

Von Guillaume Benjamin Duchenne de Boulogne zu Robert Remak  
und Hugo Wilhelm von Ziemssen:  
Die Neurologie auf dem Weg zur physikalischen Diagnostik\*

Von Frank Stahnisch

*Summary:* GUILLAUME BENJAMIN DUCHENNE DE BOULOGNE'S (1806–1875) experiments with the method of electropuncture, formerly introduced into neurology and physiology by JEAN-BAPTISTE SARLANDIÈRE (1787–1838) and FRANÇOIS MAGENDIE (1783–1855), are widely known in medical historiography. The psychological orientation of DUCHENNE'S experiments in relation to his general typology of emotion, however, is quite often overlooked. It was the declared aim of the French neurologist to develop a „kind of living anatomy“ in the wider context of his systematic myological doctrine of function. Especially in the German-speaking countries, DUCHENNE'S approach has not gone unopposed: Berlin neurohistologist ROBERT REMAK (1815–1865) and Erlangen physician HUGO WILHELM VON ZIEMSEN (1829–1902) objected to some methodological assumptions of the French scientist. With a view on technological developments that regard diverse instrumental attempts as well as clinical and experimental practices, this article traces some paths of the branched course of neurology to physical diagnostics.

*Keywords:* electropuncture, myological doctrine of function, typology of emotion

*Zusammenfassung:* GUILLAUME BENJAMIN DUCHENNE DE BOULOGNES (1806–1875) Versuche mit der durch JEAN-BAPTISTE SARLANDIÈRE (1787–1838) und FRANÇOIS MAGENDIE (1783–1855) in die Neurologie und Physiologie eingeführten Elektropunktion sind weithin bekannt. Die Motive jedoch, die DUCHENNES Absichten mit diesem neuen Verfahren zu Grunde lagen und die zu seinen unzähligen elektrotherapeutischen Detailstudien führten, sind vielfach Gegenstand von Spekulation. In traditionellen medizinhistorischen Einschätzungen wird DUCHENNE zwar meist als Pionier der französischen Neurologie des 19. Jahrhunderts und als Schöpfer der modernen Elektrodiagnostik gefeiert, doch wird die physiognomische Orientierung seiner Versuche im Rahmen einer

---

\* Ich danke den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 13. Jahrestagung der DGGN in Heidelberg für ihre hilfreichen Anregungen und ihre konstruktive Kritik.

allgemeinen Affektypologie häufig übersehen. So war es seine erklärte Absicht, „eine Art von lebendiger Anatomie“ mit dem Ziel einer systematischen myologischen Funktionslehre zu entwickeln. DUCHENNE griff dabei auf die methodologischen Neuerungen der experimentellen Physiologie zurück, die eine veränderte Bedeutungszuweisung von nervalen Funktionen zu anatomischen Strukturen ermöglichen sollten. Vor allem im deutschsprachigen Raum blieb seine Herangehensweise aber nicht unwidersprochen: So wiesen der Berliner Neurohistologe ROBERT REMAK (1815–1865) und der Erlanger Internist HUGO WILHELM VON ZIEMSEN (1829–1902) einige methodische Annahmen des Franzosen zur „muskulären Wahrnehmung“ zurück, da DUCHENNE ihrer Meinung nach eine unzulässige Identifikation von elektrischen Strömen mit Nervenimpulsen vorgenommen hatte. Unter Beachtung der unterschiedlichen apparativen Ansätze, klinischen Praktiken und Konzeptionen soll im vorliegenden Beitrag einzelnen Debatten und Umwegen nachgegangen werden, über welche die Neurologie zu einem ihrer hervorragenden diagnostischen Verfahren kam.

*Schlüsselwörter:* Elektropunktion, myologische Funktionslehre, Affektypologie

## 0. Einleitung

Die historische Entwicklung der physikalischen Diagnostik lässt sich auch als ein zentraler Forschungsbereich moderner Geschichtsschreibung von Neurologie und Psychiatrie abstecken. Mit der Einführung physikalisch-diagnostischer Methoden in die grundlagenmedizinische Forschung sowie die therapeutische Krankenversorgung werden einige wichtige Momente der Neurologiegeschichte verknüpft: Es ist beispielsweise argumentiert worden, dass die Verwendung, die Weiterentwicklung und die Etablierung elektro-physikalischer Ansätze den frühen naturwissenschaftlich orientierten Neurologen<sup>1</sup> zur

<sup>1</sup> Auch wenn beginnend mit MAX NONNE (1861–1959) der erste eigene Lehrstuhl für Neurologie im Jahr 1919 an einer deutschen Universitätsklinik – in Hamburg – eingerichtet wurde und damit die Disziplinbildung der Neurologie auch im Kanon der medizinischen Fachdisziplinen allgemein akzeptiert worden ist, lässt sich doch mit einigem Recht schon vor dieser Zeit von Neurologen sprechen, solchen Ärzten also, die nach unserem heutigen Verständnis aufgrund ihrer Methoden und des von ihnen behandelten Krankenspektrums als Neurologen gelten würden. Um hier nicht maniert von „neurologisch arbeitenden Medizinern“ reden zu müssen, werde ich durchgängig die modernen Begriffe „Neurologie“, „Neurologen“, „Psychiatrie“ und „Psychiater“ verwenden. Dass es insgesamt nicht einfach ist, anhand einzelner universitätshistori-

ihrer eigenen Professionalisierung,<sup>2</sup> zur Bildung besonderer Schulen und sogar einer neuen Disziplin gedient habe.<sup>3</sup> Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass die elektro-physikalischen Ansätze die therapeutischen Optionen der neurologischen Klinik geweitet und vertieft hätten.<sup>4</sup> Schließlich wurde aus einer primär ideengeschichtlichen Perspektive auf die Tragweite konzeptioneller Verschiebungen aufmerksam gemacht, die aus dem Wechselspiel labormäßiger Untersuchungen und klinischer Erwägungen hervorgegangen sind.<sup>5</sup> Gegenüber dieser Fülle vorangehender Forschungsansätze liegen die technischen Voraussetzungen und kontextuellen Wechselwirkungen zwischen den physikalisch-diagnostischen Neurologen, der medizinischen Geräteentwicklung sowie den auf Repräsentation ausgerichteten Anwendungskontexten – etwa dem demonstrativen Laborexperiment oder auch der Krankenfotografie – noch weitgehend im Dunkeln.

Deshalb möchte ich mich in diesem Artikel dem Einfluss von „Technisierungsprozessen“<sup>6</sup> in der Neurologie zuwenden und danach fragen, welche Ausstattungen, methodischen Repertoires und instrumentellen Verfertigungen verfügbar waren, auf denen die frühen Elektrodiagnostiker aufbauen konnten und die sie in ihren medizinischen Anwendungskontexten weiterentwickelten. Zwar wird weithin davon ausgegangen, dass solche Technisierungsprozesse für die Entwicklung der wissenschaftlichen Medizin des 19. Jahrhunderts eine wichtige Rolle spielten und in der neurologischen Diagnostik zu

schwerer Entwicklungen die Etablierung eines medizinischen Spezialfachs zu beschreiben, darauf hat kürzlich KREFFT (1999) erneut hingewiesen.

<sup>2</sup> Siehe beispielsweise LICHT (1944), S. 456–461. 1872 konnte sich in Berlin Martin Bernhardt (1844–1915) erstmals für Nervenkrankheiten und Elektrotherapie habilitieren, nachdem zwischen 1862 und 1869 schon in Wien fünf Elektrotherapeuten die Lehrbefugnis der Medizinischen Fakultät erhalten hatten; vgl. HOLDORFF (2001), S. 135, HUBENSTORF (1993), S. 244.

<sup>3</sup> So etwa SCHILLER (1982), S. 5–8, EULNER (1970), S. 282.

<sup>4</sup> KISCH (1954), S. 282–285.

<sup>5</sup> Vgl. BREIDBACH (1997), S. 245–247, MC HENRY (1969), S. 297f. und 344f.

<sup>6</sup> Auch auf der letztjährigen Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik e.V. wurde allgemein festgestellt, dass Technisierungsprozesse – im Gegensatz zur historischen Sozialwissenschaft und zur Technikgeschichte – bisher wenig Aufmerksamkeit im Rahmen wissenschaftshistorischer Untersuchungen erfahren haben. Es lägen kaum fertige analytische Instrumentarien vor, und ein Verständnis ihrer Bedeutung müsse zunächst auf deskriptiven Fallstudien gründen. Gleichwohl ist die Tragweite von Technisierungsprozessen als besonderer Tiefendimension der Medizin- und Wissenschaftshistoriographie im Industriezeitalter sowie in der „Postmoderne“ hervorgehoben worden. Vgl. etwa HESS (2003), insbesondere S. 181 und 194f.

tief greifenden Veränderungen führten.<sup>7</sup> Doch ist bislang wenig geklärt, welche Wechselwirkungen zwischen medizinischer Theoriebildung, diagnostischen Gesichtspunkten und dem zunehmenden Einfluss solcher Entwicklungen bestanden. Es soll hier deshalb der Beziehung von experimentell erworbenem Wissen und diagnostischer Anwendungspraxis beim Verfahren der Elektropunktion („électropuncture“) nachgegangen werden, das insbesondere durch den Pariser Neurologen DUCHENNE DE BOULOGNE in Frankreich propagiert wurde.<sup>8</sup> Ferner wird argumentiert, dass DUCHENNE die von SARLANDIÈRE im Jahr 1825 entwickelte Methode,<sup>9</sup> die er selbst im Labor des Pariser Experimentalphysiologen Magendie erlernt hatte, nicht nur in eigener Werkstatt weiterentwickelte.<sup>10</sup> Vielmehr weitete er den experimentellen Zugang aus und wandte ihn in unterschiedlichen Pariser Krankenhäusern an.<sup>11</sup>

### 1. Die Elektropunktion in den Händen DUCHENNES

Der 1806 in Boulogne-sur-Mer bei Calais geborene DUCHENNE hatte 1827 im benachbarten Douai das Baccalaureat bestanden und war zum Medizinstudium in die französische Hauptstadt gegangen. Neben MAGENDIE gehörten auch der Kliniker RENÉ-THÉOPHILE-HYACINTHE LAËNNEC (1777–1835) sowie die bedeutenden Chirurgen LÉON CRUVEILHIER (1791–1874) und BARON GUILLAUME DUPUYTREN (1777–1835) zu seinen akademischen Lehrern.<sup>12</sup> Mit JOHN LESCH lässt sich feststellen, dass DUCHENNE somit im neuen „setting“ der naturwissenschaftlichen Medizin ausgebildet worden ist, in dem neben umfangreichem Beobachtungswissen in den Pariser Großkrankenhäusern, auch fundierte chirurgisch-pathologische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten in Experimentalphysiologie vermittelt wurden.<sup>13</sup>

Das Medizinstudium schloss DUCHENNE 1831 mit einer Doktorarbeit über die chirurgische Versorgung von Verbrennungen ab, jedoch gelang es ihm auf Grund mittelmäßiger Studienresultate nicht, eine akademische Position an der Pariser Fakultät zu erhalten. Er sah sich also gezwungen, nach Boulogne-sur-Mer zurückzukehren, wo er für zehn Jahre als praktischer Arzt tätig wurde. Erst nach einigen privaten Schicksalsschlägen kehrte DUCHENNE in die französische Hauptstadt zurück, um seine medizinischen Forschungen wieder aufzunehmen.<sup>14</sup> Parallel zu seiner Tätigkeit in einer Privatpraxis wandte sich nun DUCHENNE in fast obsessiver Weise der von Magendie experimentalphysiologisch eingesetzten Elektropunktion in diagnostischen und therapeutischen Versuchen zu.<sup>15</sup>

Mit dieser Methode sollte DUCHENNE bald eine skurrile Berühmtheit werden: Auf der einen Seite gelang es ihm unzweifelhaft den größten Beobachtungsbestand elektrotherapeutisch behandelter Patienten aufzubauen, während er auf der anderen Seite ein Sonderling blieb, der trotz dieser Leistungen nicht von der Pariser „medical community“ akzeptiert wurde und selbst keine Klinikstelle bekleiden konnte.<sup>16</sup> Infolgedessen war er für die Durchführung eigener Forschungen auf das besondere Wohlwollen der Klinikchefs und Stationsärzte, wie JEAN-MARTIN CHARCOT (1825–1893) oder PIERRE PAUL BROCA (1824–1880), angewiesen, die ihm freie Hand bei der Auswahl von Patienten und Patientinnen gaben.<sup>17</sup>

<sup>7</sup> Vgl. etwa HUBENSTORF (1993), S. 243–245, CLARKE u. JACYNA (1987), S. 187–196.

<sup>8</sup> CUTHBERTSON (1990), S. 252–256, JOKL (1967), S. 273–279.

<sup>9</sup> SARLANDIÈRE (1825), LASÈGUE u. STRAUSS (1875), S. 696, vgl. zudem MC HENRY (1969), S. 200.

<sup>10</sup> MAGENDIE setzte die Elektropunktion primär als eine experimentalphysiologische Hilfsmethode ein. Sie versprach für ihn, dort zu einer Erweiterung der grundlagenmedizinischen Kenntnisse über die Funktionen des lebendigen Körpers beizutragen, wo die anatomische Beschreibung zu kurz griff, wie er in seinen „Leçons sur les Fonctions et Les Maladies du Système Nerveux“ von 1840/41 deutlich machte. Siehe auch STAHNISCH (2003), S. 66–68.

<sup>11</sup> Zu den Auswirkungen dieses Zugangs vgl. die jeweiligen Unterkapitel zu „elektrophysiologischen Versuchen“ beziehungsweise „Elektrophysiologie“ am Bewegungsapparat in DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), passim.

<sup>12</sup> JOKL (1965), S. 273f., OLMSTED (1944), S. 147f.

<sup>13</sup> LESCH (1984), insbesondere S. 12–30 und 197–226.

<sup>14</sup> Vgl. HAYMAKER u. SCHILLER (1970), S. 430–435.

<sup>15</sup> In ähnlicher Weise wie für REMAK ist auch für DUCHENNE die Notwendigkeit geltend gemacht worden, sich als Außenseiter einer nicht-etablierten Methode widmen zu müssen, um sich auf diese Weise profilieren zu können. Anders als REMAK in Berlin scheint sich DUCHENNE jedoch nicht intensiv um die Erlangung einer festen Position an der Pariser Fakultät bemüht zu haben. Vgl. hierzu ENDTZ (1983), S. 440f., VON EULENBURG (1930).

<sup>16</sup> CUTHBERTSON (1990), S. 225–229.

<sup>17</sup> Mit großer Wahrscheinlichkeit lässt sich die Bereitschaft von ausgewiesenen Klinikärzten, DUCHENNE an „ihrem Krankenmaterial“ partizipieren zu lassen, auf eine wechselseitige Beziehung des Gebens und Nehmens zurückführen: Während DUCHENNE elektrodiagnostische Untersuchungen auf verschiedenen Stationen der Pariser Krankenhäuser durchführen konnte und von CHARCOT in der pathologisch-anatomischen Sektion unterrichtet wurde, führte er letzteren in die therapeutische Praxis der Elektropunktion wie auch in die Anwendung der klinischen Fotografie ein. CHARCOT soll DUCHENNE deshalb sogar als seinen „neurologischen Lehrer“ bezeichnet haben. Siehe etwa ENDTZ (1983), S. 441f., VON EULENBURG (1930).

## 2. Zur Verwandlung der neurologischen Klinik in ein elektrophysiologisches Versuchsfeld

Schon 1835 hatte DUCHENNE einen ersten, an Neuralgien leidenden Patienten mit galvanischen Strömen behandelt und das zuvor im Tierexperiment erworbene Grundlagenwissen auch auf die klinische Praxis übertragen. Wie viele andere seiner wissenschaftlich interessierten Kollegen machte DUCHENNE aus der Not eine Tugend, als er seinen ersten „faradischen Apparat“ entwarf (vgl. Abb. 1):<sup>18</sup> Dadurch, daß er nicht auf einer festen Station forschen konnte, musste er ein transportables Gerät entwickeln, das ihn auf seine weitläufigen Visiten in den Hospitälern der französischen Hauptstadt begleitete.



Abb. 1: Duchenne und sein faradischer Apparat. Der auf der Abbildung dargestellte ältere Patient war DUCHENNES bevorzugtes Studienobjekt, da er an einer kraniofazialen Anästhesie litt und deshalb die unkomfortablen Elektroden gut tolerierte (aus: Duchenne de Boulogne, 1862, o.P.).

<sup>18</sup> Vgl. LESCH (1984), S. 90–92, OLMSTED (1944), S. 45–61.

Der Stromgenerator seines Elektropunktiergeräts bestand aus einer einfachen Kohle-Zink-Batterie, und zur elektrischen Reizapplikation wandte DUCHENNE geformte Stromgeber an, die örtlich auf die Haut aufgebracht wurden („*électrisation localisée*“) und oft zusätzlich durch Textilappen isoliert waren.<sup>19</sup> Die Applikatoren wurden außerdem gut angefeuchtet und auf die lokal benetzte Haut aufgedrückt, wodurch die Elektropunktion noch subkutan liegende Strukturen wie Nerven oder Muskeln erfassen sollte. Daneben wandte DUCHENNE eine faradische Reizung der Körperoberfläche an, die er mit pinsel-förmigen „Stromgebern“ (vgl. Abb. 2) hervorrief, die trocken über die Haut gestrichen wurden („*faradisation cutanée*“) und damit kurze Induktionsströme ermöglichten.<sup>20</sup>

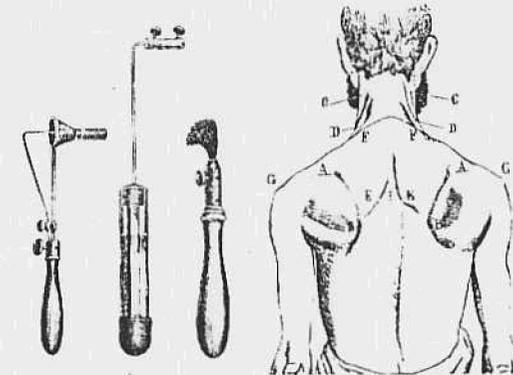


Abb. 2: DUCHENNES Induktionspinsel. Daneben eine topographische Beschreibung von Dystrophie der Schulternackenmuskulatur mit den „Specialpunkten der localen Electrification“ (aus: Ziemssen, 1872, S. 224, Duchenne de Boulogne, 1885, S. 9).

DUCHENNE stellte seine elektrophysiologischen Untersuchungen in „*L'Electrisation localisée*“ erstmals 1855 einem breiteren Publikum vor und standardisierte sein Verfahren: So präsentierte er später auch topographische Beschreibungen, nach denen nur an bestimmten Körperstellen Strom appliziert werden sollte (vgl. Abb. 2).

Außerdem hatte er ab 1852 die Fotografie als Hilfsmittel für seine physiognomischen Analysen eingeführt und seine elektrodiagnostischen Bemühungen damit in einen

<sup>19</sup> Siehe auch LICHT (1944), S. 456f.

<sup>20</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), S. 630f.

breiten klinischen Kontext gestellt:<sup>21</sup> So war sein 1862 erschienenes Werk „Mécanisme de la Physiognomie humaine“ bereits mit vierundachtzig eingeklebten Fotografien ausgestattet. In diesem Werk präsentierte er auch die in systematischer Form vorgenommenen Elektrostimulationen an der Gesichtsmuskulatur, mit denen er beabsichtigt hatte „die Sprache der Leidenschaften und der Gefühle sprechen zu lassen“. Jede muskuläre Kontraktion sollte nach seiner Vorstellung auf ein Pathos beziehungsweise eine Pathologie zurückschließen lassen (vgl. Abb. 4).<sup>22</sup>

Als Zufallsbefund stellte DUCHENNE in seinen klinisch-elektrodiagnostischen Versuchen fest, dass die Reizung ausgesuchter Hautpunkte auch eine motorische Reaktion von Gesichts- und Extremitätenmuskeln auslösen konnte. In seinem Vorabbericht an die Pariser „Académie de Médecine“ erklärte er diese Beobachtung mit einem Unterschied „direkter Muskelstimulation“ – gegenüber einer „indirekten Stimulation“ an den Nervenstämmen –, da sich von mehreren oberflächlich gelegenen Hautstellen („points d'élection“) aus die Muskulatur zur Kontraktion bringen lasse.<sup>23</sup> Tatsächlich wies DUCHENNE – ähnlich wie CHARCOT – eine Identifikation von Elektrizität und Nervenimpulsen aber zurück und entwickelte vielmehr das Konzept eines so genannten muskulären Gedächtnisses („conscience musculaire“). Nach vorausgegangener elektrischer Innervation sollte dieses „muskuläre Gedächtnis“ nicht nur eine körperliche Disposition zu schnellen Antworten darstellen, sondern zugleich ein gemeinsames Substrat für „indirekte Nervenstimulation“ und „direkte Muskelstimulation“ sein.<sup>24</sup>

Bis heute sind die allgemeinen Motive für DUCHENNES Beschäftigung mit der Elektropunktion jedoch nicht völlig geklärt. Dies gilt insbesondere für seine Absicht, die elektrodiagnostische Methode zur Entwicklung einer Art von lebendiger Anatomie („anatomie vivante“) zu gebrauchen:

„Unter dem Eindruck dieser [historischen] Überlegungen begann ich denn meine Untersuchungen und hatte keinen anderen Wunsch als den, durch den Nachweis schon bekannter Thatsachen meine persönliche Wissbegierde zu befriedigen, keinen anderen Ehrgeiz als den, eine Art lebender Anatomie nach dem Beispiel der Alten zu demonstrieren, – was beim Menschen noch nie geschehen war.“<sup>25</sup>

<sup>21</sup> Vgl. AUBERT (2002), S. 257f., MAEHLE (1989), S. 141f., GERNSHEIM (1962), S. 92.

<sup>22</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1862), zit. n. MAEHLE (1989), S. 138, wie auch DIDI-HUBERMAN (1997), S. 251f.

<sup>23</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1849), S. 668.

<sup>24</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1858), S. 73–77.

<sup>25</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), S. 20.

Dass DUCHENNES „lebendige Anatomie“ jedoch mehr zu sein beabsichtigte, als „den Ansprüchen der darstellenden Künste gerecht [zu] werden [und] die todte Anatomie der Kunstanstalten bald [zu] verdrängen“, wie dies 1885 der Breslauer Psychiater Carl Wernicke (1848–1905) im Vorwort zu DUCHENNES „Physiologie der Bewegungen“ schrieb,<sup>26</sup> ist evident. In seiner programmatischen Formulierung griff DUCHENNE vielmehr auf die methodologischen Neuerungen der experimentellen Physiologie eines MAGENDIE oder eines CLAUDE BERNARD (1813–1878) zurück,<sup>27</sup> um zu einer veränderten Bedeutungszuweisung von nervalen Funktionen zu anatomischen Strukturen zu gelangen:

„In der That haben bis zu diesem Tage die Physiologen in ihren Spezialabhandlungen diese Art und Weise der Physiologie [die Physiologie der willkürlichen Bewegungen] vernachlässigt, als ob nicht beispielsweise das eingehende Studium des Mechanismus der Handbewegungen für den Gebrauch derselben, ferner der Mechanismus der Fussbewegungen beim Gange, beim Laufen etc. ebenso nützlich wäre, wie das Studium des Stimmmechanismus, welchem sie lange Betrachtungen gewidmet haben!“<sup>28</sup>

DUCHENNE wollte vielmehr sämtliche verbalen und non-verbalen Äußerungsformen des Menschen als Willkürhandlungen sowie als „Expression“ persönlicher Charaktereigenschaften begreifen, um so die menschliche „Physiognomie im Ganzen“ verstehen zu lernen.<sup>29</sup> Diesem szientistischen Ansatz folgend wandte sich DUCHENNE neben den physiologischen Bewegungen und Haltungsformen des Körpers auch pathophysiologischen Erwägungen zu: So teilte DUCHENNE die neurologischen Erkrankungen in zwei Hauptkategorien auf, nämlich solche Pathologien, die auf einer Degeneration des muskulären Substrats gründeten,<sup>30</sup> und somit nicht auf Elektrostimulation reagieren konnten, und solche, die noch Reaktionen zeigten, selbst wenn die nervale Erregungsleitung unterbrochen war. Und auch wenn DUCHENNE die Elektrostimulation als therapeutische Methode konzipierte, nutzte er sie intensiv als diagnostisches Werkzeug, um die Abweichung pathologischer Phänomene von der natürlichen muskulären Bewegung nachvollziehen zu können:

<sup>26</sup> WERNICKE in seinem Vorwort zu DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), S. XVI.

<sup>27</sup> Vgl. OLMSTED u. OLMSTED (1952), S. 72–80, 221–223.

<sup>28</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), S. XXVI.

<sup>29</sup> Ebenda, S. 636f.

<sup>30</sup> REMAK folgte einem ähnlichen Programm, setzte diesen Gedanken aber zunehmend in seine aktiven neurohistologischen Studien um und machte ihn damit auch in anatomischer Hinsicht fruchtbar. Vgl. HINTZSCHE (1975), S. 369.

„Die elektrische Kraft auf die [einzelnen] Organe richten und beschränken heisst der Beobachtung ein noch unerforschtes weites Feld öffnen. Die Localisation dieser Kraft gestattet in der That, gewisse physiologische Eigenschaften der Organe ebenso wohl zu erforschen wie ihre pathologischen Störungen.“<sup>31</sup>

GEORGES DIDI-HUBERMAN hat in seiner einflussreichen Studie zur fotografischen Klinik CHARCOTS genau auf diesen diagnostischen Aspekt im Werk DUCHENNES hingewiesen und ihn in den erweiterten Kontext einer an physiognomischen Themen interessierten Öffentlichkeit der Zeit gestellt. So habe man im Frankreich der 1860er und 1870er Jahre ausgesprochen „methodisch“ gedacht und dabei in systematischer Form noch die rarsten Fälle von Nervenkrankheiten den neuen objektivierenden Verfahren von Medizin und Technik unterzogen. Hierdurch sei das Erbe der Phrenologie<sup>32</sup> im Gewand einer Lokalisationslehre des Gefühlsausdrucks angetreten worden.<sup>33</sup> Nach der Logik DUCHENNES sollte es letztlich nur ein kleiner Schritt sein, um die „inszenierten Gefühlsausdrücke“ der Patientinnen und Patienten als objektivierbare Basis ihres Gemüts- und Krankheitszustands erkennen zu lassen, wenn es mit den neuen elektrophysiologischen Mitteln gelänge, auch den „zerebralen Automatismus“ bei Nervenkranken zu erfassen. So gesehen suchte der physikalische Diagnostiker nach differentiellen Ausdrucksformen sämtlicher Emotionen und unterstrich damit die grundlegende Bedeutung des Sichtbaren für die Nervenheilkunde.

Dass sich DUCHENNES Hoffnungen auf Verbesserung der neurologischen Diagnostik durch die Elektropunktion aber nur teilweise erfüllen ließen, stellte der Zürcher Neurologe RUDOLF BRUN (1885–1969) am 6. November 1926 in seinem Referat vor der „Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft“ heraus. Annähernd achtzig Jahre nach ihrer Einführung durch DUCHENNE würden viele Neurologen die Elektrodiagnostik noch

<sup>31</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1858), S. 91.

<sup>32</sup> Unter der „Phrenologie“ wird allgemein der von Johann Caspar SPURZHEIM (1776–1832) eingeführte Begriff für die von FRANZ JOSEF GALL (1758–1828) begründete kranioskopische Lehre verstanden, nach der sich die charakterlichen und intellektuellen Eigenschaften des Menschen anhand seiner Kopf- und Schädelform bestimmen und erkennen lassen sollten. Siehe hierzu BREIDBACH (1997), S. 80–90.

<sup>33</sup> Als abstruser Endpunkt dieses Ansatzes eines „Mechanismus der menschlichen Physiognomie“ können die gemeinsam von DUCHENNE mit dem Maler und Fotografen Adrien Tournachon (1825–1903) aufgenommenen Bildreihen gelten, die „hysterische“ und „somnambule“ Patientinnen nach Art theatralischer Choreographien bei elektrisch „induzierten Delirien“ zeigen und gewissermaßen das Theater des Grimassierens für den Fotografen inszenieren. Damit sollten sie die faktische Einflußnahme des faradischen Apparats auf willentliche Handlungen unterstreichen und vorhersagen helfen. Vgl. DIDI-HUBERMAN (1982), S. 251–258.

immer nicht methodisch einwandfrei einsetzen und diese Methode sogar in die Hände ungeübten Hilfspersonals abgeben:

Es wäre auch ein Irrtum, etwa zu glauben, dass wir der Elektrodiagnostik (zur genaueren Indikationsstellung hinsichtlich Wahl der Stromart, des Reizpoles usw.) lediglich vor Einleitung der Elektrotherapie bedürfen: Wir müssen sie vielmehr auch im Laufe der Behandlung bekanntlich immer wieder von Zeit zu Zeit zu Rate ziehen, d. h. von Zeit zu Zeit wieder die Erregungsverhältnisse nachprüfen [...]. Es gehört selbstverständlich auch grosse elektrodiagnostische und -therapeutische Übung dazu, schon leichte Veränderungen der galvanischen Muskelreaktion (z.B. ein Blitzartigerwerden der galvanischen Zuckungen und den Wiedereintritt der normalen Zuckungsformel) rechtzeitig zu erkennen [...]. Wenn die Elektrotherapie [...] in den letzten Jahrzehnten bei einem Grossteil der Kliniker geradezu in Misskredit gekommen ist, so dürfte daran m. E. nicht zuletzt der Umstand schuld sein, dass die Ärzte diese langwierige [...] Therapie in zunehmendem Maße nicht mehr selbst ausübten, sondern dieselbe immer mehr ihrem subalternen Hilfspersonal überliessen [...] Und dann wunderte man sich, wenn unter solchen Umständen die Erfolge, wie sie seinerzeit ein *Duchenne*, [Wilhelm Heinrich] *Erb* [1840–1921], [Hermann] *Oppenheim* [1858–1919] usw. hatten, ausblieben und klagte die Methode als solche an!“<sup>34</sup>

### 3. Deutsche Bedenken gegen eine französische Entwicklung

Vor allem im deutschsprachigen Raum wurde DUCHENNES Entwicklung der Elektrodiagnostik fast zeitgleich mit ihrem Bekanntwerden „angeklagt“: So wiesen etwa der Berliner Neurohistologe REMAK sowie der Erlanger Internist und Direktor des Universitätskrankenhauses VON ZIEMSEN zentrale methodische Annahmen des Franzosen als anatomisch unzutreffend und klinisch nicht umsetzbar zurück.

Der in Posen geborene REMAK hatte ab 1833 an der Berliner Universität studiert und war von JOHANNES MÜLLER (1801–1858) und CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG (1795–1876) in das anatomisch-histologische Arbeiten eingewiesen worden.<sup>35</sup> Neben einer ausgedehnten Privatpraxis führte er später unter JOHANN LUKAS SCHONLEIN (1793–1864) mikroskopische Studien des Nervensystems insbesondere an Spinalnerven, am autonomen Nervensystem sowie an der Hirnrinde fort und konnte sich mit diesen Arbeiten im Jahr 1847 als erster jüdischer Wissenschaftler an der Berliner Fakultät habilitie-

<sup>34</sup> BRUN (1926), S. 159f.

<sup>35</sup> NOWICKI (1986), S. 32f., KRONTHAL (1933), S. 124, PAGEL (1932); siehe beispielhaft etwa REMAK (1840).



webseigenschaften einer von morphologischen Forschungsinteressen absorbierten Neurologie bahnten den Weg für die galvanische Methode. Vielmehr hatte REMAK somit die neuen Technisierungsprozesse für das ungelöste Problem des Subjektiven in der neurologischen Diagnostik nutzbar gemacht.<sup>45</sup> Dies gilt etwa für seine Bestrebungen, die komplexen Prozesse im lebendigen Organismus mit ihrem Einfluss durch die subjektive „Herrschaft des Willens“ auf die elektrophysiologischen Phänomene nachzuzeichnen.<sup>46</sup> Mit Hilfe der neuen SIEMENS-REMAKschen Zink-Kupfer-Batterie vermochte er konstante Ströme entlang der Nervenstämmen nun besser kontrollier- und wiederholbar einzusetzen, was ihm auch dazu diente, den Einfluss des Willens bei den untersuchten Patienten und Patientinnen als Mitbeteiligung des Zentralen Nervensystems zu begreifen.

Für den Einsatz seiner impulsartigen Ströme musste demgegenüber DUCHENNE noch auf seinen Patienten mit kraniofazialer Anästhesie zurückgreifen (vgl. Abb. 1), um annähernd standardisierte Untersuchungsbedingungen zu erhalten. Dies sollte ihm später in vergleichender Hinsicht als Paradigma für weitere experimentell gewonnene Erfahrungen dienen, aus denen er die schmerzhaften Stromstöße bei den Patienten und Patientinnen zu abstrahieren suchte. Nicht zuletzt aus diesem Grund wurde DUCHENNE von REMAK in seiner frühen Schrift „Über methodische Electricisierung gelähmter Muskeln“ kritisiert, da die Induktionsströme tatsächlich starke Hautschmerzen hervorriefen, die einfach „schrecklich“ seien.<sup>47</sup> Zudem wies der Berliner Neurohistologe einige Annahmen des Franzosen zur muskulären Wahrnehmung („conscience musculaire“)<sup>48</sup> zurück, weil DUCHENNE seines Erachtens eine unzulässige Identifikation von elektrischen Strömen mit Nervenimpulsen vorgenommen hatte. Die gemeinsame Erregungsleitung von „indirekten muskulären“ und „direkten nervalen“ Strömen konnte er nicht als ein Argument für eine gleiche Wirkungsendstrecke akzeptieren, sondern ging davon aus, dass das anatomische

ebenfalls histologische, vergleichend-anatomische und neurophysiologische Methoden zusammenführte und nach seinem Ruf auf die Berner Professur für Physiologie – 1836 – verstärkt über die Frage der Muskel- und Nerven elektrizität zu arbeiten begann. Vgl. FELLER (1935), S. 71, 251–254.

<sup>45</sup> Seine wissenschaftliche Umtriebigkeit und nicht zuletzt die spektakulären Erfolge, die er mit der Elektrodiagnostik und -therapie vorweisen konnte, verhalfen REMAK letztlich dazu, dass er 1859 zum außerplanmäßigen Professor für Anatomie und Embryologie an die Berliner Charité berufen wurde. Siehe HINTZSCHE (1975), S. 369.

<sup>46</sup> REMAK (1857), S. 234.

<sup>47</sup> REMAK (1856a), S. 11.

<sup>48</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1872), S. 74.

Substrat der Nervenäste in Muskeln durch unterschiedliche physikalische Einflüsse erregbar sei:

„Nichts ist so einfach, wie die direkte muskuläre Faradisierung der oberflächlichen Regionen des Brustkorbes und der oberen Extremitäten, wenn man nur einige anatomische Grundkenntnisse insbesondere der Oberflächenanatomie besitzt. Für die tieferliegende Extremitätenmuskulatur weist die direkte muskuläre Faradisierung hingegen wesentlich mehr Schwierigkeiten auf, obgleich die meisten [dieser Muskeln] einen oberflächennahen Punkt aufweisen, durch den sie direkt [elektrisch] erregt werden können.“<sup>49</sup>

Auch die Annahme ausgewiesener muskulärer Erregungspunkte wies REMAK zurück, da diese für ihn von einem anatomischen und physiologischen Missverständnis getragen sei.<sup>50</sup> Vielmehr ersetzte er die DUCHENNESchen Begriffe durch diejenigen der „extramuralen Erregung“, wenn ein Muskel oder eine Muskelgruppe durch den zuführenden Nervenstamm Impulse erhielt, sowie der „intramuskulären Elektrisierung“, für die REMAK die verzweigten Nervenästchen im Muskel verantwortlich machte.<sup>51</sup> Er warf somit seine morphologischen Kenntnisse in die Debatte ein, mit denen er sich gegenüber dem stärker klinisch orientierten Ansatz DUCHENNES auch weiter profilieren konnte.<sup>52</sup>

Die nachfolgende Polemik mit DUCHENNE verlor jedoch die Bedeutung der unterschiedlichen technischen Innovationen sowie der neurologischen Untersuchungssituation zunehmend aus dem Blick. Vielmehr verlagerte sie sich unter der Kritik REMAKS stärker auf das Feld von Neuroanatomie und -physiologie und entwickelte sich in der Eigenheit des 19. Jahrhunderts zu einem fulminanten Prioritätenstreit. Dies wird in DUCHENNES Replik auf das REMAKSche Werk besonders deutlich:

„Unglücklicherweise für die Priorität seiner grossen Entdeckung sind diejenigen Versuche, welche er [REMAK] gemacht hat, um einen anatomischen Grund zu finden, genau dieselben, die ich 1852 vor seinen Augen gemacht habe [...] Aus alledem kann man nur schliessen, dass Herr Remak dasjenige, was er 1852 wegen Mangel ausreichender anatomischer Kenntnisse nicht begriff, endlich 1855 begriffen und verstanden hat.“<sup>53</sup>

<sup>49</sup> REMAK (1856a), S. 11.

<sup>50</sup> Ebenda.

<sup>51</sup> Ebenda, S. 14.

<sup>52</sup> Diese Forschungsorientierung sicherte ihm insbesondere die wichtige Unterstützung des Anatomen und Physiologen JOHANNES MÜLLER (1801–1858) in seinen Bemühungen um eine Professur an der Berliner Charité. Siehe NOWICKI (1986), S. 35, Hintzsch (1975), S. 368, KRONTHAL (1933), S. 129.

<sup>53</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1855), S. 251.

Obwohl seine Beschwerde gegenüber REMAK nicht jeder Grundlage entbehrt, so ist doch weitgehend unklar, warum DUCHENNE die Konzeptionen des Berliner Neurohistologen nicht als Fortentwicklung der Elektropunktion akzeptieren konnte.<sup>54</sup> Tatsächlich stellten sowohl REMAKs histologische Arbeiten in grundlagenmedizinischer Hinsicht als auch der SIEMENS-REMAKsche Batterieansatz auf technischer Ebene eine Verbesserung dar, die weitgehend material- und patientenunabhängige Untersuchungs- und Forschungsmöglichkeiten sicherstellten. Es erscheint in diesem Zusammenhang jedoch plausibel, mit SCHMIEDEBACH anzunehmen, dass DUCHENNE unter großem sozialen Druck stand, die eigene wissenschaftliche Originalität ohne universitäre Anbindung unter Beweis stellen zu müssen, um sich in der Pariser „medical community“ behaupten zu können.<sup>55</sup>

Aber nicht allein DUCHENNE tat sich mit der Umsetzung seiner Ideen zur Elektrodiagnostik schwer. Auch die REMAKschen Entwicklungen wurden von klinischen Kollegen kritisch rezipiert. So musste sich schließlich die Elektropunktion über den diagnostischen Rahmen hinaus auf den therapeutischen Kontext beziehen lassen, sollte sie auch der neurologischen Behandlung von Patientinnen und Patienten zugeführt werden.<sup>56</sup> Nach Maßgabe der standesrechtlichen Werthaltung durfte den Kranken mit einer Elektrotherapie, erst recht aber mit einem neuen elektrischen Diagnostikum nicht geschadet werden. Und wenn REMAK diese Aspekte nun bei DUCHENNE kritisierte, so lief er selbst Gefahr, dass sich das Urteil klinischer Neurologen gegen ihn wendete. Schließlich behauptete er sich in einem wissenschaftlichen Feld, das sich durch zunehmende Anforderungsdifferenzierung auf neurophysiologischem, technologischem, wie auch auf klinischem Gebiet auszeichnete und in dem bald selbst Spezialisten den allgemeinen Überblick verloren.<sup>57</sup>

Ein ähnliches Schicksal teilte der Erlanger Internist Hugo Wilhelm von ZIEMSEN.<sup>58</sup> Der in Greifswald geborene ZIEMSEN hatte im Revolutionsjahr 1848 das Medizinstudi-

<sup>54</sup> REMAKs „Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten“ war bereits 1860 – zwei Jahre nach ihrer Erstauflage – in französischer Übersetzung erschienen. Aber nicht nur dieses Werk, sondern auch mehrere kleinere Arbeiten, die in den „Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris“ publiziert wurden, hatten ihm einige Aufmerksamkeit in der französischen Hauptstadt zu Teil werden lassen, so etwa REMAK (1856d) u. (1860). Die allgemeinen Reaktionen der Pariser Akademie waren dabei eher vorteilhaft für REMAK ausgefallen. Vgl. SCHMIEDEBACH (1995), S. 207.

<sup>55</sup> SCHMIEDEBACH (1995), S. 207f., ähnlich auch ADAMS (1970), S. 433f.

<sup>56</sup> PAGEL (1932), S. 764.

<sup>57</sup> SCHMIEDEBACH (1995), S. 196 und 212f.

<sup>58</sup> Vgl. auch HOFFMANN (1972), S. 26–28.

um in seiner Heimatstadt aufgenommen, war ein Jahr später an die Berliner Universität gewechselt und schließlich RUDOLF VIRCHOW (1821–1902) 1850 nach Würzburg gefolgt.<sup>59</sup> Als VIRCHOWS „Privatassistent“ war ZIEMSEN über ein Jahr lang mit anatomisch-histologischen sowie tierexperimentellen Arbeiten betraut, als gegen Ende seiner Würzburger Zeit DUCHENNES „L'Electrisation localisée“ erschien. ZIEMSEN entdeckte die Elektropunktion nun als neues Forschungsgebiet für sich, eine Richtung, in der er während seiner folgenden Assistenzzeit unter FELIX VON NIEMEYER (1820–1871) in Greifswald zusätzlich bestärkt wurde. ZIEMSENS Habilitationsschrift „Electricität in der Medicin“ brachte ihm bereits 1857 einen Ruf auf den Lehrstuhl für experimentelle Pathologie und Therapie seiner Heimatuniversität ein.<sup>60</sup> Und auch nachdem er 1863 als kaum 34-jähriger die Professur für Spezielle Pathologie und Therapie in Erlangen antrat, gehörten die „elektrische Erregbarkeit von Nerven“<sup>61</sup> sowie die „Elektrotherapie des Nervensystems“<sup>62</sup> zu seinen zentralen Arbeitsfeldern in Forschung und Lehre. Ähnlich wie REMAK stellte auch er DUCHENNES Ansatz der Elektropunktion als „zufällig und unwissenschaftlich“ hin und positionierte die erste Auflage seiner „Electricität in der Medicin“ entsprechend:

„Es [ZIEMSENS Lehrbuch] soll durch kurze Erläuterungen der physikalischen und physiologischen Thatsachen sowie durch eine genaue Unterweisung in der Handhabung der localisirten Electrisation die anatomische Basis mehr und mehr befestigen helfen.“<sup>63</sup>

Nach kurzer historischer Einleitung setzte sich ZIEMSEN in den ersten Kapiteln seiner „Electricität“ mit der Wirkung des elektrischen Induktionsstroms auf das neuromuskuläre System auseinander und besprach prinzipielle Ausbreitungswege von Electricität im

<sup>59</sup> METTENLEITER (2001), S. 449f. Zu den besonderen Ironien dieser Geschichte im Elektrodiagnose-Streit zählt, dass auch REMAK in VIRCHOW einen Fürsprecher wusste, den er in einem Brief vom 23. September 1850 um Einflussnahme in seiner Bewerbung auf die Professur für Anatomie und Physiologie an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen bat. Wäre diese Bitte nicht erst nach Ende der Bewerbungsfrist an den Würzburger Pathologen gestellt worden, so hätte sich REMAK tatsächlich gute Chancen auf die Erlanger Professorenstelle ausrechnen können. Dann wäre es auch nicht unwahrscheinlich gewesen, wenn sich die beiden elektrodiagnostischen Opponenten REMAK und ZIEMSEN später an ein und derselben Fakultät wiedergefunden hätten, sodass auch diese Geschichte anders zu schreiben gewesen wäre. Siehe SCHMIEDEBACH (1995), S. 251f.

<sup>60</sup> HOFFMANN (1972), S. 8 und 27.

<sup>61</sup> ZIEMSEN (1872b).

<sup>62</sup> Vgl. auch Universitätsarchiv Erlangen T. II Pos. 1 Nr. 7 Lit. Z.

<sup>63</sup> ZIEMSEN (1864), S. VIII.

Körper. Anschließend verglich er unterschiedliche Leitwiderstände einzelner Gewebearten sowie Effekte von Stromimpulsen und Gleichstromapplikation. Hinsichtlich der „anatomischen Basis“ einer lokalisierten Elektropunktur führte er selbst die Erregungsorte DUCHENNES auf die anatomischen Eintrittstellen muskelversorgender Nerven zurück.<sup>64</sup> Daraufhin warf ihm DUCHENNE vor, selbst unter den Einfluss der „irrigen Ideen“ REMAKS geraten zu sein.<sup>65</sup>

Gleichwohl galt ZIEMSENS Lehrbuch lange als Standardwerk der Elektrodiagnostik und -therapie<sup>66</sup>, wie noch der Heidelberger Neurologe Wilhelm Heinrich Erb (1840–1921) in seinem einschlägigen „Handbuch der Elektrotherapie“ von 1886 hervorhob:

„Ziemssen griff die Idee Remak's auf und führte eine sehr sorgfältige Untersuchung [der] ‚motorischen Punkte‘ sowohl an der Leiche wie am Lebenden durch; er constatirte besonders, dass dies immer Punkte seien, an welchen der betreffende motorische Nervenzweig, ausserhalb oder innerhalb des dazu gehörigen Muskels, der Hautoberfläche nahe genug liegt, um vom faradischen Strome erreicht zu werden. Die Gesamtergebnisse dieser Untersuchungen

<sup>64</sup> ZIEMSEN (1856), S. 6 und 210–240. ZIEMSEN erweiterte die Kritik an DUCHENNE um ein wichtiges physikalisches Argument: So hatte DUCHENNE in der zweiten Auflage von „L'Electrisation localisée“ seine Konzeptionen der „direkten muskulären“ sowie der „indirekten nervalen“ Elektrostimulation mit der Behauptung einer physikalischen Differenz zwischen der Wirkung eines „Extrastroms“ aus der inneren Rolle und eines „Induktionsstroms“ aus der äußeren Rolle seines Elektrisierapparats verteidigt (S. 22–24). In Bezug auf die neueren Forschungen des Erlanger Experimentalphysiologen Isidor Rosenthal (1836–1915) machte ZIEMSEN nun aber deutlich, dass die Annahme divergierender Ströme auf eine technische Eigenschaft zurückzuführen sei: So bestand der DUCHENNEsche Apparat aus zahlreichen Windungen eines dünnen Drahts, die nicht nur dessen elektromotorische Kraft, sondern auch die Widerstände wachsen ließen. Bei der Erregung von Muskeln mit Stichelektroden blieb der Widerstand der inneren Induktionsspule beträchtlich, sodass nur geringe Ströme appliziert werden konnten. Aus diesen physikalischen Erwägungen heraus ließen sich für ZIEMSEN die physiologischen Annahmen DUCHENNES von unterschiedlichen Arten der elektrischen Erregung bei Nerven und Muskeln nicht länger halten. Vgl. ZIEMSEN (1872), S. 77f., wie auch ROSENTHAL (1862), S. 171–173.

<sup>65</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1872), S. 84.

<sup>66</sup> Der Frankfurter Physiker THEODOR RUMPF (1851–1934) wies schon in seiner begrüßenden Rezension im „Neurologischen Centralblatt“ darauf hin, wie lange ein deutschsprachiges Lehrbuch überfällig gewesen sei, um die vielfältige empirische Praxis in Elektrodiagnostik und -therapie auf eine neurophysiologische Grundlage zu stellen. Dies stützt aber auch die These, dass französischsprachige Lehrbücher „diesseits des Rheins“ weniger verbreitet waren. Vgl. RUMPF (1882).

wurden in einem sehr werthvollen Buche niedergelegt, dessen spätere Auflagen ebenfalls nicht wenig zum Fortschritt der Elektrotherapie beigetragen haben.“<sup>67</sup>

Was seinen Arbeitsstil betrifft, so lässt sich über ZIEMSEN Ähnliches feststellen, wie über DUCHENNE selbst: Er besaß ein enormes technisches Sachverständnis und erwarb sich nicht erst im experimentalpathologischen Labor von VIRCHOW umfangreiche praktische Kenntnisse.<sup>68</sup>

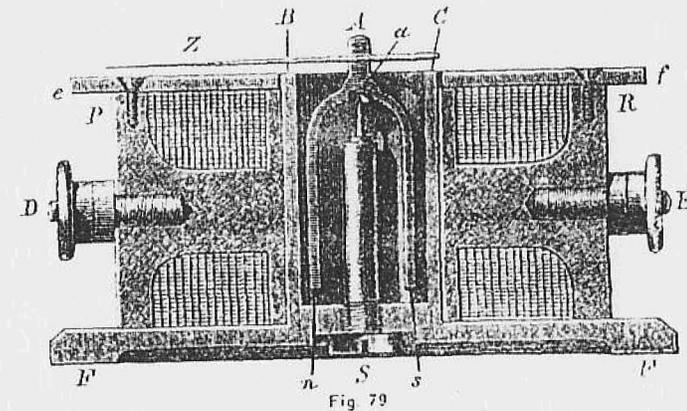


Abb. 4: Das Einheitsgalvanometer (als „Taschengalvanometer“) nach ZIEMSEN- EDELMANN (aus: Edelmann, 1890, S. 117).

In jeder Hinsicht war er ein „selfmade man“, der nach eigenen Konstruktionsplänen Elektrodenköpfe, im gleichen Zug aber auch die telefonische Sprechanlage seines Privathauses oder besondere Krankenwagen für die Klinik anfertigen ließ.<sup>69</sup> Ein weiteres Er-

<sup>67</sup> ERB (1883), S. 8, ähnlich WERNICKE in seiner Einleitung zu DUCHENNE DE BOULOGNE (1885), S. XXf.

<sup>68</sup> Die Orientierung seiner klinischen Tätigkeit an den neuen naturwissenschaftlich-objektivierenden Verfahren, wie der pathologischen Anatomie, der Elektrodiagnostik und der Thermometrie, kann für ZIEMSEN ebenso typisch gesehen werden, wie sein Bestreben, mit der Gründung des „Deutschen Archivs für klinische Medizin“ im Jahr 1865 ein Sprachrohr für die neue medizinische Richtung des 19. Jahrhunderts zu schaffen. Gleichzeitig nutzte er dieses Organ, um seine elektrodiagnostischen Arbeiten einem größeren Publikum vorzustellen – etwa ZIEMSEN (1882). Siehe hierzu auch WITTERN (1993), S. 359f.

<sup>69</sup> HOFFMANN (1972), S. 33.

gebnis dieser „bricolage“<sup>70</sup> ist das so genannte „Einheitsgalvanometer“, das er zusammen mit dem Münchner Elektrotechniker MAX THEODOR EDELMANN (1874–1913) nach dem Pariser elektrotechnischen Kongress von 1881 entwarf und welches das Problem der auftretenden großen Widerstände und Induktionsströme des DUCHENNESchen Apparats verhindern sollte.<sup>71</sup>

Vielleicht wird vor diesem pragmatischen Hintergrund die nachhaltigere Ausrichtung der Elektropunktion bei ZIEMSEN auf symptomatische Therapie besser verständlich, wodurch sich diese von den eher systematisch und diagnostisch orientierten Arbeiten REMAKS und DUCHENNES unterschied. So hatte letzterer propagiert, der Elektropunktion in den Händen der klinischen Neurologen einen weiten Anwendungsbereich zu verschaffen, damit sie zu einem genaueren Verständnis der Krankheitsentstehung sowie zur Abgrenzung verschiedener Pathologien beitragen könne:

„Eine weit reichere Fülle wichtigen und interessanten Materials ist aber für die Pathologie und Therapie des Nerven- und Muskelsystems zu Tage gefördert. Nicht nur für das Verständniss mancher bis jetzt dunkler pathologischer Erscheinungen haben die elektrischen Studien wichtige Anhaltspunkte geliefert; sie habe auch der Diagnostik der Nerven- und Muskelkrankheiten einen höheren Grad an Sicherheit verliehen [...]“<sup>72</sup>

Ungeachtet der methodischen Nähe beider Ansätze waren aber auch zwischen REMAK und ZIEMSEN Differenzen entstanden. Anders als sein 1863 von Erlangen nach München berufener Kollege ging REMAK davon aus, dass konstante elektrische Ströme günstigere Gewebeeigenschaften aufwiesen als induzierte, das heißt, er war nun offen für den Einsatz galvanischer beziehungsweise elektrophoretischer Ströme eingetreten.<sup>73</sup> Gegenüber dem vorangegangenen Prioritätenstreit zwischen REMAK und DUCHENNE ruhte diese Debatte auf sehr komplexen experimentalmethodologischen Fragestellungen, die damals

<sup>70</sup> Siehe Anm. 40.

<sup>71</sup> Vgl. auch EDELMANN (1890), S. 116–121, ERB (1886), S. 36f.

<sup>72</sup> DUCHENNE DE BOULOGNE (1872), S. 1.

<sup>73</sup> REMAK (1895), S. 62–71. Galvanische Ströme werden zwar auch heute noch in der physikalischen Therapie eingesetzt, wobei man den Anwendungsbereich – etwa in der Pharmakophorese oder im Stanger-Bad – aber eng begrenzt und sich der mitunter erheblichen kollateralen Gewebsschädigungen durch diese Therapien bewusst ist. Vgl. PSCHYREMBEL (1986), S. 1586.

kaum von den quantitativen Verfahren in der physiologischen Grundlagenforschung beantwortbar waren.<sup>74</sup>

Trotz des für alle Protagonisten unangenehmen Streits um die Verfahren der Elektrodiagnostik und -therapie sowie der hiermit verbundenen Prioritätshändeleien trug diese Diskussion mit dazu bei, der Elektropunktion in der Neurologie verstärkte Aufmerksamkeit zu verleihen. Dies hob ZIEMSEN noch im Vorwort zur vierten Auflage seiner „Electricität“ von 1874 hervor:

„Sehr förderlich für die Sache waren die schon erwähnten REMAK'schen Untersuchungen und die (übrigens ziemlich unerquickliche) Polemik desselben gegen DUCHENNE in Betreff der Methode der localisirten Faradisirung. [...] Die Polemik zwischen REMAK und DUCHENNE hat heute wenig Interesse mehr für uns; dagegen ist dieselbe insofern von Bedeutung gewesen, als sie viel zur Klärung der Anschauungen über die Principien der DUCHENNE'schen Methode beigetragen, weitere Untersuchungen auf deutscher Seite angeregt und so zu der Einbürgerung der DUCHENNE'schen Methode und zu dem Aufschwunge der Elektrotherapie überhaupt wesentlich mitgewirkt hat.“<sup>75</sup>

Darüber hinaus führte die allgemeine Auseinandersetzung im deutschen Sprachraum über die Frage der Applikation von Gleich- und Wechselströmen oder die unzureichenden Grundlagenkenntnisse über die neurologische Elektrodiagnostik auch zu einer tiefgreifenden Meinungsverschiedenheit über den Einsatz der Elektropunktion in der Klinik.<sup>76</sup> Im Jahr 1889 kritisierte etwa der Leipziger Neurologe PAUL JULIUS MÖBIUS (1853–1907), dass die Wirkung der Elektrotherapie allein auf Suggestion beruhe und außerdem bei den gleichen Krankheitsbildern angewandt werde, wie hypnotische Suggestion.<sup>77</sup> Dies führte sofort in eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit ihren Befürwortern, etwa dem Wiesbadener Psychiater RICHARD FRIEDLÄNDER (1865–1939). Letzterer wandte ein, dass es verlässliche therapeutische Erfahrungen gebe, wonach die Elektrotherapie sogar „organische Affectionen“ und nicht allein psychische Erkrankungen heilen könne. In der Therapie, anders als in der Diagnostik, kämen jetzt – in den 1880er Jahren – nur noch dialektrische Ströme zum Einsatz, wobei die Kranken – auch bei „centralen

<sup>74</sup> Das gilt auch für die primär elektrophysiologischen Experimentalansätze der Zeit, mit denen sich REMAK auf die Suche nach einer Vergleichbarkeit zwischen der physikalischen Elektrizität und der „tierischen“ am Zitterrochen machte; vgl. REMAK (1856b).

<sup>75</sup> ZIEMSEN (1872a), S. 5f.

<sup>76</sup> Vgl. hierzu MARTIUS (1886).

<sup>77</sup> MÖBIUS (1887), S. 86–88.

Leiden“ wie der Migräne oder der Apoplexie – bereits unter peripherer Therapie eine Besserung erfahren.<sup>78</sup>

#### 4. Schlussbetrachtungen

DUCHENNES neurologische Untersuchungen zur „electrokutanen Sensibilität“ und zur „electromuskulären Contractilität“ stellten einen wichtigen Schritt hin zur Entwicklung exakter qualitativer Methoden in der physikalischen Diagnostik des 19. Jahrhunderts dar. Nicht von ungefähr traten sie in ein Vakuum therapeutischer Bestrebungen in der akademischen Medizin zur Mitte des 19. Jahrhunderts ein, welches durch ein fühlbares Auseinanderklaffen neuer diagnostischer Möglichkeiten auf der einen Seite und einen therapeutischen Stillstand auf der anderen Seite gekennzeichnet war.<sup>79</sup> Indem DUCHENNE neurologische Fragestellungen eng an Technisierungsprozesse in der Medizin – nicht nur im physiologischen Experimentallabor, sondern auch in der klinischen Praxis – koppelte, verbrachte er die Elektropunktion zugleich in einen erweiterten diagnostischen Kontext, in dem auch seine physiognomischen Grundauffassungen eine Umwertung erfuhren.<sup>80</sup> Es war auch dieser Hintergrund seiner „lebendigen Anatomie“, der zur kritischen Rezeption der DUCHENNESchen Arbeiten in den Deutschen Ländern führte. Nachdem REMAK wie auch ZIEMSEN die therapeutische Anwendung der Elektropunktion weiter ausbauen konnten, als sie von konstantem Gleichstrom und niederfrequenten faradischen Strömen Gebrauch machten, gelang es ihnen, den theoretischen Kontext der Elektrodiagnostik zunehmend stärker an den Bedürfnissen der Klinik auszurichten.

In der Gesamtschau lässt sich der elektrodiagnostische und -therapeutische Aufschwung dieser Zeit als enge Wechselwirkung mit den Fortschritten der aufkommenden Elektroindustrie verstehen, wie dies am Beispiel REMAKS und SIEMENS gut nachvollziehbar ist und für weite Teile der medizinischen Grundlagenwissenschaften charakteristisch wurde.<sup>81</sup> Schon bald liefen die diagnostischen Beschreibungen und therapeutischen Versuche DUCHENNE S, REMAKS und ZIEMSENS auf ein so großes Indikationsspektrum

<sup>78</sup> MUELLER (1885), FRIEDLÄNDER (1889).

<sup>79</sup> HUBENSTORF (1993), S. 244.

<sup>80</sup> Auf die übergreifende Bedeutung solcher technischer Produktionsprozesse und Entwicklungen auf die ursprünglichen Arbeitskontexte und Lebenswelten haben insbesondere techniksoziologische Studien aufmerksam gemacht. Siehe etwa JOERGES (1988).

<sup>81</sup> Vgl. DIERIG (2000), S. 9f., HUBENSTORF (1993), S. 244.

hinaus, dass sich ein fast universeller Anwendungsbereich abzuzeichnen begann. Die in dieser Form technisierte Wissenschaft versprach mit der Elektrophysiologie selbst ein Modell neurologischer Krankheiten zu präsentieren, in dem die elektrischen Ströme quasi als Indikatorphänomene auf der Endstrecke nervaler Erregungsvorgänge festgestellt werden konnten.<sup>82</sup>

Mit DUCHENNES Verfahren der Elektropunktion wurde aber auch ein neuer Typus der wissenschaftlich-medizinischen Diagnostik in die klinisch-neurologische Praxis übertragen. Die an „galvanischen Induktoren“ und „faradischen Apparaten“ ausgebildeten Neurologen begannen nun ebenso im Dienst einer „Sicherstellung der materiellen Wahrheit“ zu arbeiten, wie SUSANNE REGENER dieses zeitgenössische Paradigma mit Blick auf die Kriminologie und die forensische Psychiatrie genannt hat.<sup>83</sup> Dieses Paradigma begann auch in der klinischen Medizin des 19. Jahrhunderts eine zunehmend wichtige Rolle zu spielen. Unter Beachtung verschiedener experimenteller Praktiken und apparativer Ansätze habe ich in diesem Artikel versucht, diesem verzweigten Gang der Neurologie zur physikalischen Diagnostik und Therapie zwischen den 1840er und 1880er Jahren nachzuspüren. Dabei wurden einige der Wege und Umwege deutlicher, über die die Neurologie zu einem ihrer hervorragenden diagnostischen Verfahren aufschloss.

#### Literaturverzeichnis

- ADAMS, RD (1970): Amand Duchenne (1806–1875). In: W. Haymaker u. F. Schiller (Hrsgg.): *The Founders of Neurology*, 2. Aufl., Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, S. 430–435.
- AUBERT, G (2002): From Photography to Cinematography: Recording Movement and Gait in a Neurological Context. In: *Journal of the History of the Neurosciences* 11 (2002), S. 255–264.
- BREIDBACH, O (1997): Die Materialisierung des Ichs. Zur Geschichte der Hirnforschung im 19. und 20. Jahrhundert. Suhrkamp, Frankfurt/M.
- BRUN, R (1927): Die Behandlung der peripheren Lähmungen, mit besonderer Berücksichtigung der traumatischen Lähmungen und der Elektrotherapie. In: *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie* 10, S. 137–164.

<sup>82</sup> Ähnlich schon ERB (1885), S. 14f.

<sup>83</sup> REGENER (1999), S. 161.

- CLARKE, E, JACYNA, LS (1987): Nineteenth-Century Origins of Neuroscientific Concepts, University of California Press, London.
- CLARKE, E, O'MALLEY, CD (1996): The Human Brain and Spinal Cord. A Historical Study Illustrated by Writings from Antiquity to the Twentieth Century, 2. Aufl., Norman Publishing Group, San Francisco.
- CUTHBERTSON, RA (1990): The highly original Dr. Duchenne. In: Ders. (Hrsg.): The Mechanism of Human Facial Expression, Cambridge University Press, Cambridge – New York – Port Chester, S. 225–241.
- DIDI-HUBERMAN, G (1997): Erfindung der Hysterie. Die photographische Klinik von Jean-Martin Charcot, frz. 1982, Wilhelm Fink Verlag, München.
- DIERIG, S (2000): Urbanization, Place of Experiment and How the Electric Fish Was Caught by Emil du Bois-Reymond. In: Journal of the History of the Neurosciences 9, S. 5–13.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1849): Recherches faites à l'aide du galvanisme sur l'état de la contractilité et de la sensibilité électro-musculaires dans les paralysies des membres supérieures. In: Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris 29, S. 667–670.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1855): Ueber methodische Electrification gelähmter Muskeln von Dr. Remak, prakt. Arzt u. Doc. an d. Universität. Berlin 1855 (Rezension). In: Schmidt's Jahrbücher der in- und ausländischen gesammten Medicin 89, S. 250–254.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1858): Die örtliche Anwendung der Elektrizität in der Physiologie, Pathologie und Therapie, frz. 1855, übers. u. hrsg. B. A. Erdmann, Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1862): Mécanisme de la Physiognomie Humaine ou Analyse Electro-Physiologique de l'Expression des Passions: Applicable à la Pratique des Arts Plastiques, Renouard, Paris.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1872): L'Electrification localisée et de son application à la pathologie et à la thérapeutique, 3. Aufl., J.B. Ballière, Paris.
- DUCHENNE DE BOULOGNE, GBD (1885): Physiologie der Bewegungen nach electrischen Versuchen und klinischen Beobachtungen mit Anwendungen auf das Studium der Lähmungen und Entstellungen, frz. 1867, übers. v. C. Wernicke, Theodor G. Fisher, Cassel – Berlin.
- EDELMANN, MT (1890): Elektrotechnik für Aerzte, Bassermann, München.

- ENDTZ, LJ (1983): La Neurologie et l'illustration photographique du livre médical. In: Révue Neurologique 139, S. 439–444.
- ERB, WH (1883): Handbuch der Elektrotherapie. In: H. v. Ziemssen (Hrsg.): Handbuch der allgemeinen Therapie, 2. Aufl., F.C.W. Vogel, Leipzig, Band 3.
- EULENBURG, A VON (1930): Duchenne, G.B.D. (D. de Boulogne). In: A. Hirsch et al. (Hrsg.): Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker, Band 2, S. 322–325.
- EULNER, HH (1970): Psychiatrie und Neurologie. In: Ders. (Hrsg.): Die Entwicklung der medizinischen Spezialfächer an den Universitäten des deutschen Sprachgebietes, Ferdinand Enke, Stuttgart 1970 (= Studien zur Medizingeschichte des neunzehnten Jahrhunderts, 4), S. 257–282.
- FELDENKIRCHEN, W VON (1992): Werner von Siemens. Erfinder und internationaler Unternehmer, Siemens Aktiengesellschaft, Berlin – München.
- FELLER, R (1935): Die Universität Bern 1834–1934, Bern – Leipzig.
- FRIEDLÄNDER, R (1889): Ueber Suggestionenwirkungen in der Elektrotherapie. In: Neurologisches Centralblatt 8, S. 349–351.
- GERNSHEIM, A (1962): Medical Photography in the Nineteenth Century. In: Medical and Biological Illustration 11, S. 85–92.
- HESS, V (2003): Von black boxes, schwarzen Löchern und blinden Flecken: Technisierung als Frage der Wissenschaftsgeschichte. In: Nachrichtenblatt der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaften und Technik e.V. 53, S. 181–195.
- HINTZSCHE, E (1975): Remak, Robert. In: C.C. Gillispie (Hrsg.): Dictionary of Scientific Biography, Band 11, S. 367–370.
- HOFFMANN, B (1972): Hugo Wilhelm von Ziemssen (1829–1902). Eine Biobibliographie. Diss. med. München.
- HOLDORFF, B (2001): Die nervenärztlichen Polikliniken in Berlin vor und nach 1900. In: Ders. u. R. Winau (Hrsg.): Geschichte der Neurologie in Berlin, De Gruyter, Berlin – New York, S. 127–139.
- HUBENSTORF, M (1993): Elektrizität und Medizin. In: R. Winau (Hrsg.): Technik und Medizin, VDI-Verlag, Düsseldorf (= Technik und Kultur, 4), S. 243–256.
- JOERGES, B (1988): Gerätetechnik und Alltagshandeln. Vorschläge zur Analyse der Technisierung alltäglicher Handlungsstrukturen. In: Ders. (Hrsg.): Technik im Alltag, Suhrkamp, Frankfurt/M., S. 20–50.

- JOKL, E (1967): Guillaume Benjamin Amand Duchenne de Boulogne et la Physiologie des Mouvements. In: *Episteme* 1, S. 273–283.
- KISCH, B (1954): Robert Remak 1815–1865. *Transactions of the American Philosophical Society, New Series* 44, Part 2: *Forgotten Leaders in Modern Medicine*, Philadelphia, S. 227–296.
- KREFFT, G (1999): Der erste Lehrstuhlinhaber für Neurologie in Deutschland. In: *Nervenarzt* 70, S. 1122–1123.
- KRONTHAL, A (1933): Die Beziehungen Robert Remaks zum Polentum. In: *Deutsche Wissenschaftliche Zeitschrift für Polen* 25 (1933), S. 123–130.
- LASÈGUE, C, STRAUSS, I (1875): Duchenne (de Boulogne). Sa vie scientifique et ses oeuvres. In: *Archives générales de médecine*, S. 687–715.
- LESCH, J (1984): *Science and Medicine in France – The Emergence of Experimental physiology, 1790–1855*, Harvard University Press, Cambridge, MA – London, England, 1984.
- LICHT, S (1944): The History of Electrodiagnosis. In: *Bulletin of the History of Medicine* 16, S. 450–467.
- MAEHLE, AH (1989): Zielsetzungen und erste Anwendungsbereiche der medizinischen Photographie im 19. Jahrhundert. In: *Photomed'* 2 (1989), S. 137–148.
- MARTIUS, D (1886): Experimentelle Untersuchungen zur Elektrodiagnostik. In: *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* 17, S. 864–896.
- MC HENRY, LC (1969): *Garrison's History of Neurology. Revised and Enlarged with a Bibliography of Classical, Original and Standard Works in Neurology*, 2. Aufl., Charles C. Thomas, Springfield, Illinois.
- METTENLEITER, A (2001): Medizingeschichte des Juliusspitals Würzburg. Mit einem Vorwort von Oberpflegamtsdirektor Rainer Freiherr von Adrian-Werbung. In: *Stiftung Juliusspital Würzburg (Hrsg.): Das Juliusspital in Würzburg, Stiftung Juliusspital Würzburg, Würzburg, Band 3*.
- MÖBIUS, PJ (1880): Ueber den „Siemens-Electrotherapeut“. In: *Centralblatt für Nervenheilkunde, Psychiatrie und gerichtliche Psychopathologie* 3, S. 164–165.
- MÖBIUS, PJ (1887): Bericht über neuere elektrotherapeutische Arbeiten. In: *Schmidt's Jahrbücher der in- und ausländischen gesammten Medicin* 213, S. 73–94.
- MUELLER, CW (1885): Ueber einige Principienfragen in der Elektrotherapie. In: *Neurologisches Centralblatt* 3, S. 199–201.

- NOWICKI, A (1986): Darstellung der Beziehung J.L. Schönlein – R. Remak anhand überlieferten Schrifttums (Erste Schritte auf dem Gebiet der medizinischen Mykologie). Mit einem Vorwort von H.P.R. Seeliger, Janssen, Neuss.
- OLMSTED, JMD (1944): *François Magendie – Pioneer in Experimental Physiology and Scientific Medicine in XIX Century France*, Schuman's, New York.
- OLMSTED, JMD, OLMSTED, EH (1952): *Claude Bernard Physiologist & The Experimental Method in Medicine*, Schuman's, New York 1952.
- PAGEL, W (1932): Remak, Robert R. In: A. Hirsch et al. (Hrsg.): *Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker*, Band 4, S. 764–765.
- PSCHYREMBEL (1986): *Klinisches Wörterbuch mit klinischen Syndromen und Nomina anatomica*, Hrsg. C. Zink, 255. überarb. und erw. Aufl., De Gruyter, Berlin – New York.
- REGENER, S (1999): *Fotografische Erfassung. Zur Geschichte medialer Konstruktionen des Kriminellen*, Wilhelm Fink, München.
- REMAK, R (1840): Ueber die physiologische Bedeutung des organischen Nervensystems, besonders nach anatomischen Thatsachen. In: *Monatsschrift für Medicin, Augenheilkunde und Chirurgie* 3, S. 225–265.
- REMAK, R (1856a): *Ueber methodische Electricisierung gelähmter Muskeln*, 2. Aufl., August Hirschwald, Berlin.
- REMAK, R (1856b): Ueber die Enden der Nerven im electrischen Organ der Zitterrochen. In: *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 467–472.
- REMAK, R (1856c): Ueber die Heilwirkung des constanten galvanischen Stromes bei Contracturen, Lähmungen und Atrophien der Muskeln. In: *Deutsche Klinik* 35, S. 353–354.
- REMAK, R (1856d): Sur l'action physiologique et thérapeutique du courant galvanique constant sur les nerfs et les muscles de l'homme. In: *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 43, S. 603–605.
- REMAK, R (1857): Ueber die physiologischen Grundlagen der Anwendung galvanischer Ströme zur Heilung von Lähmungen. In: *Allgemeine Medicinische Central-Zeitung* 26, S. 234–235.
- REMAK, R (1858): *Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten*, August Hirschwald, Berlin (frz. Übers. 1860).
- REMAK, R (1860): Action centripète du courant galvanique constant sur les nerfs de l'homme In: *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 51, S. 327–331.

- REMAK, R (1895): Grundriss der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie für praktische Ärzte. Urban & Schwarzenberg, Wien – Leipzig.
- RHEINBERGER, HJ (2001): Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas. Wallstein, Göttingen.
- ROSENTHAL, I (1862): Electricitätslehre für Mediciner, August Hirschwald, Berlin.
- RUMPF, T (1882): Handbuch der Elektrotherapie von W. Erb. I. Hälfte. (Hdb. d. allg. Therapie herausgeb. von v. Ziemssen. Leipzig, 1882. Bd. III.) [Rezension]. In: *Neurologisches Centralblatt* 1, S. 214–216.
- SARLANDIERE, JB (1825): Mémoire sur l'électropuncture, considérée comme moyen nouveau de traiter efficacement la goutte, les rhumatismes et les affections nerveuses. et sur l'emploi du moxa japonais en France, suivis, d'un traité de l'acupuncture et du moxa. L'auteur, Paris.
- SCHILLER, F (1982): Neurology – The Electrical Root. In: F. Rose u. W. Bynum (Hrsg.): *Historical Aspects of the Neurosciences. A Festschrift for Macdonald Critchley*. Raven Press, New York, S. 1–11.
- SCHMIEDEBACH, HP (1990): Forschungsbericht zur Robert-Remak-Forschung. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 13, S. 37–41.
- SCHMIEDEBACH, HP (1995): Robert Remak (1815–1865). Ein jüdischer Arzt im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik. Gustav Fischer, Stuttgart 1995.
- SIEMENS, W (1859): Erklärung. In: *Centralblatt für Nervenheilkunde, Psychiatrie und gerichtliche Psychopathologie* 3, S. 232.
- STAHNISCH, F (2003): Ideas in Action: Der Funktionsbegriff und seine methodologische Rolle im Forschungsprogramm des Experimentalphysiologen François Magendie (1783–1855). LIT-Verlag, Münster – Hamburg – Berlin – London (= *Naturwissenschaft – Philosophie – Geschichte*, 18).
- WITTERN, R (1995): Aus der Geschichte der Medizinischen Fakultät. In: H. Kössler (Hrsg.): *250 Jahre Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Festschrift, Universitätsband* Erlangen, Erlangen (= *Erlanger Forschungen, Sonderr.*, 4), S. 315–420.
- WITTERN, R; Hrsg. (1999): Die Professoren und Dozenten der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen 1743–1960. Teil 2: Medizinische Fakultät, bearb. v. A. Ley, *Universitätsband* Erlangen, Erlangen (= *Erlanger Forschungen, Sonderr.*, 9).
- ZIEMSEN, H VON (1865): Die Electricität in der Medicin, August Hirschwald, Berlin.

- ZIEMSEN, H VON (1866): Ueber die Differenz in der Erregbarkeit gelähmter Nerven und Muskeln gegen den faradischen und galvanischen Strom. In: *Berliner Klinische Wochenschrift* 3, S. 409–412, 417–419, 428–431 und 437–439.
- ZIEMSEN, H VON (1872a): Die Electricität in der Medicin, 4. Aufl., August Hirschwald, Berlin.
- ZIEMSEN, H VON (1872b): Über Leitungswiderstände der tierischen Gewebe gegen elektrische Ströme. In: *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medicinischen Societät zu Erlangen* 4, S. 65–66.
- ZIEMSEN, H VON (1882): Ueber die mechanische und elektrische Erregbarkeit des Herzens und des Nervus phrenicus. In: T. Ackermann et al. (Hrsg.): *Deutsches Archiv für Klinische Medicin*, redig. v. H. v. Ziemssen u. F.A. Zenker. F.C.W. Vogel, Band 30, S. 286–303.