Zur Diskussion um das Stensen-Experiment

Autor(en): **Faller, Adolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences**

Band (Jahr): **42 (1985)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-520839

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Diskussion um das Stensen-Experiment

Von Adolf Faller

Einleitung

Die Bezeichnung *«Experimentum Stenonis»* oder Stensen-Experiment stammt von *Albrecht von Haller* (1708–1777), der in seinen *«Elementa physiologiae corporis humani»* (1762) schreibt *«quod Stenonio vulgo tribuitur»* – «welches (Experiment) man gewöhnlich Stensen zuschreibt». Die Bezeichnung Stensen-Experiment wird in den meisten Lehrbüchern deutscher Sprache gebraucht. *Remacle Rome* (1956) nennt es *«la ligature de Sténon»* und widmet ihm in seinem Artikel *«Nicolas Sténon et la Royal Society of London»* ein eigenes Kapitel. *Stensen* selber gibt nur eine sehr kurze Beschreibung in seiner Arbeit *«Canis Carchariae dissectum Caput»*, die zusammen mit der größeren Untersuchung *«Elementorum myologiae Specimen, seu musculi Descriptio geometrica»* 1667 in Florenz gedruckt worden ist. 1669 kam ein Neudruck in Amsterdam heraus, der ein unveränderter Nachdruck der Originalarbeit war. Beide Drucke scheinen «nur in sehr wenigen Exemplaren zu existieren» (Weil 1873). Julius Schiffer (1869) hat die motorischen Symptome, die beim Stensen-Versuch auftreten, kurz und genau beschrieben: *«Comprimiert man die Bauchaorta eines Kaninchens dicht unterhalb des Abgangs der Nierenarterien, so erfolgt in wenigen Minuten eine vollständige Lähmung der Hinterextremitäten, und das geängstigte, überdem von heftiger Dyspnoe gequälte Thier schleppt sich nur mühsam auf den Vorderbeinen fort, unfähig zu einem energischen Fluchtversuch. Hat die Compression nur kurze Zeit gedauert, so schwindet mit der Herstellung der Circulation die Lähmung bald wieder, und die frühere Gebrauchsfähigkeit der Glieder kehrt vollkommen zurück. Das ist das bekannte Bild des alten und in den physiologischen Vorlesungen gern demonstrierten Stenonschen Versuchs. Den Sitz der Lähmung verlegte Stenon und nach ihm Haller u. a. in die Muskulatur.» Schiffer* kannte die Originalarbeit *Stensens* nicht. Er unterschiebt hier *Stensen* eine Deutung, die allein auf Haller zurückgeht. Der Kopenhagener Medizinhistoriker *Vilhelm Maar* hat uns in Volumen II von *«Nicolai Stenonis Opera Philosophica»* (Copenhagen 1910) den Text wiederum leicht zugänglich gemacht (p. 61–154). *«Nicolai Stenonis Elementorum Myologiae Specimen, seu Musculi descriptio geometrica. Cui accedunt Canis Carchariae Dissectum Caput, Et*

Dissectus Piscis Ex Canum Genere. Ad Serenissimum Ferdinandum II Magnum Etruriae Ducem». Der bekannte Stensen-Forscher *Gustav Scherz* hat in seinem Buche *«Pionier der Wissenschaft, Niels Stensen in seinen Schriften»* (Copenhagen 1963, 348 Seiten) das Stensen-Experiment auf Seite 170–172 in deutscher Übersetzung kurz und genau zusammengefasst. Er verweist dort auch auf die medizinische Doktordissertation «Der Stenonsche Versuch», die *Adolph Weil* 1873 der Straßburger Fakultät eingereicht hatte und im gleichen Jahr in München drucken ließ. Durch die beiden Weltkriege ist diese Arbeit sehr selten geworden, und ich mußte mich für eine Fotokopie an die National Library of Medecine, 8600 Rockville Pike, Bethesda (USA) wenden.

Eine wichtige Ergänzung bilden zwei Briefe, die Graf *Lorenzo Magalotti*, der Sekretär der *«Accademia del Cimento»*, am 9. Mai und 6. Juni 1668 an den Sekretär der *«Royal Society»* in London, *Henry Oldenburg*, richtete. Beide Briefe sind in italienischer Sprache abgefaßt und ins Englische übersetzt. Sie befinden sich auf Seite 431–433 von Band 4 der von A. R. Hall und M. B. Hall herausgegebenen *«Correspondence of Henry Oldenburg»* (University of Wisconsin Press). Es handelt sich um ein längeres Zitat aus einem Brief Stensens vom 18. Mai 1668, von dem wir sonst keine Kenntnis hätten, und berichtet zahlreiche Einzelheiten zur Technik des *«Experimentum Stenonis»*.

Das «Experimentum Stenonis» mit Stensens eigenen Worten

Auf Seite 125 des 2. Bandes der *«Opera philosophica» Stensens* stehen in der Arbeit *«Canis Carchariae dissectum Caput»* die bekannten 11 Zeilen, in denen *Stensen* von seinem *«Experimentum»* spricht: *«Possem alio argumento cerebri officium hactenus plerisque acceptum in dubium vocare, cum viderim, ligata aorta descendente sine praevia sectione, partium posteriorum omnium motum voluntarium toties cessare, quoties vinculum stringebam, iterumque tot vicibus redire, quot vicibus nodum laxabam; id quod aliquot abhinc annis observatum variis in locis demonstravi, praecipue Florentiae, ubi sublato vinculo supervixit canis sine ullo motus incommodo. Cum vero restent necdum alii modi idem experimentum peragendi, nihl amplius de illo hic addam. Plura de cerebro dubia in illo discursu proposui, quem inter Amici manus Parisiis reliqui»* – «Ich könnte auch mit einem andern Argument die bisher allgemein anerkannte Hirnfunktion in Zweifel ziehen, da ich nämlich beobachtet hatte, daß nach Abbinden der absteigenden Aorta ohne vorangehende

Durchschneidung jede (Willkür)-Bewegung aller hinteren Körperteile ebenso oft aussetzte, als ich das Band straffer anzog, und daß sie ebenso oft wiederkehrte, sooft ich die Unterbindung löste. Ich habe diese vor einigen Jahren gemachte Beobachtung an verschiedenen Orten demonstriert, vor allem in Florenz, wo der Hund nach Wegnahme der Unterbindung ohne jede Bewegungseinschränkung überlebte. Da aber das Experiment noch in verschiedener Weise variiert werden muß, was ich bisher noch nicht getan habe, werde ich nichts beifügen. Ich habe Verschiedenes in jener Rede über das Gehirn, die ich in den Händen eines Freundes in Paris zurückgelassen habe, angeregt.» Hier bezieht sich Stensen offensichtlich auf seinen *«Discours sur l'anatomie du cerveau»*, den er im Kreise um Thévenot 1665 hielt und in den Händen Thévonots zurückließ. Publiziert wurde diese Rede erst vier Jahre später in Paris 1669. Leider lag nur der Mediosagittalschnitt vollendet vor. Die andern Abbildungen blieben Entwürfe und wurden deshalb sehr rasch nicht mehr verstanden. (Vergleiche hiezu *Faller Adolf, «Wertschätzung von Stensens ‹Discours sur l'anatomie du cerveau› im Verlauf von drei Jahrhunderten»* in Veröffentlichungen der SGGMN *35* [1982] 96 S.)

Stensen hat sich jeder Deutung seines Versuchs bewußt enthalten. Er sagt nichts über die Art der Lähmung, ob sie als zentrale oder periphere Lähmung anzusehen sei. Diesbezüglich hat ihm Schiffer in Unkenntnis des Originaltextes die Meinung Hallers unterschoben, wonach der Stensen-Versuch mit der Durchblutung der Muskulatur zusammenhänge. In einem nicht auf uns gekommenen Brief vom 20. April 1668 zitiert Graf Magalotti die Worte Stensens, welcher von der Sicherheit des Gelingens seines Versuchs völlig überzeugt ist: *«L'esperienza controversa è certissima, e da me practicata a Leida, a Parisi e a Firenze. Vi scriverli a lungo l'accidente per il quale non riuscì una volta ch'io la volevo far vedere qui alla corte, che fu la seconda, ma non sapendo se questa lettera vi trovera non voglio piu innanzi, ma lo serbero ad altra occasione piu sicura»* – «Das umstrittene Experiment gelingt mit großer Sicherheit und wurde von mir in Leiden, Paris und Florenz vorgeführt. Ich werde Ihnen mehr über einen Mißerfolg schreiben, als ich das Experiment bei Hofe (zum zweiten Mal) vorführen wollte. Aber da ich nicht weiß, ob dieser Brief Sie erreichen wird, widerspricht es mir, auf Einzelheiten einzugehen. Ich behalte mir das für eine sicherere Gelegenheit vor.» Stensen ist vom Erfolg völlig überzeugt. Einen Mißerfolg, den er bei einer Demonstration gehabt hat, will er später genauer erklären. Wir wissen aus dieser Briefstelle, daß Stensen sein Experiment nicht nur in Paris und Florenz vorgeführt hat, sondern auch in Leiden. Über den Versuch in Paris

hat uns G. Scherz anläßlich des *«Historical Symposium on Nicolaus Steno and Brain Research in the 17th Century»* (18. bis 20. August 1965 in Kopenhagen) genauer orientiert. Er stellte dem Stensen-Freund nicht nur eine französische Facsimile-Ausgabe zur Verfügung, sondern erwähnt auf S. 68 und in der Anmerkung 23 auf S. 96, daß der Freund Stensens Ole Borch (Olaus Borichius, bekannter Altphilologe und Arzt, † 1690) auf S. 326 seines Tagebuchs den Stensen-Versuch im Kreise um Thévenot am 3. März 1665 demonstriert bekommen hat. *«Interfui congressu eruditorum apud Dn. Thevenot, ubi ... trajectum curvo acu dorsum canis, et ligata arteria descendens, quo facto pedes posteriores canis plane sine sensu mortui evasere, pulsusque cessavit, post medium horam laxato vinculo, pedes iterum et cauda rediere ad officium et arteria micare in inguine coepit»* – «Ich wohnte einer wissenschaftlichen Versammlung von Männern bei Thévenot bei ... Es wurde eines Hundes Rücken mit einer gebogenen Nadel durchstochen und die absteigende Aorta (gegen die Wirbelsäule) zusammengedrückt. Die Hinterbeine des Hundes wurden vollständig (motorisch und sensibel) gelähmt und standen wie abgestorben hervor, und der Puls verschwand. Wurde nach einer halben Stunde die Unterbindung gelockert, begannen die Hinterbeine und der Schwanz sich wiederum zu bewegen und die Arterie in der Leistengegend wiederum zu pulsieren.» Borchs Tagebuch ist im Besitz der «Royal Library» (kgl. Samml. 373 a–c). Für die technischen Einzelheiten des Stensen-Experiments ist ein 2. Brief Magalottis an Henry Oldenburg vom 6. Juni 1668 (p. 431–32) von Interesse. Darin wird auf einen längern Brief Stensens vom 18. Mai 1668 (p. 431–32), der verlorengegangen ist, Bezug genommen: *«il mio modo di pigliare un'ago curvo, e con esso accanto alle vertebre inferiori del thorace dal di fuore passare al di dentro dal thorace; e far lo ritornare dall'altro lato delle medesime vertebre. Lego poi lo spago, che permezzo di detto ago curvo ho fatto passare dall'una banda dall'altro, ed in questo modo senza aprir l'animale senzo adornar coltello veruno, anzi spesso senza spargimento di sangue lego l'arteria adesso alle vertebre, il che fa che sciolta por ch'io lascio la medesima arteria il cane ne se va, e vive senza patir incommodo nessuno. È questa e la manipulazione della mia esperienza, la quale non mancha mai, se non si manca nel passar l'ago, facendolo passare tra l'arteria e tra le vertevebre, il che me intervenuto una volta. Quanto alla conseguensa ch'io avo dalla sud. esperienza non la metto per certa, ma dubitando la propongo, ed insieme, do la ragione del mio dubitare, la quale come nel medesimo luogo ho-detto, proviene dal non aver'io adoprato altri modi che adoprar si possano per chiarirsi della vera causa del moto impedito dalla sud. ligatura»* – «Meine Methode besteht in der Verwendung

einer gekrümmten Nadel, mit der ich von außen nach innen den Brustkorb in der Nähe der untern Wirbel durchsteche, so daß ich auf der andern Seite in gleicher Höhe herauskomme. Dann ziehe ich das Band, das ich mit Hilfe der krummen Nadel von der einen zur andern Seite durchgeführt habe, gegen die Wirbelsäule fest, ohne die Bauchhöhle des Tieres zu eröffnen und ohne ein Messer zu verwenden, oft ohne einen Tropfen Blut zu vergießen. Sobald ich die Unterbindung löse, läuft der Hund wieder ohne Beschwerde. Wird das Experiment so ausgeführt, so mißlingt es nie, außer wenn die Nadel zwischen Aorta und Wirbelsäule durchfährt, was mir einmal passiert ist. Ich ziehe keine endgültigen Schlüsse aus dem genannten Experiment, sondern schlage es versuchsweise vor, bis ich mit einer andern Methode die von der Ligatur verursachte Bewegungshemmung erklären kann.» Man sieht, wie außerordentlich vorsichtig Stensen in seiner Deutung war und wie sehr es ihm widerstrebte, voreilige Schlüsse zu ziehen. Er will stets das endgültig Erworbene vom Unsicheren unterscheiden. Nur so kann man eine zuverlässige Grundlage für weitere Forschungen schaffen (Faller 1980).

Wann hat Stensen erstmals sein Experiment angestellt?

Stensen sagt von seinem Experiment *«Quod aliquot ab hinc annis observatum»* – «das ich vor einigen Jahren beobachtet habe». Es muß aus den ersten Jahren seiner biologischen Studien herstammen. Wichtig ist, daß er sagt, er hätte auch in Leiden eine Demonstration gemacht. Da er, von Amsterdam herkommend, 1660 in Leiden immatrikuliert worden ist und bereits 1664 in Kopenhagen bezeugt ist, muß er es in diesen vier Jahren entdeckt haben. Swammerdam machte ähnliche Unterbindungsexperimente für seine Dissertation *«De Respiratione»*, nur richtete er seine Aufmerksamkeit auf die Atmung, während Stensen die Wirkung auf die Nerven und die von ihnen versorgten Muskeln in den Vordergrund stellte. Tatsächlich findet man in Swammerdams Arbeit einen Hinweis auf das Stensen-Experiment. In § 3 sagt er: *«Omnes musculos fibrasque carnosas, in quacumque demum corporis parte sint paesertim ob continuatum spirituum animalium influxum seu appulsum potius per nervos (nam sanguinis in musculos influxum seu appulsum potius per nervos impulsus, ligata in thorace arteria magna, quando sistit ut ipsos potissimum in calidioribus animantibus, motu orbari quoque observamus, quod experimentum ab eodem nostro amico (Stenone) aliquando institutum videmus)* ... – «Alle Muskeln und Fleischfasern, in welchem

Körperteil sie sich auch befinden mögen, werden vor allem durch die Nervenströme versorgt (denn wir sehen, daß besonders warmblütige Tiere nach Unterbindung des Brustteils der Aorta der Bewegungen beraubt werden, was vor allem durch unsern Freund (Stensen) in einem schönen Experiment gezeigt worden ist ...» Zitiert nach Heft 6 der *«Opuscula selecta Neerlandicorum De Arte Medica»* S. 46–181, Amsterdam 1927: *Johannis Swammerdami Amstelaedamensis, Medicinae Doctoris Tractatus physio-anatomico-medicus De Respiratione Usuque Pulmonum.*

Für die Deutung des «Experimentum» ist sicherlich wichtig, in welchem Zusammenhang es erwähnt wird, nämlich in der Arbeit *«Canis Carchariae dissectum Caput»*. Stensen war sehr von der Beobachtung beeindruckt, daß ein Haifisch von 1500 kg nur ein Gehirn hatte, das etwa 3 Unzen wog. Die Uncia wurde hauptsächlich als Apothekergewicht gebraucht und betrug in allen Ländern etwa 30 g. Das Haifischgehirn wog also etwa 120 g, was im Verhältnis zur gewaltigen Körpermasse wirklich erstaunlich wenig ist. Es erschien Stensen unwahrscheinlich, daß soviel Muskulatur vom Gehirn so wenig Nervenfasern erhalte. Nervenfasern, die vom Gehirn her kommen, müssen ja durch den Boden des Rautenhirns durchziehen: *«Cum itaque plures a spinali medulla nervi exeant quam qui per ejus medullae caput a cerebro descendere possint»* – «da nämlich mehr (motorische) Nerven aus dem Rückenmark austreten, als von seinem obersten Abschnitt herunterkommen können». Unter «Caput medullae» versteht Stensen ohne Zweifel das, was wir heute als Medulla oblongata dem Gehirn zurechnen. Hier bahnt sich die Erkenntnis an, daß das zentrale Nervensystem Gehirn und Rückenmark umfaßt, die beide Ursprung von Nerven sind. Auf der gleichen Seite (Editio Maar Opera phil. Vol. 2, p. 125) zieht Stensen den Schluß: *«Cum fibrarum e solo cerebro exeuntium numerus numerum fibrarum carnearum immense excedat, patet, jure, dubitari, an omnes operationes animales – solo cerebro exspectandae sint»* – «Da die Zahl der Fleischfasern die Anzahl der vom Gehirn heruntersteigenden Anzahl Nervenfasern ungeheuer übersteigt, darf man mit Recht daran zweifeln, daß alle animalen Funktionen allein dem Gehirn zuzuschreiben sind.» Hier wird Gehirn und Rückenmark als funktionelle Einheit empfunden. Wir können es nur bedauern, daß Stensen den funktionellen Begriff «Zentralnervensystem» nicht weiterverfolgt hat. Der Ansatz dazu war vielversprechend.

Viel stärker faszinierte die bedeutendsten Forscher dieser Zeit wie Swammerdam, Kaspar Bartholin, Johann Konrad Brunner, Raymond de Vieussens, William Cowper, Albrecht von Haller und viele andere, daß das

Stensen-Experiment zeigte, wie sehr Muskel- und Nerventätigkeit von einer genügenden arteriellen Blutversorgung abhängen. Ich zitiere den im Hinblick auf das Stensen-Experiment wenig bekannten Lorenz Heister: *«Sicuti vero musculus, nervo ejus dissecto vel ligato agere amplius nequit, ita eum agere non posse, ligata vel dissecta arteria, Stenonis aliorumque canibus experimentis et industria compertum est»* – «Ein Muskel kann nicht mehr funktionieren, wenn sein Nerv unterbunden oder durchschnitten wurde. Seine Tätigkeit geht aber auch verloren, wenn seine Arterie unterbunden oder durchschnitten wird. Stensen und andere haben das in Versuchen an Hunden mit viel Geschick nachgewiesen.» Von Heister zitiert zu werden, galt als Beweis besonderer Wichtigkeit und Zuverlässigkeit (Faller 1983).

Der Stensen-Versuch im Kreise der Royal Society in London

Zusammen mit John Ray und Martin Lister hatte William Croone oder Croune (1633–1689) den jungen Stensen in Montpellier kennen und schätzen gelernt und war mit ihm in brieflichem Kontakt geblieben. Der Sekretär der Accademia del Cimento, Graf Lorenzo Magalotti, hatte der in London gegründeten «Royal Society» ein Exemplar *«Nicolai Stenonis Elementorum Myologiae Specimen, seu Musculi Descriptio geometrica. Cui accedunt Canis Carchariae dissectum Caput, et Dissectus Piscis ex Canum Genere»* zugeschickt. Croone wurde mit dem Referat dieser drei Arbeiten beauftragt. Da er selber sich mit Muskelphysiologie beschäftigt hatte und eine Abhandlung mit dem Titel *«De Ratione Motus Musculorum»* (1664) veröffentlicht hatte, waren ihm die elf Zeilen über das *«Experimentum Stenonis»* nicht entgangen. Die *«Royal Society»* beschäftigte sich fast fünf Jahre lang in mehreren Sitzungen damit. Der bekannte Anatome Richard Lower wurde mit der Ausführung betraut. Seine Versuche ergaben nicht den von Stensen berichteten Erfolg. Lower komprimierte die Aorta descendens mit dem Finger und berichtete darüber in der Sitzung vom 27.2.1667. In der Sitzung vom 29.3.1667 erwähnt er einen neuen Mißerfolg mit einer Ligatur der Aorta descendens. Sir Edmund King bezweifelte nicht Stensens Versuch, verlangte aber genauere Angaben über die angewendete Methodik. Graf Magalotti wandte sich brieflich an Stensen um genauere Auskunft. Im Schreiben vom 6. Juni 1668 erfahren wir weitere Einzelheiten über Stensens Technik. King wiederholte mit der neuen Technik den Versuch zunächst privat. Diesmal hatte er Erfolg. In der Sitzung der «Royal Society» vom

16. Juli 1668 demonstrierte er erfolgreich den Stensen-Versuch. Dom Remacle Rome sagt von dieser Demonstration: *«Il ne semble qu'on ait doutée un instant de l'observation, et on doit y voir un bel hommage à la probité de Sténon»* – «Man zweifelte augenscheinlich keinen Augenblick an Stensens Beobachtung, und man darf (darin) eine schöne Anerkennung von Stensens wissenschaftlicher Zuverlässigkeit sehen.» Die Mitglieder der «Royal Society» führten die zunächst negativen Ergebnisse auf einen Mangel in der verwendeten Methodik zurück, die Stensens Anleitung nicht entsprochen hätte. Die von Heister dafür gegebene Erklärung, daß eine genügende Sauerstoffversorgung für die Muskelfunktion unerläßlich sei, wurde allgemein anerkannt. Damit ist eine erste Phase der Diskussion um das Stensen-Experiment abgeschlossen.

Das Stensen-Experiment bei den Pionieren der modernen Physiologie

Die grundlegenden Beiträge zum Verständnis des Stensen-Experiments stammen von Brown-Séquard und Stannius, beide aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Die ausgefeilte Technik von Du Bois-Reymond und seiner Schule charakterisieren die Diskussion um das Stensen-Experiment im 19. Jahrhundert.

Brown-Séquard Charles Edouard (1818–1897): Brown-Séquard wurde auf der Insel Mauritius geboren. Sein Vater stammt aus Philadelphia. Seine Mutter war französischer Herkunft. Der junge Mediziner doktorierte 1840 in Paris und wurde 1878 als Nachfolger von Claude Bernard auf den Lehrstuhl der Physiologie am Collège de France berufen. Sein Leben lang beschäftigte er sich mit Nerven- und Muskelphysiologie sowie mit der Physiologie des Blutes. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß er Leben und Werke von Niels Stensen gekannt hat, aber man kann seine Arbeiten, die grundlegend für das Verständnis des Stensen-Versuchs wurden, nicht unerwähnt lassen. Er hat ihn sozusagen zum zweiten Mal entdeckt und gezeigt, daß der Sauerstoffgehalt des Blutes eine Rückkehr der schon erloschenen Erregbarkeit von Nerv und Muskeln bewirken kann. Für die Diskussion um das Stensen-Experiment ist seine Arbeit aus dem Band *32* der *«Comptes Rendus»* (p. 855 und p. 897) von größter Wichtigkeit. Er konnte nachweisen, daß Muskeln nach Unterbrechung ihrer arteriellen Blutzufuhr ihre Erregbarkeit verloren, dieselbe jedoch nach erneuter Zufuhr arteriellen Blutes zurückgewinnen

konnten. Er durchschnitt oder unterband die Aorta abdominalis an Meerschweinchen und Kaninchen. Nach 15 bis 40 Minuten trat Muskelstarre auf. Löste er nach 10 bis 20 Minuten die Unterbindung, so verschwand die Starre allmählich, und die normale Erregbarkeit von Nerven und Muskeln stellte sich wiederum ein, wobei als letztes die Sensibilität wiederum zurückkehrte. Er machte auch Injektionen von defibriniertem Blut in die Kopfgefäße eines Enthaupteten. 13 Stunden nach der Enthauptung konnte er wiederum Erregbarkeit einzelner Kopfmuskeln nachweisen. Brown-Séquard, obschon er das Stensen-Experiment nicht gekannt hat, muß mit Recht als Wiederentdecker dieses Versuchs gelten.

Friedrich Hermann Stannius (1808–1883): Er stammt aus einer hamburgischen Familie und promovierte 1831 in Breslau. 1837 wurde er als Professor der vergleichenden Anatomie an die Universität Rostock berufen. Seine für die Erklärung des Stensen-Versuchs grundlegende Arbeit erschien, ebenfalls 1852, im «Archiv für physiologische Heilkunde» von Vierordt, Band 11 (1852). Er berichtet in dieser Arbeit über seine Unterbindungsversuche an der Aorta abdominalis von 15 erwachsenen Kaninchen. Er schob von der Seite her Muskulatur und Bauchfell bis zur Aorta zurück und machte mit einer Unterbindungsnadel eine Unterbindung derselben. Der Verlust von Motilität und Sensibilität erfolgte sehr rasch. Die Ausbildung der Muskelstarre der Muskeln der Hinterpfoten und des Schwanzes bildete sich erst 3–4 Stunden später aus. Die Versuchsreihe von Stannius, die an 15 Versuchstieren gewonnen wurde, ist sehr eindrücklich und zeigt deutlich den Einfluß der arteriellen Blutversorgung für die Funktion von Nerv und Muskel. Einer Beteiligung des Rückenmarkes mißt er keine Bedeutung zu. Bei erneuter arterieller Druchblutung wird die mit dem *Rigor mortis* identische Starre wiederum vollständig gelöst. Die motorischen Nerven und die von ihnen versorgten Muskeln werden wiederum leitungsfähig. Schließlich kehrte auch die Sensibilität wiederum zurück.

Stannius kommt am Ende seiner Versuchsreihe zum Ergebnis: Die Wechselwirkung zwischen Blut einerseits, Muskeln und Nerven andererseits ist eine absolute Notwendigkeit. Durch das lange Fortbestehen der Reizbarkeit der peripheren Nerven, obschon sie von ihrem Zentralorgan abgetrennt sind, ist erwiesen, daß der ständige Stoffaustausch mit dem Blut viel wichtiger ist als ihr Zusammenhang mit dem Rückenmark. Stannius mißt dem Rückenmark keinerlei wesentliche Rolle zu. Er entnimmt seiner Versuchsreihe, *«daß die Starre der Muskeln gewöhnlich nach 3–4, in einem*

Falle nach 6 Stunden, die Leitungsfähigkeit in einzelnen Fällen etwas vor Eintreten der Starre, in vielen gleichzeitig mit ihr, in manchen einige Minuten nachher erloschen war. Verlust der Motilität und Sensibilität folgten wie bei den andern fast unmittelbar nach der Operation. Er stellte fest, daß *«die Leitungsfähigkeit der Muskeln durch die Blutcirculation wiederhergestellt»* werden kann. Stannius löste erst 3–4–5 Stunden nachher die gemachte Ligatur, während Brown-Séquard schon nach 1 ½ bis 2 Stunden die Unterbindung auflöste. Dies war die Situation bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. Die Symptome des Stensen-Experiments standen fest, aber die Ansichten über die Gründe dafür hatten sich kaum weiterentwickelt. *Neuburger* (1897) faßt die Situation folgendermaßen zusammen: *«Der bekannte Stenonsche Versuch, welcher in Unterbindung der Aorta descendens bestand (zuerst 1667, seither wiederholt angestellt), sollte nur die Wichtigkeit der Blutzufuhr zu den Nerven documentieren und fand erst viel später die richtige Erklärung, daß die Lähmung der untern Extremitäten durch Anämie des Rückenmarks verursacht werde»* (S. 113).

Die endgültige Abklärung des «Experimentum Stenonis»

Erst mit den Versuchen von Schiffer setzt eine Wendung ein. Seine Versuche wurden wenig später von Adolph Weil wiederholt und bestätigt.

Julius Schiffer (1840–1888): Er stammt aus Pelschowitz in Schlesien, doktorierte in Berlin und arbeitete als Assistent bei Du Bois-Reymond und I. Rosenthal. Als Assistenzarzt machte er den 70er Krieg mit und wandte sich der Chirurgie zu. Er habilitierte sich an der chirurgischen Poliklinik in Berlin für Spezielle Pathologie und Therapie. Eine chronische Nephritis, die er im Krieg erworben hatte, schränkte seine Tätigkeit erheblich ein und führte schließlich 1888 zu seinem Tod. 1878 hatte er eine Praxis in Karlsbad eröffnet. I. Rosenthal referierte Schiffers Arbeit in Vol. 4 (1870) im *«Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der Gesammten Medizin»* in Teil des 4. Bandes, Seite 113 *: Das Referat ist so kurz und klar, daß es sich rechtfertigt, es wörtlich wiederzugeben: *«Schiffer weist nach, daß die bisherige Deutung des Stensonschen Versuchs unrichtig ist. Nicht die Muskeln, sondern das Rückenmark wird durch den Verschluß der Bauchaorta gelähmt.*

* Herrn Prof. Dr. med. Urs Boschung bin ich für die Fotokopien des Referates sowie den Text des Schifferschen Artikels zu Dank verpflichtet.

Die Lähmung bleibt daher sehr lange aus, wenn man die Unterbindung dicht über der Theilungsstelle der Aorta abdominalis anbringt, trotzdem hierbei die Muskeln der hinteren Extremitäten ebenso der Blutzufuhr beraubt werden als bei höherer Unterbindung. Sie tritt erst etwa nach einer Stunde ein, und dann ist auch die Reizung der Nervenstämme wirkungslos. Zur selben Zeit wird auch die Haut unempfindlich. In diesem Falle handelt es sich um eine Lähmung der peripherischen Nervenendigungen. Löst man die Ligatur, so stellt sich die Erregbarkeit der letzteren schnell wieder her, die des Rückenmarks aber hält bis zu 24 Stunden und darüber an.» Die Arbeit, auf welche sich diese Besprechung bezieht, umfaßt etwa 5 Seiten und erschien im *«Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1869»*, p. 579–581 und 593–597. Der Verfasser kommt zum Schluß, *«daß die rapide Lähmung beim Stenon'schen Versuch in den motorischen Rückenmarksganglien selbst ihren Sitz haben muß».* Wir würden uns heute etwas anders ausdrücken und statt von motorischen Rückenmarksganglien von motorischen Zellgruppen der grauen Substanz im Rückenmark sprechen. Der Grund für die Lähmungen ist die Anämie der grauen Substanz des Rückenmarks. Der Autor fährt dann fort: *«Im Gegensatz zu der großen Schnelligkeit, mit der die Rückenmarkslähmung sich in Folge von Anämie entwickelt, schwindet sie nach Wiederherstellung der Circulation nur sehr langsam wieder.»* ... Zur Erklärung greift er auf die arterielle Blutversorgung der Medulla spinalis zurück. Zwei Arten von Arterien beteiligen sich an der «Vaso-Corona» des Rückenmarks: *«Die eine besteht aus den drei Artt. spin., die aus den Vertebralisarterien entspringen und die ganze Länge des Rückenmarks herablaufen; die andere aus den Rami spinales, die von den Intercostal- resp. Lumbalarterien sich abzweigend durch das Intervertebralloch zum Rückenmark treten. Von diesen Gefäßen sind es lediglich die Spinaläste der Lumbalarterien, die beim Stenson'schen Versuch verschlossen werden.»* Schiffer hat auch Injektionsversuche mit gefärbten Leimlösungen gemacht. Daß solche Injektionspräparate nicht eindeutige Ergebnisse erzielten, wird niemanden wundern, der selber mikroskopische Injektionen gemacht hat, denn unmittelbar vor dem Hindernis kommt es zur Stase und damit zu unvollkommenen Injektionen. *«Nur über die macroscopischen Verhältnisse konnte ich einen ziemlich befriedigenden Aufschluß erhalten. Bei dem zuerst angegebenen Injectionsverfahren findet man, wenn die Arbeit geglückt ist, die 3 Artt. spin. und ihre Verästelungen, ferner die Rami spinales, welche oberhalb der Unterbindungsstelle von der Aorta abgehen, gefüllt; dagegen sind die tiefer entspringenden leer. Der obere Theil des Rückenmarks zeigt ein sehr enges, gefärbtes Gefäßnetz, während der untere*

dagegen mit seinen spärlichen weiten Gefäßmaschen blaß erscheint. Die Abgrenzung ist eine ziemlich scharfe und entspricht der Unterbindungsstelle.»

Weil Adolph (1848–1916): Er wurde in Heidelberg geboren. 1873 machte er bei dem Internisten Ernst von Leyden seine Doktorarbeit mit dem Titel *«Der Stenon'sche Versuch»*. Die Arbeit umfaßt 36 Seiten und wurde von Weil im gleichen Jahr bei der Wild'schen Buchhandlung in München in Druck gegeben. Er kannte Stensens Arbeit im Original und beginnt seine Doktorarbeit mit einem kurzen Hinweis auf Stensen. Weil war Assistent bei Friedreich und habilitierte sich 1872 für innere Medizin. 1886 wurde er als Ordinarius nach Dorpat berufen, mußte aber diese Stelle schon nach einem Jahr wegen einer beginnenden Kehlkopftuberkulose aufgeben. Als freier Praktiker verbrachte er den Winter jeweils in San Remo, den Sommer in Badenweiler. 1893 ließ er sich in Wiesbaden nieder, wo er 1916 starb. Sein Hauptverdienst ist die Entdeckung und Beschreibung der «Weil'schen Krankheit».

In seiner Inauguraldissertation (1873) beginnt er mit einer kurzen geschichtlichen Einleitung, die zeigt, daß er die entsprechende Arbeit Stensens gekannt hat. Er sagt von ihr, daß sie *«aber nur in sehr wenigen Exemplaren zu existieren scheint»*. Er erweist sich als guter Kenner der Untersuchungen von Stannius und weiß auch die Bedeutung von Schiffers Arbeit zu schätzen. Im 2. Teil seiner Doktorarbeit bringt er seine eigenen Untersuchungen (S. 24–36), die er teils nach Stannius (2 Versuchstiere), teils nach Du Bois-Reymond (10 Versuchstiere) ausführte. Bei 5 Versuchstieren eröffnete er die Bauchhöhle, um an die Aorta heranzukommen. Seine Versuchsprotokolle sind sehr genau. In jedem Falle prüfte er auch den makroskopischen Zustand des Rückenmarks unterhalb der Unterbindungsstelle, wobei er auf Farbe und Konsistenz achtete. Er macht Angaben über «das bläuliche Aussehen» und die «weiche Konsistenz» der Medulla spinalis unterhalb der Unterbindungsstelle. Was die arterielle Versorgung des Rückenmarks betrifft, so verläßt er sich auf die Angaben von Rüdinger (1863) und von Sappey (1888). Mit Ausnahme von Injektionen in das arterielle System hat er alles, was mit dem Stensen-Versuch zusammenhängt, genau nachgeprüft. Es ist die letzte große Zusammenfassung der Experimente, welche sich mit dem Stensen-Versuch beschäftigten. *Tigersted* hat in seinem «Lehrbuch der Physiologie», Bd. 2, 2. Auflage, Leipzig 1902, auf S. 297 die endgültige Klärung des Stensen-Versuchs zusammengefaßt: *«Daß auch die Nervenzellen im Rückenmark sehr bald bei Blutmangel leiden,*

lehrt uns der sog. Stenon'sche Versuch; nach Verschluß der Bauchaorta werden die hintern Extremitäten binnen kurzem gelähmt, was nicht von dem Blutmangel in ihnen, sondern von dem im Rückenmark bedingt ist.»

Im *«Lehrbuch der Physiologie des Menschen»* (6. Auflage, Berlin 1931) sind von Höber dem «Stensen-Versuch» noch 13 Zeilen gewidmet. *Rudolf Höber* hält somit das von Stensen 1667 erwähnte Experiment immer noch für aktuell.

Der Tierversuch bei Stensen und der Einfluß des Cartesianismus auf denselben

Es ist eine tragische Notwendigkeit, daß wir, um Lebenserscheinungen, seien es nun physikochemische oder organische, analysieren zu können, Versuche an Lebewesen, meist in Form des Tierexperimentes oder der Vivisektion, heranziehen müssen. Um etwas über die Lebensbedingungen in Erfahrung zu bringen oder über ihre Grundlagen etwas aussagen zu können, müssen wir Lebewesen dafür opfern. Wenn der Mensch in Erfahrung bringen will, wie seine eigenen Organe funktionieren oder wie Arzneimittel oder Impfungen wirken, bekommen wir meist nur durch ausgedehnte Tierversuche Auskunft. Alle wissenschaftlichen Experimente an lebenden Tieren fassen wir unter der Bezeichnung Vivisektion zusammen. Sobald medizinische Forschung in größerem Ausmaß getrieben wird, häufen sich die Tierexperimente. Dazu müssen mehrere Faktoren zusammenwirken. Zeiten mit lebhafter Entwicklung medizinischen Wissens sind stets auch Zeiten mit ausgedehnter Vivisektion. Es ist dies medizingeschichtlich leicht zu belegen. Als um 300 vor Christus in Alexandria die erste Universität begründet wurde, die diesen Namen verdiente, trat in der Medizin das Tierexperiment in den Vordergrund. Für Herophilos und Erasistratos sind ausgiebige Tierversuche belegt. Um etwa 200 nach Christus suchte der große Enzyklopädist der römischen Medizin, Galen, die Antwort auf zahlreiche Fragen durch Vivisektion. Der Aufschwung der Medizin in der Renaissance beginnt mit Jacopo Berengario da Carpi (1460 bis um 1559) und Andreas Vesalius (1514–1564). Santorio Santorio (1561–1636), William Harvey (1578–1657), Marcello Malpighi (1628–1694), Robert Boyle (1627–1691), Kaspar Bartholin (1655–1734) und unzählige andere Forscher legten die experimentellen Grundlagen unseres Wissens über das Leben und die Lebewesen. Die Irritationslehre von Albrecht von Haller (1708–1777) ist nicht ohne zahllose Tierversuche möglich geworden. Die ganze Ära der Bakteriologie: Louis Pasteur (1822–1895), Robert Koch (1843–1910) baut auf Tierversuchen auf. Xavier Bichat (1771–1802) begründet die Gewebelehre, Justus von Liebig

(1803–1873) schaffte die Grundlagen für die Biochemie, Claude Bernard (1813–1879) für die Physiologie. Die Iatrotechnik des 19. und 20. Jahrhunderts mit der Verwendung komplizierter Apparate in der Lebenserforschung führen zur iatrotechnischen Medizin des 19. und 20. Jahrhunderts. In letzter Zeit sind zu dieser kognitiven Basis der Lebensforschung noch die Psychologie und die Soziologie getreten und haben das ganzheitliche Bild der Medizin geprägt. Die einfache Maschine der Cartesianer wird als nun autoaktiv und reaktiv empfunden.

Einem weniger selbständig denkenden Menschen als Stensen hätte der Cartesianismus geradezu die Rechtfertigung des Tierexperimentes liefern müssen. Der Mensch oder das Tier, als Maschine verstanden, hätte ja ein Zerlegen in die einzelnen Teile bedingen müssen. Wir wissen aus den Notizen des «Chaos-Manuskriptes» der Jahre 1659 und 1660, daß der junge Stensen sehr von der cartesianischen Methode beeindruckt war, nimmt er sich dort doch vor, *«accuratius et ordine ad methodum Cartesii»* – «entsprechend der cartesianischen Methode genau und der Ordnung nach» alle wissenschaftlichen Probleme anzugehen. In einem Brief vom 12. September 1661 schreibt er an Thomas Bartholin: *«De philosphiae certitudine multum gloriantur Cartesiani; vellem, ita certo mihi persuaderent, ac ipsi sunt persuasi, nullam esse brutis animam nec differe, utrum bruti vivi nervos aut automati, quod actu movetur, chordas tangas, disseces, uras; vivi enim animalis viscera et vasa aliquot horis saepius et libentius rimarer, cum multa videam inquirenda, quae alia ratione non licet exspectare»* – «Die Cartesianer rühmen sehr die Zuverlässigkeit ihrer Philosophie. Ich wollte, sie würden mich ebensosehr, als sie selbst davon überzeugt sind, überzeugen, daß es dasselbe ist, ob man die Nerven eines lebenden Tieres oder die Fäden eines sich bewegenden Automaten berühre, seziere oder anbrenne. Ich würde dann die Eingeweide und die Gefäße des lebenden Tieres noch länger, häufiger und lieber durchforschen, da ich einsehe, daß vieles so erforscht werden muß, was man auf andere Art nicht erreichen kann» (Epistolae 142). Seine Hochachtung vor dem großen Meister Descartes lassen ihn sagen: *«Le respect que je dois devoir avec tout le monde, aux esprits de cet ordre, m'aurait empeché de parler des défauts de ce Traitté. Ie me serrois contenté de l'admirer avec quelques-uns, comme la description d'une belle machine, et tout de son invention...»* (Op. phil. 2, 8) – «Die Bewunderung, die ich gegen einen solchen großen Geist hege, hätte mich gehindert, von den Fehlern dieser Arbeit zu sprechen. Ich hätte mich begnügt, sie als eine sehr schöne Maschine, ganz von ihm selbst erfunden, zu bewundern.» Stensen hatte klar den heuristischen Wert der

Vorstellung vom Menschen als Maschine erkannt, ohne ihn dabei nur als eine Maschine zu betrachten. Stensen empfindet Pflanze, Tier und Mensch als dem großen Reich des Lebendigen angehörig, dem gegenüber wir Verantwortung tragen. Er sieht die Notwendigkeit gewisser Tierversuche ein, hegt aber gleichzeitig vor allem Leben eine große Achtung. Tierversuch und Vivisektion haben sich auf das absolut Notwendige zu beschränken. Alle unnütze Grausamkeit ist zu bekämpfen. Hier berührt Stensen die «ethischen Grundsätze und Richtlinien für wissenschaftliche Tierversuche», wie die Schweizer Akademie der medizinischen Wissenschaft und die Schweizer Naturforschende Gesellschaft sie 1983 erarbeitet haben. Es kommt dies in der Präambel zum Ausdruck: *«Die vorliegenden Richtlinien sind geleitet von der Erkenntnis, daß der Mensch einerseits bei der ihm gebotenen Lösung seiner Probleme auf wissenschaftliche Untersuchungen an Tieren nicht verzichten kann, während ihm andererseits der ethische Grundsatz der Ehrfurcht vor dem Leben den Schutz der Tiere gebietet, und von der Überzeugung, daß die Wissenschafter als verantwortliche Menschen von sich aus die zur bestmöglichen Überwindung dieses Konfliktes erforderlichen Maßnahmen festlegen, verwirklichen und kontrollieren sollen.»* Niels Stensen zeigt sich hier, wie auf vielen andern Gebieten seiner Zeit weit voraus.

Zusammmenfassung

Die Bezeichnung «Stensen-Experiment» stammt von Albrecht von Haller. Als Grundlage für das Verständnis von Stensens Technik besitzen wir 11 Zeilen in der Arbeit «Canis Carchariae dissectum Caput» (Florenz 1667) sowie 2 längere Zitate eines Stensen-Briefes vom 20.4.1668, der verlorengegangen ist. Die Zitate sind uns in der Korrespondenz von Graf Magalotti mit dem Sekretär der «Royal Society», Henry Oldenburg, erhalten geblieben. Der Stensen-Versuch ist zwischen 1660 und 1664 anzusetzen. Stensen und Swammerdam haben die absteigende Aorta unterbunden. Stensen im Hinblick auf das Verhalten von Nerven und Muskeln, Swammerdam im Hinblick auf die Atmung (§ 3 der Dissertation von Swammerdam «De Respiratio usuque Pulmonum»). Der Stensen-Versuch hat während fast fünf Jahren die «Royal Society» in London beschäftigt. Weitere Einzelheiten verdanken wir den Untersuchungen von Stannius, Brown-Séquard und Du Bois-Reymond. Schiffer (1869) und Weil (1873) haben uns die endgültige Erklärung gegeben. Stensens Auffassung des Tierexperimentes ist nicht die eines überzeugten Cartesianers, sondern mutet durchaus modern an.

Bibliographie

Borch O., Tagebuch, Manuskript, Kopenhagen, Ny Kgl. Saml. 373 a–c (teilweise zitiert nacht G. Scherz).

Faller A., Niels Stensen und der Cartesianismus. In G. Scherz, Nicolaus Steno and his Indice. Acta scient. nat. et med. (Kopenhagen) *15* (1958) 140–166.
Maar V., Nicolai Stenonis Opera Phil. Vol. 1 et 2, resp. 365 S. Verlag V. Tryde, Copenhagen 1910.
Neuburger M., Die historische Entwicklung der experimentellen Gehirn- und Rückenmarks-Physiologie vor Flourence, Stuttgart 1897. Nachdruck, Amsterdam 1967. 361 S.
Poynter F. N. L., Nicolaus Steno and the Royal Society of London. Analecta med. hist. *3* (1968) 273–280.
Rome R., Nicolas Sténon et la «Royal Society of London». Osiris *12* (1956) 244–268.
Rosenthal I., Jahresber. Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medicin *4* (1869) 113.
Rotschuh K. E., Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart. 541 S. mit 84 Abb. Stuttgart 1978.
Schiffer J., Über die Bedeutung des Stenson'schen Versuchs. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1869 579–581 und 593–597.
Scherz G., Neue Stensenbriefe. Centaurus *12* (1967) 167–181.
– Pionier der Wissenschaft. 348 S. Kopenhagen «das Stensen-Experiment». S. 170–172.
– Nicolaus Steno's Lecture on the Anatomy of the Brain. Introduction by Gustav Scherz 296 S. Nordisk Forlag Copenhagen 1965.
Weil A., Der Stenon'sche Versuch 36 S. Diss. med. Fakultät Straßburg. Wild'sche Druckerei, München 1873.

Summary

The term 'Stensen-Experiment' was coined by Albrecht von Haller. The basis for an understanding of Stensen's technique is to be found in an 11-line passage in his *Canis Carchariae dissectum Caput* (Florence, 1667); there are, moreover, two fairly long quotations from a letter, now lost, by Stensen, dated 20. 04. 1668, which are preserved in the correspondence of Count Magalotti with the then secretary of the Royal Society, Henry Oldenburg († 1677). The date of Stensen's experiment can be fixed ca. 1660–1664. Stensen and Swammerdam have both ligatured the descending aorta: Stensen, in order to examine the behaviour of nerves and muscles; Swammerdam, with a view to an examination of the breathing process (cf. § 3 in Swammerdam's dissertation, *De Respiratione Usuque Pulmonum)*. Stensen's experiment engaged the Royal Society's interest for nearly three years. Further details were due to the experiments made by Stannius, Brown-Séquard, and Du Bois-Reymond, Schiffer and Weil (1869 and 1873, respectively) gave the final interpretation of the 'Stensen Experiment'. Stensen's view of experiments on living animals is in no way Cartesian; much rather, it strikes the reader as being quite modern.

Prof. Dr. med. Adolf Faller
Medizingeschichtliche Bibliothek des anatomischen Instituts
1, rue A. Gockel
CH-1700 Fribourg