, Leipzig 1853, S. XXXII.

which leads to no true insight.“¹⁶⁰

6.3. Reaktionen auf die Entdeckung des Elektromagnetismus 1820

Die Entdeckung machte Ørsted in Europa zu einer Berühmtheit – vor allem nachdem Francois Arago (1786-1853) am 11. September 1820 den Versuch in der Pariser Akademie vorführte und damit auch die Anhänger der Coulombschen Theorie überzeugte (wie z.B. Aragos Freund Ampère).¹⁶¹

Dementsprechend gestaltete sich Ørsteds dritte große Europareise von 1822-23 (die ihn wieder nach Deutschland und Frankreich, diesmal dazu auch nach England und Schottland führte) zu einem Triumphzug: Überall wurde Ørsted mit offenen Armen aufgenommen.¹⁶² Die Freundlichkeit tat ihre Wirkung, auch auf das Selbstbewußtsein Ørsteds. Über die Franzosen urteilte er nun milder: „Ich weiss jetzt ihre Verdienste besser zu würdigen als früher und stehe mich deshalb besser mit ihnen. Es ist gut, dass die Nationen Europas Charakterunterscheide haben, ganz wie Personen, das beseitigt die Einseitigkeit, die sonst sicherlich überhandnehmen würde.“¹⁶³

In Paris traf Ørsted auch mit Arago und Ampère zusammen, in England wohl mit Michael Faraday (1791-1867).¹⁶⁴ Vor allem Ampère hatte Ørsteds Entdeckung wesentlich erweitert. Er zeigte, daß sich parallel gehaltene Leiterdrähte, in denen die Elektrizität in die selbe Richtung fließt, abstoßen - und vice versa anziehen, wenn die Elektrizität in entgegengesetzte Richtungen fließt. Er machte die Annahme, Magnetismus entstehe aus kreisförmig fließender Elektrizität, prägte den Begriff des „Stroms“ und lieferte auch eine mathematische Beschreibung des Geschehens. - Das allerdings mit einer Zwei-Fluid-Theorie und dem Fernwirkungsgesetz nach Newton, so daß also auch hier die Kraft instantan zwischen zwei Körpern wirken sollte.¹⁶⁵ Instantan anziehend bzw. instantan abstoßend. An diesem Punkt setzte Faraday mit Kritik an: Faraday ließ sich nicht von den mathematischen Ausführungen und Beweisen überzeugen. Ganz einfach, weil er, wie auch Ørsted, nichts von Mathematik verstand,¹⁶⁶ und sich desto stärker auf die Konzeptionen und das Geschehen der Experimente konzentrierte.

Faraday, 14 Jahre jünger als Ørsted, meinte, daß die Konzeption instantaner, fernwirkender

¹⁶⁰ Johannes Carsten Hauch „H.C. Ørsteds Leben. Zwei Denkschriften von Hauch und Forchammer“, Spandau 1853, S. 13 – zitiert nach Shanahan 1989, S. 299.

¹⁶¹ Vgl. Jost Lemmerich „Michael Faraday“, München 1991, S. 80.

¹⁶² Vgl. Schmidt 1977, S. 29.

¹⁶³ Zitiert nach Schmidt 1977, S. 29.

¹⁶⁴ In den mir vorliegenden Unterlagen findet sich weder ein Hinweis auf kein Zusammentreffen von Ørsted und Faraday anno 1823, noch auf ein Treffen.

¹⁶⁵ Vgl. Lemmerich 1991, S. 80.

Kräfte (die gerade wie ein Lineal aus einem Körper wirken) falsch sei – und an diese Stelle eine andere Vorstellung gehöre. Und er konnte dieses durch diverse Experimente und Entdeckungen belegen. Zuerst 1821 mit der elektrischen Rotation, durch die er sich in Europa einen Namen machte und Ørsteds Entdeckung einer rotierenden Kraftwirkung wieder zur Beachtung verhalf.¹⁶⁷

6.4. Die Jahre von 1824 bis 1851

Genauso wie es Ørsted mit einer Gleichgewichtung von Theorie und Praxis, von Spekulation und Empirie, Idee und Experiment hielt, und wie er auch die Wesens-Verwandtschaft von Kunst und Naturwissenschaft, Poesie und Prosa postulierte – so hielt es Ørsted auch mit dem tätigen Leben. Er war stets ein Mann der Forschung und der Lehre. Und er verstand sich als Teil der internationalen Gemeinschaft der Gelehrten, wie auch als Teil der dänischen Gesellschaft.

Ørsted forschte nach seiner berühmten Entdeckung stetig weiter (u.a. entwickelte er eine Methode zur Isolierung von Aluminium, arbeitete über Thermoelektizität und über Diamagnetismus) und gab als Professor Vorlesungen an der Kopenhagener Universität.

Zur selben Zeit galt sein Augenmerk auch gesellschaftlichen Belangen. So war ihm nach seinem London-Besuch die Idee zu einer Gesellschaft gekommen, die die Verbreitung der Naturlehre in Dänemark fördern sollte. Zurück in Dänemark gründete er 1824 dafür die „Selskab for Naturærens Udbredelse“ (SNU), die privat finanziert wurde. Nach Ørsteds Vorstellungen vergab sie Stipendien an Künstler und Handwerker. Und sie organisierte öffentliche Vorlesungen und Kurse in Kopenhagen, sowie auch in den Provinzen.¹⁶⁸ Die Vortragenden sollten dabei einen „friendly exchange of information and advice“ liefern, „rather than one-sided instruction from the scientist.“¹⁶⁹

1829 erhielt die Naturforschung einen weiteren Schub: In Kopenhagen hatte man Pläne für die Einrichtung einer Handwerkerschule. Ørsted und andere setzten sich dafür ein, statt ihrer eine Polytechnische Anstalt zu begründen. Am 7. November 1829 wurde sie eröffnet, mit Ørsted als ihr erster Direktor und Physiklehrer. Bei der Gründung hatte sich Ørsted von den Pariser Verhältnissen inspirieren lassen. Schon auf seiner zweiten Reise (1812) hatte sich Ørsted an dem hohen Stand des dortigen Unterrichts und der Forschung begeistert. Solche Verhältnisse, könnten mit „nordischer Tiefgründigkeit [...] grosse Dinge

¹⁶⁶ Vgl. Lemmerich 1991, S. 93.

¹⁶⁷ Vgl. Lemmerich 1991, S. 86-89.

¹⁶⁸ Vgl. Jelved and Jackson 2007, S. 16.

¹⁶⁹ Zitiert nach Jelved and Jackson 2007, S. 16.

ausrichten.“¹⁷⁰

Ørsted war kein Gegner der Technik, aber auch kein Anhänger der Bacon'schen Vorstellung vom Zusammenwirken von Technik und Naturforschung. Technologen zielen auf Anwendung und somit „at private or public satisfaction of the demand of the senses.“ Technologen, so Ørsted, würden also die Naturwissenschaft „als Sklavin der Notwendigkeiten des Lebens und der Sinne“ ansehen.¹⁷¹ Ørsted sah die Naturforschung weit über solchen Zielsetzungen und Wertungen stehend. Bei ihr ginge es um höchstes Streben. Und höchstes Streben der Vernunft kann nicht in Sinnes-Befriedigung liegen. Das höchste Streben der Vernunft „consists in intuition and understanding.“¹⁷²

Dennoch unterstützte Ørsted die Entwicklung der Technik in Dänemark. So initiierte er z.B. 1820 mit Lauritz Esmarch auf Bornholm eine Vereinigung zur Unterstützung des Uhrmacher-Handwerks, durch die die dänischen Uhrmacher wieder konkurrenzfähig wurden.¹⁷³ In der SNU wurden auch anwendungsbezogene Studien betrieben (so zur Salzung von Fleisch und Butter, zu Molkereitechniken oder Baustoffen). Und ebenfalls in der SNU gab es allgemeine Vorträge, in denen die neuesten Erfindungen gezeigt wurden, wie ein elektrischer Motor, neue Dampfmaschinen, ein Telegraph oder auch 1839 die Erfindung von Daguerre. Letzteres wurde von Ørsted selbst präsentiert – und Hans Christian Andersen schrieb: „Our age is the Golden Age of inventions. Oh, would that I, like a Daguerre, could consider how to present mirror images of the heart!“¹⁷⁴ („Unser Zeitalter ist das Goldene Zeitalter der Erfindungen. Oh, wäre es doch, daß ich, wie ein Daguerre, erwägen könnte, wie man Spiegelbilder des Herzens präsentiert.“)

Ørsted wurde in seinem Land zu vielen Expertisen herangezogen. Er unterstützte die Ausbildung vieler Wissenszweige. Er half direkt einzelnen Individuen - mit Ratschlägen, mit Kontakten, durch Inspiration.¹⁷⁵ Und versuchte mit einem Almanach (verfaßt 1834) zur Bildung der Allgemeinheit beizutragen. Der „Almanach“ war erfolgreich – in vielen Haushalten war er das einzige Buch neben Bibel und Katechismus.¹⁷⁶

Auf ein Feld beschränken ließ sich Ørsted auch in den späteren Jahrzehnten nicht. 1827

¹⁷⁰ Zitiert nach Schmidt 1977, S. 28.

¹⁷¹ Zitiert nach Christensen 1995, S. 178

¹⁷² Zitiert nach Christensen 1995, S. 178.

¹⁷³ Vgl. *Anden i naturen – Dansk guldalder 1800-1850*“, Ausstellung des Nationalmuseet, Kopenhagen vom 26. August 2000 bis 21. Januar 2001. www.natmus.dk/saer/aandeninaturen/engelsk/engelsk.htm am 9. März 2009.

¹⁷⁴ Zitiert nach Jeveld und Jackson 2007, S. 17.

¹⁷⁵ Unter anderem Jacob Christian Jacobsen (1811-1887), dem Gründer der Carlsberg-Brauerei. Aus Dank für die Inspirationen, die er durch Ørsted erfuhr, gründete Jacobsen 1876 den Carlsbergfond, der Kunst und Wissenschaft förderte. Vgl. Krogh 1977, S. 36f.

¹⁷⁶ Vgl. Jeveld und Jackson 2007, S. 19.

trat er als Mitbegründer einer Gesellschaft zur Verbreitung der dänischen Literatur an. Regelmäßig verfaßte er Aufsätze für das „Monthly Journal of Literature“. 1835 wurde er Mitglied der „Society for the Correct Use of the Freedom of the Press“.¹⁷⁷

1846 ging Ørsted mal wieder auf Auslandsreise. Wieder zog es ihn nach Frankreich und England, wo er u.a. an der Jahrestagung der British Association for the Advancement of Science in Southampton teilnahm und sich mit Michael Faraday in London traf.

1850 wurde Ørsted, nun 73 Jahre alt, wieder Rektor der Kopenhagener Universität und veröffentlichte den zweiten Teil einer Sammlung von Arbeiten unter dem Titel „Der Geist in der Natur“. Im folgenden Frühjahr, am 9. März 1851 ging Ørsted von dannen. Tausende von Dänen gedachten seiner in einer Kerzenprozession.¹⁷⁸ Für die Dänen seiner und der folgenden Generation war Ørsted mehr als ein berühmter Naturforscher. Für sie war er ein Gigant.

7. Zusammenfassung und Ausblick

In der vorangehenden Zusammenstellung von Informationen wurde versucht, die Genese von Ørsteds weltberühmter Entdeckung verständlich zu machen. Dazu wurden neben naturwissenschaftlichen auch kulturelle, gesellschaftliche und philosophische Aspekte einbezogen. So sollte ein Gespür für die Zeit und Atmosphäre vermittelt werden. Und so leichter verständlich werden, wie sich Ørsteds naturphilosophische Weltansicht formte - und wie Ørsted wiederum aus dieser Weltansicht heraus wirkte und schuf. Dabei sollte auch ein Eindruck von Ørsteds großen Erfolgen vermittelt werden, davon wie vieles er schuf und beeinflusste - für die Naturwissenschaft, für die dänische Gesellschaft. Als Forscher, als Bürger.

Gleichzeitig sollte mit dieser Arbeit für eine Sicht geworben werden, die sich traut, breiter auf die Entwicklung der Naturwissenschaft zu schauen und sich nicht scheut, die Naturwissenschaft als Teil eines größeren Zusammenhangs einzuordnen. Als Teil eines größeren Ganzen, in dem sich unterschiedliche Teilbereiche gegenseitig beeinflussen, inspirieren und in Interdependenz entwickeln.

Interessant für eine weitere Betrachtung wäre ein Vergleich der Entstehung der Newtonschen Mechanik aus der Naturphilosophie der Renaissance (über u.a. Kopernikus, Kepler, Galilei, Descartes) mit der Entstehung der Relativitätstheorie aus der

¹⁷⁷ Vgl. *Anden i naturen – Dansk guldalder 1800-1850*“, Ausstellung des Nationalmuseet, Kopenhagen vom 26. August 2000 bis 21. Januar 2001. www.natmus.dk/saer/aandeninaturen/engelsk/engelsk.htm am 9. März 2009

Naturphilosophie der Romantik (über u.a. Ritter, Ørsted, Faraday, Maxwell). Bei beiden Entwicklungen scheint es sich um die Entstehung eines konkreten naturwissenschaftlichen Paradigmas aus einem allgemeineren naturphilosophischen Verständnis zu handeln. Um die Entstehung eines konkreten Systems mit strengen, klaren Gesetzen aus einem allgemeinen System mit spielerischen, probierenden Ansätzen.

¹⁷⁸ Vgl. Jeveld und Jackson 2007, S. 19.

8. Literaturverzeichnis

Quellen

Immanuel Kant „Kritik der reinen Vernunft“, Stuttgart 1978.

Immanuel Kant „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“, Frankfurt und Leipzig 1794.

H.C. Ørsted „Experiments on the Effect of a Current of Electricity on the Magnetic Needle“. In: Thomson's „Annals of Philosophy“, Vol. 16, 1820, S. 273–276, S. 275.

H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 1. Band, Leipzig 1853.

H.C. Ørsted „Der Geist in der Natur“, 2 Bände, 2. Band, Leipzig 1850.

Sekundärliteratur

„Anden i naturen – Dansk guldalder 1800-1850“, Ausstellung des Nationalmuseet, Kopenhagen vom 26. August 2000 bis 21. Januar 2001. - www.natmus.dk/saer/aandeninaturen/engelsk/engelsk.htm am 9. März 2009.

Hans Christian Andersen „Meines Lebens Märchen“, hrsg. von Fritz Meichner, Weimar 1964.

Robert Bohn „Dänische Geschichte“, München 2001.

Robert M. Brain, Robert S. Cohen, Ole Knudsen (Hrsg.) „Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science“, Springer 2007.

Olaf Breidbach „The Culture of Science and Experiments in Jena around 1800.“ In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 177-216.

„Brockhaus-Enzyklopädie in 30 Bänden“, 21. Auflage, Mannheim, Leipzig 2006.

Dan Charly Christensen „The Ørsted-Ritter Partnership and the Birth of Romantic Natural Philosophy“. In: „Annals of Science“, 52, 1995, S. 153-185.

Dan Charly Christensen „Ørsted's Concept of Force and Theory of Music“. In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 115-133.

William Eamon „Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture“, Princeton 1994, S. 336-340

Ole Immanuel Franksen „H.C. Ørsted – a man of two cultures“, Birkerød 1981.

Preben Gudmandsen „In der vordersten Frontlinie der Forschung“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 2-5.

Arne Hessenbruch „The making of a danish Kantian: Science and the new civil society“. In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 21-54.

- Ove Hornby „Über den Bankrott zur Demokratie“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 6-12.
- F. J. Billeskov Jansen „Kopenhagen – Stadt der Musen“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 14-23.
- Karen Jelved und Andrew D. Jackson „The other side of Ørsted: Civil Obedience“. In Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 13-19.
- Carsten Krogh „Er lehrte die Industrie und Forschung die Zusammenarbeit“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 36-40.
- Jost Lemmerich „Michael Faraday“, München 1991.
- L. Marcuse „Heinrich Heine“, 76.-80.Tausend, Reinbek 1975.
- Roberto De Andrade Martins „Resistance to the Discovery of Electromagnetism: Ørsted and the Symmetry of the Magnetic Field“. In: F. Bevilacqua und E. Gianetto (Hrsg.) „Volta and the history of Electricity“, Pavia/Milan 2003. S. 245-265.
- Robert J. McRae „Ritter, Johann Wilhelm“. In: Charles C. Gillispie (Hrsg.) „Dictionary of scientific biography“, 18 Bände, New York 1981, Band 11/12, S. 473-475.
- Knud Max Møller „H.C. Ørsteds Lebenslauf kurz erzählt“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 47-48.
- Keld Nielsen und Hane Andersen „The Influence of Kant’s philosophy on the young H.C. Ørsted“. In: Brain, Cohen, Knudsen, Springer 2007. S. 97-114.
- Victor Rasmussen „Ein ungeschwächtes Bedürfnis neues Wissen zu finden und zu verbreiten.“ In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 30-35.
- Günter D. Roth „Thomas Young, Augustin Jean Fresnel und Joseph von Fraunhofer“. In: Karl von Meyenn (Hrsg.) „Die großen Physiker“, 2 Bände, München 1997. Vol 1, S. 303-318
- Egon Schmidt „Mit der naturwissenschaftlichen Elite Europas auf Gesprächsfuss“. In: A. Georg, O.K. Madsen, N.-P. Albertsen (Hrsg.) „Die Dänische Rundschau“, Kopenhagen 1977. S. 24-29.
- Emilio Segrè „Die grossen Physiker und ihre Entdeckungen“, Band 1, 2. Auflage, April 1990, S. 203. - weitere Beispiele ähnlicher Meinungen, u.a. von Léon Rosenfeld oder Wilhelm Ostwald zu Ørsted bei Christensen 1995, S. 183f
- Timothy Shanahan „Kant, Naturphilosophie, and Ørsted’s Discovery of electromagnetism: A reassessment“. In: Stud. Hist. Phil. Sci., Vol. 20, No. 3, 1989, S. 287-305.
- Sandro Stringari und Robert R. Wilson „Romagnosi and the discovery of elektromagnetism“. In: Rendiconti Lincei, Vol.11, Nr.2, Mailand 2000, S.115-136.
- Walter D. Wetzels „Johann Wilhelm Ritter: Physik im Wirkungsfeld der deutschen Romantik“, Berlin, New York, 1973.

L. Pearce Williams „André Marie Ampère“. In: K. v. Meyenn „Die großen Physiker“, 2 Bände, München 1997. Vol 1, S. 336-356.

Andrew D. Wilson „The Way from Nature to God“. In: R.M. Brain, R.S. Cohen, O. Knudsen (Hrsg) „Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science“, Springer 2007, S. 1-11.

Andrew D. Wilson „Die romantischen Naturphilosophen“. In: K. v. Meyenn „Die großen Physiker“, 2 Bände, München 1997. Vol 1, S. 319-335.

- ENDE -